110 年委託研究報告

國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究期末報告

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會

執行單位：財團法人台灣經濟研究院

中華民國 110 年 12 月

110 年委託研究報告

PG11003-0024

國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究期末報告

受委託單位

國家通訊傳播委員會

計畫主持人

陳思豪

研究人員

劉柏立、鍾銘泰、蔡孟珂、王以均、陳萱、

蔡佳君、程羿霖、徐千惠、蘇秋惠、郭紫萱

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 110 **年** 12 **月**

工作項目與期末報告對照表

工作項目	對照章節（相關說明）	頁碼
綜整國際 5G、B5G 技術標準制訂進程。	**第二章 國際 5G、B5G 技術標準制定進程** 第一節 ITU WRC 第二節 3GPP Release 第三節 ITU Network 2030 第四節 主要國家 B5G、6G 推動情形 第五節 主要國家 B5G、6G 技術概述 第六節 行動通訊與衛星研析其競合趨勢與影響研析 第七節小結	p. 4-41
蒐集及分析世界主要國家及地區(至少應包含英國、歐盟、美國、加拿大、日本、韓國、新加坡及中國大陸等)之 5G、B5G 頻譜釋出規劃	**第三章 主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃** 第一節 英國 第二節 歐盟 第三節 美國 第四節 加拿大 第五節 日本 第六節 韓國 第七節 新加坡 第八節 中國大陸 第九節 小結 **第四章 主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析** 第一節 英國 第二節 歐盟 第三節 美國 第四節 加拿大 第五節 日本 第六節 韓國 第七節 新加坡 第八節 中國大陸 第九節 我國 第十節 小結	p. 42-331
研析國際關閉 3G 或 UMTS 網路服務及發展替代性技術之具體作法(至少應包	**第五章 主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析** 第一節 VoIP 技術發展 第二節 主要國家關閉 3G 網路作法	p. 332-346

含美國、韓國及歐洲3個具代表性國家）		
國際低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析（至少應包含美國、英國等代表性國家）	**第六章 低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析** 第一節 國際低軌衛星通訊服務發展趨勢 第二節 國際主要低軌衛星通訊服務業者發展進程 第三節 國際低軌衛星通訊服務監理機制 第四節 各國在低軌衛星與 5G 之通訊干擾處理情形 第五節 小結	p. 347-404
舉辦至少 2 場次座談會	**第七章 座談會辦理情形** 第一節 會議辦理說明 第二節 第一次座談會意見彙整 第三節 第一次座談會會議摘要 第四節 第二次座談會意見彙整 第五節 第二次座談會會議摘要 **附錄** **附錄 1. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議逐字稿** **附錄 2. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議簽到表** **附錄 3. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議照片** **附錄 4. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議逐字稿** **附錄 5. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議簽到表** **附錄 6. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議照片**	p. 405-427、p. 501-524
提出具體政策建議	**第八章 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析**	p. 428-500

	第一節 未來行動寬頻頻率釋出機制研析 第二節 SMRA 改良版資格點數規則研析 第三節 資格點數法規調適建議 第四節 5G 網路合作業者參與釋照法規調適研析 **第九章 研究發現與結論建議** 第一節 國際 5G、B5G 技術標準制訂進程研析 第二節 主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃研析 第三節 主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析 第四節 主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析 第五節 低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析 第六節 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析	
提供諮詢服務與定期報告進度	**附錄 16. 其他工作項目執行情形**	p. 550-556
研究發現	**第九章 研究發現與結論建議** 第一節 國際 5G、B5G 技術標準制訂進程研析 第二節 主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃研析 第三節 主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析 第四節 主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析 第五節 低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析 第六節 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析	p. 467-500
建議事項	**第八章 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析** 第一節 未來行動寬頻頻率釋出機制研析 第二節 SMRA 改良版資格點數規則研析 第三節 資格點數法規調適建議 第四節 5G 網路合作業者參與釋照法規調適研析 **第九章 研究發現與結論建議** 第一節 國際 5G、B5G 技術標準制訂進程研析	p. 428-500

	第二節 主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃研析 第三節 主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析 第四節 主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析 第五節 低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析 第六節 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析	
參考資料(如：重要法規、會議紀錄、出國訪問報告、參考書目等)。	**附錄** **參考書目** **中英對照表**	p. 501-600
期中報告審查意見之修正對照表	**附錄 17. 期中報告審查意見之修正對照表**	p. 557-561

目錄

第一章 緒論 1
第一節 研究緣起與背景 1
第二節 研究方法 3
第二章 國際 5G、B5G 技術標準制訂進程 4
第一節 ITU WRC 4
第二節 3GPP Release 11
第三節 ITU NetWork 2030 18
第四節 主要國家 B5G、6G 推動情形 23
第五節 主要國家 B5G、6G 技術概述 29
第六節 行動通訊與衛星研析其競合趨勢與影響研析 31
第七節 小結 39
第三章 主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃 42
第一節 英國 42
第二節 歐盟 54
第三節 美國 59
第四節 加拿大 88
第五節 日本 109
第六節 韓國 123
第七節 新加坡 141
第八節 中國大陸 147
第九節 小結 155
第四章 主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析 184
第一節 英國 184
第二節 歐盟 215
第三節 美國 225
第四節 加拿大 238
第五節 日本 246
第六節 韓國 274
第七節 新加坡 296
第八節 中國大陸 305
第九節 我國 319
第十節 小結 329
第五章 主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析 332
第一節 VoIP 技術發展 332
第二節 主要國家關閉 3G 網路作法 338
第六章 低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析 347
第一節 國際低軌衛星通訊服務發展趨勢 347
第二節 國際主要低軌衛星通訊服務業者發展進程 347
第三節 國際低軌衛星通訊服務監理機制 357
第四節 各國在低軌衛星與 5G 之通訊干擾處理情形 391
第五節 小結 400
第七章 座談會辦理情形 405
第一節 會議辦理說明 405

第二節 第一次座談會意見彙整.....406
第三節 第一次座談會會議摘要.....410
第四節 第二次座談會意見彙整.....417
第五節 第二次座談會會議摘要.....420
第八章 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析 428
第一節 未來行動寬頻頻率釋出機制研析.....428
第二節 SMRA 改良版資格點數規則研析 438
第三節 資格點數法規調適建議.....443
第四節 5G 網路合作業者參與釋照法規調適研析.....450
第九章 研究發現與結論建議.....467
第一節 國際 5G、B5G 技術標準制訂進程研析 467
第二節 主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃研析 470
第三節 主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析.....474
第四節 主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析.....481
第五節 低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析.....486
第六節 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析.....491
附錄 501
附錄 1. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議逐字稿.....501
附錄 2. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議簽到表.....509
附錄 3. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議照片 512
附錄 4. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議逐字稿.....513
附錄 5. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議簽到表.....522
附錄 6. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議照片 524
附錄 7. 美國 3.5GHz 共用頻譜執照架構 525
附錄 8. 美國 3.5GHz 合格申請人名單與 Auction 107 得標者、得標執照數量與標金.....526
附錄 9. 加拿大 600MHz 競標底價與資格點數費用表 528
附錄 10. 加拿大 3500MHz 頻段釋照作業之競價者名單 529
附錄 11. EECC 涉及網路共建與共用的相關條文彙整 530
附錄 12. 美國頻譜管理者、實質轉讓之出租、轉租應用目的與報備責任....531
附錄 13. 資格點數模擬說明參考資料（以甲業者為例）.....533
附錄 14. 資格點數模擬 3.5GHz 頻段拍賣過程（完整 180 回合模擬情形）.539
附錄 15. 資格點數法規調適建議.....544
附錄 16. 其他工作項目執行情形.....550
附錄 17. 期中報告審查意見之修正對照表.....557
附錄 18. 期末報告初稿審查意見之修正對照表.....562
參考書目 568
中英對照表.....581

表次

表 2.1.1 可能用於行動通訊的額外頻段 6
表 2.1.2 提交 WRC-23 的 CPM 報告草案大綱 7
表 2.2.1 5G 核心網路架構與 R17 關鍵特性 16
表 2.3.1 時間工程化服務之分類準則 21
表 2.3.2 複合服務 21
表 2.4.1 6G 相關業者及研究活動 29
表 2.5.1 空中介面挑戰與解決提案 30
表 2.6.1 NTN 平臺類型 32
表 2.6.2 3GPP 關於 NTN 之主題及研究項目 32
表 2.6.3 NTN 之議題與方向（Open issues） 33
表 2.6.4 衛星通訊發展進程——從 1G 到 6G 34
表 2.6.5 低軌衛星與我國既有業者通訊之比較 38
表 2.7.1 中華民國無線電頻率分配表（修正草案）52.6GHz 至 71GHz 頻段分配概況 40
表 3.1.1 英國開放之 5G 頻段、頻寬及釋出時程 44
表 3.1.2 英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻譜拍賣第一回合資格上限計算公式 ..49
表 3.1.3 700MHz 和 3.6-3.8GHz 競價結果 51
表 3.1.4 各業者於 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 頻段可取得之頻譜上限 52
表 3.1.5 英國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整 53
表 3.2.1 歐盟 5G 頻譜監理措施 55
表 3.2.2 歐盟各成員國 5G 頻譜分配情形一覽表 57
表 3.2.3 歐盟 5G 釋照規劃彙整 58
表 3.3.1 美國 5G 頻譜釋照政策規劃 60
表 3.3.2 美國 Auction 105 拍賣結果 62
表 3.3.3 美國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整 85
表 3.4.1 加拿大 600MHz 釋照之競價結果 99
表 3.4.2 600MHz 得標者 5 年內佈建義務 100
表 3.4.3 保留頻段設置規劃 102
表 3.4.4 含大型人口中心之 Tier 4 區域其一般佈建義務 105
表 3.4.5 現有 LTE 行動網路經營者之額外佈建義務 106
表 3.4.6 加拿大 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整 107
表 3.5.1 日本主要業者 5G 頻譜持有情形 109
表 3.5.2 日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照絕對審查基準 111
表 3.5.3 日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照比較審查基準 111
表 3.5.4 日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照各頻段申請者一覽表 112
表 3.5.5 日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照 113
表 3.5.6 日本 2021 年 1.7GHz 東名阪以外絕對審查基準 114
表 3.5.7 日本 2021 年 1.7GHz 東名阪以外比較審查基準 116
表 3.5.8 日本釋出機制與配套措施彙整 118
表 3.6.1 韓國 5G 頻段持有者建設義務 134
表 3.6.2 韓國 2021 年頻率再指配前之頻率使用狀況 136
表 3.6.3 韓國 2021 年頻率再指配對價選項表 137
表 3.6.4 韓國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整 139

表 3.7.1 新加坡 5G 頻段總覽 142
表 3.7.2 新加坡 5G 頻段規劃釋出時程 143
表 3.7.3 新加坡 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整 146
表 3.8.1 中國大陸電信業者行動用戶數 147
表 3.8.2 中國大陸電信業者 5G 頻譜持有情形 148
表 3.8.3 3.3GHz 與 3.5GHz 頻段釋出情形 152
表 3.8.4 中國大陸 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整 153
表 3.9.1 主要國家短、中、長期頻譜釋出規劃暨考量因素與基本差異 156
表 3.9.2 主要國家 5G 頻段既有用戶頻譜使用現況及處理作法 158
表 3.9.3 主要國家 5G 開放頻段、頻寬與釋出方式 161
表 3.9.4 主要國家參與頻率競標或指配業者家數、鼓勵或扶植新進業者措施、是否允許 JV 參與及其規管情形 164
表 3.9.5 主要國家釋出頻譜資源規劃，單一業者取得/持有上限及考量因素 .166
表 3.9.6 主要國家得標者義務 170
表 3.9.7 主要國家頻率使用期限 173
表 3.9.8 我國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整 174
表 3.9.9 5G 釋照機制比較 175
表 3.9.10 主要國家多回合拍賣與資格點數機制彙整 176
表 3.9.11 英國釋出頻段與資格點數 177
表 3.9.12 初始資格點數計算公式 177
表 3.9.13 德國釋出頻段與資格點數 179
表 3.9.14 主要國家兩階段拍賣位置競價階段機制 180
表 3.9.15 英國 700MHz、3.6GHz 頻段位置競價階段 181
表 3.9.16 英國 700MHz、3.6GHz 頻段拍賣結果 181
表 4.1.1 英國促進行動通訊政策 4 大方向與政策整理 184
表 4.1.2 中立主機提供者涵蓋區域 186
表 4.1.3 《5G 供應鏈多樣化策略》三大策略核心具體執行方式 188
表 4.1.4 英國電信業者網路共用案例 191
表 4.1.5 英國頻譜租賃類別整理 196
表 4.1.6 英國 5GTT 試驗計畫之第一階段資助計畫 197
表 4.1.7 英國共享接取暨地區接取釋照頻段 203
表 4.1.8 英國共享接取執照頻段既存用途、未來用途及限制 203
表 4.1.9 英國地區接取執照可用頻段 205
表 4.1.11 英國共享接取執照費用 206
表 4.1.12 英國共享接取執照期限與其他規定 207
表 4.1.13 英國地區接取執照期限與其他規定 207
表 4.1.14 英國 5G 網路建設政策小結 210
表 4.1.15 英國 5G 網路合作及交易議題小結 211
表 4.1.16 英國 5G 應用發展政策小結 212
表 4.1.17 英國 5G 企業專網小結 213
表 4.2.1 2021 年《歐盟漫遊規範》增修內容 218
表 4.2.2 歐盟 5G 網路建設政策小結 222
表 4.2.3 歐盟 5G 網路合作及交易議題小結 222
表 4.2.4 歐盟 5G 應用發展政策小結 223

表 4.3.1 美國 5G 網路建設政策小結 236
表 4.3.2 美國 5G 網路合作及交易議題小結 236
表 4.3.3 美國 5G 應用發展政策小結 236
表 4.4.1 加拿大 5G 網路建設政策小結 244
表 4.4.2 加拿大 5G 網路合作及交易議題小結 244
表 4.4.3 加拿大 5G 應用發展政策小結 245
表 4.5.1 高度無線環境整備事業補助概要一覽表 249
表 4.5.2 行動電話等區域整備事業補助概要一覽表 249
表 4.5.3 全國性 5G 業者 5G 基地臺開設狀況一覽表（2020 年第 2 季） 251
表 4.5.4 Local 5G 申請狀況一覽表 252
表 4.5.5 提升交通號誌 5G 基地臺價值之五大功能及其所需技術 253
表 4.5.6 日本基礎設施共用指導方針概要 256
表 4.5.7 研究戰略具體措施一覽表 262
表 4.5.8 智財權與標準化戰略具體措施一覽表 262
表 4.5.9 展開戰略具體措施一覽表 263
表 4.5.10 Local 5G 運用模式 265
表 4.5.11 日本 Local 5G 頻率使用費 265
表 4.5.12 日本 5G 網路建設政策小結 268
表 4.5.13 日本 5G 網路合作及交易議題小結 269
表 4.5.14 日本 5G 應用發展政策小結 271
表 4.5.15 日本 5G 企業專網小結 272
表 4.6.1 5G 投資抵減稅修正內容 275
表 4.6.2 MNO 業者針對 MVNO 業者之 5G 網路流量批發方案 280
表 4.6.3. 韓國數位新政之具體內容 285
表 4.6.4 2021 年度「5G+創新工程」事業項目 287
表 4.6.6 韓國 5G 網路建設政策小結 293
表 4.6.7 韓國 5G 網路合作及交易議題小結 293
表 4.6.8 韓國 5G 應用發展政策小結 294
表 4.6.9 韓國 5G 企業專網小結 295
表 4.7.1 新加坡 5G 網路建設政策小結 302
表 4.7.2 新加坡 5G 網路合作及交易議題小結 303
表 4.7.3 新加坡 5G 應用發展政策小結 303
表 4.8.1 《「雙千兆」網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》主要目標 307
表 4.8.2 中國大陸電信業者 5G 基地臺建設情形 308
表 4.8.3 中國電信與中國聯通主動式及被動式共用 309
表 4.8.4 中國移動與中國廣電 5G 共建共享具體合作協議 309
表 4.8.5 中國移動與中國廣電主動式及被動式共用 310
表 4.8.6 中國大陸「十四五資通訊產業發展規劃」中「拓展數位化發展空間」之具體內容 313
表 4.8.7 中國大陸 5G 網路建設政策小結 315
表 4.8.8 中國大陸 5G 網路合作及交易議題小結 316
表 4.8.9 中國大陸 5G 應用發展政策小結 317
表 4.9.1 我國頻率共用相關法規意涵 323
表 4.9.2 我國 5G 網路建設政策小結 326

表 4.9.3　我國 5G 網路合作及交易議題小結 326
表 4.9.4　我國 5G 應用發展政策小結 327
表 5.1.1　VoLTE 優點 335
表 5.1.2　CSFB 與 VoLTE 語音服務比較 338
表 5.2.1 全球網路技術汰舊換新三波階段 342
表 5.2.2 主要國家關閉 3G 網路作法彙整 343
表 6.2.1　SpaceX 的 Startlink 衛星系統 349
表 6.2.2　Amazon 的 Kuiper 衛星系統 350
表 6.2.3　OneWeb LEO 衛星系統 350
表 6.2.4　Telesat 的 Lightspeed 衛星系統 351
表 6.2.5　各國 SpaceX 的資費方案 352
表 6.3.1　FCC 312 主申請表格 358
表 6.3.2　衛星服務類型與開放頻段 360
表 6.3.3　地球電臺網路執照申請書（OfW453） 364
表 6.3.4　Ofcom 核准 Starlink 之使用頻段 365
表 6.3.5　Starlink 衛星地球電臺網路執照條件 365
表 6.3.6　加拿大申請使用外國太空站之內容 369
表 6.3.7　加拿大衛星行動業務執照之申請文件 370
表 6.3.8　加拿大使用的 MSS 頻段 371
表 6.3.9　加拿大使用的 FSS 頻段（部分） 371
表 6.3.10　德國衛星地球電臺申請書之內容（節錄） 374
表 6.3.11　德國衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）之使用頻段（10-50GHz） 375
表 6.3.12　BNetzA 核准 Starlink 之使用頻率 376
表 6.3.13　擁有、控制或經營外國太空物體之公司名單 379
表 6.3.14　澳洲衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）之使用頻段（10-50GHz） 382
表 6.3.15　ACMA 核准 Starlink 執照類型與使用頻率 383
表 6.3.16　新加坡頻率分配表(1/2) 386
表 6.3.17　新加坡頻譜分配表(2/2) 387
表 6.3.18　我國衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）之使用頻段（10-50GHz） 390
表 6.4.1　FCC 授權 SpaceX 使用頻段之和諧共存處理方式 391
表 6.5.1　SpaceX 子公司（TIBRO）於各國註冊情形 401
表 6.5.2　各國核發 SpaceX 執照之差異 402
表 6.5.3　各國核發 Starklink 執照之核配頻段 402
表 6.5.4　Starlink 於各國衛星落地制度一覽表 403
表 7.1.1　第一次座談會議程及與會名單 405
表 7.1.2　第二次座談會議程及與會名單 405
表 8.1.1　頻譜拍賣制度優缺點比較 429
表 8.1.2　行政程序指配（比較審查）優缺點比較 430
表 8.1.3　釋照制度機制與適合頻段比較一覽表 432
表 8.1.4　高頻段新釋出頻段若考慮採行政指配方式釋照配套措施建議 434
表 8.1.5　高頻段已有部分頻率釋出頻段釋出機制建議 435

表 8.1.6　過去行動寬頻業務管理規則釋出頻段與有效期限 437
表 8.2.1　3.5GHz 頻段數量競價階段各業者需求頻寬與最高回合價 441
表 8.2.2　模擬 3.5GHz 頻段數量競價階段採用資格點數競價結束前出價情形 442
表 8.2.3　3.5GHz 頻段數量競價階段回合數與價格上升次數 442
表 8.2.4　模擬 3.5GHz 頻段數量競價階段採用資格點數回合數與價格上升次數 442
表 8.3.1　單一頻段情境採資格點數與改良版加速機制比較表 444
表 8.3.2　採我國第一次 5G 拍賣規則與資格點數機制比較表 445
表 8.3.3　主要國家初始資格點數訂價方式 446
表 8.3.4　英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻譜拍賣單位資格點數押標金 446
表 8.3.5　德國、美國資格點數使用比例規定 447
表 8.3.6　英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻譜拍賣超額需求揭露方式 448
表 8.3.7　資訊公布比較表 449
表 8.4.1　遠傳、亞太 5G 共頻共網 - 兩階段合作 452
表 8.4.2　亞太與遠傳合作案事紀 453
表 8.4.3　主要國家聯合申請規範彙整 456
表 8.4.4　德國與我國行動通訊市場變革 461
表 9.1.1　NTN 服務引進之 SWOT 分析 469
表 9.2.1　標金飆高相關探討彙整 472
表 9.2.2　建議中長期待需求出現再釋出較具應用潛力頻段之 SWOT 分析 473
表 9.3.1　我國行動寬頻專用電信推動建議 SWOT 分析 480
表 9.4.1 美國、韓國、歐洲三個國家 3G 關臺作法彙整 481
表 9.4.2　我國 3G 網路關閉 SWOT 分析 485
表 9.5.1　我國低軌衛星產業之 SWOT 分析 488
表 9.6.1　頻率供過於求時採非拍賣制方式釋出之 SWOT 分析 492
表 9.6.2　未來行動寬頻頻率可能採用的頻率釋出機制建議 495
表 9.6.3　我國採行資格點數機制之 SWOT 分析 497
表 9.6.4　主要國家多回合拍賣與資格點數機制彙整 498
表 9.6.5　聯合申請人設置 SWOT 分析 500
附表 8.1　Auction 107 合格申請人名單 526
附表 8.2　Auction 107 得標者、得標執照數量與標金 527
附表 9.1　加拿大 600MHz 競標底價與資格點數費用表 528
附表 10.1　加拿大 3500MHz 頻段釋照作業之競價者名單 529
附表 12.1　頻譜管理者出租應用目的與報備責任 531
附表 12.2　頻譜管理者轉租應用目的與報備責任 531
附表 12.3　實質轉讓出租應用目的與報備責任 531
附表 12.4　實質轉讓轉租應用目的與報備責任 532
附表 12.5　頻譜執照私有公共化（Private Commons） 532

圖次

圖 1.1.1 研究主旨與目的.....2
圖 1.1.2 研究架構.....2
圖 2.2.1 Release 15、16、17 的 3GPP 時間線.....12
圖 2.3.1 無所不在的全像式媒體.....19
圖 2.3.2 Network 2030 願景示意圖.....20
圖 2.3.3 Network 2030 焦點：時間工程化服務.....20
圖 2.3.4 Network 2030 將支援垂直化市場.....22
圖 2.4.1 IOWN 概念示意圖.....26
圖 2.4.2 IOWN 發展進程.....27
圖 2.5.1 6G 實驗性平臺的六大關鍵領域.....29
圖 3.1.1 英國行動通訊用戶數.....42
圖 3.1.2 英國行動數據流量與智慧型手機普及率.....43
圖 3.1.3 英國行動通訊市場主要業者頻段與頻寬持有情形.....43
圖 3.1.4 英國 5G 先驅頻段.....44
圖 3.1.5 英國 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 數量競價流程.....46
圖 3.1.6 英國 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 協商期流程.....47
圖 3.3.1 美國電信市場總營收及行動通信服務營收.....59
圖 3.3.2 美國預估設備總連接數–以行動通訊業者分類.....60
圖 3.3.3 3.5GHz 頻段規劃.....61
圖 3.3.4 2.5GHz 頻段規劃.....64
圖 3.3.5 美國 3.7GHz 頻段規劃.....69
圖 3.3.6 美國 3.45GHz 頻段規劃.....76
圖 3.4.1 加拿大 2015 年至 2019 年電信市場總營收.....88
圖 3.4.2 加拿大 2019 年度各服務類型電信市場營收.....89
圖 3.4.3 加拿大 2015 年至 2019 年各服務類型電信市場營收.....89
圖 3.4.4 加拿大 2015 年至 2019 年電信市場經營者市占率.....90
圖 3.4.5 加拿大 LTE 人口涵蓋率.....90
圖 3.4.6 加拿大 2018 至 2022 年頻譜釋出規劃.....92
圖 3.4.7 加拿大 Priority 1 頻譜釋出規劃.....92
圖 3.4.8 600MHz 頻譜釋照規劃.....97
圖 3.4.9 600MHz CCA 流程.....99
圖 3.4.10 3500MHz 頻譜釋照規劃.....102
圖 3.5.1 給分方式標準示意圖.....116
圖 3.5.2 等分配分方式公式.....116
圖 3.6.1 韓國電信市場總營收及行動通信服務營收.....123
圖 3.6.2 韓國行動寬頻訂戶數與普及率.....124
圖 3.6.3 韓國 LTE 行動網路人口覆蓋率.....124
圖 3.6.4 韓國國內行動寬頻網路訊務量.....125
圖 3.6.5 韓國無線通訊業務業者頻譜持有現況.....126
圖 3.6.6 韓國衛星接收保護區設置示意圖.....127
圖 3.6.7 韓國 2018 年頻譜拍賣頻段.....127
圖 3.7.1 新加坡行動通訊普及率.....141

圖 3.7.2 新加坡行動數據用量.....141
圖 3.9.1 主要國家 5G 頻譜釋照頻段概況.....157
圖 4.1.1 中立主機示意圖.....190
圖 4.1.2 頻譜轉讓流程圖.....194
圖 4.1.3 英國頻譜轉移示意圖.....194
圖 4.1.4 頻譜租賃流程圖.....195
圖 4.1.10 英國共享接取執照申請流程.....205
圖 4.2.1 地平線計畫與 5G 跨境走廊路線.....220
圖 4.3.1 American Tower 集團年平均租金.....228
圖 4.3.2 2021 年第一季 American Tower 集團電塔租賃事業收益比例.....229
圖 4.3.3 美國頻譜共用機制 CBRS 概念圖.....233
圖 4.4.1 加拿大 2020 年與 2025 年（預測）網路採行技術占比.....240
圖 4.4.2 加拿大 2019 年至 2025 年（預測）5G 之連接數、採行率與網路涵蓋率.....240
圖 4.5.1 ICT 基礎設施區域發展總體計畫 3.0 概要.....247
圖 4.5.2 5G 投資促進稅示意圖.....248
圖 4.5.3 連結 5G 與交通號誌於全國佈建可信賴的網路示意圖.....250
圖 4.5.4 交通號誌 5G 基地臺機器主要架設模式.....254
圖 4.5.5 日本基礎設施共用業務的範圍與型態.....256
圖 4.5.6 接續、共用以及提供電訊通信批發服務定義與示意圖.....257
圖 4.6.1 電信設備共同建構示意圖.....278
圖 4.6.2 基地臺建設所需的基礎設備示意圖.....279
圖 4.6.3 以 MEC 為基礎之促進 5G 融合服務方案計畫示意圖.....284
圖 4.6.4 韓國 5G 專網 28GHz 頻段釋出規劃.....288
圖 4.6.5 韓國 5G 專網 Sub-6GHz 頻段釋出規劃.....288
圖 4.6.6 韓國 5G 專網頻率釋出程序.....289
圖 4.9.1 臺灣 5G 行動計畫.....319
圖 5.1.1 5G 語音傳輸方案.....333
圖 5.1.2 Vo5G 標準發展.....333
圖 5.1.3 VoNR 演進圖.....334
圖 5.1.4 EPS FB 運作架構.....336
圖 5.1.5 RAT FB 運作架構.....336
圖 5.1.6 承載於 5GC 與 gNB 的 VoNR.....337
圖 5.1.7 承載於 EPC 與 gNB 的 VoNR.....337
圖 5.2.1 全球 VoLTE 概況.....346
圖 6.1.1 全球的太空產業市場規模.....347
圖 6.4.1 我國 28GHz 頻段之使用情形.....392
圖 6.4.2 美國 12GHz 頻段之規劃.....393
圖 6.4.3 NGSO 衛星系統之關鍵要素.....395
圖 6.4.4 NGSO 衛星系統之干擾情形.....395
圖 6.4.5 新 NGSO 的申請流程.....397
圖 6.4.6 新 NGSO 的執照審查時程.....397
圖 8.1.1 政府活用拍賣標金促進佈建投資示意圖.....436
圖 8.4.1 我國 2021 年 8 月行動寬頻業務用戶數統計.....450

圖 8.4.2　遠傳、亞太 5G 共頻共網結合案 451
圖 8.4.3　中華電信與亞太電信 900MHz 頻段轉讓前後頻譜持有情形.....454
圖 8.4.4　德國 2014 年 Q3 行動寬頻業務用戶數統計 461
附圖 3.1　各界踴躍參加第一次座談會 512
附圖 3.2　台經院陳副研究員思豪主持 512
附圖 6.1　各界踴躍參加第二次座談會 524
附圖 6.2　資格點數模擬活動現場情形 524
附圖 7.1　共用頻譜執照架構.....525

提要

關鍵詞：行動寬頻、頻譜釋出機制、監理政策

研究緣起

透過研析世界主要國家對頻譜資源之釋出規劃、考量因素及配套措施，分析各國於數位經濟環境下，相關通訊傳播政策與法規的監理調適情形，作為我國規劃下一波無線寬頻釋出時之參考，期藉由頻譜使用效率之提升，促進市場公平競爭，提升行動寬頻網路建設，為我國行動寬頻網路提供更好的發展環境。

研究方法及過程

研究團隊採用文獻分析法、政策制度比較法、標竿案例分析法與產官學研專家座談會，研析國際行動寬頻發展趨勢與頻譜釋出機制，對象國家涵蓋英國、歐盟、美國、加拿大、日本、韓國、新加坡、中國大陸等，另外亦分析主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術，以及低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度，輔以座談會彙整各界意見，提出我國政策法規調適建議。

重要發現

一、分析國際 5G、B5G 技術標準制訂進程

針對可能用於行動通訊之額外頻段，WRC-19 決議劃分 24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、45.5-47GHz、47.2-48.2GHz 與 66-71GHz 等連續頻段供 5G 使用。此外，國際間已開始關注並廣泛討論 6G 發展，未來 B5G、6G 以「高涵蓋」、「高密度」、「高頻寬」、「高可靠」、「高精度」與「高智慧」等特色為願景，衛星通訊與地面網路的整合受矚目焦點。

二、主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃研析

與我國第一次 5G 頻譜拍賣比較，釋出頻段方面，我國與日本、韓國及新加坡皆於首波 5G 釋照同時釋出中頻段與毫米波頻段。歐美方面，歐盟確立 5G 先驅頻段為 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz，規劃釋照與商用化時程目標；美國初期優先釋出高頻段，近兩年則積極規劃與釋出中頻段資源。

英國、美國、加拿大等國家與我國皆主要透過拍賣釋出 5G 頻譜。新加坡基於頻譜資源不足，為能打造兩座全國性 5G SA 網路之政策目標，採用徵求提案（Call for Proposal, CFP）方式釋照，類似我國的公開招標制。中國大陸、日本長年皆以評審制釋照，值得注意的是，日本在 2019 年 10 月《電波法》修法後，將釋出頻段相應經濟價值納入考量，朝向具公開招標制的精神發展。

三、主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析

主要國家推動 5G 基礎設施佈建採取之作法主要可分為「提高基礎設施佈建程度」、「降低建設成本與佈建障礙」、「促進網路升級」等，三類作法皆為我國可參採的方向。

隨行動通訊技術演進增加更多網路共用合作型態可能性，且合作可做為 5G 投資佈建成本高、物理空間不足等限制與困難的解決方案之一。我國《電信管理

法》具前瞻性，對電信事業合作與頻率二次交易朝向彈性開放，當網路合作型態多元化，主管機關認定判斷準則，以及合作業者申請參與頻譜競標或指配的配套措施成為須探討之議題。

5G 應用能帶動社會經濟產業發展與創新機會，為鼓勵 5G 應用，各國無不透過 5G 試驗與測試平臺、開放實驗頻段、發展 5G 垂直應用、投入重點領域、培養人才、公私協力、跨國技術合作等方式。此外，隨著資安網安受到重視，各國也積極發展 Open RAN，提倡網通設備供應鏈多元化。

四、主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析

根據 5G 的語音/視訊通信架構以 IP 多媒體子系統（IP Multimedia Subsystem, IMS）為基礎提供服務，而 IMS 語音/視訊通信服務有 VoLTE 及 VoNR 兩種接取模式。在 4G 網路覆蓋範圍擴大及終端系統日益成熟的背景下，全球業者會經歷由電路交換回退（Circuit Switched Fallback, CSFB）演進至 VoLTE 的過程。國際上關閉 2G、3G 技術汰舊換新的進程可分為三波階段，綜觀美國、韓國、德國、丹麥與挪威關閉 3G 網路作法，主要由電信業者宣布及自行推出相應措施，較少見政府主動之政策作為。

五、低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析

目前四大低軌衛星服務業者運作之商業模式，主要以提供全球衛星寬頻服務為主軸。觀察 SpaceX 參進各國之步驟，首先在各國成立子公司，並註冊為電信業者，進而申請各國衛星服務所需執照，如頻譜執照、地球電臺執照、衛星通信用戶終端執照等。各國主管機關均採取審議核配方式，核准 SpaceX 參進該國市場，並核發相關執照。美國、德國、英國與澳洲等國主管機關的執照條件對既有使用者之保護皆優先於低軌衛星服務業者。

六、未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析

國際常見行動寬頻頻率釋出機制，主要可分為市場機制主導與行政主導兩大類型。我國長年採市場機制主導之拍賣制，並能確保市場公平競爭。《電信管理法》開放共頻共網共建之架構下，鼓勵頻率與網路資源有效利用，提供電信業者合作與多樣經營模式的可能。針對合作業者申請參與頻譜競標配套措施，現階段而言，電信管理法甫執行，國際上頻率網路合作尚非常態，在符合現有法規思維下，應持續關注。

此外，針對我國拍賣機制，研究團隊參考英國（700MHz、3.6-3.8GHz）釋照規則，模擬我國第一次 5G 拍賣 3.5GHz 頻段透過資格點數加速，可有效促進加速收斂。若改良原使用之加速機制亦能達到類似加速效果，且簡單易懂，惟缺乏類似資格事件之容錯設計。

主要建議意見

一、持續掌握 B5G、6G 國際通訊技術標準發展

B5G、6G 朝向陸海空通訊開發，促使低軌道衛星、高空平臺電臺（High Altitude Platform Station, HAPS）等新應用興起，瞭望國際組織與主要國家相關頻段釋出規劃、干擾協調情形等，我國也需持續掌握國際動向、各國推動方向、設備成熟度、產業生態系與商業模式發展情形等，提早研析規劃。因應 5G 與非地

面網路的整合趨勢，未來相關監理機制也需因應調整。

二、先提升既有頻率之效率，中長期釋出較具應用發展潛力的頻段

由於 5G 關鍵應用尚未出現，現時點國內未有下一波釋照的明確需求，建議可專注於提升既有頻率之效率，中長期可繼續關注技術與標準發展，並選擇釋出設備成熟度較高、較具應用發展潛力的頻段，如 n40（2300-2400MHz）、n77（3300-4200MHz）、n79（4400-5000GHz）等。

三、政策輔助 CSFB 關閉，時程則可尊重商業機制

短期內建議主管機關或可參考關閉 2G 作法，提供業者關閉 CSFB 相關注意事項引導業界遵循方向。從國際案例研析可觀察到主要國家皆面臨汰換舊技術升級新技術轉換的過渡期，如韓國儘管電信業者於 2015 年 7 月早已完成 VoLTE 互連，但為因應國際漫遊與偏鄉網路涵蓋需求，至今尚未關閉 3G 網路，而過去研究報告也指出，我國電信業者 VoLTE 互連將可能發生於 2023 年後。故中長期而言，隨著 VoLTE 逐漸成為各國語音通話主流，我國電信業者為提升頻譜使用效率，因應 5G 網路升級需要，勢必會考量是否繼續投入成本同時維運 3G、4G 與 5G 網路，抑或採取措施促進 VoLTE 終端與服務採用。主管機關可視轉換期各階段滾動式調整相關政策措施，持續確保消費者權益並鼓勵服務平順移轉。

四、低軌道衛星通訊釋照保持彈性，避免干擾

低軌道衛星通訊釋照方式可參考主要國家，採審議制釋照，並以短執照效期增加政策彈性。同時，建議我國政府在接受新進的低軌衛星業者申請書時，可參照 Ofcom 之作法，根據 NGSO 新進業者的閘道器，主管機關應避免授權與既有閘道器距離太近的新申請案，以避免有害干擾。長期而言可在低軌衛星通訊業者進入我國市場後，定期進行衛星通信市場需求調查或競爭分析，掌握低軌衛星之未來趨勢議題。

五、未來行動寬頻頻率釋出方式應能充分反映頻譜價值，確保公平與有效運用

無線電頻譜為全民共享的稀有資源，釋照方式設計需要綜合考量目的、用途、產業與技術發展狀況，除充分反映頻譜價值，也能藉由產業蓬勃發展，提升全民生活品質與社會福祉。建議頻率釋出前事先評估國際技術、應用、市場發展與頻譜資源的供需情形，釋出方式原則上建議採拍賣制，而有鑑於高頻段的佈建方式以特定場域為主，建議從點狀涵蓋思考促進頻譜有效利用的義務設計。

六、若未來拍賣規則採行資格點數，須事前讓競價者瞭解規則與操作方式

若我國未來欲採行資格點數機制，則短期建議應定期舉辦多次實際競價模擬供業者實際參與，亦可舉辦說明會以提供業者充足資訊，並根據業者回饋意見與我國環境之適用性進行彈性調整，以確保參與競價之業者皆可充分理解其規則與操作方式。另由於本研究的資格點數規則研析主要針對單一頻段情境，未來可針對明確頻譜需求，或實際釋照規劃時模擬多頻段等較複雜的資格點數使用情境，然實務上，研究團隊建議現階段可依據頻譜特性、需求等，於拍賣設計中考量對特定頻段納入資格點數。

七、提高法明確性，讓 5G 網路合作業者有跡可循

參考實務面臨困境，為避免《無線電頻率使用管理辦法》第 12 條第 2 項透過「經核准頻率改配、公開招標、拍賣、承用他電信事業頻率及頻率共用等方式

取得」衍生頻寬計算爭議，建議應就每項合作態樣明定算式，以增加法明確性。

縱使《電信管理法》秉持鬆綁管制之精神，惟透過聯合申請人股權限制此等程序上不利益，實能避免競價場上共謀抬價之情形，故考量避免頻譜過度集中及維持競價致序公正，仍有制定聯合申請人之必要性。

Abstract

Keywords: mobile broadband, spectrum licensing mechanism, regulatory policy

Background

Analyzing the release plans, consideration factors and supporting measures for spectrum resources of the major countries, we take the communications policies, regulatory policies and regulation amendments of those countries in digital economy as a reference for the next wave of wireless broadband release plans in Taiwan. It is expected that through the improvement of spectrum utilization efficiency, it will promote fair competition in the market, accelerate the construction of mobile broadband networks, and provide a better environment for mobile broadband networks development.

Methodology

Using document analysis method, comparative research method, case study method, and industry-government-academic-research seminars, the research team members study and analyze the mobile broadband development trends, spectrum release mechanisms, the closure of 3G or UMTS network services and alternative technologies, and the development trends and regulatory of LEO satellite communications in major countries, including UK, the European Union, America, Canada, Japan, South Korea, Singapore, and China. We also propose policies and regulations suggestions based on our study and opinions gathered in the seminars.

Main Findings

1. The development process of international 5G and B5G technical standards

WRC-19 identified additional frequency bands 24.25-27.5GHz, 37-43.5GHz, 45.5-47GHz, 47.2-48.2GHz and 66-71GHz for 5G mobile communications. In addition, the international community has begun to pay attention to and intensively discuss 6G development. B5G and 6G features "high coverage", " high density", "high bandwidth", "high reliability", "high precision" and "high intelligence" as their vision, and the integration of satellite communications and terrestrial networks has been attracting significant attention.

2. 5G and B5G spectrum release plans in major countries

Compared with the first 5G auction in Taiwan, Taiwan, Japan, South Korea, and Singapore all released mid-band and mmWave for the first wave of 5G releases. EU established the spectrum release and commercialization plan by identifying 700 MHz, 3.5 GHz, and 26 GHz as 5G Pioneer Bands. The United States prioritized the high frequency bands in early stage, and has actively planned and released mid-band resources in the past two years.

In terms of spectrum release mechanism, UK, America, Canada, and Taiwan released 5G licenses by public auction. Call-for-Proposal (CFP), which is similar to public procurement in Taiwan, is adopted by Singapore because of the insufficient spectrum resources and the goal of building two nationwide 5G SA networks. China and Japan have used the evaluation system for many years. It is worth noting that after

the amendment of Radio Act in October 2019, Japan took the economic value of frequency bands into consideration, and moved towards the spirit of public procurement.

3. 5G infrastructure deployment, spectrum sharing, and application development in major countries

There are three main methods of promoting 5G infrastructure deployment in major countries: "improving the infrastructure deployment", "reducing deployment costs and barriers ", and "promoting network upgrades".

As mobile communication technology evolves, more types of network sharing cooperation are available, and cooperation can be one of the solutions to the 5G investment and deployment difficulties such as high costs and insufficient physical space. Taiwan’s Telecommunications Management Act is forward-looking and opens up flexibility to telecommunications business cooperation and frequency secondary transactions.

5G applications can drive social, economic and industrial development and innovation opportunities. In order to encourage 5G applications, all countries have adopted 5G trials and test platforms, opening experimental frequency bands, developing 5G vertical applications, investing in key areas, cultivating talents, public-private collaboration, and transnational technical cooperation. In addition, as information security and network security have received attention, various countries have also actively developed openRAN and advocated the diversification of Netcom equipment supply chain.

4. The closure of 3G or UMTS network services and alternative technologies in major countries

According to the 5G voice/video communication architecture, services are provided based on the IP Multimedia Subsystem (IMS), and IMS voice/video communication services have two access modes: VoLTE and VoNR. With the expansion of 4G network coverage and the increasingly mature terminal systems, global industry players will experience the process of evolving from Circuit Switched Fallback (CSFB) to VoLTE. There are three steps of global 2G and 3G phasing out. Refer to the 3G network closure cases in the United States, South Korea, Germany, Denmark and Norway, the corresponding measures are mainly announced and introduced by the telecom operators, rarely by the government.

5. The development trends and regulatory of LEO satellite communications

The current business models of four major LEO satellite service providers mainly focus on providing global satellite broadband services. Observe the steps of SpaceX's participation in various countries. First, establish subsidiaries in each country and register as a telecommunications company. Then, apply for the licenses required for satellite services in each country, such as spectrum licenses, satellite earth stations licenses, and satellite terminal server licenses. The authorities approved SpaceX's participation in market and issued licenses by evaluation and allocation system. In the United States, Germany, the United Kingdom, and Australia, the existing users have priority for licensing conditions over LEO satellite service providers.

6. Licensing measures and regulatory policy in the future

There are two major international mobile broadband licensing mechanism: market mechanism and administrative mechanism. Taiwan adopted public auction to ensure fair competition in the market for many years. Taiwan's Telecommunications Management Act encourages the effective use of frequency and network resources under the framework of open co-frequency, co-network and co-construction, providing the possibility of cooperation and diversified business models for telecom operators. Regarding the application of cooperating operators to participate in spectrum auction, it is still rare at this stage, and needs continuous attention in the future.

Refer to the UK auction rules for 700MHz and 3.6-3.8GHz, the research team simulated the first 5G auction 3.5GHz frequency band in Taiwan by using eligibility points, which can effectively accelerate convergence. Improving the original acceleration mechanism could achieve similar accelerating effect and the rules are much easier, but it lacks a error-tolerant design like eligibility events.

Main Suggestions

1. Continue to master the development of B5G and 6G international communication technology standards

The development of B5G and 6G towards land, sea and air communications has promoted the rise of new applications such as low-orbit satellites and High Altitude Platform Station(HAPS). Looking at the licensing plans and interference coordination situations of relevant frequency bands by international organizations and major countries, Taiwan also needs to continue grasp the international trends, the direction of each country's promotion, the maturity of equipment, the development of industrial ecosystems and business models, etc., and analyze and plan as soon as possible. In response to the integration trend of 5G and non-terrestrial networks, future related supervision mechanisms will also need to be adjusted accordingly.

2. Improve the efficiency of existing frequencies first, and authorize frequency bands with more potential for application development in the medium and long term

Since 5G key applications have not yet appeared, and there is no clear demand for the next wave of interpretation in Taiwan. At this point, it is recommended to focus on improving the efficiency of existing frequencies, continue to pay attention to the development of technology and standards in the medium and long term, and choose to authorize the frequency with higher maturity, more potential for application development, such as n40 (2300-2400MHz), n77 (3300-4200MHz), n79 (4400-5000GHz), etc.

3. Adopting CSFB closure assisting policy, and the schedule can respect the commercial mechanism

In the short term, it is suggested that the competent authority may refer to the practice of 2G closure, and provide relevant precautions for the industry to close CSFB to guide the industry to follow the direction. From international case studies, it can be observed that major countries are facing a transitional period of replacing old

technologies and upgrading new technologies. For example, South Korea, although telecom operators have already completed VoLTE interconnection in July 2015, for responding to the demand of international roaming and rural networks, the 3G network has not yet been closed. Also, some reports pointed out that the VoLTE interconnection of Taiwan's telecommunications industry may occur after 2023. Therefore, in the medium and long term, as VoLTE gradually becomes the mainstream of voice calls in various countries, in order to improve the efficiency of spectrum use, Taiwan's telecom operators will inevitably consider whether to continue to invest in the maintenance of 3G, 4G and 5G networks in response to the needs of 5G network upgrades, or take measures to promote the adoption of VoLTE terminals and services. The competent authority may adjust relevant policies and measures in a rolling manner at each stage of the transition period, continue to ensure the rights and interests of consumers and encourage smooth transfer of services.

4. Remain flexible of low-orbit satellite communication licensing to avoid interference

Low-orbit satellite communications can refer to major countries for the licensing, adopt review-based licensing, and increase policy flexibility with a short license period. At the same time, it is recommended that the Taiwanese government refer to Ofcom's approach when accepting applications from new low-orbit satellite operators. According to the gateway of NGSO new operators, the competent authority should avoid authorizing new applications that are too close to existing gateways to avoid harmful interference. In the long term, after the low-orbit satellite communications industry enters the Taiwanese market, regular satellite communications market demand surveys or competition analysis can be conducted to grasp the future trend of low-orbit satellites.

5. Mobile broadband frequency licensing in the future should fully reflect the value of the spectrum to ensure fair and effective use

Radio frequency is a rare resource shared by the whole people. The design of licensing needs to comprehensively consider the purpose, use, industry and technological development. In addition to fully reflecting the value of the spectrum, the industry can also flourish and improve the quality of life and social well-being of the whole people. It is recommended to evaluate the international technology, application, market development, the supply and demand situation of spectrum resources in advance before the licensing.

6. If Eligibility Points are adopted in future auction rules, bidders must be informed of the rules and operation methods in advance

If Taiwan intends to adopt a Eligibility Points mechanism in the future, in the short term, it is recommended to regularly hold multiple actual bids to simulate the actual participation of suppliers, or hold briefing sessions to provide sufficient information to the suppliers, and based on their feedback and the suitability of the environment in Taiwan to conduct flexible adjustments to ensure that all participating companies can fully understand rules and operating methods. In addition, since the study of Eligibility Points rules in this study is mainly for a single frequency band scenario, in the future,

it can be aimed at clarifying spectrum requirements or simulating more complex Eligibility Points usage scenarios such as multiple frequency bands in actual interpretation planning. However, at this stage, the number of Eligibility Points for specific frequency bands can be considered in the auction design based on spectrum characteristics and requirements.

7. Improving the clarity of the law, so that 5G network partners have traces to follow

In order to solve the disputes of the calculation of bandwidth which is derived through Article 12, Item 2 of the Regulations Governing the Use of Radio Frequencies, "The actual usable bandwidth described in the preceding Paragraph refers to all bandwidths acquired through the relocation of approved frequencies, public bidding or auction, the use of frequencies from another telecommunications enterprise and frequency sharing.", it is recommended that the formula for each cooperation mode should be clearly defined to increase the clarity of the law.

Even though the Telecommunications Management Act adheres to the spirit of deregulation, the procedurally unprofitable restrictions on the equity of joint applicants can actually avoid the situation of conspiracy to raise prices in the auction market, so consider avoiding excessive concentration of spectrum and maintaining orderly and fair bidding, there is still a need to regulate joint applicants.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

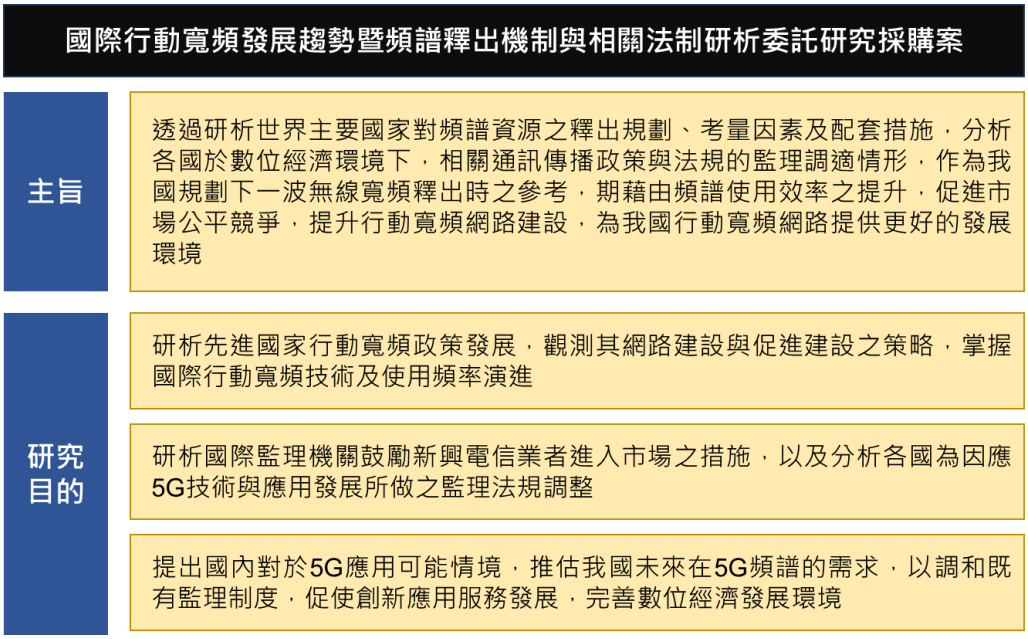
全球第五代行動通信（The fifth generation of mobile technologies, 5G）發展受到高度關注，根據國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）所定義的 5G 三大應用場景-超高速頻寬（enhanced Mobile Broadband, eMBB）、超大連結（massive MachineType Communication, mMTC）及超高可靠度低延遲（ultra-Reliable and Low Latency Communications uRLLC）得衍生各類應用場景，攸關各國網路社會與數位經濟之發展，將帶動創新應用服務，促進社會及產業數位轉換，催生多元垂直整合應用，形成網路社會與數位經濟發展之關鍵驅動力量。

我國政府跟隨世界先進國家腳步，於 109 年 2 月完成 5G 首波行動寬頻釋照，後續積極鼓勵業者投入 5G 網路建設，奠定行動應用創新基礎環境，提供更優質的行動寬頻服務，預期將帶動各項垂直應用服務，促進數位經濟成長。

目前，我國政府亦持續掌握國際行動寬頻技術及使用頻率發展趨勢，並關注國內產業、各界創新應用需求，著眼下一波頻譜釋出規劃，以完備臺灣行動寬頻頻譜政策整體規劃，預先展開部署，協助臺灣產業順利迎接新時代，實現數位國家、智慧島嶼願景。

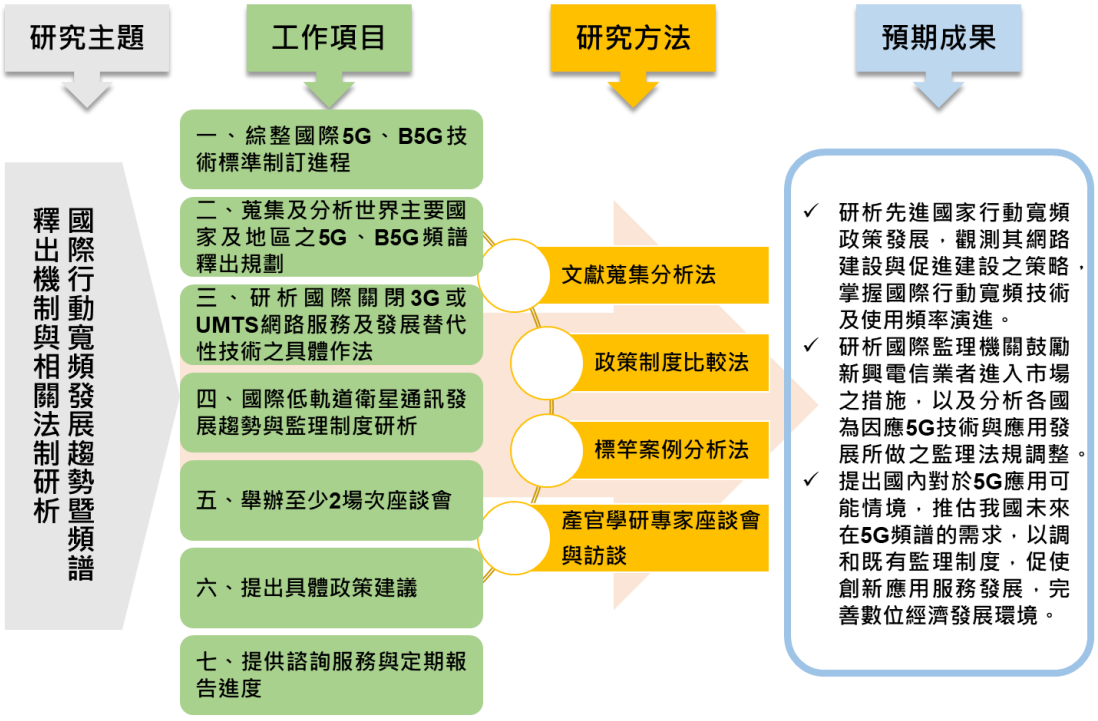
行動寬頻為創新應用服務之基礎，而完善的通訊傳播監理制度為國家數位轉型重要的一環。透過研析世界主要國家對頻譜資源之釋出規劃、考量因素及配套措施，分析各國於數位經濟環境下，相關通訊傳播政策與法規的監理調適情形，作為我國規劃下一波無線寬頻釋出時之參考，期藉由頻譜使用效率之提升，促進市場公平競爭，提升行動寬頻網路建設，為我國行動寬頻網路提供更好的發展環境。

關於本研究之研究主旨與目的、研究架構如圖 1.1.1 與圖 1.1.2。



資料來源：本研究。

圖 1.1.1　研究主旨與目的



資料來源：本研究。

圖 1.1.2　研究架構

第二節 研究方法

研究團隊根據工作項目與內容，使用文獻蒐集分析法、政策制度比較法、標竿按例分析法與產官學研專家座談會之研究方法，詳述如下。

一、 文獻蒐集分析法

文獻分析法是根據一定的研究目的或課題，通過調查文獻來獲得資料，從而全面地、正確地了解掌握所要研究問題的一種方法。文獻分析法被廣泛用於各種學科研究中。其作用有：①能了解有關問題的歷史和現狀，幫助確定研究課題。②能形成關於研究對象的一般印象，有助於觀察和訪問。③能得到現實資料的比較資料。④有助於了解事物的全貌。

研究團隊針對英國、歐盟、美國、加拿大、日本、韓國、新加坡與中國大陸等國，以及其他相關的國際組織，進行「國際 5G、B5G 技術標準制訂進程」、「5G、B5G 頻譜釋出規劃」、「國際關閉 3G 或 UMTS 網路服務及發展替代性技術之具體作法」、「國際低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度」等全面性的資料搜集與分析，掌握各國發展最新趨勢，據以作為深入分析與政策建議之基礎。

二、 政策制度比較法

研究團隊就前述蒐集之國際相關政策監理制度與相關議題，進行各國政策制度比較，並參考國際組織或相關研調機構之報告進行政策成果研析，以作為國家未來政策方向之參佐。

三、 標竿案例分析法

研究團隊透過標竿案例分析法，搜尋最佳作業學習典範，並作為我國學習之對象。研析本案相關議題，並提出我國具體政策法規相關建議。

四、 產官學研專家座談會

為期本團隊之研究成果務實可行，研究團隊就本案議題舉辦產官學研座談會。據以彙整專家的相關議題建議與看法。

研究團隊已於 2021 年 8 月 19 日舉辦第 1 次座談會，針對未來 5G/B5G 頻譜需求、現階段頻譜釋出機制檢討、未來釋出建議、聯合投標等相關 5G 網路合作等議題，與電信業者及專家學者等進行討論，詳可參照本研究之第七章與附錄 1-3。第 2 次座談會則於 2021 年 11 月 12 日舉辦，針對頻譜釋出機制進行深入研析，討論的議題包含 5G 網路合作業者參與釋照相關議題、3G 網路關閉議題，並進行 SMRA 改良版（資格點數）拍賣規則的說明與模擬，詳可參照本研究之第七章與附錄 4-6。

第二章 國際 5G、B5G 技術標準制訂進程

第一節 ITU WRC

一、WRC-15、WRC-19 技術發展概述

於本節首先就國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）2015 年及 2019 年世界無線電通信大會（World Radio Conference, WRC）研究議題，初步彙整當前國際新興通訊技術及其研發、應用，分述如下：

（一） 無線區域網路

隨著無線區域網路（Radio Local Area Networks, RLAN）技術進步，RLAN 可以為固定或行動網路提供寬頻服務，此外 WiFi 可以利用免執照頻段（Unlicensed Band）亦是一大優勢。近年可見行動業者與固網業者合作，運用 VoWiFi（Voice over Wi-Fi）技術連接回自身核心網路並提供語音通訊技術[1]。

（二） 物聯網

物聯網是指機器與機器間直接通訊，係通訊產業主要應用之一，運用範圍包括智慧醫院、健康照護、零售、生產、能源等多個領域，因此 ITU 早在 2015 年的 WRC-15 便準備 958 號決議案「為籌備 2019 年世界無線通訊大會須展開的緊急研究-寬頻（Broadband）與窄頻（Narrowband）之機器通訊（Machine Type Communication, MTC）」[2]，責令工作組展開各項技術、通訊與平臺研究。

（三） 智慧交通系統

智慧交通系統（Intelligent Transport System, ITS）包括自駕車導航、交通流量控制、道路號誌、自動車牌辨識，隨著行動通訊科技進步，如 V2X 這類主動掌握周遭環境與路況的技術模型也逐漸成熟，因此 ITU 認為智慧交通系統的發展能有效降低致命車禍，拯救百萬人性命[3]。

（四） 鐵路通訊系統

鐵路通訊系統對於全球各國，尤其是發展中國家的經濟與社會發展相當重要，因此為促進全球鐵路運輸系統之發展，需要重新整備鐵路系統所使用之通訊科技，考量現存 GSM-R 科技並非 IP 網路系統，無法精確管理每個通訊端點。ITU 希望透過通訊科技的升級，使各國能更輕易建構鐵路交通控制、車輛安全運行或旅客人流管理的鐵路管理系統[4]。

---

[1] NCC, 2017. 國家通訊傳播委員會關注創新技術及服務之發展，對行動寬頻業者在充分揭露資訊並保障消費者權益前提下，推出 LTE Wi-Fi 與 VoWiFi 服務樂觀其成，並要求配合做好資訊安全維護及通訊監察執行，及提供技術可行之緊急電話服務。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese//news_detail.aspx?site_content_sn=8&is_history=0&pages=0&sn_f=38206 (Aug. 16, 2021)

[2] ITU. (2019). Guidelines for Preparation of Proposals to WRC-19 – ITU. Retrived from https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0c/04/R0C040000380001PDFE.pdf (Aug. 16, 2021)

[3] ITU.(2018). Collaboration on ITS Communication Standards. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-T/extcoop/cits/Pages/default.aspx (Aug. 16, 2021)

[4] ITU. (2019). A revolution in railway communication. Retrived from https://news.itu.int/a-revolution-in-railway-communication/ (Aug. 16, 2021)

（五） 海事通訊

全球海上遇險安全系統（Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS）提供航行中的船舶及海事人員發生海難時緊急呼救的管道。與傳統海事無線電相比，全球海上遇險安全系統新增自動辨識系統（Automatic Identifications System, AIS）確保訊息來源的可靠性。因此 ITU 希望能夠規範各國確保該識別系統正常運作，不受到其他海事無線電裝置（Autonomous Maritime Radio Devices, AMRD）影響或惡意干擾[5]。

（六） 航空通訊

全球航空遇險與安全系統（Global Aeronautical Distress and Safety System，GADSS）是一種新型的航空安全系統，功能包含飛行器追蹤、定位、空難搜救、與資訊管理等。ITU 及國際民用航空組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）認為此系統之發展將有助於促進全球飛航安全[6]。

（七） 衛星應用

衛星應用包含行動衛星服務（Mobile Satellite Service, MSS）、氣象衛星服務（Meteorological Satellite Service, MetSat）之使用頻譜更新、地球探測衛星服務（Earth Exploration Satellite Service, EESS）之發射限制，短期運行之非同步衛星（non-Geostationary Satellite Orbits, non-GSO）新頻譜分配與使用頻譜更新[7]。其他應用包含急難救助任務所需的遙測、追蹤、與控制（Telemetry、Tracking and command, TT&C）之無線電需求[8]。

二、WRC-15、WRC-19 頻譜規劃進程

隨著無線科技的發展，如何管理與分配無線電頻譜成為急需決定的重要議題。ITU 希望頻譜分配管理能達成下列兩大目標：

- 使各國政府或非政府組織藉頻譜資源刺激社會、經濟發展
- 使頻譜使用達成效益與效率

從各國政府與頻率主管機關角度，頻譜管理與國內法律規範及長期發展息息相關，如何兼顧頻段分配、技術因素、執照標準、特殊優先權以創造穩定的無線電使用環境對吸引投資至關重要；此外考量到國際間雙邊、多邊關係，如何使國內頻譜管理與國際一致，亦需要主管機關高度關注 ITU 頻率協調工作。

WRC-19 於 2019 年 10 月 28 日至 11 月 22 日在埃及沙姆沙伊赫舉辦，會中與頻譜相關的議題包括行動寬頻服務如 5G、無線電波區域網路（Radio Local Area

[5] MarineInsight. (2019). Introduction to Global Maritime Distress Safety System （GMDSS） – What You Must Know. Retrived from https://www.marineinsight.com/marine-navigation/introduction-gmdss-global-maritime-distress-safety-system/ (Aug. 16, 2021)

[6] ICAO. (2019). Global Aeronautical Distress & Safety System （GADSS） – ICAO. Retrived from https://www.icao.int/safety/globaltracking/Documents/GADSS%20Concept%20of%20Operations%20-%20Version%206.0%20-%2007%20June%202017.pdf (Aug. 16, 2021)

[7] ITU. (2017). 1 st ITU INTER-REGIONAL WORKSHOP ON WRC-19 PREPARATION. Retrived from https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/md/15/wrc19prepwork/c/R15-WRC19PREPWORK-C-0009!!PDF-E.pdf (Aug. 16, 2021)

[8] ITU. (2016). WRC-15 and ITU-R studies related to SMALL SATELLITES. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-R/space/workshops/2016-small-sat/Documents/02-AM-ITU-small_sat-WRC-15.pdf (Aug. 16, 2021)

Networks，RLANs）；陸上行動及固定式服務如高空平臺（High Altitude Platforms, HAPS）、智慧型交通系統、鐵路無線科技；飛航與海事通訊以及衛星系統例如非同步衛星固定通信業務（non-Geostationary Satellite Orbits FSS, non-GSO FSS）或移動地球電臺（Earth Station in Motion, ESIM）等對數位寬頻影響重大的因子。

（一） 行動寬頻服務

1. 國際行動電信

WRC-19 針對前屆 WRC-15 中的 238 號決議案「展開頻率相關問題研究，為國際行動通訊確立頻段，包括可能在 24.25-86 GHz 之頻率範圍內的部分頻段為行動業務做出額外主要業務劃分，以實現 IMT 在 2020 年及之後的未來發展」所列出的頻段（表 2.1.1），決議是否將這些頻段劃分為行動通訊額外頻段來使用。

經過接近一個月的議程，最終決議將劃分 24.25-27.5 GHz、37-43.5 GHz、45.5-47 GHz、47.2-48.2 GHz 與 66-71 GHz 等連續頻段供 5G 使用，總頻寬達 17.25GHz，而其中 85%（14.75GHz）已達到全球一致的頻譜協同（Spectrum Harmonization），未來將有助於全球漫遊服務及促進規模經濟。

表 2.1.1 可能用於行動通訊的額外頻段

已經用於行動通訊的頻段	還未用於行動通訊的頻段
24.25-27.5GHz	31.8-33.4 GHz
37-40.5 GHz	40.5-42.5 GHz
42.5-43.5 GHz	
45.5-47 GHz	47-47.2 GHz
47.2-50.2 GHz	
50.4-52.6 GHz	
66-76 GHz	
81-86 GHz	

資料來源：ITU (2019). WRC-19：Understanding the issues at stake and the impact of decisions to be made Background Paper. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/2019/Documents/Background_paper_Preparing%20for%20WRC19.pdf (Aug. 16, 2021)

2. 無線電波區域網路

自 WRC-03 以來，隨著相關無線電業務擴增所衍生的頻譜需求，使無線電波區域網路（Radio Local Area Networks, RLAN）之頻譜逐漸不敷使用，依據 WRC-15 之討論，認為有必要再為 RLAN 分配 300-425MHz 之頻寬 。但 RLAN 的新候選頻段為 5GHz 頻率範圍之頻段，有可能與現存或已投入使用之固定式衛星（Fixed Satellite）與航空行動通訊（Aeronautical Mobile）等服務產生相互影響及干擾，因此 WRC-19 議題 1.16 即委託 ITU-R 研究相關頻段，以幫助 RLAN 無線區域網路尋求可用之新頻譜。最終 WRC-19 決議案 229 決定配置 5150-5250MHz、5250-5350MH 與 5470-5725MHz 等頻段給 RLAN 使用，並允許 5150-5250MHz 頻段在最大傳輸功率不超過 1W 的情況下於戶外使用。

（二） 高空平臺

高空平臺（High Altitude Platform Stations, HAPS）在 WRC-19 中獲得 31-31.3GHz 及 38-39.5GHz 兩頻段的全球使用權，加上原有的 47.2–47.5Ghz 及 47.9–48.2GHz 兩頻段，可用總頻寬達 2.4GHz，進一步鞏固處於高空平臺覆蓋區域下

的電信發展，也顯示各參與國對高空平臺技術為農村及偏遠地區帶來寬頻網路服務的肯定[9]。

（三） 非地球同步衛星

1. 氣象衛星服務

氣象衛星服務多年來皆使用 460-470MHz 頻段，該衛星之主要功能是蒐集氣象資料及其他相關資訊如水氣、溫度等，但地球探測衛星服務亦使用 460-470MHz 與 1690-1710MHz 頻段進行地球探測及資料收集系統（Data Collect System, DCS）傳輸資料使用，因此兩種衛星服務於 460-470MHz 頻段將互相造成有害干擾，且有國家考慮將 450-470MHz 之頻段配置予 IMT 系統 ，故 WRC-19 議題 1.3 即在為前述情況尋求解決之方法，最終決議採取措施同時保護運行中的此兩種衛星服務，並分配 22.55-23.15 GHz 頻段給地球探測衛星服務以便衛星跟蹤、遙測及遙控作業。

2. 非地球同步衛星

WRC-19 之目標在提供足夠無線電頻譜與衛星資源，使得業者可以透過非同步衛星（Non-GSO）提供在危難情況的救援服務。目前考慮為服務的新頻段包含 150.05-174MHz 與 400.15-420MHz，然而此二頻段卻有大半部分頻率已廣泛被其他無線電服務所使用。由於急難救助任務的通訊對全球人類至關重要，且不應受到任何其他無線電服務的訊號所影響，因此 WRC-19 議題 1.7 目標在為急難救助任務尋求更適合且不受其他服務干擾之新無線電頻段，包含 403-404MHz、404-405MHz、以及 148-149.9MHz 。

三、WRC-23 報告草案

WRC-23 預備的通信大會準備會議（Conference Preparation Meeting, CPM）報告草案已擬定完成，待完成研究後，CPM 報告的研究結論與建議，將作為 WRC 議題的討論基礎與決議的參考，表 2.1.2。

表 2.1.2 提交 WRC-23 的 CPM 報告草案大綱

WRC-23 議項	提交 WRC-23 的 CPM 報告草案			
	章節	議項/主題	參考文件	工作組
第 1 章.固定、行動與廣播議題				
1.1	1/1.1	根據 ITU-R 的研究結果，審議可能的措施，以解決 4 800-4 990 MHz 頻段內保護國際空域和水域中航空和海事行動業務電臺免受位於各國領土內其他電臺影響的問題，並根據第 223 號決議（WRC19，修訂版）審議第 5.441B 款中的 pfd 標準；	第 223 號決議（WRC-19，修訂版）	WP 5B 與 WP 5D
1.2	1/1.2	根據第 245 號決議（WRC-19），審議確定將 3300-3400MHz、3600-3800MHz、6425-7025MHz、7025-7125MHz 和 10.0-10.5GHz 頻段用於國際行動通信（IMT），包括為作為主要業務的行動業務做出附加劃分的可能性；	第 245 號決議（WRC-19）	WP 5D

[9] ITU. (2019). WRC-19 identifies additional frequency bands for High Altitude Platform Station system. Retrived from https://news.itu.int/wrc-19-identifies-additional-frequency-bands-for-high-altitude-platform-station-systems/ (Aug. 16, 2021)

1.3	1/1.3	根據第 246 號決議（WRC-19），考慮在 1 區 3600-3800MHz 頻段內為行動業務提供作為主要業務的劃分並採取適當的規範行動；	第 246 號決議（WRC-19）	WP 5A
1.4	1/1.4	根據第 247 號決議（WRC-19），考慮在全球或區域範圍內，在已為 IMT 確定的 2.7GHz 以下的某些頻段內的行動業務中，將高空平臺用作 IMT 基站（HIBS）；	第 247 號決議（WRC-19）	WP 5D
1.5	1/1.5	審議 1 區 470-960MHz 頻段內現有業務的頻譜使用和頻譜需求，並在按照第 235 號決議（WRC-15）進行審議的基礎上，考慮在 1 區就 470-694MHz 頻段採取可能的規範行動；	第 235 號決議（WRC-15）	TG 6/1
第 2 章.航空與海事議題				
1.6	2/1.6	根據第 772 號決議（WRC-19），考慮規則條款以促進用於次軌道載具的無線電通信；	第 772 號決議（WRC-19）	WP 5B
1.7	2/1.7	根據第 428 號決議（WRC-19），考慮在 117.975-137MHz 全部或部分頻段內新增衛星航空行動（R）業務（AMS（R）S）業務劃分，用於支持地對空和空對地方向上的航空 VHF 通信；	第 428 號決議（WRC-19）	
1.8	2/1.8	在 ITU-R 根據第 171 號決議（WRC-19）展開的研究的基礎上，考慮採取適當規範行動，以便審議並在必要時修訂第 155 號決議(WRC-19,修訂版)和第 5.484B 款，從而將使用衛星固定業務（FSS）的無人機系統的控制和非有效載荷通信包含在內；	第 171 號決議（WRC-19）	
1.9	2/1.9	根據第 429 號決議(WRC-19)，審議國際電信聯盟《無線電規則》附錄 27，基於 ITU-R 研究，考慮適當的行動規則和更新，以便將用於劃分給航空行動（R）業務現有 HF 頻段中的商用航空生命安全應用數位技術包含在內並實現現有 HF 系統與現代	第 429 號決議（WRC-19）	WP 5B
1.10	2/1.10	根據第 430 號決議（WRC-19），為可能引入新的非安全航空行動應用展開有關頻譜需求、與無線電通信業務的共用和規則措施的研究；	第 430 號決議（WRC-19）	WP 5B
1.11	2/1.11	根據第 361 號決議（WRC-19，修訂版），審議可能的規範行動，支援全球海上遇險和安全系統的現代化，並實施 e 航海；	第 361 號決議（WRC-19，修訂版）	WP 5B
第 3 章.科學議題				
1.12	3/1.12	根據第 656 號決議（WRC-19，修訂版），在考慮到對現有業務，包括相鄰頻段中的業務的保護情況下，在 WRC-23 之前展開並完成在 45MHz 附近頻率範圍內可能給予衛星地球探測（有源）業務一個新的次要劃分、用於星載（Spaceborne）雷達探測器的研究；	第 223 號決議（WRC-19，修訂版）	WP 7C
1.13	3/1.13	根據第 661 號決議（WRC-19），考慮升級 14.8-15.35GHz 頻段內空間研究業務劃分的可能性；	第 661 號決議（WRC-19）	WP 7B
1.14	3/1.14	根據第 662 號決議（WRC-19），審議並考慮在 231.5-252GHz 頻率範圍內對 EESS（無源）現有劃分的可能調整或可能作為主要業務的新頻率劃分，以確保與更	第 662 號決議（WRC-	WP 7C

		多最新的遠端傳感觀測要求保持一致；	19）	
第 4 章.衛星議題				
1.15	4/1.15	根據第 172 號決議（WRC-19），在全球統一與衛星固定業務（地對空）對地靜止空間電臺通信的機載地球站對 12.75-13.25GHz 頻段的使用；	第 172 號決議（WRC-19）	WP 4A
1.16	4/1.16	根據第 173 號決議（WRC-19），酌情研究和制定技術、操作和規則措施，以推動 non-GSOFSS 地球站使用 17.7-18.6GHz、18.8-19.3GHz、和 19.7-20.2GHz（空對地）、27.5-29.1GHz 和 29.5-30GHz（地對空）頻段，同時確保對上述頻段內現有業務提供應有的保護；	第 173 號決議（WRC-19）	WP 4A
1.17	4/1.17	在 ITU-R 根據第 773 號決議（WRC-19）展開的研究基礎上，酌情增加衛星間業務劃分，就向特定頻段或其部分頻段內提供衛星間鏈路確定和展開適當規範行動；	第 773 號決議（WRC-19）	WP 4A
1.18	4/1.18	根據第 248 號決議（WRC-19），考慮展開有關衛星行動業務頻譜需求和可能的新劃分的研究，用于窄頻衛星移動系統的未來發展；	第 248 號決議（WRC-19）	WP 4C
1.19	4/1.19	根據第 174 號決議（WRC-19），審議在 2 區 17.3-17.7GHz 頻段為衛星固定業務的空對地方向做出主要業務劃分，同時保護該頻段內的現有主要業務；	第 174 號決議（WRC-19）	WP 4A
7	4/7	根據第 86 號決議（WRC-07，修訂版），考慮為回應全權代表大會關於衛星網路頻率指配的提前公布、協調、通知和登記程式的第 86 號決議（2002 年，馬拉喀什，修訂版）而可能做出的修改，以便為合理、高效和經濟地使用無線電頻率及任何相關聯軌道（包括對地靜止衛星軌道）提供便利；	第 86 號決議（WRC-07，修訂版）	WP 4A
第 5 章.一般性議題				
2.1	5/2.1	根據第 361 號決議（WRC-15），考慮可能的頻譜需求和監管行動，以支持全球海上遇險和安全系統（GMDSS）的現代化以及電子導航的實施	第 361 號決議（WRC-15）	WP 5B
2.2	5/2.2	根據第 656 號決議（WRC-15），考慮到對現有業務的保護，以及執行並在 WRC-23 之前及時完成的前提，研究針對星載雷達發聲器的地球探測衛星服務，在 45 MHz 左右的頻率範圍內重新分配之可行性。	第 656 號決議（WRC-15）	WP 7C
2.3	5/2.3	根據第 657 號決議（WRC-15），審查與太空天氣感測器相關的技術和操作特性、頻譜要求與適當的無線服務名稱，以期在《無線電規則》中提供適當的承認和保護， 並避免對現有服務施加其他限制。	第 657 號決議（WRC-15）	WP 7C
2.4	5/2.4	根據第 161 號決議（WRC-15），研究 37.5-39.5 GHz（地對空）頻段內衛星固定業務的頻譜需求和可能的重新劃分。	第 161 號決議（WRC-15）	WP 4A
4	5/4	根據第 95 號決議（WRC-19，修訂版），審議往屆大會的決議和建議，以便對其進行可能的修訂、取代或廢止；	第 95 號決議（WRC-19，修訂版）	CPM23-2
9.1 a）	5/9.1-a	根據第 657 號決議（WRC-19，修訂版），審議與氣象感測器的技術和操作特性、頻譜需求和適當的無線電	第 657 號決議	WP 7C

		業務標識相關的研究結果，以便在不給現有業務帶來額外限制的情況下，在《無線電規則》中提供適當的認可和保護	（WRC-19，修訂版）	
9.1 b）	5/9.1-b	根據第 774 號決議（WRC-19），審議 1240-1300MHz 頻段內業餘業務和衛星業餘業務的劃分以確定是否需要增加措施，確保對在相同頻段內操作的衛星無線電導航（空對地）業務的保護；	第 774 號決議（WRC-19）	WP 5A
9.1 c）	5/9.1-c	根據第 175 號決議（WRC-19）研究在劃分給作為主要業務的固定業務的頻段內對用於固定無線寬頻的國際行動通信系統的使用；	第 175 號決議（WRC-19）	WP 5A 與 WP 5C
9.1 d）	5/9.1-d	保護 36-37GHz 頻段內 EESS（無源）免受 non-GSOFSS 空間台站的干擾；	WRC-19 535 號文件附件第 2 節	WP 7C
附件 1.有關 WRC-23 議項 10 的資訊				
10	A1/2.1	根據第 663 號決議（WRC-19），考慮在 231.5-275GHz 頻段內對作為共同主要業務的無線電定位業務做出額外頻譜劃分，並在 275-700GHz 範圍內為毫米和子毫米波影像系統的無線電定位應用確定頻段；	第 663 號決議（WRC-19）	SG 1/SG 5
10	A1/2.2	根據第 176 號決議（WRC-19），酌情研究和制定技術、操作和規則措施，促進與衛星固定業務中對地靜止軌道空間電臺進行通信的航空和水上動中通地球站對 37.5-39.5GHz（空對地）、40.5-42.5GHz（空對地）、47.2-50.2GHz（地對空）和 50.4-51.4GHz（地對空）頻段的使用；	第 176 號決議（WRC-19）	SG 4
10	A1/2.3	根據第 177 號決議（WRC-19），考慮將[43.5-45.5GHz]的全部或部分頻段劃分給衛星固定業務；	第 177 號決議（WRC-19）	SG 4
10	A1/2.4	根據第 775 號決議（WRC-19），針對 71-76GHz 和 81-86GHz 頻段，在第 21 條中引入能量通量（Power Flux-Density，pfd）和有效等向射頻功率（Effective Isotropic. Radiated Power，e.i.r.p）限值；	第 775 號決議（WRC-19）	SG 4/ SG 5
10	A1/2.5	衛星業務台站使用 71-76GHz 和 81-86GHz 頻段的條件，以確保根據第 776 號決議（WRC-19）與無源業務相容；	第 776 號決議（WRC-19）	SG 7
10	A1/2.6	考慮在《無線電規則》中對空間氣象感測器及其保護給予適當認可的規則條款，同時顧及在議項 9.1 下報告給 WRC-23 的 ITU-R 研究結果及相應的第 657 號決議（WRC-19，修訂版）；	第 657 號決議（WRC-19，修訂版）	SG 7
10	A1/2.7	根據第 178 號決議（WRC-19），考慮為 71-76GHz 頻段（空對地及新擬議的地對空）和 81-86GHz 頻段（地對空）內的非對地靜止衛星固定系統饋線鏈路制定規則條款；	第 178 號決議（WRC-19）	SG 4
10	A1/2.8	根據第 249 號決議（WRC-19），研究在衛星行動業務中操作的非對地靜止衛星和對地靜止衛星在[1525-1544MHz]、[1545-1559MHz]、[1610-1645.5MHz]、[1646.5-1660.5MHz]和[2483.5-2500MHz]頻段的空對空鏈路的技術、操作事項和規則條款；	第 249 號決議（WRC-19）	SG 4
10	A1/2.9	根據第 250 號決議（WRC-19），考慮在 1300-1350MHz	第 250 號	SG 5

		頻段對行動業務的可能額外頻譜劃分，以促進行動業務應用的未來發展；	決議（WRC-19）	
10	A1/2.10	根據第 363 號決議（WRC-19），考慮改進附錄 18 中 VHF 水上頻率的利用；	第 363 號決議（WRC-19）	SG 5
10	A1/2.11	根據第 664 號決議(WRC-19)，考慮在 22.55-23.15GHz 頻段內為衛星地球探測業務(地對空)做出新的劃分；	第 664 號決議（WRC-19）	SG 7
10	A1/2.12	根據第 251 號決議(WRC-19)，為了考慮 694-960MHz 頻率範圍內的現有 IMT 確定頻段的使用，酌情考慮取消有關 IMT 中對航空移動的限制，以便用於非安全應用的 IMT 使用者設備；	第 251 號決議（WRC-19）	SG 5
10	A1/2.13	根據第 248 號決議（WRC-19），審議在[1.5-5GHz]範圍的頻段內為窄頻衛星行動業務系統的未來發展做出一項可能的全球衛星行動業務劃分；	第 248 號決議（WRC-19）	SG 4

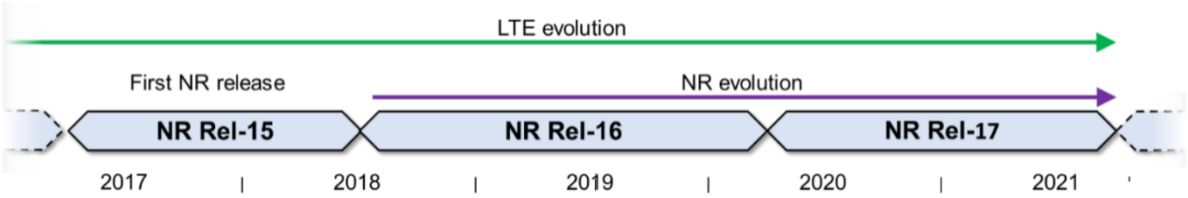
資料來源：ITU. (2019). ITU-R Preliminary Studies for WRC-23. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rcpm/Pages/wrc-23-preliminary-studies.aspx (Aug. 16, 2021)

第二節 3GPP Release

一、 3GPP Release 發展與進程

第三代合作夥伴計畫（Third Generation Partnership Project, 3GPP）聯合日本電波產業學會（Association of Radio Industries and Business, ARIB）、美國電信工業解決方案聯盟（Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS）、中國通訊標準化協會（China Communications Standards Association, CCSA）、歐洲電信標準協會（European Telecommunications Standards Institute, ETSI）、印度電信標準開發協會（Telecommunications Standards Development Society, India, TSDSI）、韓國電信技術協會（Telecommunications Technology Association, TTA）、日本電信技術委員會（Telecommunications Technology Committee, TTC）等 7 個電信標準發展組織，為成員提供穩定環境以生產定義 3GPP 技術的報告及規格。涵蓋行動通訊技術（Cellular Telecommunications Technologies），如無線接取（Radio-Access）、核心網路（Core Network）、服務能力（Service Capabilities）等，為行動通訊提供完整系統。3GPP 規範亦提供非無線接取（Non-Radio Access）至核心網路的連接，以及於非 3GPP（Non-3GPP）網路的協作。其研究與規範由會員的公司於工作組（Working Groups）及技術規範組（Technical Specification Group, TSG）貢獻所推動，因此 3GPP 技術於不同世代的商用手機/行動系統（Commercial Cellular / Mobile Systems）中持續發展。隨著 LTE、LTE-Advanced、 LTE-Advanced Pro 及 5G，3GPP 已成為 3G 之後多數行動系統的焦點。

3GPP 採平行「Releases」系統，提供開發人員一個穩定平臺以實現特定時間點的特色，且允許附加新功能於後續 Releases。圖 2.2.1 表示近期 3GPP 時間線。



資料來源：5G Americas, 2020. the 5G Evolution: 3GPP Releases16-17. Retrived from https://www.5gamericas.org/5g-evolution-3gpp-releases-16-17/ (Aug.16, 2021)

圖 2.2.1　Release 15、16、17 的 3GPP 時間線

3GPP TSG 無線接取網路（TSG Radio Access Network, TSG RAN）負責定義功能、需求，包含無線電性能、物理層（Physical Layer）以及符合測試的運作、維護需求的定義於用戶設備（User Equipment）和基地臺（Base Stations）。2018 年 6 月結束的 Release 15 包含 5G/NR 技術的第一版本，以及部分 LTE 演進的一組功能。Release 16 則包含許多加強和延伸為主的 NR，作為 NR 演進的第一步以及附加 LTE 的延伸和加強。Release 16 於 2019 年 12 月完成物理層規範，並於 2020 年 7 月結束。Release 17 將於 2020 年及 2022 年成為 3GPP 的主要活動[10]。

二、　3GPP 行動通訊技術發展進程

無線電接取技術（Radio Access Technology, RAT）為基本的物理連接方法無線電基礎通訊網路。許多現代手機都支援多個 RATs 於設備中，如藍牙、Wi-Fi、GSM、UMTS、LTE 或 5G NR（New Radio），3GPP 當前著重領域包含 LTE 與 5G NR[11]。

（一）LTE

基於 GSM/EDGE 和 UMTS/HSPA 技術，LTE（Long-Term Evolution）是行動裝置與資料終端（Data Terminals）的無線寬頻通訊（Wireless Broadband Communication）標準，且 LTE 使用不同的無線電介面（radio interface）及改進的核心網路（core network），提高傳輸容量和速度。

1.　發展背景

LTE 無線接取技術工作於 2004 年 11 月開始，作為 3GPP Release 8 的第一個 LTE 規範並於 2007 年 12 月結束。第一版的 LTE 主要特色包含：

（1）支援高達 20MHz 的傳輸頻寬。

（2）支援頻分雙工（Frequency Division Duplex, FDD）與時分雙工（Time-Division Duplex, TDD），使得能在同一無線電接取技術中實現成對和非成對的頻譜操作。

[10] 3GPP. (2021). Releases. Retrived from https://www.3gpp.org/specifications/67-releases. (Aug.16, 2021)

[11] 5G Americas. (2020). the 5G Evolution: 3GPP Releases16-17. Retrived from https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2020/01/5G-Evolution-3GPP-R16-R17-FINAL.pdf (Aug. 23, 2021)

（3）以正交頻分多工（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）為基礎的傳輸計畫；一般以 OFDM 為下行（Downlink），DFT-pre-coded OFDM 為上行（Uplink）。

（4）集成支援下行空間多工（Downlink Spatial Multiplexing），最多 4 個傳輸層（Transmission Layers）對一個設備。

（5）與早期 3GPP 相比支援更低的無線接取延遲。

（6）LTE 無線電接取技術隨著後續的版本已發展於許多領域，並進一步的增強該技術表現與性能。

2. 新使用案例（New Use Cases）

LTE 的第一版聚焦於行動寬頻（Mobile Broadband, MBB）使用案例，而後 3GPP 版本則擴展到 MBB 外的新使用案例：

（1）加強支援大規模機器類通訊（Machine Type Communication, MTC），3GPP 針對數個版本需要低成本設備且電池壽命長的應用，並遵循兩種不同規範。

（2）Release 12 提出 LTE-MTC，集合 LTE 特色且針對強化支援大規模 MTC。

（3）Release 13 提出窄頻物聯網（Narrowband IoT, NB-IoT），NB-IoT 可視為個別的無線接取技術並與 LTE 高度契合。而能使 NB-IoT/LTE 頻譜共存，即佈建 NB-IoT 於已被 LTE 載波使用的頻譜中。

自 LTE-MTC 和 NB-IoT 提出後，於後續 LTE 版本如 Release 16 和 Release 17 中進一步加強與擴展，詳情如下：

（1）Release 12 提出針對公共安全和商業使用案例的直接設備對設備（Device-to-Device, D2D），並在 Release 13 中加強基於設備的中繼功能。

（2）V2X （ Vehicular-to-Vehicular, Vehicular-to-Infra-structure, Vehicular-to-Network）通訊被視為對行動網路（Cellular Networks）重要的新使用案例，相關服務包含強化交通安全、排列方式、車與車之間及車與雲端之間資訊分享。3GPP Release 14 第一次提出 LTE 強化於該領域，如服務品質強化、Release 12 提出的支援 V2V 以直接 D2D 功能為基礎。

（3）3GPP Release 15 提出短傳輸時間區間（Transmission Time Interval, TTI）功能，能降低延遲至小於 0.2ms 的最小 TTI，並作為更好的延遲關鍵（Delay-Critical）服務使用案例的工具。

3. LTE 演進於 Release 16

3GPP Release 16 包含不同項目與 LTE 相關功能發展：強化 LTE-MTC、NB-IoT、DL MIMO 效率等。

（1）強化 LTE-MTC

LTE-MTC 為低功率廣域（Low-Power Wide Area）技術，藉由較低複雜度的設備和提供廣泛的覆蓋以支援 IoT，並同時允許重複使用 LTE 安裝基礎。LTE-MTC 最初在 3GPP Release 12 並在後續版本中擴展。基於 LTE（LTE-Based）技術（如 LTE-MTC 與 NB-IoT）將奠定未來以行動網路基地臺為基礎（Cellular-Based）的大規模 MTC 應用。3GPP Release 16 工作項目中「LTE 附加的 MTC 強

化（Additional MTC Enhancements for LTE）」，包含以下新特色：

- 透過以下方式提高大規模 MTC 傳輸的頻譜效率（Spectral Efficiency）與減少大規模 MTC 設備的能量消耗（Energy Consumption）：
- 強化行動終止（Mobile-Terminated）資料提前傳輸（Early-Data Transmission）與 UE-group 喚醒訊號（Wake-Up Signaling）。
- 上行傳輸在閒置模式使用預先配置的資源，使設備避免耗時的隨機存取（Random-Access）過程。
- 多傳輸區塊（Multi-Transport-Block）排定上行與下行傳輸方向，減少控制訊號花費。
- 強化下行品質（Downlink-Quality）的報告於設備閒置和連接模式，改善鏈路適應。
- 放寬低行動性（Low-Mobility）設備服務基地臺（Serving-Cell）測量需求。
- 利用 LTE-MTC 加強涵蓋範圍，改善一般 LTE 設備效能。
- 對於僅提供 LTE-MTC 接取的基地臺，在 LTE-MTC 獨立運行下更有效率，而非以 LTE 為基礎的行動寬頻接取（Mobile-Broadband Access）。

業者將來的行動寬頻服務可能從 LTE 移至 NR，但仍需要維護 LTE 的營運以提供傳統大規模 MTC 設備服務，因此，在 NR 與 LTE-MTC 之間能夠有效率的頻譜共存（Spectrum Co-Existence）是重要的。3GPP Release 16 活動包含改進 NR/LTE-MTC 共存的性能，另外，亦包含使 LTE-MTC 設備連接 5G 核心網路（5G Core Network, 5GC）之相關功能。

與 LTE-MTC 相似，3GPP Release 16 活動於 NB-IoT 亦包含改善 NR/NB-IoT 共存的性能，以及支援 NB-IoT 設備連接到 5GC。

（2）DL MIMO 效率提升

多用戶（Multi-User）多輸入多輸出（Multiple-Input Multiple-Output, MIMO）為 LTE-Advanced 符合 IMT-Advanced 下行性能要求的重要功能之一，當中發射機在相同頻譜資源上同時為多個用戶服務，主要依靠空間分流（Spatial Separation）。DL MIMO 係指集中在下行的性能。透過 3GPP Release 13 與 Release 14 的強化波束成形（Enhanced Beam forming, EB）/全維度-MIMO（Full-Dimension-MIMO, FD-MIMO），LTE 已包含支援高效率 Massive MIMO。然而，為了使 LTE-EB/FD-MIMO 有所發揮，3GPP Release 16 提出額外強化功能。LTE 的 Release 16 工作項目 DL MIMO 效率增強係針對 LTE DD 大規模 MIMO 的探測參考訊號（Sounding Reference Signal, SRS）傳輸容量與涵蓋範圍，包含：

- 允許 SRS 在每個子時框（Subframe）超過 1 個上行特徵，並提高 SRS 容量（不同 UEs 的 SRS 傳輸在不同的特徵）以及擴展 SRS 涵蓋範圍（單一 UE 的 SRS 傳輸超過多的特徵，即更長時間）。
- 提出 SRS 的 Virtual Cell ID 概念，進一步提高 SRS 的容量，允許不同 UEs 於相同實體基地臺（Physical Cell）中，占用相同的 SRS 時頻資源（Time-Frequency Resource），以及使用不同的 SRS 順序，替代被分隔於代碼域（Code Domain）中。

4. LTE 於 Release 17 之進一步演進

由於 LTE 的發展已趨近成熟，因此 Release 17 關於 LTE 的內容並不多，目前僅有 LTE-MTC and NB-IoT 等物聯網科技，希望運用 LTE 技術支援巨量 MTC 應用，增加低功耗廣域網路（Low Power Wide Area, LPWA）的使用案例，並對沒有網路或網路服務層度低的偏遠地區提供網路連結。

Release 17 工作項目包含運用於 NB-IoT 的 16-QAM 調變功能，與用於半雙工 LTE-MTC 的 14 種混合式自動重送請求（Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ）技術，前述兩種技術都能實現更高的峰值速率；此外，還有從無線鏈路故障中更快恢復，及增強型 NB-IoT 載波選擇技術等工作項目。

（二）新無線電（New Radio, NR）

1.Release 16

（1）無線接取和後端網路整合

無線接取和後端網路整合（Integrated Access And Backhaul, IAB）係指通過無線傳輸連結網路節點與天線，亦能在 5G 基地臺間組成網狀後端網路拓撲，故能代替光纖前端網路與後端網路，從而避免挖掘管道、鋪設光纖等耗時費力的工作，並讓基地臺佈署更加靈活、簡單與低成本。

（2）免授權頻譜

3GPP 過往曾經考慮將免授權頻譜用於解決現有 Wi-Fi 頻段中使用 LTE 的問題，但隨著 5G 時代來臨，3GPP 重新審視這些免授權的頻率，正式命名為 NR-U（NR Unlicensed），包括 5GHz 頻段（5150-5925 MHz）、6GHz 頻段（5925-7125 MHz）。這些免授權頻譜有兩種主要應用案例類型：

- **輔助存取**

  輔助存取讓 5G 用戶在一定的時間限制內提高特定應用或服務的資料傳輸速度，例如擴增實境（AR）或虛擬實境（VR）的用戶能利用免授權頻譜來改善用戶體驗，特別是在可用頻譜可能很少的室內區域。

- **獨立使用**

  獨立式的 NR-U 將滿足專網或本地應用的需求，企業或用戶可以獨立控制頻譜使用方式並佈署 5G 網路系統，而無需與其他免授權用戶共享頻譜。

2.進一步演進於 Release 17

表 2.2.1 為目前 Release 17 SA2 研究/工作項目之列表彙整。由於受到時間線與資源限制，該列表將於 2020 年 9 月的 SA 全體會議上確定以及可能一些研究/工作項目將不會被包含在 Release 17。Release 17 有兩個值得注意的功能為 5G 的多播與廣播功能，以及支援 5G 的相關服務，兩項新功能對於支援任務關鍵服務和其他商業服務皆不可或缺。

表 2.2.1　5G 核心網路架構與 R17 關鍵特性

英文縮寫	原文	描述
5G_AIS	5G System Enhancement for Advanced Interactive Services	雲端遊戲標準
5G_MCIoT	Cellular IoT enhancement for the 5G System	行動物聯網，即 LTE Cat-M1 或 NB-IoT 等低耗能、低速度、低資料量的物聯網技術
5G_ProSe	System enhancement for Proximity based Services in 5GS	鄰近服務，即裝置對裝置直接通訊
5GLAN_enh	Enhancement of support for 5G LAN-type service	5G 區域網路型服務
5GSAT_ARCH	Integration of Satellite in 5G Systems	整合衛星通訊網路
5MBS	Architectural enhancements for 5G multicast-broadcast services	群播和廣播服務，滿足行動直播和垂直行業群組通信等需求
5WWC_enh	Study on enhancement of support for 5WWC	無線和有線系統匯流（Wireless and Wireline Convergence, WWC）
AAI_LTE_NR	Application Awareness Interworking between LTE and NR	基於應用感知實現 4G 與 5G 互操作性，促進 4G 與 5G 網路協同服務
eATSSS	Extended Access Traffic Steering, Switch and Splitting support in the 5G system architecture	流量導向、交換和拆分支持架構
eIMS5G	Enhanced IMS to 5GC Integration	IP 多媒體子系統（IP Multimedia Subsystem, IMS），支援各類網路、存取形式與終端裝置
eLCS_ph2	Enhancement to the 5GC Location Services-Phase 2	定位精度提升到公分等級
eNA_Ph2	Enablers for Network Automation for 5G - phase 2	網路自動化，分析網路功能與應用功能數據，並最佳化網路表現
enh_EC	enhancement of support for Edge Computing in 5GC	邊緣運算，使分散式運算的架構更具彈性。
eNPN	enhanced support of Non-Public Networks	對非公共網路的支援，即 5G 專網（Private Networks）
eNS_Ph2	Enhancement of Network Slicing Phase 2	網路切片技術，增強小區塊選擇功能與隨機接取資源配置
eUEPO	enhancement of 5G UE Policy	用戶設備政策
eV2XARC_Ph2	Architecture enhancements for 3GPP support of advanced V2X services - Phase 2	車聯網 ，透過 NR Sidelink 提昇交通安全、行人保護、自動駕駛效率。
FLADN	Supporting Flexible Local Area Data Network	彈性區域資料網路，在特定的局部地區如高速公路，提供特定的服務
ID-UAS	Supporting Unmanned Aerial Systems Connectivity, Identification, and Tracking	支援無人機系統的連結、識別和跟踪
IIoT	Enhanced support of Industrial IoT - TSC/URLLC enhancements	增強工業物聯網時效性通訊（ Time Sensitive

		Communication, TSC）與超可靠度超低時延通信（URLLC）
MPS2	Multimedia Priority Service (MPS) Phase 2	多媒體優先權服務，保證部分使用者如政府、警消在網路擁塞時仍可接取網路
MUSIM	Support for Multi-USIM Devices	多 SIM 卡裝置支援，於使用不同網路時互不影響
NG_RTC	System architecture for next generation real time communication services	即時性通訊服務
SB_SMS	service-based support for SMS in 5GC	簡訊服務，使 5G 核心網路 AMF（Access and Mobility Management Function）可以轉發簡訊
SUP	Smarter User Plane	用戶平面，分為集中式單元和分佈式單元，5G NR 的無線電架構會比 LTE 更具通用性。
UPCAS	UPF enhancement for control and SBA	增強用戶平面功能，包括服務化代理及可靠性增強
UUI5	the Usage of User Identifiers in the 5G System	用戶識別碼，增加通信網路和服務安全性。

資料來源：5G Americas, 2020. the 5G Evolution: 3GPP Releases16-17.

3. Release 16 與 Release17 比較

3GPP Release 16 中，當前 5G NR 功能從 Release 15 提升，強化無線接取技術運作的效率，同時，Release 16 提出將 NR 擴展至新垂直功能，一些 NR Release 16 關鍵特性如下：

（1） 支援無線接取/後端網路整合（Integrated Access/Backhaul, IAB）將 NR 擴展至支援無線後端網路（Wireless Backhaul）。

（2） 支援 NR 於免執照頻譜運作。

（3） 強化支援 V2X、URLLC 與工業 IoT。

3GPP 於 2019 年 12 月決定以 Release 17 改善網路容量、延遲、涵蓋範圍、電源效率以及移動性，除強化當前功能外，亦增加新功能包含：

（1） 將 NR 頻譜運作擴展至 52.6GHz 至 71GHz。

（2） 提出降低容量 NR（Reduced Capability NR）設備，如 NR-Light。

（3） 強化動態頻譜共用（Dynamic Spectrum Sharing）。

（4） Multi-Sim 設備。

（5） 更多進階的 Sidelink 通訊。

（6） Small data 功能。

（7） 於 NR 中使用廣播/多播（Broadcast/Multicast）服務。

（8） 支援非地面網路（Non-Terrestrial Networks），如 NR 衛星組成。

LTE 於 Release 16 與 17 中發展與強化皆非常有限，顯示 LTE 技術的成熟，而 Release 16 與 17 的關鍵重點為強化 LTE-MTC 與 NB-IoT，以進一步增強大規模 MTC 應用的支援。整體而言，行動無線產業持續於 5G 技術研究、開發、標準化與發展向前邁進，隨著行動無線產業於新市場連接更多人與物，3GPP 新標準化技術功能將持續推動無線技術的發展與變革。

第三節 ITU NetWork 2030

ITU 於 2019 年 5 月發布 Network 2030 白皮書，本研究初步概述重點如後。

現今網路與未來網路之最大差別在於未來網路將建立於全新的軟硬體技術之上，但仍具備與現代、後代及新形式空間網路的可互操作性。Network 2030 將是橫跨多種不同類型與世代之通訊技術的抽象概念。未來單一電信業者或內容提供者不太可能管理從研究、測試到執行的整個過程。同時，IT 和電信間的界線正逐漸消失。由非傳統綜合服務平臺創建交付的個人公私網路氾濫化，也進一步使未來網路本質複雜化。在許多情況下，由非傳統的融合服務平臺創建和交付的各個公共和專用網路氾濫，進一步擴大網路在未來的複雜性。因此，Network 2030 的成功發展與創新，將須與大規模虛實發展測試設備及最新嵌入式量測技術接軌。

一、新興應用與商業案例

繼擴增實境（Augmented Reality, AR）與虛擬實境（Virtual Reality, VR）後，多媒體下一步準備攻占全像媒體與含觸覺的多感互動服務。不久的將來，使用者會開始認為 AR / VR 方面的體驗不夠真實，而需要一種不受頭戴顯示裝置（Head-mounted display, HMD）限制的新媒體──如實成像將使其更具吸引力。全像媒體應用程式將不受限於娛樂與電話會議的領域，且不同領域的應用程式也將應運而生，如攸關生命的遙控手術（tele-surgery）與能提供出色互動體驗的遠端全像投影（remote holographic presence），參圖 2.3.1，以下列出數種近期的新興應用與商業案例：

（一）全像式通訊（Holographic Type Communications）

（二）多感網路（Multi-Sense Networks）

（三）時間工程化應用（Time Engineered Applications）

（四）關鍵基礎設施（Critical Infrastructure）



資料來源：ITU. (2019). Network 2030. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf (Aug. 23, 2021)

圖 2.3.1　無所不在的全像式媒體

二、現今通訊服務之挑戰

Network 2030 計畫係定義 2030 年後及十年內網路與相應通訊服務之可行性的結構化方法，目標是在 2030 年前利用新興技術，整備適於市場垂直整合之網路環境。Network 2030 源自於我們對技術的了解，並發展出對新媒體、新服務與新基礎架構的願景，以下將概述實現願景過程之挑戰：

（一）缺乏服務與網路間的互動（Lacking service-network interaction）

（二）全像與多感媒體的穩定性(Readiness for Holographic and multi-sense media）

（三）服務的時間精確性（Precision of time in services）

（四）更豐富的網路接取（A richer access network）

（五）改善服務品質以求更卓越的績效（Moving beyond best effort and coarse-grained QoS）

（六）ManyNets：異質網路基礎設施無縫共存（seamless coexistence of heterogeneous network infrastructures）

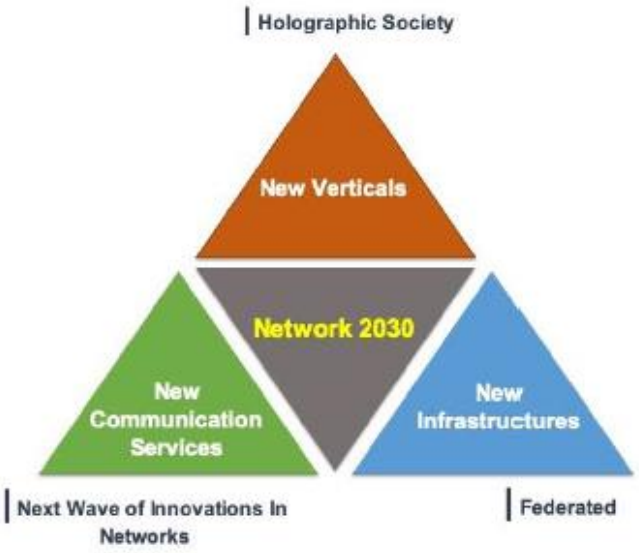
三、Network 2030 願景

（一）Network 2030 網路將為應用程式與基礎設施間的互動提供豐富機制。

（二）Network 2030 網路將可應付邊緣/接取之激增，並在日益豐富的網路邊緣實現精簡而功能豐富的互連。

（三）Network 2030 網路將有超越目前網路基礎之表現，為新使用案例提供極高頻寬與豐富時間工程化之通訊服務。

（四）Network 2030 網路將實現多址連接與基礎設施整合並支援通訊服務之網路。



資料來源：ITU. (2019). Network 2030. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf (Aug. 23, 2021)

圖 2.3.2　Network 2030 願景示意圖

四、Network 2030 焦點領域

（一）時間工程化服務（Time Engineered Communications Services）

服務的保證與保障是 Network 2030 的關鍵原則之一。數據傳遞的即時性是新型應用程式與前述所提願景之成功關鍵。目前網路能提供頻寬與可靠性之保證，頻寬則是由網路資訊傳輸所占用。Network 2030 突顯時間為上述願景的核心之重要性，亦即作為基礎通訊服務的網路須支援數據傳遞的時間精確性。前述願景實現於以下數種類型的基礎時間工程化服務（見圖 2.3.3）。



資料來源：ITU. (2019). Network 2030. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf (Aug. 23, 2021)

圖 2.3.3　Network 2030 焦點：時間工程化服務

下表列出與特定應用案例及分類準則對應之新服務相關性（見表 2.3.1）。

表 2.3.1　時間工程化服務之分類準則

Time centric	Criteria	Use cases	Time scales
In-time service	no later than requested time	Manufacturing automation Remote surgery	t ~ 1-10 ms
On-time service	at a requested time	Instantaneous response to emergency situation Synchronized operations such as drone swarms	Δt ~ 1 ms
Coordinated service	Relative time	Multi-sense communication Autonomous Traffic communication	t < 5ms

資料來源：ITU. (2019). Network 2030. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf (Aug. 23, 2021)

（二）含複雜限制之通訊服務（Communication Services with Complex Constraints）

有些通訊服務不只受限於一種限制，須同時滿足時間與變動粒度（varying granularities）數據速率之應用程式又稱為複合服務（compound services）。

Network 2030 引入定性通訊服務（Qualitative Communication Services）。網路傳輸的基本單位是封包（packet），所以經常基於壅塞或媒體錯誤而丟棄封包。Network 2030 指出全像攝影媒體與全感官沉浸式體驗將在一系列垂直市場中帶來新的應用機會。下表列出與特定應用案例及分類準則對應之複合服務相關性（表 2.3.2）。

表 2.3.2　複合服務

Compound Service	Criteria	Use cases	Time scales*
Qualitative Service	Conditional to network state	High throughput multimedia such as Holographic applications	~ 40 ms
Holographic Type Communications	Coordinated, time dependence and high bandwidth	High bandwidth requirements, different encoding for teleconferencing vs 3D medical imaging	~30 ms
Digital Teleportation	Coordinated, synchronized,	Digital replicated live-environment	~30ms
Tactile communications	Time dependence and reliability (zero packet-loss)	Variable encodings of haptics, optionally high bandwidth requirements, fast responses.	< 10ms

*note: Time scales depend on physical distances between the end points; numbers here represent general guidelines

資料來源：ITU. (2019). Network 2030. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf (Aug. 23, 2021)

（三）異質網路基礎設施之共存（Coexistence of Heterogeneous Network Infrastructures）

需要公共基礎設施實現全球規模的連通性之說法已過時，因應不同市場領域之迫切性商業需求，基礎設施的近期變化比預期迅速許多，包括更快的光學速度，以及公用雲—分散式數據中心和邊緣的緻密化。未來須連接新基礎設施，以處理用戶的法律、計費、安全性與信任相關議題。網路基礎設施的新興議題如下：

1.私人傳輸氾濫（Proliferation of private transits）

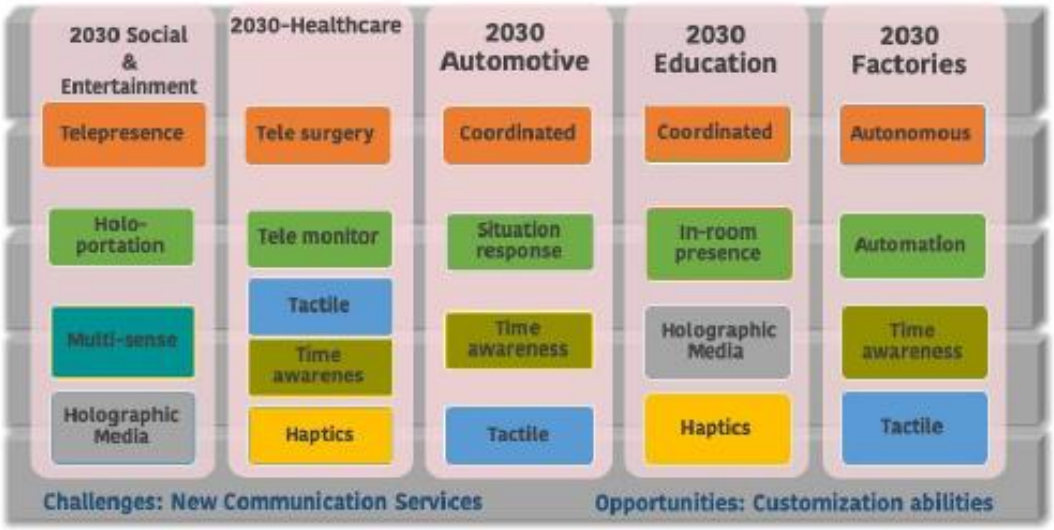
2.太空通訊（Space communications）

3.分散式邊緣緻密化（Densification of distributed edges）

現存挑戰是尋找解決會計、多樣可行性與可及性問題的創新方法，並為用戶及其資產提供公民階級與避風港。聯合網路之誕生已迫在眉睫，Network 2030 將承擔此挑戰，確定網路技術需求以了解現況並提供動態監管約束機制。

（四）新垂直整合（New Verticals）

Network 2030 旨在透過啟用新服務來推動水平資訊與通訊科技（Information and Communication Technology, ICT）領域發展，並促進新服務於各行業之創新應用與新領域誕生，例如全像傳送（holoportation）、數位化身（digital avatars）、自動化工廠（self-operating factories）與數位食物取樣（digital food sampling）等，完全由高精確度、全像媒體與數位感官等網路新功能與可行性構建而成。如新型的沉浸式學習教育，可使學生遠距參與並支援全像式服務。



資料來源：ITU. (2019). Network 2030. Retrived from https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Documents/White_Paper.pdf (Aug. 23, 2021)

圖 2.3.4　Network 2030 將支援垂直化市場

（五）與新一代通訊技術接軌（Relation to Next-generation Mobile Technologies）

預計在 2030 年代將有其他新技術出現，如超越 5G 與第六代通訊技術（6G），而 Network 2030 的定位也須透過行動通訊的發展來闡述。Network 2030 將是與固定網路有關的技術，它將記取此時間維度內及隨後相關的應用程式與服務，並以更端對端（end-to-end）的方式發展未來網路。

五、ITU 推動進程

目前 ITU-T 焦點小組將 Network 2030 識別相關應用案例、描述關鍵通訊服務技術與識別基礎設施發展視為首要目標，並依此發展整體需求。FG-NET-2030 已舉辦一系列研討會，提供新通訊技術所需資源。

第四節 主要國家 B5G、6G 推動情形

一、歐洲

歐洲透過政府與學術界在多種 6G 措施上取得進展，以下以歐盟執委會（European Commission）之 6G 計劃及芬蘭奧盧大學（University of Oulu）之 6G Genesis Flagship 為代表說明。

（一）歐盟執委會

2020 年 3 月 20 日，歐盟執委會公布投資 6G 計劃，歐洲戰略合作夥伴關係（The Strategic European Partnership）將涉及超越 5G / 6G 智慧網路與服務之領域研究與開發，包括高效能運算、量子計算與關鍵數位雲端基礎架構。

Nokia 於 2020 年 12 月宣布成為 6G 計畫「Hexa-X」[12]領導人，該計畫在 2021 年 1 月開始執行，為歐盟首個促進 6G 發展的官方正式研究計畫。其願景為透過 6G 科技將人、物與數位世界連接，主要研究的 6G 技術議題如下：

1. 智慧連結（Connecting Intellgence）：將人工智慧以及機器學習變成能明顯改善人類工作效率及服務體驗的工具。
2. 網路中的網路（Network of networks）：各種形式的資源需要被整合以創造一個更便利、更多元的數位生態系。
3. 可持續性（Sustainability）：能源最佳化的數位基礎建設以及為全球產業、社會和政策制定者提供有效和可持續的數位化工具。
4. 全球服務範疇（Global service coverage）：高效率和實惠的全球範圍服務涵蓋解決方案，連接遠程位置。
5. 極致體驗（Extreme experience）：極端位元速率、難以察覺的極低延遲、近無限的容量，精確定位和感應。
6. 可信度（Trustworthiness）：確保溝通過程以及資料傳輸的機密性及安全性。

（二）6G Genesis Flagship

2018 年 4 月 18 日，芬蘭科學院（Academy of Finland）點名奧盧大學領導 6G 的新國家研究計劃，成立「6G Flagship」。該組織由五個合作夥伴組成，包括阿爾託大學（Aalto University）、奧盧商業大學（Business Oulu）、諾基亞（Nokia）、奧盧應用科學大學（Oulu University of Applied Sciences）與芬蘭 VTT 技術研究中心（VTT Technical Research Centre of Finland Ltd），兩位共同創辦人為 Keysight Technologies 和 InterDigital。2019 年 6 月，韓國電子通信研究院（ETRI）與奧盧大學簽署諒解備忘錄（Memorandum of understanding, MOU）。6G Flagship 於 2020 至 2030 年的總預算為 2.9 億歐元（約新臺幣 98 億元[13]）。

---

[12] Hexa-X (2020). Releases. Retrived from https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2020/12/07/nokia-to-lead-the-eus-6g-project-hexa-x/ (Nov. 20, 2021)

[13] 參考中央銀行公告之我國與主要貿易對手通貨之匯率 2020 年資料，新臺幣：歐元＝1：33.78。

2019 年 9 月 9 日，6G Flagship 於首屆 6G 高峰會結束後，出版首部關於 6G 行動通訊技術發展白皮書──「無處不在的 6G 智慧無線之主要驅動因素及研究挑戰（Key Drivers And Research Challenges For 6g Ubiquitous Wireless Intelligence）」，提出「無所不在的無線智慧」（Ubiquitous Wireless Intelligence）願景，目標在於建立「使用者可隨處使用無線接取」、「無線連接即為關鍵基礎設施」、「可實踐為人或物而生的情境感知（Context-aware）智慧服務與應用之未來想像」，其中預測搭載高影像畫質之延展實境（Extended Reality, XR）穿戴型裝置可能取代智慧型手機；配合高解析度成像、機器人、無人機及次世代無線網路通訊可實現遠距臨場（Telepresence）；自主無人載具（Autonomous Vehicles）結合無線網路與人工智慧感測技術將可打造永續性運輸與物流[14]。

後 6G Flagship 領導 12 個專案小組製作 12 份新白皮書，項目如下：

1. 6G 驅動力與聯合國永續發展目標（6G Drivers and the UN SDGs）
2. 2030 年代將至的垂直驗證與試驗（Validation and Trials for Verticals towards 2030's）
3. 無線通訊網路中的機器學習（Machine Learning in Wireless Communication Networks）
4. 連網（Networking）
5. 6G 中的寬頻連接性（Broadband Connectivity in 6G）
6. 射頻（Radio frequency, RF）與頻譜（Spectrum）
7. 偏遠地區連接性（Connectivity for Remote Areas）
8. 6G 商務（Business of 6G）
9. 邊緣智慧（Edge Intelligence）
10. 信任、安全與隱私研究挑戰（Research Challenges for Trust, Security and Privacy）
11. 6G 關鍵且大規模的機器型通訊（Critical and Massive Machine Type Communication towards 6G）
12. 在地化與感測（Localization and Sensing）

此外，於 2020 年秋季舉辦的第 2 屆 6G 線上高峰會，也提到更多與無人駕駛、垂直整合、遠端監控相關的 6G 技術所面臨之考驗[15]。

二、北美

（一）電信產業解決方案聯盟行動呼籲

美國電信產業解決方案聯盟（Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS）為美國電信業技術解決方案的開發組織，該組織近期發布一項行動呼籲（Call to Action）。ATIS 表示，現今對 5G 網路、設備與應用程序投資已

[14] 6G Channel. (2019). Retrieved from https://www.6gchannel.com/ (Nov. 20, 2021)
[15] 6G Waves Magazine. (2020). 6G Channel. Retrieved from http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526227641.pdf (Nov. 20, 2021)

為 6G 未來發展指明方向，故 6G 開發刻不容緩。同時，未來十年的發展進程應從明確的合作步驟和政府與業界間的一致承諾開始，以確保美國在現今 5G 與未來 6G 網路中之競爭地位[16]。

（二）Next G 聯盟

ATIS 於 2020 年 10 月 13 日宣布成立 Next G 聯盟（Next G Alliance），以提高北美在 6G 與下一代行動通訊技術領導地位，其業務涵蓋研發、製造、標準化與市場整備（market readiness），創始成員包含 Apple、AT&T、Bell Canada、Charter、Ciena、Cisco、Ericsson、Facebook、Google、Hewlett Packard Enterprise、Intel、InterDigital、JMA Wireless、Keysight Technologies、LG Electronics、Microsoft、Nokia、Qualcomm、Samsung、TELUS、Telnyx、T-Mobile、UScellular、Verizon 及 VMware 等企業，且仍在持續增加。

Next G 聯盟以其首要目標命名，支持 ATIS 促進美國在 6G 發展道路上發揮領導作用之行動號召，以建立北美在 5G 演進歷程與 6G 發展中之卓越地位。Next G 聯盟首要著重三大策略行動：

1. 制定 6G 國家藍圖以因應持續變化的競爭態勢，並將北美定位為研發、標準化、製造及採用 Next G 技術的全球領導者。
2. 促使北美技術產業之核心優先事項維持一致，在 6G 及下一代行動通訊技術之領導上影響政府政策與資金挹注。
3. 確立及定義早期步驟與策略，促進和引導 Next G 技術在新市場及商業部門中快速商用化，並在國內及全球大規模採用[17]。

2021 年 5 月 Next G 聯盟成立國家 6G 藍圖工作小組（The National 6G Roadmap Working Group）[18]，致力於解決以下面向之議題：

1. **科技（Technology）**：定義實現國家 6G 藍圖願景所需之具體技術。
2. **應用（Applications）**：確定將在 Next G 環境中使用網路基礎設施的領先應用程式。
3. **頻譜（Spectrum）**：探索頻譜使用、管理和共享的新範例，以及尋求全球頻譜協調、技術共存和更高頻譜效率之機會。
4. **社會與經濟驅動因子（Societal/Economic Drivers）**：辨別及描述與 6G 願景相關的社會和經濟驅動因子，以及這些因子將如何推動變革和進步並影響全球 6G 市場。

---

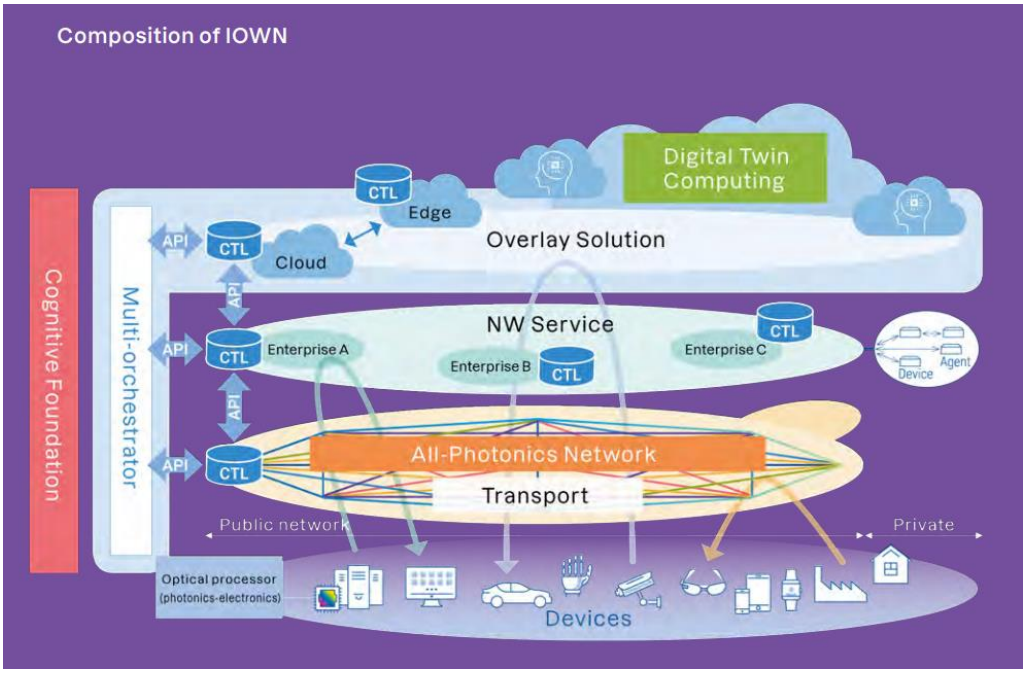
[16] 5G Americas. (2020). Mobile Communications Beyond 2020 – The Evolution of 5G Towards Next G. Retrieved from https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2020/12/Future-Networks-2020-InDesign-PDF.pdf (Mar. 9, 2021)

[17] ATIS. (2020). ATIS Launches Next G Alliance to Advance North American Leadership in 6G. Retrieved from https://www.atis.org/press-releases/atis-launches-next-g-alliance-to-advance-north-american-leadership-in-6g/ (Mar. 9, 2021)

[18] ATIS. (2021). ATIS' Next G Alliance Launches Technical Work Program Setting 6G Roadmap into Action. Retrieved from https://www.atis.org/press-releases/atis-next-g-alliance-launches-technical-work-program-setting-6g-roadmap-into-action/ (Nov. 9, 2021)

三、日本

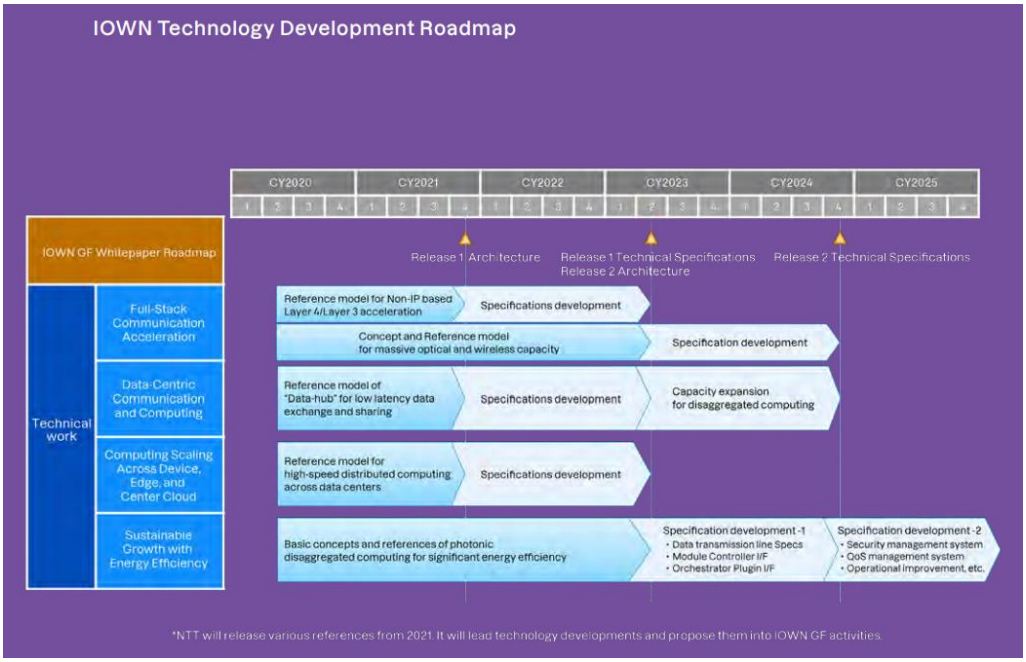
NTT、SONY 及 IBM 於 2019 年 10 月 31 日成立 IOWN（Innovative Optical & Wireless Network）全球論壇，希望制定未來 6G 標準，光子網路與數位孿生虛實整合是該計畫之特點[19]，預計於 2024 年完成規範訂定，並於 2030 年實現[20]（圖 2.4.1、圖 2.4.2）。



資料來源：NTT. (2020). NTT Technology Report for SmartWorld 2020. Retrieved from https://www.rd.ntt/_assets/pdf/techreport/NTT_TRFSW_2020_EN_W.pdf (Mar. 9, 2021)

圖 2.4.1　IOWN 概念示意圖

[19] NTT. (2019). Whats IOWN? Retrieved from https://www.ntt.co.jp/RD/techtrend/pdf/NTT_TRFSW_D.pdf (Mar. 9, 2021)
[20] NTT. (2020). NTT Technology Report for SmartWorld 2020. Retrieved from https://www.rd.ntt/_assets/pdf/techreport/NTT_TRFSW_2020_EN_W.pdf (Mar. 9, 2021)



資料來源：NTT. (2020).NTT Technology Report for SmartWorld 2020. Retrieved from https://www.rd.ntt/_assets/pdf/techreport/NTT_TRFSW_2020_EN_W.pdf (Mar. 9, 2021)

圖 2.4.2　IOWN 發展進程

2019 年 11 月 20 日，日本宣布投入 20 億美元的刺激計畫，於 2020 年至 2030 年展開 6G 技術產業研究；2020 年 1 月 22 日，日本政府宣布發展 6G 整體戰略，並由私部門代表與大學研究人員成立 6G 小組分析討論技術發展與使用案例；後 2020 年 4 月，日本總務省（Ministry of Internal Affairs and Communications）於「Beyond 5G」戰略設立目標，力爭基地臺與其他基礎設施之全球市占率達 30%（目前僅達 2%）。

日本主要電信業者 NTT DOCOMO 表示，5G 時代多樣需求條件下需滿足之功能、設備與使用頻段皆較過去增加，因此必須善用各家設備供應商所長。

NTT DOCOMO 的 5G 建設採用符合 O-RAN 規格的基地臺[21]。此外，在 5G 演進與 6G 技術研發則致力於在多個領域實現技術進步，包括以下項目：

（一）　同時實現數個關鍵的通訊要求，例如超高速、大容量與低延遲連接。

（二）　開拓含太赫茲頻率的新頻段

（三）　擴展空中、海上與太空的通訊範圍

（四）　提供極低耗能與低成本通訊

（五）　保證極其可靠的通訊

（六）　開發超大規模連接與感應功能之可行性

[21] NTT DOCOMO（2020）。「ミリ波」を利用した 5G サービスの提供を開始。檢自 https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2020/09/18_00.html (Mar. 9, 2021)

四、韓國

2019 年 1 月 28 日，LG 在韓國科學技術高等研究院(Korean Advanced Institute of Science and Technology, KAIST）建立 6G 研究中心，工作重點係確保 6G 核心技術安全；而在 2020 年 8 月時，LG、KAIST 也和韓國標準與科學研究所（Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS）簽訂商業協議，準備攜手將 6G 的研發進程由科技發展走向驗證階段[22]。

韓國電信（South Korea Telecom, SKT）與 Nokia、Ericsson 與 Samsung 等電信商簽署 6G MOU。此外，KT Corporation 於 2019 年 6 月亦與首爾國立大學（Seoul National University, SNU）簽署 6G 研究 MOU。

Samsung 於 2019 年 6 月由旗下的三星研究所宣佈將啟動對 6G 網路標準的研究，該通訊架構將包含 AI 的大量運用。2020 年 7 月 14 日，Samsung 發布 6G 白皮書，概述其對下一代通訊技術 6G 之願景，內容涵蓋技術與社會趨勢、新服務、需求、候選技術，以及預期的標準化時程等各層面。勾勒其對下一代 6G 通訊技術的未來願景，並預估 6G 網路最快將於 2028 年完成標準制定與商業化，於 2030 年起實現大規模商轉，屆時人類和機器都將成為 6G 主要使用者，進而實現一系列的領先服務，例如延展實境（XR）、高度逼真的行動全像投影以及數位複製等[23]。

Samsung 預計最快於 2028 年完成 6G 標準化與商業化，而大規模商業化則預計於 2030 年完成。6G 可望應用於延展實境（Extended Reality, XR）、高逼真行動全像圖（High-Fidelity Mobile Hologram）與數位複製（Digital Replica）等先進服務[24]。

五、中國大陸

中國大陸科學技術部於 2019 年 11 月 6 日發佈啟動 6G 研究，由中國大陸科技部會、國家發展改革委員會、教育部、工業和信息化部、中科院等機關組成 6G 技術研發團隊，展開 6G 研發工作與佈局/技術論證[25]。中國大陸科技部會設立兩個工作組：第一組由政府機構組成，負責推動 6G 研究與開發；第二組又稱「中國大陸 6G 無線技術任務組」，由廠商、業者、研究機構與大學組成，負責規劃 6G 發展並證明其科學可行性。中國大陸政府在 5 年內對 5G 研發投入超過 30 億美元，預計於 6G 注入相當之投資。

---

[22] Business Korea. (2020). LG Electronics, KRISS and KAIST Team Up for 6G Development. Retrieved from http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=50389 (Mar. 9, 2021)

[23] Samsung Newsroom 台灣（2020）。三星發表 6G 白皮書 勾勒其對下一代通訊技術的未來願景。檢自 https://news.samsung.com/tw/%E4%B8%89%E6%98%9F%E7%99%BC%E8%A1%A86g%E7%99%BD%E7%9A%AE%E6%9B%B8-%E5%8B%BE%E5%8B%92%E5%85%B6%E5%B0%8D%E4%B8%8B%E4%B8%80%E4%BB%A3%E9%80%9A%E8%A8%8A%E6%8A%80%E8%A1%93%E7%9A%84%E6%9C%AA%E4%BE%86 (Mar. 9, 2021)

[24] Samsung Newsroom. (2020).Samsung's 6G White Paper Lays Out the Company's Vision for the Next Generation of Communications Technology https://news.samsung.com/global/samsungs-6g-white-paper-lays-out-the-companys-vision-for-the-next-generation-of-communications-technology (Mar. 9, 2021)

[25] 中國大陸科學技術部（2019）。我國正式啟動第六代移動通信技術研發工作。檢自 http://www.most.gov.cn/kjbgz/201911/t20191106_149813.htm (Mar. 9, 2021)

2020 年第二屆 6G 高峰會（6G Wireless Summit）上，中國移動、華為與中興通訊提出 6G 需求、使用案例與技術。表 2.4.1 列出 6G 相關業者與其研究活動[26]：

表 2.4.1　6G 相關業者及研究活動

業者	活動
華為	2019 年，著手研究以下項目： – 空中介面技術（Air Interface Technologies） – 新網路架構（New Network Architectures） – 關鍵促成技術（Key Enabling Technologies）
中國聯通	成立研究小組，研究焦點為 6G 核心技術之一：太赫茲通信（Terahertz Communications）。
中興通訊	與中國聯通建立 6G 合作夥伴關係，以探索三維連接（Threedimensional Connectivity）、太赫茲通信以及通信與傳感技術整合。

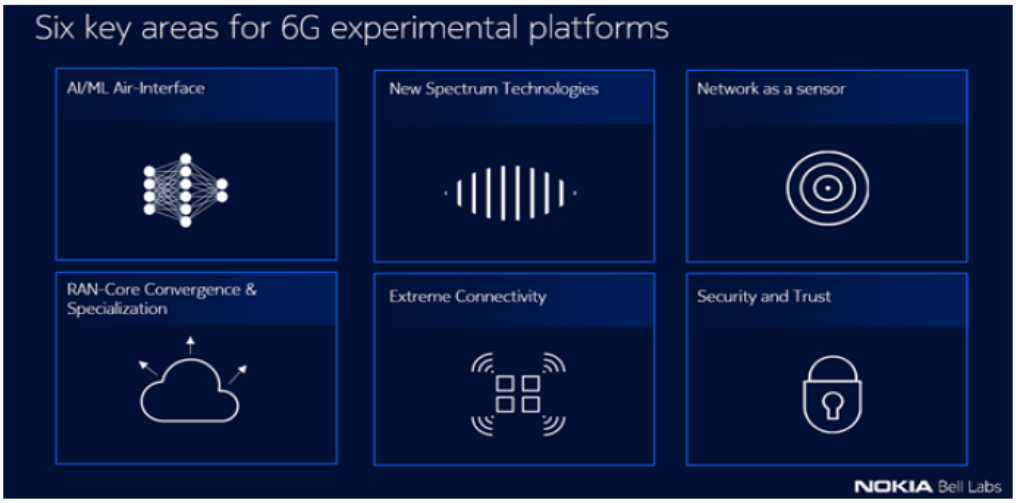
資料來源：ITU. (2019). Network 2030.

中國大陸於 2020 年 11 月 6 日發射的「長征六號」火箭包括了「電子科技大學號」衛星，由中國電子科技大學、國星宇航等聯合研製。這個衛星可以進行太赫茲（Terahertz）衛星通信，啟用後將會建立收發連接，並開始測試載荷。未來太赫茲通訊技術預計會成為 6G 網路的基礎技術之一，因此相當受到矚目[27]。

第五節　主要國家 B5G、6G 技術概述

一、網路邊緣的人工智慧

當人工智慧（Artificial Intelligence, AI）逐漸成為能在數種應用案例中提供更優質服務的重要資源，其在網路邊緣的需求性便日益顯著。



資料來源：Nokia, 6G Symposium, 2020.

圖 2.5.1　6G 實驗性平臺的六大關鍵領域

[26] 5G Americas. (2020). Mobile Communications Beyond 2020 – The Evolution of 5G Towards Next G https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2020/12/Future-Networks-2020-InDesign-PDF.pdf

[27] Unwire.hk（2020）。中國發射首枚 6G 試驗衛星　將進行太赫茲衛星通訊測試。檢自 https://unwire.hk/2020/11/08/china-6g-sat-terahertz/fun-tech/（Mar. 9, 2021）

於多種應用案例中，皆會在網路邊緣創造大量的數據集，無論是支援大型物聯網上的數百萬個低寬頻設備或是支援如攝影機類的高頻寬設備網路，而若要減少將數據集傳輸到中央位置的需求，即須於邊緣進行智慧處理。AI 可從大量原始數據中提取有用的模式與事件，如智慧農業應用能偵測乾燥斑塊與蟲害，影像監控系統能精準指出有可疑活動之區域。於特定案例中，隱私規範將使某些數據停留在網路邊緣的局部區域，要利用此類數據的 AI 功能，需使用可在邊緣運作或仰賴邊緣設備本身數據儲存的線上分散式訓練演算法（Online distributed training algorithms）。

二、無線存取網路中的 AI 與機器學習

AI 與機器學習（Machine Learning, ML）的概念與技術將對無線存取網路（Radio Access Network, RAN）系統發展產生重大影響。基於更好的效能與較低的複雜性，AI /ML 將可能取代部分以模型為基礎的第一層（Layer 1）與第二層（Layer 2）算法，如通道估計（Channel Estimation）、前置碼檢測（Preamble Detection）、均衡化（Equalization）與用戶排程（User Scheduling）。AI /ML 將廣泛應用於無人網路的最佳化佈署，如考慮區域交通模式下的光束子集最佳配置。

三、完全服務導向—雲端原生網路與 RAN 核心融合

5G 時代的關鍵變化係以雲端原生與微服務（cloud native and microservice-based）為基礎的架構。雲端原生技術使服務業者與廠商能在動態雲端環境中架構並營運可擴展應用。微服務不僅能提供專用業務功能，亦是已發布應用程式介面（Application Programming Interface, API）之服務導向架構與待開發選項之整合。

四、毫米波與太赫茲無線技術

學界與業界正推動對現行毫米波與未開發之太赫茲頻譜的研究，以滿足全球的行動通訊與應用需求，這些新頻率將有機會讓現今可用頻譜數量增加十倍。

1. 110 GHz 以上的頻段營運

6G 無線技術將與過去技術截然不同，進入此新頻段需要許多創新功能。挑戰將在於跨越毫米波/太赫茲的空中介面，並以太比特/秒（terabit/sec）的速度傳輸與處理信號。

表 2.5.1 列出各種空中介面挑戰與為克服挑戰而提出之創新技術能力。

表 2.5.1　空中介面挑戰與解決提案

Greenfield Air Interface Challenges	Beyond-leading-edge technical capability
Severe path-loss and atmospheric absorption	Antenna gains from ultra-massive MIMO with accurate, practical THz multipath channel models.
RF front-end, photonics, and data conversion	Power efficient, mW capable semiconductor technologies based on InP, GaAs, SiGe, and CMOS.
Antenna, lens, and beamforming architecture	Metamaterials to block, absorb, enhance, or bend electromagnetic waves at THz frequencies.
Reduce peak-to-average power ratio (PAPR)	New waveforms to support GHz-wide channels.
Lower complexity and remain effective for THz operation	New signals, channels, and protocols.

資料來源：5G Americas. (2020). Mobile Communications Beyond 2020.

五、通訊與感測複合設計

無線電偵測與定距（Radio Detection and Ranging, RADAR）是長期演進技術（Long Term Evolution, LTE）/ 行動通訊技術（New Radio, NR）或超越 5G / 6G 無線通訊系統的新興使用案例。雷達系統的發射信號被目標（如人或車）反射並處理後，將能取得無線基地臺範圍內的目標屬性，如距離、外型、速度與尺寸等。

高載波頻率上的射頻（Radio frequency, RF）感測將為測量環境與識別物品提供更準確的技術，較寬的頻譜範圍將為目前使用頻率中無法檢測到的新型目標識別提供機會。

六、頻譜移轉

6G 技術的極高頻段必須與較低頻段的技術共存，6G 須考慮擴展至非常高的次太赫茲與太赫茲頻段，亦可看作 5G 擴展至毫米波頻段的延續。未來，低頻段將繼續成為廣域網路覆蓋的無線連接骨幹。因此，如同 5G 擴展至毫米波，透過密集佈署提供極高業務容量與數據傳輸率，可使極高頻段與較低頻段互補[28]。

第六節 行動通訊與衛星研析其競合趨勢與影響研析

一、非地面網路（Non-terrestrial Networks, NTN）與 6G 發展趨勢

（一）非地面網路（Non-terrestrial Networks, NTN）之定義

根據第三代合作夥伴計畫（3rd Generation Partnership Project, 3GPP）定義[29]，非地面網路（Non-terrestrial Networks, NTN）係指作為中繼節點（relay node）或基站（base station），位於星載（spaceborne）（例如：地球靜止軌道（Geostationary Earth Orbiting, GEO）、中地球軌道（Medium Earth Orbiting, MEO）、低地球軌道（Low Earth Orbiting, LEO）等）或機載（airborne）（例如：無人飛行系統（unmanned aircraft systems, UAS）、高空平臺系統（High Altitude Platform Systems, HAPS）等）載具運行之網路[30]。

（二）NTN 平臺之類別

NTN 平臺分為星載（spaceborne）及機載（airborne）兩大類別，彙整如表 2.6.1。其中，星載平臺類型視其高度、衛星天線波束之涵蓋面大小（beam footprint size）及軌道等三個主要參數，可分類如下[31]：

1. 地球靜止軌道（Geostationary Earth Orbiting, GEO）為距地球赤道 35,786 公里高度圍繞地球的環形軌道，軌道週期等同地球自轉週期，自地面觀察 GEO 看似固定空中。GEO 衛星天線波束之涵蓋面範圍從 200 至 3,500 公里。

---

[28] 5G Americas. (2020). Mobile Communications Beyond 2020 – The Evolution of 5G Towards Next G. Retrieved from https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2020/12/Future-Networks-2020-InDesign-PDF.pdf (Mar. 9, 2021)

[29] TR 38.811

[30] Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

[31] Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

2. 中地球軌道（Medium Earth Orbiting, MEO）為圍繞地球的環形軌道，其高度由 7,000 至 25,000 公里。MEO 衛星天線波束之涵蓋面範圍從 100 至 1,000 公里。

3. 低地球軌道（Low Earth Orbiting, LEO）為圍繞地球的環形軌道，其高度由 300 至 1,500 公里。LEO 衛星天線波束之涵蓋面範圍從 100 至 1,000 公里。

表 2.6.1　NTN 平臺類型

平臺類型	高度範圍	軌道	波束之涵蓋面範圍
GEO 衛星	35,786 km	地球上相關給定點海拔/方位角之固定位置	200-3,500 km
MEO 衛星	7,000-25,000 km	環繞地球	100-1,000 km
LEO 衛星	300-1,500 km	環繞地球	100-1,000 km
UAS 平臺	8-50 km（HAP 為 20 km）	地球上相關給定點海拔/方位角之固定位置	5-200 km

資料來源：Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

機載平臺則包含高度介於 8 至 20 公里之無人飛行系統（unmanned aircraft systems, UAS）及高度位在 20 公里處之高空平臺系統（High Altitude Platform Systems, HAPS），其中 UAS 類似於 GEO 衛星，固定於地球上給定點空中，其波束之涵蓋面範圍從 5 至 200 公里[32]。

（三）3GPP 關於 NTN 之主題及研究項目

3GPP 自 2017 年於 Release 15，即在無線接取網路（Radio Access Network, RAN）及系統業務（System Aspects, SA）技術規範組進行 NTN 相關的活動，並持續進行中，各主題及研究項目彙整如表 2.6.2。

表 2.6.2　3GPP 關於 NTN 之主題及研究項目

Release	領導主體（Lead Body）	主題及研究項目（Feature and Study Item）	完成時間
15	R1	NR 支援非地面網路研究（Study on NR to support Non-Terrestrial Networks）	2018-06-15
16	R3	NR 支援非地面網路之解決方案研究（Study on solutions for NR to support Non-Terrestrial Networks）	2019-12-15
	S1	5G 之衛星接取整合（Integration of satellite access in 5G）	2018-06-06
17	S2	於 5G 使用衛星接取架構層面之研究（Study on architecture aspects for using	2020-06-25

[32] Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

		satellite access in 5G）	
	S5	於 5G 網路之整合衛星元件管理及協作層面之研究（Study on management and orchestration aspects with integrated satellite components in a 5G network）	2020-06-12 (65%)
	R1	非地面網路之 NB-IoT/eMTC 支援研究（Study on NB-IoT/eMTC support for Non-Terrestrial Networks）	exp. 2021-06-15
	S2	衛星元件於 5G 架構之整合（Integration of satellite components into the 5G architecture）	exp. 2020-09-12
	R2	NR 支援非地面網路之解決方案（Solutions for NR to support Non-Terrestrial Networks）	exp. 2021-12-15

資料來源：Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

（四）NTN 相關議題

NTN 主要議題與未來方向概述彙整於表 2.6.3。

表 2.6.3　NTN 之議題與方向（Open issues）

類型	效益	影響	議題與方向
• 非對地禁止衛星軌道衛星運行（NGSO satellite motion）	• 細胞模式運行	• 交遞（Handover） • 呼叫（Paging）	• 行動管理：NGSO 衛星網路頻率交遞機制的新解決方案 • 區域追蹤管理：提供準確資訊的新方法
• NTN 平臺高度、軌道、運行 • NTN 閘道器位置與仰角 • NTN 終端位置、天線類型與運行	• 傳播延遲時間 • （Propagation delay） • 多樣的 NTN 頻道	• 通道估算（Channel estimation） • 排程（Scheduling）	• Delay-CSI-MCS management：選擇傳輸參數的新技術，以確保用戶設備在通道波動（channel fluctuations）迅速且傳播延遲時間長的情況下，仍能夠感知滿意的服務品質及可靠的解碼傳輸數據。 • 星曆資料管理（Ephemeris data management）：新的解決方案可以藉由所需的星曆數據有效的提供與更新用戶設備，或具重要性。
• 非對地禁止衛星軌道衛星運行（NGSO satellite motion） • NTN 閘道器位置與仰角	• NGSO 衛星與 NTN 閘道器間之連結斷訊（Connection drops）	• 饋線鏈路轉換（Feeder link switchover）	• 饋線鏈路管理（Feeder-link management）：有效的饋線鏈路轉換，始得強化信號網路（network signaling）及發送用戶設備之訊號
• 新的可用頻段 • 可拓展的 NR 參數混和/集成 NTN 衛星網路 • 多波束高通量衛	• 訊號干擾（Interference） • 波束輻射的非零旁波瓣	• 資源分配（Resource Allocation）	• 無線資源管理（Radio Resource Management, RRM）和干擾管理：分配無線資源避免 RAN 間干擾（如於兩個可拓展的 NR 參數混和/集成

星系統（Multi-beam high throughput satellite systems, Multi-beam HTS）	（Non-null side lobes of beam radiation patterns）		NTN 衛星網路間的兩個 RAN）、NTN 內部的束波間干擾（如在高通量衛星系統的波束間）、以及 NTN 間的干擾（如簡易版 NTN）的新方式。此外，需要在衛星頻譜間的利用採用新機制，以管理 5G 頻譜可用性，並且引入可拓展的 NR 參數以避免參數間干擾。

資料來源：Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

（五）展望 6G 時代衛星通訊

6G 無線網路中，NTN 通訊對於確保靈活性，以及衛星與地面網路的整合，或將至關重要。預期 6G NTN 將支持災難預測等新興關鍵應用案例，並實現於山區及海洋場景皆可無縫接取之全球網路連結。表 2.6.4 彙整 1G 到 6G 的衛星通訊發展進程，以及 NTN 技術於該時代所扮演的角色[33]。

表 2.6.4　衛星通訊發展進程──從 1G 到 6G

技術	創新	描述
1G	• 語音 • 低數據傳輸率應用	衛星系統基於其特性（如覆蓋距離、所占用無線電頻譜、設計、成本、應用與目標等）被視為獨立於地面系統。
2G	• 太空及海事服務	衛星覆蓋範圍僅限於地面網路不可及之區域。因此，相較於傳統蜂巢式網路，衛星仍具自身競爭優勢。
3G	• 寬頻及多媒體服務	3G 科技為衛星與地面網路的整合開創新紀元（衛星太空介面與傳統通用行動通訊系統的網路架構完全相容）。
4G	• 複合/整合衛星-地面網路 • 高通量衛星（High Throughput Satellite, HTS）	在地面網路架構無法安裝或經濟成本過高之虞，衛星通訊被視為實現全球漫遊不可或缺的一環。
5G	• 以軟體定義網路（Software-Defined Networking, SDN）/網路功能虛擬化（Network Function Virtualization, NFV）為基礎的非地面網路－地面	非地面網路與地面網路之整合可做為隨時隨地提供連結的辦法，為實現此目標須具備以下要件： • 多重連結（multi-connectivity）讓使用者得同時使用兩個或以上不

[33] Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

	網路（NTN-terrestrial networks） • IoST（Internet of Softwarized Things） • 感知非地面－地面網路（Cognitive NTN-terrestrial networks） • 以非正交多重接取技術（Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA）為基礎的非地面網路－地面系統	同的無線接取網路（RAN）（如非地面網路與地面網路）。 • 服務相容性確保不同 RAN 間能順暢切換。
6G	• 基於全息無線電的非地面網路 • 基於非無線電頻率（如光學）的非地面網路 • 基於人工智慧（Artificial Intelligence, AI）的衛星通訊	太空－空中－地面網路（Space-aerial-terrestrial）在 6G 技術下將能實現更多可能。無人機將可取代基地臺，於熱點區域及偏遠地區提供連結，並由非地球同步軌道（NGSO）衛星支援回傳與擴大覆蓋範圍。由於 6G 將推出數種功能，衛星通訊可能在全息無線電、非無線電頻率與人工智慧下取得革命性進展。

資料來源：Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey. IEEE Access, 8, 165178-165200, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022981.

二、行動通訊與非地面網路競合趨勢

（一）新世代行動網路聯盟發布非地面網路立場白皮書

根據新世代行動網路聯盟（Next Generation Mobile Networks Alliance, NGMN）於 2019 年發布之非地面網路立場白皮書[34]（Non-Terrestrial Networks Position Paper），可見兩大觀察重點：

1.NTN 服務可能成為 MNO 擴大訊號涵蓋範圍的替代方案

行動通訊業者（Mobile Network Operator, MNO）於偏鄉地區或面臨訊號涵蓋無法觸及的問題，如今 NTN 為 3GPP Release 17 及未來發展方向之一，有望成為 MNO 擴大訊號涵蓋範圍的替代方案，以衛星的全球覆蓋能力彌補行動通信業者涵蓋的不足。

2.NTN 地面設施與 5G 網路具潛在佈建綜效

衛星網路佈署奠基於地面基礎設施，故衛星服務提供者/基礎設施提供者和 MNO 間合作得透過整合光纖基礎設施、資料中心等措施降低 5G 網路架構之營運成本，合作方式如光纖鏈結（fiber links）共享、網路資料交換環境（資料中心）託管或共享等。

[34] NGMN. (2019). Non-Terrestrial Networks Position Paper. Retrieved from https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/191209-NGMN-Non-Terrestrial-Networks-Position-Paper-r1.pdf (Mar. 9, 2021)

此外，研究團隊觀察國際上已有衛星通訊業者宣布將推出整合 5G 與 NTN 網路的服務型態。國際航海衛星通訊公司(Inmarsat)於 2021 年 8 月發表 Orchestra 未來通訊網路，將整合同步軌道衛星、低軌道衛星與地面 5G，提供全球多維度（multi-dimensional）動態網狀網路（dynamic mesh network），滿足不同地點所高效能網路連結(high performance connectivity)，以期發展城市空中行動網路(urban air mobility)、工業物聯網（Industrial IoT）、智慧郵輪（smart cruise ships）、戰術專用網路（tactical private networks）等新興應用與商業模式[35]。

（二）國際標準組織 3GPP 規劃行動通訊與衛星研析其競合趨勢與影響

1. 整合行動通訊與衛星通訊，擴大市場商機

國際標準組織 3GPP 正逐步整合行動通訊與衛星通訊標準，俾利統一通訊系統、地面設備等標準。然衛星通訊與地面通訊為兩條不同且獨立的技術主軸，各自演進與發展。惟進入 5G 與 B5G 時代，3GPP 希望引領衛星通訊新發展，希望將衛星通訊整合進 5G 通訊標準，將兩套獨立系統進行整合，以擴大市場規模與降低成本。目前國際四大業者中，SpaceX、Amazon、OneWeb 等 3 家業者技術揭露資訊較少，反觀 Telesat 在 3GPP 會議有較多布局。3GPP 藉由扮演開放性的聯盟角色（開放組織架構），整合許多小衛星公司，希冀統一相關技術標準。

若 3GPP 完成開放聯盟，目標優先將地面通訊如 4G LTE、5G NR 等與衛星通訊進行結合，且當行動裝置可支援兩個通訊系統，則有效降低地面通訊業者在用戶數少的偏遠山區、離島之佈建成本，採用這種方式涵蓋偏遠地區或基礎設施不足之處。這些的發展趨勢，亦可從近期日本電信業者 KDDI au 與 SpaceX 的合作計畫窺知，兩者透過在日本偏遠地區進行合作，以期提高該地區之通訊涵蓋範圍。觀察未來兩方之合作模式，創造附加價值的商業模式，創造雙贏機會。

2. 建立多供應商模式，降低佈建成本

鑒於低軌衛星業者佈建龐大的衛星系統，未來將產生可觀的太空垃圾問題，以及高昂的佈署成本。3GPP 藉由發布統一通訊標準，即便各衛星業者擁有各自不同數量的衛星，基於相同標準，則衛星業者可共用通訊基礎設施，降低其佈建壓力。另外，若地面設備有統一標準、統一規格亦可降低成本，除無須頻繁更換通訊設備外，透過大量生產可大幅降低製造成本。

現有的手機、IoT 設備若可透過衛星通訊系統，則衛星通訊的潛在市場就是全球行動通訊用戶。由於電信業者各自發展新的服務與功能，就需更新網路與設備。若依 3GPP 標準，即便增加新的服務與功能時，將有效降低設備相容性問題。在 Release 17 上，5G 的三大特性，mMTC 在物聯網或網路無法涵蓋地區，透過衛星通信可作為涵蓋的補充系統；eMBB 所需 Mbit/s 網路無法涵蓋地區，透過衛星通信獲得最低程度的通訊服務；惟 URLLC 則未在 Release 17 衛星通訊的目標場景之討論範圍內。

3. 衛星通訊未來將扮演備援通訊系統之重要角色

當發生重大災難（如風災、水災）、火山爆發、森林野火等發生時，衛星通信可扮演重要角色，例如災害監控、災後網路恢復。過去各國主管機關作法，設

[35] Inmarsat. (2021). Orchestra. Retrieved from https://www.inmarsat.com/en/about/technology/orchestra.html (Sep. 15, 2021)

置備用頻譜、頻寬，作為緊急危難通訊之用。現在可透過衛星通訊作為緊急危難通訊之用，而其他頻段可另作他途規劃運用，促進頻譜資源有效利用。

三、行動通訊與衛星競合於我國之影響

我國行動通訊市場在中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星、亞太電信五家電信業者充分競爭下，消費者在享受高品質服務的同時，更享有世界相對低廉的行動通訊資費。以下就 NTN 對我國市場進行初步分析。

（一）短期影響：我國電波人口涵蓋率高，NTN 需求相對較低

2019 年我國 4G 電波人口涵蓋率即達 98%[36]，2020 年 2 月我國完成第一波 5G 釋照後，電信業者自同年 7 月起陸續開臺，積極展開 5G 網路佈建。而為加速 5G 網路佈建，即早完成國家數位競爭力基礎，提供全民更優質的數位生活，通傳會於 2020 年 3 月 3 日通過「補助 5G 網路建設作業要點」[37]，以「建設競賽」機制補助電信業者 5G 基地臺建置，原規劃 5 年內達成之 50%電波涵蓋率，預期將提升至 2 年內完成 85%涵蓋。在我國行動通訊市場競爭環境下，為提供用戶高品質服務，電信業者皆積極建設網路，且我國政府積極推動網路基礎建設加速佈建也將使我國電波涵蓋率維持高水準表現。

反觀國際，低軌衛星發展主要係以通訊基礎設施欠缺地區提供衛星寬頻服務，或是以後端網路提供服務。許多國家因幅員廣闊，且多數地區通訊基礎設施相對不足，行動通訊普及程度較低，期透過衛星通訊作為地面通訊的互補系統。各低軌衛星業者目標客群市場不同，SpaceX 與 Amazon 主要以一般消費市場為主，OneWeb 與 Telesat 則以企業、政府等為主要對象。因此，低軌衛星業者進入各國採取方式則不盡相同，除了以當地子公司向當地主管機關申請執照外，低軌衛星業者亦可採取當地業者合作方式，進入該國市場。從鄰近國家日本近期國際低軌衛星業者 Space X 與日本當地電信業者 KDDI 宣布合作的案例觀察，日本電信業者 KDDI 計劃將於通訊品牌 au 的網路，採用 Starlink 作為基地臺後端網路（backhaul），以提供一些山區或島嶼等不易提供服務的地區以及災害時的通訊，並預計 2022 年開始先在日本 1,200 處依序導入[38]。由日本的合作模式可見，衛星寬頻網路服務可能會先以山區、偏鄉、離島、緊急備援等，作為電信業者擴大訊號涵蓋範圍的替代方案。

然而我國行動寬頻的電波人口涵蓋率高，近年配合行政院開放山林政策暨登山活動管理實施方案，通傳會積極協調行動寬頻業者與相關部會，積極展開山區通信能力，預計於 2023 年底前，完成國家公園內重要登山步道沿線，以及林務局提出之 112 處重點山屋、步道與山難熱點之行動通信訊號涵蓋[39]。

---

[36] 國家通訊傳播委員會（2019）。政府與業者協力合作積極投入寬頻建設，平衡城鄉數位落差，並妥善整備 5G 頻譜資源，加速我國進入 5G 世代。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=41831 （Mar. 9, 2021）

[37]國家通訊傳播委員會（2020）。通傳會今(3)日通過「補助 5G 網路建設作業要點」，將加速完備國家數位競爭力基礎，提供全民更優質的智慧生活。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&is_history=0&pages=0&sn_f=45793（Mar. 9, 2021）

[38] KDDI 株式会社（2021）。SpaceX の衛星ブロードバンド「Starlink」と業務提携、au 通信網に採用する契約に合意。檢自 https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/09/13/5392.html（Sep. 14, 2021）

[39] 國家通訊傳播委員會（2020）。NCC 於 109 年完成 5 處山屋與其沿線步道，以及 2 處國家公

因此，研究團隊認為在我國腹地面積相對較小，行動通訊市場競爭激烈，政府重視行動通訊涵蓋與品質之環境下，短期而言，NTN 相對需求較低。再者，低軌衛星技術發展仍難突破電波物理限制，衛星通訊訊號穿透性差，可從 Starlink 的用戶終端必須裝設於屋頂或空曠處，以避免其訊號受到遮蔽，影響其通訊品質。爰以現有條件，衛星通訊難與行動通訊業者競爭，可作為偏遠地區、山區、離島之補充系統（參見表 2.6.5）。

表 2.6.5　低軌衛星與我國既有業者通訊之比較

業別 / 項目	低軌衛星業者（以 Starlink 為例）	我國既有服務業者	
		行動通訊（5G）	固網寬頻
市場定位	提供偏鄉、山區、離島等地區之衛星寬頻服務，以及車載、機載、船載通訊服務等	提供通訊、數據服務	提供數據服務
最高下載速度	全球平均下載速度超過 150Mbps	1.5Gbps	1Gbps
延遲時間	<30ms	<10ms	<10ms
涵蓋率	衛星波束涵蓋範圍較廣，可作為偏遠地區網路補充系統	5G 於都會地區及室內涵蓋、穿透性較佳	截至 2020 年底，我國高速寬頻網路建設之兆位元（Gbps）等級網路涵蓋率（不含偏鄉）達 9 成
通訊品質	衛星傳輸距離較地面通訊遠，惟穿透性差，影響訊號品質，且近年技術仍難改善	目前佈建範圍以都會地區為主，訊號相對穩定且速率最快	透過光纖進行傳輸，提供訊號品質最穩定

資料來源：本研究整理。

（二）中長期影響：隨技術進步，成本降低，NTN 與行動通訊存有合作可能性

然隨技術進步，NTN 成本降低等因素，未來除行動通訊業者間於偏鄉、不經濟地區共建共用降低成本之作法外，亦存在如 NGMN（2019）研究所指之 NTN 業者與 MNO 間整合基礎設施網路架構，降低營運成本之可能性。

此外，檢視目前國際上討論之 6G 應用情境與技術發展可見，除如過去 1G 至今的地面行動通訊外，更強調陸海空等立體網路涵蓋，另如智慧城市、智慧陸海空交通工具、遠距醫療等應用，更須較現今更密集穩定的網路涵蓋。故於中長期而言，勢必對既有行動通訊市場與商業模式產生影響。

另外，低軌衛星可作為地面通訊業者面臨重大災害時的重要備援系統，增加網路基礎設施彈性。尤其亞洲和太平洋部分地區易受自然災害造成通信中斷影

園區域之行動通信訊號涵蓋改善，並完成 63 處山區地點之行動通信訊號優化並提升山區通信能力。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=45650（Mar. 9, 2021）

響，這些自然災害破壞地面基礎設施，例如颱風、地震和火山爆發。對於這些國家，低軌衛星引入擴大涵蓋範圍和容量，提供另一連結選擇[40]。反觀我國亦經常面臨風災、地震等天然災害，可能使地面通訊基礎設施遭受嚴重破壞，導致局部地區通信或網路中斷的風險，衛星通訊則可肩負起緊急危難之備援通訊系統，KDDI 與 SpaceX 於日本合作案例亦考慮透過衛星通訊作為緊急危難之備援系統功能。

（三）NTN 網路與行動通訊網路網速與資費比較

分析目前已推出商用之 SpaceX 服務，SpaceX 目前承諾網路速度最低約 50Mbps，最高至 150Mbps；網路延遲前期測試為 20 毫秒至 40 毫秒間。而 SpaceX 執行長 Elon Musk 近期於 2021 年 2 月 22 日宣布 SpaceX 將網路速度將於今年提升至 300Mbps、延遲降低至 20 毫秒的目標[41]。

我國 5G 商用至今約半年，根據 2020 年 12 月 Opensignal 之我國 5G 測速報告，在 5G 佈建初期，中華電信、台灣大哥大、遠傳電信下載速率已於 236.5 Mbps 至 351.5 Mbps 間，高於 SpaceX 目前可提供的最高 150Mbps 下載速率。而 5G 標準訂定之 20Gbps 下載速率，更遠高於 Elon Musk 所宣布的 300Mbps。

且在資費方面，我國現行 5G 資費介於新臺幣 599 元至新臺幣 2,699 元間，而若以 SpaceX 官網宣布，目前資費每月 99 美元（約新臺幣 2,835 元[42]）與硬體費用 499 美元（約新臺幣 14,289 元），我國行動通訊資費亦相對較具競爭力。

（四）小結

我國行動通訊市場競爭激烈，行動通訊服務涵蓋率高，資費低廉，且就 5G 與 NTN 服務市場現況，不論於寬頻服務下載速率或資費比較上，行動通訊業者皆較 NTN 具競爭力。故短期而言，NTN 加入我國市場對行動通訊業者影響有限，兩者間尚未存有經濟學上之替代性，且我國政府長年重視偏鄉網路涵蓋，於短期內兩者間亦無明顯互補性。但隨著行動通訊與 NTN 技術發展，中長期而言，行動通訊業者與 NTN 業者間存有整合基礎設施網路架構，降低營運成本等合作之可能性，勢必存有互補關係，然是否具替代性仍須持續關注技術、成本與市場之發展。

第七節 小結

繼國際標準組織 3GPP 於 2017 年 Release15 推出 5G NR 技術的第一個版本，Release16、Release17 繼續強化 5G NR 的功能，其中 Release16 讓 5G NR 運行於免授權頻譜，如 5GHz 頻段（5150-5925 MHz）與 6GHz 頻段（5925-7125 MHz），即 NR-U（NR Unlicensed）。NR-U 的應用案例類型主要包含在一定時間內提高特定應用或服務資料傳輸速率之輔助存取，NR-U 亦可獨立使用，得滿足企業專

[40] Asian Development Bank.（2021）. Five ways low earth orbit satellites will impact Asia and the Pacific. Retrieved from https://www.adb.org/news/features/five-ways-low-earth-orbit-satellites-impact-asia-pacific （Nov. 15, 2021）

[41] PCMag. （2021）. Starlink Download Speeds to Double to 300Mbps This Year, Musk Says. Retrieved from https://www.pcmag.com/news/starlink-download-speeds-to-double-to-300mbps-this-year-musk-says (Nov. 15, 2021)

[42] 匯率依 2021/3/9 台灣銀行現金賣出價 28.635 計算。

網或區域性的應用需求。而 6GHz 頻段（5925-7125 MHz）亦為 IEEE 802.11 之 Wi-Fi 6E 使用頻段，惟我國於該頻段已有既設電臺，5925-6425MHz 供公眾通信中繼網路使用，6425-7125MHz 則為其他中繼站微波電臺使用。有鑑於此，我國交通部已於 2020 年 6 月 17 日至 8 月 7 日徵詢各界針對規劃 5925-7125MHz 作為和諧共用頻段意見[43]，依據公開諮詢結果，遂於 2021 年 4 月公告的「中華民國無線電頻率分配表修正草案」新增開放 5925-6425MHz 供低功率無線資訊傳輸設備（U-NII）在室內於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用[44]。未來 NR-U 於國際的發展，值得持續關注。

Release17 進一步將 NR 頻譜運作擴展至 52.6GHz 至 71GHz，彙整我國無線電頻率分配表（修正草案）52.6GHz 至 71GHz 分配現況如表 2.7.1，尚有部分頻段未分配供行動通信使用，建議主管機關參酌 Release17 發展趨勢，因應 5G 技術發展與國際頻譜規劃情形及早規劃。

表 2.7.1　中華民國無線電頻率分配表（修正草案）52.6GHz 至 71GHz 頻段分配概況

ITU 無線電規則（第三區域）	中華民國頻段分配	備註
52.6- 54.25GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 太空研究（被動式）（主）	52.6- 54.25GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 太空研究（被動式）（主）	
54.25 – 55.78 GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 衛星與衛星間（主） 太空研究（被動式）（主）	54.25 – 55.78 GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 衛星與衛星間（主） 太空研究（被動式）（主）	
55.78 - 58.2 GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主） 太空研究（被動式）（主）	55.78 - 58.2 GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主） 太空研究（被動式）（主）	55.78 - 59 WRC-2000 決議可供高密度固定通信（HDFS）使用 57 - 66 供免執照設備使用
58.2 - 59GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 固定（主） 行動（主） 太空研究（被動式）（主）	58.2 - 59GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 固定（主） 行動（主） 太空研究（被動式）（主）	
59 – 59.3GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 太空研究（被動式）（主） 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主） 無線電定位（主）	59 – 59.3GHz 衛星地球探測(被動式)(主) 太空研究（被動式）（主） 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主） 無線電定位（主）	

[43] 交通部（2021）。徵詢各界針對規劃 5925-7125MHz 作為和諧共用頻段之意見。檢自 https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=15&parentpath=0,2&mcustomize=multimessages_view.jsp&dataserno=202006180001&aplistdn=ou=data,ou=bulletin,ou=chinese,ou=ap_root,o=motc,c=tw&toolsflag=Y&imgfolder=img%2Fstand (Dec. 7, 2021)

[44] 行政院公報（2021）。中華民國無線電頻率分配表修正草案總說明。檢自 https://gazette.nat.gov.tw/EG_FileManager/eguploadpub/eg027064/ch06/type3/gov50/num18/images/Eg01.pdf (Dec. 7, 2021)

59.3 – 64GHz 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主） 無線電定位（主）	59.3 – 64GHz 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主） 無線電定位（主）	61.25 GHz ± 250 MHz 計劃供工、科、醫用設備使用
64 - 65GHz 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主），航空行動除外	64 - 65GHz 固定（主） 衛星與衛星間（主） 行動（主），航空行動除外	64 - 66 WRC-2000 決議可供高密度固定通信（HDFS）使用
65 - 66GHz 衛星地球探測（主） 太空研究（主） 衛星與衛星間（主） 固定（主） 行動（主），航空行動除外	65 - 66GHz 衛星地球探測（主） 太空研究（主） 衛星與衛星間（主） 固定（主） 行動（主），航空行動除外	
66 - 71 GHz 行動（主） 衛星行動（主） 無線電助航（主） 衛星無線電助航（主） 衛星與衛星間（主）	66 - 71 GHz 行動（主） 衛星行動（主） 無線電助航（主） 衛星無線電助航（主） 衛星與衛星間（主）	

資料來源：交通部（2021）。中華民國無線電頻率分配表(修正草案)。

此外，3GPP 正逐步整合行動通訊與衛星通訊標準，B5G 時代地面通訊與衛星通訊的整合，將銜接 6G 太空－空中－地面網路（Space-aerial-terrestrial），實現於山區及海洋場景皆可無縫接取之全球網路連結。日本電信業者 KDDI 於 2021 年 9 月宣布與 Space X 合作，將會利用 Starlink 衛星作為偏遠地區與離島等不易提供服務地區的後端網路，拓展服務範圍，並可用於緊急時的通訊備援，由此可見兩套獨立系統的整合，有利於業者擴大市場規模與降低成本。展望 6G 更先進的人工智慧與通訊技術，可望實現比 5G 更高速、更低延遲、更巨量連結之性能，為此國際主要國家皆著手開發毫米波與太赫茲頻譜於 6G 研究，我國亦應視研發需求探討開放毫米波與太赫茲頻譜資源供實驗用途。

第三章 主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃

第一節 英國

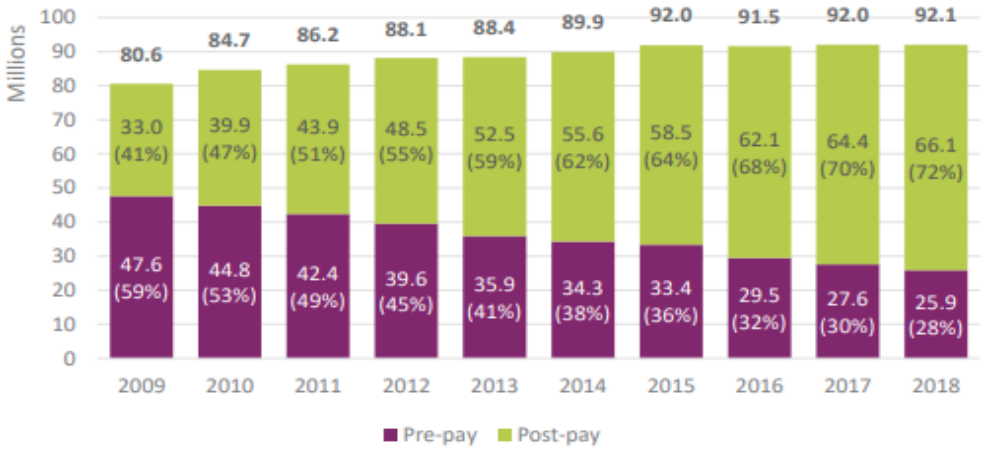
一、主管機關與電信市場概況

（一）主管機關

英國頻譜監理機關係通訊管理局（Office of Communication, Ofcom），掌管無線電頻譜、寬頻與電信服務等通訊服務監理機制；數位、文化、媒體暨體育部（Department for Digital, Culture, Media & Sport, DCMS）則主管英國電信、寬頻、網路及媒體等相關政策。

（二）電信市場概況與競爭情形

英國行動通訊用戶數於近年穩定成長，自 2009 年 8,060 萬成長至 2018 年約 9,200 萬用戶數[45]，而行動數據流量亦持續上升（參見圖 3.1.1 及圖 3.1.2）。

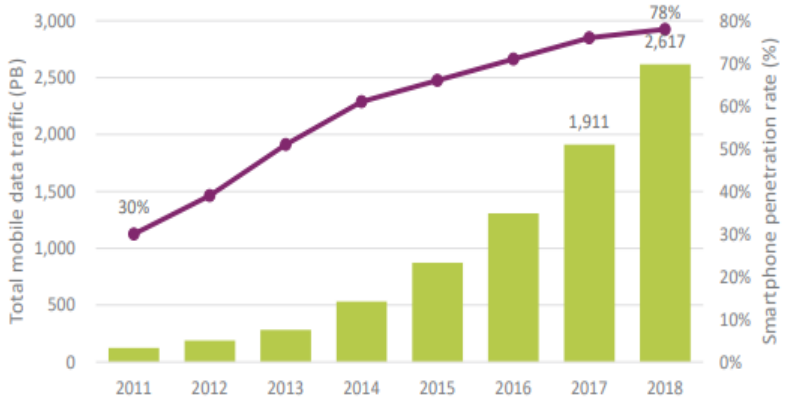


資料來源：資料來源：Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/192410/annexes-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf (Jun. 10, 2021)

圖 3.1.1 英國行動通訊用戶數

英國行動通訊產業為相對成熟之市場，由 BT/EE、Telefónica UK（或稱 O2）、Vodafone、Hutchison 3G UK（簡稱 H3G）等 4 家行動網路業者和少數但仍在成長之行動虛擬網路業者（Mobile virtual network operator, MVNO）所組成。行動網路業者除了以自己的網路提供自有品牌的零售服務外，亦向 MVNO 提供批發電信服務。部分 MVNO 由行動網路業者所掌管，也有獨立經營的 MVNO。自 2010 年，T-Mobile 和 Orange 於英國的行動網路業者合併為 Everything Everywhere（簡稱 EE）以來，英國市場集中度逐漸下降，目前與其他有四家 MNO 的歐洲國家市場集中度水準相當。

[45] Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands Annexes. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/192410/annexes-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf (Aug. 13, 2021)

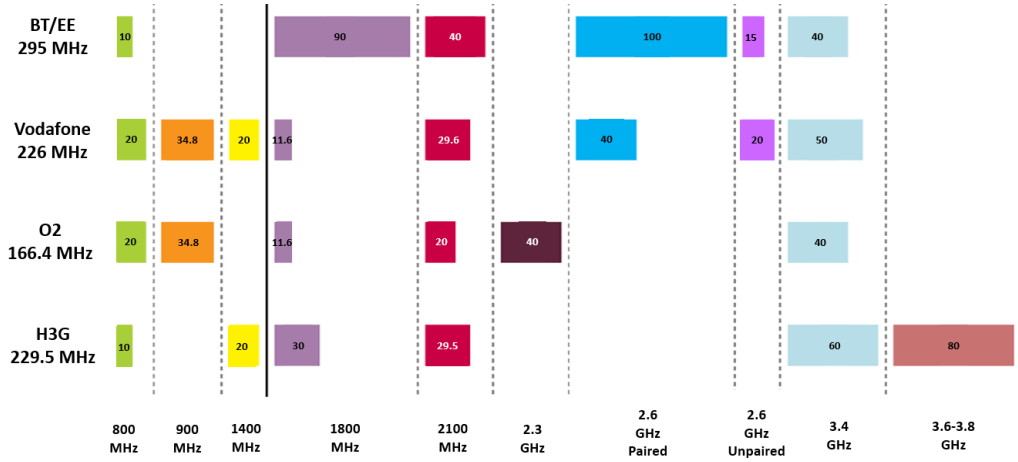


資料來源：Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/192410/a nnexes-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf (Jun. 10, 2021)

圖 3.1.2　英國行動數據流量與智慧型手機普及率

在行動網路業者中，O2 與 BT/EE 近期已成為零售和批發服務之最大供應商，自 2016 年以來，O2 取代 BT/EE 成為最大的批發行動服務供應商，2018 年 O2 之市占率達 34%，BT/EE 的市占率以 32%緊追在後；H3G 為最小的 MNO，2018 年時的市占率不到 12%，但正不斷成長中；而第三大業者 Vodafone 的市占率呈現下滑，2018 年時約為 22%[46]。

根據 Ofcom 2018 年統計，英國行動通訊市場電信業者頻譜持有情形中，BT/EE 持有頻譜總量為 295MHz 頻寬，Vodafone 持有 226MHz，H3G 持有 229.5MHz，O2 則持有 166.4MHz 頻寬（圖 3.1.3）[47]。



資料來源：Ofcom. (2018). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/130726/Award-of-the-700-MHz-and-3.6-3.8-GHz-spectrum-bands.pdf (Aug. 13, 2021)

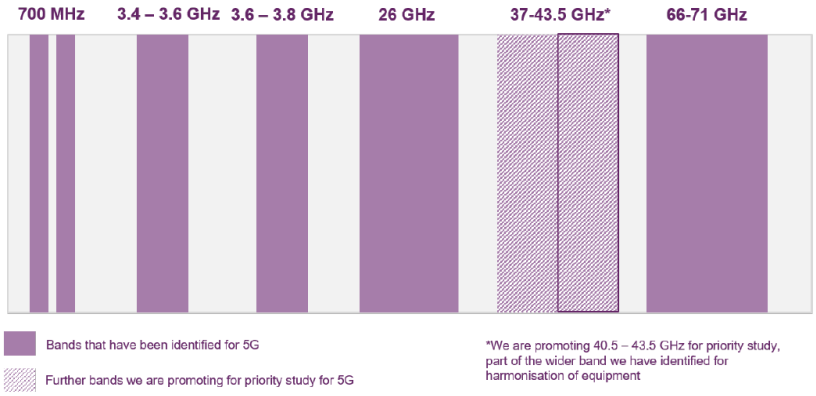
圖 3.1.3　英國行動通訊市場主要業者頻段與頻寬持有情形

[46] Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands Annexes. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/192410/annexes-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf (Aug. 13, 2021)

[47] Ofcom. (2018). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/130726/Award-of-the-700-MHz-and-3.6-3.8-GHz-spectrum-bands.pdf (Aug. 13, 2021)

二、短中長期頻譜釋出規劃

英國早於 2017 年規劃 5G 先驅頻段包含低頻段 700MHz 頻段、中頻段 3.4-3.6GHz 與 3.6-3.8GHz、和高頻段 26GHz 及 66-71GHz 頻段。此外，3.8-4.2 GHz 頻段亦符合國際間所認定之 5G 中頻段範圍，可支援 5G 技術應用，惟 3.8-4.2GHz 頻段僅提供業者做區域性使用（圖 3.1.4）[48]。



資料來源：Ofcom. (2017). 5G spectrum access at 26 GHz and update on bands above 30 GHz. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0014/104702/5G-spectrum-access-at-26-GHz.pdf (Jun. 10, 2021)

圖 3.1.4　英國 5G 先驅頻段

其中 3.4-3.6 GHz 頻段在 2018 年 4 月拍賣完成[49]，700 MHz 和 3.6-3.8 GHz 於 2021 年 4 月完成拍賣[50]。而 3.8-4.2 GHz 與 24.25-26.5 GHz 頻段於 2019 年 7 月 25 日釋出，採評審制釋照。而 26GHz 中的 26.5-27.5 GHz 頻段，Ofcom 預計 2021 年第 3 季或 2022 年第 3 季展開公眾諮詢[51]。至於 66-71GHz 則在 2018 年 11 月釋出，採免執照（licence-exempt）方式釋出（表 3.1.1）。

表 3.1.1　英國開放之 5G 頻段、頻寬及釋出時程

規劃頻段	釋出時程
3.4-3.6 GHz （3410-3480 MHz 及 3500-3580 MHz，共 150 MHz 頻寬）	已於 2018 年 4 月完成拍賣。
700 MHz FDD： 703-733 MHz/758-788 MHz （30 MHz×2，共 60 MHz 頻寬） 700 MHz SDL： 738-758 MHz（共 20 MHz 頻寬）	已於 2021 年 4 月完成拍賣。

[48] Ofcom. (2018). Enabling opportunities for innovation. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf (Aug. 13, 2021)
[49] Ofcom. (2018). Award of 2.3 and 3.4 GHz spectrum by auction. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/spectrum-awards/awards-archive/2-3-and-3-4-ghz-auction (Aug. 13, 2021)
[50] Ofcom. (2021). Award of 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum by auction. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/spectrum-awards/awards-archive/700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-auction (Aug. 13, 2021)
[51] Ofcom. (2021). Ofcom's plan of work 2021/22. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/216640/statement-plan-of-work-202122.pdf (Aug. 13, 2021)

3.6-3.8 GHz TDD： 3680-3800 GHz（共 120 MHz 頻寬）	
3.8-4.2 GHz（共 390 MHz 頻寬）	• 2016 年 4 月 14 日至 6 月 9 日第一次公眾諮詢。 • 2018 年 12 月 18 日至 2019 年 3 月 12 日第二次公眾諮詢。 • 2019 年 7 月 25 日釋出，釋照方式採評審制。
26 GHz （24.25-26.5GHz，共 2,250MHz 頻寬）	• 2017 年 7 月 28 日至 9 月 22 日第一次公眾諮詢。 • 2019 年 7 月 25 日釋出，釋照方式採評審制。
26 GHz （26.5-27.5 GHz）	• 預計 2021 年第 3 季或 2022 年第 3 季展開公眾諮詢。
66-71 GHz	• 2018 年 7 月 5 日至 8 月 6 日進行公眾諮詢 • 2018 年 11 月釋出，釋照方式採免執照（licence-exempt）。

資料來源：本研究彙整。

（一）700MHz

700 MHz 頻段原供數位無線電視（Digital Terrestrial Television, DTT）與無線麥克風使用，Ofcom 規劃四年期計畫清空此頻段，供取得頻段的電信業者使用。此頻段可於室內及室外廣闊區域(含鄉村地區)提供良好品質的行動通訊涵蓋率、更穩定的消費者服務。

（二）3.6-3.8GHz

3.6-3.8 GHz 可用於大量數據傳輸，英國四大電信業者已於 2019 年推出 5G 服務，釋出此頻段將有助提升行動數據服務的涵蓋率及品質。

（三）3.8-4.2GHz

Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日發布《共享接取執照(Enabling wireless innovation through local licensing）規定》中，指定 4 個頻段作為區域性共享頻段[52]，3.8-4.2 GHz 為其中之一。3.8-4.2GHz 頻段原有三種用途，分別使用於衛星地球電臺（Satellite Earth Stations）、點對點固定鏈路（Point-to-Point Fixed Links），及英國寬頻無線接取應用。Ofcom 規劃此頻段供企業申請執照，用於 5G 專網與固定無線接取服務（Fixed Wireless Access, FWA），在缺乏光纖設備的鄉村地區，固定無線接取可以降低安裝成本，同時提升無線寬頻的傳輸速度。

（四）26GHz

Ofcom 訂定之 26GHz 頻段範圍為 24.2-27.5GHz。較低頻率的 24.25-26.5GHz 原用於固定鏈路、地球探測衛星服務（Earth Exploration Satellite Service）與太空研究的衛星接收站，也有部分用在節目製作和特別活動（Programme Making and Special Events, PMSE）設備，與短距離通訊設備（Short Range Devices），此頻段適用於共享接取執照。而較高頻率的 26.5-27.5GHz 則為英國國防部使用中，Ofcom 未來將對此頻段展開公眾諮詢研析使用面向與釋照方式。

[52] Ofcom. (2019). Enabling wireless innovation through local licensing. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf (Aug. 13, 2021)
註：4 個共享頻段分別為 3.8-4.2GHz, 1800MHz, 2300MHz 與 26GHz。

（五）66-71GHz

2015 年 Ofcom 5G 頻段報告[53]將 66-71GHz 頻段認定為 5G 先驅頻段之一，若用於 5G 佈建可減少對其他頻率的干擾，此頻段採免執照申請，目前用於固定無線寬頻服務。

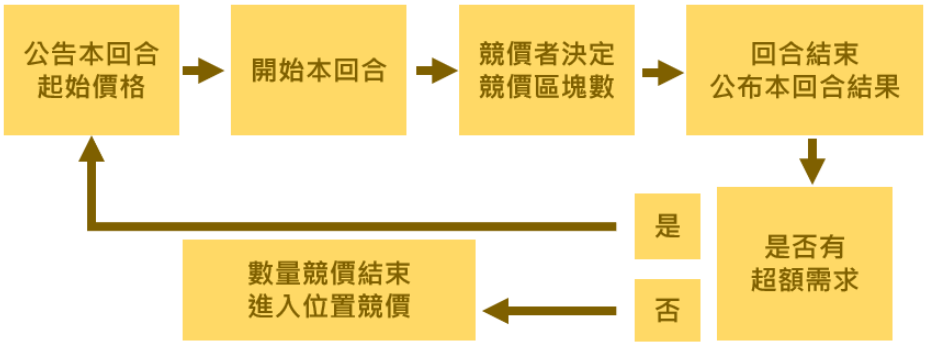
三、700MHz、3.6-3.8GHz 釋出機制與配套措施

Ofcom 在頻譜分配上具有保護消費者權益、平衡企業公平競爭、以及維護消費者擁有健全行動網路選擇的責任，且鑑於頻譜資源的稀少性，Ofcom 採公開拍賣制釋出 700MHz、3.6-3.8GHz 頻譜資源。雖部分業者因 Covid-19 爆發，曾提出以行政程序方式釋照取代公開拍賣方式，但 Ofcom 認為以行政程序方式釋照無法確保頻譜達到最佳利用[54]，最終決定採用同步多回合上升拍賣制（Simultaneous Multiple Round Ascending, SMRA）。

（一）拍賣流程

700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 的頻譜拍賣分為兩個競標階段：數量競價（Principal Stage）和位置競價（Assignment Stage）。數量競價決定競價者取得的頻段區塊數量，位置競價決定得標者其得標區塊的特定使用頻段。

數量競價開始時，所有頻譜的價格皆為底價，若區塊需求大於或等於供應數量，則各頻段的區塊價格將在下一回合中提高，競價者須以更高的新價格進行競價，若於回合中無競價者開出新價，也無競價者提出資格事件（Eligibility Event），數量競價即結束，此時的區塊總需求與供應數量相符，得標者可得知贏得的區塊數量，並支付最後出價的金額（圖 3.1.5）。位置競價僅舉行一回合，採用次高價格得標規定（Second Price Rule），即得標者最後支付的價格並非其開出之競價價格，實為第二高的競價金額。



資料來源：Ofcom. (2019). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz Spectrum Bands - Revised Proposals on Auction Design. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/172648/revised-proposal-auction-design.pdf (Aug. 12, 2021)

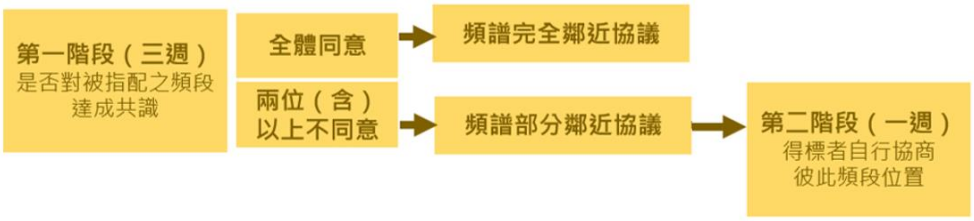
圖 3.1.5　英國 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 數量競價流程

[53] Ofcom. (2015). Spectrum above 6 GHz for future mobile communications. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/69422/spectrum_above_6_ghz_cfi.pdf (Aug. 13, 2021)

[54] Ofcom. (2020). Ofcom confirms plans for spectrum auction early next year. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/media/media-releases/2020/plans-for-spectrum-auction (Aug. 13, 2021)

位置競價結束至處理投標前，3.6-3.8GHz 頻段的得標者有四週的協商期（Negotiation Period）進行共同協商。Ofcom 考量 5G 需要連續的大頻塊以達最適佈建，而一些行動網路業者已於 2018 年 4 月的拍賣取得 3.4-3.6GHz 頻段執照，因此特別設立協商期，讓 3.6-3.8GHz 頻段的得標者可於 3.4-3.8 GHz 之既有頻段與新得標頻段進行頻譜交易，使持有頻段更集中。

協商期第一階段為期三週，全體得標者可表示是否對被指配之頻段達成共識，若全體得標者一致同意被指配的確切頻率，則簽署頻譜完全鄰近協議（Full adjacency agreement），然若兩位（含）以上得標者有異議，則第一階段未能達成共識，僅部分同意確切指配頻率、欲進行頻段協商的得標者簽署頻譜部分鄰近協議（Partial adjacency agreement），之後進入為期一週的第二階段，得標者可自行協商，交易彼此得標的頻段位置（圖 3.1.6）。



資料來源：Ofcom. (2019). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz Spectrum Bands - Revised Proposals on Auction Design. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/172648/revised-proposal-auction-design.pdf (Aug. 12, 2021)

圖 3.1.6　英國 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 協商期流程

（二）拍賣規則

1. 頻段拍賣區塊及底價

- 700MHz 補充下行鏈路（Supplemental Downlink, SDL）頻段：4 單位 5MHz 區塊（總計 20MHz 頻寬），底價為每單位 100 萬英鎊（約新臺幣 3,939 萬元）。
- 700MHz FDD 頻段：6 單位 2×5MHz 區塊（lot）（總計 60 MHz 頻寬），底價為每單位 1 億英鎊（約新臺幣 39.39 億元）。
- 3.6-3.8 GHz 頻段：24 單位的 5MHz 區塊（總計 120MHz 頻寬），底價為每單位 2,000 萬英鎊（約新臺幣 7,878 萬元）。

2. 保證金

欲參與拍賣的業者須在申請階段繳交 10 萬英鎊（約新臺幣 393.9 萬元[55]）的初始保證金（Initial Deposit），並於數量競價開始前繳交 90 萬英鎊（約新臺幣 3,545.1 萬元）的額外保證金（Additional Deposit）。保證金用於計算各競價者數量競價第一回合的資格上限（Eligibility Limit），以決定競價者可競價的區塊數量最大值。

[55] 註釋：Ofcom 於 2021 年 3 月 17 日公布 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻段數量競價結果，故查照中央銀行 2021 年 3 月 17 日當日匯率計算之

在數量競價的每一回合結束後，Ofcom 要求競價者的保證金不得低於其財務風險（Financial Exposure），財務風險係指當競價者為該回合暫時得標者時，其競價區塊數乘以暫時得標金額，未能及時補齊保證金的競價者，不得進行新的競價。

數量競價的最後一回合結束後，得標者須將保證金額度補齊至得標金額（即得標區塊數乘以得標金額），未能及時補齊保證金的得標者，在位置競價僅能以 0 英鎊競價。

位置競價中，競價者的保證金須包括數量競價得標金額與位置競價的最高競價金額，不符規定者，其位置競價將被視為無效，且競價金額以 0 英鎊計算。

3.資格規則（Eligibility Rule）

資格規則係用於防止超額需求，每位競價者每回合具有特定資格點數（Eligibility Points），影響競價者於數量競價中每回合可競價的區塊數，資格點數具有上限，稱為資格上限（Eligibility Limit），第一回合資格上限將依競價者繳交的保證金（初始保證金加上額外保證金）計算，之後每回合資格上限為上一回合所使用的資格點數總和，但競價者也可於當回合中提出資格事件（Eligibility Event），將上一回合資格上限延續至下一回合。

數量競價第一回合資格上限計算方式（表 3.1.2）[56]：

（1） 競價者繳交的保證金少於 400 萬英鎊（約新臺幣 1.58 億元）時，資格上限為保證金金額除以 100 萬英鎊（約新臺幣 3,939 萬元），並以四捨五入至整數。

（2） 競價者繳交的保證金大於等於 400 萬英鎊（約新臺幣 1.58 億元）、少於 4.84 億英鎊（約新臺幣 190.65 億元）時，資格上限的計算公式如下（E 為資格上限，D 為保證金金額）：

$$E = 4 + [\frac{D-4{,}000{,}000}{20{,}000{,}000}]$$（四捨五入至整數）

（3） 競價者繳交的保證金大於等於 4.84 億英鎊（約新臺幣 190.65 億元）、少於 10.84 億英鎊（約新臺幣 426.99 億元）時，資格上限的計算公式如下（F 為資格上限，D 為保證金金額）：

$$F = 28 + 4 \times [\frac{D-484{,}000{,}000}{100{,}000{,}000}]$$（四捨五入至整數）

（4） 競價者繳交的保證金大於等於 10.84 億英鎊（約新臺幣 426.99 億元）時，資格上限為 52 點。

[56] Ofcom, 2020. The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/205547/annex-draft-auction-regulations.pdf

表 3.1.2　英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻譜拍賣第一回合資格上限計算公式

保證金金額（D）	第一回合資格上限（E）
D＜£400 萬	E = D/100 萬
£400 萬≦D＜£4.84 億	$E = 4 + [\frac{D-4,000,000}{20,000,000}]$
£4.84 億≦D＜£10.84 億	$E = 28 + 4 \times [\frac{D-484,000,000}{100,000,000}]$
D≧£10.84 億	E = 52

資料來源：Ofcom. (2019). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz Spectrum Bands - Revised Proposals on Auction Design. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/172648/revised-proposal-auction-design.pdf (Aug. 12, 2021)

第二回合後資格上限計算方式：

- 資格點數上限為競價者於最近前一回合各頻段之資格點數使用量總和，且最近前一回合未發生資格事件。
- 若最近前一回合發生資格事件，則資格點數上限為最近前一回合的資格點數上限。
- 競價者每回合各頻段之資格點數使用量計算方式：
- 該回合競價者所提出的需求區塊數量乘以單位資格點數，為該回合資格點數使用量，亦為下一回合資格點數上限。
- 若該回合競價者並未提出需求區塊數量或提出之需求區塊數量無效，最近前一回合結束後其暫時得標區塊數量乘以單位資格點數，為該回合資格點數使用量，亦為其下一回合資格點數上限。
- 若該回合競價者並未競價任何區塊，且最近前一回合結束後未持有任何暫時得標區塊，該回合資格點數使用量為零，其下一回合資格點數上限歸 0。

基本上，競價者每回合資格上限為前一回合所使用之資格點數，但在拍賣流程中每位競價者具有三次資格事件（Eligibility Event）使用權，發生資格事件的回合競價者將暫時棄權，可將該回合的資格點數上限，延續至下一回合。資格事件可由競價者自行提出或由系統自動使用，其使用條件分別如下：

（A）自行提出申請條件

I. 當該回合競價者用於維持上回合暫時得標區塊的資格點數，小於該回合資格點數上限；且

II. 競價者該回合未提出新的競價；且

III. 尚未使用滿三次資格事件。

（B）系統自動使用條件（系動自動視為暫時棄權）

I. 競價者該回合未進行有效競價；且

II. 該回合維持前一回合暫時得標區塊之資格點數低於該回合資格點數上限；且

III. 尚未使用滿三次資格事件。

4. 各頻段單位資格點數

前述單位資格點數，依不同頻段區塊有所差異，彙整如下：

（1）700 MHz 對稱頻段：單位區塊數量乘以 4。

（2）700 MHz 非對稱頻段：單位區塊數量乘以 1。

（3）3.6-3.8 GHz 頻段：單位區塊數量乘以 1。

Ofcom 考量競價者可能出於競價策略或預算限制進行技巧性競價。若出於競價策略，競價者可能會先於拍賣早期使用資格點數向 A 頻段進行競價，以維持一定的資格上限至下一回合，最終再使用資格點數轉向 B 頻段進行競價；若基於預算考量，當競價價金超過價競者預算時，競價者會摒棄繼續上一回合所競價之 A 頻段，將當回合持有之資格點數轉移使用於 B 頻段，於上述兩種狀況下，A 頻段被視為 B 頻段的替代頻段，而此種競價方式存在破壞頻段拍賣公平性之虞。為避免競價者輕易地透過轉換頻段，於拍賣早期階段刻意保留對特定頻段的需求，使用惡意競價方式保有資格點數，Ofcom 針對 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 頻段進行市場需求評估，採 2：1 的資格點數比率[57]。

（三）參與競標業者

1. 參與業者

此次 700MHz 和 3.6-3.8GHz 頻段拍賣，共四家電信業者參與競價，分別為 EE、Hutchison 3G UK、Telefónica UK 和 Vodafone。

位置競價結束後 Telefónica 與 Vodafone 分別簽署頻譜部分鄰近協議（Partial adjacency agreement），合意進行確切頻率的協商交易，此次頻段換置讓 Telefónica 在 3.6 GHz 頻段上擁有連續 80 MHz 的區塊[58]，也讓 Vodafone 頻率位置更鄰近。

最終拍賣結果，EE 取得總頻寬 80MHz，總得標金為 4.75 億英鎊（約新臺幣 187.1 億元）；Hutchison 3G UK 取得總頻寬 20MHz，總得標金 2.8 億英鎊（約新臺幣 110.29 億元）；Telefonica UK 取得總頻寬 60MHz，總得標金 4.48 億英鎊（約新臺幣 176.47 億元）；Vodafone Limited 取得總頻寬 40MHz，總得標金為 1 億 7,640 萬英鎊（約新臺幣 68.48 億元）（表 3.1.3）。

[57]註：此次拍賣以 5MHz 為一單位，700 MHz 對稱頻段與 700 MHz 非對稱頻段、3.6-3.8 GH 頻段每單位資格點數比率為 2：1，但因 700 MHz 對稱頻段以一組（2×5MHz）對稱區塊為最小單位進行拍賣，故可視為每單位資格點數為 4 點。

[58] Mobile Europe. (2021). Ofcom concludes UK auction, O2 and Vodafone plan spectrum swap to boost 5G. Retrieved from https://mobileeurope.co.uk/press-wire/15715-partners-o2-vodafone-propose-spectrum-swap-to-improve-5g-coverage (Aug. 13, 2021)

表 3.1.3　700MHz 和 3.6-3.8GHz 競價結果[59]

得標者	頻段位置	總得標金
EE	723-733 MHz and 778-788 MHz 738-758 MHz 3680-3720 MHz	4.75 億英鎊 （約新臺幣 187.1 億元[60]）
Hutchison 3G UK	713-723 MHz and 768-778 MHz	2.8 億英鎊 （約新臺幣 110.29 億元）
Telefónica UK	703-713 MHz and 758-768 MHz 3760-3800 MHz	4.48 億英鎊 （約新臺幣 176.47 億元）
Vodafone	3720-3760 MHz	1 億 7,640 萬英鎊 （約新臺幣 68.48 億元）。

資料來源：Ofcom. (2021). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands – Notice under regulation 121 of the Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020 ("the Regulations"). Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/217954/notice-reg-121.pdf (Aug. 13, 2021)

2. 是否允許合資公司

Ofcom 並未針對合資公司設下競價限制，惟申請業者之競價團隊成員不得同時為另一申請業者之競價團隊成員，即同一集團不可複數申請，若發生上述情形，將無法參與拍賣。參加拍賣的申請業者必須揭露集團所屬之企業當前擁有的頻譜執照與資訊、重大利害關係人關係，以及重大利害關係人所持有的權益。重大利害關係人係指其持有申請業者股東大會 25%以上股份之股東、申請業者展開重要業務必須向其獲得許可之人／組織，或具有任命、罷免申請業者董事會多數成員之權力者。

（四）頻譜取得上限

Ofcom 沿用 2018 年 3.4-3.6GHz 拍賣的頻譜持有上限規定，同時評估英國四大電信業者於市場上持有頻譜總量占比、可能致使的風險，計算出頻譜持有總量上限以 37%為最適比例。頻譜持有總量上限限制單一業者於拍賣後，持有之頻譜總量比例不得超過 37%，經比例換算，業者於此次釋照後實務上可持有之頻譜以 416MHz 為限[61]。各業者於 700MHz 與 3.6-3.8GHz 頻段拍賣可取得之頻率使用權上限如下表 3.1.4：

[59] Ofcom. (2021). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands – Notice under regulation 121 of the Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020 ("the Regulations"). Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/217954/notice-reg-121.pdf (Aug. 13, 2021)

[60] 註釋：Ofcom 於 2021 年 3 月 17 日公布 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻段數量競價結果，故查照中央銀行 2021 年 3 月 17 日當日匯率計算之

[61] Ofcom. (2020). Statement on the final regulations for the award of spectrum in the 700 MHz and 3.6- 3.8 GHz frequency bands. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/205554/statement-final-regulations-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum-award.pdf (Aug. 13, 2021)

表 3.1.4　各業者於 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 頻段可取得之頻譜上限

行動網路業者	可取得頻率使用權上限（MHz）
EE	120
Hutchison 3G (Three)	185
Vodafone	190
Telefónica (O2)	不受限制

資料來源：Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/192413/statement-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf

Ofcom 認為，持有較多頻譜使用權的業者雖更能滿足消費者對行動寬頻的需求、獲得更多客戶與市占率，但持有較少頻譜使用權的業者無法透過設置更多站點等方式彌補差距，可能導致行動通訊市場競爭風險；此外，Ofcom 考量市場上至少須有四家行動網路業者才能讓消費者從競爭性市場獲益，並確保業者持續投資新服務和產品。綜合以上因素，Ofcom 在頻譜拍賣上設置頻譜持有總量上限，避免業者間持有頻譜數量差異導致競爭風險，防止已持有較多頻譜資源的業者透過競標獲得更多競爭優勢，而不利於市場公平競爭。

（五） 得標者義務

英國 700 MHz 及 3.6-3.8 GHz 頻段得標者無涵蓋義務及使用義務（Roll-out obligations）。雖然 Ofcom 曾於 2018 年 12 月提議於拍賣規則中納入涵蓋義務，要求至多兩家行動網路業者擴大農村地區涵蓋率以換取折扣，但因行動網路業者已根據 Ofcom 建議制定「共享農村網路（Shared Rural Network）」計畫，故不適合再納入涵蓋義務。此外，「頻譜被使用」之基準難以定義，而得標者也可能因商業或技術等合理原因未使用頻譜，義務的設置有扭曲或降低投資誘因之虞。

（六）頻率使用期限

700 MHz 及 3.6-3.8 GHz 頻段釋照初始期（Initial period）為核發執照起算 20 年，為不定期（Indefinite Period）執照，初始期滿後，執照持有者將繼續持有執照，但在初始期滿後，主管機關可視情況，基於公共利益（例如，解決特定市場失靈）等合理情況下撤銷執照[62]。

（七）其他使用規定

700 MHz 及 3.6-3.8 GHz 的執照非排他使用，釋出的頻段同樣適用於 Ofcom 在 2019 年 7 月發布的地區接取執照（Local Access Licence）[63]規定，此規定起源於部分行動網路業者雖取得全國性頻譜執照，但並未於地方使用該頻段，故開放該頻段供有需求者申請區域性使用，在 Ofcom 同意下，申請者可與既有執照持有者協調，在不干擾或限制既有執照持有者未來發展的情況下使用前述頻段。

[62] Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/192413/statement-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf (Aug. 13, 2021)

[63] Ofcom. (2019). Local Access Licence. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0037/157888/local-access-licence-guidance.pdf (Aug. 13, 2021)

四、小結

英國於 2021 年 700MHz、3.6-3.8GHz 釋照採多回合上升拍賣制（SMRA），於數量競價階段採資格點數，於位置競價階段採一回合競價並納入次高價格，執照效期為 20 年。競標資格方面，設有單一業者持有之頻譜總量比例不得超過 37%（416MHz）的總量上限；雖未限制合資公司參與，但規定同一集團不可複數申請。得標義務方面，則因行動通訊業者已配合政府參與「共享農村網路」計畫，故未再納入涵蓋義務（參見表 3.1.5）。

表 3.1.5　英國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整

項目	2021 年 700MHz、3.6-3.8GHz 釋照
開放頻段及頻寬	● 700MHz 補充下行鏈路（Supplemental Downlink, SDL）頻段：4 單位 5MHz 區塊（總計 20MHz 頻寬） ● 700MHz FDD 頻段：6 單位 2×5MHz 區塊（總計 60 MHz 頻寬） ● 3.6-3.8 GHz 頻段：24 單位的 5MHz 區塊（總計 120MHz 頻寬）
釋出方式	**多回合上升拍賣制（SMRA）** ● 數量競價（採用資格點數） ● 位置競價（一回合，採用次高價格；競價後針對 3.6-3.8 GHz 頻段得標者設有協商期）
參與頻率競標或指配業者家數	EE、Hutchison 3G UK、Telefónica UK 和 Vodafone 共 4 家電信業者參與競標，共 4 家得標
鼓勵或扶植新進業者措施	-
是否允許合資公司參與	Ofcom 並未針對合資公司設下競價限制，惟申請業者之競價團隊成員不得同時為另一申請業者之競價團隊成員，即同一集團不可複數申請，若發生上述情形，將無法參與拍賣。
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持有總量上限及考量因素，或未設上限之考量因素	為避免業者間持有頻譜數量差異導致競爭風險，單一業者持有之頻譜總量比例不得超過 37%（416MHz），各業者上限如下： ● EE：120 MHz ● Hutchison 3G (Three)：185 MHz ● Vodafone：190 MHz ● Telefónica (O2)：不受限制
得標者義務	無，因行動網路業者已根據 Ofcom 建議制定「共享農村網路」計畫，不適合再納入涵蓋義務。而「頻譜被使用」之基準難以定義，而得標者也可能因商業或技術等合理原因未使用頻譜，義務的設置有扭曲或降低投資誘因之虞。
頻率使用期限	核發執照起算 20 年

資料來源：本研究彙整。

第二節 歐盟

一、主管機關與電信市場概況

為促進歐盟各國頻譜資源和諧使用，歐盟執委會（European Commission）訂有歐盟頻譜使用政策[64]，其中又以歐盟無線頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）[65]為主要負責單位，而為追蹤 5G 行動計畫的進度，歐盟執委會於 2018 年啟動歐洲 5G 觀測站（European 5G Observatory），作為測歐洲主要市場發展之觀測工具；歐洲 5G 觀測站亦發布報告，報導成員國的頻譜拍賣及 5G 策略之準備行動[66]。

截至 2021 年 6 月，已有 25 個國家開始提供 5G 商用服務，分別為奧地利、比利時、保加利、塞普勒斯、捷克、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、義大利、拉脫維亞、盧森堡、馬爾他、荷蘭、波蘭、羅馬尼亞、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙與瑞典，而葡萄牙和立陶宛仍尚未提供 5G 商用服務之國家[67]。

二、短中長期頻譜釋出規劃

為確保歐洲儘早佈建 5G 基礎設施，歐盟執委會於 2016 年通過《歐洲 5G 行動計畫》（5G Action Plan for Europe），目標最遲於 2020 年底前在所有歐盟成員國內啟動 5G 服務，並迅速建設以確保於 2025 年之前，在城市地區和主要運輸路線上能實現不間斷的 5G 涵蓋[68]。

RSPG 在 2016 年建議 5G 佈署須與 1GHz 以下之頻段（尤其是 700MHz 頻段）相互協調以實現全國和室內 5G 涵蓋率；而 3400-3800MHz 頻段適合作為歐洲引入 5G 服務之主要頻段，該頻段已協調為行動網路使用且有高達 400MHz 之連續頻段，可以實現廣域頻道頻寬（wide channel bandwidth）。24GHz 以上頻段可以確保達成 5G 性能表現目標，故 RSPG 根據 WRC-15 提議之頻段，著重考量 24.25-27.5 GHz、31.8-33.4 GHz 和 40.5-43.5 GHz 等 6GHz 以上頻段，以加強全球協調的機會。其中行動通訊業界支持 24.25-27.5GHz 頻段作為歐洲較早實施 24 GHz 以上之 5G 先驅頻段（5G Pioneer Bands）[69]。綜合上述觀點，歐盟確立 700MHz（694-790MHz）、3.6GHz（3.4-3.8 GHz）與 26 GHz（24.25-27.5 GHz）為 5G 先驅頻段。

---

[64] European Commission. (2018). Digital Single Market-Spectrum in the European Union. Retrieved from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/spectrum-european-union (Jan. 20, 2021)

[65] Radio Spectrum Policy Group. (2016). Opinion on spectrum related aspects for next-generation wireless systems (5G). Retrieved from https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/RPSG16-032-Opinion_5G.pdf(Aug. 13, 2021)

[66] European Commission. (2020). Towards 5G. Retrieved from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/5G (Jan. 20, 2021)

[67] European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 12. Retrieved from https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/07/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-12_v1.0.pdf (Aug. 13, 2021)

[68] European Commission. (2020). Towards 5G. Retrieved from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/5G (Jan. 20, 2021)

[69] Radio Spectrum Policy Group. (2016). Opinion on spectrum related aspects for next-generation wireless systems (5G). Retrieved from https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/RPSG16-032-Opinion_5G.pdf(Aug. 13, 2021)

除了上述先驅頻段，RSPG 認為 31.8-33.4 GHz 頻段為相當有前景的頻段，且許多歐洲行政部門可較容易地於該頻段佈署 5G 服務；為評估該頻段未來的可用性、產業需求、全球協調潛力和保護現有服務所需技術條件，需要對該頻段進行更深入的研究。RSPG 建議為了保持該頻段未來發展 5G 之開放性，應該盡可能避免將其他頻段之使用範圍轉移至 31.8-33.4GHz 頻段。而 40.5-43.5GHz 頻段亦為 RSPG 認為長期而言用於 5G 的可行選擇，因此建議應該盡可能避免將其他頻段之使用範圍轉移至 40.5-43.5GHz 頻段以保持該頻段未來發展 5G 之開放性[70]。據歐盟 2021 年第 2 季 5G 觀測季報[71]，比利時預計於 2022 年至 2027 年間釋出 31.8-33.4GHz 與 40.5-43.5 GHz 頻段，而瑞典則已開放 40.5-43.5 GHz 頻段的測試執照。

為追蹤 5G 行動計畫進度，歐盟執委會於 2018 年啟動歐洲 5G 觀測站，發布報告、報導成員國頻譜拍賣及 5G 策略之準備行動[72]。歐盟執委會於同年發佈「歐盟數位單一市場頻譜（Digital Single Market-Spectrum in the European Union）[73]」指出，將於 2020 年中前完成相關技術與規範整備，並於 2020 年前完成所有 5G 先驅頻段指配，2020 至 2025 年則以 5G 基礎建設為中心，預計於 2025 年達成各成員國主要城市和主要交通幹線上順暢使用 5G 之目標。另歐盟執委會於 2021 年 3 月發佈「2030 年數位羅盤：歐洲數位十年之路（2030 Digital Compass: The European Way for the Digital Decade）[74]」，計畫於 2030 年底前達到 5G 涵蓋至歐洲每戶家庭之目標（參照表 3.2.1）。惟因受 Covid-19 疫情影響，各成員國頻譜分配進度皆有所延遲，截止至 2021 年 6 月僅有 5 個國家完成所有 5G 先驅頻譜分配。歐盟尚未因前述情形變更相關計畫，後續情況有待持續追蹤。

表 3.2.1　歐盟 5G 頻譜監理措施

時間	監理措施
2018 年中	更新「歐盟電子通訊指令（European Electronic Communications Code），新增頻譜協調（Coordination）之相關規定。
2019 年	規範 3.6GHz 與 26GHz 頻段之技術協調規範。
2020 年中	各國將新歐盟電子通訊指令轉換為國家法律，包括加速頻譜釋出時間、延長許可證使用年限等規定。
2020 年	所有成員國應在 2020 年中指配 700MHz 頻段於 5G 應用；其他 5G 頻段（3.6GHz 和 26GHz）則應在 2020 年底前指配完成。
2020-2025 年	推出 5G 基礎建設。
2025 年	進入千兆社會（Gigabit Society）；5G 得於各成員國主要城市和

[70] Radio Spectrum Policy Group. (2016). Opinion on spectrum related aspects for next-generation wireless systems (5G). Retrieved from https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/RPSG16-032-Opinion_5G.pdf(Aug. 13, 2021)

[71] European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 12. Retrieved from https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/07/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-12_v1.0.pdf (Aug. 13, 2021)

72 European Commission. (2020). Towards 5G. Retrieved from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/5G (Jan. 20, 2021)

73 European Commission. (2018). Digital Single Market-Spectrum in the European Union. Retrieved from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/spectrum-european-union(Jan. 20, 2021)

[74] European Commission. (2021). Europe's Digital Decade: digital targets for 2030. Retrieved from https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en (Aug. 20, 2021)

	主要交通幹線上順暢使用
2030 年	2030 年底前佈建至少 10,000 個高效能的邊緣雲端節點、5G 涵蓋範圍須覆蓋歐洲每戶家庭

資料來源：本研究彙整自 European Commission. (2018). Digital Single Market-Spectrum in the European Union. Retrieved from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/spectrum-european-union(Jan. 20, 2021)
European Commission. (2021). Europe's Digital Decade: digital targets for 2030. Retrieved from https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en (Aug. 20, 2021)

三、釋出機制與配套措施

（一）頻段機制

據歐盟 2021 年第 1 季 5G 觀測季報[75]，為加速歐盟於 2020 年前完成 5G 基礎設施佈建及數位單一市場服務發展，並在 2025 年前達成 5G 全面涵蓋，歐盟執委會於 2016 年 9 月啟動「5G Action Plan」計畫，為歐盟公、私部門的 5G 基礎設施規劃明確路徑。「5G Action Plan」旨在確保所有歐盟成員國在 2020 年底前至少於一個主要城市推出 5G 商用後，2025 年底前不間斷地完成所有城市地區和主要交通幹道涵蓋。「5G Action Plan」規範歐盟成員國在 5G 發展路徑上須達成的關鍵目標：

1. **解除瓶頸（Unlocking Bottlenecks）**：由 RSPG 認定歐盟 5G 先驅頻段，同前文，RSPG 已認定 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz 為先驅頻段。
2. **加速 5G 商用**：於 2017 年底前確認 5G 完整頻段，並致力授權 6GHz 以上的特定頻段。

在「5G Action Plan」脈絡下，歐盟制定以下 4 個規範，輔助成員國設立 5G 具體目標、促進基礎佈建、加速頻譜分配：

1. 《歐洲電子通訊指令》（European Electronic Communications Code, EECC）制定於 2018 年 12 月，歐盟成員國須於 2020 年底前提供 5G 先驅頻段各類執照擁有至少 20 年的投資確定性與可預測性。同時建立自願性同儕檢視（Voluntary Peer Review）規範，以利歐盟內部頻譜分配。
2. 《小區域無線接取點或小型天線實施條例》（Implementing Regulation on Small-Area Wireless Access Points, or Small Antennas）於 2020 年 6 月通過，在各國主管機關監管下，可透過許可豁免（Permit-Exempt）的佈建制度，簡化及加速 5G 網路建置。
3. 「2030 年數位羅盤：歐洲數位十年之路」於 2021 年 3 月提出，旨在實現歐洲數位轉型，做好全面性投資與監管準備，其中目標包括於 2030 年底佈建至少 10,000 個高效能的邊緣雲端節點、5G 涵蓋範圍須覆蓋歐洲每戶家庭。
4. 「連通工具箱」（Connectivity toolbox）規範歐盟成員國應於 2021 年 4 月前提供實踐 5G 佈建的策略方針，並在 2022 年 4 月報告實施情況。截至 2021

[75] European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 11. Retrieved from http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/04/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-11-2.pdf (Aug. 20, 2021)

年 6 月為止，歐盟成員皆已提供實踐 5G 佈建的策略方針[76]。

（二）各成員國頻譜釋出現況

因受 COVID-19 疫情影響，各成員國於頻譜分配上皆有所延遲，無法達成歐盟原先設定的 2020 年前完成先驅頻段分配之目標。然而，各成員國也陸續規劃與進行頻譜拍賣，截止至 2021 年 6 月底，歐盟 27 國先驅頻段總分配完成比例為 45.8%，其中 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz 頻段分配完成的比例分別為 50%、65% 和 22%。已有 15 個國家完成 700MHz 頻段分配，20 個國家完成 3.6GHz 頻段分配以及 5 個國家完成 26 GHz 頻譜分配，詳細內容參照表 3.2.2。其中義大利是第一個完成所有頻譜分配的國家，其次為芬蘭與希臘。

表 3.2.2　歐盟各成員國 5G 頻譜分配情形一覽表

頻段	已分配成員國數	已分配成員國
低頻段（700 MHz）	15	奧地利、賽普勒斯、捷克、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、義大利、盧森堡、荷蘭、斯洛伐克、瑞典、斯洛維尼雅
中頻段（3.6 GHz）	20	奧地利、比利時（僅完成 40MHz）、保加利亞、賽普勒斯、捷克、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、義大利、拉脫維亞、盧森堡、羅馬尼亞、葡萄牙（僅完成 100MHz）、斯洛維尼雅、西班牙、瑞典
高頻段（26 GHz）	5	丹麥、義大利、芬蘭、希臘、斯洛維尼亞（德國開放區域性專網執照申請）

資料來源：European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 12. Retrieved from https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/07/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-12_v1.0.pdf (Aug. 13, 2021)

四、小結

歐盟規劃 5G 先驅頻段 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz，以及前景頻段 31.8-33.4 GHz、40.5-43.5GHz 頻段。雖然 2016 年《歐洲 5G 行動計畫》訂定 2020 年底前完成所有會員國啟動 5G 服務之目標，但受疫情影響，大多數成員國延後頻譜分配時程，無法達成歐盟原先設定 2020 年前完成先驅頻段分配之目標。截止至 2021 年 6 月底，已有 15 個國家完成 700MHz 頻段分配，20 個國家完成 3.6GHz 頻段分配以及 5 個國家完成 26GHz 頻譜分配。歐盟 27 國先驅頻段總分配完成比例 45.8%，其中 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz 頻段分配完成的比例分別為 50%、65% 和 22%。歐盟 5G 釋照規劃與發展情形彙整如表 3.2.3。

[76] European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 12. Retrieved from https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/07/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-12_v1.0.pdf (Aug. 13, 2021)

表 3.2.3　歐盟 5G 釋照規劃彙整

項目	內容
短中長期頻譜釋出規劃	2016 年《歐洲 5G 行動計畫》目標於 2020 年底前所有成員國啟動 5G 服務，並在 2025 年之前於城市和主要運輸路線實現不間斷 5G 涵蓋 ● 先驅頻段：700MHz（694-790MHz）、3.6GHz（3.4-3.8 GHz）與 26 GHz（24.25-27.5 GHz） ● 前景頻段：31.8-33.4 GHz、40.5-43.5GHz 頻段
釋出機制與配套措施	2016 年《歐洲 5G 行動計畫》4 個規範： ● 2018 年《歐洲電子通訊指令》：成員國須於 2020 年底前提供 5G 先驅頻段各類執照擁有至少 20 年的投資確定性與可預測性，並建立自願性同儕檢視規範 ● 2020 年《小區域無線接取點或小型天線實施條例》通過許可豁免佈建制度 ● 2021 年「2030 年數位羅盤：歐洲數位十年之路」：以實現 2030 年底佈建 10,000 個高效能邊緣雲端節點、5G 涵蓋範圍覆蓋歐洲家戶等數位轉型措施為目標 ● 2021 年「連通工具箱」規範成員國應於 2021 年 4 月提供實踐 5G 佈建策略方針，並在 2022 年 4 月報告實施情況
頻譜釋出現況	● 受疫情影響，各成員國於頻譜分配上皆有延遲，無法達成歐盟原先設定 2020 年前完成先驅頻段分配之目標 ● 截止至 2021 年 6 月底，歐盟 27 國先驅頻段總分配完成比例 45.8%，其中 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz 頻段分配完成的比例分別為 50%、65%和 22% ● 已有 15 個國家完成 700MHz 頻段分配，20 個國家完成 3.6GHz 頻段分配以及 5 個國家完成 26 GHz 頻譜分配

資料來源：本研究彙整。

第三節 美國

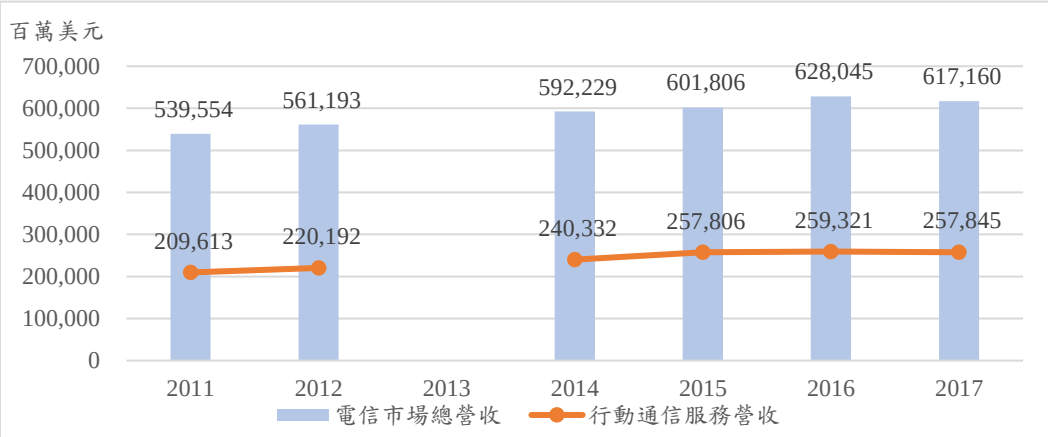
一、主管機關與電信市場概況

（一）主管機關

美國電信事業基本上係依據聯邦法、州法以及法院判例規範之。屬聯邦業務者，由聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）依據 1934 年通訊法（Communications Act of 1934）、1996 年電信法（Telecommunications Act of 1996）掌理通訊傳播監理相關事宜，主要包含非聯邦使用的頻譜管理（不含聯邦政府使用的頻譜，即州、地方政府、商用、私人內部業務與個人使用）、基地臺執照、相關監理規則、以及對州際和國際電信事業進行監理相關事宜；屬各州業務者，則分別由各州公用事業委員會（Public Service Commission / Public Utilities Commission, PSC / PUC）掌理電信事業等公用事業；商務部（the Department of Commerce）國家電信資訊署（National Telecommunications and Information Administration, NTIA）則是作為總統主要諮詢機關，提供資通訊政策建議，並掌理聯邦政府部門所使用的頻譜管理業務；司法部（Department of Justice, DOJ）主要監理電信市場有無托拉斯行為；至於聯邦交易委員會（Federal Trade Commission, FTC）則是在公平競爭或消費者保護方面有所關聯。

（二）電信市場概況

美國電信市場總營收自 2011 年的 5,396 億美元成長至 2017 年的 6,172 億美元；行動通信服務營收則自 2011 年的 2,096 億美元成長至 2017 年的 2,578 億美元（圖 3.3.1）。



資料來源：ITU World Telecommunication / ICT Indicators Database 2020.
註：ITU 資料庫中美國電信市場總營收及行動通信服務營收資料僅至 2017 年，且無 2013 年資料。

圖 3.3.1 美國電信市場總營收及行動通信服務營收

FCC 於 2020 年電信市場報告中，針對 2019 年美國電信市場中電信業者預估市占率進行評比，Verizon 與 AT&T 的市占率明顯高於其它三家電信業者（T-Mobile、Sprint 及 U.S. Cellular），分別占比 35.4%及 34.1%（圖 3.3.2）。

Service Providers	EOY 2016	EOY 2017	EOY 2018	EOY 2019	EOY 2019 (% Connection Market Share)
Verizon	145,859	151,978	155,798	169,602	35.4
AT&T	134,875	146,847	157,095	163,388	34.1
T-Mobile	71,455	74,040	79,651	86,046	18.0
Sprint	59,515	54,683	54,495	54,165	11.3
U.S. Cellular	5,079	5,063	5,041	4,948	1.0
Top 5 Service	**416,783**	**432,611**	**452,080**	**479,149**	

資料來源：FCC, 2020. 2020 COMMUNICATIONS MARKETPLACE REPORT.

圖 3.3.2　美國預估設備總連接數–以行動通訊業者分類

二、短中長期頻譜釋出規劃

美國 FCC 於 2018 年 9 月發布「5G FAST 計畫 （the FCC's 5G FAST Plan）」，係為使美國於下世代的 5G 無線行動通訊取得領先地位，並發展先進通訊技術，提供更快速、低延遲的無限寬頻服務，及完善物聯網與創新應用服務發展的基礎環境。該計劃包含三大核心政策：1.釋出頻譜資源於商業應用、2.提升基礎建設政策、3.更新過時法規。本項將針對釋出頻譜資源於商業應用之執行方式。根據 the Mid-Band Spectrum NOI[77]，FCC 觀察到 3.7GHz 到 24GHz 之間的頻段，可以達到覆蓋率與容量的平衡，使得電信業者能為村落、偏鄉與服務缺乏的地區佈建新的、或提升無線通訊服務（表 3.3.1）。

表 3.3.1　美國 5G 頻譜釋照政策規劃

頻段	政策說明
高頻 High-Band	美國最優先釋出的 5G 頻譜為高頻與 mmWave 頻譜。首波 5G 頻譜釋照於 2018 年啟動，包含 28GHz 與 24GHz 頻段[78]。 ● 「28GHz 競標作業（Auction 101[79]）」於 2019 年 1 月 24 日完成 ● 「24GHz 競價作業（Auction 102[80]）」於 2019 年 5 月 28 日完成 ● 「37 GHz、39 GHz 與 47 GHz 競價作業（Auction 103[81]）」於 2020 年 3 月 5 日完成
中頻 Mid-Band	鑒於中頻段介於低頻與高頻間的覆蓋範圍與容量特性，中頻段以成為 5G 拓展目標的頻段。因此，FCC 也積極展開 2.5GHz、3.5GHz 與 3.7-4.2GHz 頻段的釋照工作，提供 600MHz 的可用頻寬提供 5G 發展使用。 ● 「3.5 GHz 競價作業（Auction 105[82]）」於 2020 年 8 月 25 日完成 ● 「3.7 GHz 競價作業（Auction 107[83]）」於 2020 年 12 月 8 日完成
低頻 Low-Band	FCC 目前正致力於改善 600 MHz、800 MHz 和 900 MHz 頻段，以提升頻譜使用效率與更廣泛的通訊覆蓋率。
免執照頻段 Unlicensed	免執照頻譜是 5G 發展的重要頻段。FCC 也致力發展下世代 Wi-Fi 於 6 GHz 及 95 GHz 以上的頻譜使用。

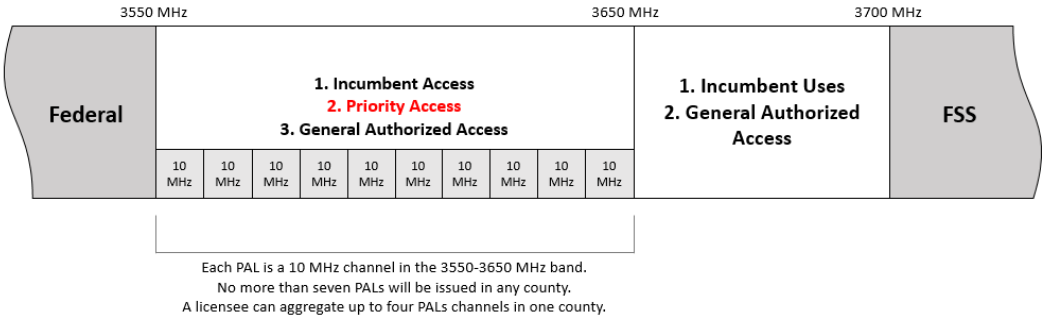
資料來源：本研究彙整自 FCC, 2020. The FCC's 5G FAST Plan. https://www.fcc.gov/5G

[77] Mid-Band Spectrum NOI, at 3-4, para. 6.
[78] FCC Establishes Procedures for First 5G Spectrum Auctions 28 GHz Auction Scheduled to Commence on November 14 https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-353228A1.pdf
[79] FCC, 2018. Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz. https://www.fcc.gov/auction/101
[80] FCC, 2018. Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHz. https://www.fcc.gov/auction/102
[81] FCC, 2018. Auction 103: Spectrum Frontiers – Upper 37 GHz, 39 GHz, and 47 GHz
[82] FCC, 2020. Auction 105: 3.5 GHz. https://www.fcc.gov/auction/105
[83] FCC, 2020. Auction 107: 3.7 GHz. https://www.fcc.gov/auction/107

三、3.5GHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

FCC 於 2020 年 7 月 23 日展開 Auction 105[84]拍賣，釋出 3.5GHz 頻段（3550-3650MHz）22,631 張優先接取執照（Priority Access Licenses, PALs），以郡（county）為單位，劃分為 3,233 個郡級區域，每個郡級區域最多可分得 7 張 PAL 執照，每張 PAL 執照可使用頻寬為 10MHz 的通道（channel）（圖 3.3.3），單一申請者最多可持有 4 張 PAL 執照。3.5GHz 共用頻譜執照架構請詳附錄 7。



參考資料：FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/105/factsheet (May 27, 2021)

圖 3.3.3　3.5GHz 頻段規劃

Auction 105 採用多輪提價拍賣（Ascending Clock Auction, ACA）[85、86]，競價者指出該郡欲競價需求頻段，採取多回合競價，當回合競價同時進行，每回合中，競價系統會公布每個郡、每個頻段的時鐘價（clock price），符合資格的競價者提交意願價格與數量，每回合時間固定，競價者須遵守拍賣的活動及資格規則（activity and eligibility rules）以利 FCC 監控拍賣流程及速度。

在每個郡中，若競價者的總需求數量超過拍賣數量，則拍賣執照的時鐘價將隨每回合上漲，直到所有郡的競價者需求數量不超過拍賣數量為止，此時最終出價者即得標。

Auction 105 包含連續競價回合，每回合結束後發布該回合拍賣結果，拍賣時間表將於拍賣前一週公布，拍賣將以網際網路進行，競價者須上傳 FCC 指定的文件形式於拍賣系統。拍賣採用同時停止規則（simultaneous stopping rule），當所有郡未對任何區塊競價時，即關閉拍賣。故在拍賣停止前，競價者可投標所有執照，因此 FCC 無法預測 Auction 105 拍賣過程所需時間。

競價者須繳交押標金（upfront payment），押標金係申請人為確保其合格競價資格時給付的可退還押金，以防止無意義或不誠實之投標行為。FCC 建議每 MHz-人口收取 0.01 美元（約新臺幣 0.30 元[87]）押標金，每郡最低收取押標金為 500 美

---

[84] FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/105/factsheet (May 27, 2021)

[85] FCC. (2019). FCC Seeks Comment on Bidding Procedures for PALs in 3.5 GHz Auction. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-seeks-comment-bidding-procedures-pals-35-ghz-auction (June 10, 2021)

[86] FCC. (2020). FCC Establishes Procedures for 3.5 GHz Band Auction. https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-procedures-35-ghz-band-auction-0 (May 31, 2021)

[87] 本段皆以 FCC 發布 3.5GHz 頻段拍賣程序公告日期 2020 年 3 月 2 日之中央銀行我國與主要

元（約新臺幣 15,062 元）。

為加速整體競價過程，Auction 105 設有最低開標金（minimum opening bid），拍賣系統不接受低於最低開標金的競價價格，Auction 105 採用頻寬與執照區域人口計算最低開標金，以每 MHz-pop 0.02 美元（約新臺幣 0.60 元[88]）計算，最低收取開標金為 1,000 美元（約新臺幣 30,124 元）。隨著拍賣進行，首回合標金增量不得低於 10%，隨後每回合標金增量須為 5%至 20%，增量上限為 1,000 萬美元（約新臺幣 3 億 124 萬元），FCC 將依拍賣情況酌量調整。為增加競價者競價彈性與精確性，Auction 105 設計回合內競價（Intra-Round Bids）機制，允許競價者在設定起始競價價格與時鐘價間調整欲競價的區塊。

一拍賣回合結束後，拍賣系統將以升續順序按回合內競價與時間鐘出價高低決定該回合拍賣價格，以作為下一回合的起始價格，若區塊的競價需求超過供給數量，則該郡之區塊的價格將上漲。拍賣系統計算（process）完該回合的競價後，系統將公布時間鐘價格，當該回合已無須計算之競價時，則競價回合結束，直至所有執照區塊被拍賣完畢為止。

（二）參與競標家數

Auction 105 共有 348 位[89]申請者提出申請，符合競價資格家數共 271 家[90]，77 家未通過申請。最終拍賣結果如表 3.3.2。

表 3.3.2　美國 Auction 105 拍賣結果

得標者	得標者身分（小型企業、鄉村地區電信業者）	得標執照數量	覆蓋範圍之郡（county）數量	總標金	淨標金
Verizon Wireless Network Procurement LP		557	157	1,893,791,991	1,893,791,991
Wetterhorn Wireless L.L.C.		5,492	3,128	912,939,410	912,939,410
Spectrum Wireless Holdings, LLC		210	106	464,251,209	464,251,209
XF Wireless Investment, LLC		830	306	458,725,900	458,725,900
Cox Communications, Inc		470	173	212,805,412	212,805,412
Southern California Edison Company		20	15	118,951,433	118,951,433

貿易對手通貨對美元之匯率 30.124 換算。

[88] 本段皆以 FCC 發布 3.5GHz 頻段拍賣程序公告日期 2020 年 3 月 2 日之中央銀行我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率 30.124 換算。

[89] FCC. (2020). Auction 105 (3.5 GHz) Application Status. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/auction-105-35-ghz-application-status (May 31, 2021)

[90] FCC. (2020). Auction 105 (3.5 GHz) Qualified Bidders. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/auction-105-35-ghz-qualified-bidders (May 31, 2021)

Windstream Services LLC, Debtor-In-Possession		1,014	296	38,534,863	38,534,863
AMG Technology Investment Group LLC	rural - 15%	1,072	491	33,517,353	28,489,750
Mediacom LLC		576	178	29,478,887	29,478,887
SEAD, L.L.C.		7	2	25,274,477	25,274,477

資料來源：FCC, 2020. FCC Announces Winning Bidders of 3.5 GHz Band Auction.
註：因篇幅有限，僅列出總標金前 10 大得標者。

（三）頻譜取得上限

以郡為單位，劃分為 3,233 個郡級區域，每個郡級區域最多可分得 7 張 PAL 執照，每張 PAL 執照可使用頻寬為 10MHz 的通道，單一申請者最多可持有 4 張 PAL 執照。

（四）得標者義務

PAL 執照持有者必須於首次發行執照效期內，在其執照區域內提供實質服務。「實質服務[91]」係指合理、對執照區域內民眾有利的，且提供顯著高於執照換新最低水準的服務品質。任何無法達到前述標準的 PAL 執照持有者，FCC 有權不須採取進一步行動而直接沒收其 PAL 執照，且無法重新取得。

PAL 執照持有者應按 FCC 規則第 1.946（d）條[92]規定，向 FCC 提交施工通知。PAL 執照持有者必須證明其滿足佈建要求，並提供文件佐證，包含實際服務佈建的敘述與示範、明確標示執照區域邊界與提供實質服務的區域之地圖、佐證技術文件、任何與人口預估相關的計算或用於確認服務所覆蓋人口的統計數據，以及其他美國無線通訊局（Wireless Telecommunications Bureau, WTB）公告須提交的任何資訊。PAL 執照持有者所列示的實質服務不可包含已註冊公民無線寬頻服務設備（Citizen Broadband Radio Service Device, CBSD）的 PAL 執照區域外的服務，或未在 SAS 中登記之佈建。

FCC 允諾 PAL 執照持有者兩項實質服務安全港（safe harbors）條款：

1. **行動或單點對多點服務（point-to-multipoint service）**：PAL 執照持有者證明其於該執照區域提供訊號涵蓋並提供客戶外部服務或內部使用之人口超過 50%；
2. **固定點對點服務（fixed point-to-point service）**：PAL 執照持有者證明其已為客戶外部服務或內部使用於執照區域內建構及營運至少 4 個鏈接（link），執照區域內人口至少 134,000 人，若該執照區域大於 134,000 人，則以該區域人口數除以 33,500 取整數作為需佈建鏈接要求數量。為滿足此安全港佈建要求，上述鏈接必須使用已登記之 B 類 CBSD 運作。

[91] FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/105/factsheet (May 28, 2021)
[92] Legal Information Institute. (2020). 47 CFR § 1.946 - Construction and coverage requirements. Retrieved from https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/1.946 (May 28, 2021)

（五）頻率使用期限

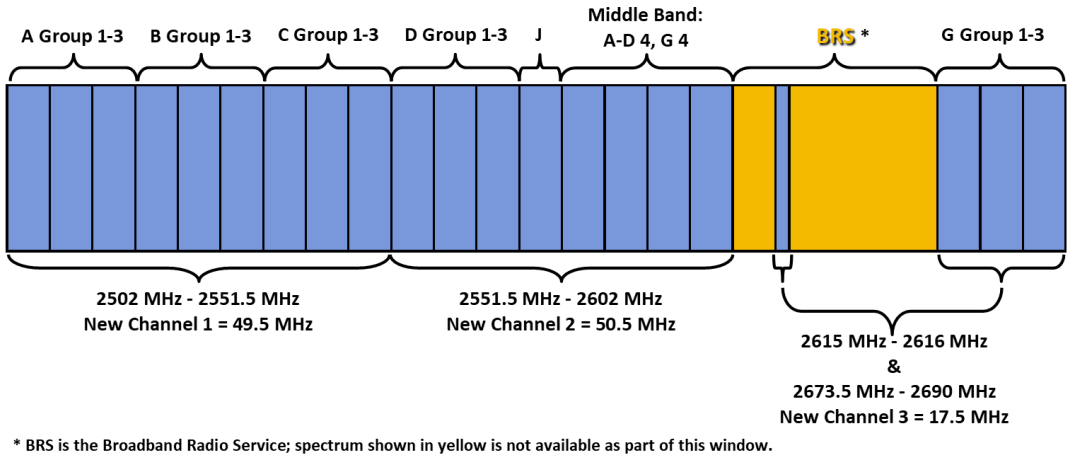
執照首次核發或更新起算使用效期不得超過 10 年[93]。

四、2.5GHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

根據 FCC 於 2021 年 1 月 13 日發布「2.5GHz 拍賣程序公眾意見徵詢[94]」，將於 Auction 108 拍賣 2.5GHz 頻段（2496-2690MHz），釋出近 8,300 張以郡（county）為單位的地理性涵蓋執照，並將 2.5GHz 頻段規劃為 49.5MHz、50.5MHz 及 16.5MHz 頻寬的三個通道（channel）（圖 3.3.4）。

- 第一個頻段（49.5MHz）包含 A1 至 A3、B1 至 B3 及 C1 至 C3 通道。
- 第二個頻段（50.5MHz）包含 D1 至 D3、J 及 A4 至 G4 通道。
- 第三個頻段（16.5MHz 連續頻段與 1MHz G 組的 K 通道）包含 G1 至 G3 及非鄰近的 K 通道。



資料來源：FCC. (2020). 2.5GHz Band Plan. https://www.fcc.gov/25-ghz-band-plan

圖 3.3.4　2.5GHz 頻段規劃

2.5GHz[95]頻段既有無線電服務使用者為教育寬頻服務（Educational Broadband Service, EBS）及寬頻廣播服務（Broadband Radio Service, BRS），2.5GHz 共有 33 個 5.5MHz 或 6MHz 頻寬的通道，EBS 使用其中 20 個通道，而 BRS 使用 13 個通道。2005 年 FCC 修改使用規則，允許 EBS 與 BRS 執照使用於雙向、行動或固定數據服務，且允許 EBS 執照持有者出租其使用權予商業用途（包含寬頻接取）。當時包含 WIMAX 及 LTE 在內的 4G 技術協議獲得許多設備製造商的支持，且 2.5GHz 頻段亦得用於包含公用事業智慧電網、政府組織或公共安全等網路使用，故該頻段執照的大部分頻譜容量遂以前述方式出租給無線通訊業者

[93] Legal Information Institute. (2020). 47 CFR § 96.25 - Priority access licenses. Retrieved from https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/96.25 (May 27, 2021)
[94] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Procedures for 2.5 GHz Auction. Retrieve from https://www.fcc.gov/document/fcc-seeks-comment-procedures-25-ghz-auction (June 1, 2021)
[95] SelectSpectrum. (2021). Wireless Spectrum Licenses in the 2.5 GHz Band Ideal for Broadband Mobile & Fixed Data Applications. Retrieved from https://www.selectspectrum.com/available-spectrum/broadband/2.5ghz (June 1, 2021)

使用。2019 年 7 月 11 日 FCC 進一步公告「改造 2.5GHz 頻段（Transforming the 2.5 GHz Band）」，取消 2.5GHz 頻段申請規定中之教育資格，將此頻段商業化，並於 2020 年 4 月 27 日起實施[96]。

FCC 於 2020 年 2 月 3 日開放「偏鄉部落優先窗口（Rural Tribal Priority Window）[97]」申請，開放農村地區部落申請閒置的 2.5GHz 頻段接取。2.5GHz 頻段皆適用行動涵蓋與固定點到點（fixed point-to-point），當時 2.5GHz 既有使用者為 EBS 執照持有者及頻譜租賃業者，申請者得根據自身需求，於部落區域佈建寬頻或其他高階通信服務。申請期限為 2020 年 9 月 2 日，最終 2.5GHz 開放釋出的頻段將取決於偏鄉部落優先窗口申請狀況而定，於此期間，符合資格的部落地區得向偏鄉部落優先窗口提出申請，截至 2021 年 1 月為止，偏鄉部落優先窗口已收到超過 400 份申請文件，而美國無線通訊局（Wireless Telecommunications Bureau, WTB）業已批准 150 份申請。WTB 與經濟與分析辦公室（the Office of Economics and Analytics, OEA）將根據窗口所收到的申請，於欲參與 Auction 108 競價者遞交短式申請文件（short-form applications）截止日前發布公告（public notice）宣布 2.5GHz 頻段中剩餘可於拍賣之頻段[98]，以便潛在競價者根據現有頻段的既有使用者及部落執照持有者資訊，決定是否參與 Auction 108。

根據 FCC 於 2021 年 1 月 13 日發布之意見徵詢公告[99]文件，FCC 提出鄉村服務業者總拍賣折扣上限（bidding credit cap）為 1,000 萬美元（約新臺幣 2 億 8,445 萬元[100]）；且為使小型企業與農村服務業者在小型市場得相互競爭，FCC 建議－小型企業在人口少於 500,000 人的局部經濟區域（Partial Economic Areas, PEA）所獲得的郡級執照拍賣折扣，不得超過 1,000 萬美元。

另在業者提交短式申請表截止日期後到首款（down payment）給付截止日前，FCC 建議設定禁止特定交流（Prohibition of Certain Communications）規定，以防止所有申請人與非申請人、其他申請人或未參與申請的全國性電信業者[101]揭露申請內容，若申請人為全國性電信業者，不得與其他申請人或未參與申請的非全國性電信業者揭露其拍賣策略（包含拍賣後市場架構），或討論、協商後續協議。

根據同份公眾諮詢文件，申請人須支付押標金（upfront payment），押標金係申請人為確保其合格競價資格時給付的可退還押金，以防止無意義或不誠實之投標行為。FCC 建議每 MHz-人口收取 0.003 美元（約新臺幣 0.09 元[102]）押標金，

[96] FCC. (2019). FCC Transforms 2.5 GHz Band for 5G Services. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-transforms-25-ghz-band-5g-services-0 (June 9, 2021)

[97] FCC. (2020). 2.5 GHz Rural Tribal Window. Retrieved from https://www.fcc.gov/25-ghz-rural-tribal-window (June 2, 2021)

[98] 根據 FCC 於 2021 年 1 月 13 日發布之意見徵詢公告，WTB 與 OEA 列出當時可能於 Auction 108 釋出的郡與頻段區塊組合（扣除既有執照持有者的郡與頻段區塊），以供欲參加競價之業者參考。Attachment A File (2021/1/13) https://www.fcc.gov/file/20370/download

[99] CC. (2021). PUBLIC NOTICE: AUCTION OF FLEXIBLE-USE SERVICE LICENSES IN THE 2.5 GHz BAND FOR NEXT-GENERATION WIRELESS SERVICES, COMMENT SOUGHT ON COMPETITIVE BIDDING PROCEDURES FOR AUCTION 108. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-14A1.pdf (June 2, 2021)

[100] 以 FCC 發布 3.5GHz 頻段拍賣程序公告日期 2021 年 1 月 13 日之中央銀行我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率 28.445 換算。

[101] 初步定義為 AT&T、T-Mobile 及 Verizon 等全國性電信業者。

[102] 同上註。

每張執照最低押標金為 500 美元（約新臺幣 14,223 元[103]）。考量 2.5GHz 頻段須待偏鄉部落優先窗口公佈申請結果才得以確定每張執照可拍賣頻段總數，FCC 建議根據現有前在可供拍賣頻段計算。針對 49.5MHz 與 50.5MHz 頻段，建議以每 50MHz 計算押標金。此外，在計算押標金金額時，FCC 建議金額四捨五入，以減少人口相當的郡之執照押標金差異，詳細做法說明如下：

- 押標金金額低於 1,000 美元，四捨五入以 100 美元為單位計算；
- 押標金金額介於 1,000 美元至 10,000 美元間，四捨五入以 1,000 美元為單位計算；
- 押標金金額介於 10,000 美元至 100,000 美元間，四捨五入以 10,000 美元為單位計算；
- 押標金金額超過 100,000 美元，四捨五入以 100,000 美元為單位計算。

Auction 108[104、105]將可能採用單回合拍賣制（Single Bidding Round Auction）搭配使用者自訂組合拍賣（user-defined package bidding）或多回合上升拍賣（Simultaneous Multi-Round Auction, SMRA）兩種拍賣方式。

1. 單回合拍賣制

使用者自訂組合拍賣中，每回合中每位競價者可以針對組合執照或單一執照下標，且可在拍賣系統上選擇兩組以上完全互斥的標的組合，以增加得標機會。單一拍賣回合結束後，拍賣系統將判定競價者所下標的最高價組合，並將各競價者互斥的下標組合列入計算。每個得標者需給付得標組合金額總額扣除適用拍賣折扣後之金額。單回合拍賣制可確保投標者有足夠的時間提交、重新審視或重新提交標的。拍賣回合結束後，投標系統將確認提交的標的是否得標。

此拍賣方式與 FCC 以往經常採用的多回合拍賣方式不同，但考量 Auction 108 待拍賣的執照數量可觀（約 8,300 張執照），每個郡內各區塊的頻寬不盡相同，且空白區塊可能因存在既有使用者而無法取得。故若採多回合拍賣方式將較為耗時[106]，可能需要數個月時間才能完成，且競價者須長時間監控拍賣過程，可能造成競價者資源浪費，其中不乏資源相對較少的小型業者，小型業者將可能因拍賣投入資源過多而選擇不參與拍賣。

此外，拍賣期間拉長意味著申請業者間禁止特定交流期間亦延長，業者之職員、管理階層及該企業的所有控制權益利益相關者皆須遵守拍賣期間的禁止交流規定。相對而言，單回合拍賣制可在一週內完成。

單回合拍賣制亦有助於消除較具規模之競價者的固有優勢，促進拍賣競爭。

---

103 同上註。

104 FCC. (2021). PUBLIC NOTICE: AUCTION OF FLEXIBLE-USE SERVICE LICENSES IN THE 2.5 GHz BAND FOR NEXT-GENERATION WIRELESS SERVICES, COMMENT SOUGHT ON COMPETITIVE BIDDING PROCEDURES FOR AUCTION 108. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-14A1.pdf (June 2, 2021)

105 FCC. (2021). Auction 108 Technical Guide. https://www.fcc.gov/file/20385/download (June 1, 2021)

106 時間鐘拍賣（Clock Auction）在位置競價階段（assignment phase）分配特定頻率執照的拍賣方法較多回合拍賣制省時，但考量每一張涵蓋執照皆為獨一無二的，故 Auction 108 不考慮採用時間鐘拍賣。

因多回合拍賣制中，競價者始終得提出更高價格，且考量 2.5GHz 頻段中多數執照持有者為全國性業者，相較於其他規模較小的競價者更具有資金優勢，小規模競價者可能無法與大型競價者相抗衡。此外，鑑於大型競價者往往比小型競價者更具涵蓋地域優勢，大型競價者可透過標得更多區域執照以成本平均（cost-average）攤平執照價值，使得其他競價者難以與之競爭而降低競價意願。若無其他小型競價者參與，取得多數執照的大型競價者將更趨獨大，若競價者數量少，得標價格亦可能較低。反之，在單回合拍賣中，小型競價者得標的機會相對較高，出價較可能接近得標價格。在單回合拍賣制下，Auction 108 將遵守以下拍賣規則：

- 投標金額結算定價原則（Pay-As-Bid Pricing Rule）
- 拍賣活動與資格（Bidding Activity and Eligibility）
- 最低標與保留價格（Minimum Bids and Reserve Prices）
- 組合投標（Package Bidding）
- 「兩者任一」指標（Either/Or Indicator）

2. 多回合上升拍賣

多回合上升拍賣同時提供所有執照開放競價，拍賣包含連續多回合，競價者可投標單一執照。通常所有執照的競價將一直開放至拍賣結束。鑑於 2.5GHz 頻段拍賣執照約有 8,300 張，若此拍賣方式採用組合投標將會相當複雜。FCC 以往主要採用此拍賣方式進行頻譜拍賣，許多競價者也因此較熟悉此拍賣模式。多回合上升拍賣模式允許價格發現（price discovery），以便競價者觀察不同區域或頻段的價格差異，並適時調整其投標決策。此外，若拍賣的執照具有明顯的一般價值（significant "common" value），但是高於競價者商業考量的特定價值下，多回合的競價可以給競價者更多信心，提供較多機會給競價者逐步提高價格以標得理想標的。若 Auction 108 採用多回合上升拍賣，拍賣模式簡述如下：

- 拍賣回合：採用連續拍賣回合，每回合結束即公佈拍賣結果。
- 同時停止規則（simultaneous stopping rule）：FCC 制定此規則以控制多回合拍賣時間。在此規則下，所有執照在競價停止之前都可以競價。每一回合拍賣中，當沒有任何競價者提交新的競價標的、主動放棄或撤回競價，則該回合將結束。所有執照的競價皆在投標停止前保持開放，因此，無法精確預測拍賣將耗時多長時間。
- 活動規則（Activity Rule）：為避免過份延長拍賣時間，此規則確保競價者在整體拍賣過程中皆積極出價，而非在拍賣即將結束時才參與。
- 活動規則豁免及資格縮減（Activity Rule Waivers and Reducing Eligibility）：

活動規則豁免為避免競價者在緊急情況時失去競價資格的機制。當競價者在當回合競價活動低於最低標準時，競價者可透過自發使用或拍賣系統判斷採用活動規則豁免來維持競價資格。整個競價回合中皆可使用活動規則豁免，但無法針對特定執照使用該規則。

在多回合上升拍賣模式下，Auction 108 每位競價者皆擁有 3 次活動規則豁免，在拍賣過程中可自行決定是否使用。FCC 拍賣系統將預設未符資格的競價者

優先使用活動規則豁免，而非失去競價資格，因此拍賣系統將在競價者的活動程度低於最低標準時自動使用活動規則豁免(除非競價者已使用完畢活動規則豁免權利)，或競價者透過資格縮減覆蓋自動使用活動規則豁免的資格，以達到最低活動程度要求，惟若競價者一旦選擇採用資格縮減，即無法恢復資格縮減前之競價資格。若競價者在沒有活動規則豁免權之下未滿足活動最低程度要求，其競價資格將被永久縮減，且可能被免除額外競價的能力。

- 保留價格及最低標（Reserve Price or Minimum Opening Bids）：Auction 108 將以每 MHz-pop 0.006 美元（約新臺幣 0.17 元[107]）計算最低標金額。
- 投標金額（Bid Amounts）：在拍賣過程出現暫時得標金額（provisionally winning bid）之前，一張執照的最低可接受投標金額（Minimum Acceptable Bid Amounts）即為其最低標金額。一旦出現暫時得標金額，最低可接受投標金額即為暫時得標金額加上其與附加百分比乘積之和。附加百分比以活動指數（activity index）計算。活動指數係「在該回合中參與競價的競價者數量」及「前一回合的活動指數」之加權平均值，以活動指數乘以最小百分比（minimum percentage），且不得超過最大百分比（maximum percentage），即為附加百分比。在多回合上升拍賣模式下，最小百分比為 0.1（10%），最大百分比為 0.2（20%），首回合活動指數為 0.5。
- 暫時得標金額（provisionally winning bid）：在每回合拍賣結束時，投標系統將判定執照該回合最高投標金額為暫時得標金額，直到下一回合有更高的標金，直至拍賣回合結束。
- 取消與撤回投標（Bid Removal and Bid Withdrawal）：拍賣系統允許每個競價者在該回合結束前取消（remove）其在該回合的任何出價，一旦一回合拍賣結束，競價者將無法取消投標，競價者亦得撤回（withdraw）其暫時得標標的。取消投標不需支付撤回費用，撤回則須支付。

（二）得標者義務

本次 FCC 於 2021 年 1 月 13 日發布的 2.5GHz 頻段公眾意見諮詢未提及得標者義務，但 FCC 於 2019 年 7 月 11 日發布「改造 2.5GHz 頻段（Transforming the 2.5 GHz Band）」[108]將 2.5GHz 頻段商業化時，即指出不論是偏鄉部落優先窗口或拍賣取得執照者皆適用以下執照義務。

- 行動或點對多點(point-to-multipoint)服務人口涵蓋率達 80%，臨時(interim)服務人口涵蓋率達 50%；
- 固定點對點服務每百萬人佈建 40 條鏈路，即每 25,000 人 1 條鏈路（每百萬人佈建 20 條臨時鏈路，即每 50,000 人 1 條臨時鏈路）；或
- 廣播服務人口涵蓋率達 80%(臨時期間廣播服務人口涵蓋率達 50%)，不接受其他覆蓋類型

[107] 以 FCC 發布公眾諮詢文件日期 2021 年 1 月 13 日之中央銀行我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率 28.445 換算。

[108] FCC. (2019). FCC Transforms 2.5 GHz Band for 5G Services. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-transforms-25-ghz-band-5g-services-0 (June 9, 2021)

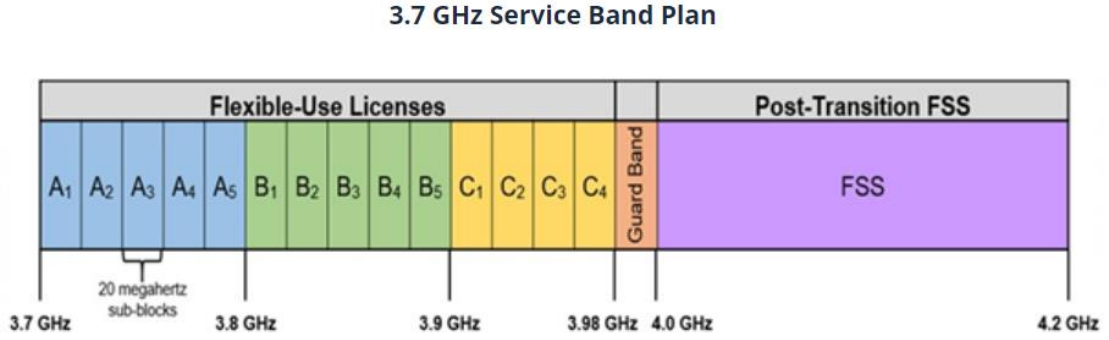
五、3.7GHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

1. 釋出頻段與頻寬

FCC 於 2020 年 12 月 8 日至 2021 年 2 月 17 日展開 Auction 107 拍賣，釋出 3.7- 3.98GHz 頻段共 280MHz 頻寬，提供 5,684 張區域性執照。Auction 107 釋出的 280MHz 頻寬將在不成對的基礎上劃分為 A、B、C Block 三大區塊，並依相鄰各州和哥倫比亞特區的局部經濟區域（Partial Economic Area, PEA）[109]細分為每 20MHz 的子區塊，而檀香山、安克雷奇、科迪亞克、費爾班克斯、朱諾、波多黎各、關島-北馬里亞納群島、美屬維爾京群島、美屬薩摩亞和墨西哥灣等區域[110]則不發放區域性執照[111]。

A Block 涵蓋 3.7-3.8GHz 頻段 100MHz 頻寬，包含 5 個 20MHz 子區塊：3700-3720MHz（A1）、3720-3740MHz（A2）、3740-3760MHz（A3）、3760-3780MHz（A4）和 3780-3800MHz（A5）；B Block 涵蓋 3.8-3.9GHz 頻段 100MHz 頻寬，包含 5 個 20MHz 子區塊：3800-3820MHz（B1）、3820-3840MHz（B2）、3840-3860MHz（B3）、3860-3880MHz（B4）和 3880-3900MHz（B5）；C Block 則涵蓋 3.9-3.98GHz 頻段 80MHz 頻寬，包含 4 個 20MHz 子區塊：3900-3920MHz（C1）、3920-3940MHz（C2）、3940-3960MHz（C3）和 3960-3980MHz（C4）。而 3980-4000MHz 頻段 20MHz 頻寬被保留用作護衛頻段（guard band），不列入拍賣頻段[112]（圖 3.3.5）。



資料來源：FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/107/factsheet (May 28, 2021)

圖 3.3.5　美國 3.7GHz 頻段規劃

另根據 FCC 於 2020 年 3 月發布的 3.7GHz 報告與命令[113]，Auction 107 新的執照持有人被要求負擔特定比例的加速遷移費用（accelerated relocation payments）及遷移支出（relocation expenses），作為補償既有使用者從 C-band 中較低頻率範圍的 300 MHz 移出的合理費用。

---

[109] PEAs 1-41、43-211、213-263、265-297、299-359 和 361-411。

[110] PEAs 42、212、264、298、360 和 412-416。

[111] FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/107/factsheet (May 28, 2021)

[112] FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/107/factsheet (May 28, 2021)

[113] FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-expands-flexible-use-c-band-5g-0 (May 28, 2021)

美國無線通訊局（Wireless Telecommunications Bureau, WTB）於 2020 年 6 月 1 日宣布，既有衛星業者已充分承諾將按照 3.7GHz 報告與命令中所規劃的加速時程移出 3.7-4.0GHz 頻段，加速該頻段的清頻作業。在排名前 50 大 PEAs 中 46 個 PEAs 的 A Block 執照（PEAs 1-4、6-10、12-19、21-41 和 43-50），屬於第一階段（Phase I）加速遷移對象，遷移期限至 2021 年 12 月 5 日；而前述 46 個 PEAs 的 B、C Block 執照，以及剩餘 360 個 PEAs 的 A、B、C Block 執照，屬於第二階段（Phase II）加速遷移對象，遷移期限至 2023 年 12 月 5 日[114]。

2. 釋出方式

（1）時間鐘階段模擬拍賣（Clock Phase Mock Auction）

所有 Auction 107 的合格競價者皆有機會參與 2020 年 12 月 3 日的時間鐘階段模擬拍賣（Clock Phase Mock Auction），使合格競價者熟悉競價系統與電話競價過程，並在正式拍賣前練習提交競價[115]。

（2）昇冪時間鐘拍賣（Ascending Clock Auction）

Auction 107 採昇冪時間鐘拍賣（Ascending Clock Auction），包含兩階段。第一階段為時間鐘階段（Clock Phase），由連續的時間鐘競標回合組成，競價者將表明其對一些特定類別和 PEAs 的通用區塊（generic blocks）需求；第二階段為指配階段（Assignment Phase），贏得時間鐘階段的競價者將有機會透過一系列 PEA 或 PEA 群的密封競價，競標想要的特定頻率執照組合[116]。

- **時間鐘階段**

針對時間鐘階段的拍賣區塊，FCC 以衛星地球電臺的遷移期限（即 Phase I 和 Phase II）為依據做分類。在 46 個 PEAs 中，部分區塊屬於 Phase I 遷移期限、其餘區塊屬於 Phase II 遷移期限，故 FCC 根據特定區塊適用的遷移期限，對兩種類別的通用區塊進行時間鐘階段競價。因此，在 46 個 PEAs 中屬於 Phase I 遷移期限的區塊即為第一種通用區塊類別，由 A Block 3.7-3.8GHz 頻段間的 5 個 20MHz 子區塊組成，稱為 A 類別（Category A）；其餘屬於 Phase II 遷移期限的區塊則為第二種通用區塊類別，由 B、C Block 的 9 個 20MHz 子區塊組成，稱為 BC 類別（Category BC）。剩餘 360 個 PEAs 中，因全部區塊皆屬於 Phase II 遷移期限，故僅有單一的競價類別，稱為 ABC 類別（Category ABC），由 3.7- 3.98GHz 頻段間所有 14 個 20MHz 子區塊組成[117]。

在時間鐘階段，拍賣將透過一系列回合進行，對可供拍賣的 PEAs 中所有頻譜區塊同時競標。在每一競標回合中，競標系統將公布每個產品（PEA 類別）的每一區塊時間鐘價格，合格競價者得針對所希望競標的產品，提交在該回合時間鐘價格下其尋求的區塊數量[118]。

---

[114] FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/107/factsheet (May 28, 2021)
[115] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.46). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)
[116] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.48). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)
[117] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.49). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (June 2, 2021)
[118] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.48). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

在 Auction 107 中，對於每個產品，若競價者對該產品的區塊總需求超過可供區塊數量，則通用執照區塊的時間鐘價格將逐輪提高，且競標回合將持續進行，直到所有產品競價者的區塊總需求不超過可供區塊數量。屆時，以最終價格表示對產品有需求的競價者即可得標。[119]此外，Auction 107 的時間鐘階段係採用同時停止規則（simultaneous stopping rule），所有 PEAs 中所有類別的區塊都將持續競標，直到每個 PEA 中每個類別的競標停止。因此，無法事先決定 Auction 107 競標時間[120]。

Auction 107 的時間鐘階段設有活動要求（activity requirement）[121]，要求競價者在每個時間鐘回合中維持最低限度、高水準的活動，以保持競價資格，有助於確保拍賣快速進行並促進合理的競價過程。在所有時間鐘回合中，FCC 將活動要求百分比設定在競價者競價資格的 90%至 100%之間，且將初始活動要求百分比設定為 95%。若未能維持必要的活動水準將導致競價者的資格降低，可能減弱或消除競價者在拍賣中進行額外競標的能力。

FCC 透過預付款（upfront payments）決定競價者在競價單位的初始（最高）資格，PEA 中的每個頻譜區塊皆會根據 PEA 中 MHz-pop 數量分配特定數量的競價單位，因此競價者的預付款將決定其在拍賣開始時，依據競價單位衡量可要求的最大區塊數量。當競價者對競價單位至少滿足其活動要求百分比的區塊進行競價，即符合活動規則，則該競價者的資格在下一回合不會改變；但若競價者不符合活動要求，其競價資格將會隨著拍賣過程降低[122]。

PEA 中每通用區塊的預付款計算方式，PEA 1-50 為每 MHz-pop 0.015 美元（約新臺幣 0.444 元[123]），PEA 51-100 為每 MHz-pop 0.0030 美元（約新臺幣 0.089 元），其他所有 PEAs 則為每 MHz-pop 0.0015 美元（約新臺幣 0.044 元），且 PEA 中每通用區塊的最低預付金額為 500 美元（約新臺幣 14,789 元）[124]。

Auction 107 亦設有「活動上限（activity upper limit）」規則[125]，雖然允許競價者提交比其當前競價資格更高的競價活動，但在競價處理期間，競價拍賣系統適用的競價者活動，將不會超過競價者當前的競價資格。由於競價者在下一回合的資格，係依據拍賣競價系統在競價過程中適用的競價者需求計算，因此即使競價者提交了符合其活動要求的出價，競價者資格仍可能會降低。FCC 估計，採用「活動上限」規則將有助於競價者避免因提交的出價無法在競價處理過程中適用

[119] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.48). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)
[120] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.50). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)
[121] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.51). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)
[122] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.51). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)
[123] 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，2020 年美元兌新臺幣匯率為 29.578。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E5%B9%B4%E8%B3%87%E6%96%99%20(1960%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 5 月 28 日)
[124] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.44). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (June 2, 2021)
[125] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.52). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

而被降低資格。

為加快競標流程，FCC 針對 Auction 107 設置最低開標（minimum opening bid）金額，意即競價系統不會接受低於該金額的競價。競價者將於第一輪拍賣中，表明其在最低開標金額下的通用區塊需求。相似於過去的拍賣，最低開標金額係依據頻寬及執照區域人口計算，並採分層方法（tiered approach），計算將因市場人口有所不同。在 PEAs 1-50 中，最低開標金額為每 MHz-pop 0.03 美元（約新臺幣 0.887 元[126]）；在 PEAs 51-100 中，最低開標金額為每 MHz-pop 0.006 美元（約新臺幣 0.177 元）；其餘 PEAs 則係每 MHz-pop 0.003 美元（約新臺幣 0.089 元）；且開標金額須至少達 1,000 美元（約新臺幣 29,578 元）[127]。

FCC 認為，採用這種分層和每 MHz-pop 美元計算最低開標金額與過去拍賣經驗一致，即按人口計算的前幾大 PEAs 通常會受到的需求程度最大，且占拍賣總收入很大一部分；此外，由於計算出的最低開標金額，或可讓每個市場開始競標的底價接近最終價格，加速拍賣進行。因此 FCC 預期透過降低人口較少市場的最低開標價格，可以鼓勵農村等地區的拍賣參與，但同時又不會過度延長競價過程[128]。

時間鐘階段結束後，指配階段將為時間鐘階段的得標者提供機會，為特定頻率位置的執照額外競標。但所有時間鐘階段的得標者，不論是否有在指配階段競標，都將獲配每個 PEA 內連續區塊的執照[129]。

- 指配階段

指配階段決定時間鐘階段的通用區塊得標者將標得哪些特定頻率位置的執照。競價者可以在時間鐘階段標得的通用區塊中，透過密封競價對其偏好的一個或多個可能的頻率位置指配出價。除了在時間鐘階段為通用區塊決定最終價格外，競價者的競標價格將代表其願意為特定頻率位置的執照指配所支付的最高價格，藉此拍賣程序決定每個 PEA 內，每個指配類型的執照獲得最佳指配[130]。

在指配階段開始前，競價系統將為每個時間鐘階段得標者提供所有可能的連續頻率位置競價選項。針對 46 個 PEAs 所採取的指配階段程序，鑑於部分區塊受到 Phase I 遷移期限約束，FCC 將對 A 類別的連續區塊進行單獨臨時指配（interim assignment），並針對得標者在時間鐘階段所有得標部分（不論 A 類別和/或 BC 類別）進行連續區塊最終指配；而針對未受 Phase I 遷移期限約束的 360 個 PEAs，指配階段程序將為所有 ABC 類別的時間鐘階段得標者進行一次性指配，包含 3.7-3.98GHz 頻段間所有 14 個 20MHz 子區塊[131]。

---

[126] 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，2020 年美元兌新臺幣匯率為 29.578。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E5%B9%B4%E8%B3%87%E6%96%99%20(1960%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 5 月 28 日)

[127] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.54). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (Jul. 2, 2021)

[128] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.54). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (Jul. 2, 2021)

[129] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.48). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

[130] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.58-59). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

[131] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice

在指配階段，FCC 將針對前 20 大的每個 PEA 進行單獨的指配回合，並從最大的 PEA 開始依序進行指配。待前 20 大 PEA 指配完畢後，再針對每個地區經濟區域群組（Regional Economic Area Grouping, REAG）內其餘 PEAs 進行一系列指配回合[132]。

競價者為取得特定頻率位置指配所支付的額外價格，係採用「次高價格（Second Price）」方式計算[133]，意即得標者支付的價格將足以使其獲配偏好的頻率位置，且同時確保沒有其他競價者願意為選擇頻譜組合支付更高的價格。該價格將會低於或等於得標者表示願意支付的金額。以此方式決定價格可鼓勵競價者以其實際衡量的價格競價，因為他們知道一旦獲配，將支付的價格不會超過必要費用，以確保拍賣結果具競爭力。

（二）參與競標家數

Auction 107 拍賣共有 57 家合格申請人[134]，所有合格申請人會自動登記參與競標，最終共有 21 家競價者得標[135]，獲得所有 5,684 張區域性執照，總標金達 811.69 億美元（約新臺幣 2.25 兆元[136]），合格申請人名單與得標者、得標執照數量與標金羅列如附錄 8 表 3.3.4、表 3.3.5）。

（三）得標者義務

1. 第一性能基準（first performance benchmark）

提供行動或單點對多點（point-to-multipoint）服務的 3.7GHz 執照持有人，應提供可靠的訊號涵蓋，並自執照核發日起 8 年內向每個執照區域中至少 45%人口提供服務[137]。若執照區域內人口數等於或少於 26.8 萬人，提供點到點（point-to-point）服務的執照持有人應自執照核發日 8 年內展示其具有 4 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用；若執照區域內人口數多於 26.8 萬人，則執照持有人應在單一執照區域內，讓每 6.7 萬人至少有 1 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用[138]。若為提供物聯網類型服務的執照持有人，應自執照核發日起 8 年內提供執照區域 35%的地理區域涵蓋[139]。

(p.59). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

[132] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.60). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

[133] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.62). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

[134] FCC. (2020). Auction 107 (3.7 GHz Service) Qualified Bidders. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/auction-107-37-ghz-service-qualified-bidders (May 28, 2021)

[135] FCC. (2021). FCC Announces Winning Bidders of 3.7 GHz Service Auction—Public Notice. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-207A1.pdf (May 28, 2021)

[136] 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，美元兌新臺幣匯率為 27.767。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 5 月 28 日)

[137] FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G—Report and Order (p.43). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-22A1.pdf (May 28, 2021)

[138] FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G—Report and Order (p.46). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-22A1.pdf (May 28, 2021)

[139] FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G—Report and Order (p.45). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-22A1.pdf (May 28, 2021)

2. 第二性能基準（second performance benchmark）

提供行動或單點對多點服務的執照持有人應提供可靠的訊號涵蓋，並自執照核發日起 12 年內向每個執照區域中至少 80%人口提供服務[140]。若執照區域內人口數等於或少於 26.8 萬人，提供點到點服務的執照持有人應自執照核發日 12 年內展示其具有 8 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用；若執照區域內人口數多於 26.8 萬人，則執照持有人應在單一執照區域內，讓每 6.7 萬人至少有 2 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用[141]。若為提供物聯網類型服務的執照持有人，應自執照核發日起 12 年內提供執照區域 65%的地理區域涵蓋[142]。

若執照持有人未能符合特定執照區域的第一性能基準要求，則其第二性能基準要求的截止期限和執照效期將會縮減 2 年；若執照持有人未能符合特定執照區域的第二性能基準要求，則其未滿足第二性能基準要求的每個執照區域授權，無須 FCC 採取行動即被自動終止，且若日後 FCC 重新釋出該執照，原持照持有人將失去資格取得。

3.7GHz 服務的執照持有人應根據委員會規則第 1.946（d）條的規定，在適用基準期滿 15 天內向委員會提交施工通知，以符合性能要求。為證明符合性能要求，執照持有人應在量測時使用最新的十年期美國人口普查數據，並應根據不超過人口普查區域的面積來進行人口或地理區域的量測。

只有當執照持有人向特定普查區域（或其他可接受識別碼）提供可靠的訊號涵蓋並提供服務，特定普查區域（或其他可接受識別碼）內的人口或區域才會被視為由該執照持有人提供服務。若普查區域（或其他可接受識別碼）超出執照區域範圍，則擁有此類區域授權的執照持有人可以僅包括普查區域（或其他可接受識別碼）內的人口或地理區域，以履行單一執照的性能要求。若執照持有人未能向整個執照區域提供可靠的訊號涵蓋，則必須提供一張地圖準確描述每張執照區域內，未提供服務的一個或多個區域範圍。此外，每個執照持有人尚須提交輔助文件證明在其服務領域（service territory）內，為每個執照區域提供的服務類型，以及用於提供該服務的技術類型。輔助文件必須說明建構涵蓋地圖所訂定的假設，包含傳遞模型以及用執照持有人技術提供可靠服務所需的訊號強度等[143]。

（四）頻率使用期限

授權執照效期為首次核發或換照日起 15 年，屆期可再換發執照（renewable license terms）[144]。

[140] FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G—Report and Order (p.43). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-22A1.pdf (May 28, 2021)
[141] FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G—Report and Order (p.46). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-22A1.pdf (May 28, 2021)
[142] FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G—Report and Order (p.45). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-22A1.pdf (May 28, 2021)
[143] FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/107/factsheet (May 28, 2021)
[144] FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice (p.5). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-110A1.pdf (May 28, 2021)

六、3.45GHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

為促進美國 5G 佈署進展，FCC 於 2021 年 3 月 17 日發布 Second Report and Order，宣布將重分配 3.45-3.55GHz 頻段共 100MHz 頻寬，給全國範圍[145]的非聯邦固定和行動（航空行動除外）業務使用，並建立相關服務與技術規則，使營運商未來得提供全功率的商業營運[146]。

3.45GHz 頻段目前係提供給美國國防部（Department of Defense, DOD）用於 3GHz 頻段中各種平臺上的高功率和低功率雷達系統，包含固定、行動、艦載和機載操作。鑑於美國國家電信暨資訊管理局（National Telecommunications and Information Administration, NTIA）和美國中頻段倡議團體（America's Mid-Band Initiative Team, AMBIT）皆主張 3.45GHz 頻段可採合作共享（cooperative sharing）模式，供 DoD 現有操作和新的商業營運商使用。在此模式下，商業營運商除了少數限制情況，將可不受限制地使用該頻段。FCC 亦同意此做法，將 3.45GHz 頻段以合作共享制度釋出[147]。

在美國 3.45GHz 頻段合作共享模式下，非聯邦系統在美國本土通常可不受限地以全功率使用整個頻段，且除了受限制的例外情形，在頻段內運作的聯邦系統不會對於該頻段內運作的非聯邦系統造成有害干擾。然而，在受限制的部分，現行聯邦系統仍在頻段內運作，非聯邦系統受到來自聯邦系統運作產生的有害干擾時，無權受到保護，且非聯邦運作也將受限制。

這些受限制的例外情形僅限於明確規劃為合作規劃區（Cooperative Planning Areas）和定期使用區（Periodic Use Areas）的地理區域內，包含重要的軍事訓練設施、試驗場所以及具有重要戰略意義的海軍母港與造船廠等。合作規劃區和定期使用區內並未排除商業運作，但現行聯邦系統與新業務的運作必須相互協調，方能促進於特定區域和時段共享頻譜[148]。

美國 3.45GHz 頻段合作共享模式係以 AWS-3 框架為基礎，結合從 AWS-3 與其他共享服務（如公民寬頻無線電服務）汲取的經驗。3.45GHz 頻段的新執照持有者除了與現行聯邦業務進行協調外，FCC 亦鼓勵聯邦和非聯邦的營運商（operator）達成雙方皆可接受之營運商對營運商（operator-to-operator）協議，以減輕對聯邦運作干擾的技術方法，允許在合作規劃區和定期使用區內進行更廣泛的彈性使用[149]。

一般而言，3.45GHz 服務執照持有者得於每個合作規劃區內營運，惟需要規劃其網路佈局、選擇功率與天線、安裝濾波器與遮蔽物，以最大彈性使用該頻段，並與其和國防部簽訂的營運商對營運商協議一致。國防部會在特定地點運作高功

---

145 限於美國本土（contiguous United States）。

146 FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.9-10). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (June 2, 2021)

147 FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.11). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (June 2, 2021)

148 FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.11). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (Jul. 2, 2021)

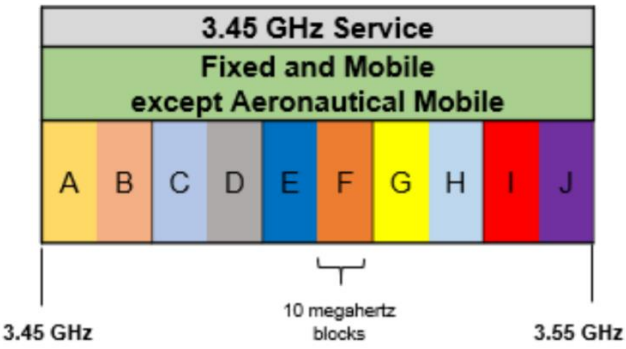
149 FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.12). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (Jul. 2, 2021)

率雷達，在合作規劃區和定期使用區內的持照持有人必須承受來自前述高功率雷達之干擾；而 FCC 預期，在國防部運作低功率雷達的其他地區，國防部將與執照持有者達成協議。此外，除非整個 3.45GHz 服務執照區域皆位於合作規劃區或定期使用區內，否則合作共享僅會在合作規劃區或定期使用區範圍內的執照區域發生，而非整個執照區域[150]。

NTIA 和美國國防部已認定 33 個合作規劃區，其中 23 個與定期使用區重疊。國防部在定義每個區域時，採用特定假設和參數進行分析，包含：(1) 5G 網路在城市環境以最大功率 1,640 瓦特/MHz 運作，在非城市環境以最大功率 3,280 瓦特/MHz 運作；(2)來自附近雷達的電磁干擾(Electromagnetic Interference, EMI)閾值為-35dBm/㎡峰值功率密度；(3) 以附近雷達+35dBm/㎡峰值功率密度為閾值計算對 5G 網路的損害。若國防部在任何現有合作規劃區或定期使用區改變使用情形，以縮小此類區域的規模，FCC 將授權無線電信局（Wireless Telecommunications Bureau）和工程技術辦公室（Office of Engineering and Technology）與 NTIA 協調，以將縮小的區域反映在 FCC 規則中；但 3.45GHz Second Report and Order 中所採用的規則，現有已認定的合作規劃區和定期使用區範圍不得再擴大，且不得增加未經認定的合作規劃區或定期使用區[151]。

1. 釋出頻段與頻寬

FCC 透過 Auction 110 拍賣釋出 3.45-3.55GHz 頻段共 100MHz 頻寬，提供 4,060 張區域性執照，但須遵守合作共享要求。為促進與相鄰的 3.5GHz 和 3.7GHz 頻段達到一致的頻譜環境，3.45GHz 同樣將在不成對的基礎上進行分配，並依相鄰 48 個州和哥倫比亞特區的 PEA 地理區域（PEAs 1-41、43-211、213-263、265-297、299-359 和 361-411），劃分為 A 到 J 等 10 個 10MHz 的區塊[152]（圖 3.3.6）。



資料來源：FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 3, 2021)

圖 3.3.6　美國 3.45GHz 頻段規劃

由於 3.45GHz 頻段位處兩個現行頻段之間，頻段上緣有公民寬頻無線電服

[150] FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.14-15). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (Jul. 2, 2021)
[151] FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.14). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (Jul. 2, 2021)
[152] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.2). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 3, 2021)

務（Citizens Broadband Radio Service, CBRS）在 3.55-3.7GHz 頻段運作，以及聯邦使用 3.55-3.65GHz 頻段；頻段下緣則主要分配予聯邦無線電定位業務持續在低於 3.45GHz 頻段運作。FCC 原考慮設置護衛頻段以保護相鄰系統，但此做法頻譜使用效率低且可改由其他技術解決方案避免，故 FCC 最終決定不在該頻段設置護衛頻段。FCC 在 3.45GHz 頻段採用技術規則（technical rules），除鼓勵有效使用頻譜資源並促進對該頻段的投資，同時保護該頻段與相鄰頻段的現有操作[153]。

除了在 3.45-3.55GHz 頻段運作的聯邦使用者外，3.3-3.55GHz 頻段目前係由次要的非聯邦無線電定位執照持有人使用，這些執照持有人將在 Auction 110 核發執照後 180 日內移頻至 2.9-3.0GHz 頻段。為促進 3.3-3.55GHz 頻段的移頻作業，FCC 要求 3.45GHz 頻段的新執照持有人，必須補償原有 3.3-3.55GHz 頻段執照持有人的相關移頻成本。因此，Auction 110 的得標者除了支付標金外，將被要求支付補償費用[154]。

2. 釋出方式

FCC 於 2021 年 3 月 18 日至 4 月 14 日針對 3.45GHz 頻段進行公眾意見諮詢，於 6 月 9 日公布拍賣程序，並於 2021 年 10 月 5 日展開 Auction 110 拍賣[155]。與 Auction 107 的 3.7GHz 頻段拍賣相同，Auction 110 採昇冪時間鐘拍賣（Ascending Clock Auction），包含兩階段。第一階段為時間鐘階段（Clock Phase），由連續的時間鐘競標回合組成，競價者將表明其對特定 PEAs 中特定類別的通用區塊需求；第二階段為指配階段（Assignment Phase），贏得時間鐘階段的競價者將有機會競標想要的特定頻率執照[156]。

（1）時間鐘階段

針對時間鐘階段的拍賣區塊，在大多數 PEAs 中新的執照持有人通常可以不受限制地使用所有 10 個頻率區塊，但在特定區域，尤其是完全或部分涵蓋合作規劃區（Cooperative Planning Areas）或定期使用區域（Periodic Use Areas）的 PEAs，執照持有人必須與該頻段現有聯邦業務進行協調。在需要協調的 PEAs 中，所有 10 個頻率區塊都將受到同樣的限制；但在其他情況下，限制可能因頻率區塊不同而異，如在部分 PEAs 中，A 到 D 區塊受到的限制可能與 E 到 J 區塊不同[157]。

FCC 在拍賣時針對頻率區塊做進一步分類，使每個 PEA 中同一類別的所有區塊受到的要求或限制一致。在所有 10 個區塊通常都不受限制或都受到相同限制的 PEAs 中，這 10 個通用區塊皆被歸類為第 1 類（Category 1，簡稱 Cat1）；在依頻率不同而限制有異的 PEAs 中，A 到 D 區塊被歸類為 Cat1，E 到 J 區塊則被歸類為第 2 類（Category 2，簡稱 Cat2）。因此，在 PEA 41、PEA 44 和 PEA 227

153 FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.27). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (June 2, 2021)
154 FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.4). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 3, 2021)
155 FCC. (2021). Procedures established for Auction 110 (3.45-3.55 GHz Band) —Public Notice (p.6). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-655A1.pdf (June 17, 2021)
156 FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.15). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 3, 2021)
157 FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.16). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)

中，由於某些區塊被特殊臨時授權予 Lockheed Martin 而產生特殊條件，A 到 H 區塊屬於 Cat1 產品、I 和 J 區塊屬於 Cat2 產品；在 331 個 PEAs 中，所有 10 個通用區塊都被歸類為 Cat1 產品；而在需與現有聯邦業務進行協調的 72 個 PEAs 中，限制因頻率而異，A 到 D 區塊屬於 Cat1 產品、E 到 J 區塊屬於 Cat2 產品[158]。

Auction 110 拍賣 FCC 提議的分類方式和過去拍賣之時間鐘階段採取的方式不同，即在特定 PEA 中對特定類別區塊的協調要求，可能和另一個 PEA 中相同類別區塊的要求不同。如某一個 PEA 的 Cat1 區塊可能不受限制，但另一個 PEA 的 Cat1 區塊被要求進行相當程度的協調；同樣地，對同一個 PEA 中 Cat2 區塊的限制可能因 PEA 而異。在過去拍賣中，相同拍賣類別的區塊在所有 PEAs 中受相同使用要求，但因為 Auction 110 拍賣中的限制會因 PEA 不同有很大差異，故先前採取的分類方法不可行[159]。

在時間鐘階段，拍賣將透過一系列回合進行，對可供拍賣的 PEAs 中所有頻譜區塊同時競標。在每一競標回合中，競標系統將公布每個 PEA 中每個類別的時間鐘價格，合格競價者得針對所希望競標的 PEA 及類別，提交在該回合時間鐘價格下其尋求的區塊數量[160]。

在 Auction 110 中，對於每個產品，若競價者對該產品的區塊總需求超過可供區塊數量，則通用執照區塊的時間鐘價格將逐輪提高，且競標回合將持續進行，直到所有產品競價者的區塊總需求不超過可供區塊數量。此外，Auction 110 的時間鐘階段係採用同時停止規則（simultaneous stopping rule）[161]，所有 PEAs 中所有區塊都將持續競標，直到每個 PEA 的競標停止。因此，無法事先決定 Auction 110 競標時間。

所有受商業頻譜加強法案（Commercial Spectrum Enhancement Act, CSEA）約束的拍賣（如 Auction 110），被要求設定之保留價格（reserve price）應使任何合格頻率拍賣的總現金收益，至少等於 NTIA 所預估總遷移或共享成本的 110%[162]。依據 NITA 估計，3.45-3.55GHz 頻段中合格聯邦實體的遷移或共享成本為 13,432,140,300 美元（約新臺幣 3,723.52 億元[163]），FCC 建議本次拍賣採用的總保留價格（aggregate reserve price）為 14,775,354,330 美元（約新臺幣 4,095.88 億元）[164]。若在時間鐘階段競標停止時，已達到滿足 CSEA 要求的總保留價格，

[158] FCC. (2021). Auction 110: 3.45 GHz Service. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/110/factsheet (Dec. 6, 2021)
[159] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.16). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)
[160] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.15). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)
[161] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.18). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)
[162] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.5-6). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)
[163] 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，美元兌新臺幣匯率為 27.721。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 6 月 4 日)
[164] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.12). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)

以最終價格表示對產品有需求的競價者即可得標，並進入指配階段；但若在時間鐘階段競標停止時尚未滿足保留價格，則此拍賣將會結束，且不指配任何執照[165]。為了讓競價者在時間鐘階段競價時了解是否可能達到保留價格，FCC 將透過公告系統（Public Reporting System）公布據最近一回合完成的競價所估計的總現金收益是否達到保留價格，若尚未達到保留價格，FCC 僅會向競價者提供有關保留價格和總現金收益之間差額的資訊，且四捨五入至最接近的百萬[166]。

Auction 110 的時間鐘階段設有活動要求（activity requirement），要求競價者在每個時間鐘回合中維持最低限度、高水準的活動，以保持競價資格，有助於確保拍賣快速進行並促進合理的競價過程。在所有時間鐘回合中，FCC 將活動要求百分比設定在競價者競價資格的 90%至 100%之間，且將初始活動要求百分比設定為 95%。若未能維持必要的活動水準將導致競價者的資格降低，可能減弱或消除競價者在拍賣中進行額外競標的能力[167]。

由於競價者在下一回合的資格係根據拍賣系統在競價處理過程中適用的競價者需求，因此即使競價者提交的競價活動已超過該回合的活動要求，仍可能被降低資格。為避免競價者因提交的活動在競價處理過程中不被接受而降低資格，FCC 擬允許競價者提交比其當前競價資格更高的競價活動，但在競價處理期間，拍賣系統適用的競價者活動，將不會超過競價者當前的競價資格[168]。在拍賣的第 1 回合後，競價者可以提交的總競價單位不得超過或有競價上限（contingent bidding limit），該上限為競價者在當前回合的競價資格乘以等於或大於 100%的或有競價百分比（contingent bidding percentage）。第 2 回合一開始採用的初始或有競價百分比為 120%，此限制將在後續回合中於 100%至 140%的範圍內變化，拍賣系統將在每一回合告知競價者其當前的競價資格、被要求的競價活動及或有競價上限[169]。

Auction 110 同樣係採分層方法設有最低開標金額，最初設定在 PEAs 1-50 中，一個 PEA 中單一區塊的最低開標金額為每 MHz-pop 0.06 美元（約新臺幣 1.663 元[170]），其餘 PEAs 則係每 MHz-pop 0.02 美元（約新臺幣 0.554 元），開標金額須至少達 1,000 美元（約新臺幣 27,721 元）[171]。惟經過公眾意見諮詢後，FCC 決定採納部分業者意見，將 Auction 110 的最低開標金額改為和 Auction 107 相同，即在 PEAs 1-50 中，最低開標金額為每 MHz-pop 0.03 美元（約新臺幣 0.832 元）；在 PEAs 51-100 中，最低開標金額為每 MHz-pop 0.006 美元（約新臺幣 0.166

---

165 FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.15). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)

166 FCC. (2021). Procedures established for Auction 110 (3.45-3.55 GHz Band) —Public Notice (p.43). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-655A1.pdf (June 17, 2021)

167 FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.19). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)

168 FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.19). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (June 4, 2021)

169 FCC. (2021). Procedures established for Auction 110 (3.45-3.55 GHz Band) —Public Notice (p.59). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-655A1.pdf (Jun. 17, 2021)

170 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，美元兌新臺幣匯率為 27.721。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 6 月 4 日)

171 FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.21). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (Jun. 4, 2021)

元）；其餘 PEAs 則係每 MHz-pop 0.003 美元（約新臺幣 0.083 元）；且開標金額須至少達 1,000 美元（約新臺幣 27,721 元）[172]。

時間鐘階段結束後，若已達到滿足 CSEA 要求的保留價格，即可透過一系列單輪競價進行指配階段。時間鐘階段的得標者將有機會依據其標得的通用區塊，表明對特定頻率執照的偏好。但所有時間鐘階段的得標者，不論是否有在指配階段競標，都將獲配其在每個類別和 PEA 內標得的連續區塊[173]。

（2）指配階段

在指配階段，FCC 將針對前 20 大的每個 PEA 進行單獨的指配回合，並從最大的 PEA 開始依序進行指配。待前 20 大 PEA 指配完畢後，再針對每個地區經濟區域群組（Regional Economic Area Grouping, REAG）內其餘 PEAs 進行一系列指配回合[174]。

在每一個指配回合，競價者會被要求在時間鐘階段標得的通用區塊中，對其偏好的一個或多個可能的頻率位置指配出價。除了在時間鐘階段為通用區塊決定最終價格外，競價者的競標價格將代表其願意為特定頻率位置的執照指配所支付的最高價格。若在包含兩種類別的 PEAs 中，得標者在這兩種類別皆標得通用區塊時，FCC 建議競價者分別提交其對 Cat1 和 Cat2 中所標得區塊的偏好，而非一次提交包含兩種類別區塊的偏好。如競價者標得 Cat1 中一個區塊和 Cat2 中兩個區塊，其將無法為包含兩種類別的指配提交單一競價金額，而係分別針對 Cat1 和 Cat2 的指配提交一個或多個競價[175]。

競價者為取得特定頻率位置指配所支付的額外價格，係採用「次高價格（Second Price）」方式計算[176]，意即得標者支付的價格將足以使其獲配偏好的頻率位置，且同時確保沒有其他競價者願意為選擇頻譜組合支付更高的價格。該價格將會低於或等於得標者表示願意支付的金額。以此方式決定價格可鼓勵競價者以其實際衡量的價格競價，因為他們知道一旦獲配，將支付的價格不會超過必要費用，以確保拍賣結果具競爭力。

（二）參與競標家數

FCC 於 2021 年 3 月 18 日至 4 月 14 日針對 3.45GHz 進行公眾意見諮詢，於 6 月 9 日公布拍賣程序，並於 10 月 5 日展開 Auction 110 拍賣，共 42 位申請者提出申請[177]，符合競價資格家數共 33 家[178]，9 家未通過申請。同年 11 月 16 日結束時間鐘拍賣階段，共拍出 4,041 張區域性執照，僅 19 張執照未拍出，總標

[172] FCC. (2021). Procedures established for Auction 110 (3.45-3.55 GHz Band) —Public Notice (p.61). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-655A1.pdf (Jun. 4, 2021)
[173] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.25). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (Jun. 4, 2021)
[174] FCC. (2021). Procedures established for Auction 110 (3.45-3.55 GHz Band) —Public Notice (p.67). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-655A1.pdf (Jun. 17, 2021)
[175] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.26). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (Jun. 4, 2021)
[176] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.26). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (Jun. 4, 2021)
[177] FCC. (2021). Auction 110 (3.45 GHz Service) Application Status. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/auction-110-345-ghz-service-application-status (Dec. 6, 2021)
[178] FCC. (2021). Auction 110 (3.45 GHz Service) Qualified Bidders. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/auction-110-345-ghz-service-qualified-bidders (Dec. 6, 2021)

金超過 218.88 億美元（約新臺幣 6082.68 億元[179]）[180]，分配階段將在同年 12 月 9 日開始[181]。

（三）頻譜取得上限

在拍賣結束的前四年內，執照持有人可以在任何 PEA 內的 3.45-3.55 GHz 頻段內持有最多 4 個 10MHz 區塊[182]。

根據 3.45GHz Second Report and Order[183]，FCC 認為對 3.45GHz 頻段採用頻段內（in-band）頻譜聚合（spectrum aggregation）限制，將有效地平衡其法定目標與競爭性競價系統的執行，即有助於促進頻譜接取並鼓勵 5G 服務競爭，且仍然支持高效率和密集的頻譜使用。

美國《通訊法（Communications Act）》要求 FCC 須仔細審查頻譜聚合對競爭、創新和頻譜有效使用的影響，以確保透過符合公眾利益、便利及必要性的方式指配頻譜。該法案第 309(j)(3)條規定，FCC 在設計競爭性競價系統時，必須包含在使用頻譜時保護公眾利益的保障措施，且尋求促進各種目標，包括促進經濟機會和競爭，透過避免執照過度集中，以及在廣泛申請人之間核發執照，確保美國人民易於近用新技術，並促進頻譜的高效率和密集使用。此外，對於 Auction 110 此類受商業頻譜加強法案（Commercial Spectrum Enhancement Act, CSEA）約束的拍賣，FCC 須促進美國國家電信暨資訊管理局（National Telecommunications and Information Administration, NTIA）和聯邦用戶達成「收回 110%預估總遷移或共享成本」的目標；若未達到底價，FCC 不得結束拍賣。

FCC 認為，Auction 110 採用的「拍賣前頻譜限制」將比對拍賣後長格式申請（long-form applications）的逐案審查，更能有效地達成 FCC 對該頻段的目標。此外，透過明確的事前限制代替逐案審查，得以加快得標者的執照核發與佈署，並反映出 FCC 重視促進在更廣泛申請人中核發執照的法定因素。因此，40MHz 的拍賣前限制可有效地平衡這些法定因素。

另一方面，為防止任何拍賣後的次級市場交易（如取得更多 3.45-3.55GHz 頻譜）破壞頻段內限制，以及進一步平衡法定因素，FCC 設定在拍賣後 4 年內保留 40MHz 的限制。儘管 FCC 有促進次級市場交易彈性的一般性政策，但採用 4 年的持有期與 3.45GHz 服務執照持有者的第一個性能要求（performance requirements，詳如後補充說明）相關，可適當地平衡 FCC 在設定拍賣前限制時，同時保有次級市場的彈性[184]。

---

[179] 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，2021 年 11 月 16 日美元兌新臺幣匯率為 27.79。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 12 月 6 日)

[180] FCC. (2021). FCC Mid-Band Spectrum Auction Successfully Concludes Clock Phase. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-mid-band-spectrum-auction-successfully-concludes-clock-phase (Dec. 6, 2021)

[181] FCC. (2021). Auction 110 Assignment Phase Information and Schedule. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/auction-110-assignment-phase-information-and-schedule (Dec. 6, 2021)

[182] FCC. (2021). Auction 110: 3.45 GHz Service. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/110/factsheet (Dec. 6, 2021)

[183] FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.36-37). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (Jun. 3, 2021)

[184] FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.39).

（四）得標者義務

1. 第一性能基準（first performance benchmark）

提供行動或點對多點（Point-To-Multipoint）服務的 3.45GHz 執照持有者，應提供可靠的訊號涵蓋，並自執照核發日（the license issue date）起 4 年內向每個執照區域中至少 45%人口提供服務。提供點對點（Point-to-Point）服務的執照持有者，若執照區域內人口數等於或少於 26.8 萬人，應自執照核發日 4 年內展示其具有 4 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用；若執照區域內人口數多於 26.8 萬人，則執照持有者應在單一執照區域內，讓每 6.7 萬人至少有 1 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用。若為提供物聯網類型服務的執照持有者，應自執照核發日起 4 年內提供執照 35%的地理區域涵蓋[185]。

2. 第二性能基準（second performance benchmark）

提供行動或點對多點（Point-To-Multipoint）服務的 3.45GHz 執照持有者，應提供可靠的訊號涵蓋，並自執照核發日起 8 年內向每個執照區域中至少 80%人口提供服務。提供點對點（Point-to-Point）服務的執照持有者，若執照區域內人口數等於或少於 26.8 萬人，應自執照核發日 8 年內展示其具有 8 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用；若執照區域內人口數多於 26.8 萬人，則執照持有者應在單一執照區域內，讓每 6.7 萬人至少有 2 個連接運作和為客戶提供服務或作為內部使用。若為提供物聯網類型服務的執照持有者，應自執照核發日起 8 年內提供執照 65%的地理區域涵蓋[186]。

FCC 原比照 3.7GHz 頻段制定 3.45GHz 頻段的性能基準期限（第一和第二性能基準期限分別為 8 年和 12 年），後將 3.45GHz 服務執照的性能基準期限縮短，其原因如下[187]：

- 3.45GHz 不一定為「綠地（greenfield）」頻譜，由於 3GHz 頻段大部分（包含 3.45GHz 頻段）已分配予全球 5G 使用，相關標準制定和全球協調工作正在進行，且 3GPP 為 5G 指定了兩個和 3.45GHz 頻段重疊的頻譜運作頻段，即 n77 頻段（3.3-4.2GHz）與 n78 頻段（3.3-3.8GHz）。鑑此，FCC 認為該頻段和相鄰頻段設備佈署具規模經濟潛力，將可促進該頻段的設備和服務在短期內廣泛佈署，因此 FCC 預期執照持有者可於修訂後的期限內滿足性能基準要求。
- FCC 認為縮短期限將對鼓勵穩健的投資和佈署帶來更佳效果，確保寶貴的中頻段頻譜不會閒置。FCC 制定積極的績效時間表，進一步明確美國國會在 2020 年《擊敗中國 5G 法案（Beat CHINA for 5G Act）》中的意圖，不僅使該頻譜可用於工業，且為迅速佈署 5G 做好準備，因而需要 3.45GHz 執照持有者盡快佈建網路。

若執照持有者未能符合特定執照區域的第一性能基準要求，則其第二性能基

Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (Jul. 2, 2021)

[185] FCC. (2021). Auction 110: 3.45 GHz Service. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/110/factsheet (Dec. 6, 2021)

[186] FCC. (2021). Auction 110: 3.45 GHz Service. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/110/factsheet (Dec. 6, 2021)

[187] FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order (p.45). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-32A1.pdf (Jul. 2, 2021)

準期限和執照效期將會縮減 1 年；若執照持有者未能符合特定執照區域的第二性能基準要求，則無須 FCC 採取行動，其未滿足第二性能基準要求的每個執照區域授權即被自動終止，且若日後 FCC 重新釋出該執照，原持照持有者將失去取得資格[188]。

為證明符合性能要求，執照持有者應在量測時使用最新的十年期美國人口普查數據，並應根據不超過人口普查區域的面積來進行人口或地理區域的量測。只有當執照持有人向特定普查區域（或其他可接受識別碼）提供可靠的訊號涵蓋並提供服務，特定普查區域（或其他可接受識別碼）內的人口或區域才會被視為由該執照持有人提供服務；若普查區域（或其他可接受識別碼）超出執照區域範圍，則執照持有人可以僅包括普查區域（或其他可接受識別碼）內的人口或地理區域，以履行單一執照的性能要求。若執照持有人未能向整個執照區域提供可靠的訊號涵蓋，則必須提供一張地圖準確描述每張執照區域內，未提供服務的一個或多個區域範圍。此外，每個執照持有人尚須提交輔助文件證明在其服務領域（service territory）內，為每個執照區域提供的服務類型，以及用於提供該服務的技術類型。輔助文件必須說明建構涵蓋地圖所訂定的假設，包含傳遞模型以及用執照持有人技術提供可靠服務所需的訊號強度等[189]。

（五）頻率使用期限

授權執照效期為首次核發或換照日起 15 年，屆期可再換發執照[190]。

七、小結

美國於 2020 年釋出 3.5GHz 優先接取執照；2021 年已釋出 3.7GHz 執照，接下來將展開 2.5GHz 頻段拍賣及 3.45GHz 頻段拍賣；各次釋照機制與配套措施彙整如表 3.3.3。

美國 2020 年 3.5GHz 頻段（3550-3650MHz）釋照採昇冪時間鐘拍賣（ACA），釋出 CBRS 頻段之優先接取執照，採用活動規則確保參與者積極競標，並設置最低開標（minimum opening bid）金額加速拍賣進程，執照效期為 10 年。競標資格方面，每個郡級區域最多可分得 7 張 PAL 執照，每張 PAL 執照可使用頻寬為 10MHz 的通道，單一申請者最多可持有 4 張 PAL 執照。得標義務方面，執照持有者須於執照區域內提供實質服務並提交證明文件。

美國 2021 年 3.7GHz 頻段（3.7-3.98GHz）釋照亦採昇冪時間鐘拍賣（ACA），並設置有活動規則與最低開標金額，確保拍賣進程，指配階段的密封競價以次高價格方式計算得標者支付價格，執照效期為 15 年。得標義務方面，執照持有者須於 8 年內達成第一性能基準、12 年內達成第二性能基準，兩項性能基準所訂定之涵蓋率義務。

美國 2021 年 3.45GHz 頻段（3.45-3.55GHz）釋照與 3.7GHz 頻段拍賣機制相似，採昇冪時間鐘拍賣（ACA），並設置有活動規則與最低開標金額，指配階段

[188] FCC. (2021). Auction 110: 3.45 GHz Service. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/110/factsheet (Dec. 6, 2021)
[189] FCC. (2021). Auction 110: 3.45 GHz Service. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/110/factsheet (Dec. 6, 2021)
[190] FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice (p.3). Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-33A1.pdf (Jun. 3, 2021)

採密封競價，以次高價格方式計算得標者支付價格，執照效期為 15 年。惟得標義務方面，達成期限較短，執照持有者須於 4 年內達成第一性能基準、8 年內達成第二性能基準兩項性能基準所訂定之涵蓋率義務。

美國 2021 年下半年預計將舉辦拍賣釋出 2.5GHz 頻段（2496-2690MHz），其釋照規則尚未定案，研究團隊將持續追蹤研析。

表 3.3.3　美國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整

項目	2020 年 3.5GHz 釋照（Auction 105）	2021 年 3.7GHz 釋照（Auction 107）	2.5GHz 釋照（Auction 108）（預計於 2021 年下半年拍賣）	3.45GHz 釋照（Auction 110）
開放頻段及頻寬	釋出 3.5GHz 頻段（3550-3650MHz）22,631 張優先接取執照（PALs）	釋出 3.7- 3.98GHz 頻段共 280MHz 頻寬，提供 5,684 張區域性執照	2.5GHz 頻段（2496-2690MHz）近 8,300 張以郡為單位的地理性涵蓋執照，頻段規劃為 49.5MHz、50.5MHz 及 16.5MHz 頻寬三個通道	釋出 3.45-3.55GHz 頻段共 100MHz 頻寬，提供 4,060 張區域性執照
釋出方式	昇冪時間鐘拍賣（ACA），分為時間鐘階段和指配階段，採用活動規則，並設置最低開標（minimum opening bid）金額，以利 FCC 監控拍賣流程及速度	昇冪時間鐘拍賣（ACA），分為時間鐘階段和指配階段，採用活動規則，並設置最低開標金額，以利 FCC 監控拍賣流程及速度；指配階段採用密封競價，並以「次高價格（Second Price）」方式計算得標者支付價格	規劃使用單回合拍賣制或多回合上升拍賣（SMRA）	昇冪時間鐘拍賣（ACA），分為時間鐘階段和指配階段，採用活動規則，並設置最低開標金額，以利 FCC 監控拍賣流程及速度；指配階段採用密封競價，並以「次高價格（Second Price）」方式計算得標者支付價格
參與頻率競標或指配業者家數	共 348 位申請者提出申請，符合競價資格家數共 271 家（77 家未通過申請），最後得標者共 228 家	共有 57 家合格申請者，最終共有 21 家競價者得標	尚未開始拍賣，公眾諮詢收件至 2021 年 5 月 27 日	共 42 位申請者，其中 33 家符合競價資格，9 家未通過申請
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持	以郡為單位劃分為 3,233 個郡級區域，每個郡級區域最多可分得 7 張 PAL 執照，每張 PAL 執照可使用頻	-	尚未開始拍賣	執照持有人可在任何 PEA 內的 3.45-3.55 GHz 頻段內持有最多 4 個 10MHz 區塊

有總量上限及考量因素，或未設上限之考量因素	寬為 10MHz 的通道，單一申請者最多可持有 4 張 PAL 執照			
得標者義務	執照持有者須於執照區域內提供實質服務並提交證明文件	● 第一性能基準： ➢ 提供行動或點對多點服務的 3.7GHz 執照持有者應提供可靠的訊號涵蓋，並自初始執照日起 8 年內向每個執照區域中至少 45%人口提供服務；另依執照區域內人口數訂定基準 ➢ 若為提供物聯網類型服務的執照持有者，應自初始執照日起 8 年內提供執照 35%的地理區域涵蓋 ● 第二性能基準： ➢ 執照持有者應提供可靠的訊號涵蓋，並自初始執照日起 12 年內向每個執照區域中至少 80%人口提供服務；另依執照區域內人口數訂定基準 ➢ 若為提供物聯網類型服務的執照持有者，應自初始執照日起 12 年內提供執照 65%的地理區域涵蓋	● 行動或點對多點服務人口涵蓋率達 80%，臨時服務人口涵蓋率達 50%； ● 固定點對點服務每百萬人佈建 40 條鏈路，即每 25,000 人 1 條鏈路（每百萬人佈建 20 條臨時鏈路，即每 50,000 人 1 條臨時鏈路）；或 ● 廣播服務人口涵蓋率達 80%（臨時期間廣播服務人口涵蓋率達 50%），不接受其他涵蓋類型	● 第一性能基準： ➢ 提供行動或點對多點服務的 3.45GHz 執照持有者應提供可靠的訊號涵蓋，並自執照核發日起 4 年內向每個執照區域中至少 45%人口提供服務；另依執照區域內人口數訂定基準 ➢ 若為提供物聯網類型服務的執照持有者，應自初始執照日起 4 年內提供執照 35%的地理區域涵蓋 ● 第二性能基準： ➢ 執照持有者應提供可靠的訊號涵蓋，並自執照核發日期起 8 年內向每個執照區域中至少 80%人口提供服務；另依執照區域內人口數訂定基準

				➢ 若為提供物聯網類型服務的執照持有者，應自初始執照日起 8 年內提供執照 65%的地理區域涵蓋
頻率使用期限	授權執照效期為首次核發或更新起算使用效期不得超過 10 年	授權執照效期為首次核發或換照日起 15 年，屆期可再換發執照	尚未公布	授權執照效期為首次核發或換照日起 15 年，屆期可再換發執照

資料來源：本研究彙整。

第四節 加拿大

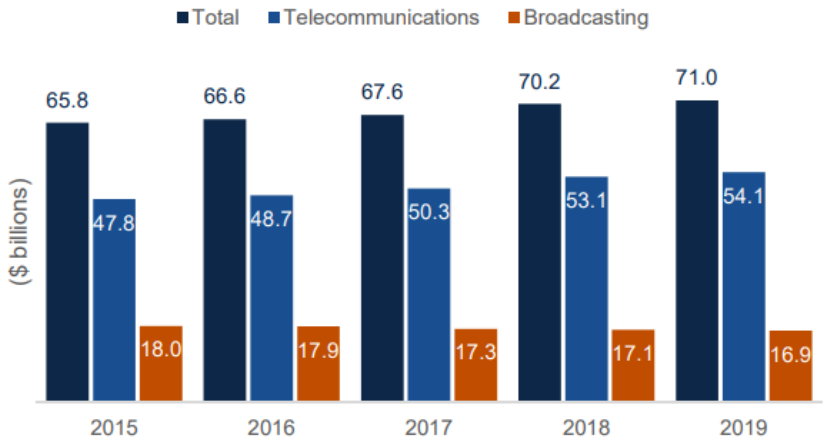
一、主管機關與電信市場概況

（一）主管機關

加拿大頻譜管理及監理主管機關為創新、科學及經濟發展部（Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED），依工業局法（the Department of Industry Act）、無線電通信法（the Radiocommunication Act）、無線電通信條例（the Radiocommunication Regulations）及電信法（the Telecommunications Act）第 7 條電信政策目標，ISED 部長應負責制定頻譜使用之國家政策並確保頻譜資源有效管理[191]。

（二）電信市場概況

加拿大廣播電視及通訊委員會（Canadian Radio-television and Telecommunications, CRTC）於 2020 年 12 月 10 日發布[192]電信監測報告（Communications Monitoring Report），加拿大電信市場總營收自 2015 年至 2019 年間呈現持續上升趨勢，2019 年達到加幣 710 億元（約為新臺幣 1 兆 6,548.65 億元）[193]為最高；行動通信服務營收與電信市場總營收呈現相同趨勢，2019 年達到加幣 541 億元（約為新臺幣 1 兆 2,609.61 億元），如圖 3.4.1。



資料來源：ISED. (2020). Communications Monitoring Report (p.13). Retrieved from https://crtc.gc.ca/pubs/cmr2020-en.pdf (Jun. 11, 2021)

圖 3.4.1 加拿大 2015 年至 2019 年電信市場總營收

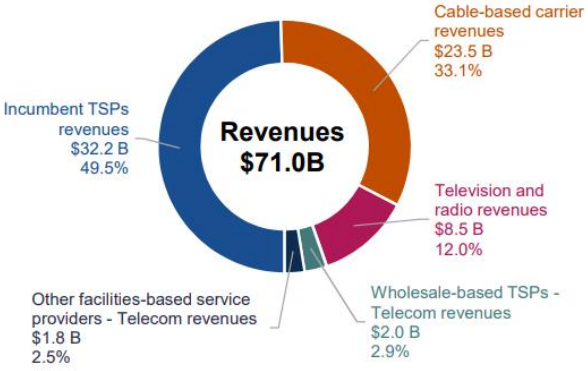
2019 年度以現有通訊服務提供者（Telecommunications Service Providers, TSPs）總營收為加幣 322 億元（約新臺幣 7,505 億元）與有線電信業者（Cable-based carriers）總營收為加幣 235 億元（約新臺幣 5,477 億元）為最高，分別為電信市場總收入的 49.5%與 33.1%（圖 3.4.2）。

---

191 ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.1-2). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

192 ISED. (2020). Communications Monitoring Report. Retrieved from https://crtc.gc.ca/pubs/cmr2020-en.pdf (Jun. 8, 2021)

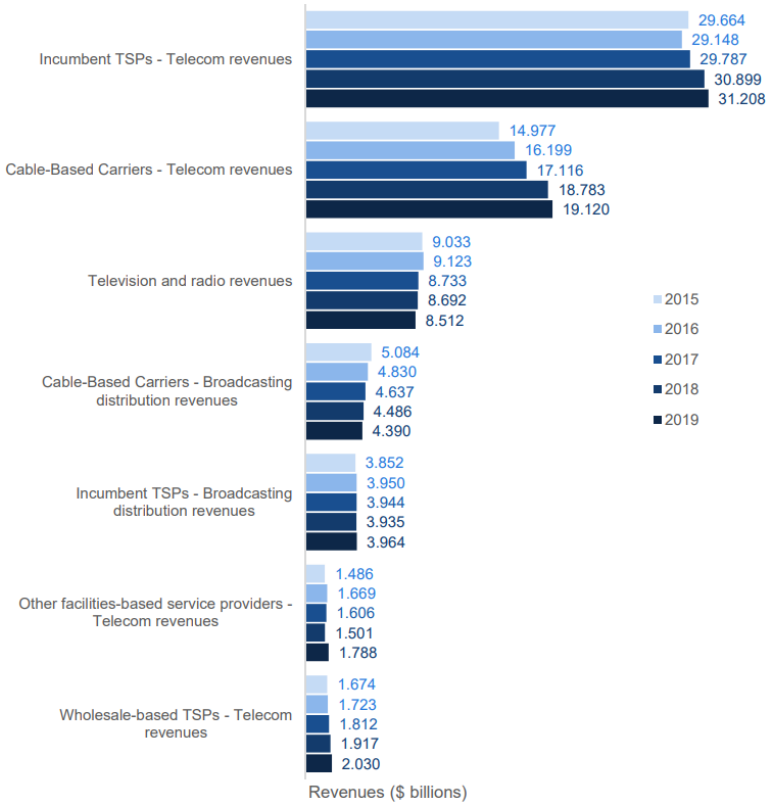
193 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2019 年資料，新臺幣：美國＝30.925：1。



資料來源：ISED. (2020). Communications Monitoring Report (p.16). Retrieved from https://crtc.gc.ca/pubs/cmr2020-en.pdf (Jun. 11, 2021)

圖 3.4.2　加拿大 2019 年度各服務類型電信市場營收

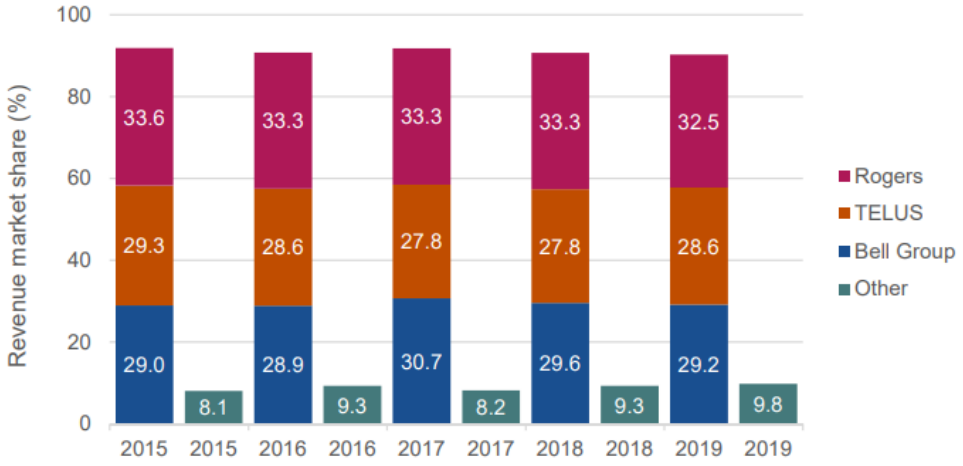
自 2015 年至 2019 年電信市場總營收呈逐年成長趨勢，當中營收占比最高為現有 TSP，年均增長為 1.3%，其次為有線電信業者的 6.3%，而電視與廣播收入則逐步減少，年均增長為-1.5%（圖 3.4.3）。



資料來源：ISED. (2020). Communications Monitoring Report (p.17). Retrieved from https://crtc.gc.ca/pubs/cmr2020-en.pdf (Jun. 11, 2021)

圖 3.4.3　加拿大 2015 年至 2019 年各服務類型電信市場營收

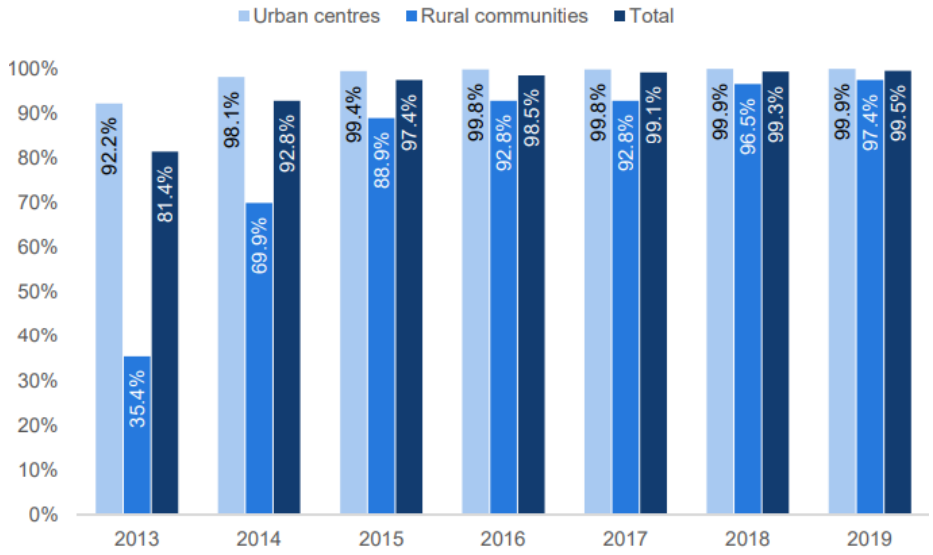
加拿大電信市場具有三大電信業者 Rogers、TELUS 及 Bell Group， 2019 年度市占率分別為 32.5%、28.6%及 29.2%，其他業者總和為 9.8%。而自 2015 年起，其他業者總和的市占率呈現逐年成長趨勢，自 2015 年 8.1%成長至 2019 年 9.8%（圖 3.4.4）。



資料來源：ISED. (2020). Communications Monitoring Report (p.49). Retrieved from https://crtc.gc.ca/pubs/cmr2020-en.pdf (Jun. 11, 2021)

圖 3.4.4　加拿大 2015 年至 2019 年電信市場經營者市占率

加拿大 LTE 行動網路人口覆蓋率於 2017 年即達到 99%，並於 2019 年達到 99.9%，顯示加拿大大多數的 LTE 用戶皆能接收到訊號，享有高速行動寬頻（圖 3.4.5）。



資料來源：ISED. (2020). Communications Monitoring Report (p.98). Retrieved from https://crtc.gc.ca/pubs/cmr2020-en.pdf (Jun. 11, 2021)

圖 3.4.5　加拿大 LTE 人口涵蓋率

二、短中長期頻譜釋出規劃

（一）整體規劃

ISED 於 2018 年 6 月 6 日發布 2018-2022 年頻譜展望（Spectrum Outlook 2018 to 2022）[194]，對於商業行動服務（commercial mobile services）、免執照應用（licence-

[194] ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/Outlook-2018-EN.pdf/$file/Outlook-2018-EN.pdf (Jun. 8, 2021)

exempt applications）、衛星業務（satellite services）和無線骨幹服務（wireless backhaul services）做出總體規劃[195]，並列出 5G 頻譜釋出之優先順序，分為第一順位（Priority 1）、第二順位（Priority 2）與第三順位（Priority 3）：

1. 短期規劃：Priority 1

頻段內現用設備或預期使用設備已制定國際標準，預計於 2018-2022 年間完成釋照作業，包含已完成釋出之 600MHz 與釋照作業進行中之 3500MHz，以及 1500 MHz（ATC）、1600 MHz（ATC）、26GHz、28GHz、37-40GHz、64-71GHz、32GHz（backhaul）、70GHz（backhaul）與 80GHz（backhaul）頻段，前述 1500MHz（ATC）、1600MHz（ATC）係指該頻段分配予輔助地面零件技術（Ancillary Terrestrial Component, ATC）使用。

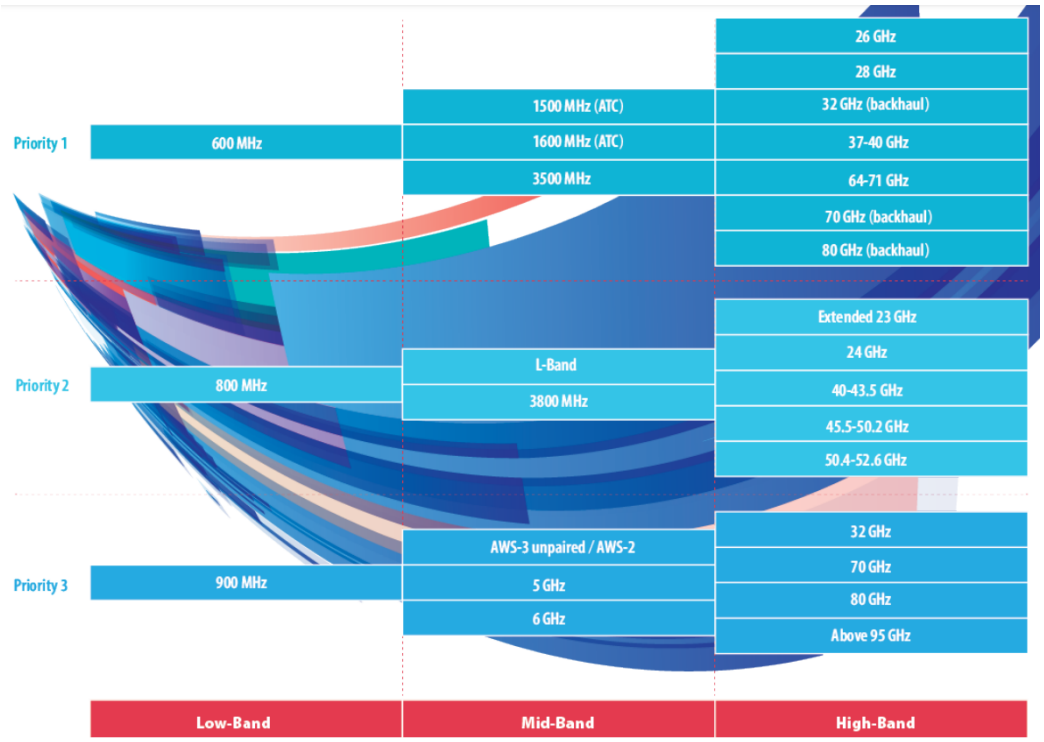
2. 中期規劃：Priority 2

頻段仍須制定政策標準、進行國際協同或是進一步評估使用狀況，視進度可能於 2018 年至 2022 年間開始釋出計畫，包含 800MHz、L-band、3800MHz、Extended 23GHz、24GHz、40-43.5GHz、45.5-50.2GHz 與 50.4-52.6GHz 頻段。

3. 長期規劃：Priority 3

頻段內頻譜之可利用性仍存在不確定性，2022 年前將不會更動該頻段，包含 900MHz、AWS-2、AWS-3（不成對）、5GHz、6GHz、32GHz、70GHz、80GHz 與 95GHz 以上頻段。

2018 至 2022 年釋出規劃如圖 3.4.6、圖 3.4.7。

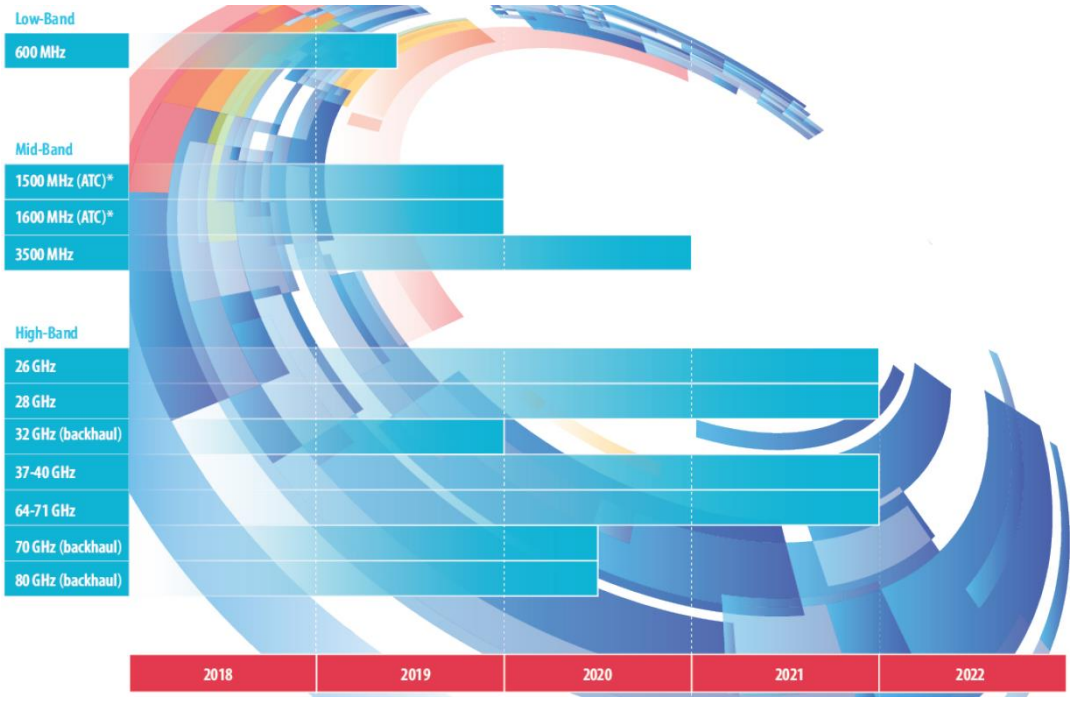


資料來源：ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022 (p.41). Retrieved from

[195] ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022 (p.4). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/Outlook-2018-EN.pdf/$file/Outlook-2018-EN.pdf (Jun. 10, 2021)

https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/Outlook-2018-EN.pdf/$file/Outlook-2018-EN.pdf (Jun. 10, 2021)

圖 3.4.6　加拿大 2018 至 2022 年頻譜釋出規劃



資料來源：ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022 (p.42). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/Outlook-2018-EN.pdf/$file/Outlook-2018-EN.pdf (Jun. 10, 2021)

圖 3.4.7　加拿大 Priority 1 頻譜釋出規劃

（二）低頻段頻譜釋出規劃[196]

低頻段頻譜具有覆蓋大範圍地理區域與室內穿透（in-building penetration）的特色，對於城市和鄉村的頻譜釋出規劃皆屬重要頻段。ISED 將對此頻段進行頻譜重整（repurposing）並且釋出額外低於 1GHz 頻段之頻譜，以提升網路涵蓋率及網路容量，達到預期的流量（traffic）成長。

1. 600MHz（短期規劃，Priority 1）：

ISED 將對總頻寬為 84MHz 之 614-698MHz 頻段進行重整，釋出總頻寬為 70MHz 之頻段應用於商業行動、固定和廣播服務，將此頻段之頻譜釋出順位定為 Priority 1，該頻段已於 2019 年釋出，將於後詳述。

2. 800MHz：（中期規劃，Priority 2）：

ISED 將評估 814-824MHz 頻段及 859-869MHz 頻段，以提供予未來五年內（2018-2022 年）潛在的商業行動服務使用。

196 ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022 (p.21-23). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/Outlook-2018-EN.pdf/$file/Outlook-2018-EN.pdf (Jun. 10, 2021)

目前 800MHz 頻段釋照方式採先到先服務（first come first served）基礎，現有頻譜規劃內包含不同類型的使用者，包括商業公共安全（commercial public safety）與私人實體使用（private entity operations），故此頻段不被視為商業行動寬頻頻譜（commercial mobile broadband spectrum）。800MHz 頻段分配予行動和固定服務使用，根據具體使用情形可分作兩個區塊，第一個區塊為 806-821MHz 與 859-866MHz 頻段，用於固定點對點使用（use of fixed point-to-point）與陸地行動系統（land mobile systems）；第二個區塊為 821-824MHz 與 866-869MHz 頻段，分配予公共安全系統專用，為加拿大公共安全執照持有人高度使用之頻段，具有關鍵的市場地位。

ISED 預計於 800 MHz 頻段釋出更多商業行動頻譜以提高行動服務經營者大範圍的網路涵蓋率及網路容量，並建議與美國同頻段之頻譜規劃協同一致（harmonizing），以簡化跨境協同（crossborder coordination）、互通性（interoperability）、規模經濟（economies of scale）及國際漫遊（roaming between countries）。

ISED 考量 800 MHz 頻段現為公共安全和其他通訊重點使用頻段，改變部分頻段使用即可能對全部頻段造成影響，須更進一步評估，預計於 2022 年前發布整體規劃，將此頻段之頻譜釋出順位定為 Priority 2。

3. 900MHz（長期規劃，Priority 3）：

ISED 認為需要對 900MHz（896-960MHz）頻段重新研議以考量新的用途。

目前 900MHz 頻段用於陸地行動服務(land mobile)、免執照(licence-exempt)、呼叫（paging）、多點通訊系統（multipoint communications systems）、窄頻個人通訊系統（narrowband-PCS）及固定服務。相較於其他陸地行動無線電頻段，現用 900MHz 頻段其執照數較少且服務需求度較低。

ISED 考量 900MHz 頻段與前揭 800MHz 頻段具有相似性，適合用於商業行動服務，傾向將 900MHz 頻段規劃為免執照申請頻段。惟 900MHz 頻段使用率較低，ISED 認為有必要對此重新研議。

鑑於加拿大與美國的諮詢過程仍在持續，並且考量到多用途設備的持續不確定性(continuing uncertainty)，ISED 預計在 2022 年之前不會進一步審查 900MHz 頻段，將此頻段之頻譜釋出順位定為 Priority 3。

（三）中頻段頻譜釋出規劃[197]

中頻段頻譜之特性得同時提供網路涵蓋與網路容量，ISED 預計釋出額外的中頻段頻譜使網路經營者提高服務品質。

1. L 頻段（中期規劃，Priority 2）：

ISED 預計將 L 頻段（1427-1518MHz）分配予固定和商業行動服務。目前 L 頻段僅供鄉村地區與窄頻多點通訊系統之無線電服務訂閱用戶使用，其中 1427-1432MHz 頻段用於自動讀表（automatic meter reading, AMR）和鄉村電信服務，

197 ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022 (p.24-32). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/Outlook-2018-EN.pdf/$file/Outlook-2018-EN.pdf (Jun. 10, 2021)

而 1427-1429.5MHz 用於有限地理區域之免執照醫療遙測(licence-exempt medical telemetry）。

ISED 認為 L 頻段為全球統一使用的頻段,有望成為全球設備生態系統(global equipment ecosystem），將會是 5G 佈署的重要頻段。考量到目前此頻段使用率低，ISED 計畫釋出部分頻段予固定和行動服務使用，並與美國合作制定跨境計畫，以期靈活固定和行動服務使用，合作計畫預計於 2022 年後完成，故 ISED 將此頻段之頻譜釋出順位定為 Priority 2。

2. 1500MHz 與 1600MHz（短期規劃，Priority 1）：

1525-1559MHz、1626.5-1660.5MHz、1610.5-1626.5MHz 和 2483.5-2500MHz 頻段長年用於衛星行動業務（mobile satellite service，MSS），2017 年起陸續有業者提出發展 ATC 服務的申請。

ISED 考量到現有 MSS 服務經營者對於發展 ATC 技術的高度意願，於 2019 年開始審查現有執照規定並預計提高額外的頻譜用於 ATC 使用，同時將密切觀察美國於該頻段的公眾諮詢情形與發展近況，故將此頻段之頻譜釋出順位定為 Priority 1。

3. AWS-2 與 AWS-3（不成對）(長期規劃，Priority 3)：

ISED 規劃將 AWS-2 與 AWS-3（不成對）用於商業行動服務，惟現階段將不會進行釋照作業與執照使用變更。

目前 AWS-2 頻段規劃於商業行動服務使用，因技術問題會對 PCS 服務產生影響而暫時擱置使用，AWS-3 頻段用於氣象輔助（meteorological aids）與氣象衛星（meteorological-satellite）業務。

ISED 表示僅於設備使用發生重大變更時須重新評估使用規劃,現階段不會對此頻段進行釋出作業，將頻譜釋出順位定為 Priority 3。

4. 3500MHz 與 3800MHz（短期規劃，Priority 1）：

ISED 將評估 3500MHz 頻段（3450-3650MHz 頻段）與 3800MHz 頻段（3650-4200 頻段）分配予商業行動與固定服務，並視為 5G 發展的關鍵頻段。

目前 3400-4200MHz 頻率範圍，用於無線電定位（radiolocation）、固定點對點、固定無線接取（Fixed Wireless Access, FWA）、無線寬頻接取（Wireless Broadband Access, WBS）與衛星固定業務（Fixed Satellite Service, FSS）。

ISED 考量國際發展與現有網路經營者諮詢意見,將此頻段之頻譜釋出順位定為 Priority 1，作為 5G 發展使用，規劃於 2020 年底完成釋出，惟因 Covid-19 疫情預計延於 2021 年 6 月 15 日展開競價作業，將於後詳述。

5. 5GHz（長期規劃，Priority 3）：

目前 5GHz 頻段主要是免執照使用頻段,供無線電區域網路(Radio Local Area Network, RLAN）與 Wi-Fi 設備使用。ISED 正積極參與世界無線電通信大會（World Radiocommunication Conference, WRC）有關此頻段的規劃討論，並制定緩解措施（mitigation measures）確保現行無法使用 RLAN 頻段頻譜得以有效利用。

ISED 考量國際共識的不確定性且尚須與眾多利益相關者完成諮詢程序，故將此頻段頻譜釋出順位暫定為 Priority 3，惟可能因 WRC 討論結果提前而推進釋出順位。

6. 6GHz（長期規劃，Priority 3）：

目前 6GHz 頻段大部分用於中繼鏈路與衛星通信業務，ISED 預計於此之外分配予其他現有服務或未來新服務使用，將持續關注美國與國際間的技術發展以研議共用頻段之可能性，暫將此頻段頻譜釋出順位定為 Priority 3，若是技術於 2018 至 2022 年間有重大進展，屆時將重新評估優先順位。

（四）高頻段頻譜釋出規劃[198]

1. Exdended 23GHz（中期規劃，Priority 2）：

目前該頻段大多分配予被動式地球探索衛星（Earth-Exploration Satellite Services - passive, EESS - passive）、固定服務與太空研究服務（Space Research Service, SRS）使用。

ISED 考量未來該頻段的需求將持續增加，將釋出額外頻譜以供現有網路經營者使用，但仍需評估對於其他現有服務的潛在影響，故將此頻段頻譜釋出順位定為 Priority 2。

2. 24GHz（中期規劃，Priority 2）與 26GHz（短期規劃，Priority 1）：

目前 24.25-27.5GHz 頻段主要用於固定、行動、無線電導航（radionavigation）和不同類型的衛星業務。

ISED 預計將此頻段分配予商業行動、固定服務及免執照使用，考量到目前國際發展與技術研究，分作 24GHz 頻段與 26GHz 頻段兩部分評估。有關 24GHz 頻段的研究未臻完善，需要近一步觀察國際發展，故將此頻段頻譜釋出順位定為 Priority 2，26GHz 頻段於國際間皆視為 5G 發展的關鍵頻段且現有網路服務經營者亦於諮詢過程中對此頻段頻譜表達高度興趣，故將此頻段頻譜釋出順位定為 Priority 1。

3. 28GHz、37-40GHz 與 64-71GHz（短期規劃，Priority 1）：

ISED 預計將釋出此頻段予固定、行動服務與免執照使用，並視為 5G 服務的頻段，於 2017 年起即對此頻段使用規劃展開公眾諮詢，將此頻段頻譜釋出順位定為 Priority 1，預計於 2021 年底完成釋出。

4. 32GHz（長期規劃，Priority 3）與 32GHz-中繼鏈路（短期規劃，Priority 1）：

目前 32GHz 頻段規劃予固定、無線電導航、太空研究與衛星業務，並未開始利用。ISED 預計將此頻段部分作為中繼鏈路使用，將此中繼鏈路部分頻譜釋出順位定為 Priority 1，剩餘頻譜依國際發展與技術研究評估用途，釋出順位定為 Priority 3。

198 ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022 (p.32-40). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/Outlook-2018-EN.pdf/$file/Outlook-2018-EN.pdf (Jun. 10, 2021)

5. 40-43.5GHz、45.5-50.2GHz 與 50.4-52.6GHz（中期規劃，Priority 2）：

目前 40-43.5GHz、45.5-50.2GHz、50.4-52.6GHz 頻段用於固定服務與衛星業務，國際間亦主要規劃為衛星業務使用，惟 WRC 仍持續討論該頻段未來發展用途，尚待形成國際共識，故 ISED 將此頻段頻譜釋出順位定為 Priority 2。

6. 70GHz 與 80GHz（長期規劃，Priority 3）及 70GHz-中繼鏈路與 80GHz-中繼鏈路（短期規劃，Priority1）：

ISED 預計將 70GHz 與 80GHz 頻段分配予商業行動、固定與免執照使用，並改善頻譜使用，使該頻段頻譜能在不同服務之間共享。考量到中繼鏈路的高度使用需求，將中繼鏈路使用之頻譜釋出順位定為 Priority 1，剩餘頻譜將依國內需求與國際發展而另行評估，釋出順位定為 Priority 3。

7. 高於 95GHz 頻段（長期規劃，Priority 3）：

ISED 考量目前加拿大並未使用此頻段之頻譜，國際發展與技術研究亦未臻成熟，故將此頻段頻譜釋出順位定為 Priority 3，僅於發生重大變化時，將重新評估優先順序。

三、600MHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

ISED 於 2018 年 3 月 28 日發布 600 MHz 頻段技術、政策與執照架構（Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band[199]），公告釋出 614MHz-698MHz 頻段，靈活應用於商用行動、固定和廣播服務。ISED 依競爭執照服務區域（Service Areas for Competitive Licensing[200]）分類之 Tier 2 服務區與 Tier 4 服務區之 Yukon、the Northwest Territorie 及 Nunavut 區域，共計 16 個服務區域作為區域性執照競標。競價程序於 2019 年 3 月 12 日展開並於 4 月 4 日結束。

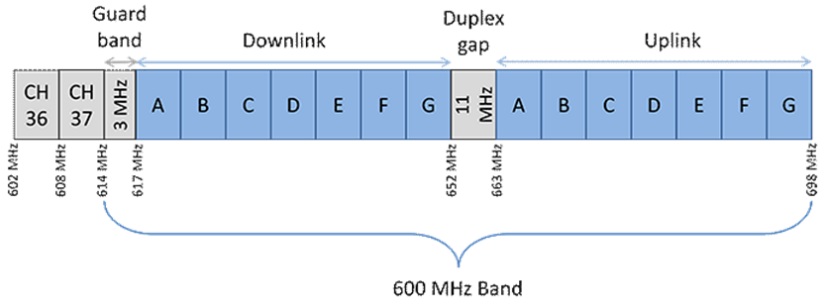
本次釋照作業扣除護衛頻段（guard band）3MHz 頻寬與收發間隔（duplex gap）11MHz 頻寬，以 10MHz 為單位頻寬（5+5MHz 成對頻段），分為 A 至 G 共 7 個區塊，總計分配 70MHz 頻寬。

ISED 將 E 至 G 區塊（3 個獨立 5+5MHz 成對頻段）共 30MHz 頻寬作為保留頻段（set-aside）予符合保留頻段之競價資格的申請人，使其能獲得足夠網路涵

[199] ISED 與利益相關人諮商中參考 The 2015 Decision on Repurposing the 600 MHz Band 指出採用美國頻段規畫之優點，ISED 承諾與美國合作重整頻譜，於本次釋照作業採用相同的頻段規劃。ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.3). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

[200] ISED 將競爭執照服務區域分作 Tier1-Tier5 五種規模。Tier 1 為單一國家服務區，即加拿大全境作為一服務區；Tier 2 為覆蓋加拿大全境的 14 個大型服務區（large service areas），其中八個服務區為獨立的省/地區，六個服務區為安大略省與魁北克省內的副省級市；Tier 3 分為 59 個較小的區域服務區（smaller regional service areas）；Tier 4 分為 172 個在地服務區（localized service areas）；Tier 5 分為最小執照區域（smallest licensing area），分為 654 個在地服務區。ISED. (2020). Service Areas for Competitive Licensing. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/h_sf01627.html#tierMap (Jun. 8, 2021)

蓋率以維護電信市場競爭，而 A 至 D 區塊共 40MHz 頻寬作為公開頻段（open）則供全部競價者公開競價，600MHz 頻譜釋照規劃如圖 3.4.8。



資料來源：ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.3). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

圖 3.4.8　600MHz 頻譜釋照規劃

前揭保留頻段之競價資格僅限於 CRTC 登記為基礎設施提供者（facilities-based providers）的申請人，且提出申請時非屬本架構認定之國家現有服務提供者（national incumbent service providers）[201]；而國家現有服務提供者係依據提出申請日，依 CRTC 最新公布之電信監測報告所列全國無線用戶市占率（national wireless subscriber market share）超過 10%的經營者。

ISED 為維護保留頻段的有效性與阻止投機行為，自保留頻段執照之經營者獲得保留頻段執照前五年內，除符合本架構從屬與可轉讓條件[202]，原則上不得轉讓予未具保留頻段之競價資格的其他經營者[203]。

本次競價程序採組合時間鐘拍賣（combinatorial clock auction, CCA）並使用基於廣義公理顯示性偏好[204]（generalized axiom of revealed preference, GARP）的活動規則[205]，包含分配階段（Allocation stage）與指配階段（Assignment stage）兩階段，所有階段均採匿名競標[206]。ISED 將分配階段之競標底價以加幣 48,000 元（約新臺幣 1,118,782 元）定為 1 單位資格點數（eligibility points），總計 4,583

[201] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.6). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)
[202] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band. Annex B—Conditions of licence (p.65). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf
[203] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.10). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)
[204] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band. Annex C—Combinatorial clock auction format with Generalized Axiom of Revealed Preference based activity rule (p.71). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)
[205] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.21). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)
[206] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.15). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

單位資格點數，共加幣 1,536,759,000 元（約新臺幣 358.82 億元），競標底價與資格點數費用如附錄 9 加拿大 600MHz 競標底價與資格點數費用表。

本次 CCA 流程分為以下階段[207]：

1. 分配階段

於分配階段，ISED 將 A 至 G 的 7 個 5+5MHz 成對頻段作為 16 個服務區域之通用執照，並將每個服務區域的競標內容分為保留產品（set-aside product）與公開產品（open product），保留產品位屬頻段即為前述保留頻段，公開產品位屬頻段即為公開頻段。全部 16 個服務區域皆有兩種產品可供競標，共計 32 個產品。具保留資格競價者對保留產品需求數得為 0 至 7 張執照，而未具備保留資格競價者對公開產品需求數得為 0 至 4 張執照。每回合結束時，競價者將收到前一回合競價資訊與下一回合競價資格，並被告知前一回合每個服務區域總需求及競標下一回合產品的價格（價格成長幅度在前一回合價格 1-20%範圍內[208]）。分配階段結束時，經第三方驗證結果後，將告知各競價者其暫時得標組合，以及該組合的基本價格。

2. 指配階段

於指配階段，不再區分保留頻段與公開頻段，將依服務區域人口數降序逐一指配，當服務區域係相連地理區域，且數量競價得標者於該服務區域暫時得標執照數相同時，得在一回合指配兩個以上服務區域。每回合結束時，經第三方驗證結果後，將通知數量競價得標者其得標頻率位置及指配價格[209]。

3. 決標

將公告得標者名單、得標標的及其得標金（最終支付價格為基本價格與指配價格總和）。

若一或多個具保留資格得標者其全部得標頻段之總頻寬超過 30 MHz，則其所有得標頻段皆視為保留頻段，遵守保留資格規定[210]。另在 ISED 公告得標者名單前，全部競價者皆須遵守獨立原則，不得共謀競價策略、透露競標價格或協商得標後續合作等足以影響競價程序公平性之行為[211]，本次 CCA 流程如圖 3.4.9。

---

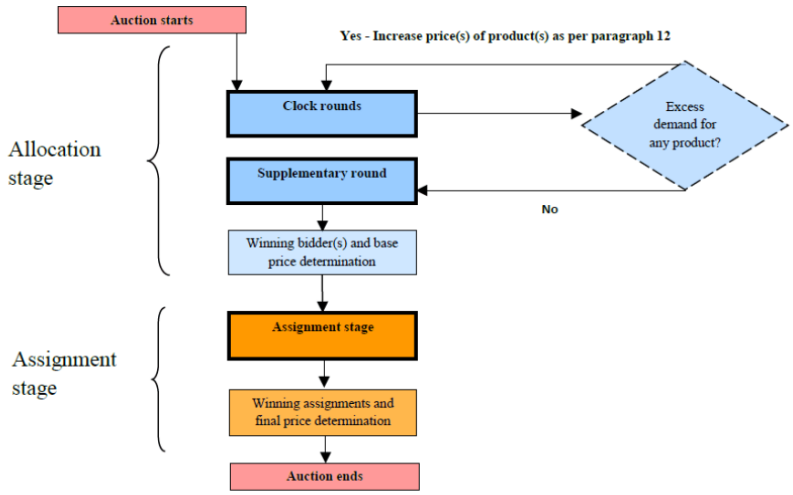
[207] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.15-17). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

[208] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band. Annex C—Combinatorial clock auction format with Generalized Axiom of Revealed Preference based activity rule (p.71). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

[209] ISED 採用最近核心價格（nearest Vickrey）方式來決定指配價格。
ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.79). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

[210] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.14). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

[211] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.33). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)



資料來源：ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p72). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

圖 3.4.9　600MHz CCA 流程

（二）參與競標家數

1. 參與家數

600MHz 頻段釋照作業總計 12 位合格競價者，9 位得標者，羅列於表 3.4.1。

表 3.4.1　加拿大 600MHz 釋照之競價結果

得標者	得標執照數量	得標金總和	覆蓋人口數
Bragg	4	13,046,000	1,812,066
Freedom	11	491,977,000	21,764,443
Iris	7	2,556,000	633,747
Rogers	52	1,725,006,000	35,150,715
SaskTel	3	12,168,000	1,094,705
TBayTel	1	2,802,000	778,449
TELUS	12	931,238,000	19,844,765
Vidéotron	10	255,780,000	10,225,169
Xplornet	4	35,755,000	3,610,258

資料來源：ISED. (2019). 600 MHz Auction — Final Results. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11499.html (Jun. 8, 2021)

2. 鼓勵/扶植新進業者措施

本次釋照作業無鼓勵或扶植新進業者措施，僅設置保留頻段予申請競價時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標，使其獲得足夠網路涵蓋率以維護電信市場競爭。國家現有服務提供者係依據提出申請日，依 CRTC 最新公布之電信監測報告所列全國無線用戶市占率超過 10%的經營者。

3. 是否允許合資公司（Joint Venture）

ISED 為確保所有競價者具獨立性，於此架構提出從屬與關聯實體（Bidder participation—Affiliated and associated entities）規則[212]。被 ISED 認定為附屬實體（affiliated entities）[213]之申請人不得單獨參加競價，而認定為關聯實體（associated entities）之申請人，經 ISED 審查確認此參加競價行為不會對競價作業產生負面影響，始得單獨參加競價。

（三）頻譜取得上限

ISED 於 600MHz 釋照作業無設定單一業者可取得總量上限（spectrum cap），惟於競標內容設置總頻寬為 30MHz 之保留頻段，保留予申請時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標，使其獲得足夠網路涵蓋率以維護電信市場競爭[214]。

（四）得標者義務

600MHz 頻段得標者須依執照區域，於 5 年內達到 15%-25%人口涵蓋率（鄉村地區 10%），10 年內達到 20%-60%人口涵蓋率（鄉村地區 13%-30%），20 年內達到 20%-70%人口涵蓋率（鄉村地區 25%-60%），如表 3.4.2。

表 3.4.2　600MHz 得標者 5 年內佈建義務

Tier 2 & Tier 4	服務地區	人口數	最低人口涵蓋率（5 年內）
2-001	Newfoundland and Labrador	520,176	15%
2-002	Nova Scotia and Prince Edward Island	1,066,470	15%
2-003	New Brunswick	745,596	20%
2-004	Eastern Quebec	1,699,378	25%
2-005	Southern Quebec	5,895,985	25%
2-006	Eastern Ontario and Outaouais	2,435,880	25%
2-007	Northern Quebec	193,926	15%

[212] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.29-33). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

[213] 附屬實體指 ISED 認定一方具經常力量或能力（ongoing power or ability）對於日常營運或策略決定有決策權時，將被認為具有控制（control）關係，當他申請人直接或間接持有超過 20%申請人之表決權股份（voting shares），將推定為附屬實體，申請人被推定為附屬實體時，得提交事實上無控制關係之證明表示異議；關聯實體指申請人之間具有頻譜拍賣之合夥（partnerships）、合資公司（joint ventures）、合併協議（agreements to merge）、聯盟（consortia）關係或任何與頻譜取得有關之約定、協議或默示協議（arrangements, agreements or understandings），惟典型的漫遊與基地臺共用關係不屬於關聯實體。

[214] ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.5-6). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

2-008	Southern Ontario	10,609,746	25%
2-009	Northern Ontario	778,449	25%
2-010	Manitoba	1,278,016	25%
2-011	Saskatchewan	1,094,705	20%
2-012	Alberta	4,070,844	25%
2-013	British Columbia	4,647,973	25%
4-170	Yukon	35,928	10%
4-171	Nunavut	35,975	10%
4-172	Northwest Territories	41,668	10%

資料來源：ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.58). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

（五）頻率使用期限

600 MHz 頻段執照使用期限為首次發布授權執照起[215]20 年，執照更新須不遲於執照到期日前兩年提出。

四、3500MHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

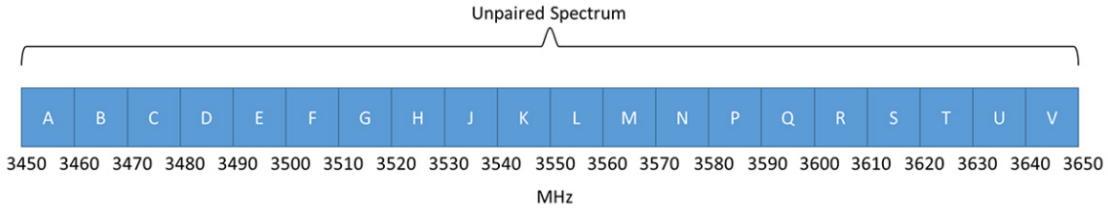
ISED 於 2021 年 4 月 26 日發布 3500 MHz 頻段政策與執照架構（Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band）[216]，公告釋出 3450MHz-3650MHz 頻段，供 4G LTE 及 5G NR 設備使用。ISED 使用競爭執照服務區域（Service Areas for Competitive Licensing）[217]所分類之 Tier 4 服務區作為區域性執照競標，預計於 2021 年 6 月 15 日展開競價程序。

本次釋照作業預計以 10MHz 為單位頻寬，分為 20 個不成對區塊，總計釋出 200MHz 頻寬，3500MHz 頻譜釋照規劃如圖 3.4.10。

215 ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.43). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

216 ISED. (2021). Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 8, 2021)

217 ISED 將競爭執照服務區域分作 Tier1-Tier5 五種規模。Tier 1 為單一國家服務區，即加拿大全境作為一服務區；Tier 2 為覆蓋加拿大全境的 14 個大型服務區（large service areas），其中八個服務區為獨立的省/地區，六個服務區為安大略省與魁北克省內的副省級市；Tier 3 分為 59 個較小的區域服務區（smaller regional service areas）；Tier 4 分為 172 個在地服務區（localized service areas）；Tier 5 分為最小執照區域（smallest licensing area），分為 654 個在地服務區。ISED. (2020). Service Areas for Competitive Licensing. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/h_sf01627.html#tierMap (Jun. 8, 2021)



資料來源：ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.10). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

圖 3.4.10　3500MHz 頻譜釋照規劃

本次競標頻譜分為受限頻譜（encumbered spectrum）與未受限頻譜（unencumbered spectrum）兩類，前者依使用情形分作再分割執照（sub-divided licences）與網格細胞執照（grid-cell licences）[218]。ISED 為維護電信市場競爭，於競標內容設置總頻寬為 50MHz 之保留頻段，設置順序將優先以未受限頻譜作為保留頻段，惟未受限頻譜總頻寬不足 50MHz，將以受限頻譜作為保留頻段之部份補充至總頻寬 50MHz，若該區域受限頻譜以組合形式競價[219]。當以最小單位之組合設置保留頻段，其總頻寬仍超過 50MHz 時，將扣除等同過量部分之未受限頻譜，使保留頻段總頻寬維持 50MHz，該部分未受限頻譜將公開競價；若該區域總釋出頻譜總頻寬未達 50MHz，則 ISED 以市場競爭利益為考量，依服務區域內是否含大型人口中心為準，若該服務區域內含大型人口中心，該區域釋出頻段皆作為保留頻段，若無則不設置保留頻段[220]，如表 3.4.3。

表 3.4.3　保留頻段設置規劃

	服務區域含大型人口中心	服務區域不含大型人口中心
釋出之 未受限頻譜 >50MHz	以未受限頻譜設置 總頻寬 50MHz 之保留頻段	以未受限頻譜設置 總頻寬 50MHz 之保留頻段
釋出之 未受限頻譜 <50MHz	受限頻譜補充未受限頻譜， 作為總頻寬 50MHz 保留頻段之部分	受限頻譜補充未受限頻譜， 作為總頻寬 50MHz 保留頻段之部分
總釋出頻譜 (包含受限頻譜與 未受限頻譜) <50MHz	釋出頻段皆為保留頻段	不設置保留頻段

資料來源：整理自 ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500

[218] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.22). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

[219] ISED 得將受限頻譜以 10MHz 為單位以組合方式提供競價，可為 20MHz、30MHz 等視組合 10MHz 頻寬之數量而定。惟此組合方式僅限競價階段，得標者最終取得皆為獨立之執照。ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.29). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

[220] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.15). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

MHz Band (p.15). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

前揭保留頻段之競價資格僅限於 CRTC 登記為基礎設施提供者的申請人，且提出申請時非屬國家行動服務提供者（national mobile service providers, NMSPs）[221]；而 NMSP 係依據提出申請日，依 CRTC 最新公布之電信監測報告所列全國無線用戶市占率超過 10%的經營者。

ISED 為維護保留頻段的有效性與阻止投機行為，經營者其得標保留頻段執照之服務區域內包含一個大型人口中心以上區域者，自取得保留頻段執照前五年內，不得轉讓予未具保留資格之經營者；而服務區域內未包含大型人口中心區域者，自取得保留頻段執照前七年內，不得轉讓予未具保留資格之經營者，惟保留頻段執照經營者已滿足第七年內之佈建義務，於第五年起得轉讓其執照[222]。

本次競價程序採時間鐘拍賣（Clock auction, CA），包含價格發現階段（price discovery stage）與指配階段（assignment stage）兩階段，價格發現階段亦可稱作分配階段（allocation stage）[223]，所有階段均採匿名競標[224]。ISED 將分配階段之競標底價以加幣 5,000 元(約新臺幣 114,598 元)[225]定為 1 單位資格點數(eligibility points)，總計 9,325 單位資格點數，共計加幣 46,625,000 元（約新臺幣 10.68 億元）[226]。

本次 CA 流程分為以下階段：

1. 價格發現階段（分配階段）

每回合結束時，競價者將收到前一回合競價資訊與下一回合競價資格，並被告知前一回合各服務區域總需求及參加下一回合競標產品的價格(價格成長幅度在前一回合價格 1-20%範圍內[227])。分配階段結束時，經第三方驗證結果後，將告知各競價者其暫時得標區塊，以及該區塊的基本價格。

[221] ISED. (2021). Applicants — Auction of Spectrum Licences in the 3500 MHz Band (p.18). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11695.html (Jun. 9, 2021)
[222] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.20). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)
[223] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.35). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)
[224] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.35). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)
[225] 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，美元兌加幣為 1.2091、美元兌新臺幣為 27.712（後皆同）。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 6 月 7 日)
[226] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.55). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)
[227] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.42). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

2. 指配階段

於指配階段，拍賣將透過一系列回合進行，數量競價得標者對所有頻譜區塊同時競標，不再區分保留頻段、公開頻段、未受限頻譜與受限頻譜。ISED 將對人口數最多的八個服務區域，依序進行單獨的指配回合，結束前述八個指配回合，其餘服務區域將按人口數降序分為六個部分同時競標，每個部份應不包含多個來自相同 Tier 2 服務區域內的 Tier 4 服務區域，剩餘未指配服務區域數少於六個時可例外允許多個來自相同 Tier 2 服務區域內的 Tier 4 服務區域。當服務區域係相連地理區域，且數量競價得標者於該服務區域暫時得標執照數相同時，得在一指配回合指配兩個以上服務區域。每回合結束時，經第三方驗證結果後，將通知數量競價得標者其具體得標頻率位置及指配價格[228]。

3. 決標

將公告得標者名單、得標標的及其得標金（最終支付價格為基本價格與指配價格總和）。

若一或多個具保留資格得標者其全部得標頻段之總頻寬超過 50 MHz，則其所有得標頻段皆視為保留頻段，遵守保留資格規定[229]。另在 ISED 公告得標者名單前，全部競價者皆須遵守獨立原則，不得共謀競標策略、透露競標價格或協商得標後續合作等足以影響競價程序公平性之行為[230]。

（二）參與競標家數

1. 參與家數

3500MHz 頻段釋照作業總計 23 位合格競價者，羅列於附錄 10。

2. 鼓勵/扶植新進業者措施

本次釋照作業無鼓勵或扶植新進業者措施，僅設置保留頻段予申請競價時非屬 NMSP 且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標，使其獲得足夠網路涵蓋率以維護電信市場競爭。NMSP 係依據提出申請日，依 CRTC 最新公布之電信監測報告所列全國無線用戶市占率超過 10%的經營者。

3. 是否允許合資公司（Joint Venture）

ISED 為確保所有競價者具獨立性，於此架構提出從屬與關聯實體規則[231]。一方具經常力量或能力對於日常營運或策略決定有決策權時，將被認為具有控制關

[228] ISED 採用最近核心價格（nearest Vickrey）方式來決定指配價格。
ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.50). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)
[229] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.33). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)
[230] ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.62). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)
[231] ISED. (2021). Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.59-60). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 10, 2021)

係，當他申請人直接或間接持有超過 20%申請人之表決權股份，將推定為附屬實體，被 ISED 認定為附屬實體之申請人不得單獨參加競價；而關聯實體指申請人之間具有頻譜拍賣之合夥、合資公司、合併協議、聯盟關係或任何與頻譜取得有關之約定、協議或默示協議，惟典型的漫遊與基地臺共用關係不屬於關聯實體。認定為關聯實體之申請人，經 ISED 審查確認此參加競價行為不會對競價作業產生負面影響，始得單獨參加競價。

（三）頻譜取得上限[232]

ISED 於 3500MHz 釋照作業無設定單一業者可取得總量上限，惟於各服務區域之競標內容設置總頻寬為 50MHz 之保留頻段，保留予申請時非屬 NMSP 且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標，使其獲得足夠網路涵蓋率以維護電信市場競爭[233]。

（四）得標者義務

ISED 為求頻譜之積極利用，於 3500MHz 頻段設置兩種得標者義務，分別是所有得標者皆須遵守之一般佈建義務與現有 LTE 行動網路經營者須負擔之額外佈建義務[234]。

一般佈建義務指執照服務範圍包含大型人口中心的 Tier 4 區域，其得標者在執照期限第 5 年內達到 25%-30%人口涵蓋率、第 10 年內達到 40%-50%人口涵蓋率及第 20 年內達到 60%-70%人口涵蓋率（表 3.4.4）。惟執照核發日為執照期限第 4 年至第 5 年間之得標者，僅須符合第 10 年及第 20 年內的佈建義務；核發日在執照期限第 5 年至第 10 年間之得標者，僅須符合第 20 年內的佈建義務；核發日在執照期限第 10 年後之得標者，ISED 將逐案依執照剩餘時間審酌佈建義務。

表 3.4.4　含大型人口中心之 Tier 4 區域其一般佈建義務

Tier 4	服務區域	人口數	最低人口涵蓋率（5 年內）	最低人口涵蓋率（10 年內）	最低人口涵蓋率（20 年內）
4-001	St. John's	25,012	30%	50%	70%
4-010	Halifax	435,820	30%	50%	70%
4-018	Moncton	178,500	25%	40%	60%
4-028	Chicoutimi-Jonquière	218,377	30%	50%	70%
4-030	Québec	904,330	30%	50%	70%
4-037	Trois-Rivières	265,152	30%	50%	70%
4-042	Sherbrooke	250,227	30%	50%	70%
4-051	Montréal	4,352,037	30%	50%	70%
4-055	Ottawa/Outaouais	1,452,852	30%	50%	70%
4-070	Kingston	177,314	30%	50%	70%
4-077	Toronto	7,030,750	30%	50%	70%
4-079	Guelph/Kitchener	707,534	30%	50%	70%

[232] ISED. (2021). Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.15-20). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 8, 2021)

[233] ISED. (2021). Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.10). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

[234] ISED. (2021). Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.70-77). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 8, 2021)

4-084	Niagara-St. Catharines	349,283	30%	50%	70%
4-086	London/Woodstock /St. Thomas	678,149	30%	50%	70%
4-090	Windsor/Leamington	401,719	30%	50%	70%
4-094	Barrie	352,290	25%	40%	60%
4-111	Winnipeg	830,151	30%	50%	70%
4-124	Regina	260,382	30%	50%	70%
4-125	Saskatoon	306,824	30%	50%	70%
4-136	Calgary	1,416,856	30%	50%	70%
4-141	Edmonton	1,325,857	30%	50%	70%
4-151	Kelowna	362,815	25%	40%	60%
4-152	Vancouver	2,731,567	30%	50%	70%
4-154	Victoria	458,861	30%	50%	70%

資料來源：ISED. (2021). Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band – Annexes — Annex F: General deployment requirements. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11589.html#sF (Jun. 9, 2021)

ISED 認為現有 LTE 行動網路經營者擁有向加拿大用戶快速提供 5G 服務的最佳條件，故對該經營者設置額外佈建義務，要求於執照期限第五年、第七年及第十年內，依提供服務區域達到相應的最低人口涵蓋率之服務提供（表 3.4.5）。

表 3.4.5　現有 LTE 行動網路經營者之額外佈建義務

項目	5 年內	7 年內	10 年內	10 年內（市中心外之鄉村地區）
包含大型人口中心的 Tier 4 區域	90%	97%	—	95%
無大型人口中心的 Tier 4 區域	—	90%	97%	—

資料來源：ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band (p.10). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf/$file/SLPB-001-20-a3-2021-04EN.pdf (Jun. 9, 2021)

（五）頻率使用期限

3500MHz 頻段執照使用期限為首次發布授權執照起 20 年，執照更新須於執照到期日前兩年內提出。

五、小結

加拿大於 2019 年釋出 600MHz 頻段，2021 年釋出 3.5GHz 頻段，兩次釋照機制與配套措施彙整如表 3.4.6。

加拿大於 2019 年 600MHz 釋照採組合時間鐘拍賣（CCA），競標內容設置總頻寬為 30MHz 之保留頻段，保留予申請時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標，執照效期為 20 年。競標資格方面，若主管機關認定為附屬實體之申請人則不得單獨參加競價；若認定為關聯實體之申請人，則需事先經過審查。得標義務方面，訂有 5 年、10 年與 20 年人口涵蓋率義務，且當中須達成鄉村地區一定比率之人口涵蓋率。

加拿大於 2021 年 3.5GHz 釋照採時間鐘拍賣，設置有總頻寬為 50MHz 之保留頻段，執照效期為 20 年。競標資格方面，3.5GHz 釋照亦規定附屬實體之申請人不得單獨參加競價；關聯實體之申請人則須經審查。得標義務方面，訂有一般佈建義務，針對現有 LTE 行動網路經營者則訂有額外佈建義務。

表 3.4.6　加拿大 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整

項目	2019 年 600MHz 釋照	2021 年 3500 MHz 釋照
開放頻段及頻寬	614MHz-698MHz 頻段，扣除護衛頻段 3MHz 頻寬與收發間隔 11MHz 頻寬，以 10MHz 為單位頻寬，分為 A 至 G 共 7 個區塊，總計分配 70MHz 頻寬	3450MHz-3650MHz 頻段，以 10MHz 為單位頻寬，分為 20 個不成對區塊，總計釋出 200MHz 頻寬
釋出方式	組合時間鐘拍賣（CCA）搭配基於廣義公理顯示性偏好（GARP）活動規則 ● 分配階段 ● 指配階段	時間鐘拍賣（CA） ● 價格發現階段（分配階段） ● 指配階段
參與頻率競標或指配業者家數	共 12 位合格競價者，9 位得標	共 23 位合格競價者
鼓勵或扶植新進業者措施	無鼓勵或扶植新進業者措施，僅設置保留頻段予申請競價時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標	
是否允許合資公司參與	ISED 認定為附屬實體之申請人不得單獨參加競價；認定為關聯實體之申請人，須經 ISED 審查	
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持有總量上限及考量因素，或未設上限之考量因素	無設定單一業者可取得總量上限，惟於競標內容設置總頻寬為 30MHz 之保留頻段，保留予申請時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標	無設定單一業者可取得總量上限，惟於各服務區域之競標內容設置總頻寬為 50MHz 之保留頻段，保留予申請時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標
得標者義務	● 5 年內達到 15%-25%人口涵蓋率（鄉村地區 10%） ● 10 年內達到 20%-60%人口涵蓋率（鄉村地區 13%-30%） ● 20 年內達到 20%-70%人口涵蓋率（鄉村地區 25%-60%）	● 一般佈建義務：執照服務範圍包含大型人口中心 Tier 4 區域之得標者在執照期限第 5 年內達到 25%-30%人口涵蓋率、第 10 年內達到 40%-50%人口涵蓋率及第 20 年內達到 60%-70%人口涵蓋率 ● 現有 LTE 行動網路經營者額外佈建義務：於執照期限第五年、第七年

		及第十年內，依提供服務區域達到相應的最低人口涵蓋率之服務提供
頻率使用期限	首次發布授權執照起 20 年，執照更新須不遲於執照到期日前兩年提出	

資料來源：本研究彙整。

第五節 日本

一、主管機關與電信市場概況

日本電信相關政策的推動與管理由總務省負責。總務省負責掌管行政、公務員、地方自治、通訊傳播等等諸多國家基礎制度，隸屬於總務省的綜合通信基盤局為 5G 頻譜分配、移頻、相關技術引進與整備等主辦機關。

據總務省調查，截至 2020 年 3 月 31 日止，日本電信業者數為 2,324 家，比前年度增加 11.4%，市場總營收為 14 兆 8,726 億日圓（約新臺幣 4.21 兆元）[235]，較去年度成長 7%，其中行動通信收入達 49.9%，固定通信則占 28.5%[236]。主要的行動通信業者為 NTT DOCOMO（株式会社 NTT ドコモ）、KDDI／沖縄行動電話（KDDI 株式会社／沖縄セルラー電話株式会社）以及 SoftBank（ソフトバンク株式会社）。截止至 2020 年度，NTT DOCOMO 市占率（37.3%）及行動電話簽約數（37.7%）最大的業者，其次依序為 KDDI 集團（市占率 27.6%、行動電話簽約數 27.9%）以及 Softbank 集團（市占率 21.8%、行動電話簽約數 21.2%）[237]。此外值得注意的是，樂天行動於 2018 年取得 4G 執照，為全球第一家靠全虛擬化行動網路提供服務的電信業者，目前也加入日本 5G 建設與開發服務。NTT DOCOMO、KDDI、SoftBank 和樂天行動網路。5G 頻譜持有情形如表 3.5.1 所示。

表 3.5.1 日本主要業者 5G 頻譜持有情形

電信業者	持有頻段	總頻寬
NTT DOCOMO	3.7GHz 頻段 頻率區塊 3600-3700MHz	600MHz
	4.5GHz 頻段 頻率區塊 4500-4600 MHz	
	28 GHz 頻段 頻率區塊 27.4GHz-27.8GHz	
KDDI	3.7GHz 頻段 頻率區塊 3700-3800 MHz	600MHz
	3.7GHz 頻段 頻率區塊 4000-4100 MHz	
	28GHz 頻段 頻率區塊 27.8GHz-28.2GHz	
	KDDI 已獲准於既有 LTE 頻段導入 5G，截至 2021 年 7 月已用於 5G 之既有 LTE 頻段，包含 700MHz、3.5GHz 頻段。KDDI 持有之 700MHz 頻段、3.5GHz 頻段： 700MHz 頻段 頻率區塊 773-783MHz 3.5GHz 頻段 頻率區塊 3520-3560MHz	
SoftBank	3.7GHz 頻段 頻率區塊 3900-4000MHz	500MHz
	28GHz 頻段 頻率區塊 29.1GHz-29.5GHz	
	SoftBank 已獲准於既有 LTE 頻段導入 5G，截至 2021 年 9 月已用於 5G 之既有 LTE 頻段，包含 700MHz 頻段、1.7GHz 頻段、3.4GHz	

[235] 外幣計算：以台灣銀行 2021 年 6 月 9 日，109.45 日圓＝1 美元及 27.767 元＝1 美元做計算。https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

[236] 総務省（2021）。情報通信業基本調査結果 2020 年情報通信業基本調査（2019 年度実績）。檢自 https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/jouhoutsuusin210528b.pdf（Jun.11,2021）

[237] 総務省（2020）。電気通信事業分野における市場検証(令和元年度)年次レポート。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000707584.pdf（Jun.11,2021）

	頻段。SoftBank 持有之 700MHz 頻段、1.7GHz 頻段、3.4GHz 頻段： 700MHz 頻段 頻率區塊 793-803MHz 1.7GHz 頻段 頻率區塊上行 1750-1765MHz 1.7GHz 頻段 頻率區塊下行 1845-1860MHz 3.4GHz 頻段 頻率區塊 3400-3440MHz、3560-3600MHz	
樂天行動	3.7GHz 頻段 頻率區塊 3800-3900MHz	540MHz
	28GHz 頻段 頻率區塊 27.0GHz-27.4GHz	
	1.7GHz 頻段(東名阪外）頻率區塊上行 1765-1785MHz	
	1.7GHz 頻段(東名阪外）頻率區塊下行 1860-1880MHz	

資料來源：総務省（2019）。第 5 世代移動通信システム(5G)の導入のための特定基地局の開設計画の認定(概要) 。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000613734.pdf (Jun.11,2021)
総務省（2021）。第 5 世代移動通信システム(5G)の普及のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745465.pdf (Jun.11,2021)
KDDI 株式会社、沖縄セルラー電話株式会社（2021）。5G サービスエリアの拡大予定について
ソフトバンク株式会社（2021）。LTE 周波数帯の 700MHz・1.7GHz・3.4GHz 帯を利用した 5G サービスを 2 月 15 日から順次提供開始。檢自 https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210215_01/ (Sep.13,2021)

二、短中長期頻譜釋出規劃

日本政府將 5G 的發展視為解決國內人口老化、少子化以及提升勞動力與生活品質的重要手段之一，以東京奧運為契機，於 2020 年開始引進及發展 5G 相關技術，同時致力於發展及建構商用 5G 及 Local 5G，並於同年 6 月發表「Beyond 5G 推進戰略：邁向 6G 的藍圖」，以此前瞻計畫為發展目標，持續調整頻譜使用、整備 5G 相關技術與推動相關政策。

截至 2021 年 9 月為止，總務省已釋出且已分配中頻段 3.7GHz（3600-4100MHz）、4.5GHz（4500-4600MHz）頻段、東京、名古屋和大阪以外地區的 1.7GHz（以下簡稱 1.7GHz 東名阪外）上行 1765-1785MHz 頻段及下行 1860-1880MHz 頻段，以及高頻段 28GHz 頻段（27.0-28.2GHz 和 29.1-29.5GHz），作為全國性頻段。除此之外，總務省也釋出 4.5GHz 頻段中的 46000-49000MHz 以及 28GHz 頻段中的 28.3 GHz-29.1GHz 作為 Local 5G 的頻段。

根據總務省發布之 2020 年第 2 版頻譜重整行動計畫，總務省預計於該年底於 28GHz 增加中最多約 2GHz 頻寬，及於 3.7GHz 與 4.5GHz 頻段增加最多約 500MHz 頻寬，共約 2500MHz 頻寬發展 5G 使用，並預計於 2021 年釋出 4.9GHz、26GHz 以及 40GHz 等 5G 候補頻段。同時，總務省也持續檢討現有頻段使用情形，並以移頻、將現有的 4G 設備技術進行 5G 高速化升級、將既有的類比訊號轉換成數位訊號、於未導入 4G 的頻段導入 4G 等方式，提升各頻段的使用效率及為未來擴增 5G 頻寬做準備。

三、3.7、4.5、28GHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

總務省於 2019 年釋出頻段 3.7GHz(3600-4100MHz)和 4.5GHz(4500-4600MHz)頻段，以及高頻段的 28GHz(27.0-28.2GHz 和 29.1-29.5GHz)，並且已完成指配。

日本採用評審制分配頻段，為此總務省針對 5G 區域擴展、設備財務、財務、法遵、服務、干擾措施等制定基本門檻，申請者需針對前述條件提交計畫書以及頻段志願序等資料。總務省考量釋出頻段特性、相關行動通訊政策的設立與修訂等因素於每次釋照調整評審內容，審議流程分為第一階段的絕對審查與第二階段的比較審查。在絕對審查的階段，總務省統一針對申請者所提出的計畫是否達成絕對審查基準，如 5G 區域擴展、設備財務等相關條件門檻進行審核，通過者始得進入下一階段。第二階段的比較審查，總務省針對申請者所提出計畫，再以比較審查基準作進一步比較與評分，並依得分高低分配頻率區塊。

2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照的絕對審查基準內容如表 3.5.2。

表 3.5.2　日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照絕對審查基準

類別	編號	基準
區域擴展	1	核准後 5 年內，必須在全國及各地區配置 5G 高度特定基地臺，使 5G 基礎整備率[1]達 50%以上
	2	核准後 2 年內，所有都道府縣必須啟用 5G 高度特定基地臺[2、3]
設備	3	具有確保基地臺設置場所、設備籌措及確保設置工程體制之相關計畫
	4	具有確保運用基地臺必要之電信設備安全、信賴措施之相關計畫
財務	5	具有投資設備等必要資金籌措計畫以及核准有效期間（5 年內）在期滿之前達成單年度營利之計畫
合規	6	具有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護（包含廣告時的通信速度以及服務地區表示等）相關措施以及實施措施的體制整備計畫
服務	7	具有針對無行動電話執照者（如 MVNO）提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用之計畫（本計畫的實績將作為將來指配的審查對象）
	8	關於欲提供之服務，具因應使用者通訊量需求、多樣資費設定之計畫
干擾措施	9	採取防止對既有執照者所開設之無線電臺訊號干擾或其他妨害之具體措施

資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及 其機制分析委託研究採購案」期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

註 1：5G 基礎整備率：全國開設 5G 高度特定基地臺網格數除以全目標網格數（約 4,500）的值。

註 2：特定基地臺：據日本電波法第 27 條第 12 項，特定基地臺為以進行電信服務為目的，同時以為確保頻譜能夠公平且有效率的被利用為目的而設立在陸地上的非移動無線基地臺，於 5G 建設中，可視為以使用 5G 特定頻譜為目的的無線基地臺。

註 3：5G 高度特定基地臺：為因應全國 5G 布網而擴建的基地台，也是統合特定基地臺的母體基地臺，使用理論上通訊速度最高達 10Gpbs 的迴路的特定基地臺，該基地臺可接續其他複數的特定基地臺。

總務省於比較審查基準，將中頻段（3.7 和 4.5GHz）與高頻段（28GHz）分別審查，依每個頻段的申請業者數量訂定每個項目的最高分，並依序給分。除了基準 H，其他皆採對抗審查（兩者間的循環賽制）評審內容及配分方式如表 3.5.3。

表 3.5.3　日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照比較審查基準

基準	審查事項	配分[1]（N=申請者數）	備註
A	核准 5 年後全國 5G 基礎整備率	N（最高分）	最高分依序為 4 分、8/3 分、4/3 分、0 分
B	核准 5 年後特定基地臺（戶外）數量		

C	核准 5 年後能使室內如地下街等公共場所可進行通訊的基地臺數量及地點之具體建置計畫之充實程度	N-1 （最高分）	
D	在整備 5G 高度基地臺的網格及以外的網格，能更充分地因應各樣需求浮現時開設基地臺等措施之充實程度		
E	確保電信設施安全性及可靠性的具體計畫之充實程度		
F	透過對多數的 MVNO 業者提供批發電信服務等方法，以促進基地臺利用的具體計畫充實程度	N （最高分）	最高分依序為 4 分、8/3 分、4/3、0 分
G	先進且多樣利用 5G 特點並擴大 5G 利用需求的具體實現計劃	N-1 （最高分）	
H	未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數占比	N-1 （最高分）	新進業者 3 分，既有業者依獲指配用戶數高低依序為 3 分、2 分、1 分
I	核准 5 年後解決最多無訊號地區人口【僅在既有業者間的比較審查實施】	N-1 （最高分）	
J	核准 5 年後特定基地臺的面積覆蓋率【僅在 A～I 審查結果同分時實施】		

資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及 其機制分析委託研究採購案」期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

（二）參與釋照家數

1. 參與家數

本次申請者包含 NTT DOCOMO 集團、KDDI 集團、Softbank 集團以及樂天行動，共四家申請者，各個頻段申請者申請情形與經審查後各頻段的指配情形彙整如表 3.5.4 與表 3.5.5。

表 3.5.4　日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照各頻段申請者一覽表

頻段	申請業者
3.7、4.5GHz	
3600-3700MHz	NTT DOCOMO 集團、KDDI 集團、Softbank 集團、樂天行動
3700-3800MHz	
3800-3900MHz	
3900-4000MHz	
4000-4100MHz	NTT DOCOMO 集團、KDDI 集團、Softbank 集團
4500-4600MHz	NTT DOCOMO 集團、Softbank 集團
28GHz	
27.0-27.4GHz	NTT DOCOMO 集團、KDDI 集團、Softbank 集團、樂天行動
27.4-27.8GHz	
27.8-28.2GHz	
29.1-29.5GHz	

資料來源：總務省（2019）。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定に係る審査結果。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000613734.pdf (Jun.11,2021)

表 3.5.5　日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照

頻段	獲指配業者
3.7、4.5GHz	
3600-3700MHz	NTT DOCOMO 集團
3700-3800MHz	KDDI 集團
3800-3900MHz	樂天行動
3900-4000MHz	Softbank 集團
4000-4100MHz	KDDI 集團
4500-4600MHz	NTT DOCOMO 集團
28GHz	
27.0-27.4GHz	樂天行動
27.4-27.8GHz	NTT DOCOMO 集團
27.8-28.2GHz	KDDI 集團
29.1-29.5GHz	Softbank 集團

資料來源：総務省（2019）。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定に係る審査結果。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000613734.pdf (Jun.11,2021)

2. 鼓勵/扶植新進業者措施

新進業者可在比較審查項目 H 項「未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數占比」獲得最高配分。

3. 是否允許合資公司

總務省不允許同一集團的複數申請。

（三）頻譜取得上限

1. 3.7、4.5 GHz 頻段：

上限為 200MHz 頻寬，單位頻寬為 100MHz。

2. 28GHz 頻段：

可取得頻寬上限為 400MHz，單位頻寬為 400MHz。

（四）得標者義務

本次釋照獲指配者共通義務如下：

1.每四年或總務省要求時需提出開設計畫進展報告，且需同意報告於總務省審查後公開頻率相關開發事業不可轉讓給其他業者

2.防止干擾義務：獲指配者須針對現有的無線電站訊號等干擾問題提出具體解決方案，本次具體項目如下：

- 3.7 和 4.5GHz 獲指配者須與其他於該頻段的開發業者商討分時雙工（Time-Division Duplexing, TDD）運用等相關事宜
  - 3.7GHz 獲指配者在設置太空無線電通信的訊號接收器前，需提前告知民眾及相關人士其可能的風險並與之商討，達到共識後始得進行開發

- 4600-4800MHz 和 28.2-29.2GHz 的獲指配者需與相關使用者共同協商提供批發電信服務、連接電信等促進特定基地臺利用的申請及相關合約。

- 基地臺建設及頻率涵蓋義務：核准後 5 年內，必須在全國及各地區配置 5G 高度特定基地臺，使 5G 基礎整備率達 50%以上，並且核准後 2 年內，所有都道府縣必須啟用 5G 高度特定基地臺。
- 法遵與消費者保護義務：需有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護（包含廣告時的通信速度以及服務地區表示等）相關措施以及實施措施的體制整備計畫。
- 頻譜有效利用義務：需針對無行動電話執照者（如 MVNO）提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用之計畫。
- 服務義務：需因應使用者通訊量需求，擬定多樣資費設定之計畫。

（五）頻率使用期限

本次核配頻率期限為 5 年。

四、1.7GHz 東名阪以外釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

總務省於 2021 年釋出 1.7GHz（上行 1765-1785MHz、下行 1860-1880MHz），此次頻寬規劃指配予單一業者，並已完成指配。

本次同 2019 年釋照採用評審制分配頻段，總務省針對區域擴展、設備財務、財務、法遵、服務、干擾措施等制定基本門檻，申請者需針對前述條件提交計畫書以及頻段志願序等資料。總務省考量釋出頻段特性、相關行動通訊政策的設立與修訂等因素於每次釋照調整評審內容，審議流程分為絕對審查與比較審查，共二階段。在絕對審查階段，總務省統一針對申請者所提出的計畫是否達成絕對審查基準，即上述的 5G 區域擴展、設備財務等相關條件門檻進行審核，通過者始得進入下一階段。第二階段的比較審查中，總務省再以比較審查基準，針對申請者所提出計畫作進一步比較與評分，並依得分高低分配頻率區塊。

本次釋照的絕對審查基準內容如表 3.5.6。

表 3.5.6　日本 2021 年 1.7GHz 東名阪以外絕對審查基準

類別	編號	基準
區域擴展	1	核准後 7 年內，必須在全國（東名阪以外）配置 5G 高度特定基地臺，使 5G 基礎整備率達 50%以上
	2	具有針對已整備好 5G 高度特定基地臺網格內外，有需求的地方的基地臺開設等相關計畫
設備	3	具有確保基地臺設置場所、設備籌措以及確保設置工程體制之相關計畫
	4	具有確保運用基地臺必要之電信設備安全、信賴措施之相關計畫
特定基地臺開臺費	5	具有特定基地臺開設費用及相關資金確保之相關計畫。特定基地臺開臺費需至少達一年 31 億日圓（約新臺幣 7.79 億元）[1] 以上
財務	6	具有投資設備等必要資金籌措計畫以及核准有效期間（7 年內）在期滿之前達成單年度營利之計畫
合規	7	具有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護（包含廣告時的

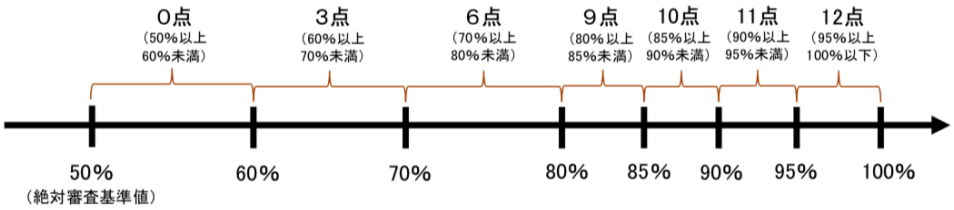
		通信速度以及服務地區表示等）相關措施以及實施措施的體制整備計畫
促進頻率終止措施	8	需確保可負擔現有無線電移頻所需費用約 557 億日圓（約新臺幣 139.96 億元）
已開設基地臺	9	若要運用高度既設特定基地臺，須具備頻譜總數、每個頻段的基地臺開設之相關計畫
服務	10	具有針對無行動電話執照者（如 MVNO）提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用之計畫
	11	關於欲提供之服務，具有因應使用者通訊量需求、價格低廉、明瞭即可滿足其需求的費用設定之計畫
	12	具以「行動通訊市場公平競爭環境整備行動方案」中第二項具體措施為準的實施計畫
干擾措施	13	採取防止對 1.7GHz（東名阪）既有執照者所開設之無線電臺訊號干擾或其他妨害之具體措施
規格開放化	14	具備採用以開放（open）規格為準的通訊機器等相關對應措施之計畫

資料來源：総務省（2021）。第 5 世代移動通信システム(5G)の普及のための特定基地局の開設計画の認定(概要)。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745465.pdf（Jun.11,2021）
註 1：外幣計算：以台灣銀行 2021 年 6 月 15 日匯率，110.04 日圓＝1 美元計算。https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

本次釋照與 2019 年第一次釋照最大的不同在於新增「特定基地臺開臺費」制度[238]，該制度係基於總務省於 2019 年 10 月所修正電波法，考量各頻段的經濟價值，總務省於往後的全國性頻譜釋照，依據每個頻段的經濟價值制定與之相對應的底價。申請者須提出且繳交高於底價的費用，而該費用將使用於實施「Society 5.0」[239]相關政策。本次 1.7GHz 釋照的「特定基地臺開臺費」為每年 31 億日圓（約新臺幣 7.79 億元[240]），亦即申請者須提出且繳交每年高於 31 億日圓（約新臺幣 7.79 億元）的「特定基地臺開臺費」。同時，由於 1.7GHz 中 1710-1850MHz 頻段原為日本公共無線電所使用的頻段，獲指配者需配合實施公共無線電移頻並與已取得該頻段的 KDDI 集團與樂天行動共同負擔其移頻費用約 557 億日圓（約新臺幣 139.96 億元）。

另外，此次釋照著重在東京、名古屋和大阪等大都市以外的 5G 建設，故本次絕對審查基準，將基地臺建設及頻率涵蓋義務定為核准 7 年後，需在東名阪以外的全國地區配置 5G 高度特定基地臺，且 5G 基礎整備率需達 50%以上。比較審查基準方面，亦針對 5G 基礎整備率採給分方式，最高分為 12 分，給分標準如圖 3.5.1，其餘的項目則以一大項最高 24 分的等分配分方式（等分配点方式），如圖 3.5.2。除此之外，業者需應總務省 2020 年所發佈的「行動通訊市場公平競爭環境整備行動方案」擬定相關計畫。

[238]総務省(2021)。特定基地局開設料制度について。.檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000649202.pdf (Jun. 22, 2021)
[239] Society 5.0 為日本於 2016 年所提出的社會願景及前瞻計畫，旨在於日本打造一個融合虛擬與現系統，期望處在該系統的日本能發展兼顧經濟發展及解決社會課題的以人為中心的社會。資料來源：內閣府（2016）Society 5.0。檢自 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html (Jul. 6, 2021)
[240] 外幣計算:以台灣銀行 2021 年 6 月 15 日匯率，110.04 日圓=1 美元計算。https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html



資料來源：総務省（2021）。第 5 世代移動通信システム(5G)の普及のための特定基地局の開設計画の認定(概要) 。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745465.pdf (Jun. 11, 2021)

圖 3.5.1　給分方式標準示意圖

1位	2位	3位	～	最下位
y点	$y \times \frac{n-1}{n}$ 点	$y \times \frac{n-2}{n}$ 点		$y \times \frac{1}{n}$ 点

資料來源：総務省（2021）第 5 世代移動通信システム(5G)の普及のための特定基地局の開設計画の認定(概要)。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745465.pdf (Jun. 11, 2021)

圖 3.5.2　等分配分方式公式

y 為每項目最高分，n 為申請者數，假設該項目最高分為 24 分，則第二名後的分數依序為 18 分、12 分、6 分，以此類推。本次比較審查基準內容如表 3.5.7：

表 3.5.7　日本 2021 年 1.7GHz 東名阪以外比較審查基準

項次	評分項目	評分方式	分項分數	分數總和
I	核准後 7 年後全國（東名阪除外）5G 基礎整備	給分方式	12 分	24 分
	特定基地臺（戶外）數量多寡	等分配分方式	6 分	
	核准 7 年後能使室內如地下街等公共場所可進行通訊的基地臺數量及地點之具體建置計畫之充實程度		6 分	
II	MVNO 促進措施進展程度		8 分	24 分
	SIM 卡解鎖措施進展程度		8 分	
	智慧型手機 eSIM 卡的引進措施進展程度		8 分	
III	特定基地臺開設費用多寡程度		24 分	24 分
IV	未獲得頻譜指配或申請業者的已獲指配頻譜頻寬數總計占比以及該譜數用戶數占比		24 分	24 分
同分時				
其他	核准 7 年後涵蓋率	等分配分方式	24 分	24 分

資料來源：総務省（2021）第 5 世代移動通信システム(5G)の普及のための特定基地局の開設計画の認定（概要)。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745465.pdf(Jun.11,2021)

（二）參與釋照家數

1. 參與業者

本次釋照由樂天行動獲得指配，參與釋照的申請者為 NTT DOCOMO、KDDI、Softbank 以及樂天行動，共四家。

2. 鼓勵/扶植新進業者措施

新進業者可在比較審查項目 IV「未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數占比」獲得最高配分。

3. 是否允許合資公司

本次釋照不允許同一集團的複數申請。

（三）頻譜取得上限

本次釋出 40MHz 頻寬予單一業者，故申請者須申請完整 40MHz 頻寬。

（四）得標者義務

本次規劃獲指配者共通義務如下：

1. 每四年或總務省要求時需提出開設計畫進展報告，且需同意報告經由總務省審查後公開。
2. 頻率相關開發事業不可轉讓給其他業者。
3. 防止干擾義務：獲指配者須針對現有的無線電站的訊號等干擾問題提出具體的解決方案，本次規定獲指配者需採取防止對 1.7GHz（東名阪）既有執照者所開設之無線電臺訊號干擾或其他妨害之具體措施。
4. 基地臺建設及頻率涵蓋義務：核准 7 年後，需在東名阪以外的全國地區配置 5G 高度特定基地臺，且 5G 基礎整備率需達 50%以上。
5. 負擔既有使用者移頻費用：需配合實施 1710-1850MHz 的公共無線電移頻並與已取得的 KDDI 集團與樂天行動共同負擔其移頻費用。
6. 支付特定基地臺開設費用：需確保基地臺使用電臺開設費及相關資金及繳納至少一年約 31 億日圓（約新臺幣 7.79 億元[241]）的開設費用。
7. 頻譜有效利用義務：針對無行動電話執照者（如 MVNO）需提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用之計畫。
8. 法遵與消費者保護義務：需有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護（包含廣告時的通信速度以及服務地區表示等）相關措施以及實施措施的體制整備計畫，另需應「行動通訊市場公平競爭環境整備行動方案」中第二項具體措施擬定相關計畫。
9. 服務義務：本次釋照強調獲指配者需因應使用者通訊量需求，擬定與價格低廉、明瞭及可滿足其需求的費用設定計畫。

[241] 外幣計算:以台灣銀行 2021 年 6 月 15 日匯率，110.04 日圓=1 美元計算。
https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

（五）頻率使用期限

本次核配頻率期限為七年。

五、小結

日本自 2019 年以來已歷經 2 次全國性 5G 頻譜釋照，2019 年釋出 3.7、4.5、28GHz 頻段，2021 年釋出 1.7GHz 頻段（東名阪以外），兩次皆採評審制，皆採絕對審查與比較審查兩階段進行，先透過絕對審查審核門檻標準，再針對申請者所提出計畫作進一步評分與比較審查，依得分高低分配頻率區塊，如表 3.5.8。

值得注意的是，2021 年釋出 1.7GHz 頻段（東名阪以外）於評審項目首度納入以頻譜經濟價值為基礎之特定基地臺開臺費，並計劃將該費用用於 Society 5.0 政策推行。此外，此次釋照也加強對確保市場競爭與消費者權益保護的審查條件，同時亦首度將採用開放（open）化設備之計畫納入審查評分基準。

申請資格方面，兩次釋照皆在比較審查項目設有利於新進業者取得分數之措施，兩次釋照皆不允許同一集團的複數申請。在執照義務方面，兩次釋照皆設置有基地臺建設及頻率涵蓋義務，執照持有者須於執照年限內達成 50%以上 5G 基礎整備率，3.7、4.5、28GHz 頻段執照效期為 5 年，1.7GHz 頻段（東名阪以外）執照效期為 7 年。

表 3.5.8　日本釋出機制與配套措施彙整

項目	2019 年 3.7、4.5、28GHz 釋照	2021 年 1.7GHz（東名阪以外）釋照
開放頻段及頻寬	3.7GHz（3600-4100MHz）、4.5GHz（4500-4600MHz）、28GHz（27.0-28.2GHz 和 29.1-29.5GHz）	1.7GHz（上行 1765-1785MHz、下行 1860-1880MHz）（東名阪以外）
釋出方式	評審制，審議流程分為絕對審查與比較審查兩階段進行	
參與頻率競標或指配業者家數	NTT DOCOMO 集團、KDDI 集團、Softbank 集團以及樂天行動，共 4 家申請者	參與釋照的申請者為 NTT DOCOMO、KDDI、Softbank 及樂天行動，共 4 家，由樂天行動獲得指配
鼓勵或扶植新進業者措施	新進業者可在比較審查項目「未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數占比」獲得最高配分	
是否允許合資公司參與	總務省不允許同一集團的複數申請	
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持有總量上限及考量因素，或未設上限之考量因素	●3.7、4.5 GHz 頻段：上限為 200MHz 頻寬，單位頻寬為 100MHz ●28GHz 頻段：可取得頻寬上限為 400MHz，單位頻寬為 400MHz	本次釋出 40MHz 頻寬予單一業者，故申請者須申請完整 40MHz 頻寬
得標者義務	●每四年或總務省要求時提出開設計畫進展報告，且需同意報告於總務省審查後公開	
	●頻率相關開發事業不可轉讓給其他業者	

	●防止干擾義務：獲指配者須針對現有的無線電站訊號等干擾問題提出具體解決方案 －3.7 和 4.5GHz 獲指配者須與其他於該頻段的開發業者商討分時雙工（Time-Division Duplexing, TDD）運用等相關事宜 －3.7GHz 獲指配者在設置太空無線電通信的訊號接收器前，需提前告知民眾及相關人士可能風險並商討達到共識後始得開發 ●4600-4800MHz 和 28.2-29.2GHz 的獲指配者需與相關使用者共同協商提供批發電信服務、連接電信等促進特定基地臺利用的申請及相關合約 ●基地臺建設及頻率涵蓋義務：核准後 5 年內，必須在全國及各地區配置 5G 高度特定基地臺，使 5G 基礎整備率達 50%以上，並且核准後 2 年內，所有都道府縣必須啟用 5G 高度特定基地臺 ●法遵與消費者保護義務：需有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護相關措施以及實施措施體制整備計畫 ●頻譜有效利用義務：需針對無行動電話執照者提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用之計畫	●防止干擾義務：獲指配者須針對現有的無線電站的訊號等干擾問題提出具體的解決方案，本次規定獲指配者需採取防止對 1.7GHz（東名阪）既有執照者所開設之無線電臺訊號干擾或其他妨害之具體措施 ●基地臺建設及頻率涵蓋義務：核准 7 年後，需在東名阪以外的全國地區配置 5G 高度特定基地臺，且 5G 基礎整備率需達 50%以上 ●負擔既有使用者移頻費用：需配合實施 1710-1850MHz 的公共無線電移頻並與已取得的 KDDI 集團與樂天行動共同負擔其移頻費用 ●支付特定基地臺開設費用：需確保特定基地臺開臺費及相關資金及繳納至少一年約 31 億日圓（約新臺幣 7.79 億元[242]）的開設費用 ●頻譜有效利用義務：針對無行動電話執照者需提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用之計畫 ●法遵與消費者保護義務：需有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護相關措施以及實施措施的體制整備計畫，另需應「行動通訊市場公平競爭環境整備行動方案」中第二項具體措施擬定相關計畫 ●服務義務：本次釋照強調獲指配者需因應使用者通訊量需求，擬定與價格低廉、明瞭及可滿足其需求的費用設定計畫

[242] 外幣計算:以台灣銀行 2021 年 6 月 15 日匯率，110.04 日圓=1 美元計算。
https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

	●服務義務：需因應使用者通訊量需求，擬定多樣資費設定之計畫	
頻率使用期限	核配頻率期限為 5 年	核配頻率期限為 7 年

資料來源：本研究彙整。

在釋照機制的檢討上，有鑑於 5G 導入及技術革新，行動通訊頻譜利用需求急遽增加，有必要從促進頻譜有效利用與確保頻譜公平與效率運用的觀點探討新的行動電話用頻譜釋出方式，日本總務省於 2021 年 10 月 21 日起至 2022 年夏季間開辦「有關新的行動電話用頻譜指配方式檢討會」，探討議題主要包含日本頻譜指配方式、國際頻譜指配方式的調查分析，並以國際頻譜指配方式的優點為基礎，檢討日本的頻譜指配方式[243]。彙整業者與專家學者於檢討會中對日本頻譜指配方式的內容如表 3.5.9，其中拍賣制亦被納入考量，為未來新的頻譜釋出方式選項之一。

表 3.5.9　日本頻譜指配方式檢討概要

業者與專家學者	檢討內容
NTT DOCOMO	● 日本現行頻譜指配方式可與時俱進因應行動電話普及指配頻譜，如 2000 年導入特定基地臺開設計畫制度，2012 年導入促進頻率終止措施，2021 年導入特定基地臺開臺費制度。 ● 由於市場環境朝多樣化發展，比較審查制可能背離頻譜有效利用，須因應將來變化的彈性等課題。 ● NTT DOCOMO 認為應檢討將拍賣做為未來基本的指配方式，預期將來主要釋出高頻段資源，高頻段具有針對精確地點（pinpoint area）需求發展的特徵，會從事業的連動性與拍賣整合。
KDDI	● 行動通訊業者根據總務省的指導方針有效運用頻譜與進行設備投資，得以實現先進而高品質的 3G、4G 網路。 ● 為促進頻譜有效利用，日本的指配方式經過縝密設計與持續檢討，為實現「全民謀求的高品質網路」，持續以獨特的功夫進行改善。 ● 2021 年 4 月進行的 1.7GHz（東名阪以外）頻譜指配，將「特定基地臺開臺費」納入比較審查基準，故日本也已將頻譜經濟價值的評價納入指配方式。 ● 對未來指配方式建議於 5G、B5G 時代繼續維持日本於行動網路品質的強項。為此，於制度設計促進業者設備投資，並因應釋出頻段用途與目的，適切設定評價項目，同時確保審查方法的客觀中立與透明性。而頻譜經濟價值的對價則建議活用於有利於提高 5G 品質之政策及提升國際競爭力的 B5G 研發經費等。

[243] 総務省（2021）。「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会」の開催。檢自 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000419.html (Dec. 9, 2021.)

SoftBank	● 至今為止的頻譜政策使業者間健全競爭，資通訊市場順利成長，通信網路成為支持未來數位社會的第四條重要生命線。 ● 透過持續於設備投資，實現高水準通信品質並強化災害因應對策，日本的設備投資額以國土面積計算領先世界主要國家（英、義、德、法、美、加、澳），用戶資費也於國際上屬於低廉水準。 ● 日本現行的頻譜指配方式已導入特定基地臺開臺費，故可視為拍賣類型，且以執照每年平均金額計算，日本的特定基地臺開設費於國際上屬於高額。 ● 頻譜指配制度應以頻段用途與目的，適切且審慎判斷，若過度傾向拍賣，則可能成為設備投資的絆腳石，對日本國內產業發展造成風險。 ● 針對 6GHz 以下頻段建議維持現行方式，對於毫米波頻段則因特性與以往不同，可從如何最大有效利用方面探討指配方式。 ● 日本頻譜經濟價值於國際上屬高額水準，有必要抑制現行特定基地臺開臺費標準金額，並且有必要設置 20 年的執照效期。 ● SoftBank 基本上支持現行比較審查的方式，並建議再檢討特定基地臺開臺費的標準金額，針對頻段個別特性，檢討涵蓋義務、品質要件與執照效期等。
樂天行動	● 日本現行頻譜指配方式已考量 1. 推動涵蓋範圍整備，確保公平競爭；2. 透過指配達成各項政策；3. 反映經濟價值 ● 由於日本現行頻譜指配方式已包含頻譜經濟價值，確保公平競爭，並納入其他觀點，與國際上的拍賣方式本質相同，且現行方式透過頻譜指配予市場後進業者，得以促進公平競爭，並已使各業者調降資費，對國民負擔年間約減輕 4,300 億日圓（約新臺幣 1,049.29 億元）。
高田 潤一（東京工業大學環境・社會理工學院）	● 有關頻譜指配時的審查項目，5G 基礎整備率於當初指配指導方針為妥適，但對於新指配頻譜（尤其是毫米波）則可能與其頻譜有效利用較無相關。 ● Sub6 頻段是面狀涵蓋，毫米波則針對熱點涵蓋，意義不同，且於毫米波頻段針對地理條件不利地區，要求業者個別投資並不現實。 ● 對於未來指配的共用頻段及毫米波頻段，從「增進公共福祉」角度觀之，有必要檢討與頻譜利用直接相關的審查項目。
佐野 隆司（橫濱國立大學大學院國際社會科學研究院）	● 特定基地臺開臺費制度具有公共採購常用的「綜合評價方式」之精神。 ● 由於特定基地臺開臺費制度僅為比較審查項目之一，其他評分項目影響大，無法充分發揮價格競爭。

	● 特定基地臺開臺費制度形式上為密封拍賣，不具有多回合形式的「價格發現功能」。 ● 特定基地臺開臺費制度無法因應複數執照與頻段等品質差異，故無法普遍使用。

資料來源：株式会社 NTT ドコモ（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会（第 2 回）事業者ヒアリングご説明資料。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778345.pdf (Dec. 9, 2021.)

KDDI 株式会社（2021）。Beyond 5G 時代を見据えた周波数割当方式の検討について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778346.pdf (Dec. 9, 2021.)

ソフトバンク株式会社（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会- 事業者ヒアリング資料 -。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000780424.pdf (Dec. 9, 2021.)

楽天モバイル株式会社（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会事業者ヒアリング ご説明資料。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000780587.pdf (Dec. 9, 2021.)

高田 潤一（2021）。周波数割当て時の審査項目について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000780365.pdf (Dec. 9, 2021.)

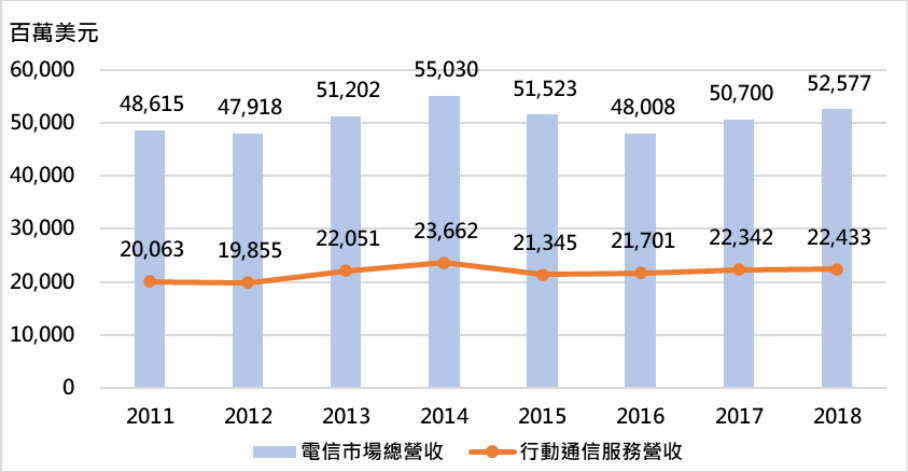
佐野 隆司（2021）。周波数オークションのスタンダードとデメリットへの対応。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000780366.pdf (Dec. 9, 2021.)

第六節 韓國

一、主管機關與電信市場概況

韓國電信主管機關為韓國科學技術情報通訊部（Ministry of Science and ICT，MSIT），掌管第四次工業革命科技政策及總體政策制定、管理、調整及評估，包含數位時代下頻譜規劃及釋照，推動科技研發、合作，施行數位新政(디지털뉴딜)促進智慧產業及數位轉型（MSIT，2021）[244]。

韓國電信市場總營收自 2011 年至 2016 年間大致呈現先上升後下降趨勢，其中 2014 年達到 550 億美元（約為新臺幣 1 兆 6,711.51 億元）[245]為最高，微幅下滑後於 2016 年逐年成長至 2018 年的 526 億美元（約為新臺幣 1 兆 5,855.12 億元）[246]；行動通信服務營收與電信市場總營收呈現相同趨勢，2014 年達到 237 億美元（約為新臺幣 7,185.67 億元）[247]為最高，2018 年則為 224 億美元（約為新臺幣 6,764.89 元）[248]（圖 3.6.1）。

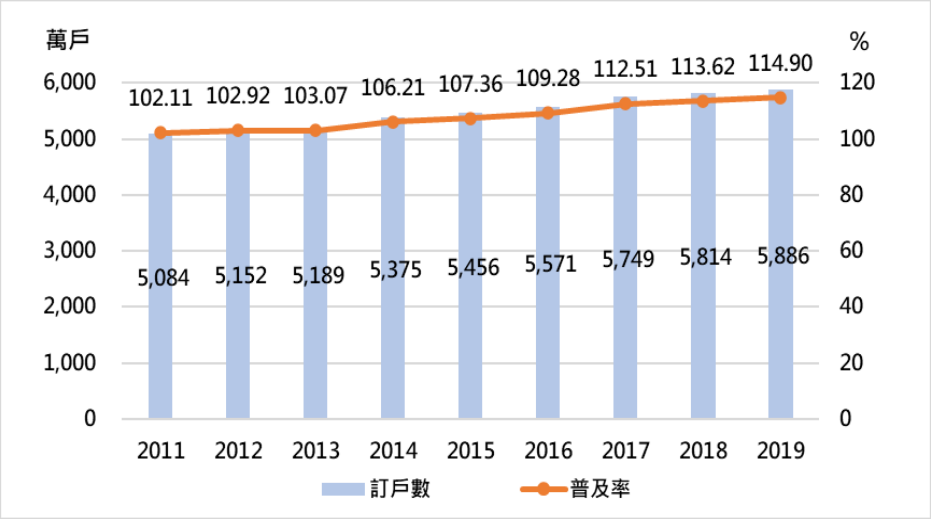


資料來源：ITU. (2020). World Telecommunication / ICT Indicators Database 2020.
註：ITU 資料庫中韓國電信市場總營收及行動通信服務營收資料僅至 2018 年。

圖 3.6.1 韓國電信市場總營收及行動通信服務營收

[244]MSIT，비전·소관업무（n. d.）。檢自 https://www.msit.go.kr/contents/cont.do?sCode=user&mPid=131&mId=198 (Jul. 19, 2021)
[245] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2014 年資料，新臺幣：美元＝30.368：1。
[246] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2018 年資料，新臺幣：美元＝30.156：1。
[247] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2014 年資料，新臺幣：美元＝30.368：1。
[248] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2018 年資料，新臺幣：美元＝30.156：1。

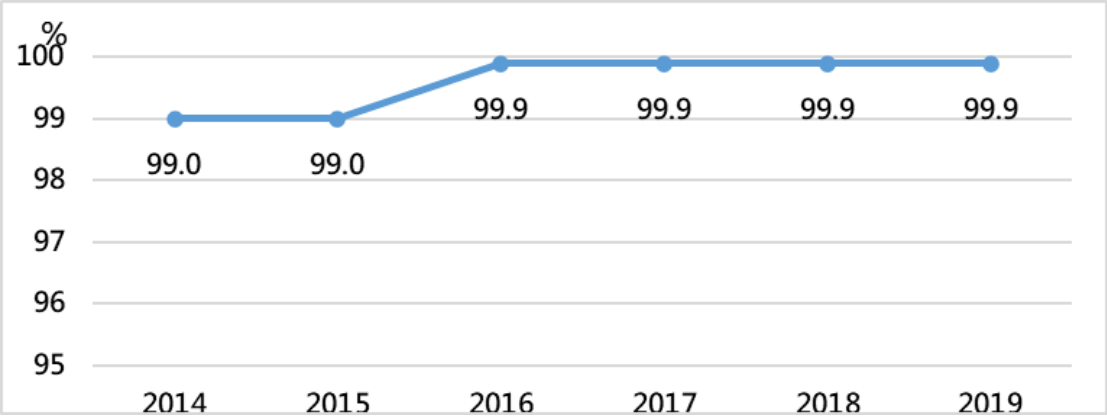
而韓國行動寬頻訂戶數與普及率於 2011 年至 2019 年間呈現穩定成長，訂戶數自 2011 年的 5,084 萬戶成長至 2019 年的 5,886 萬戶；普及率則自 2011 年的 102.11%成長至 2019 年的 114.9%，兩者皆為近年新高（圖 3.6.2）。



資料來源：ITU. (2020). World Telecommunication / ICT Indicators Database 2020.

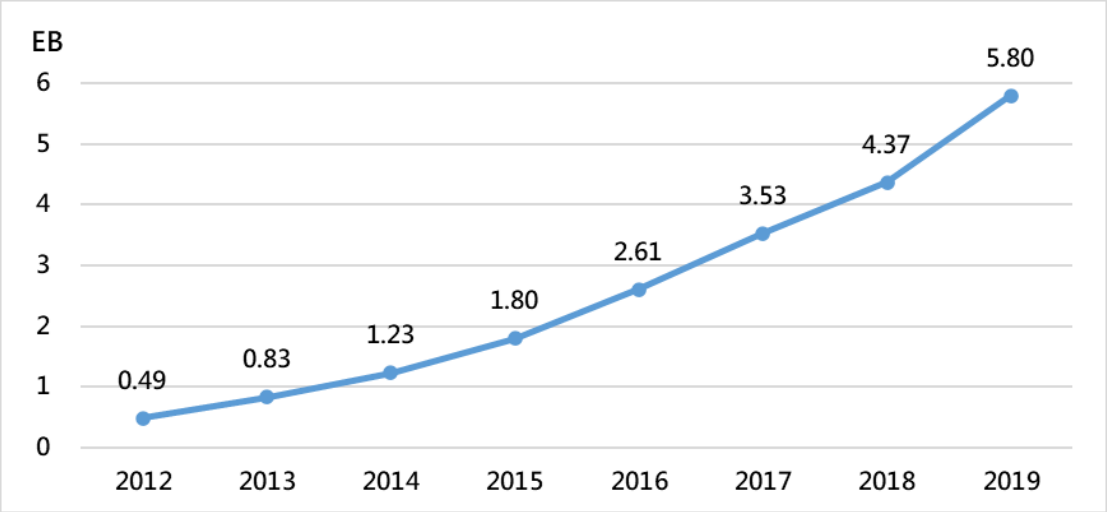
圖 3.6.2　韓國行動寬頻訂戶數與普及率

韓國 LTE 行動網路人口覆蓋率於 2014 年即達到 99%，自 2016 年起至 2019 年皆為 99.9%，顯示韓國大多數的 4G 用戶皆能接收到該訊號，享有高速行動寬頻（圖 3.6.3）。觀察韓國近年的行動寬頻訊務量，可發現呈現快速成長趨勢，由 2012 年的 0.49EB 成長至 2019 年的 5.8EB（圖 3.6.4）。



資料來源：ITU. (2020). World Telecommunication / ICT Indicators Database 2020.
註：ITU 資料庫中韓國 LTE 行動網路人口覆蓋率無 2011 年至 2013 年資料。

圖 3.6.3　韓國 LTE 行動網路人口覆蓋率



資料來源：ITU. (2020). World Telecommunication / ICT Indicators Database 2020.
註：ITU 資料庫中韓國國內行動寬頻網路訊務量無 2011 年資料。

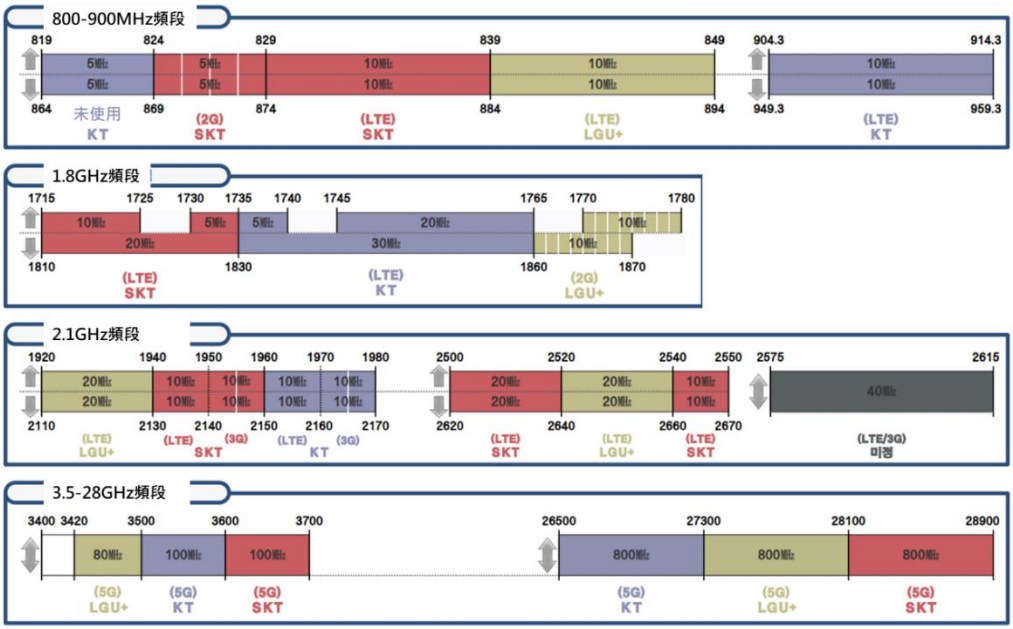
圖 3.6.4　韓國國內行動寬頻網路訊務量

而依據 MSIT 於 2021 年 1 月 29 日公告之無線通訊業務統計現狀（MSIT，2021）[249]，整體而言，韓國電信業者市占率由高至低分別為 SKT（41.49%）、KT（24.67%）、LGU＋（20.92%）及虛擬行動網路業者（Mobile Virtual Network Operator, MVNO）（12.92%）。

在韓國行動通訊頻率分配上，主要由三大電信業者 SKT、KT 及 LGU＋取得（圖 3.6.5），頻譜持有量由高至低為 SKT（共 1065MHz 頻寬）、KT（共 1025MHz 頻寬）及 LGU+（共 1000MHz 頻寬）[250]。

[249] MSIT，무선 통신서비스 통계 현황（2020 年 12 月）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=99&mPid=74&bbsSeqNo=79&nttSeqNo=3173370&formMode=&pageIndex=&searchCtgry=&searchCtgry2=&searchCtgry3=&RLS_YN=&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jun. 3, 2021)

[250] 詳參 KCA，이동통신 사업자 주파수 할당현황（2020 年 1 月）。檢自 https://spectrummap.kr/radioInfo/radioDivideAssignView.do?menuNo=300544 (Jun. 3, 2021)



資料來源：KCA，이동통신 사업자 주파수 할당현황（2020 年 1 月）。檢自 https://spectrummap.kr/radioInfo/radioDivideAssignView.do?menuNo=300544 (Jun. 3, 2021)

圖 3.6.5　韓國無線通訊業務業者頻譜持有現況

二、短中長期頻譜釋出規劃

MSIT 於 2019 年 12 月發布「5G＋頻譜計畫（5G+ 스펙트럼 플랜）」（MSIT，2019）[251]，為建立世界最快 5G 網路，MSIT 規劃釋出更多 5G 頻譜，期能於 2026 年分階段釋出高達 2640MHz 頻寬，尤其在中低頻段釋出上，規劃 2021 年以前釋出 470MHz 頻寬，2026 年前釋出 170MHz 頻寬，共釋出 640MHz 頻寬供 5G 使用。

MSIT 規劃 5G 頻寬釋出量及期程茲述如下：

（一）低頻段

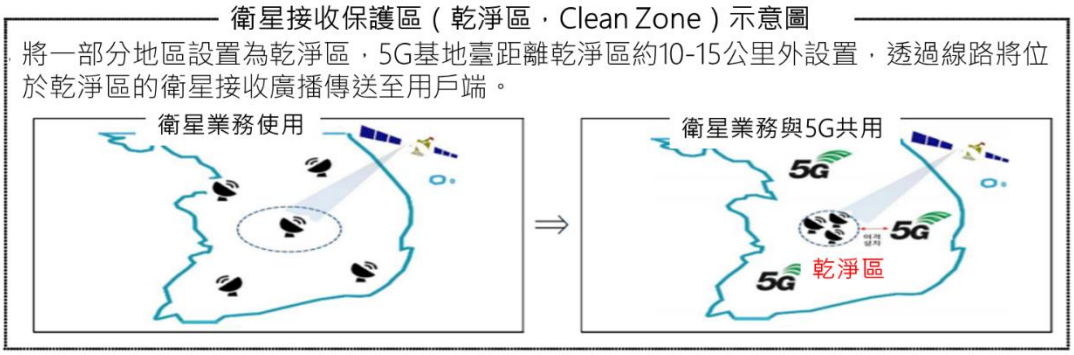
MSIT 規劃於 2021 年以前，在 700MHz 頻段釋出 728-748MHz 及 783-803MHz 共 40MHz 頻寬供 5G 使用，另在 800MHz 頻段釋出 814-829MHz 及 859-874MHz 共 30MHz 頻寬供 5G 使用。而就現供中繼無線通訊服務（Trunked Radio Service, TRS）使用之 809-814MHz 及 854-859MHz 共 10MHz 頻寬，MSIT 預計於 2026 年以前釋出供 5G 使用。

此外，MSIT 於 2021 年以前將現供 WiBro 通訊技術使用之 2.3GHz 頻段（2.3-2.39GHz）中釋出 80MHz 以上頻寬供 5G 使用，於 2026 年以前，將現供 LTE 使用之 2.6GHz 頻段（2.5-2.67GHz）中釋出 160MHz 以上頻寬供 5G 使用。

[251] MSIT，5G+ 스펙트럼 플랜（2019 年 12 月）。檢自 https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=189089603&tblKey=GMN (Jun. 2, 2021)

（二）中頻段

為釋出更多 3.5GHz 頻段的頻譜資源，預計於 2021 年以前透過設置衛星接收保護區（又稱乾淨區（클린존），圖 3.6.6），將 2018 年拍賣釋出之 5G 頻段（3.42-3.7GHz）鄰近頻段 3.4-3.42GHz 及 3.7-4.0GHz，共 320MHz 頻寬釋出供 5G 使用。



資料來源：MSIT，5G+ 스펙트럼 플랜（2019 年 12 月）。檢自 https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=189089603&tblKey=GMN (Jun. 2, 2021)

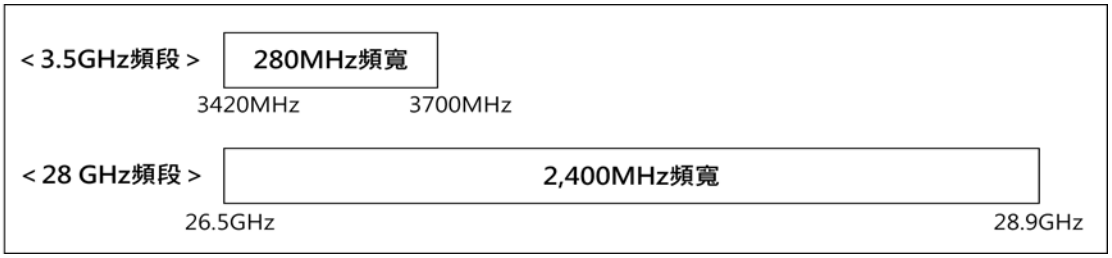
圖 3.6.6　韓國衛星接收保護區設置示意圖

（三）高頻段

2019 年 11 月第 19 屆世界通訊大會（WRC-19）新增 5G 頻段使用頻率，對此 MSIT 因應世界潮流，考量設備、終端生態系統錦繡前程，2021 年以前優先釋出 25.7-26.5GHz 及 28.9-29.5GHz 共 1400MHz 頻寬供 5G 使用，2026 年以前再將 24.5-25.7GHz 及 37.5GHz 以上頻段釋出 600MHz 頻寬供 5G 使用。

三、3.5GHz、28GHz 釋出機制與配套措施

MSIT 於 2018 年 5 月 4 日發布「行動通訊（IMT）用頻段分配公告」（MSIT，2018）[252]，並拍賣釋出 3.5GHz 頻段共 280MHz 頻寬（以 10MHz 為單位頻寬、共 28 個區塊）；及 28GHz 頻段共 2400MHz 頻寬（以 100MHz 為單位頻寬、共 24 個區塊拍賣），如圖 3.6.7（台經院，2019）[253]。



資料來源：財團法人台灣經濟研究院（民 108）。因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

圖 3.6.7　韓國 2018 年頻譜拍賣頻段

[252] MSIT，이동통신(IMT)용 주파수할당 공고（2018 年 5 月 3 日）。檢自 https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=185945803&tblKey=GMN (Jun. 4, 2021)

[253] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

3.5GHz 頻段總底價為 2 兆 6,544 億韓元(約新臺幣 727.56 億元)[254]，而 28GHz 頻譜拍賣總底價為 6,212 億韓元（約新臺幣 170.38 億元）[255]。

（一） 頻段、頻寬與釋出方式

依據韓國《電波法（전파법）》第 11 條，2018 年 6 月 15 日開始的 5G 頻譜釋照採二階段混合式的拍賣方式，且 3.5GHz 與 28GHz 兩頻段的所有區塊為同時競標。與過去的混合式拍賣競標稍有不同，2016 年的行動頻譜釋照以同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multi-Round Auction，SMRA）搭配密封競價拍賣（Sealed Bid Auction）進行競價，而本次 5G 頻譜競標在第一階段則採用昇冪時鐘拍賣（Clock Ascending Auction, CAA），最多可進行 50 回合，若於第 50 回合拍賣仍未結束，則進行追加回合；第二階段同樣採密封競價拍賣，以決定第一階段得標區塊的位置。以下針對此次拍賣的流程及相關規定，依照二階段分項進行說明（台經院，2019）[256]：

1. 第一階段拍賣（區塊數量決定階段）

（1）基本規則及相關事項

I. 基本規則

a. MSIT 於各回合開始時公告該回合的起始價格與建議價格。

b. 各競價者可根據每回合公告的建議價格進行期望區塊數量(期望區塊需求）競價（此為建議競價）。

c. 競價者可於各頻段針對每回合建議價格以外的金額進行期望區塊數量（期望區塊需求）競價（此為選擇競價）。

II. 回合結算價格及結算區塊數

a. 於第一回合結束時，各競價者的結算區塊數由該回合的期望區塊需求決定，結算金額由該回合的建議價格決定。

b. 當所有競價者的期望區塊總需求大於或等於供應區塊數則須進行 2 回合以上的競價。

c. 若進行 2 回合以上的競價，且所有競價者的期望區塊總需求小於供應區塊數時：當沒有選擇競價，只有建議競價時，以前一回合的結算價格及結算區塊數作為本回合的結算金額及結算區塊數。反之，當有選擇競價時，根據「選擇競價規則及相關事項」決定該分配區塊的結算價格及結算區塊數。

III. 決定得標者及得標區塊數量

a. 當於特定回合的選擇競價或是建議競價的結果，達到期望區塊需求總和與供給區塊數相同時，該回合結束的同時即為該頻段拍賣結束。

---

[254] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2018 年資料，新臺幣：韓元＝1：36.4836。
[255] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2018 年資料，新臺幣：韓元＝1：36.4836。
[256] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

b. 假使進行到第 50 回合，仍未結束拍賣時，將針對該頻段的拍賣進行追加回合，來決定各數量競價得標者的得標區塊數及第 1 階段拍賣的得標金額。

IV. 競價可行量

a. MSIT 根據各競價者所申請的分配頻段、頻寬以及繳交的保證金進行審核，並給予各競價者其競價可行量。

b. 各競價者所能獲得的各頻段競價可行量限制：3.5GHz 頻段最多 10 個區塊（100MHz 頻寬）、28GHz 頻段最多 10 個區塊（1000MHz 頻寬）。

c. 在特定回合中，特定競價者於各頻段的結算區塊數將訂為下一回合該競價者於各頻段的競價可行量。

（2）選擇競價規則與相關事項

I. 選擇競價

選擇競價為競價者於各頻段的競價回合中，選擇超過起始價格但未達建議價格的特定價格，並提出期望區塊需求，惟並不適用於第一回合。

各競價者於特定回合中提交意向書時，最多可提交 2 個選擇競價，而所有競價（選擇競價及建議競價）金額皆不得相同。各競價者的所有競價由最低競價金額開始安排，所有競價的期望區塊需求必須隨著競價金額的提高而減少（包括先前回合的結算區塊數），另競價者可在沒有建議競價的狀況下，只進行選擇競價。

II. 選擇競價進行順序及方法

a. 選擇競價的處理方式為所有競價者的所有競價金額當中，從最低競價金額開始依順序進行。

b. 當競價者於特定回合中只提交 1 個選擇競價或 2 個選擇競價時各有不同區塊數計算方式。

c. 若競價者於特定回合中同時提交選擇競價及建議競價，未達建議價格的期望區塊需求依照前項進行，與建議價格相同時，根據建議競價的期望區塊需求進行處理。

d. 若出現兩位以上競價者提交相同競價金額時，將給予各競價一亂數，由亂數數值順序進行競價。

III. 選擇競價時的結算價格及結算區塊數決定

a. 進行選擇競價時，各頻段的結算價格及結算區塊數依照下述順序進行。

- 各回合競價的結果產生是根據該頻寬的期望區塊需求總和與供給區數相同時的選擇競價決定。
- 該次競價的競價額為結算價格，該次競價經確認後各競價者的期望區塊需求定為各競價者的結算區塊數。

b. 若無選擇競價及建議競價符合特定頻段的期望區塊需求總和與供給區塊數一致的情況下，前一回合的結算價格及結算區塊數定為該回合的結算價格及結算區塊數。

（3）追加回合規則與相關事項

I. 追加回合規則

拍賣在進行 50 回合後仍未結束時，將實施追加回合，準此，在第 50 回合拍賣時仍未放棄（包含放棄出價的狀況）競價的競價者必須參加追加回合，而在追加回合時，各競價者於第 50 回合拍賣結束時未滿的競價可行量依相應的區塊數進行選擇競價（即「追加競價」）。

II. 得標區塊及得標者決定

追加回合的結算價格及結算區塊數為該競價者第一階段的得標價及得標區塊數，由「選擇競價規則及相關事項」決定，但在追加回合有放棄競價（包含放棄出價的狀況）情形時，依第 50 回合的結算區塊數及結算價格決定。

（4）揭露資訊

I. 回合別公告事項

於每回合結束後，MSIT 應向各競價者公告頻段結算價格；頻段是否有供不應求的狀況；該競價者對頻段的期望區塊需求及區塊價格；該競價者的頻段結算區塊數;該競價者於該回合的意向書是否有效;該競價者是否延後競價;該競價者是否放棄競價；該競價者的延後競價次數等。而每回合開始時，MSIT 應向各競價者告知各頻段的建議價格及起始價格；該競價者對於各頻段的競價可行量；意向書提交截止時間等。

II. 無效競價

本情形包含競價者所提交的期望區塊需求超過競價可行數量;競價者並未遵守選擇競價的規則；競價者無法出示有效的意向書；競價者未遵守意向書的書寫規準或拍賣的基本規則。惟於特定回合中有無效競價的情形時，將從該競價者的延後競價次數中使用延後競價。

III. 延後競價

a. 延後競價係指競價者於特定回合休息，不進行競價之意。競價者若欲使用延後競價，須於提交意向書時進行延後競價申請。若是有超過 1 位競價者於特定回合申請延後競價，該回合以不接受競價處理（維持前一回合各頻段的結算及結算金額）。

b. 延後競價於各頻段的拍賣各有 2 次的使用機會，但第 1 回合不得申請延後競價，當於第 1 回合申請延後競價時，將視為放棄競價及撤回該申請，不得參加以後的拍賣。

c. 於特定回合中有競價無效的情形時，將從該競價者的延後競價次數中使用延後競價。

IV. 放棄競價

本情形包含競價者於意向書上提出放棄競價之申請;競價者未於競價截止時內提出競價;競價者在沒有延後競價的次數下申請延後競價或是產生無效競價。而若未於拍賣過程中進行競價，將認定為放棄競價及撤回該申請。

（5）第一階段拍賣結果

在 3.5GHz 頻段，拍賣第一階段於第九回合結束，SKT 及 KT 皆獲得 100MHz 頻寬，LG U +獲得 80MHz 頻寬。而在 28GHz 頻段，第一階段拍賣於第一回合即結束，三家業者皆獲 800MHz 頻寬（台經院，2019）[257]。

2. 第二階段拍賣（頻段位置決定階段）

（1）基本規則

I. 第一階段拍賣時仍未放棄競價（包含放棄出價的狀況）的數量競價得標者必須參加第二階段的拍賣。

II. 第二階段拍賣開始前，向各數量競價得標者告知第一階段在各頻段的得標區塊數以及在第二階段拍賣可以競價的所有頻段位置。

III. 數量競價得標者應針對所有頻段位置個別以億韓元為單位提交大於 0 元的金額。而數量競價得標者無提交金額的頻段位置將認定以 0 元進行競價。

（2）得標區塊及得標者決定

I. 競價結束後，假設所有數量競價得標者頻段位置各有一個的組成下，選擇所有組合中競價金額總和最高的最高價位置組合。

II. 當最高價位置組合為唯一組合時，以此作為得標組合。而該得標組合所包含的頻段位置競價者為得標者，各頻段位置的競價金額為第二階段的得標金額。

（3）同分組合處理

當最高價位置組合有複數的情形下，將再次進行競價。

（4）最終得標價

各得標者最終得標價為第一階段與第二階段的拍賣金額總合。

3. 第二階段拍賣結果

在 3.5GHz 頻段，SKT、KT 及 LG U +分別獲得 3.6-3.7GHz、3.5-3.6GHz 及 3.42-3.5GHz，而在 28GHz 頻段，SKT 的頻段位置為 28.1-28.9 GHz、KT 為 26.5-27.3 GHz、LG U +則為 27.3-28.1 GHz（台經院，2019）[258]。

---

[257] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。
MSIT，5 세대(5G) 이동통신용 주파수 경매 최종 결과（2018 年 6 月 18 日）。檢自 Retrieved from https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156275466 (Jun. 7, 2021)

[258] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。
MSIT，5 세대(5G) 이동통신용 주파수 경매 최종 결과（2018 年 6 月 18 日）。檢自 Retrieved from https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156275466 (Jun. 7, 2021)

（二）參與競標家數

1. 參與家數

韓國於 2018 年 6 月 18 日完成 3.5GHz 與 28GHz 之 5G 頻譜拍賣，由 SKT、KT 及 LG U+共三家業者參與，總標金達 3 兆 6,183 億韓元（約新臺幣 991.76 億元）[259]。其中 3.5GHz 頻譜總標金為 2 兆 9,960 億韓元（約新臺幣 821.19 億元），而 28GHz 頻譜總標金為 6,223 億韓元（約新臺幣 170.57 億元）（台經院，2019）[260]。

整體而言，韓國 3.5GHz 頻段的拍賣標金達 2 兆 9,960 億韓元（約新臺幣 821.19 億元）[261]，由 SKT、KT、LGU+分別支付 1 兆 2,185 億韓元（約新臺幣 333.99 億元）、9,680 億韓元（約新臺幣 265.32 億元）及 8,095 億韓元（約新臺幣 221.88 億元）；28GHz 頻段方面，拍賣標金達 6,223 億韓元（約新臺幣 170.57 億元），由 SKT、KT、LG U +分別支付 2,073 億韓元（約新臺幣 56.82 億元）、2,078 億韓元（約新臺幣 56.96 億元）及 2,072 億韓元（約新臺幣 56.79 億元）（台經院，2019）[262]。

2. 鼓勵/扶植新進業者措施

本次拍賣並未制訂鼓勵或扶植新進業者進入電信市場之政策。

3. 是否允許合資公司

依據《電波法（전파법）》第 13 條第 1 項，無法獲配頻率者為：

- 本法第 20 條第 1 項不得開設基地臺者：含無韓國國籍者；外國政府或其代表；外國法人或組織；違反本法而被判處監禁以上之刑，自執行完畢或確定不執行之日起未滿 2 年；違反本法而被判處監禁以上刑罰緩刑，現正處於緩刑者；因犯《刑法（형법）》內亂及外患罪、《軍刑法（군형법）》通敵罪或違反《國家安全法（국가보안법）》而被判刑，自刑罰執行完畢或確定不執行之日起未滿 2 年者；依本法第 72 條第 2 項撤銷基地臺設置執照或受命撤銷基地臺設置之理由未消失者；代表人具第 4 款至第 7 款情形之一之法人或團體。

---

259 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2018 年資料，新臺幣：韓元＝1：36.4836；本段皆同。

260 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

MSIT，5 세대(5G) 이동통신용 주파수 경매 최종 결과（2018 年 6 月 18 日）。檢自 Retrieved from https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156275466 (Jun. 7, 2021)

261 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2018 年資料，新臺幣：韓元＝1：36.4836；本段皆同。

262 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

MSIT，5 세대(5G) 이동통신용 주파수 경매 최종 결과（2018 年 6 月 18 日）。檢自 Retrieved from https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156275466 (Jun. 7, 2021)

- 不符合《電信事業法（전기통신사업법）》第 7 條基礎通訊事業（기간통신사업）登記資格者：

- 國家或地方政府
- 外國政府或外國法人
- 外國政府或外國人持股超過《電信事業法》第 8 條第 1 項股份持有限制之法人

除上述基礎通訊事業登記消極要件外，依據《電信事業法》第 6 條，基礎通訊事業應具備《電信事業法執行令（전기통신사업법 시행령）》第 8 條附表 1 所載之積極要件，包含資力、技術能力及用戶保護計畫等。

綜上，由《電波法》、《電信事業法》及《電信事業法執行令》相關規定可知對外資設有嚴格限制，而就合資是否有資格登記為韓國基礎通訊事業以獲配頻譜，應視是否合於外資限制及《電信事業法執行令》第 8 條附表 1 所載要件，故本次拍賣未有合資公司參與，併予敘明。

（三）頻譜取得上限

MSIT 將 3.5GHz 頻段以 10MHz 頻寬為單位分為 28 個虛擬區塊，同時 28GHz 頻段則以 100MHz 頻寬為單位分為 24 個虛擬區塊，而虛擬區塊指區塊的位置不進行事前決定，申請頻譜核配的電信業者在競價時僅能以區塊數量為單位進行競價（台經院，2019）[263]。

在本次頻譜拍賣中，MSIT 分別制訂 3.5GHz 及 28GHz 各頻段業者取得之頻寬上限。在 3.5GHz 部分，每家業者可分配的頻寬最多不得超過 100MHz，即 10 區塊；28GHz 部分，頻寬競標上限則不得超過 1000MHz，即 10 區塊（台經院，2019）[264]。

（四）得標者義務

1. 網路建設義務

依據 MSIT 所發布之「行動通訊（IMT）頻譜分配公告」（MSIT，2018）[265]，透過本次頻譜釋照取得頻譜之業者，皆須遵守表 3.6.1 中的年度網路建設義務及申請時提交的「頻寬使用計畫書」，並於 2019 年 4 月提交實施結果（台經院，2019）[266]。

---

[263] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

[264] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

[265] MSIT，이동통신(IMT)용 주파수할당 공고（2018 年 5 月 3 日）。檢自 https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=185945803&tblKey=GMN (Jun. 4, 2021)

[266] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

表 3.6.1　韓國 5G 頻段持有者建設義務

頻段	數量標準[1]	強制建設數量（依年度計算）	
		三年（15%）	五年（30%）
3.5GHz	150,000	22,500	45,000
28GHz	100,000[2]	15,000	-

註 1：基地臺包含中繼基地臺、RF 中繼基地臺及小型基地臺。

註 2：係指安裝於基地臺的裝置數量（包含波束成形及支援 MIMO 的天線設備等，如 RU/AU、AAU/DAU 等）。

資料來源：MSIT，이동통신(IMT)용　주파수할당　공고（2018　年　5　月　3　日）。檢自 https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=185945803&tblKey=GMN (Jun. 4, 2021)

財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

檢視 3.5GHz 與 28GHz 建設義務可見，3.5GHz 建設義務為佈建 150,000 個基地臺。如同韓國近年行動寬頻釋照義務，以基地臺數量進行計算，其中基地臺包含中繼基地臺、RF 中繼基地臺及小型基地臺。而在無線電基地臺架設時，針對鄰近頻段須以公共目的為基準，在事前與已架設基地臺之業者進行協商及取得授權方可使用（台經院，2019）[267]。

另在 28GHz 建設義務，則以安裝於基地臺的裝置數量計算，此處裝置數量包含波束成形（beamforming）及支援多輸入多輸出（Multi-Input Multi-Output, MIMO）的天線設備等，如 RU/AU、AAU/DAU 等，規定總建設數量須達 10 萬個。所有的執照持有者須於 3 年內須完成建設義務之 15%，而 3.5GHz 頻段執照持有者另須於 5 年內完成 30%之建設義務，即 45,000 個基地臺（台經院，2019）[268]。準此，由於 28GHz 頻率使用權自 2018 年 12 月 1 日生效，並自 2019 年 1 月 1 日起算 12 個月為第一年，故業者必須於 2023 年 11 月 30 日前完成建設 10 萬個使用 28GHz 頻段之商用 5G 基地臺，始履行依據《電波法》第 10 條及《電波法執行令（전파법 시행령）》第 11 條所負之建設義務（台經院，2021）[269]。

然而 MSIT 於 2020 年 11 月 12 日公告 SK、KT 及 LG U +旗下 LG Uplus 於 28GHz 頻段釋照後第二年仍未建設任何商用 5G 基地臺，並向各業者發文敦促如期履行建設義務，若未履行則將依法處分，且得依《電波法》第 15 條之 2 撤銷頻率指配及拒絕退還保證金 6,200 億韓元，另可能增加頻率重分配參與限制（台經院，2021）[270]。

---

[267] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

[268] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

[269] 財團法人台灣經濟研究院（2021）。韓國科學技術情報通信部（MSIT）敦促行動通訊業者履行 28GHz 頻段之 5G 商用基地臺建設義務。檢自 https://intlfocus.ncc.gov.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0J210565885111070723&bdate=2021-01-01&edate=2021-12-31&sid=0L085415197082065956 (Jun. 7,2021)

[270] 財團法人台灣經濟研究院（2021）。韓國科學技術情報通信部（MSIT）敦促行動通訊業者履行 28GHz 頻段之 5G 商用基地臺建設義務。檢自 https://intlfocus.ncc.gov.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0J210565885111070723&bdate=2021-01-

MSIT 亦將依原計畫於 2022 年進行驗收，因此，SK、KT 及 LG Uplus 應於 2022 年 4 月 30 日前向 MSIT 提交累計至第三年建設 15%之成果(台經院,2021）[271]。

2. 5G 基地臺與裝置技術規定

前述建設義務所指之基地臺或裝置的技術規定，說明如下。韓國 5G 行動通訊無線設備技術基準，係依據 3GPP 釋出的標準規範進行制定，以確保與國際標準一致。MSIT 並於 2018 年 8 月 16 日發布「5G 無線網路建設技術標準」(MSIT，2018）[272]，導入新的 5G 終端及無線網路標準。不同於現有 3G 及 LTE 所使用標準，5G 基地臺為天線及基地臺的整合，因此採用總輻射功率(Total Radiated Power）標準。在技術標準制定時，除考量生命安全及無線電干擾預防等基本原則外，亦將無線電設備技術與頻率特性納入考量（台經院，2019）[273]。

而關於 3.5GHz 與 28GHz 的 5G 行動通訊無線設備技術基準，可見前述「5G 無線網路建設技術標準」文件，細部規定則可參考韓國無線電研究所（National Radio Research Agency, RRA）於 2018 年 12 月發布之「建立 5G 商業化無線電波利用基地」文件（RRA，2018）[274]。

（五）頻率使用期限

MSIT 於「5G 行動通訊頻率分配公告」（MSIT，2018）[275]中訂定 3.5GHz 及 28GHz 頻段的釋照日期，考量當時 3GPP 標準決議時間為 2018 年下半年，再加上基礎設施建構測試所需時間，該拍賣釋出的 3.5GHz 及 28GHz 頻段其分配時間皆為 2018 年 12 月 1 日（台經院，2019）[276]。

在頻譜使用期限上，3.5GHz 與 28GHz 的頻譜使用時間不同，3.5GHz 頻段的使用期限為 2018 年 12 月 1 日至 2028 年 11 月 30 日，可使用時間為 10 年；28GHz 頻段的使用期限則為 2018 年 12 月 1 日至 2023 年 11 月 30 日，可使用時間為 5 年（台經院，2019）[277]。

01&edate=2021-12-31&sid=0L085415197082065956 (Jun. 7,2021)

[271] 財團法人台灣經濟研究院（2021）。韓國科學技術情報通信部（MSIT）敦促行動通訊業者履行 28GHz 頻段之 5G 商用基地臺建設義務。
檢自 https://intlfocus.ncc.gov.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0J210565885111070723&bdate=2021-01-01&edate=2021-12-31&sid=0L085415197082065956 (Jun. 7,2021)

[272] MSIT，5G 무선망 구축을 위한 무선설비 기술기준 마련（2018 年 8 月 16 日）。檢自 https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=notice&file_parentseq=2209&file_seq=1 (Jun. 4, 2021)

[273] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。
臺北市：國家通訊傳播委員會。

[274] RRA，5G 상용화에 대비한 전파이용 기반
마련（2018 年 12 月）。檢自 https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1 (Jun. 4, 2021)

[275] MSIT，5 세대（5G） 이동통신 주파수 할당（2018 年 5 月 3 日）。檢自 https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=185945802&tblKey=GMN (Jun. 7, 2021)

[276] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

[277] 財團法人台灣經濟研究院（民 108）。*因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案期末報告*。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。

四、800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz 與 2.6GHz 釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

MSIT 為進行 5G 頻譜整備，於 2020 年 11 月 30 日公布「310MHz 頻寬再指配詳細政策計畫」（MSIT，2020）[278]，將於 2021 年 6 月終止提供 2G-4G 技術使用的 310MHz 頻寬給三大電信業者 SKT、KT 及 LG U+使用，而終止頻率使用權之頻段囊括 800MHz 頻段、900MHz 頻段、1.8GHz 頻段、2.1GHz 頻段及 2.6GHz 頻段，各頻段原有用途、頻率使用權人、頻寬持有量、使用期限及頻率使用對價及釋出方式彙整如表 3.6.2（채수웅，2020）[279]。

表 3.6.2　韓國 2021 年頻率再指配前之頻率使用狀況

頻段	原有用途	頻率使用權人	頻寬 (MHz)	使用期限	頻率使用對價（億韓元）	釋出方式
800 MHz	2G/ LTE	SKT	30	10 年(2011 年 7 月 1 日至 2021 年 6 月 30 日)	4,165 以上	再指配
		KT（未使用）	10	8 年（2012 年 7 月 1 日至 2020 年 6 月 30 日）	2,610	拍賣（最低價）
		LG U＋	20	10 年(2011 年 7 月 1 日至 2021 年 6 月 30 日)	2,514 以上	再指配
900 MHz	LTE	KT	20	10 年（2011 年 7 月至 2021 年 6 月）	2,514 以上	指配
1.8 GHz	3G/ LTE	SKT	20	10 年（2011 年 12 月 6 日至 2021 年 12 月 5 日）	9,950	拍賣（有競爭）
			15	8 年(2013 年 9 月 26 日至 2021 年 12 月 5 日)	4,609	拍賣（有競爭）
		KT	20	10 年(2011 年 7 月 1 日至 2021 年 6 月 30 日)	1,944 以上	再指配
			15	8 年（2013 年下旬至 2021 年 6 月 30 日）	9,001	拍賣（有競爭）
			20	10 年（2016 年下旬至 2026 年 12 月 5 日）	4,513	拍賣（最低價）
		LG U＋	20	10 年(2011 年 7 月 1 日至 2021 年 6 月 30 日)	1,944 以上	再指配
2.1 GHz	WCDMA/ LTE	SKT	40	5 年(2016 年 12 月 3 日至 2021 年 12 月 3 日)	5,685	再指配
		KT	40	5 年(2016 年 12 月 3 日至 2021 年 12 月 3 日)	5,685	再指配
		LG U＋	20	10 年（2011 年 12 月 6	4,455	拍賣

臺北市：國家通訊傳播委員會。

[278] MSIT，이동통신주파수 재할당 세부정책방안 확정（2020 年 11 月 30 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179641&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jun. 8, 2021)

[279] 채수웅（2020）。[단독] 단순합산에 경매 최저가 100% 반영…주먹구구식 재할당대가 산식。檢自 http://www.ddaily.co.kr/m/m_article/?no=204848 (Jun. 8, 2021)

				日至 2021 年 12 月 5 日）		（最低價）
			20	5 年（2016 年 12 月至 2021 年 12 月 5 日）	3,816	拍賣（最低價）
2.6 GHz	LTE	SKT	60	10 年（2016 年 9 月至 2026 年 12 月）	12,777	拍賣（有競爭）
		LG U＋	40	8 年(2013 年至 2021 年 12 月 5 日）	4,788	拍賣（最低價）

資料來源：채수웅（2020）。[단독] 단순합산에 경매 최저가 100% 반영…주먹구구식 재할당대가 산식。檢自 http://www.ddaily.co.kr/m/m_article/?no=204848 (Jun. 8, 2021)

而 MSIT 訂定再指配對價時，已綜合考量 5G 技術所帶來之技術變革、市場環境及現行頻率使用情形等，盡力推導最能反映頻率經濟價值之方式。MSIT 透過多次深度研討，了解 5G 服務提供即須使用 LTE 頻率，而考量 LTE 頻率可促進 5G 服務蓬勃發展，若未投資及建設 5G 網路，用戶即難以轉換使用 5G 服務。儘管 LTE 頻率現仍有價值，有收取適當對價之必要，但 LTE 頻率價值亦隨 5G 投資而下降，故有必要加以調整，而為促進轉換 5G，MSIT 依據已釋照之 3.5GHz 頻段 5G 基地臺建設情形設置不同指配對價（MSIT，2020）[280]。

經與電信業者多次磋商後，MSIT 遂依據截至 2022 年 SKT、KT 及 LG U+ 5G 基地臺投資佈建情形，訂定不同頻率再指配價格（表 3.6.3），可知 3 家電信業者共計須支付 3 兆 1,700 億至 3 兆 7,700 億韓元（約新臺幣 788.17 億至 937.36 億元）[281]之頻率再指配對價（MSIT，2020）[282]。

表 3.6.3　韓國 2021 年頻率再指配對價選項表

選項區間	5G 基地臺*1 數量（各業者，含業者共用及漫遊）	指配對價*3（3 家業者合計）
選項價格ⓐ	120,000 個以上	3.17 兆韓元（約新臺幣 788.17 億元）
選項價格ⓑ	100,000 個以上，未滿 120,000 個	3.37 兆韓元（約新臺幣 837.9 億元）
選項價格ⓒ	80,000 個以上，未滿 100,000 個	3.57 兆韓元（約新臺幣 887.63 億元）
選項價格ⓓ*2	60,000 個以上，未滿 80,000 個	3.77 兆韓元（約新臺幣 937.36 億元）

註*1：依據《電波法》第 22 條第 2 項，應向 MSIT 申報開設之基地臺（3.5GHz）。
註*2：此為再指配申請基準時點，MSIT 預計各業者佈建 6 萬個以上基地臺（計入共用及漫遊）。
註*3：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2021 年 6 月 8 日資料，新臺幣：韓元＝1：40.2195。
資料來源：MSIT，이동통신주파수 재할당 세부정책방안 확정（2020 年 11 月 30 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179641&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jun. 8, 2021)

[280] MSIT，이동통신주파수 재할당 세부정책방안 확정（2020 年 11 月 30 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179641&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jun. 8, 2021)
[281] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2021 年 6 月 8 日資料，新臺幣：韓元＝1：40.2195。
[282] MSIT，이동통신주파수 재할당 세부정책방안 확정（2020 年 11 月 30 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179641&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jun. 8, 2021)

（二）參與競標家數

1. 參與家數

本次頻率再指配僅有原頻率使用權人 SKT、KT 及 LG U+共三家業者參與。

2. 鼓勵/扶植新進業者措施

本次頻率釋出方式係再指配予既有頻率持有者，並未設置鼓勵或扶植新進業者措施。

3. 是否允許合資公司

本次頻率再指配對象僅為 SKT、KT 及 LG U＋共三家業者，無合資公司參與。

（三）頻譜取得上限

本次頻率釋出方式係依據既有持有者持有情形，進行頻率再指配，MSIT 未訂再指配中各家業者頻譜取得上限。

（四）頻率使用期限

考量 2026 年 LTE 服務將步入衰退期，並為確保 3GHz 以下頻段可提供 160MHz 頻寬給 5G 使用，MSIT 將 2.6GHz 頻段再使用期限定為 5 年；其他頻段部分，則授權電信業者可根據頻率使用情形及各頻段特性，彈性選擇再使用 5 至 7 年；MSIT 亦授權各家業者可於使用 2.1GHz 頻段或 2.6GHz 頻段 3 年後，擇一縮短頻率使用期限（MSIT，2020）[283]。

五、小結

韓國 5G 釋照機制彙整如表 3.6.4，韓國於 2018 年舉行首次 5G 頻譜拍賣，釋出 3.5GHz、28GHz 頻段，採用二階段混合式，先進行昇冪時鐘拍賣，後採密封競價拍賣，依頻斷定有 3.5GHz 頻段 100MHz 頻寬及 28GHz 頻段 1000 頻寬之頻譜取得上限比例。競標資格方面釋照機制未制訂鼓勵或扶植新進業者進入電信市場之政策。執照義務方面，以基地臺建設數量作為標準，3.5GHz 頻段設置數量標準為 15 萬座基地臺，並訂有 3 年與 5 年內須達成之目標；28GHz 頻段設置數量標準為 10 萬座基地臺，並訂有 3 年內須達成 1.5 萬座之目標。頻率使用期限方面，3.5GHz 頻段為 10 年，28GHz 頻段為 5 年。

而在 2021 年針對既有業者 2G-4G 執照效期屆滿之 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz 與 2.6GHz 頻段共 310MHz 頻寬，採再指配方式釋出，對象僅 SKT、KT 及 LG U＋三家業者，再指配對價係依據業者建設 5G 基地臺總數所訂定之收費級距。執照效期方面，2.6GHz 頻段再使用期限定為 5 年，其他頻段授權電信業者可根據頻率使用情形及頻段特性，彈性選擇再使用 5 至 7 年各業者可於使用 2.1GHz 或 2.6GHz 頻段 3 年後，擇一縮短頻率使用期限。

---

[283] MSIT，이동통신주파수 재할당 세부정책방안 확정（2020 年 11 月 30 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179641&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jun. 8, 2021)
財團法人台灣經濟研究院（2020）。韓國科學技術情報通信部（MSIT）公布「310MHz 頻寬再指配詳細政策計畫」。檢自 https://intlfocus.ncc.gov.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0J210565885111070723&qcat=0J210569149835272712&bdate=2020-11-01&edate=2021-12-31&sid=0L029407642964365675 (Jun. 9, 2021)

表 3.6.4　韓國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整

項目	2018 年 3.5GHz、28GHz 釋照	2021 年 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz 與 2.6GHz 釋照
開放頻段及頻寬	3.5GHz 頻段共 280MHz 頻寬（以 10MHz 為單位頻寬、共 28 個區塊）及 28GHz 頻段共 2400MHz 頻寬（以 100MHz 為單位頻寬、共 24 個區塊拍賣）	800MHz 、 900MHz 、 1.8GHz、2.1GHz 與 2.6GHz 頻段共 310MHz 頻寬
釋出方式	二階段混合式 ● 昇冪時鐘拍賣（CAA） ● 密封競價拍賣	再指配
參與頻率競標或指配業者家數	SKT、KT 及 LG U+共 3 家業者參與	
鼓勵或扶植新進業者措施	未制訂鼓勵或扶植新進業者進入電信市場之政策	
是否允許合資公司參與	本次拍賣未有合資公司參與	本次頻率再指配對象僅為 SKT、KT 及 LG U+共三家業者，無合資公司參與
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持有總量上限及考量因素，或未設上限之考量因素	● 3.5GHz：每家業者可分配頻寬最多不得超過 100MHz，即 10 區塊 ● 28GHz:頻寬競標不得超過 1000MHz，即 10 區塊	本次頻率釋出方式係依據既有持有者持有情形，進行頻率再指配，MSIT 未訂再指配中各家業者頻譜取得上限
得標者義務	● 網路建設義務：3.5GHz 頻段持有者數量標準為 15 萬座基地臺，三年（15%）強制建設數量 2.25 萬座，五年(30%)強制建設數量 4.5 萬座；28GHz 頻段持有者數量標準為 10 萬座基地臺，三年（15%）強制建設數量 1.5 萬座 ● 5G 基地臺與裝置技術規定:依據 3GPP 釋出的標準規範進行制定，除考量生命安全及無線電干擾預防等基本原則外，亦將無線電設備技術與頻率特性納入考量	-
頻率使用期限	● 3.5GHz 頻段使用期限為 2018 年 12 月 1 日至 2028	● 2.6GHz 頻段再使用期限定為 5 年

	年 11 月 30 日，可使用時間為 10 年 ● 28GHz 頻段使用期限則為 2018 年 12 月 1 日至 2023 年 11 月 30 日，可使用時間為 5 年	● 其他頻段授權電信業者可根據頻率使用情形及頻段特性，彈性選擇再使用 5 至 7 年 ● 各業者可於使用 2.1GHz 或 2.6GHz 頻段 3 年後，擇一縮短頻率使用期限

資料來源：本研究彙整。

韓國對於其釋照亦有進行檢討。在 2018 年釋出 28GHz 高頻段頻譜時，韓國對三家業者課予之建設義務為每家業者須在 2021 年底前分別設置 15,000 臺、共 45,000 臺基地臺設備，但截至 2021 年 8 月底為止，韓國三家電信業者累計建設 17 萬 8 千 75 臺 5G 基地臺[284]，共 35 萬 9 千 590 臺裝置[285]，其中 3.5GHz 頻段建設 17 萬 8 千 29 臺基地臺，共 35 萬 9 千 429 臺裝置；而 28GHz 頻段僅建設 46 臺基地臺，共 161 臺裝置[286]，達成率僅 0.36%。業者於高頻段之建設進度緩慢，與建設義務目標相差甚遠，已受到主管機關關注[287]。此外 2021 年 3 月時韓國 5G 行動網路用戶因 5G 資費與提供的服務品質不符而對三家業者提起訴訟，三家業者主要以非 5G SA 模式使用 3.5GHz 頻段推出 5G 商用服務，但在 5G 基地臺涵蓋有限的狀況下，當 5G 無法連接時會被自動切換至 4G，故一些人認為真正的 5G 網路服務只有通過 28GHz 頻段 5G SA 模式商業化才有可能。韓國 MSIT 認為考慮到高頻段頻譜特性及技術商用化困難，高頻段將僅適用於城市中心、工業園區等特定地區的 B2B 服務[288]，但韓國 5G 商用化以來，於 B2B 領域的發展並不如政府預期，5G 設備的採用僅止於大型上市公司或企業集團中，未能普及於中小企業，故韓國政府於 2021 年初開始規劃專網頻段，以活化高頻段應用，並促進企業採用 5G 網路[289]，另外預計也將重新考慮使用 28GHz 頻段的 B2C 5G 服務[290]。

[284] 基地臺包含中繼基地臺、RF 中繼基地臺及小型基地臺。

[285] 指安裝於基地臺的裝置數量（包含波束成形及支援 MIMO 的天線設備等，如 RU/AU、AAU/DAU 等）。

[286] 아이뉴스 24（2021）。5G 기지국 장비 수도권에 집중。檢自 https://www.inews24.com/view/1407703 (Dec. 2,2021)

[287] 朝鮮日報（2021）。28㎓ 5G 기지국 목표 달성 불가능… 통신 3사 제재 수위 주목。檢自 https://biz.chosun.com/it-science/ict/2021/11/06/CULAZVTKQ5FJFEKMKAPKMWZYUE/ (Dec. 2,2021)

[288] Phnom Penh Post（2021）。South Korean group of mobile subscribers to file class action suit over quality of 5G services。Retrieved from https://www.phnompenhpost.com/business/south-korean-group-mobile-subscribers-file-class-action-suit-over-quality-5g-services (Dec. 10, 2021)

[289] businessnetwork.jp（2021）。＜特集＞ローカル 5G NEXT 韓国でローカル 5G が解禁　28GHz 帯活用の「苦肉の策」。檢自 https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/8536/Default.aspx (Nov. 18, 2021.)

[290] Phnom Penh Post（2021）。South Korean group of mobile subscribers to file class action suit over quality of 5G services。Retrieved from https://www.phnompenhpost.com/business/south-korean-group-mobile-subscribers-file-class-action-suit-over-quality-5g-services (Dec. 10, 2021)

第七節 新加坡

一、主管機關與電信市場概況

新加坡資訊通信媒體發展局（Info-communications Media Development Authority, IMDA）負責發展與規範資通訊及媒體部門，5G 釋照及政策亦為 IMDA 推動。

（一）電信市場概況與競爭情形

根據 IMDA 統計，新加坡行動通訊普及率在 2019 年達 159.1%，行動數據用量逐年成長（圖 3.7.1、圖 3.7.2）。



資料來源：IMDA. (2021). Telecommunications. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/infocomm-media-landscape/research-and-statistics/telecommunications (Jul. 7, 2021)

圖 3.7.1 新加坡行動通訊普及率



資料來源：IMDA. (2021). Telecommunications. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/infocomm-media-landscape/research-and-statistics/telecommunications (Jul. 7, 2021)

圖 3.7.2 新加坡行動數據用量

新加坡行動通訊市場主要有新加坡電信（Singtel）、星和電信（StarHub）及 M1 三家業者，2016 年 12 月 TPG 電信取得頻譜執照成為第四家行動通訊業者[291]。

二、短中長期頻譜釋出規劃

新加坡推動 5G 網路主要達成政策目標，包含將 5G 經濟價值及消費者福祉最大化；促進稀有頻譜資源有效配置；確保 5G 網路安全性與韌性；以及支持新加坡電信部門成長（IMDA，2019）[292]。

IMDA 以全球頻譜釋照趨勢及新加坡可用的頻譜資源為基礎，規劃先釋出 3.5GHz、26GHz 及 28GHz 頻段，而 2.1GHz、2.5GHz 及 4.5GHz 等其他頻段則待之後商用準備，且需要與既有使用者或鄰近國家協調與合作（表 3.7.1）[293]。

表 3.7.1　新加坡 5G 頻段總覽

	頻段	目前應用領域	總頻寬	可用時間
第一階段	3.5GHz（3450-3650MHz）	固定衛星服務（Fixed Satellite Services, FSS）（下行鏈路）	200MHz	2021 年
	26／28GHz	部分 28GHz 用於固定衛星服務（上行鏈路）	3,200MHz	2021 年
下一階段	700MHz	4G	90MHz	邊境地區的司法管轄區終止類比訊號播送後
	1.4GHz（L-band）	數位音訊廣播（Digital Audio Broadcasting, DAB）	約 91MHz	目前 1452-1492MHz 頻段用於測試
	2.1GHz	3G（亦允許 4G）	135MHz（含 TDD 頻段）	將於 2022 年 1 月更新
	2.5GHz TDD	4G	45MHz	頻譜執照於 2017 年開始，將於 2032 年到期
	3.5GHz（3400-3450MHz）	FSS	50MHz	2023 年後期

[291] 世界情報通信事情，2019。シンガポール。檢自 http://www.soumu.go.jp/g-ict/country/singapore/pdf/065.pdf (Jul. 7, 2021)

[292] IMDA. (2019). EXECUTIVE SUMMARY - POLICY FOR FIFTH-GENERATION (5G) MOBILE NETWORKS AND SERVICES IN SINGAPORE. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Summary.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

[293] IMDA. (2019). Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Summary.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

	4.5GHz	固定通訊服務（Fixed Service, FS）	約 200MHz	2025 年後期

資料來源：本研究彙整。參考 IMDA. (2019). Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Summary.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

新加坡規劃之 5G 頻段中，3.5GHz 及 26/28GHz 頻段已於 2020 年 6 月透過徵求提案（Call for Proposal, CFP）方式完成指配，為 3.5GHz（共計 200MHz 頻寬）及毫米波頻段（共計 3200MHz 頻寬）所組成的頻譜組合，共釋出兩組（IMDA，2019）[294]。2.1GHz 頻段於 2021 年 7 月 26 日展開公眾諮詢，IMDA 規劃將 2.1 GHz 用於全國 5G 獨立組網（standalone, SA）部署，同時繼續保有該頻段部分的 3G 服務，預計於 2021 年底以拍賣方式進行釋出（IMDA，2021）[295]，本研究將持續追蹤相關資訊。新加坡規劃開放之 5G 頻段、頻寬及釋出方式如表 3.7.2。

表 3.7.2　新加坡 5G 頻段規劃釋出時程

規劃頻段	釋出時程
3.5GHz 頻段：3450-3650MHz（200MHz 頻寬）	已於 2020 年 6 月以徵求提案（Call for Proposal，CFP）完成指配。
26/28GHz 頻段（3,200MHz 頻寬）	
700MHz 頻段（90MHz 頻寬）	現使用於 4G。
1.4GHz 頻段（約 91MHz 頻寬）	現階段可用於試驗。
2.1GHz 頻段（135MHz 頻寬，含 TDD 頻段）	2021 年 7 月 26 日展開公眾諮詢，預計 2021 年以拍賣方式釋出。
2.5GHz TDD 頻段（45MHz 頻寬）	現用於 4G，將於 2023 年屆期。
3.5GHz 頻段：3400-3450MHz（50MHz 頻寬）	預計 2023 年後期可用。
4.5GHz 頻段（約 200MHz 頻寬）	預計 2025 年後期可用。

資料來源：本研究彙整。

[294] IMDA. (2019). Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Summary.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

[295] IMDA. (2021). NEXT WAVE OF 5G GROWTH & DEPLOYMENT IN SINGAPORE: POLICY ISSUES & PROPOSED REGULATORY DESIGN FOR 2.1GHZ BAND . Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and-Licensing/Regulations/Consultations/2021/Next-Wave-of-5G-Growth-and-Deployment-in-Singapore/21-GHz-Public-Consultation-Document.pdf?la=en&hash=871CDE093D95FA731129030985E8DECD (Jul. 7, 2021)

三、釋出機制與配套措施

（一）頻段、頻寬與釋出方式

IMDA 考量 5G 釋照市場與 5G 設備生態尚在發展，於 3.5GHz 及 26/28GHz 的釋照中規劃兩組最適恰的頻譜組合，以打造兩套全國性 5G 網路。由於 5G SA 方能完整實現 5G 的性能與功能，因此要求取得 3.5GHz 頻段者須從一開始即佈建 5G SA 網路。此外，IMDA 判斷 26/28GHz 毫米波頻段資源足夠分配給所有既有行動網路業者，故每家行動網路業者皆可取得毫米波頻段佈建區域性網路，強化企業用戶的創新應用（IMDA，2019）[296]。

IMDA 考量拍賣無法達成其政策目的，故決定採 CFP 方式讓業者依據政策目標提案，同時提出其願付價格，取評分最高的兩名獲得指配權利。獲得前兩名者可取得 3.5GHz 頻段 100MHz 頻寬與毫米波頻段 800MHz 頻寬之頻譜組合；未取得頻譜組合者，則可申請取得 800MHz 頻寬之毫米波頻段（IMDA，2019）[297]。

（二）參與競標家數

1. 參與家數

該次釋照共 4 家電信業者參與，其中星和電信（StarHub）與 M1 組成合資企業（Joint-Venture Consortium, JVCo）申請 3.5GHz 頻段。最終釋照結果，新加坡電信（Singtel）獨自取得 100MHz 頻寬的 3.5GHz 頻段，以及 800MHz 頻寬的毫米波頻段；星和電信（StarHub）與 M1 組成之合資企業取得 100MHz 頻寬的 3.5GHz，又分別各自取得 800MHz 頻寬之毫米波頻段；TPG 電信則僅取得 800MHz 頻寬之毫米波頻段（IMDA，2020）[298]。

2. 是否允許合資公司

3.5GHz 及 26/28GHz 頻段的徵求提案，允許所有既有行動網路業者參與，並鼓勵業者間共用網路，促進以服務為基礎的競爭。IMDA 亦允許至少一家現有行動網路業者參與的合資企業，或兩家及以上的既有行動網路業者共同提案爭取頻譜組合。但 IMDA 並無意促進行動網路業者的併購，也無引入新進業者之意圖（IMDA，2019）[299]。

---

[296] IMDA. (2019). EXECUTIVE SUMMARY - POLICY FOR FIFTH-GENERATION (5G) MOBILE NETWORKS AND SERVICES IN SINGAPORE. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Summary.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

[297] IMDA. (2019). Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

[298] IMDA. (2020). 5G Call for Proposal ("5G CFP 2020") - 3.5 GHz Spectrum Rights, mmWave Spectrum Rights. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management-and-coordination/spectrum-rights-auctions-and-assignment/5G-CFP-2020 (Jul. 7, 2021)

[299] IMDA. (2019). Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

（三）得標者義務

IMDA 提出的得標者義務與要求概述如下（IMDA，2020）[300]：

1. 在 3.5GHz 頻譜權利啟用後的 24 個月內應提供涵蓋率大於 50%的 5G SA 網路；
2. 在頻譜指配後的 12 個月內使用毫米波頻段；
3. 5G 網路的設計必須滿足並超越相關 IMDA 業務法規（Codes of Practice）所規範的關鍵彈性與資安要求;並且一開始即依深度防護(Defence-in-Depth)、零信任環境（Zero-Trust Environment）等原則進行設計建置。
4. 依其他 MNO 及 MVNO 的要求提供基於 IMDA 監管要求與原則的 5G 批發服務。
5. 申請者應標明對 3.5GHz 頻段 1 區塊的報價，金額須高於新幣 5,500 萬元(約新臺幣 11.78 億元）[301]的基本價格，並提出相當於基本價格的銀行擔保。

（四）頻率使用期限

為使取得頻段業者有足夠的投資確定性，IMDA 設定較長的頻率使用期限，3.5GHz 頻段為 15 年；毫米波頻段（26/28GHz 頻段）為 16 年[302]。

四、小結

新加坡於 2020 年完成第一次 5G 釋照，有鑑於 3.5GHz 頻譜資源有限，為達成建設全國兩套 5G SA 網路之政策目的，不適合採用拍賣方式釋照，新加坡主管機關 IMDA 遂決定以徵求提案方式指配 3.5GHz 及 26/28GHz 頻段。申請者須依據政策目標提案，同時提出其願付價格，獲評分最高之兩名取得指配權利。申請資格方面，基於前述政策目的，本次釋照未開放新進業者參加，僅允許星和電信、M1、新加坡電信、TPG 共 4 家既有業者參與。而為促進以服務為基礎的競爭，IMDA 鼓勵業者間共用網路，亦允許業者組成合資企業或以各類網路共用合作型態提案。在執照義務方面，IMDA 要求取得 3.5GHz 頻譜者應於 2 年內提供至少 50%涵蓋率之 5G SA 網路,取得毫米波頻段者亦負有使用義務(參見表 3.7.3)。

此外，IMDA 已於 2021 年 7 月 26 日針對 2.1GHz 頻段釋照展開公眾諮詢，IMDA 規劃將 2.1 GHz 用於部署全國 5G SA 網路，同時繼續保有該頻段部分的 3G 服務，預計於 2021 年底以拍賣方式進行釋出，本研究將持續追蹤更新資訊。

---

[300] IMDA. (2020). GRANTED BY THE INFO-COMMUNICATIONS MEDIA DEVELOPMENT AUTHORITY UNDER REGULATION 6 OF THE TELECOMMUNICATIONS (RADIOCOMMUNICATION) REGULATIONS JOINTLY TO M1 LIMITED AND STARHUB MOBILE PTE LTD ON 1 JANUARY 2021. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Frameworks-and-Policies/Spectrum-Management-and-Coordination/M1-and-StarHub-35-GHz-spectrum-right-2-Nov-2020.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

[301] 本研究依據中央銀行 2020 年 12 月匯率, 台幣：美元=28.539：1；新加坡元：美元＝1.3324：1，計算之。

[302] IMDA. (2019). EXECUTIVE SUMMARY - POLICY FOR FIFTH-GENERATION (5G) MOBILE NETWORKS AND SERVICES IN SINGAPORE. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Summary.pdf?la=en (Jul. 7, 2021)

表 3.7.3　新加坡 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整

項目	2020 年 3.5GHz 及 26/28GHz 釋照
開放頻段及頻寬	● 3.5GHz 頻段（3450-3650MHz，200MHz 頻寬） ● 26/28GHz 頻段（3,200MHz 頻寬）
釋出方式	以徵求提案（CFP）方式指配
參與頻率競標或指配業者家數	星和電信、M1、新加坡電信、TPG 共 4 家電信業者參與，其中星和電信與 M1 合資參與
鼓勵或扶植新進業者措施	-
是否允許合資公司參與	IMDA 允許所有既有行動網路業者參與，並鼓勵業者間共用網路，促進以服務為基礎的競爭，亦允許至少一家現有行動網路業者參與的合資企業，或兩家及以上的既有行動網路業者共同提案爭取頻譜組合
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持有總量上限及考量因素，或未設上限之考量因素	-
得標者義務	● 在 3.5GHz 頻譜權利啟用後的 24 個月內應提供涵蓋率大於 50%的 5G SA 網路 ● 在頻譜指配後的 12 個月內使用毫米波頻段 ● 5G 網路的設計必須滿足並超越相關 IMDA 業務法規所規範的關鍵彈性與資安要求；並且一開始即依深度防護、零信任環境等原則進行設計建置 ● 依其他 MNO 及 MVNO 的要求提供基於 IMDA 監管要求與原則的 5G 批發服務 ● 申請者應標明對 3.5GHz 頻段 1 區塊的報價，金額須高於新幣 5,500 萬元（約新臺幣 11.78 億元）的基本價格，並提出相當於基本價格的銀行擔保
頻率使用期限	3.5GHz 頻段為 15 年，毫米波頻段（26/28GHz 頻段）為 16 年

資料來源：本研究彙整。

第八節 中國大陸

一、主管機關與電信市場概況

（一）主管機關

中國大陸頻譜監理機關為中華人民共和國工業和信息化部（Ministry of Industry and Information Technology, MIIT），以下簡稱中國大陸工信部，係中華人民共和國國務院主管工業和信息產業部門，其職責包含管理無線電頻譜資源、監管無線電基地臺、衛星軌道位置協調管理、依法組織無線電管制及負責維護國家訊息安全等（MIIT，2015）[303]。

（二）電信市場概況

中國大陸主要電信業者包括中國移動通信有限公司（以下簡稱中國移動）、中國電信集團有限公司（以下簡稱中國電信）與中國聯合網路通信集團有限公司（以下簡稱中國聯通），其中以中國移動規模最大，截至 2021 年 4 月底統計，中國移動行動用戶總數達 9.4 億，4G 用戶數為 7.9 億，5G 用戶數則為 2.05 億[304]；中國電信行動用戶總數為 3.58 億，5G 用戶為 1.18 億[305]；中國聯通行動用戶總數為 3.09 億，5G 用戶數為 9185.2 萬戶[306]。而中國廣播電視網路有限公司（以下簡稱中國廣電）為中國大陸第四間電信業者，於 2017 年獲得 5G 商用執照，目前正在進行籌備中，並有望於 2021 年啟用服務（表 3.8.1）。

表 3.8.1 中國大陸電信業者行動用戶數

電信業者	4G 用戶數	5G 套餐用戶數*	總用戶數（截至 2021 年 4 月統計）
中國移動	790,841,000	205,299,000	941,759,000
中國電信	-	118,000,000	358,000,000
中國聯通	-	91,852,000	309,000,000

註*：「 5G 套餐用戶數」指訂購 5G 資費套餐的個人行動電話客戶，不包含未訂購 5G 套餐、僅共享 5G 套餐資源的客戶。

資料來源：中國移動通信集團有限公司，2021。https://www.chinamobileltd.com/en/global/home.php
中國電信集團有限公司，2021。https://www.chinatelecom-h.com/en/global/home.php
楠木軒，2021 中國聯通一季度 5G 使用者達 9185 萬戶。https://www.nanmuxuan.com/zh-tw/science/geenvhrwmjx.html

（三）中國大陸 5G 試驗頻率使用許可

2018 年 12 月 6 日中國大陸工信部首次向中國電信、中國聯通與中國移動三家電信公司頒發 5G 中低頻段試驗頻率使用許可，同時允許部份 4G 頻譜資源重

303 中華人民共和國工業和信息化部（2015）。《工業和信息化部主要職責內設機構和人員編制規定》印發。檢自 https://www.miit.gov.cn/gyhxxhb/jgzz/art/2020/art_764adf9bbab147c39c934519f8e1103b.html (Jun. 4, 2021)

304 中國移動通信集團有限公司（2021）。檢自 https://www.chinamobileltd.com/en/global/home.php (Jun. 4, 2021)

305 中國電信集團有限公司（2021）。檢自 https://www.chinatelecom-h.com/en/global/home.php (Jun. 4, 2021)

306 楠木軒（2021）。中國聯通一季度 5G 使用者達 9185 萬戶。檢自 https://www.nanmuxuan.com/zh-tw/science/geenvhrwmjx.html (Jun. 4, 2021)

新規劃後用於 5G（MIIT，2018）[307]。中國電信獲得 3.4-3.5GHz 共 100MHz 頻寬；中國聯通獲得 3.5-3.6GHz 共 100MHz 頻寬；中國移動獲得 2515-2675MHz 共 160MHz 頻寬與 4800-4900MHz 共 100MHz 頻寬（SRRC，2018）[308]。

而中國廣電於 2020 年 1 月 3 日獲得中國大陸工信部頒發之 4.9GHz 用於 5G 頻率試驗，並同意中國廣電於北京等 16 個城市部署 5G 網路（MIIT，2020）[309]，另根據中國大陸工信部發布《關於做好 700M 頻段頻率臺站管理有關事宜的通知》文件說明中國廣電已獲合法使用 703-733MHz 與 758-788MHz 頻段，同意其在全國進行 5G 網路建設（搜狐，2021）[310]。

原中國電信 2.1GHz 頻段上行 1920-1940MHz、下行 2110-2130MHz 與中國聯通 2.1GHz 頻段上行 1940-1965MHz、下行 2130-2155MHz，兩家電信公司之 2.1GHz 最初為 4G 重要頻段，後依據中國大陸工信部 2021 年 3 月 4 日發布《2100MHz 頻段 5G 移動通信系統基站射頻技術要求（試行）》（MIIT，2021）[311]，重新規劃將 2.1GHz 用於 5G 並增加 5G 涵蓋率。

（四）中國大陸核發 5G 商業執照

2019 年 6 月 6 日中國大陸工信部正式核發商業執照予中國移動、中國電信、中國聯通與中國廣電（MIIT，2017）[312]，此次核發 5G 基礎電信業務經營許可證目的為批准中國大陸四家電信業者經營 5G 商用服務並積極推進 5G 應用和創新發展（表 3.8.2）。

表 3.8.2　中國大陸電信業者 5G 頻譜持有情形

電信業者	5G 頻譜持有情形		取得試驗頻段日期
中國移動	2.6GHz	2515-2675MHz，共 160MHz 頻寬	2018/12
	4.9GHz	4800-4900MHz，共 100MHz 頻寬	2018/12
中國電信	3.5GHz	3400-3500MHz，共 100MHz 頻寬	2018/12

[307] 中華人民共和國工業和信息化部（2018）。工業和信息化部向基礎電信運營企業頒發為期十年的 5G 中低頻段頻率使用許可證。檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/ldhd/art/2020/art_a568b5b91f8f4e959ef6cd411f518ac0.html (Jun. 4, 2021)

[308] 中國無線電管理（2018）。三大運營商獲 5G 試驗頻率使用許可！頻譜分配皆大歡喜 檢自 http://www.srrc.org.cn/article22273.aspx（Jun. 4,2021）

[309] 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部為中國廣電許可 4.9GHz 頻段 5G 試驗頻率。檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art_44815278e0fd44a69b2e4dad3f5fb785.html (Jun. 9, 2021)

[310] 搜狐（2021）。【重磅】一图懂中国广电 5G 700MHz ！檢自 https://www.sohu.com/a/446631918_683129 (Jun. 9, 2021)

[311] 中華人民共和國工業和信息化部（2021）。工業和信息化部無線電管理局發布《2100MHz 頻段 5G 移動通信系統基站射頻技術要求（試行）》檢自 https://www.miit.gov.cn/jgsj/wgj/gzdt/art/2021/art_285748c221da48ca8635d97be013113d.html (Jun. 9, 2021)

[312] 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部向四家企業頒發 5G 牌照。檢自 https://www.miit.gov.cn/bld/mw/tpjj/art/2020/art_fdce24b6b0d64f38b70333b10e4c7939.html (Jun. 4, 2021)

	3.3GHz	3300-3400MHz，共 100MHz 頻寬	2020/2
	2.1GHz（原為 4G 主要頻段）	上行 1920-1940MHz 下行 2110-2130MHz	/[1]
中國聯通	3.5GHz	3500-3600MHz，共 100MHz 頻寬	2018/12
	3.3GHz	3300-3400MHz，共 100MHz 頻寬	2020/2
	2.1GHz（原為 4G 主要頻段）	上行 1940-1965MHz 下行 2130-2155MHz	/[2]
中國廣電	700MHz	703-733MHz，共 30MHz 頻寬 758-788MHz，共 30MHz 頻寬[313]	/[3]
	3.3GHz	3300-3400MHz，共 100MHz 頻寬	2020/2
	4.9GHz	4900-4960MHz，共 60MHz 頻寬[314]	2020/01

註 1、2：中國電信與中國聯通之 2.1GHz 原為 4G 主要頻段，此次中國大陸工信部將 2.1GHz 重新規劃後用於 5G，故非屬此次 5G 試驗頻段。

註 3：中國大陸工信部已於 2020 年 3 月 25 日發布《關於調整 700MHz 頻段頻率使用規劃的通知》，根據中國大陸媒體表示，中國大陸工信部先前發布《關於做好 700M 頻段頻率臺站管理有關事宜的通知》之文件中已准許中國廣電使用 700MHz 頻段，唯此文件中國大陸工信部已刪除，故僅可得知中國廣電於 2020 年 3 月 25 日前獲得 700MHz 頻段。

資料來源：中國無線電管理，2018。三大營運商獲 5G 試驗頻率使用許可！頻譜分配皆大歡喜 http://www.srrc.org.cn/article22273.aspx

中華人民共和國工業和信息化部，2021。部長信箱。檢自 https://bzxx.miit.gov.cn/bzxx/reply/detail?id=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d&appellateId=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d (Sep. 13, 2021)

中華人民共和國工業和信息化部，2021。無線電管理局發布《2100MHz 頻段 5G 移動通信系統基站射頻技術要求（試行）》。檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2021/art_91a8112bcb6247fdb97b8ceffff018d6.html (Sep. 13, 2021)

搜狐，2021。【重磅】一圖懂中國廣電 5G 700MHz！檢自 https://www.sohu.com/a/446631918_683129 (Sep. 13, 2021)

中國電信、中國聯通、中國移動與中國廣電 2019 年 6 月 6 日取得 5G 商用牌照，而相較其他三家電信業者，中國廣電較晚加入電信市場，成為中國大陸第四家獲得 5G 商用執照電信業者。

中國大陸工信部核准中國廣電使用 700MHz 中 703-733MHz 與 758-788MHz 頻段用於建設 5G 網路（搜狐，2020）[315]，並於 2020 年 1 月 3 日獲得 4.9GHz 頻

[313] 搜狐（2021）。【重磅】一圖懂中國廣電 5G 700MHz！檢自 https://www.sohu.com/a/446631918_683129 (Jun. 8, 2021)

[314] 搜狐（2020）。中國廣電獲頒 4.9GHz 頻段建 5G，與中國移動共建共享已成定局？檢自 https://www.sohu.com/a/364771792_100030976 (Jun. 9, 2021)

[315] 搜狐（2020）。重磅！工信部批准，中國廣電 700M 5G 穩了！檢自 https://www.sohu.com/a/395544126_683129 (Jun. 8, 2021)

段試驗許可，正式獲得 5G 頻率使用權（SRRC，2020）[316]。獲得 5G 執照後，中國廣電提出 5G 總體定位與目標，中國廣電將充分發揮手中握有的 700MHz、3.3GHz、4.9GHz 頻譜資源優勢，預計於 2021 年開通 40 萬座 5G 基地臺，2022 年上半年開通 48 萬座，進行全國 5G 網路涵蓋。

二、短中長期頻譜釋出規劃

中國大陸工信部於 2017 年 6 月 8 日發布公告「5G 毫米波頻段規劃使用意見」公開徵集 24.75-27.5GHz、37-42.5GHz 或其他 5G 毫米波頻段用於 5G 系統之規劃意見（MIIT，2017）[317]，另於 2017 年 7 月 14 日核准 4.8-5.0GHz、24.75-27.5GHz 及 37-42.5GHz 頻段用於 5G 技術研發毫米波試驗，並新增 4.8-5.0GHz 頻段將推進 5G 技術研發、標準制定及 5G 產業發展（MIIT，2017）[318]。

於同年 11 月，中國大陸發布 5G 在 3000-5000MHz 的頻率規劃，明確劃定 3300-3400MHz 頻段作為室內使用，3300-3600MHz 與 4800-5000MHz 作為 5G 使用，鑑於 5G 需要高中低頻段以滿足涵蓋率、密度等多項關鍵性能指標要求，此次發布中頻段 5G 系統規劃之目的為調查國防、衛星通訊、科學研究等用頻需求（MIIT，2017）[319]。

2020 年 2 月，中國大陸工信部頒發執照允許中國電信、中國聯通與中國廣電共同使用 3300-3400MHz 頻段用於 5G 室內，以進一步推動中國大陸 5G 系統部屬和商業用途，此為中國大陸工信部首次將頻譜資源授權多家企業共同使用，而後續亦將陸續為 5G 系統規劃調整高頻段與低頻段之頻譜資源（MIIT，2020）[320]。

至於高頻段部分，2021 年 1 月中國大陸工信部公開徵求《關於 2400MHz、5100MHz 和 5800MHz 頻段無線電管理有關事宜的通知（徵求意見稿）》的意見，目的為加強無線電頻率管理，預計在未來規範 2400MHz、5100MHz 和 5800MHz 頻段的使用要求（MIIT，2021）[321]。

---

316 中國無線電管理（2020）。工業和信息化部為中國廣電許可 4.9GHz 頻段 5G 試驗頻率。檢自 http://www.srrc.org.cn/article24120.aspx (Jun. 4, 2021)

317 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。公開徵集在毫米波頻段規劃第五代國際移動通信系統（5G）使用頻率的意見。檢自 https://www.miit.gov.cn/gzcy/yjzj/art/2020/art_55b1cecbe2b2416094d70922057b4ed9.html (Jun. 4, 2021)

318 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部批復新增 5G 技術試驗用頻。檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art_3251948ecea24a83b247cca0131dae57.html (Jun. 4, 2021)

319 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部發布 5G 系統在 3000-5000MHz 頻段內的頻率使用規劃。檢自 http://www.srrc.org.cn/article19522.aspx (Jun. 5, 2021)

320 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部許可中國電信、中國聯通、中國廣電共同使用 5G 系統室內頻率。檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art_8b328e00a90f4b3f90d226627363218e.html (Jun. 8, 2021)

321 中華人民共和國工業和信息化部（2021）。關於 2400MHz、5100MHz 和 5800MHz 頻段無線電管理有關事宜的通知（徵求意見稿）。檢自 https://www.miit.gov.cn/jgsj/wgj/gggs/art/2021/art_538490fda7214104aae53472628b623a.html (Jun. 9, 2021)

三、釋出機制與配套措施

根據中國大陸工信部 2017 年 7 月 3 日頒布之《無線電頻率使用許可管理辦法》第四條，中國大陸電信業者使用無線電頻率採用許可制，但依據中華人民共和國國防部 2016 年 11 月發布之《中華人民共和國無線電管理條例》第十四條，以下頻率除外：

- 業餘無線電臺、公眾對講機與制式無線電臺使用之頻率
- 用於航空、水上移動業務與無線電導航業務之國際固定頻率
- 國家無線電管理機構規定的微功率短距離無線電發射設備使用之頻率

而根據《無線電頻率使用許可管理辦法》第五條，電信業者取得無限電頻率使用許可，應符合下列條件：

- 申請之無線電頻率需有明確用途且符合無線電頻率劃分和使用規定
- 須有可行的無線電頻率技術方案
- 有相應的專業技術人員
- 對依法使用之其他無線電頻率不會產生有害干擾
- 法律、行政法規規定之其他條件

（一）頻段、頻寬與釋出方式

1. 2019 年 3300-3600MHz（3.3GHz、3.5GHz）

為促進中國大陸 5G 應用和發展，中國工信部於 2017 年 11 月發佈之「工業和信息化部關於第五代移動通信系統（IMT-2020）使用 3300-3600MHz 和 4800-5000MHz 頻段相關事宜的通知」規劃 3300-3600MHz、4800-5000MHz 頻段作為 5G 使用，其中 3300-3400MHz 頻段原則上限於室內使用，但在不干擾同頻段情況下可用於室外（MIIT，2017）[322]。

根據 2018 年 12 月中國大陸工信部核發之 5G 頻率試驗許可中，中國電信取得 3.5GHz 頻段中 3400-3500MHz；中國聯通取得 3.5GHz 中 3500-3600MHz；中國移動取得 2.6GHz 頻段中 2515-2675MHz 與 4.9GHz 頻段中 4800-4900MHz。2019 年 6 月 6 日中國大陸工信部頒發 5G 商用執照，同意上述頻段用於 5G 網路建設。

2020 年 2 月 10 日，中國大陸工信部向中國電信、中國聯通與中國廣電頒發無線電頻率使用許可證，同意三家電信公司在全國範圍共同使用 3.3GHz 中 3300-3400MHz 頻段用於 5G 室內使用（表 3.8.3）（MIIT，2020）[323]。

---

[322] 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部關於第五代移動通信系統使用 3300-3600MHz 和 4800-5000MHz 頻段相關事宜的通知。
檢自 https://ythxxfb.miit.gov.cn/ythzxfwpt/hlwmh/zcwj/xzxk/wxdhwxtx/art/2020/art_8e89ad16e5b44fb89c5bc316c259fd3c.html（Jun. 4,2021）

[323] 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部許可中國電信、中國聯通、中國廣電共同使用 5G 系統室內頻率。
檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art_8b328e00a90f4b3f90d226627363218e.html

對於臨時使用無線電頻率、試用無線電頻率和國家無線電管理機構確定之其他情形，無線電管理機構可頒發無線電頻率使用批准文件，而無線電頻率使用批准文件之效力等同無線電頻率使用許可證。

表 3.8.3　3.3GHz 與 3.5GHz 頻段釋出情形

頻段	中國電信	中國聯通	中國廣電
3.3GHz（5G 室內使用）	3300-3400MHz	3300-3400MHz	3300-3400MHz
3.5GHz	3400-3500MHz	3500-3600MHz	-

資料來源：中華人民共和國工業和信息化部，2021。部長信箱。檢自 https://bzxx.miit.gov.cn/bzxx/reply/detail?id=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d&appellateId=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d (Sep. 13, 2021)

2. 2018 年、2020 年 2.6GHz、4.9GHz

（1）中國移動

依據中國大陸工信部 2018 年頒布之 5G 頻率試驗結果，中國移動取得 2.6GHz 中 2515-2675MHz 共 160MHz 頻寬與 4.9GHz 中 4800-4900MHz 共 100MHz 頻寬。

（2）中國廣電

中國大陸工信部 2020 年 1 月 3 日頒發 4.9GHz 中 4900-4960MHz 頻段（共 60MHz 頻寬）試驗許可予中國廣電，同意其在北京等 16 個城市部署 5G 網路。此次試驗許可代表中國廣電獲得 5G 網路正式使用權，有助於推動 5G 產業發展，使消費者在 5G 網路有更多選擇權（MIIT，2020）[324]。

3. 700MHz

2020 年 4 月 1 日中國大陸工信部發布調整 700MHz 頻段頻率使用規劃通知，700MHz 頻段原為傳統廣播電視系統頻段，為促進頻譜資源有效利用，700MHz 頻段具有良好傳播特性，適合大範圍連續網路涵蓋，且具有組網成本低的優勢，中國大陸將此頻段視為開發行動通信業務的黃金頻段，考慮到 700MHz 的產業發展情況，中國大陸工信部調整 702-798MHz 頻段用於行動通訊系統，並將 703-743MHz 與 758-798MHz 頻段規劃用於分頻雙工（Frequency Division Duplexing, FDD）模式的行動通訊系統（MIIT，2020）[325]，為 5G 發展提供低頻段頻譜資源。

依據中國大陸工信部發布《關於做好 700M 頻段頻率臺站管理有關事宜的通知》中，已授權中國廣電使用 700MHz 中 703-733MHz 與 758-788MHz 頻段，共 60MHz 頻寬（MIIT，2021）[326]，但於官網未能查找到公布授權時間。

（Jun. 4,2021）

[324] 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部為中國廣電許可 4.9GHz 頻段 5G 試驗頻率。
檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art_44815278e0fd44a69b2e4dad3f5fb785.html（Jun. 4,2021）

[325] 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部關於調整 700MHz 頻段頻率使用規劃的通知。檢自 https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/txy/art/2020/art_4d7d0b8cf92b448e9817eea55efb2ea7.html（Jun. 8,2021）

[326] 中華人民共和國工業和信息化部（2021）。【重磅】一圖懂中國廣電 5G 700MHz！檢自

（二）參與競標家數

中國大陸釋照方式採用許可制，故無參與競標之電信業者。

（三）頻譜取得上限

依據中國大陸《無線電頻率使用許可管理辦法》第二章規定，取得中國大陸頻譜使用之電信業者獲頒無線電頻率使用許可證之具體內容由國家無線電管理機構制定並公布。

規劃用於 5G 頻段中 700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz，目前中國大陸未釋出上述頻段無線電頻率使用許可證之具體內容。

（四）得標者義務

中國大陸工信部無明文規定或公布得標業者義務。

（五）頻率使用期限

依據中國大陸工信部《無線電頻率使用許可管理辦法》第十一條規定，無線電頻率使用許可之期限不得超過 10 年，具體期限按照許可證上註明時間為主。無線電頻率使用期限屆滿且有意願延長使用期限者，應於期限屆滿 30 個工作日內向無線電管理機構提出延長使用期限申請，而臨時使用無線電頻率則不得超過 12 個月。

本次提及 5G 頻段中 700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz，目前中國大陸未釋出上述頻段無線電頻率使用許可證之具體內容。

四、小結

中國大陸自 2018 年起陸續釋出 3.3GHz、3.5GHz、2.6GHz、4.9GHz 以及 700MHz 頻段，採許可制方式釋出，較無公開之釋照機制文件，惟 3.3GHz、3.5GHz、2.6GHz、4.9GHz 頻段皆主要先以供業者進行試驗後，再頒發正式商用執照。而不同過去僅中國電信、中國移動、中國聯通三大業者經營行動通訊業務，中國廣電獲 5G 網路正式使用權受各界矚目（參見表 3.8.4）。

表 3.8.4　中國大陸 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整

項目	2018 年 3.3GHz、3.5GHz 釋照	2018 年、2020 年 2.6GHz、4.9GHz	2020 年 700MHz 釋照
開放頻段及頻寬	3300-3600MHz、4800-5000MHz 頻段	● 中國移動：取得 2.6GHz 中 2515-2675MHz 共 160MHz 頻寬與 4.9GHz 中 4800-4900MHz 共 100MHz 頻寬 ● 中國廣電：取得 4.9GHz 中 4900-	工信部授權中國廣電使用 700MHz 中 703-733MHz 與 758-788MHz 頻段，共 60MHz 頻寬

https://www.sohu.com/a/446631918_683129（Jun. 9,2021）

		4960MHz 頻段共60MHz 頻寬	
釋出方式	許可制		
參與頻率競標或指配業者家數	-		
鼓勵或扶植新進業者措施	-		
是否允許合資公司參與	-		
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持有總量上限及考量因素，或未設上限之考量因素	-		
得標者義務	3300-3600MHz、4800-5000MHz 頻段為 5G 使用，其中 3300-3400MHz 頻段原則上限於室內使用，但在不干擾同頻段情況下可用於室外	工信部給予中國廣電許可同意其在北京等 16 個城市部署 5G 網路	-
頻率使用期限	無線電頻率使用許可之期限不得超過 10 年，具體期限按照許可證上註明時間為主。無線電頻率使用期限屆滿且有意願延長使用期限者，應於期限屆滿 30 個工作日內向無線電管理機構提出延長使用期限申請，而臨時使用無線電頻率則不得超過 12 個月		

資料來源：本研究彙整。

第九節 小結

一、各國短、中、長期頻譜釋出規劃暨考量因素與基本差異

（一）頻譜釋出規劃暨考量因素與基本差異

各國短、中、長期頻譜釋出規劃暨考量因素與基本差異彙整如表 3.9.1，分述如下。

英國於 2017 年規劃低頻段 700MHz 頻段、中頻段 3.4-3.6GHz 與 3.6-3.8GHz、和高頻段 26GHz 及 66-71GHz 頻段為 5G 先鋒頻段，並於 2018 年先行釋出 3.4-3.6GHz 頻段。2021 年則考量 3.6-3.8GH 適合大量數據傳輸且英國已於 2019 年推出 5G 服務以及 700MHz 已按計畫清整，故釋出 700MHz 與 3.6-3.8GHz。另除全國性頻段，英國亦指定 3.8-4.2GHz 和 26GHz 為區域性頻段。

歐盟早於 2016 年考量 5G 佈署須以 700MHz 為主的 1GHz 以下之頻段相互協調才得以實現全國和室內 5G 涵蓋率，3400-3800MHz 適合作為歐洲引入 5G 服務之主要頻段，24GHz 以上頻段則可確保達成 5G 性能表現目標，加上 WRC-15 建議與行動通訊業界支持，確立 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz 為 5G 先驅頻段，並規劃其會員國於 2020 年前完成上述頻段釋出。惟受 Covid-19 疫情影響，各成員國頻譜分配進度皆有所延遲，截止至 2021 年 6 月僅 5 個國家完成該目標。

不同於其他主要國家，美國採取優先釋出頻寬充裕之高頻段頻譜資源的策略，於 2019 年釋出 28GHz 與 24GHz 頻段，然因高頻電波物理特性與技術設備成熟度，導致美國 5G 佈建及涵蓋皆有所落後，故美國近兩年轉換策略開始加速釋出中頻段，並開始推廣 CBRS 等機制促進美國 5G 佈建與運用，而低頻段仍在改善中，目前尚未釋出。

加拿大則以頻段現行或預計使用設備的成熟狀況為基準列出各頻段釋出優先順序，規劃 2018-2020 年間釋出 600MHz、3500MHz、1500 MHz、26GHz、28GHz 等設備已制定國際標準之頻段，另視設備評估狀況斟酌於同一期間釋出 800MHz、3800MHz、40-43.5GHz 等頻段，而 900MHz、5GHz、6GHz 等頻段因不確定其可利用性，暫不釋出。

日本近年同樣以中頻段為主，先後釋出 3.7GHz、4.5GHz 以及 1.7GHz 東名阪外，亦釋出 28GHz 之高頻段作為全國性頻譜。同時日本將中頻段 4.6-4.9 GHz 以及高頻段 28.2-29.1GHz 指定為 Local 5G 頻段，著重發展。

韓國為建立世界最快 5G 網路，積極調整與釋出低頻和中頻，低頻以 2021 年前釋出 700MHz 與 800MHz 為目標，中頻則以 3.5GHz 頻段為主。高頻段則考量設備、終端生態系統，規劃 2021 年以前優先釋出 25.7-26.5GHz 及 28.9-29.5GHz。

新加坡考量全球頻譜釋照趨勢及新加坡可用的頻譜資源，規劃先釋出 3.5GHz、26GHz 及 28GHz 頻段，而 2.1GHz、2.5GHz 及 4.5GHz 等其他頻段則待之後商用準備。

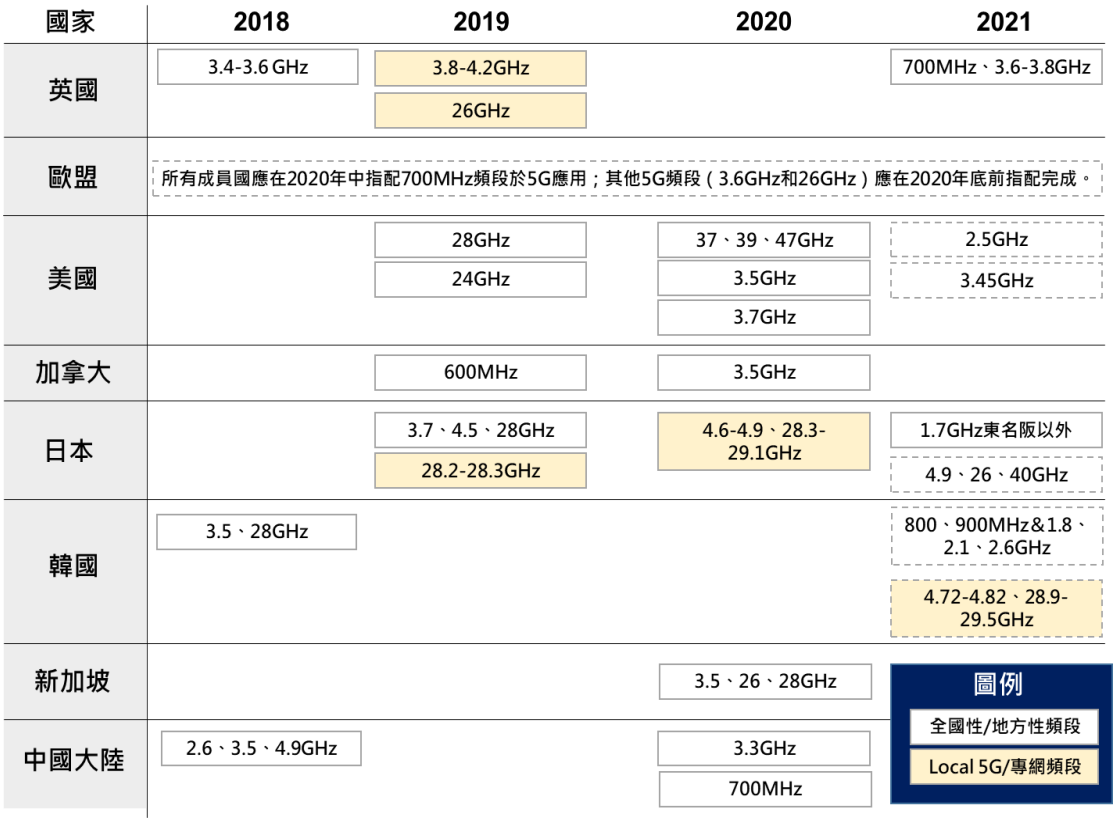
中國大陸則於 2017 年先行核准 4.8-5.0GHz、24.75-27.5GHz 及 37-42.5GHz 頻段用於 5G 技術研發毫米波試驗，並於同年發布相關規劃，明確劃定 3000-5000MHz 之 5G 使用範圍與規範等，現階段也已完成 2.6、3.3、3.5、4.9GHz 以及 700MHz 的釋出。

表 3.9.1　主要國家短、中、長期頻譜釋出規劃暨考量因素與基本差異

國家	釋出考量	頻段規劃或釋出狀況
英國	• 將低頻段 700MHz 頻段、中頻段 3.4-3.6GHz 與 3.6-3.8GHz、和高頻段 26GHz 及 66-71GHz 頻段設為 5G 先鋒頻段。 • 考量 3.6-3.8GH 適合大量數據傳輸且英國已於 2019 年推出 5G 服務以及 700MHz 已按計畫清整故於 2021 年釋出。	• 2018 年釋出 3.4-3.6GHz。 • 2021 年釋出 700MHz 與 3.6-3.8GHz。 • 指定 3.8-4.2GHz 和 26GHz 為區域性頻段釋出。
歐盟	綜合各頻段技術、WRC-15 建議與行動通訊業界支持頻段，確立 700MHz、3.6GHz 與 26 GHz 為 5G 先驅頻段。	雖規劃其會員國於 2020 年前完成 5G 先驅頻段釋出。但受 Covid-19 疫情影響，截止至 2021 年 6 月僅 5 個國家完成該目標。
美國	初期採取優先釋出頻寬充裕之高頻段頻譜資源的策略，然因高頻電波物理特性與技術設備成熟度，導致美國 5G 佈建及涵蓋皆有所落後，故近兩年轉換策略開始加速釋出中頻段。	• 2019 年釋出 28GHz 與 24GHz 頻段。 • 2020 年釋出 3.5GHz、3.7GHz、37GHz、39 GHz、47 GHz。 • 2021 年釋出 2.5GHz、3.45GHz 頻段。
加拿大	以頻段現行或預計使用設備的成熟狀況為基準列出各頻段釋出優先順序。	• 規劃 2018-2020 年間釋出 600MHz、3500MHz、1500 MHz、26GHz、28GHz 等設備已制定國際標準之頻段。 • 斟酌於 2018-2020 年間釋出 800MHz、3800MHz、40-43.5GHz 等頻段。 • 900MHz、5GHz、6GHz 等頻段尚不確定其可利用性，暫不釋出。
日本	以中頻段為主，亦著重發展專網頻段。	• 於 2020 年釋出 3.7GHz、4.5GHz 與 28GHz。 • 於 2021 年釋出 1.7GHz 東名阪外頻段。 • 指定 4.6-4.9 GHz、28.2-29.1GHz 為專網頻段並釋出。
韓國	積極調整與釋出低頻和中頻，高頻段則考量設備、終端生態系統釋出。	• 低頻以 2021 年前釋出 700MHz 與 800MHz 為目標 • 中頻以 3.5GHz 頻段為主。 • 高頻規劃 2021 年前釋出 25.7-26.5GHz 及 28.9-29.5GHz。

新加坡	考量全球頻譜釋照趨勢及新加坡可用的頻譜資源。	• 規劃優先釋出 3.5GHz、26GHz 及 28GHz 頻段。 • 2.1GHz、2.5GHz 及 4.5GHz 等待之後商用準備。
中國大陸	• 2017 年先行核准 4.8-5GHz、24.75-27.5GHz 及 37-42.5GHz 頻段用於 5G 技術研發毫米波試驗。 • 於 2017 年明確劃定 3000-5000MHz 之 5G 使用範圍與規範等。	• 截至 2021 年 11 月已完成 2.6、3.3、3.5、4.9GHz 以及 700MHz 的釋出。

資料來源：本研究彙整。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.9.1　主要國家 5G 頻譜釋照頻段概況

（二）既有用戶頻譜使用現況及政策上處理作法

國際上 5G 頻譜釋照，對於既有用戶為其他無線電系統者，主要採行作法包含和諧共用（透過技術規範、地理區隔或室內使用規定等方式，避免 5G 系統對既有用戶造成有害干擾）、移頻與清頻等，美國與日本皆有由新執照持有人負擔相關費用之加速措施，美國近年透過 CBRS 機制與合作共享等方式，讓民間得以和諧共用公部門使用頻率。另外，美國 2.5GHz 頻段亦有修改既有執照規定的方式，放寬執照資格並開放二次交易，使頻段商用化。針對原來即提供行動寬頻使

用的頻段，其既有用戶為電信業者，，韓國與新加坡主要採行作法包含再指配與重新拍賣等。彙整主要國家5G頻段既有用戶頻譜使用現況及處理作法如表3.9.2。

表 3.9.2　主要國家 5G 頻段既有用戶頻譜使用現況及處理作法

國家／頻段	既有用戶	作法
英國 700 MHz	數位無線電視及特殊活動節目製作（Programme Making and Special Events，PMSE）	清頻、移頻：2015 預算案（Budget 2015）投入 6 億英鎊於 700MHz 頻段清頻計畫，部分預算用於補償受影響之數位無線電視基礎建設、數位無線電視收視用戶及 PMSE 設備持有者
美國 2.5 GHz	教育寬頻服務（Educational Broadband Service, EBS）及寬頻廣播服務（Broadband Radio Service, BRS）	放寬資格開放二次交易：FCC 修改使用規則，允許 EBS 與 BRS 執照使用於雙向、行動或固定數據服務，且允許 EBS 執照持有者出租其使用權予商業用途（包含寬頻接取），並取消 2.5GHz 頻段申請規定中之教育資格，將此頻段商業化。
美國 3.45GHz	美國國防部	合作共享：規範特定區域和時段的合作規畫區及定期使用區，聯邦使用有優先權，以及營運商間的協議
美國 3.5 GHz （CBRS 頻段）	聯邦無線定位、聯邦航空無線導航、固定衛星服務	透過 CBRS 機制，設置使用優先層級
美國 3.7 GHz	衛星業者	清頻：新執照持有人負擔補償費用，加速既有業者清頻作業
日本 1.7 GHz （東名阪以外）	公共無線電	移頻：新執照持有者須負擔既有使用者移頻費用，配合實施 1710-1850MHz 的公共無線電移頻並與已取得的 KDDI 集團與樂天行動共同負擔其移頻費用。
韓國 800 MHz	SKT、KT、LG U＋之 2G/LTE 用途	再指配
韓國 900 MHz	KT 之 LTE 用途	再指配
韓國 1.8 GHz	SKT、KT、LG U＋之 3G/LTE 用途	再指配
韓國 2.1 GHz	SKT、KT、LG U＋之 WCDMA/LTE 用途	再指配
韓國 2.6 GHz	SKT、LG U＋之 LTE 用途	再指配
新加坡 2.1GHz	3G（亦允許 4G）	重新拍賣

資料來源：本研究彙整。

二、釋出機制與配套措施

（一）電信市場概況及競爭情形

英國行動通訊用戶數於近年穩定成長，自 2009 年 8,060 萬成長至 2018 年約 9,200 萬用戶數，行動數據流量亦持續上升。英國行動通訊產業市場也相對成熟，由 BT/EE、Telefónica UK（或稱 O2）、Vodafone、H3G 等 4 家行動網路業者和少數 MVNO 所組成，但自從 T-Mobile 和 Orange 於英國的行動網路業者於 2010 年合併為 EE 以來，英國市場集中度逐漸下降，目前與其他有四家 MNO 的歐洲國家市場集中度水準相當。

美國電信市場近年亦穩定成長，其電信市場總營收自 2011 年的 5,396 億美元（約新臺幣 15.9 兆元[327]）成長至 2017 年的 6,172 億美元（約新臺幣 18.79 兆元[328]）。電信市場則由 Verizon、AT&T、T-mobile、Sprint 及 U.S. Cellular 等 5 家主要電信業者組成，根據 FCC 的 2020 年電信市場報告，Verizon 與 AT&T 的市占率明顯高於其它三家電信業者，分別占比 35.4%及 34.1%。

加拿大電信市場與行動通信服務總營收皆呈現持續上升趨勢，2019 年電信市場與行動通信服務總營收皆分別達到加幣 710 億元（約為新臺幣 1.65 兆元）與 541 億元（約為新臺幣 1.26 兆元），電信市場主要由 Rogers、TELUS 與 Bell Group 組成，2019 年是占率分別為 32.5%、28.6%及 29.2%。

截至 2020 年 3 月 31 日止，日本電信市場總營收亦達到 14 兆 8,726 億日圓（約新臺幣 4.21 兆元），較去年度成長 7%。主要的電信業者為 NTT DOCOMO、KDDI 與 SoftBank，市占率分別為 37.3%、27.6%與 21.8%。然 2018 年樂天行動以全球第一家靠全虛擬化行動網路提供服務的電信業者進入日本電信市場，亦值得關注。

韓國電信市場 2011-2018 年間總營收則呈現先上升後下降再成長之趨勢，2014 年達到最高峰 550 億美元（約為新臺幣 1.67 兆元）後微幅下滑，然於 2016 年逐年成長至 2018 年的 526 億美元（約為新臺幣 1.59 兆元），而電信市場長年由 SKT、KT、LGU＋把持，其市占率分別為 41.49％、24.67％及 20.92％。

新加坡行動通訊亦為普及，2019 年行動通訊普及率達 159.1%，主要的通訊業者為新加坡電信（Singtel）、星和電信（StarHub）、M1 以及 2016 年取得頻譜執照的 TPG 電信。

中國大陸主要電信業者為中國移動、中國電信與中國聯通，其行動用戶總數分別為 9.4 億、3.58 億與 3.09 億。而 2017 年中國廣電取得 5G 商用執照，正式成為中國大陸第 4 間電信業者，並有望於 2021 年啟用 5G 服務。

（二）開放頻段、頻寬與釋出方式

英國 2019 年開放中頻段 3.8-4.2GHz 共 390MHz 頻寬、以及高頻段 26GHz 共 2250MHz 頻寬供區域性使用，釋出方式採評審制，區域業者依照共享接取執照（Shared Access Licence）規範提出申請，經 Ofcom 評估後指配特定頻段。2021 年英國開放低頻段 700 MHz FDD 頻段 60 MHz、700MHz SDL 頻段 20 MHz，共

[327] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2011 年資料，新臺幣：美元＝29.464：1。
[328] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2017 年資料，新臺幣：美元＝30.439：1。

80MHz 頻寬，及中頻段 3.6-3.8 GHz，共 120 MHz 頻寬供全國性使用，釋出方式採同步多回合上升拍賣制（Simultaneous Multiple Round Ascending, SMRA），數量競價階段採用資格點數，位置競價階段則採一回合次高價格得標規定（Second Price Rule）。

美國 2020 年釋出 3.5GHz 頻段（3550-3650MHz）共 22,631 張優先接取執照（PALs），每張 PAL 執照可使用頻寬為 10MHz 的通道，採昇冪時間鐘拍賣（Ascending Clock Auction, ACA）。2020 年至 2021 年美國釋出 3.7GHz 頻段（3.7-3.98GHz）共 280MHz 頻寬，提供 5,684 張區域性執照，同樣採昇冪時間鐘拍賣。2021 年釋出 3.45GHz 頻段（3.45-3.55GHz）共 100MHz 頻寬，提供 4,060 張區域性執照，採昇冪時間鐘拍賣，分為時間鐘階段和指配階段。美國預計於 2021 年下半年展開的 2.5GHz 頻段（2496-2690MHz）釋照則規劃釋出近 8,300 張以郡（county）為單位的地理性涵蓋執照，並將 2.5GHz 頻段規劃為 49.5MHz、50.5MHz 及 16.5MHz 頻寬的三個通道，可能採用單回合拍賣制（Single Bidding Round Auction）搭配使用者自訂組合拍賣（user-defined package bidding）或多回合上升拍賣（Simultaneous Multi-Round Auction, SMRA）兩種拍賣方式，目前尚在諮詢中。

加拿大 2019 年 600MHz 頻段（614MHz-698MHz）釋照扣除護衛頻段 3MHz 頻寬與收發間隔（duplex gap）11MHz 頻寬，共釋出 70MHz 頻寬，釋出方式採組合時間鐘拍賣（Combinatorial Clock Auction, CCA），包含分配階段（Allocation stage）與指配階段（Assignment stage）。2021 年 3500MHz 頻段（3450MHz-3650MHz）釋照則規劃釋出 200MHz 頻寬，釋出方式採時間鐘拍賣（Clock auction, CA），包含分配階段（Allocation stage）與指配階段（Assignment stage）。

日本 2019 年釋出中頻段 3.7GHz 頻段（3600-4100MHz）與 4.5GHz 頻段（4500-4600MHz），共 600MHz 頻寬，以及高頻段 28GHz 頻段（27.0-28.2GHz 和 29.1-29.5GHz），共 1600MHz 頻寬，釋出方式採絕對審查加比較審查之評審制。2021 年 1.7GHz（東名阪以外）頻段共釋出 40MHz 頻寬（上行 1765-1785MHz、下行 1860-1880MHz），同樣採絕對審查加比較審查之評審制，並已指配予單一業者。

韓國 2018 年 3.5、28GHz 頻段釋照釋出中頻段 3.5GHz 頻段（3420-3700MHz）共 280MHz 頻寬及高頻段 28GHz 頻段（26.5-28.9GHz）共 2400MHz 頻寬，採昇冪時間鐘拍賣（Clock Ascending Auction, CAA）搭配密封競價拍賣（Sealed Bid Auction）進行。2021 年 6 月韓國釋出原 2G-4G 技術使用的頻段共 310MHz 頻寬給三家既有頻率持有業者使用，包含 800MHz 頻段（829-849MHz、874-894MHz）共 40MHz 頻寬、900MHz 頻段（904.3-914.3MHz、949.3-959.3MHz）共 20MHz 頻寬、1.8GHz 頻段（1715-1725MHz、1730-1740MHz、1745-1755MHz、1770-1780MHz、1810-1850MHz、1860-1870MHz）共 90MHz 頻寬、2.1GHz 頻段（1920-1980MHz、2110-2170MHz）共 120MHz 頻寬、2.6GHz 頻段（2520-2540MHz、2640-2660MHz）共 40MHz 頻寬，釋出方式為再指配，並依截至 2022 年為止三家業者的 5G 基地臺投資佈建情形訂定不同頻率再指配對價，期能反映再指配頻率之經濟價值。

新加坡 2020 年釋出 3.5 GHz 頻段（3450-3650MHz）共 200MHz 及 26/28GHz 毫米波頻段共 3,200MHz，採取徵求提案（CFP）的方式進行指配，業者可依據政策目標提案，同時提出其願付價格，評分最高的前兩名可取得 3.5GHz 頻段

100MHz 頻寬與 26/28GHz 毫米波頻段 800MHz 頻寬之頻譜組合；未取得頻譜組合者，則可申請取得 26/28GHz 毫米波頻段 800MHz 頻寬。

中國大陸 2018 年 12 月許可 5G 試驗頻段為 2.6GHz 頻段（2515-2675MHz）共 160MHz 頻寬、3.5GHz 頻段（3400-3600MHz）共 200MHz 頻寬、4.9GHz 頻段（4800-4900MHz）共 100MHz 頻寬，並於 2019 年 6 月頒發 5G 商用執照；2020 年 1 月頒發 4.9GHz 頻段（4900-4960MHz）共 60MHz 頻寬的試驗許可，同年 2 月頒發許可證同意三家電信公司在全國範圍共用 3.3GHz 頻段（3300-3400MHz）共 100 MHz 於 5G 室內使用，同年 4 月規劃將釋出原為傳統廣播電視系統頻段之 700MHz 頻段（703-733MHz 與 758-788MHz）共 60MHz 頻寬，釋出方式皆採用許可制。

我國 2019 年至 2020 年 1800MHz、3.5GHz、28GHz 頻段釋照分別釋出 1800MHz 頻段（上行 1775-1785MHz、下行 1870-1880MHz）共 20MHz 頻寬、3.5GHz 頻段（3300-3570MHz）共 270MHz 頻寬、28GHz 頻段（27-29.5GHz）共 2.5GHz 頻寬，釋出方式採多回合上升拍賣制（SMRA），分為數量競價階段及位置競價階段，數量競價階段 3.5GHz 頻段採用加速機制，位置競價階段採一回合制，由最高標金者得標，若數量競價得標者所提頻率位置意向書已可決定頻率位置，則不會進入一回合競價。

主要國家 5G 開放頻段、頻寬與釋出方式彙整如表 3.9.3。

表 3.9.3　主要國家 5G 開放頻段、頻寬與釋出方式

國家	時間	釋出頻段及頻寬	釋出方式
英國	2019	區域性使用 • 3.8-4.2GHz 共 390MHz 頻寬 • 26GHz 共 2250MHz 頻寬	評審制
	2021	全國性使用 • 700 MHz FDD 頻段 60 MHz、700MHz SDL 頻段 20 MHz，共 80MHz 頻寬 • 3.6-3.8 GHz，共 120 MHz 頻寬	同步多回合上升拍賣制（SMRA） • 數量競價：資格點數 • 位置競價：一回合次高價格得標
美國	2020	• 3.5GHz 頻段（3550-3650MHz）共 22,631 張優先接取執照（PALs）	昇冪時間鐘拍賣（ACA）
	2020 - 2021	• 3.7GHz 頻段（3.7- 3.98GHz）共 280MHz 頻寬，提供 5,684 張區域性執照	昇冪時間鐘拍賣（ACA）
	2021	• 3.45GHz 頻段（3.45-3.55GHz）共 100MHz 頻寬，提供 4,060 張區域性執照	昇冪時間鐘拍賣（ACA） • 時間鐘階段 • 指配階段
	2021	• 2.5GHz 頻段（2496-2690MHz）預計釋出近 8,300 張以郡（county）為單位的地理性涵蓋執照，規劃為 49.5MHz、50.5MHz 及 16.5MHz 頻寬的三個通道	尚在諮詢中

加拿大	2019	• 600MHz 頻段（614MHz-698MHz）扣除護衛頻段 3MHz 頻寬與收發間隔 11MHz 頻寬，共釋出 70MHz 頻寬	組合時間鐘拍賣（CCA） • 時間鐘階段 • 指配階段
	2021	• 3500MHz 頻段（3450MHz-3650MHz）共 200MHz 頻寬	時間鐘拍賣（CA） • 時間鐘階段 • 指配階段
日本	2019	• 3.7GHz 頻段（3600-4100MHz）與 4.5GHz 頻段（4500-4600MHz），共 600MHz 頻寬 • 28GHz 頻段（27.0-28.2GHz 和 29.1-29.5GHz），共 1600MHz 頻寬	評審制 • 絕對審查 • 比較審查
	2021	• 1.7GHz（東名阪以外）頻段共釋出 40MHz 頻寬（上行 1765-1785MHz、下行 1860-1880MHz）	評審制 • 絕對審查 • 比較審查
韓國	2018	• 3.5GHz 頻段（3420-3700MHz）共 280MHz 頻寬 • 28GHz 頻段（26.5-28.9GHz）共 2400MHz 頻寬	• 昇冪時間鐘拍賣（CAA） • 密封競價拍賣
	2021	• 800MHz 頻段（829-849MHz、874-894MHz）共 40MHz 頻寬 • 900MHz 頻段（904.3-914.3MHz、949.3-959.3MHz）共 20MHz 頻寬 • 1.8GHz 頻段（1715-1725MHz、1730-1740MHz、1745-1755MHz、1770-1780MHz、1810-1850MHz、1860-1870MHz）共 90MHz 頻寬 • 2.1GHz 頻段（1920-1980MHz、2110-2170MHz）共 120MHz 頻寬 • 2.6GHz 頻段（2520-2540MHz、2640-2660MHz）共 40MHz 頻寬	再指配
新加坡	2020	• 3.5 GHz 頻段（3450-3650MHz）共 200MHz • 26/28GHz 毫米波頻段共 3,200MHz	徵求提案（CFP）
中國大陸	2019	• 2.6GHz 頻段（2515-2675MHz）共 160MHz 頻寬 • 3.5GHz 頻段（3400-3600MHz）共 200MHz 頻寬 • 4.9GHz 頻段（4800-4900MHz）共 100MHz 頻寬	許可制
	2020	• 3.3GHz 頻段（3300-3400MHz）共 100 MHz • 4.9GHz 頻段（4900-4960MHz）共 60MHz • 規劃釋出 700MHz 頻段（703-733MHz 與 758-788MHz）共 60MHz 頻寬	許可制
我國	2019-2020	• 1800MHz 頻段（上行 1775-1785MHz、下行 1870-1880MHz）共 20MHz 頻寬 • 3.5GHz 頻段（3300-3570MHz）共 270MHz 頻寬 • 28GHz 頻段（27-29.5GHz）共 2.5GHz 頻寬	多回合上升拍賣制（SMRA） • 數量競價:3.5GHz 頻段採加速機制 • 位置競價：一回合最高價格得標

資料來源：本研究彙整。

（三）參與頻率競標或指配業者家數、鼓勵或扶植新進業者措施、是否允許 JV（Joint Venture，合資公司）參與及其規管情形

主要國家參與頻率競標或指配業者家數、鼓勵或扶植新進業者措施、是否允許 JV 參與及其規管情形彙整如表 3.9.4，概述如下。

英國 2021 年 700MHz、3.6-3.8GHz 頻段釋照共四家電信業者參與競價，同一集團不可複數申請，且須揭露集團持有頻譜資訊、重大利害關係人關係與權益。

美國 2020 年 3.5GHz 頻段釋照共 348 位申請者提出申請，符合競價資格家數共 271 家（77 家未通過申請），最後得標者共 228 家。2020 年至 2021 年 3.7GHz 頻段釋照共 57 家合格申請人，最終共有 21 家競價者得標。2021 年 3.45GHz 頻段釋照共 42 位申請者提出申請，33 家合格申請人，時間鐘拍賣階段於 11 月 16 日結束，分配階段將在同年 12 月 9 日開始。2.5GHz 頻段則尚未開始進行拍賣。

加拿大 2019 年 600MHz 頻段釋照總計 12 位合格競價者，9 位得標者，無鼓勵或扶植新進業者措施，僅設置保留頻段予申請競價時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標，並有條件的允許 JV 參與競價，根據從屬與關聯實體（Bidder participation—Affiliated and associated entities）規則，被 ISED 認定為附屬實體（affiliated entities）之申請人不得單獨參加競價，而認定為關聯實體（associated entities）之申請人，經 ISED 審查確認此參加競價行為不會對競價作業產生負面影響，始得單獨參加競價。2021 年 3500MHz 頻段釋照目前總計 23 位合格競價者，尚未展開競價程序，並與 600MHz 頻段同樣無鼓勵或扶植新進業者措施，僅設置保留頻段予申請競價時非屬國家現有服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標，且在符合從屬與關聯實體規則下有條件的允許 JV 參與競價。

日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 頻段釋照由四家業者參與，最終共四家業者取得執照；在鼓勵或扶植新進業者措施方面，新進業者可在比較審查項目 H 項「未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數占比」獲得最高配分；且不允許同一集團的複數申請。2021 年 1.7GHz（東名阪以外）頻段釋照亦由四家業者參與，最終一家業者取得執照（樂天行動獲指配）；在鼓勵或扶植新進業者措施方面，新進業者可在比較審查項目 IV「未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數占比」獲得最高配分；且不允許同一集團的複數申請。

韓國 2018 年 3.5、28GHz 頻段釋照由三家業者參與，共三家業者取得執照，且未制訂鼓勵或扶植新進業者之政策，合資公司部分則應視是否合於外資限制及《電信事業法執行令》第 8 條附表 1 所載要件，該次釋照無合資公司參與。2021 年 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz 頻段之頻率再指配僅由原頻率使用權人共三家業者參與，故未設置鼓勵或扶植新進業者措施，亦無合資公司參與。

新加坡 2020 年 3.5 GHz 及 26/28GHz 頻段釋照共 4 家電信業者參與釋照，其中，星和電信（StarHub）與 M1 組成合資企業，釋照結果由新加坡電信（Singtel）獨自取得 3.5GHz 頻段 100MHz 頻寬以及 800MHz 頻寬的毫米波頻段，星和電信（StarHub）與 M1 組成之合資企業取得 3.5GHz 頻段 100MHz 頻寬，又分別各自取得 800MHz 頻寬之毫米波頻段，TPG 電信則僅取得 800MHz 頻寬之毫米波頻

段。該次釋照允許所有既有行動網路業者參與，並鼓勵業者間共用網路，促進以服務為基礎的競爭，IMDA 允許至少一家現有行動網路業者參與的合資企業，或兩家及以上的既有行動網路業者共同提案爭取頻譜組合，但無意促進行動網路業者的併購，也無引入新進業者之意圖。

中國大陸釋照方式採用許可制，目前共有四家業者獲得許可。

我國 2019 年至 2020 年 1800MHz、3.5GHz、28GHz 頻段釋照由中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星、亞太電信共 5 家電信業者參與競標，最終結果 1800MHz 頻段無業者投標；3.5GHz 頻段共 4 家得標；28GHz 頻段共 4 家得標。關於合資公司部分，我國規定同一申請人與聯合申請人僅得由一家作為符合資格之申請人。

表 3.9.4　主要國家參與頻率競標或指配業者家數、鼓勵或扶植新進業者措施、是否允許 JV 參與及其規管情形

國家	頻段	參與釋照家數	鼓勵/扶植新進業者措施	是否允許合資公司參與
英國	700MHz 、3.6-3.8GHz	共四家電信業者參與競價	-	同一集團不可複數申請，且須揭露集團持有頻譜資訊、重大利害關係人關係與權益。
美國	3.5GHz	共 348 位申請者提出申請，符合競價資格家數共 271 家，最後得標者共 228 家	-	-
	3.7GHz	共 57 家合格申請人，最終共有 21 家競價者得標	-	-
	3.45GHz	共 42 位申請者提出申請，33 家合格申請人	-	-
	2.5GHz	尚未開始進行拍賣	-	-
加拿大	600MHz	12 位合格競價者，9 位得標者	無鼓勵或扶植新進業者措施	有條件之允許；需符合從屬與關聯實體規則
	3500MHz	23 位合格競價者，尚未展開競價程序		
日本	3.7 、4.5 、28GHz	四家業者參與，最終共四	新進業者可在比較審查項目	不允許同一集團的複數申請

		家業者取得執照	「未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數占比」獲得最高配分	
	1.7GHz（東名阪以外）	四家業者參與，一家業者取得執照		
韓國	3.5、28GHz	三家業者參與，共三家業者取得執照	未制訂鼓勵或扶植新進業者之政策	• 視是否合於外資限制及《電信事業法執行令》第 8 條附表 1 所載要件 • 該次釋照無合資公司參與
	800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz	頻率再指配僅由原頻率使用權人共三家業者參與		
新加坡	3.5 GHz、26/28GHz	共 4 家電信業者參與釋照，其中，星和電信（StarHub）與 M1 組成合資企業	-	允許所有既有行動網路業者參與，並鼓勵業者間共用網路，促進以服務為基礎的競爭，亦允許至少一家現有行動網路業者參與的合資企業，或兩家及以上的既有行動網路業者共同提案爭取頻譜組合
中國大陸	2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz、4.9GHz、700MHz	目前共有四家業者獲得許可	-	-
我國	1800MHz、3.5GHz、28GHz	共 5 家業者參與競標，最終 1800MHz 頻段無業者投標、3.5、28GHz 頻段均由 4 家得標	-	聯合申請人僅得由一家作為符合資格之申請人

資料來源：本研究彙整。

（四）釋出頻譜資源規劃，單一業者取得/持有上限之有無及考量因素

主要國家釋出頻譜資源規劃，單一業者取得/持有上限及考量因素彙整如表 3.9.5，說明如下。

英國為避免業者間持有頻譜數量差距過大導致競爭風險、不利市場公平競爭，2021 年 700MHz、3.6-3.8GHz 頻段釋照沿用 2018 年 3.4-3.6 GHz 拍賣的頻譜持有上限規定，同時 Ofcom 評估英國四大電信業者於市場上持有頻譜總量占比、可能致使的風險，規定單一業者於拍賣後持有頻譜總量比例不得超過 37%（416MHz）的總量上限。

美國 2020 年 3.5GHz 頻段釋照以郡為單位，劃分為 3,233 個郡級區域，每個郡級區域最多可分得 7 張 PAL 執照，每張 PAL 執照可使用頻寬為 10MHz 的通道，單一申請者最多可持有 4 張 PAL 執照。2021 年 3.45GHz 頻段執照在拍賣結束的前四年內，執照持有人可在任何 PEA 內的 3.45-3.55 GHz 頻段內，持有最多 4 個 10MHz 區塊。

加拿大 2019 年 600MHz 頻段釋照無設定單一業者可取得總量上限，僅於競標內容設置總頻寬為 30MHz 之保留頻段予申請時非屬國家現有服務提供商且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標。2021 年 3500MHz 頻段釋照亦無設定單一業者可取得總量上限，僅於各服務區域之競標內容設置總頻寬為 50MHz 之保留頻段予申請時非屬國家現有行動服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標。

日本 2019 年 3.7、4.5 GHz 頻段頻譜取得上限為 200MHz 頻寬，單位頻寬為 100MHz；28GHz 頻段頻譜取得上限為 400MHz 頻寬，單位頻寬為 400MHz。2021 年 1.7GHz 頻段釋出 40MHz 頻寬予單一業者，故申請者須申請完整 40MHz 頻寬。

韓國 2018 年 3.5GHz 頻段每家業者可分配頻寬最多不得超過 100MHz，28GHz 頻段各業者獲配頻寬最多不得超過 1000MHz。2021 年 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz 頻段釋出方式係依據既有持有者持有情形進行頻率再指配，故 MSIT 未訂再指配中各家業者頻譜取得上限。

新加坡 2020 年 3.5GHz 及 26/28GHz 頻段的徵求提案中，獲得前兩名者，可取得 3.5GHz 頻段 100MHz 頻寬與 26/28GHz 毫米波頻段 800MHz 頻寬之頻譜組合；未取得頻譜組合者，則可申請取得 800MHz 頻寬之毫米波頻段。

中國大陸目前未釋出規劃用於 5G 之 700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz 頻段無線電頻率使用許可證具體內容，故無法確認是否有頻譜取得上限之規定。

我國 2019 年至 2020 年 1800MHz、3.5GHz、28GHz 頻段釋照規定 3.5GHz 頻段之上限為 100MHz 頻寬、28GHz 頻段之上限為 800MHz 頻寬。另外，行動寬頻業務得標者或經營者申請核配總頻寬不得逾行動寬頻業務總頻寬之 1/3，1GHz 以下總頻寬不逾行動寬頻業務 1GHz 以下頻段總頻寬之 1/3，但經營者依補充競價回合標得者，或有其他特殊情形經主管機關核准者，不在此限。

表 3.9.5　主要國家釋出頻譜資源規劃，單一業者取得/持有上限及考量因素

國家	頻段	單一業者取得/持有上限之有無及考量
英國	700MHz、3.6-3.8GHz	為避免業者間持有頻譜數量差異導致競爭風險、不利市場公平競爭，單一業者持有之頻譜總量比例不得超過 37%（416MHz）

美國	3.5GHz	每個郡級區域最多可分得 7 張 PAL 執照，每張 PAL 執照可使用頻寬為 10MHz 的通道，單一申請者最多可持有 4 張 PAL 執照
	3.45GHz	在拍賣結束的前四年內，執照持有人可在任何 PEA 內的 3.45-3.55 GHz 頻段內，持有最多 4 個 10MHz 區塊
加拿大	600MHz	無設定單一業者可取得總量上限，僅於競標內容設置總頻寬為 30MHz 之保留頻段予申請時非屬國家現有服務提供商且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標
	3500MHz	無設定單一業者可取得總量上限，僅於各服務區域之競標內容設置總頻寬為 50MHz 之保留頻段予申請時非屬國家現有行動服務提供者且於 CRTC 註冊為基礎設施提供者之申請人競標
日本	3.7、4.5、2.8GHz	• 3.7、4.5 GHz 頻段：200MHz，單位頻寬為 100MHz • 2.8GHz 頻段：400MHz，單位頻寬為 400MHz
	1.7GHz	釋出 40MHz 頻寬予單一業者，故申請者須申請完整 40MHz 頻寬
韓國	3.5、28GHz	• 3.5GHz 頻段：100MHz • 28GHz 頻段：1000MHz
	800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz	依據既有持有者持有情形進行頻率再指配，故 MSIT 未訂再指配中各家業者頻譜取得上限
新加坡	3.5GHz、26/28GHz	• 徵求提案中獲得前兩名者，可取得 3.5GHz 頻段 100MHz 頻寬與 26/28GHz 毫米波頻段 800MHz 頻寬之頻譜組合 • 未取得頻譜組合者，可申請取得 800MHz 頻寬之毫米波頻段
中國大陸	700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz	未釋出規劃用於 5G 之無線電頻率使用許可證具體內容，故無法確認是否有頻譜取得上限之規定
我國	1800MHz、3.5GHz、28GHz	• 3.5GHz 頻段之上限：100MHz • 28GHz 頻段之上限：800MHz • 行動寬頻業務得標者或經營者申請核配總頻寬不得逾行動寬頻業務總頻寬之 1/3；1GHz 以下總頻寬不逾行動寬頻業務 1GHz 以下頻段總頻寬之 1/3。但經營者依補充競價回合標得者，或有其他特殊情形經主管機關核准者，不在此限。

資料來源：本研究彙整。

（五）得標者義務

1.無得標者義務

英國 2021 年 700MHz、3.6-3.8GHz 頻段釋照無涵蓋義務及使用義務。行動網路業者已於 2018 年根據 Ofcom 建議制定「共享農村網路（Shared Rural Network）」計畫，Ofcom 也認為「頻譜被使用」之基準難以定義，得標者可能

因商業或技術等合理原因未使用頻譜，義務的設置有扭曲或降低投資誘因之虞，故取消之。然而此次執照非排他使用，適用於地區接取執照（Local Access Licence）規定。

中國大陸工信部無明文規定或公布得標業者義務。

2.有得標者義務

美國 2020 年 3.5GHz 頻段釋照規定 PAL 執照持有者必須於首次發行執照效期內，在其執照區域內提供「實質服務」，實質服務係指合理、對執照區域內民眾有利的，且提供顯著高於執照換新最低水準的服務品質。任何無法達到前述標準的 PAL 執照持有者，FCC 有權不須採取進一步行動而直接沒收其 PAL 執照，且無法重新取得。PAL 執照持有者還應按 FCC 規則第 1.946（d）條規定，向 FCC 提交施工通知，證明其滿足佈建要求，並提供文件佐證。PAL 執照持有者所列示的實質服務不可包含已註冊公民無線寬頻服務設備（CBSD）的 PAL 執照區域外的服務，或未在 SAS 中登記之佈建。另外，FCC 允諾 PAL 執照持有者兩項實質服務安全港（safe harbors）條款，包含行動或單點對多點服務以及固定點對點服務。

2020 年至 2021 年 3.7GHz 頻段執照得標者義務包含第一性能基準（first performance benchmark）和第二性能基準（second performance benchmark）的涵蓋率要求（期限分別為 8 年和 12 年），若執照持有者未能符合特定執照區域的第一性能基準要求，則其第二性能基準要求的截止期限和執照效期將會縮減 2 年；若執照持有者未能符合特定執照區域的第二性能基準要求，其未滿足第二性能基準要求的每個執照區域授權即被自動終止，且若日後 FCC 重新釋出該執照，原持照持有者將失去取得資格。此外，執照持有者應根據 FCC 規則第 1.946（d）條的規定，在適用基準期滿 15 天內向委員會提交施工通知，以符合性能要求。為證明符合性能要求，執照持有者應在量測時使用最新的十年期美國人口普查數據，並應根據不超過人口普查區域的面積來進行人口或地理區域的量測。若執照持有者未能向整個執照區域提供可靠的訊號涵蓋，則必須提供一張地圖準確描述每張執照區域內，未提供服務的一個或多個區域範圍。每個執照持有者尚須提交輔助文件證明在其服務領域內，為每個執照區域提供的服務類型，以及用於提供該服務的技術類型。

2021 年 3.45GHz 頻段比照 3.7GHz 頻段設有第一性能基準和第二性能基準的涵蓋率要求（期限分別為 4 年和 8 年），若執照持有者未能符合特定執照區域的第一性能基準要求，則其第二性能基準期限和執照效期將會縮減 1 年；若執照持有者未能符合特定執照區域的第二性能基準要求，其未滿足第二性能基準要求的每個執照區域授權即被自動終止，且若日後 FCC 重新釋出該執照，原持照持有者將失去取得資格。為證明符合性能要求，執照持有者應在量測時使用最新的十年期美國人口普查數據，並應根據不超過人口普查區域的面積來進行人口或地理區域的量測。若執照持有人未能向整個執照區域提供可靠的訊號涵蓋，則必須提供一張地圖準確描述每張執照區域內，未提供服務的一個或多個區域範圍。此外，每個執照持有人尚須提交輔助文件證明在其服務領域（service territory）內，為每個執照區域提供的服務類型，以及用於提供該服務的技術類型。輔助文件必須說明建構涵蓋地圖所訂定的假設，包含傳遞模型以及用執照持有人技術提供可靠服務所需的訊號強度等。

FCC 於 2021 年 1 月 13 日發布的 2.5GHz 頻段公眾意見諮詢未提及得標者義務，但 FCC 於 2019 年 7 月 11 日發布「改造 2.5GHz 頻段（Transforming the 2.5 GHz Band）」將 2.5GHz 頻段商業化時，即指出不論是偏鄉部落優先窗口或拍賣取得執照者皆適用以下執照義務：

（1）行動或點對多點(point-to-multipoint)服務人口涵蓋率達 80%，臨時(interim）服務人口涵蓋率達 50%；

（2）固定點對點服務每百萬人佈建 40 條鏈路，即每 25,000 人 1 條鏈路（每百萬人佈建 20 條臨時鏈路，即每 50,000 人 1 條臨時鏈路）；或

（3）廣播服務人口涵蓋率達 80%（臨時期間廣播服務人口涵蓋率達 50%），不接受其他涵蓋類型。

加拿大 2019 年 600MHz 頻段釋照之得標者有人口涵蓋率義務，須依執照區域，於 5 年內達到 15%-25%（偏鄉地區 10%），10 年內達到 20%-60%（偏鄉地區 13%-30%），20 年內達到 20%-70%（偏鄉地區 25%-60%）。2021 年 3500MHz 頻段執照則設有兩種得標者義務，分別是所有得標者皆須遵守之一般佈建義務與現有 LTE 行動網路經營者須負擔之額外佈建義務。一般佈建義務指執照服務範圍包含大型人口中心的 Tier 4 區域，其得標者在執照期限第 5 年內應達到 25%-30%人口涵蓋率、第 10 年內達到 40%-50%人口涵蓋率及第 20 年內達到 60%-70%人口涵蓋率。惟執照核發日為執照期限第 4 年至第 5 年間之得標者，僅須符合第 10 年及第 20 年內的佈建義務；核發日在執照期限第 5 年至第 10 年間之得標者，僅須符合第 20 年內的佈建義務；核發日在執照期限第 10 年後之得標者，ISED 將逐案依執照剩餘時間審酌佈建義務。額外佈建義務則要求 LTE 行動網路經營者於執照期限第五年、第七年及第十年內，依提供服務區域達到相應的最低人口涵蓋率之服務提供。

日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 頻段釋照獲指配者有共同義務，包含：每四年或總務省要求時提出開設計畫進展報告，且需同意報告於總務省審查後公開；頻率相關開發事業不可轉讓給其他業者；防止干擾義務；基地臺建設及頻率涵蓋義務；法遵與消費者保護義務；頻譜有效利用義務；以及服務義務。2021 年 1.7GHz 頻段獲指配者之義務包含：每四年或總務省要求時提出開設計畫進展報告，且需同意報告於總務省審查後公開；頻率相關開發事業不可轉讓給其他業者；防止干擾義務；基地臺建設及頻率涵蓋義務；法遵與消費者保護義務；負擔既有使用者移頻費用；支付特定基地臺開設費用；頻譜有效利用義務；以及服務義務。

韓國 2018 年 3.5、28GHz 頻段釋照規定得標者負有網路建設義務及 5G 基地臺與裝置技術規定，網路建設義務指 3.5GHz 頻段持有者應建設 15 萬座基地臺，3 年內應完成 15%、5 年內應完成 30%；28GHz 頻段持有者應建設 10 萬座基地臺，3 年內應完成 15%。5G 基地臺與裝置技術規定指基地臺建設應符合 MSIT 於 2018 年 8 月 16 日發布之「5G 無線網路建設技術標準」及韓國無線電研究所（National Radio Research Agency, RRA）於 2018 年 12 月發布之「建立 5G 商業化無線電波利用基地」文件。2021 年 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz 頻段釋照，若三大電信業者欲取得頻率使用權，則同樣負有網路建設義務及 5G 基地臺與裝置技術規定，業者應各別設置或共用 120,000 個以上 5G 基地臺，且基地臺建設應符合 MSIT 於 2018 年 8 月 16 日發布之「5G 無線網路建設技術標

準」及韓國無線電研究所（National Radio Research Agency, RRA）於 2018 年 12 月發布之「建立 5G 商業化無線電波利用基地」文件。

新加坡 2020 年 3.5GHz 及 26/28GHz 頻段之得標者義務包含：在 3.5GHz 頻譜權利啟用後 24 個月內應提供涵蓋率大於 50%的 5G SA 網路；在頻譜指配後 12 個月內使用毫米波頻段；5G 網路的設計必須滿足並超越相關 IMDA 業務法規（Codes of Practice）所規範的關鍵彈性與資安要求；一開始即依深度防護（Defence-in-Depth）、零信任環境（Zero-Trust Environment）等原則進行設計建置；依其他 MNO 及 MVNO 的要求提供基於 IMDA 監管要求與原則的 5G 批發服務；標明對 3.5GHz 頻段 1 區塊的報價（須高於新幣 5,500 萬元的基本價格），並提出相當於基本價格的銀行擔保。

我國 2019 年至 2020 年 1800MHz、3.5GHz、28GHz 頻段釋照規定，3.5GHz 頻段得標者自取得系統架設許可之日起 5 年內，其於 3.5GHz 頻段高速基地臺中 5G 基地臺之建設總數，應達 1,000 臺以上，可用新標得頻譜或既有 4G 頻譜升級 5G 基地臺，使電波涵蓋範圍達營業區人口數 50%；28GHz 頻段得標者自取得系統架設許可之日起 5 年內，其於 28GHz 頻段高速基地臺中 5G 基地臺之建設，依核配頻寬級距對應建設數量 375~3,000 臺。

主要國家得標者義務彙整如表 3.9.6。

表 3.9.6　主要國家得標者義務

國家	頻段	得標者義務
英國	700MHz、3.6-3.8GHz	無涵蓋義務及使用義務。
美國	3.5GHz	• 於首次發行執照效期內，在其執照區域內提供「實質服務」。無法達到前述標準者，FCC 有權直接沒收其 PAL 執照，且無法重新取得。 • 按 FCC 規則第 1.946（d）條規定，向 FCC 提交施工通知。且必須證明其滿足佈建要求，並提供文件佐證。 • FCC 允諾 PAL 執照持有者兩項實質服務安全港（safe harbors）條款，包含行動或單點對多點服務以及固定點對點服務。
	3.7GHz	• 第一性能基準和第二性能基準涵蓋率要求（期限分別為 8 年和 12 年）。 • 按 FCC 規則第 1.946（d）條規定，在適用基準期滿 15 天內向委員會提交施工通知，以證明符合性能要求。 • 若執照持有者未能向整個執照區域提供可靠的訊號涵蓋，則須提供一張地圖準確描述每張執照區域內，未提供服務的區域範圍。此外，每個執照持有者須提交輔助文件證明在其服務領域內，為每個執照區域提供的服務類型，以及用於提供該服務的技術類型。
	3.45GHz	• 第一性能基準和第二性能基準涵蓋率要求（期限分別為 4 年和 8 年）。 • 為證明符合性能要求，執照持有者應在量測時使用最新的十年期美國人口普查數據，並應根據不超過人口普查區域的面積來進行人口或地理區域的量測。 • 若執照持有者未能向整個執照區域提供可靠的訊號涵蓋，則須提供一張地圖準確描述每張執照區域內，未提供服務的區

		域範圍。此外，每個執照持有者須提交輔助文件證明在其服務領域內，為每個執照區域提供的服務類型，以及用於提供該服務的技術類型。
	2.5GHz	• 2.5GHz 頻段公眾意見諮詢未提及得標者義務。 • 「改造 2.5GHz 頻段（Transforming the 2.5 GHz Band）」指出不論是偏鄉部落優先窗口或拍賣取得執照者皆適用以下執照義務： ➢ 行動或點對多點服務人口涵蓋率達 80%，臨時服務人口涵蓋率達 50%； ➢ 固定點對點服務每百萬人佈建 40 條鏈路，即每 25,000 人 1 條鏈路（每百萬人佈建 20 條臨時鏈路，即每 50,000 人 1 條臨時鏈路）；或 ➢ 廣播服務人口涵蓋率達 80%（臨時期間廣播服務人口涵蓋率達 50%），不接受其他涵蓋類型。
加拿大	600MHz	• 5 年內達到 15%-25%人口涵蓋率（鄉村地區 10%） • 10 年內達到 20%-60%人口涵蓋率（鄉村地區 13%-30%） • 20 年內達到 20%-70%人口涵蓋率（鄉村地區 25%-60%）
	3500MHz	• 一般佈建義務：執照服務範圍包含大型人口中心 Tier 4 區域之得標者在執照期限第 5 年內達到 25%-30%人口涵蓋率、第 10 年內達到 40%-50%人口涵蓋率及第 20 年內達到 60%-70%人口涵蓋率。 • 現有 LTE 行動網路經營者額外佈建義務：於執照期限第五年、第七年及第十年內，依提供服務區域達到相應的最低人口涵蓋率之服務提供。
日本	3.7、4.5、2.8GHz	• 每四年或總務省要求時提出開設計畫進展報告，且需同意報告於總務省審查後公開 • 頻率相關開發事業不可轉讓給其他業者 • 防止干擾義務 • 基地臺建設及頻率涵蓋義務 • 法遵與消費者保護義務 • 頻譜有效利用義務 • 服務義務
	1.7GHz	• 每四年或總務省要求時提出開設計畫進展報告，且需同意報告於總務省審查後公開 • 頻率相關開發事業不可轉讓給其他業者 • 防止干擾義務 • 基地臺建設及頻率涵蓋義務 • 法遵與消費者保護義務 • 負擔既有使用者移頻費用 • 支付特定基地臺開設費用； • 頻譜有效利用義務 • 服務義務
韓國	3.5、28GHz	• 網路建設義務：3.5GHz 頻段持有者應建設 15 萬座基地臺，3 年內應完成 15%、5 年內應完成 30%；28GHz 頻段持有者應建設 10 萬座基地臺，3 年內應完成 15%。 • 5G 基地臺與裝置技術規定：基地臺建設應符合 MSIT 發布之「5G 無線網路建設技術標準」及韓國無線電研究所（RRA）發布之「建立 5G 商業化無線電波利用基地」文件。

	800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz	• 網路建設義務：業者應各別設置或共用 120,000 個以上 5G 基地臺。 • 5G 基地臺與裝置技術規定：基地臺建設應符合 MSIT 發布之「5G 無線網路建設技術標準」及韓國無線電研究所（RRA）發布之「建立 5G 商業化無線電波利用基地」文件。
新加坡	3.5GHz、26/28GHz	• 在 3.5GHz 頻譜權利啟用後 24 個月內應提供覆蓋率大於 50% 的 5G SA 網路。 • 在頻譜指配後的 12 個月內使用毫米波頻段。 • 5G 網路的設計必須滿足並超越相關 IMDA 業務法規所規範的關鍵彈性與資安要求；並且一開始即依深度防護、零信任環境等原則進行設計建置。 • 依其他 MNO 及 MVNO 的要求提供基於 IMDA 監管要求與原則的 5G 批發服務。 • 申請者應標明對 3.5GHz 頻段 1 區塊的報價(須高於新幣 5,500 萬元的基本價格)，並提出相當於基本價格的銀行擔保。
中國大陸	700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz	無明文規定或公布得標業者義務
我國	1800MHz、3.5GHz、28GHz	• 3.5GHz 頻段： 5 年內，其於 3.5GHz 頻段高速基地臺中 5G 基地臺之建設總數應達 1,000 臺以上；電波涵蓋範圍達營業區人口數 50%。 • 28GHz 頻段： 5 年內，其於 28GHz 頻段高速基地臺中 5G 基地臺之建設，依核配頻寬級距對應建設數量 375~3,000 臺。

資料來源：本研究彙整。

（六）頻率使用期限

英國 2019 年開放之 3.8-4.2 GHz、26 GHz 頻段無使用期限。執照經營者每年支付執照費用且無違反任何規範，即可接續持有執照，但主管機關可基於公共利益撤銷執照。2021 年開放之 700MHz、3.6-3.8GHz 頻段頻率則為不定期（Indefinite Period）執照，釋照初始期（Initial period）為核發執照起 20 年，期滿後可繼續持有，但主管機關可基於公共利益撤銷執照。

美國 2020 年釋出之 3.5GHz 頻段執照自首次核發或更新起算，使用效期不得超過 10 年。3.7GHz 頻段及 3.45GHz 頻段則授權執照效期為首次核發或換照日起 15 年，屆期可再換發執照。2.5GHz 頻段之頻率使用期限尚未公布。

加拿大 2019 年 600MHz 頻段與 2021 年 3500MHz 頻段之頻率使用期限為首次發布授權執照起 20 年，執照更新須不遲於執照到期日前兩年提出。

日本 2019 年 3.7、4.5、28GHz 頻段釋照之核配頻率期限為 5 年，接受指配者不得將無線電臺及其相關事業轉讓給其他既有電信業者。2021 年 1.7GHz 頻段釋照之核配頻率期限為 7 年，接受指配者不得將無線電臺及其相關事業轉讓給其他既有電信業者。

韓國 2018 年 3.5GHz 頻段的使用期限為 2018 年 12 月 1 日至 2028 年 11 月 30 日，共 10 年；28GHz 頻段的使用期限則為 2018 年 12 月 1 日至 2023 年 11 月 30

日，共 5 年。另考量 2026 年 LTE 服務將步入衰退期，並為確保 3GHz 以下頻段可提供 160MHz 頻寬給 5G 使用，MSIT 將 2021 年再指配之 2.6GHz 頻段再使用期限定為 5 年，其他 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz 頻段則授權電信業者可根據頻率使用情形及各頻段特性，彈性選擇再使用 5 至 7 年；MSIT 亦授權各家業者可於使用 2.1GHz 頻段或 2.6GHz 頻段 3 年後，擇一縮短頻率使用期限。

新加坡為使取得頻段業者有足夠的投資確定性，IMDA 設定較長的頻率使用期限，3.5GHz 頻段為 15 年，26/28GHz 毫米波頻段為 16 年。

依中國大陸工信部《無線電頻率使用許可管理辦法》第十一條規定，無線電頻率使用許可之期限不得超過 10 年，具體期限按照許可證上註明時間為主。中國大陸目前未釋出 5G 頻段中 700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz 頻段無線電頻率使用許可證之具體內容，故無法確認頻率使用期限。

我國 2019 年至 2020 年釋出之 1800MHz、3.5GHz、28GHz 頻段執照有效期限為自核發日起至 2030 年 12 月 31 日止共 20 年。

主要國家頻率使用期限彙整如表 3.9.7。

表 3.9.7　主要國家頻率使用期限

國家	頻段	頻率使用期限
英國	3.8-4.2 GHz、26 GHz	無使用期限。執照經營者每年支付執照費用且無違反任何規範，即可接續持有執照，但主管機關可基於公共利益撤銷執照。
	700MHz、3.6-3.8GHz	不定期執照，釋照初始期（Initial period）為核發執照起 20 年，期滿後可繼續持有，但主管機關可基於公共利益撤銷執照。
美國	3.5GHz	首次核發或更新起算，使用效期不得超過 10 年。
	3.7GHz 3.45GHz	首次核發或換照日起 15 年，屆期可再換發執照。
	2.5GHz	尚未公布。
加拿大	600MHz 3500MHz	首次發布授權執照起 20 年，執照更新須不遲於執照到期日前兩年提出。
日本	3.7、4.5、2.8GHz	5 年，接受指配者不得將無線電臺及其相關事業轉讓給其他既有電信業者。
	1.7GHz	7 年，接受指配者不得將無線電臺及其相關事業轉讓給其他既有電信業者。
韓國	3.5、28GHz	• 3.5GHz：10 年（2018 年 12 月 1 日至 2028 年 11 月 30 日）。 • 28GHz：5 年（2018 年 12 月 1 日至 2023 年 11 月 30 日）。
	800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz	考量 2026 年 LTE 服務將步入衰退期，並為確保 3GHz 以下頻段可提供 160MHz 頻寬給 5G 使用，MSIT： • 2.6GHz：5 年。 • 其他頻段：5 至 7 年（授權電信業者可根據頻率使用情形及各頻段特性彈性選擇）。

		• 授權各家業者可於使用 2.1GHz 頻段或 2.6GHz 頻段 3 年後，擇一縮短頻率使用期限。
新加坡	3.5GHz、26/28GHz	為使取得頻段業者有足夠的投資確定性，IMDA 設定較長的頻率使用期限： • 3.5GHz：15 年。 • 26/28GHz：16 年。
中國大陸	700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz	• 無線電頻率使用許可之期限不得超過 10 年，具體期限按照許可證上註明時間為主。 • 目前未釋出 700MHz、2.6GHz、3.3GHz、3.5GHz 與 4.9GHz 頻段無線電頻率使用許可證之具體內容，故無法確認頻率使用期限。
我國	1800MHz、3.5GHz、28GHz	20 年（核發日起至 2030 年 12 月 31 日止）。

資料來源：本研究彙整。

（七）與我國 5G 第一波釋照機制差異性比較

1. 5G 頻譜釋出機制

我國第一次 5G 釋照採拍賣制，詳細釋出機制與配套措施彙整如表 3.9.8，而依國情、政策目的與頻率特性等差異，國際上釋出 5G 頻譜機制多元，若以我國《電信管理法》第 54 條的評審制、拍賣制、公開招標制與其他適當方式作為制度類型分類，大致可歸納如表 3.9.9，其他配套措施之差異性比較可參考本節第二大點的（二）至（六）。

表 3.9.8　我國 5G 頻譜釋出機制與配套措施彙整

項目	2019-2020 年 1800MHz、3.5GHz、28GHz 釋照
開放頻段及頻寬	• 1800MHz 頻段（上行 1775-1785MHz、下行 1870-1880MHz）共 20MHz 頻寬 • 3.5GHz 頻段（3300-3570MHz）共 270MHz 頻寬 • 28GHz 頻段（27-29.5GHz）共 2.5GHz 頻寬
釋出方式	多回合上升拍賣制（SMRA） • 數量競價（3.5GHz 頻段採用加速機制） • 位置競價（一回合，若數量競價得標者所提頻率位置意向書已可決定頻率位置，則不會進入一回合競價）
參與頻率競標或指配業者家數	中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星、亞太電信，共 5 家電信業者參與競標。1800MHz 頻段無業者投標；3.5GHz 頻段共 4 家得標；28GHz 頻段共 4 家得標。
鼓勵或扶植新進業者措施	-
是否允許合資公司參與	聯合申請人僅得由一家作為符合資格之申請人
單一業者可取得頻譜總量上限、各頻段上限或持有總量上	• 3.5GHz 頻段之上限：100MHz • 28GHz 頻段之上限：800MHz

限及考量因素，或未設上限之考量因素	• 行動寬頻業務得標者或經營者申請核配總頻寬不得逾行動寬頻業務總頻寬之 1/3；1GHz 以下總頻寬不逾行動寬頻業務 1GHz 以下頻段總頻寬之 1/3。但經營者依補充競價回合標得者，或有其他特殊情形經主管機關核准者，不在此限。
得標者義務	• 3.5GHz 頻段：自取得系統架設許可之日起 5 年內，其於 3.5GHz 頻段高速基地臺中 5G 基地臺之建設總數，應達 1,000 臺以上；可用新標得頻譜或既有 4G 頻譜升級 5G 基地臺，使電波涵蓋範圍達營業區人口數 50%。 • 28GHz 頻段：自取得系統架設許可之日起 5 年內，其於 28GHz 頻段高速基地臺中 5G 基地臺之建設，依核配頻寬級距對應建設數量 375~3,000 臺。
頻率使用期限	20 年（核發日起至 2030 年 12 月 31 日止）

資料來源：本研究彙整。

表 3.9.9　5G 釋照機制比較

制度類型	概述	採用國家
評審制	主要係採行政程序，由政府或監理機關根據申請者提交的計畫，選出獲得頻譜使用權的申請者。	• 日本、中國大陸政策主導色彩較強烈。 • 其他國家採用以分配較不具競爭需求頻段，如香港 26/28GHz 頻段；亦多於區域性／專網頻段釋出採用，如英國、德國等。
拍賣制	為市場導向之性質，根據頻譜供給與電信業者需求，進行價格競逐，往往主管機關亦賦予取得執照者建設義務，確保服務提供。	• 英國、美國、韓國、我國等，可透過拍賣分配具競爭需求頻段、反映頻譜經濟價值。
公開招標制	兼具行政程序與市場導向之性質，本次新加坡頻譜釋照為第一個採取公開招標制之國家，投標者除須提出 5G 建設與服務推動規劃外，亦須提供其願意支付之價值作為主管機關評比依據。	• 新加坡基於政策考量，並為有效率分配有限之頻率資源，透過「徵求提案（Call for Proposal，CFP）」兼具拍賣制及評審制特色，類似我國「公開招標制」。 • 日本總務省於 2019 年 10 月修正電波法後，全國性頻譜釋照將依據每個頻段的經濟價值制定與之相對應的底價。2021 年 4 月完成釋照之 1.7GHz 頻段（東名阪以外），評審規則即納入「特定基地臺開設費」制度，反映頻譜經濟價值，朝向類似「公開招標制」之作法。
其他適當方式	評審制、拍賣制、公開招標制以外之其他適當方式。	• 韓國 2021 年 6 月將原供 2G-4G 使用之頻率再指配給三家電信業者，

		MSIT 依據 5G 基地臺建設情形設置不同指配對價，期能反映再指配頻率之經濟價值。

資料來源：本研究彙整，參考陳思豪、劉柏立（2020）。5G 釋照後的課題與展望。

2. 數量競價階段加速機制比較

研究團隊就類似我國採兩階段拍賣做法於數量競價如我國設計有加速機制之案例，整理如表 3.9.10。其中英國（700MHz、3.6-3.8GHz）、德國（2GHz、3.4-3.8GHz）皆採改良版之 SMRA，更接近我國第一次 5G 釋照所使用的拍賣方式，故再針對兩國資格點數的作法進一步研析。

表 3.9.10　主要國家多回合拍賣與資格點數機制彙整

國家/頻段	執照類型	數量競價階段
英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz	全國性執照	兩階段競價，主要階段採取： SMRA 改良版 + 資格點數
德國 2GHz、3.4-3.8GHz	全國性執照	SMRA 改良版+ 資格點數
瑞士 700MHz、1400MHz、2.6GHz、3.5-3.8GHz	全國性執照	兩階段競價，主要階段採取： 時間鐘拍賣（Clock Auction）+ 資格點數
美國 28GHz	地方性執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
美國 37 GHz、39 GHz、47 GHz	地方性執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
美國 3.5GHz	地方性執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
美國 3.7GHz	地方性執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
澳洲 3.6GHz	地方性執照	兩階段競價，主要階段採取： 進階多回合同時上升競價法（ESMRA） + 資格點數
我國 1800MHz、3.5 GHz、28GHz	全國性執照	兩階段競價，主要階段採取： SMRA 改良版，但僅 3.5GHz 頻段採取加速機制；51 至 100 回合以 10 回合為一期，100 回合以後，以 5 回合為一期，每期各回合競價者提出的需求頻寬，不得超過該頻段前一期提出之需求頻寬，或前一期各回合暫時得標頻寬之最大值。

資料來源：本研究彙整。

（1）英國

英國於 2021 年 4 月的 700 MHz、3.6-3.8 GHz 拍賣中採用資格點數規則，競價者可在不超過資格點數上限（Eligibility Limit）下投標。

A. 資格點數計算方式

英國通訊管理局（Office of Communications, Ofcom）設置 700MHz 非對稱頻段 1 區塊為 1 點、700MHz 對稱頻段 1 區塊為 4 點、3.6-3.8GHz 頻段 1 區塊為 1 點（表 3.9.11）。

表 3.9.11　英國釋出頻段與資格點數

頻段	釋出頻寬	單位頻寬	區塊數	資格點數／區塊
700MHz 非對稱頻段	20MHz	5MHz	4	1 點
700MHz 對稱頻段	60 MHz	2×5MHz 區塊	6	4 點
3.6-3.8GHz 頻段	120MHz	5MHz	24	1 點

資料來源：本研究彙整。

Ofcom 針對不同頻段區塊之資格點數設置上，進行市場需求評估，綜整國際相似頻段之價值區間，以及徵求電信業者公眾諮詢，最終於 700MHz 對稱頻段和 700MHz 非對稱頻段、3.6-3.8GHz 頻段間，採 2：1 的資格點數比率。該次拍賣以 5MHz 為一單位，而因 700 MHz 對稱頻段以一組（2×5MHz）對稱區塊為最小單位進行拍賣，故可視為每單位資格點數為 4 點[329]。

B. 初始資格點數

參與拍賣的電信業者必須在申請階段繳交 10 萬英鎊(約新臺幣 393.9 萬元) 的初始保證金（Initial Deposit），並於數量競價開始前繳交 90 萬英鎊（約新臺幣 3,545.1 萬元）的額外保證金（Additional Deposit），保證金將用於計算各競價者數量競價第一回合的初始資格點數[330]，保證金與計算公式如表 3.9.12：

表 3.9.12　初始資格點數計算公式

保證金金額（D）	第一回合資格上限（E）
D＜£400 萬	E = D/100 萬
£400 萬≦D＜£4.84 億	$E = 4 + [\frac{D-4,000,000}{20,000,000}]$
£4.84 億≦D＜£10.84 億	$E = 28 + 4 \times [\frac{D-484,000,000}{100,000,000}]$
D≧£10.84 億	E = 52

資料來源：本研究彙整。

[329] Ofcom. (2019). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz Spectrum Bands - Revised Proposals on Auction Design. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/172648/revised-proposal-auction-design.pdf (Aug. 12, 2021)

[330] Ofcom. (2020). The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/205547/annex-draft-auction-regulations.pdf (Aug. 12, 2021)

C. 資格點數上限與使用比例

競價者繳交額外保證金取得之初始資格點數為第一回合資格點數上限。第二回合後資格點數上限計算方式如下：

- 資格點數上限為競價者於最近前一回合各頻段之資格點數使用量總和，且最近前一回合未發生資格事件。
- 若最近前一回合發生資格事件，則資格點數上限為最近前一回合的資格點數上限。

競價者每回合出價不得超過該回合可用資格點數上限。各頻段之資格點數使用量計算方式如下：

- 該回合競價者所提出的需求區塊數量乘以單位資格點數，為該回合資格點數使用量，亦為下一回合資格點數上限。
- 若該回合競價者並未提出需求區塊數量或提出之需求區塊數量無效，最近前一回合結束後其暫時得標區塊數量乘以單位資格點數，為該回合資格點數使用量，亦為其下一回合資格點數上限。
- 若該回合競價者並未競價任何區塊，且最近前一回合結束後未持有任何暫時得標區塊，該回合資格點數使用量為零，其下一回合資格點數上限歸 0。

由資格上限規則可知，資格點數上限僅會維持或下降，競價者必須使用所有的資格點數才能維持下一回合的資格點數，若競價者每回合出價使用之資格點數未達該回合資格點數上限之 100%，則下一回合所持有之資格點數將減少，因此本次拍賣 Ofcom 採用資格點數使用比例為每回合需使用 100%資格點數。

D. 資格事件（Eligibility Event）

拍賣流程中每位競價者具有三次資格事件（Eligibility Event）使用權，發生資格事件的回合競價者將暫時棄權，可將該回合的資格點數上限，延續至下一回合。資格事件可由競價者自行提出或由系統自動使用，其使用條件分別如下：

（A）自行提出申請條件

I. 當該回合競價者用於維持上回合暫時得標區塊的資格點數，小於該回合資格點數上限；且

II. 競價者該回合未提出新的競價；且

III. 尚未使用滿三次資格事件。

（B）系統自動使用條件（系動自動視為暫時棄權）

I. 競價者該回合未進行有效競價；且

II. 該回合維持前一回合暫時得標區塊之資格點數低於該回合資格點數上限；且

III. 尚未使用滿三次資格事件。

（2）德國

德國 2019 年 6 月的 2GHz 及 3.6GHz 頻譜拍賣採用資格點數規則，競價者可在不超過資格點數（德國又稱為出價權利 Bidding Entitlements）上限做出競價。

A. 資格點數計算方式

該次拍賣德國以頻段頻寬為基礎設置資格點數（Lot Rating）[331]，每 10MHz 頻寬資格點數為 1 點（表 3.9.13）。

表 3.9.13　德國釋出頻段與資格點數

頻段	釋出頻寬	單位頻寬*	區塊數	資格點數
2GHz	120MHz	2 × 5MHz	12	1 點
3.6GHz	300MHz	20MHz	1	2 點
		10MHz	28	1 點

註*：3.6GHz 頻段單位頻寬分為 3400-3420MHz 以 20MHz 頻寬為單位之特定區塊，及 3420-3690MHz 以 10MHz 頻寬為單位之抽象區塊。
資料來源：本研究彙整。

B. 初始資格點數

數量競價前，競價者須將向主管機關表明其欲競價的區塊數，以此換算競價者的初始資格點數，並在拍賣開始前 14 日前繳交保證金（Security Deposit），保證金為初始資格點數總和費用，1 資格點數費用為 170 萬歐元（約新臺幣 6,051.31 萬元）[332]。

C. 資格點數上限與使用比例

競價分為三個活動階段，拍賣官將視拍賣情況決定下一回合為哪一階段，而競價者必須使用當回合所處階段之資格點數使用比例，以維持既有之資格點數上限：

- 第一階段：競價者最少須使用 65%資格點數。
- 第二階段：競價者最少須使用 80%資格點數。
- 第三階段：競價者最少須使用 100%資格點數。

在不棄權（Waiver）的情況下，競價者使用小於該階段比例之資格點數，則下一回合資格點數上限將減少，計算方式如下：

- 第一階段：該回合使用的資格點數乘以$\frac{100}{65}$，為下一回合資格點數上限。
- 第二階段：該回合使用的資格點數乘以$\frac{100}{80}$，為下一回合資格點數上限。
- 第三階段：該回合使用的資格點數乘以$\frac{100}{100}$，為下一回合資格點數上限。

若該回合競價者未進行有效出價或未持有暫時得標區塊且未棄權，則該競價者將無法再參與競價（即資格點數為 0）。且競價者之活動必須達到最小頻譜需

[331] BnetzA. (2018). 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (p.15-16). Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Aug. 12, 2021)
[332] BnetzA. (2018). 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (p.11). Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Aug. 21, 2021)

求[333]（Minimum Essential Spectrum Package），若競價者活動小於最小頻譜需求，其資格點數也歸為 0，並無法再參與競價。

（3）小結

我國 3.5GHz 頻段數量競價採用之加速機制自 50 回合後啟動，並 51 回合開始 10 回合為一期，及 101 回合開始 5 回合為一期，機制設計上固然有促進業者誠實出價之加速目的，且具有容易理解與操作之優點，然而在我國五家業者高度競爭之市場環境，當 3.5GHz 頻段需求大於供給，加速機制之效果就無法如預期發揮。在啟用回合的時機與期數的設計上，若欲將競標者觀望與拖延策略發生機會降至最低，或可參酌國際上多採用之資格點數概念，從第 1 回合即啟動，並以每回合為一期，則更能發揮加速效果。

英國與德國所採用資格點數除可加速拍賣進行，亦具有增加競價者資訊量、促進誠實出價與積極競價的優點，惟機制設計與操作上較為複雜，且國內未有採行之案例可循，若考慮於我國導入，則需要進一步研析於實務上可能面臨的問題。

3. 位置競價階段加速機制比較

採行兩階段拍賣的主要國家中，大多於第二階段的位置競價採用一回合競標（參見表 3.9.14），而我國第一次 5G 釋照的作法，係讓業者先協商提出意向書，協商未果才會進入一回合競標。而在英國 700、3.6-3.8GHz 拍賣中，Ofcom 考量 5G 需要連續大頻塊以達最適佈建，為避免 3.4-3.8GHz 頻段於本次拍賣後破碎化，故在進入位置競價前暫停至多四週作為談判期間，供 3.6-3.8GHz 頻段得標者協商頻率位置，3.4-3.6GHz 頻段執照持有者亦得以參與，討論拍賣後之潛在交易。

表 3.9.14　主要國家兩階段拍賣位置競價階段機制

採用方式	採用國家案例
一回合競標：最高價格	● 韓國 3.5GHz、28GHz ● 我國 1800MHz、3.5GHz、28GHz（若業者協商提出意向書後仍無結果，則採取一回合競標）
一回合競標：次高價格	● 英國 700MHz、3.6-3.8GHz ● 美國 37GHz、39GHz、47GHz、3.7GHz
一回合競標：Vickrey 最近核心價格	● 奧地利 3.4 -3.8GHz ● 愛爾蘭 3.4GHz-3.8GHz ● 法國 3.4-3.8GHz ● 澳洲 3.6GHz
其他	● 美國 24GHz（24.25-24.45GHz 採用次高價格規則；24.75-25.25GHz 採用 Vickrey 最近核心價格） ● 美國 3.5GHz（時間鐘階段得標者可要求頻譜接取系統（Spectrum Access System, SAS）分配特定頻段，但 SAS

[333] 競價者可於拍賣開始前的申請階段向 BnetzA 申請最小頻譜需求，以防競價者取得小於可用之頻寬。若標得頻譜小於最小頻譜需求，則 BnetzA 不會將該頻段授權給該競價者。
BnetzA. (2018). 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (p.6-7, 20, 29). Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Aug. 21, 2021)

	考量既有頻率使用者所受干擾機率，無法保證得標者偏好頻段位置。）

資料來源：本研究彙整。

以跟我國競價方式較為相似的英國做為案例探討，2021 年 4 月拍賣之 700MHz 非對稱頻段、700MHz 對稱頻段，以及 3.6GHz 頻段，位置競價階段採次高價格規則，由於 700 MHz 非對稱頻段僅 EE 得標，3.6 GHz 頻段中 Telefónica 與 Vodafone 簽署頻譜部分鄰近協議（Partial adjacency agreement）進入協商期，由電信業者各自進行確切頻率的協商交易，故實際進入位置競價階段的僅有 700MHz 對稱頻段（如表 3.9.15）。

表 3.9.15　英國 700MHz、3.6GHz 頻段位置競價階段

競價者	頻率選項	競價金額（英鎊）	競價金額換算新臺幣
EE	703-713MHz/758-768MHz	0	0
	713-723MHz/768-778MHz	164,509,000	64.79 億[334]
	723-733MHz/778-788MHz	200,009,000	78.77 億
Hutchison 3G UK	703-713MHz/758-768MHz	0	0
	713-723MHz/768-778MHz	1,002,000	3,946.66 萬
	723-733MHz/778-788MHz	1,001,000	3,972.42 萬
Telefónica UK	703-713MHz/758-768MHz	0	0
	713-723MHz/768-778MHz	0	0
	723-733MHz/778-788MHz	23,000,000	9.05 億

資料來源：Ofcom. (2021). Assignment stage bid data. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/spectrum-awards/awards-archive/700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-auction (Aug. 17, 2021)

由表 3.9.16 可知，703-713MHz/758-768MHz 頻率位置無人競標，713-723MHz/768-778MHz 以及 723-733MHz/778-788MHz 位置由 EE 得標，EE 最終選擇 723-733MHz/778-788MHz 頻率，並支付由 Telefónica 開出之第二高價 2,300 英鎊（約新臺幣 9.05 億元），於該次拍賣支付總價金 4.75 億英鎊（約新臺幣 187.1 億元），詳細拍賣結果如表 3.9.8。

表 3.9.16　英國 700MHz、3.6GHz 頻段拍賣結果

得標者	頻段位置	數量競價階段標金	位置競價階段標金	總得標金
EE	723-733 MHz /778-788 MHz 738-758 MHz 3680-3720 MHz	4.52 億英鎊（約新臺幣 178.03 億元）	2,300 萬英鎊（約新臺幣 9.05 億元）	4.75 億英鎊（約新臺幣 187.1 億元）
Hutchison 3G UK	713-723 MHz /768-778 MHz	2.8 億英鎊（約新臺幣 110.29 億元）	-	2.8 億英鎊（約新臺幣 110.29 億元）
Telefónica	703-713 MHz	4.48 億英鎊	-	4.48 億英鎊（約

[334] Ofcom 於 2021 年 3 月 17 日公布 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻段數量競價結果，故查照中央銀行 2021 年 3 月 17 日當日匯率計算之。

UK	/758-768 MHz 3760-3800 MHz	（約新臺幣 176.47 億元）		新臺幣 176.47 億元）
Vodafone	3720-3760 MHz	1 億 7,640 萬英鎊（約新臺幣 68.48 億元）	-	1 億 7,640 萬英鎊（約新臺幣 68.48 億元）

資料來源：本研究彙整。

在一回合競標的機制上，我國係採最高價格；其他歐美國家則有採行次高價格（亦稱 Vickrey 價格）或 Vickrey 最近核心價格的作法，次高價格與 Vickrey 最近核心價格在學理上，皆能促使競標者以標的對自身最高價值出價，改善採用最高價格機制時得標金過高或過低的風險，在不損及其他人利益的情況下增進社會福祉，而 Vickrey 最近核心價格雖計算較為複雜，但透過納入核心概念，確保沒有比交易結果更佳的組合，可得出參與競標者皆滿意之最終結果。我國現行做法已提供競標者協商機會，惟若考量一回合競標風險較高，未來拍賣機制是否參考國外做法採行次高價格或 Vickrey 最近核心價格，則可再深入探討實務上之優缺點與可行性。

三、與我國第一次釋照比較及建議

觀察我國第一次 5G 頻譜拍賣，因市場結構與中頻段資源供不應求，導致競爭激烈、標金超乎預期，對此，我國專家、學者、業者皆建議可設置降溫機制，以免業者財務負擔過重，亦有業者建議可採預繳標金機制以抑制標金過高，但可能會導致不同規模業者在資金上的困境和運用不對等問題，兩種方式的實施運作皆須審慎評估。也有學者建議於《行動寬頻業務管理規則》第 21 條之 3 第 3 款增設「降溫」、「暫停」或「終止競價作業」等機制，並授權主管機關於競價過程中得適時檢視競標者之資金及財務能力，避免有競標者故意拉抬標金之狀況。而對於降溫機制的啟動標準，有專家建議以底價倍數為基礎來做判斷。

另對於採用資格點數機制之可行性，應視是否可達加速收斂及增加資訊之效果而定。我國第一次 5G 釋照於 3.5GHz 頻段採用的加速機制即類似資格點數，但由於中頻段供不應求，且多回合為一期、第 50 回合才開始啟動，使加速效果不彰，未來的加速機制應朝收斂方向設計。考量資格點數機制具有促進誠實出價、加速拍賣過程、增加資訊等優點，且具有學術理論為基礎，已在國際間廣泛施行多年，亦有因應不同拍賣方式的實際拍賣經驗可做參考，但規則上較為複雜，故若考慮未來於我國也實施資格點數機制，除借鑒各國實際經驗外，還須進一步探討於我國環境的適用性及配套措施，讓業者能充分了解規則，確保主管機關易於監理，避免因機制設計過於複雜導致不必要成本增加與實施上窒礙難行的窘境。若無法一步到位引進資格點數，未來可先改良既有加速機制，如提早啟動或減少每期回合數等，再逐步調整至與國際作法接軌。

由於國內未有下一波釋照的明確需求，研究團隊建議可專注於提升既有頻率之效率，中長期則可繼續關注技術與標準發展，並於頻譜釋出規劃上選擇設備成熟度較高、較具應用發展潛力的頻段，另外可參考英國 2021 年 700MHz 及 3.6-3.8GHz 頻段之位置競價階段，讓得標者可於既有頻段與新得標頻段進行頻譜交易，使持有頻段得以連續。對於拍賣制以外之頻譜釋出機制，如評審制、公開招標制等，可以國際上不同釋照機制案例作為我國未來釋照時的參考，但應考量各

國國情存在差異，以及相關配套措施的設計。但無論採行何種制度，皆應以公平與效率作為頻譜釋出機制的目的與目標。

第四章 主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析

第一節 英國

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

1. 未來電信基礎建設評論

英國數位、文化、媒體暨體育部（Department for Digital, Culture, Media & Sport, DCMS）於 2018 年發布「未來電信基礎建設評論（Future Telecom Infrastructure Review, FTIR）[335]」，規劃在 2025 年前使 1,500 萬個場所可連結至全光纖網路（Full Fibre），2033 年前達成全光纖涵蓋全國領土之目標，同時希望 5G 在 2027 年前涵蓋大部分的國土範圍。FTIR 核心目標彙整如下。

- 提高 FTTP 的普及率
- 於 2027 年將 5G 涵蓋範圍擴大至大部分英國國土
- 綜合連結光纖技術及 5G 網路各自優勢，創造聚合效果

為促進行動通訊市場的競爭力以及加強 5G 投資和創新，DCMS 將致力於 4 大方向如表 4.1.1。

表 4.1.1 英國促進行動通訊政策 4 大方向與政策整理

方向	具體措施
（1） 更有效率的佈建行動基礎建設	修訂《電子通信規則（Electronic Communications Code）》
	規劃改革
	開放國有資產佈署網路
	協調傳輸與電力業者
	解決地方性佈署網路之障礙
（2） 支援基礎建設共用之發展模型	
（3） 藉由 5G 試驗計畫發展 5G 使用案例以及刺激需求	
（4） 透過頻譜政策推動多樣化創新的 5G 服務	

資料來源：本研究整理自 DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/732496/Future_Telecoms_Infrastructure_Review.pdf (Jul. 7, 2021)。

[335] DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/732496/Future_Telecoms_Infrastructure_Review.pdf (Jul. 7, 2021)

（1）更有效率的佈建行動基礎建設

在使佈署行動基礎建設簡易及低廉化方面，具體措施包括「修訂電子通信規則」、「規劃改革」、「開放國有資產佈署網路」、「協調傳輸與電力業者」、「解決地方性佈署網路之障礙」，詳述如下：

- **修訂《電子通信規則（Electronic Communications Code）》**

有鑑於行動通訊業者曾反映土地及租借基礎建設成本過高，造成行動通訊涵蓋率和投資技術障礙；同時為升級和維護基礎建設而需通過私人地的高成本亦是佈署新科技的障礙。因此，2017 年 12 月英國政府修訂《電子通信規則》，預計可降低 40%電信業者的路權（Wayleave）使用費，以利佈署基礎建設。

- **規劃改革**

DCMS 的目標是以最快速度改革，英國政府將持續聆聽業界聲音、並在討論與諮詢意見後，採納合適的變革以支持數位基礎建設佈署。

- **開放國有資產佈署網路**

英國政府將盡可能開放國有地以利於行動基礎建設佈署，並於 2018 年發布「數位基礎建設使用手冊（Digital Infrastructure Toolkit）」，幫助有需要的電信業者瞭解申請使用國有地佈署基礎建設的流程。政府將會持續聽取業者意見，簡化與政府部門訂定合約的過程，並更新提供行動基礎建設的公共站點數量，同時鼓勵其他公共部門的土地持有者盡快開放，以提供土地予網路佈署使用。

在電信業者可能密集佈建網路的都市地區，可提供 5G 基礎建設使用的地點非常稀少，而國有資產，如路燈、閉路電視（Closed-Circuit Television, CCTV）網路、建物等，皆可做為佈署無線網路基礎設施的場地，尤其適合佈署微型基地臺；而地方政府的地下電纜管線（Cable Duct）網路則適合安裝密集的光纖網路以連接微型基地臺。

- **協調傳輸與電力業者**

英國政府將促進電信業者與配電網業者（Distribution Network Operator）之間的對話，推動電信業者與地方政府、能源提供業者、地主間合作，以迅速且低成本佈署適合行動後端網路（Backhaul）的線路。

- **解決地方性佈署網路之障礙**

為解決佈署時遇到的障礙，需要地方所有參與者一起合作，因此英國政府將地方區域、產業、土地持有者結合成地方連結團體（Local Connectivity Group）以利推動地方層級的網路佈署。同時也藉由 5G 試驗計畫以及地方光纖網路計畫（Local Full Fibre Network）鼓勵地方使用最佳實踐來減少佈署網路的障礙。

（2）支援基礎建設共用之發展模型

DCMS 模擬不同的電信市場發展情境，而設置中立主機（Neutral Host）或只有一家批發業者之發展模型才可有機會開放新投資、解決佈署 5G 之困難、減少服務業者進入時的障礙。中立主機係指由兩家以上的電信業者租用協力廠商佈署之基礎建設。而在支援基礎建設共用之發展模型中，又以市場擴張模型（Market Expansion Model）被認為在 5G 投資、創新、有效益性方面可產出最佳成果，因此英國政府將會支持基礎建設共用之發展模型。在市場擴張模型下，複數個全國

性業者持續在電信市場中競爭，而全國性網路則藉由中立主機的基礎建設以及專網補全。

在基礎建設方面，共用基地臺與基礎建設將為較有成本效益的方式佈署 5G，因此政府將鼓勵企業以現有的 MNO 商業合約為基礎，共用基礎建設。另外，中立主機提供者也可幫助提升網路涵蓋率，包含地區如表 4.1.2。

表 4.1.2　中立主機提供者涵蓋區域

地區	說明
偏遠鄉村地區	需求量不足以支撐複數電信業者各自佈建網路
高密度都會區	為了減少佈建成本，可能對網路共用有需求
辦公室和工廠	地主可能希望自建網路提供建物內的涵蓋和容量

資料來源：本研究整理自 DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/732496/Future_Telecoms_Infrastructure_Review.pdf (Jul. 7, 2021)。

同時英國政府也鼓勵透過頻譜交易、或新型的頻譜共用型態促進 5G 頻譜接取，補強基礎建設不足部分。

（3）藉由 5G 試驗計畫發展 5G 使用案例以及刺激需求

由於不確定 5G 的需求量以及市場尚未完全掌握 5G 的長處，政府必須透過增加新的使用案例來降低佈署風險。而 5G 試驗計畫便是透過既有電信業者以及垂直產業業者合作來發展不同的連結方案（Connectivity Solution）以及商業模式。

（4）透過頻譜政策推動多樣化創新的 5G 服務

英國政府認為發展 5G 創新服務和新的投資模型可能需要以較彈性的方式取得頻譜使用權，例如：英國國家基礎建設委員會（National Infrastructure Commission, NIC）的研究報告「連接未來（Connected Future）」指出若將高頻以大區塊方式拍賣全國性執照，則可能因為業者考量佈署密集網路將無法獲利，而造成多數頻譜於大部分地區呈現未使用狀態，而其他業者也無法使用該頻段，將可能導致新進服務業者無法進入行動通訊市場提供服務，亦不利於 5G 高頻小型基地臺佈署範圍的最大化。

DCMS 表示有證據顯示潛在的市場進入者將尋求更加穩定的 5G 頻譜接取以加強新型態商業模式的投資，而頻譜共用便可讓新進者接取頻譜以促進創新 5G 使用案例以及增加服務的可行性。DCMS 認為輕度執照模型（Light-Licensing Models）、動態頻譜接取（Dynamic Spectrum Access）等型態共用接取可帶來利益。

英國政策重點為確保有效利用新的 5G 頻譜並鼓勵創新用途，同時政府也認知業者偏好全國性執照，且需要較大頻寬提供高品質 5G 服務，因此英國政府鼓勵 Ofcom 評估不同執照使用的可行性。

2. 5G 供應鏈多樣化策略

因應英國電信市場中電信與網路業者、設備營運商可能面臨的換置過渡期，同時也為確保電信網路與服務的安全性、彈性，以及電信設備的品質、可用性，英國 DCMS 於 2018 年針對電信基礎設施市場與網通設備供應鏈進行全面評估，

主要調查英國《2003 年通訊法（Communications Act 2003）》所定義用來提供公共電信網路服務之關鍵國家基礎設施，並針對行動與固定網路供應鏈的安全性進行審查，隨後於 2019 年 7 月發布「電信供應鏈評論報告（UK Telecoms Supply Chain Review Report）」[336]。

「電信供應鏈評論報告」指出，5G 與全光纖網路的進程可促進未來英國經濟成長、刺激產業發展等效益，但同時也會帶來基礎建設核心的巨幅動盪、提高電信網路安全性風險等影響，當英國更加高度仰賴 5G 基礎建設，提供電信基礎設施的網通設備供應商成為關鍵角色，然而英國電信供應鏈環境單一、過度依賴少數供應商，使國家安全置於高風險的顛坡上，因此為降低對個別供應商的依賴度與風險，應設立新規範排除具有敏感身分的高風險供應商、建立全新的電信安全框架供電信業者與網通設備供應商遵循，打造多樣化且具競爭力的供應鏈環境[337]。

為達成上述目標，英國政府挹注 2.5 億英鎊（約新臺幣 96.2 億元[338]）於 DCMS 在 2020 年 11 月 30 日發布的「5G 供應鏈多樣化策略（The 5G Supply Chain Diversification Strategy）」[339]，三大策略核心整理如下：

- 支持既有設備供應商：短期內在供應市場內，提供既有供應商足夠的需求量，同時支持他們過渡到新興市場結構
- 吸引新設備供應商進入英國市場：建立富有彈性與競爭力的供應市場，並優先佈建符合英國所設立長期目標之設施
- 加速發展、部署開放介面與互通技術：避免依賴少數供應商，以實現更加開放和創新的市場

此外，「5G 供應鏈多樣化策略」也明定電信業者 2021 年 9 月起停止安裝華為 5G 設備，2027 年底後不再於 5G 網路使用任何華為設備及服務。

「5G 供應鏈多樣化策略」更詳細的分析英國電信網通設備供應鏈的現況，指出網通設備供應鏈單一、阻礙多樣化發展可歸因於電信網路轉換供應商之成本過高、既有供應商市場位置不可撼動等因素。電信業者佈建 5G 網路需大量的資本投入，其中包含基本設施佈建、頻譜使用費、網路安全加密與升級等相關作業，大規模的更換設備供應商將造成高額成本負擔；此外，5G 網路設備之部署與效能通常奠基於過去 3G 或 4G 的網路技術、相關設備，導致電信業者高度仰賴既有設備供應商，使其具有相當優勢，電信供應市場中低利潤、高研發成本與高經濟效益等因素，也成為新興供應商進入供應鏈的壁壘。

當英國排除華為設備後，惟剩 Nokia 與 Ericsson 兩家網路接取設備供應商，將使英國 5G 設備供應市場步入僵化、高風險的危機，英國應更積極創造一個多

336 GOV.UK. (2018). Telecoms Supply Chain Review Term of Reference. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/963258/20181108_Telecoms_Supply_Chain_Review_Terms_of_Reference_V2.pdf (Jul. 7. 2021)

337 GOV.UK. (2019). UK Telecoms Supply Chain Review Report. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/819469/CCS001_CCS0719559014-001_Telecoms_Security_and_Resilience_Accessible.pdf (Jul. 7. 2021)

338 註釋：DCMS 於 2020 年 11 月 30 日發布《5G 供應鏈多樣化策略》，故查照中央銀行 2020 年 11 月 30 日當日匯率計算之。

339 DCMS. (2020). 5G Supply Chain Diversification Strategy. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/941534/CCS207_CCS1120600732-001_5G_Supply_Chain_Elay_p1.pdf (Jul. 7. 2021)

元化、具競爭力的供應鏈環境，提升 5G 網路佈建的品質與效率。「5G 供應鏈多樣化策略」實施方針如下：

- 分化單一網路供應鏈，提供電信業者更多選擇以佈建網路。
- 推廣相互操作性（Interoperability）的開放介面提升產業創新能量。
- 多方合作國際網通設備廠，分散零件需求於全球網通設備供應商，降低依賴風險，提高應變靈活度。
- 建立透明獨立的製定標準，維護電信網路品質、安全性與互操作性。
- 將安全性與佈建彈性視為網路設計與應用的優先考量。

《5G 供應鏈多樣化策略》三大策略核心具體執行方式整理如表 4.1.3：

表 4.1.3 《5G 供應鏈多樣化策略》三大策略核心具體執行方式

策略核心	執行方式
支持既有設備供應商	1. 支持既有供應商順應全球供應鏈市場，確保其具有滿足漸增需求的靈活度。 2. 打造多元化供應鏈，強化供應商面對市場衝擊或市場中段的抵禦能力。 3. 依據政策長期願景制定相關研發活動，確保供應商維持在電信市場的尖端，引領創新、增強競爭力。 4. 跟隨市場趨勢適時調整技術路徑圖，使供應商在不斷變遷的網路產業中擔任關鍵角色。
吸引新設備供應商進入英國市場	1. 擬定 2G、3G 與 4G 長期使用規劃、提供明確網路服務路徑圖。 2. 與 Ofcom 合作確認頻譜相關業務障礙、制定解決方案，確保頻譜的有效使用與分配，以利市場多樣化發展。 3. 依照市場現況適時調整監管法規，或引入新規範，防止大規模供應商整併中小規模新進業者，僵化供應鏈市場。 4. 考量相當程度的商業誘因、補助獎勵，支持行動網路業者整合或過渡新設備供應商的成本。
加速發展、部署開放介面與互通技術	1. 建立全國性研發生態系統，加速與推動如 Open RAN 等互通性科技的試驗和發展。 2. 建立國家電信實驗室（National Telecoms Lab），幫助業者與供應商能夠達到設備技術和安全上的要求及規格。 3. 增加英國在各個標準制定機構的影響力，同時與各產業、國際夥伴合作，確保標準技術的設置能促進市場多樣性與成長。 4. 全面評估相關規範及需求應如何實施，以有效達到供應鏈市場開放、具競爭性且多樣化之目標。

資料來源：本研究彙整自 DCMS. (2020). 5G Supply Chain Diversification Strategy. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/941534/CCS207_CCS1120600732-001_5G_Supply_Chain_Elay_p1.pdf (Jul. 7. 2021)

（二）執行情形

1. 5G 基地臺佈署

DCMS 表示 5G 的佈署為階段性，早期佈署將會以已釋照的中頻為主，設置於高密度人口地區以提供額外的網路容量。而佈署方式除了使用既有的大型基地臺站點（Macro-Cell Sites）外，也會視需求在其他站點佈建微型基地臺（Small Cells）。

以長期觀點檢視，DCMS 預期大量的微型基地臺將會佈建於高需求室外地區，包含市中心、交通轉運站、體育場；微型基地臺佈建於室內則可支援新的 5G 服務，如工廠自動化。而毫米波因為低涵蓋率及高容量的特性，將會被佈署於有高容量需求服務之特定地點。

佈建微型基地臺的程度則取決成本、推出 5G 服務的時間點、對於容量的需求程度等，DCMS 表示若佈建 20 萬個微型基地臺（約可涵蓋大部分的都市地區），將需要花費約 30 億英鎊[340]（約新臺幣 1,209.12 億[341]）。而除佈建新的無線電設備外，也必須增強桅杆（Mast）、升級既有設備。因此，DCMS 預測將會投入 40 億至 50 億英鎊（約新臺幣 1,612.17 至 2,015.21 億元）於升級基地臺。由於過去幾年 MNO 業者的資本支出變化不大，因此推測每年 MNO 業者全體將投資約 10 億英鎊（約新臺幣 403.04 億元）於佈署 5G。

2. 智慧無線接取網路開放式網路創新中心

開放式無線接取網路（Open Radio Access Network, Open RAN）架構，具有軟、硬體互通，增加系統彈性的優勢，可降低電信業者對傳統網通設備供應商的依賴，無須向特定供應商綁訂購買整套設備，電信業者能夠從不同供應商中選擇相同標準規格的零件組，滿足部署需求與佈建設施。

為扶植英國的 Open RAN 發展，協助達成設備供應鏈多樣化目標，英國於 2021 年 5 月 1 日啟動智慧無線接取網路開放式網路創新中心（The SmartRAN Open Network Interoperability Centre, SONIC），由 Ofcom 及數位策進中心（Digital Catapult）共同領導。SONIC 為一個產業技術試驗平臺，讓設備供應商與電信業者共同測試 Open RAN 相關技術、展示解決方案與成果。作為商業中立的科技平臺，SONIC 提供有規模的室內與室外測試環境，幫助供應商加速技術開發與整合，在產品進入商業發展階段前，進行合作測試、互通性操作，以應對不同供應商設備點對點的挑戰[342]。SONIC 正式宣布運行前，2021 年 2 月已有八家[343]供應商註冊合作[344]。

---

[340] DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review (p. 55). Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/732496/Future_Telecoms_Infrastructure_Review.pdf (Jul. 7, 2021)

[341] 註釋：DCMS 於 2018 年 7 月 23 日發布 FTIR 文件，故查照中央銀行 2018 年 7 月 23 日當日匯率計算之。

[342] UK 5G. (2021). What you should know about the highly-awaited SONIC Labs. Retrieved from https://uk5g.org/5g-updates/read-articles/everything-you-need-to-know-about-uks-sonic-labs/ (Jul. 7. 2021)

[343] 八家供應商為 Accelleran NV、Phluido Inc、Effnet AB、Benetel Ltd、Mavenir、富士康（Foxconn）、日本電氣（NEC）與 Radisys。

[344] Digital Catapult. (2021). 5G solution providers sign up to SONIC. Retrieved from https://www.digicatapult.org.uk/news-and-insights/press/5g-solution-providers-sign-up-to-sonic (Jul. 7.

英國政府期望藉由 SONIC 完備英國 5G 供應鏈生態體系，利用現有的 5G 試驗基礎設施以及創新系統，發展為長期的試驗平臺，廣泛地進行電信網路大規模試點，為 Open RAN 技術路線圖及相關策略提供資訊。

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

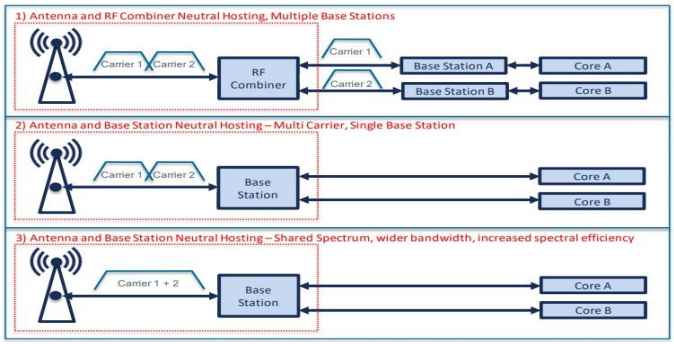
根據《2003 年英國通訊法（Communications Act 2003）》第 73 條，在考慮效率性、可持續競爭性，以及公共電信服務使用者利益等目的下，可允許業者提供具互操作性的網路接取服務。目前英國政府已開放被動式共用、主動式共用，亦鼓勵業者可共用基地臺節點、RAN 共用、頻譜共用，但仍限制共用核心網路[345]。

1. 5G 網路共建與網路共用

（1）基礎建設共用之發展模型

DCMS 於 2018 年發布「未來電信基礎建設評論（FTIR）」，模擬不同電信市場發展情境，由於電信商多為垂直整合，因此中立主機模式（Neutral Host Model）或僅做批發之電信業者模式（Wholesale-only Model），有機會促進新投資、解決 5G 佈署困難，以及減少電信服務業者進入市場之障礙，其中市場擴張模型（Market Expansion Model）被認為可在 5G 投資、創新與效益性層面上產出最佳成果，全國性業者得在電信市場中保持競爭關係，而全國性網路則可藉由中立主機的基礎建設以及專網補齊[346]。

中立主機係指由兩家以上的電信業者租用協力廠商佈署之基礎建設，電信服務自行提供，或完全由協力廠商／機構提供、亦是以 MNO 作為特定站點之業者提供。而中立主機使用之頻譜取決於電信業者間商業協定，可能為 MNO 各自之頻譜，或共用頻譜。中立主機模式中不同的共用情況如圖 4.1.1 所示：



資料來源：UK5G. (2019). 5G Spectrum and Neutral Hosting. Retrieved from https://uk5g.org/media/uploads/resource_files/Spectrum_NH_discussion_paper_20Feb19.pdf (Jul. 9, 2021)

圖 4.1.1　中立主機示意圖

2021)

345 新通訊元件雜誌（2018）。縮短城鄉行動網路落差　歐洲力推電信基礎建設共享。檢自 https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/market/DECBCE5AA1144EFCA556E97FC1B2CB76 (Jul. 7, 2021)

346 DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review. Retrieved from https://www.gov.uk/government/publications/future-telecoms-infrastructure-review (Jul. 9, 2021)

另外，中立主機模式可增加佈建成效以及提升網路涵蓋率，特別是在鄉村地區或佈建成本高昂的情況中，以下為不同地區對中立主機的潛在使用需求：

- **偏遠鄉村地區**：需求量不足以支撐多個電信業者各自佈建網路
- **高密度都會區**：為減少佈建成本，可能對網路共用有需求
- **辦公室和工廠**：地主可能希望自建網路以提供建物內的網路涵蓋率與容量

研析中立主機模式的相關案例，2017 年 4 月，倫敦市法團[347]（The City of London）為提升 Wi-Fi 及 4G 小型基地臺之涵蓋率與網路容量，計劃開放 3,000 個街道資產作為電信基礎設施使用，並公開招標要求佈建得以開放使用的 Wi-Fi 網路與後端網路（Backhaul）。招標條件之一為後端網路系統（Backhaul System）必須以中立主機方式佈建，且開放給所有服務提供者。該次招標由 Telefónica UK 與 Vodafone 的合資基礎建設公司 CTIL（Cornerstone Telecommunications Infrastructure Limited）得標，中立主機之後端網路採用 CCS（Cambridge Communication Systems）的 Metnet 小型基地臺，並使用已授權以區域為基礎（Area-Based）的 28GHz 頻段，該計畫第二階段則於部分基地臺使用 Nokia Flexi Zone 小型基地臺，並密集化 O2 的 4G RAN[348]。

（2）過去網路共用案例

EE 及 H3G 於 2007 年合資成立 MBNL 電信，MBNL 對於持有各半的股東負有以最低成本維護及管理兩家網路的義務，在 RAN 共用模式上享譽全球[349]。雖然目前未針對 5G 網路共用有協議，但依循表 4.1.4 整理的昔日網路共用模式，可推測未來 5G 網路可能的共用模式。而 O2 及 Vodafone 於 2012 年即合資成立基石通訊基礎建設有限公司（Cornerstone Telecommunications Infrastructure Limited, CTIL），進行如共用桅桿（Mast Sharing）等被動式共用，在 5G 網路佈建上，於 2019 年 7 月簽署主動式共用協議，兩家電信業者將於 23 個城市中的 2,700 站點佈建各自的 5G 設備，包含無線電設施、光纖回程傳輸及供電設備[350]。

表 4.1.4　英國電信業者網路共用案例

電信業者	合資公司	主動式基礎設施共用	被動式基礎設施共用
EE	MBNL	• 兩家電信業者各保有設施所有權 • MBNL 負 3G 網路營運責任，即便兩方的天線	• 兩家電信業者各保有設施所有權 • MBNL 負基站部署營運責任

347 倫敦市法團為倫敦老城區之自治政府。

348 GSMA. (2018). Enabling Neutral Host Network Economics: CCS Case Study. Retrieved from https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2018/09/180920-CCS_GSMA_Case_Study-FINAL_NE-Modelling-removed.pdf (Jul. 7, 2021)
CCS. (2018). Pre-5G Neutral Host Backhaul Network in London's Square Mile. Retrieved from https://www.ccsl.com/media/uploads/files/CCS-City-of-London-Case-Study.pdf (Jul. 7, 2021)

349 MBNL 官方網站，https://mbnl.co.uk/

350 Vodafone UK News Centre. (2019). Vodafone and O2 finalise 5G network agreement in the UK. Retrieved from https://newscentre.vodafone.co.uk/press-release/vodafone-and-o2-finalise-5g-uk-network-agreement/ (Jul. 7, 2021)

Three		及傳輸設備地址共用，2G 及 4G 網路由兩方電信業者各自負責	
O2	CTIL	• 兩家電信業者各保有設施所有權 • Vodafone 對英國西部負營運責任，O2 則是對東部負責	• CTIL 有設施所有權 CTIL 負基站部署營運責任
Vodafone			

資料來源：本研究彙整。

2. 5G 網路漫遊

英國於 2020 年 1 月 31 日正式退出歐盟，不再適用 2017 年歐盟執委會（EC）提出的《歐盟漫遊規範（European Union Roaming Regulations）》。電信業者 EE 表示將自 2022 年 1 月起，使用者於 47 個歐洲國家使用行動通信服務時，須每日支付 2 英鎊（約新臺幣 78.16 元）[351]；Vodafone 也相繼提出將在 2022 年 1 月 6 日後，依據使用者不同的資費方案收取漫遊費[352]。

而英國於 2019 年修訂《行動漫遊規範（The Mobile Roaming (EU Exit) Regulations 2019）》[353]，另外針對英國漫遊服務訂定相關內容，包含：

- 行動通訊用戶在英國境外使用行動數據的費用上限為每月 45 英鎊（約新臺幣 1,797.25 元）；
- 當用戶分別達到行動數據限額的 80%與 100%時，電信業者須通知用戶；
- 電信業者必須採取合理措施，以避免用戶於英國北愛爾蘭邊境，因接收愛爾蘭國內行動通信訊號而意外被收取漫遊費用。

3. MVNO

英國的頻譜使用主要規範於《2006 年無線電信法（Wireless Telegraphy Act 2006）》。Ofcom 依據無線電信法釋照予營運實體網路及使用頻譜的行動網路業者（Mobile Network Operator, MNO），但由於虛擬行動網路業者（Mobile Virtual Network Operator, MVNO）乃接取 MNO 之無線電頻譜使用，並非無線電頻譜的直接經營者，故不受該法之執照規範，然 MVNO 同英國所有的通訊網路服務業者，皆必須確實遵守《2003 年英國通訊法（Communications Act 2003）》規定，英國並無針對 MVNO 設置特定規範，僅確定若其扭曲或違反市場競爭時，會介入進行必要調查[354]。

[351] BBC. (2021). Mobile roaming charges in Europe: What you need to know. Retrieved from https://www.bbc.com/news/business-45064268 (Aug. 13, 2021)
[352] Vodafone UK News Centre. (2021). Why we're moving towards a fairer way to charge for roaming in Europe. Retrieved from https://newscentre.vodafone.co.uk/viewpoint/a-fairer-way-to-charge-for-roaming-in-europe/ (Aug. 13, 2021)
[353] Legislation.gov.uk. (2019). The Mobile Roaming (EU Exit) Regulations 2019. Retrieved from https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2019/9780111180204 (Jul. 9, 2021)
[354] Ofcom. (2021). MVNO – Mobile Virtual Network Operators. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/mobile-wireless-broadband/mvnos (Jul. 9, 2021)

（二）對 5G 頻率交易及轉讓考量及市場影響評估

針對頻譜轉讓交易，早於 2004 年《無線電信頻譜交易規則（Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations）》中已訂定相關規則[355]，《2006 年無線電信法（Wireless Telegraphy Act 2006）》第三章第 30 條說明[356]，無線電執照持有人及頻譜執照持有人的權利、義務轉讓由 Ofcom 主管辦理，《2011 年電子通訊與無線電信條例（The Electronic Communications and Wireless Telegraphy Regulations 2011）》指出頻譜租賃相關規則，後因應不同類型頻譜之交易細節，於 2009 年針對「認證頻譜接取（Recognised Spectrum Access）」發布《2009 年無線電信認證頻譜接取與執照頻譜交易規則（The Wireless Telegraphy (Recognised Spectrum Access and Licence) (Spectrum Trading) Regulations 2009）》，於 2011 年發布《無線電信行動頻譜交易規則（The Wireless Telegraphy (Mobile Spectrum Trading) Regulations 2011）》，並於 2012 年進行部分頻譜規則修正，發布《無線電信頻譜交易規則（The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2012）》，作為頻譜交易的母法。依據 Ofcom 於 2020 年發布之《頻譜交易指引（Trading Guidance Notes 2020）》，修補最新的頻譜交易規則，以下分為頻譜轉讓與頻譜租賃進行詳細說明。

1. 頻率轉讓

頻譜執照持有者可轉讓頻譜權利、義務予受讓人，轉讓人和受讓人合意後向 Ofcom 提出申請，Ofcom 在核准前將進行競爭調查，評估頻譜轉讓是否會造成潛在的競爭扭曲、負面的利害關係，Ofcom 審核通過後即會撤銷或變更轉讓人執照，並換發新執照予承讓人，最後受讓人繳付價金予轉讓人即完成轉讓程序（圖 4.1.2）[357、358]。

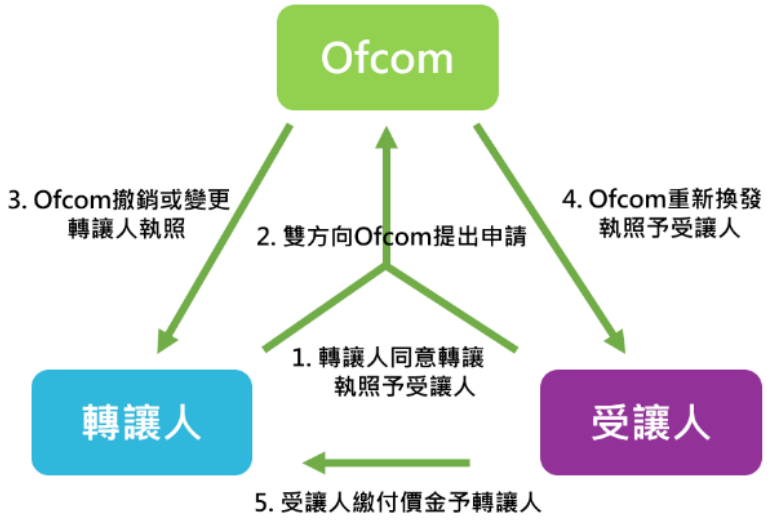
---

[355] 註釋：2004 年無線電信頻譜交易規則《Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations》現已被撤銷，由 2012 年發布之無線電信頻譜交易規則《The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2012》取代之。

[356] Legislation.gov.uk. (2006). Wireless Telegraphy Act 2006- Chapter 3- NO. 30 Spectrum trading. Retrieved from http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/36/part/2/chapter/3 (Jul. 6, 2021)

[357] Ofcom. (2020). Trading Guidance Notes 2020. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (Jul. 9, 2021)

[358] 根據 2020 年頻譜交易指引，可轉讓的頻譜執照詳見 Ofcom. (2020). Trading Guidance Notes 2020. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (Jul. 9, 2021)

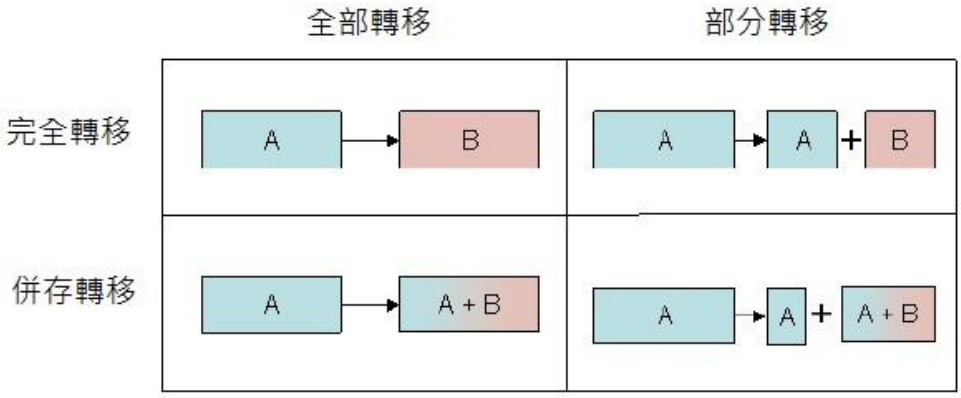


資料來源：Ofcom. (2020). Trading Guidance Notes 2020. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (Jul. 9, 2021)

圖 4.1.2　頻譜轉讓流程圖

頻譜轉讓分為完全轉移（Outright Transfer）及併存轉移（Concurrently Transfer），且可轉移頻譜執照之全部或部分權利及義務，詳細定義如下（圖 4.1.3）：

- 完全全部轉移（Outright Total Transfer）：將頻譜執照之權利及義務完全轉移給受讓者，轉讓者不再持有該頻譜之權利及義務。
- 併存全部轉移（Concurrently Total Transfer）：將頻譜執照之權利及義務完全轉移給受讓者，但轉讓者仍持有該頻譜之權利及義務。
- 完全部分轉移（Outright Partial Transfer）：將頻譜執照之權利及義務部分轉移給受讓者，轉讓者不再持有轉讓頻譜之權利及義務。
- 併存部分轉移（Concurrently Partial Transfer）：將頻譜執照之權利及義務部分轉移給受讓者，但轉讓者仍持有轉讓頻譜之權利及義務。



資料來源：Ofcom. (2020). Trading Guidance Notes 2020. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (Jul. 9, 2021)

圖 4.1.3　英國頻譜轉移示意圖

2 不允許轉讓情形

根據《2011 年無線電信(行動頻譜交易)規則(The Wireless Telegraphy (Mobile Spectrum Trading) Regulations 2011)》，無線電執照權利及義務之轉讓在以下情況不會獲得授權：

- 任何執照持有者或所有同時持有者，以及受讓者未同意轉讓；
- 逾期未向 Ofcom 繳交《2011 年無線電信（執照收費）規則（The Wireless Telegraphy (Licence Charges) Regulations 2011)》規定之應繳款項；
- 任何分期付款均須根據《2011 年無線電信(執照收費)規則》繳交給 Ofcom；
- Ofcom 已根據《2006 年無線電信法(Wireless Telegraphy Act 2006, WT Act)》向執照持有者或同時持有者，正式通知撤銷或變更執照，惟撤銷或變更尚未生效；
- 執照持有者或所有同時持有者已向 Ofcom 提出撤銷或變更執照，或已同意 Ofcom 提議之執照撤銷或變更，惟撤銷或變更尚未生效；
- Ofcom 根據規則第 7 條（3）項（a）款未同意轉讓。

3. 頻譜租賃

頻譜執照持有者可租賃頻譜予承租人使用，惟租賃人仍負有執照使用權利與義務，例如向 Ofcom 繳交執照使用費。而在執照允許的使用範圍和有效執照期限的前提下，雙方可私自協商租約期限、使用方式，不須額外向 Ofcom 提出申請獲取核准，若租賃人和承租人發生租約糾紛，Ofcom 傾向於雙方逕自協調，然而若發生違反執照使用規範、危害國家安全或公共利益、干擾其他頻率且未加改善之情形，Ofcom 將主動介入（圖 4.1.4）。



資料來源：Ofcom. (2020). Trading Guidance Notes 2020. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (Jul. 9, 2021)

圖 4.1.4 頻譜租賃流程圖

依據 2020 年頻譜交易指引說明，用於行動通訊頻段中，除 3600-3680MHz 頻段外，大部分頻段並不適用頻譜租賃規則，目前可提供租賃的頻譜執照為商業電臺中的區域指配執照、輕度執照，以及頻譜接取執照中的部分頻段，詳細彙整如表 4.1.5：

表 4.1.5　英國頻譜租賃類別整理

執照類別	執照類別
商業電臺 Business Radio	(1) 區域指配 Area Defined (2) 輕度執照 Suppliers Light
頻譜接取 Spectrum Access	(1) 除無線電信行動頻譜交易規則《The Wireless Telegraphy (Mobile Spectrum Trading)》所規範之頻段外，3600-3680 MHz 及其他可交易頻段。 (2) 透過《地區接取執照》進用無線電信行動頻譜交易規則之頻段。

資料來源：Ofcom. (2020). Trading Guidance Notes 2020. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (Jul. 9, 2021)

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

於 5G 應用發展層面上，英國政府的角色為創造健全的環境以支援與加速投資，並建立投資 5G 基礎設施之經濟誘因。據此，英國政府提出具體方案，包含英國 5G 創新網路（UK5G Innovation Network）、5G 試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme, 5GTT），以及 5G 供應鏈多樣化策略（5G Supply Chain Diversification Strategy）。其中，英國 5G 創新網路乃透過產官合作發展 5G 服務及應用，以創造 5G 生態系條件，並發布英國 5G 創新服務之各項動態消息。5GTT 計畫旨在於城市及鄉村進行應用案例之測試，以瞭解如何有效運用成本的方式佈建 5G 基礎設施。5G 供應鏈多樣化策略則是為降低對單一網通設備供應商依賴、打造設備供應鏈多樣化，以強化電信產業抵禦市場變遷風險能力。

1. 5G 試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme, 5GTT）

英國政府早於「2016 年秋季聲明（The Autumn Statement 2016）」[359]中，規劃在 2021 年前投入超過 10 億英鎊（約新臺幣 395.66 億元[360]）預算，加速佈建英國數位基礎設施，促進光纖寬頻與 5G 通訊發展，後於 2018 年「未來電信基礎建設評論（Future Telecom Infrastructure Review, FTIR）」描繪 5G 投資與創新框架，在上述脈絡下，DCMS 於 2018 年開啟「5G 試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme, 5GTT）」，聚焦英國具有競爭優勢的科技、工程與科學等領域，各領域中部署 5G 技術，以期實現互聯互通的智慧生態系，逐步達成於 2027 年以前 5G 通訊涵蓋大部分英國國土之目標[361]。

[359] GOV.UK. (2016). Autumn Statement 2016. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/571556/autumn_statement_2016_print.pdf (Jul. 9, 2021)

[360] 英國政府於 2016 年 11 月 23 日發布「2016 年秋季聲明（The Autumn Statement 2016）」，故查照中央銀行 2016 年 11 月 23 日當日匯率計算之。

[361] DCMS. (2018). 5G Testbeds and Trials Programme. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/753531/5GTT_Programme_Update__1_.pdf (Jul. 9, 2021)

5GTT 的計畫核心為以下三點：

- 加速 5G 網路佈建，以利英國於 5G 應用中取得早期優勢。
- 藉由 5G 技術提升英國生產力，達到效益最大化。
- 替英國國內外企業創造商業新契機，同時吸引外部投資。

英國政府透過 5GTT 計畫的試驗過程，確認當前與潛在的 5G 部署挑戰，引領 5G 研發、創造新服務的需求，也降低商業投資風險，幫助制定未來政策，促進 5G 生態系發展，鞏固英國成為 5G 領導先驅。

5GTT 於 2018 年首先展開第一階段早期試驗，共計 6 件試驗計畫，分別為 5G 鄉村優先（5G RuralFirst）、5G 智慧旅遊（5G Smart Tourism）、伍斯特郡 5G 聯盟（Worcestershire 5G Consortium）、利物浦 5G（Liverpool 5G Testbed）、AutoAir 和 5G 農村整合（5G Rural Integrated Testbed, 5GRIT），由中小企業、大學、研究機構或地方政府所主導，每個計畫獲得 200 萬英鎊至 500 萬英鎊不等的金額，實際資助金額共 2,380 萬英鎊（約新臺幣 9.59 億元），帶動民間部門和其他公共部門總投資金額達 4,100 萬英鎊（約新臺幣 16.52 億元），計畫執行期間為 2018 年至 2020 年，計畫內容整理如表 4.1.6：

表 4.1.6　英國 5GTT 試驗計畫之第一階段資助計畫

計畫名稱	詳細內容
伍斯特郡 5G 聯盟（Worcestershire 5G Testbed）試驗計畫[362]	● 計畫目的：以 5G 實現自動化生產，朝工業 4.0 方向邁進，以提高生產效率、偵測故障、遠距維護，以及培訓下一代 5G 工程師為計畫目標。 ● DCMS 資助金額：480 萬英鎊（約新臺幣 1.93 億元[363]）。 ● 主導機構與合作夥伴：伍斯特郡當地企業夥伴關係（Worcestershire Local Enterprise Partnership, WLEP）主導，合作夥伴包括 University of Surrey、AWTG、HUAWEI、O2、BT、Worcester Bosch、Yamazaki Mazak 和國防公司 QinetiQ。 ● 試驗範圍：伍斯特郡，測試 5G 傳輸的實驗性智慧工廠。 ● 主要核心項目：透過使用 5G、機器人技術、大數據分析和擴增實境（AR）等技術，以及感測器進行即時監控與數據收集，提升自動化系統的速度與維運品質，改善工廠的生產流程、倉儲和原料管理，以提高工廠生產力。
利物浦 5G（Liverpool 5G	● 計畫目的：建立 5G 健康和社會護理試驗平臺，使用 5G 技術改善數位健康與社會照護應用。

362 DCMS. (2018). Worcestershire 5G Consortium - Testbed and Trials. Retrieve from https://www.gov.uk/government/case-studies/worcestershire-5g-consortium-testbed-and-trials (Jul. 9, 2021)

363 DCMS 於 2018 年 7 月 23 日釋出 5GTT 之 6 件早期計畫新聞稿，故查照中央銀行 2018 年 7 月 23 日當日匯率計算之。

計畫名稱	詳細內容
Testbed & Trial）試驗計畫[364]	● DCMS 資助金額：總預算為 540 萬英鎊（約新臺幣 2.17 億元），獲得 DCMS £350 萬（約新臺幣 1.41 億元）資助。 ● 主導機構與合作夥伴：由 Sensor City 主導，合作夥伴有 Blu Wireless Technology、AIMES、INVENTYA、DefProc、DigiCreDis、CGA Simulation、Liverpool City Council、The Royal Liverpool and Broadgreen University Hospital NHS Trust （ RLBUHT ）、 University of Liverpool、Liverpool John Moores University 等。 ● 試驗範圍：以低成本的開源代碼 5G 網路、AI、VR 和物聯網，佈建於利物浦貧困地區（相對收入較低，低寬頻連接）。 ● 主要核心項目：希望透過技術縮小數位落差，並協助監測病患、老人、獨居者的居家管理，以及醫院與社區之間溝通關係的建立，不僅為社會弱勢族群帶來極大的社會及經濟效益，也減少其對醫院服務的需求。
AutoAir 試驗計畫[365]	● 計畫目的：開發 5G 技術的連網自駕車，未來希望將 5G 連結解決方案應用至公路和鐵路運輸。 ● DCMS 資助金額：410 萬英鎊（約新臺幣 1,65 億元）。 ● 主導機構與合作夥伴：Airspan Networks 為主導機構，合作夥伴為 Blu Wireless Technology、Mclaren Applied Technologies、University of Surrey's 5GIC、Dense Air、Real Wireless、Quortus、Celestia Technologies Group 等。 ● 試驗範圍：以英國 Millbrook 汽車試驗場為場域。該計畫採取共用的中立主機平臺（Neutral Host Platform）讓 5G 小型基地臺（Small Cell）在 Sub 6 GHz 和毫米波（mmWave）頻段共用 5G 頻譜資源，以加速其發展。該平臺允許多個公共網路和企業專網的 5G 網路業者，透過網路切片技術共同使用同一網路基礎設施。該計畫透過邊緣運算、大數據技術，計算與分析無線電參數，作為改善 AutoAir 試驗計畫的基礎。 ● 主要核心項目：運輸服務測試平臺、5G 中立主機網路經濟分析，包括 CAV 在內的車輛測試項目。
5G 農村整合（5G Rural Integrated Testbed，5GRIT）試驗計畫[366]	● 計畫目的：運用 AI 演算法進行農作物監測，依無人機安裝的攝影機拍攝的圖像，區分農作物和雜草，為農民即時提供報告，以達到增加農作物產量。

[364] UK5G Innovation Network. (2018). Liverpool 5G Testbed & Trial for Health and Social Care. Retrieve from https://uk5g.org/media/uploads/resource_files/Liverpool_5G_project_overview.pdf (Jul. 9, 2021)

[365] DCMS. (2018). AutoAir: 5G Testbed for Connected and Autonomous Vehicles. Retrieve from https://www.gov.uk/government/case-studies/autoair-5g-testbed-for-connected-and-autonomous-vehicles (Jul. 9, 2021)

[366] DCMS. (2018). 5G Rural Integrated Testbed (5GRIT). Retrieve form

計畫名稱	詳細內容
	● DCMS 資助金額：210 萬英鎊（約新臺幣 8,463.9 萬元）。 ● 主導機構與合作夥伴：由 Quickline Communications 主導，合作夥伴為 Cybermoor、Broadway Partners、Precision Decision、Bluebear、Kingston University、Kings College London、Lancaster University、North Pennines AONB、World Around Me。 ● 試驗範圍：對智慧農業、旅遊業和通訊服務不佳等地區進行一系列農村 5G 技術的創新應用，連結解決方案將支援數據和圖像的即時通訊，希望為 Cumbria、Northumberland、North Yorkshire、Lincolnshire、Inverness-shire、Perthshire 以及 Monmouthshire 等郡提供高品質連結服務。 ● 主要核心項目：5G AR 旅遊應用，開發 App；利用無人機和機器學習技術提供牲畜或農作物狀況的及時分析；以無人機控制系統與 5G 網路，進行視覺範圍以外的操作；提供農村寬頻服務，提供偏遠農村地區 30Mbs 頻寬。
5G 智慧旅遊（5G Smart Tourism）試驗計畫[367]	● 計畫目的：提升西英格蘭旅遊市場之深度與附加價值。 ● DCMS 資助金額：350 萬英鎊（約新臺幣 1.41 億元）。 ● 主導機構與合作夥伴：由西英格蘭聯合市政府（West of England Combined Authority）主導，合作夥伴為 University of Bristol 智慧網路實驗室、CCS、BT、Zeetta 等。 ● 試驗範圍：以 Bath 與 Bristol 的主要景點與旅遊節慶為主軸。 ● 主要核心項目：使用 2.6GHz、3.5GHz、26GHz 和 60GHz 的 5G 頻段，結合擴增實境（AR）、虛擬實境（VR）、3D 動態追踪和 4k 360°內容串流等技術，提高遊客視覺體驗，增進當地景點的數位化程度；BBC 和 Aardman 將在 University of Bristol 智慧網路實驗室支持提供內容和技術開發。
5G 鄉村優先（5G Rural First）試驗計畫[368]	● 計畫目的：運用 5G 技術解決英國農村地區無線連結問題。 ● DCMS 資助金額：430 萬英鎊（約新臺幣 1.73 億元）。 ● 主導機構與合作夥伴：主導機構為 Cisco，合作夥伴為 University of Strathclyde、BBC、Microsoft、BT、

https://www.gov.uk/government/case-studies/5g-rural-integrated-testbed-5grit (Jul. 9, 2021)

[367] UK5G Innovation Network. (2018). 5G Smart Tourism. Retrieved from https://uk5g.org/discover/testbeds-and-trials/5g-smart-tourism/ (Jul. 7. 2021)

[368] UK5G Innovation Network. (2018). 5G Rural First: Phase 1. Retrieved from https://uk5g.org/discover/read-articles/5g-rural-first-phase-1/ (Jul. 7. 2021)

計畫名稱	詳細內容
	University of Surrey 等 32 個企業或組織組成。 ● 試驗範圍：Orkney Islands、Shropshire 郡和 Somerset 郡的農田、牧場、漁場、風力電廠等。 ● 主要核心項目：BBC 透過 5G 傳送廣播無線電；與 Agri-EPI 中心合作開發的智慧農業；研發公用事業和環境管理的物聯網；動態頻譜共用的開發和試驗。

資料來源：本研究彙整。

除第一階段資助計畫外，DCMS 亦規劃下一階段推動計畫，包括城市聯網測試平臺計畫（Urban Connected Community, UCC）以及農村聯網測試平臺計畫（Rural Connected Communities, RCC）、運輸安全計畫（Transport and Security），以及 5G 產業試驗計畫（Industrial 5G Testbeds & Trials）[369]。

（1）城市聯網測試平臺計畫（UCC）[370]

「城市聯網測試平臺計畫（UCC）」係為 DCMS 針對大型城市地區投資 5G 建設，該計畫由公部門組織主導，並與民間企業（例如，行動通訊業者、服務業者以及設備業者）和公部門組織共同合作。該計畫利用發展中的創新技術，提供個人和企業新的公共和商業服務，以改善城市生活和工作品質。

例如，DCMS 與 West Midlands Combined Authority（WMCA）合作進行 West Midlands 5G 試驗計畫（WM5G），為 UCC 計畫之一。該計畫以 WM5G 為主導者，主要目的在於：

- 測試模型，在人口稠密的城市地區佈建 5G 基礎架構，並排除障礙。
- 探索 5G 的潛力，例如透過節省成本和改善公共部門的服務，實現經濟和社會效益。
- 開發和測試使用 5G 功能，開創新的應用服務以及商業模式。
- 檢討 West Midlands 和國家的數位政策和法規。
- 提高該地區的公民、公部門和民間部門對 5G 的認識。

該計畫將從 2018 年 9 月運作至 2022 年 3 月，該測試平臺計畫已獲得 DCMS 2,100 萬英鎊（約新臺幣 8.46 億元）的資金挹注。計畫初期重點，乃佈建 5G 所需基礎設施。此外 WM5G 與 DCMS、WMCA 合作，將投資 500 萬英鎊（約新臺幣 2.01 億元）開發新的服務或產品，以提升鐵路與公路營運效率，提供更好的交通連接或旅遊體驗。

為加速民間企業投入 5G 技術或商業模式開發，並協助解決其各項難題，2020 年 3 月 27 日 WM5G 與 Telefonica UK（O2）為首的財團簽約，推出 5G 加速器 5PRING，5PRING 未來也將設於 Birmingham、Wolverhampton 與 Coventry 等地點，為企業和公共部門提供 5G 新的服務體驗與應用。預估未來 5 年內，5PRING 將帶給 West Midlands 與其他地區至少 2,000 家民營企業和公共部門受益，其中

[369] GOV.UK. (2019). 5G Testbeds and Trials Programme. Retrieved from https://www.gov.uk/government/collections/5g-testbeds-and-trials-programme (Jul. 7. 2021)
[370] GOV.UK. (2018). Urban Connected Communities. Retrieved from https://www.gov.uk/government/case-studies/urban-connected-communities (Jul. 7. 2021)

許多活動將由技術公司或其他主要企業贊助，以便中小企業和其他組織免費參與[371]。

（2）農村聯網測試平臺計畫（RCC）[372]

英國農村地區因網路佈建不足，阻礙經濟成長和社會流動，因此農村聯網測試平臺計畫（RCC）之 5G 試驗將有助於建立新的農村創新生態系，推動農村經濟成長，並提供成本更低的公共服務。藉由 RCC 計畫測試的應用案例將證明各種經濟部門和農村地區對 5G 技術的需求，有助於建立投資農村網路連接性的商業案例，農村聯網計畫旨在透過以下方式推動農村聯網的商業案例：

- 識別和測試以需求為導向的涵蓋模式。
- 測試一系列創新技術之解決方案和商業方法。
- 透過新的 5G 應用案例來建立和證明市場需求。

（3）運輸安全計畫（Transport and Security）[373]

為探索 5G 應用於改善大眾運輸沿線之行動通訊問題，英國政府從國家生產力投資基金（National Productivity Investment Fund, NPIF）撥款 3,500 萬英鎊（約新臺幣 13.65 億元）於相關建設與測試，目前以於 Melton Mowbray 鐵道網以及 Trans Pennine 軌道沿線的基礎設施進行試驗，而這些行動網路佈建也同時擴展全國的行動網路涵蓋率，支持英國達成全光纖涵蓋計畫的目標。為提升網路安全性，英國政府額外挹注 1,000 萬英鎊（約新臺幣 3.9 億元）與國家網路安全中心（National Cyber Security Centre）合作，建立 5G 網路安全之測試與驗證。

除此之外，英國與韓國攜手合作，分別提供 113 萬英鎊（約新臺幣 4,373.15 萬元）資金展開運輸安全計畫下的 5G RailNext 子計畫，此試驗計畫時程從 2019 年 8 月至 2021 年 3 月，並由 Cisco、英國中小企業、大學機構與地方政府等公私部門共同主導，目的為研究首爾捷運系統裡暢行無阻的行動網路服務，並試圖移植相同模式於英國 Glasgow 地鐵網，試驗內容包含以 AR、MA 的方式提供民眾不間斷的資訊娛樂（如旅遊資訊、影音與遊戲串流內容等）[374]。

（4）5G 產業試驗計畫（Industrial 5G Testbeds & Trials）

5G 產業試驗計畫提供產業實踐 5G 垂直應用的平臺，旨在各產業中發展新型態 5G 服務與應用，同時展示 5G 應用價值，促進經濟效率與生產力，使英國成為 5G 應用的領頭羊。於 5G 產業試驗計畫中，公、私部門可申請提出 5G 垂直應用計畫，獲選的計畫將取得補助獎金，進行下一步的研發與試驗，且為鼓勵、扶

[371] WM5G. (2020). WM5G awards O2 contract to launch UK's first 5G accelerators in three major cities. Retrieved from https://www.wm5g.org.uk/news/wm5g-awards-o2-contract-to-launch-uks-first-5g-accelerators-in-three-major-cities/ (Jul. 7. 2021)
[372] GOV.UK. (2019). Applying for the 5G Rural Connected Communities Project. Retrieved from https://www.gov.uk/guidance/applying-for-the-5g-rural-connected-communities-project (Jul. 7. 2021)
[373] GOV.UK. (2021). 5G Testbeds and Trials Programme: complete list of 5G projects. Retrieved from https://www.gov.uk/guidance/5g-testbeds-and-trials-programme-complete-list-of-5g-projects (Jul. 7. 2021)
[374] UK.GOV. (2019). UK and South Korea go underground for innovative new 5G partnership. Retrieved from https://uk5g.org/discover/funding-competitions/industrial-5g-testbeds-trials/ (Jul. 7. 2021)

植英國中小企業在 5G 垂直應用的發展，計畫申請者須包含至少一家中小企業參與[375]。2020 年 2 月，英國政府宣布投入 6,500 萬英鎊（約新臺幣 25.36 億元[376]）啟動一系列的 5G 產業試驗計畫，共分為 3 個類型[377]：

- **農業型計畫：**3,000 萬英鎊（約新臺幣 11.7 億元）用於 7 個農村聯網（RCC）計畫。在英國各地展開 5G 試驗計畫，包括英格蘭 5 個、威爾士 1 個和蘇格蘭 1 個，並擴展到北愛爾蘭。測試地點為 Yorkshire、Gwent、Monmouthshire、Orkney、Wiltshire、Nottinghamshire、Dorset、Shropshire 與 Worcestershire。
- **工業型計畫：**由福特汽車公司（Ford Motor）和 Zeetta 網路（Zeetta Networks）主導 2 個工業型計畫，資助金額為 500 萬英鎊（約新臺幣 1.95 億元）。此計畫衍生於伍斯特郡 5G 聯盟（Worcestershire 5G Testbed）試驗計畫的成功，進一步研究如何使用 5G 提高製造業的生產效率與生產力。
- **創意型計畫：**另外 3,000 萬英鎊（約新臺幣 11.7 億元）用於 5G Create 公開競賽，旨在探索如何利用 5G 為電影、電視、影音遊戲、物流與旅遊等創意產業，開創新的商業模式與發展契機。

2021 年 1 月 DCMS 再度發出聲明，將挹注 2800 萬英鎊（約新臺幣 10.81 億元）於 5G 創新用途，計畫包含以 5G 技術導入千禧巨蛋（O2 Arena）體育場，打造多角度的即時體驗；使用 5G 佈建港口，優化人力配流；以 5G 網路提供 360 度沉浸體驗，改善觀光與展覽體驗[378]。

5GTT 內的試驗計畫跨足多方領域，包含交通運輸、醫療照護、工業製造與建設、鄉村社區連網、行動通訊等等，截至 2021 年 3 月，5GTT 已完成 8 項大型計畫，並有 30 多項計畫持續運作中，總計超過 200 位合作夥伴／單位[379]。

2. 企業專網

英國 5G 專網策略是透過區域性執照實現無線創新（Enabling Wireless Innovation through Local Licensing）。有鑑於無線電頻率是所有無線通訊運作基礎，對於英國經濟與社會至關重要，為支持創新，促成新的頻譜應用，Ofcom 考量行動技術應用於發展符合地方無線連結需求日益受到關注，避免因無線電頻譜接取的不足阻礙創新發展，導入區域性頻譜接取機制，支持行動技術發展。

在 5G 技術持續變革，政府力促與扶植相關服務及基礎建設下，愈來愈多區域性的小型業者也提出使用頻譜需求，希望能佈建 5G 小型基地臺，以提供區域範圍內的企業或家戶更加良好的行動通訊服務，顯示出與過往以全國性大型電信商為主要頻譜需求者不同的情形。Ofcom 為因應前述需求，於 2019 年 7 月 25 日

375 UK5G. (2020). Industrial 5G Testbeds & Trials. Retrieved from https://uk5g.org/discover/funding-competitions/industrial-5g-testbeds-trials/ (Jul. 7. 2021)

376 註釋：UK5G 於 2020 年 2 月 2 日發布相關新聞稿，故查照中央銀行 2020 年 2 月 2 日當日匯率計算之。

377 UK5G. (2020). New £65 million package for 5G trials. Retrieved from https://uk5g.org/5g-updates/read-articles/new-65-million-package-5g-trials/ (Jul. 7. 2021)

378 GOV.UK. (2021). £28 million to trial innovative new uses of 5G to improve people's lives. Retrieved from https://www.gov.uk/government/news/28-million-to-trial-innovative-new-uses-of-5g-to-improve-peoples-lives/ (Jul. 7. 2021)

379 DCMS. (2021). 5G Testbeds and Trials Programme. Retrieved from https://www.gov.uk/guidance/5g-testbeds-and-trials-programme#about-the-programme (Jul. 7. 2021)

訂定共享接取執照（Shared Access Licence）規範，以較具彈性的方式共釋出 4 個共享頻段予區域性業者，並將共享頻段僅限於區域性服務使用。

（1）5G 專網頻段與釋出方式

Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日發布兩種區域性頻譜接取執照，分別為共享接取執照（Shared Access Licence）及地區接取執照（Local Access Licence）。共享接取執照釋出 4 個頻段以供接取，其中又分為單一地區低功率執照（Low Power Licence）及單一基地臺中功率執照（Medium Power Licence）；地區接取執照則是因應有頻譜使用權的 MNO 在特定地區將未使用的頻段提供給其他使用者接取（表 4.1.7）。

表 4.1.7　英國共享接取暨地區接取釋照頻段

共用頻段	接取執照	
1800MHz 2300MHz 3.8-4.2GHz 24.25-26.5GHz	**共享接取執照**（Shared Access Licence）：接取 4 個共享頻譜	• 單一地區低功率執照 • 單一基地臺中功率執照
MNO 未使用頻譜	**地區接取執照**：接取 MNO 未使用頻譜（Local Access Licence）	

資料來源：Ofcom. (2019). Enabling Wireless Innovation through Local Licensing. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf (Jul. 9, 2021)

- **共享接取執照**

共享接取執照釋出的 4 個頻段分別為 1800MHz、2300MHz、3.8-4.2GHz 與 26GHz。Ofcom 根據技術規範評估，初步設定 1800MHz 與 2300MHz 頻段適用於行動通訊基地臺，可提升鄉村地區或室內行動通訊涵蓋率，而 3.8-4.2 GHz 與 26 GHz 頻段則用於 5G 服務，提供企業自建 5G 專網，或是固定無線接取設備（Fixed wireless access, FWA），另外，26 GHz 頻段僅限低功率室內 5G 應用。

共享接取執照又分為單一地區低功率執照（Low Power Licence）及單一基地臺中功率執照（Medium Power Licence），低功率執照適用於 4 個共享頻段，中功率執照僅能申請 1800 MHz、2300 MHz、3.8-4.2 GHz 三個頻段。低功率執照以半徑 50 公尺之區域為一單位使用範圍，申請業者可在區域範圍內佈建所需的基地臺數量而無須 Ofcom 進一步授權，也可申請多張執照增加區域範圍，強化行動通訊涵蓋率；中功率執照則以基地臺為授權單位，且鑒於其傳輸功率較大，潛在干擾區域更廣，僅能佈建於鄉村地區。共享接取執照頻段的既有用途、未來用途、限制彙整如表 4.1.8：

表 4.1.8　英國共享接取執照頻段既存用途、未來用途及限制

頻段	既存用途	未來用途	限制
1800MHz（1781.7-1785、1876.7-1880MHz）	12 個並存頻譜接取（Concurrent Spectrum Access, CSA）執照共用	擴充農村地區的行動涵蓋率或是做為當地私人	● 不可使用於 Isle of Man、Channel Islands ● 於部分地區可能

頻段	既存用途	未來用途	限制
		網路使用	受到國防部干擾
2300MHz（2390-2400MHz ）	● 國防部使用於空對空、空對地遙測系統 ● 特殊活動節目製作（PMSE） ● 免執照使用：短距離裝置（Short Range Device，SRD。如 Wi-Fi、Zigbee）、聽力輔助器具（Assistive Listening Devices，以下簡稱 ALDs）等	擴充農村地區的行動涵蓋率或是做為當地私人網路使用	● 不可使用於北愛爾蘭、Isle of Man ● 僅授權低功率室內執照 ● 可能受到業餘無線電使用者干擾 ● 須避免干擾免執照使用
3.8-4.2 GHz	● 衛星地球電臺 ● 點對點傳輸固定鏈路 ● 固定式無線接取（FWA）：UK Broadband	推動更多的共用，做為私人專網給採用自動化的產業支援物聯網	不授權於以下國防部站點之 5 公里內範圍： ● GCHQ Bude, Cormwall ● RAF Menwith Hill, North Yorkshire
24.25-26.5GHz	● 固定式無線接取（FWA） ● 衛星地面接收站 ● PMSE ● 短距離裝置	5G 創新、應用發展、商業使用	不授權於以下無線電天文站點之 1 公里內範圍： ● Harwell Earth Exploration Satellite Service Earth Station, Oxfordshire ● Jodrell Bank Observatory, Cheshre ● Cambridge Radio Astronomy Site

資料來源：Ofcom. (2018). Enabling opportunities for innovation. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf (Jul. 7. 2021)
Ofcom. (2019). Enabling Wireless Innovation through Local Licensing. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf (Jul. 7. 2021)

- **地區接取執照**

地區接取執照可用頻段則包含有頻譜使用權的 MNO 在特定地區將未使用的 800MHz、900MHz、1400MHz、1800MHz、1900MHz、2100MHz、2300MHz、2600MHz、3.4GHz 頻段（表 4.1.9）。

表 4.1.9　英國地區接取執照可用頻段

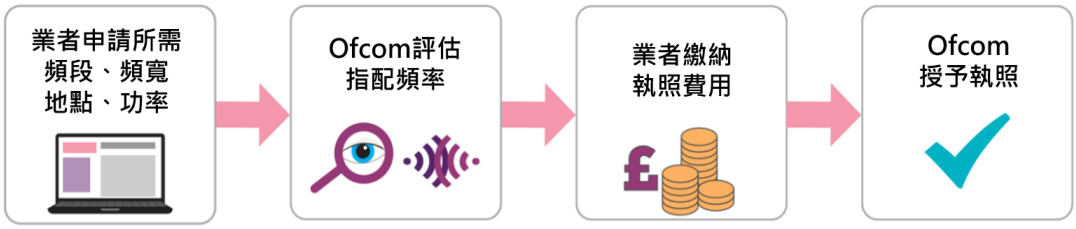
頻段	頻率位置
800MHz	791-821MHz、832-862MHz（成對）
900MHz	880-915MHz、925-960MHz
1400MHz	1452-1492MHz
1800MHz	1710-1781.7MHz、1805-1876.7MHz
1900MHz	1900-1920MHz
2100MHz	1920-1980MHz、2110-2170MHz
2300MHz	2350-2390MHz
2600MHz	2500-2690MHz
3.4GHz	3410-3600MHz

資料來源：Ofcom. (2019). Local Access Licence Guidance. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0037/157888/local-access-licence-guidance.pdf (Jul. 7. 2021)

（2）5G 專網頻段申請資格

- **共享接取執照**

共享接取執照的申請資格並無限制，欲申請的業者在確保不干擾或限制既有執照經營者未來發展的情況下，可向 Ofcom 申請並支付使用費，執照採先到先得（First come, First served）的原則進行頻段指配。申請者提出所需頻段、頻寬、功率以及使用地點等相關資訊後，Ofcom 將進行相關評估，依最適情況指配頻率予申請業者，業者若接受該指配頻率，可在 30 天內繳納使用費並取得執照[380]。共享接取執照申請流程如圖 4.1.10。



資料來源：Ofcom. (2019). Shared Access Licence. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf (Jul. 13, 2021)

圖 4.1.10　英國共享接取執照申請流程

[380] Ofcom. (2019). Shared Access Licence. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf (Aug. 13, 2021)

- **地區接取執照**

地區接取執照方面則視申請不同，可申請授權一個基地臺、或多個基地臺、或地區。

（3）5G 專網頻段執照費用

- **共享接取執照**

英國共享接取執照持有者每年需繳納費用，1800 MHz、2300 MHz 與 3.8-4.2 GHz 頻段每 10 MHz 收取 80 英鎊（約新臺幣 3,103 元[381]），24.25-26.5 GHz 頻段則因有較多的頻寬可使用，在此頻段建置設備的成本也較高，因此不論申請頻寬量多寡，皆固定收取 320 英鎊（約新臺幣 12,412 元），320 英鎊的估算方式為其他三種頻段的平均使用費。若業者欲申請的使用期間未達一年，Ofcom 可依時間比例分攤費用，業者再按月繳納，然執照最低費用為 32 英鎊（約新臺幣 1,241 元）（表 4.1.11）。

表 4.1.11　英國共享接取執照費用

頻段	頻寬(MHz)	英鎊/年
1800MHz	2x3.3	80
2300MHz	10	80
3.8-4.2GHz	10	80
	20	160
	30	240
	40	320
	50	400
	60	480
	80	640
	100	800
24.25-26.5GHz	不限	320

資料來源：Ofcom. (2019). Shared Access Licence. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf (Jul. 13, 2021)

- **地區接取執照**

地區接取執照之執照費用為每張 950 英鎊（約新臺幣 36,848 元）的一次性費用[382]。

（4）5G 專網頻段執照期限與其他規定

- **共享接取執照**

共享接取執照之執照期限與其他相關規定整理如表 4.1.12。

[381] 註釋：Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日發布共享接取執照文件，故查照中央銀行 2019 年 7 月 25 日當日匯率計算之

[382] Ofcom. (2019). Local Access Licence Guidance. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0037/157888/local-access-licence-guidance.pdf (Jul. 7. 2021)

表 4.1.12　英國共享接取執照期限與其他規定

項目	概述
執照期限	● 共享接取執照為不定期執照，每年繳交執照費用便可持有該執照 ● 若申請小於 1 年之執照，費用以月計算。最小額度為每張執照 32 英鎊
義務	取得執照 6 個月內須使用無線電傳送設備
撤銷執照	● Ofcom 將在撤銷前 1 個月通知執照持有者 ● 撤銷執照理由：違反上述條件（含未繳交使用費、未履行義務）、執照持有者造成干擾且未改善、Ofcom 決定重組該頻段
轉讓執照	執照持有者有權轉移共用接取執照，轉移方式含： ● 完全全部轉移（Outright Total Transfer）：將頻譜執照之權利及義務完全轉移給受讓者，轉讓者不再持有該頻譜之權利及義務 ● 併存全部轉移（Concurrently Total Transfer）：將頻譜執照之權利及義務完全轉移給受讓者，但轉讓者仍持有該頻譜之權利及義務
保存資料	持有低功率執照：紀錄地址、天線種類、所有基站的天線距離地面之高度
	使用固定式終端：紀錄位置、天線種類、天線距離地面之高度
	使用行動式終端於 3.8-4.2GHz 頻段：紀錄終端數量、使用終端之建築物地址
停止或變更執照	● 當執照持有者造成干擾時、或緊急狀況時，Ofcom 有權要求執照持有者停止設備運轉 ● 由於預計未來將實施動態頻譜接取（DSA），Ofcom 有權要求執照持有者變更使用頻率位置

資料來源：Ofcom. (2019). Shared Access Licence Guidance. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdfm (Jul. 9, 2021)

- **地區接取執照**

地區接取執照之執照期限與其他規定整理如表 4.1.13。

表 4.1.13　英國地區接取執照期限與其他規定

項目	說明
執照期限	● 3 年，視申請可延長或縮短 ● 不可更新，若想延展需申請新執照
授權對象	視申請不同，可申請授權一個基地臺、或多個基地臺、或地區
技術條件	● 視申請而不同 ● Ofcom 預期多數執照持有者將使用與既有業者相同技術，但若執照持有者欲使用其他技術也將被批准
協調與干擾管理	● 執照持有者須遵守國內及國際之同步標準 ● 執照持有者須與同頻段之其他使用者合作，以防造成干擾 ● 執照持有者佈署行動服務時須遵守區塊及功率限制

項目	說明
執照轉移	執照持有者有權轉移地區接取執照，轉移方式含： ● 完全全部轉移（Outright Total Transfer）：將頻譜執照之權利及義務完全轉移給受讓者，轉讓者不再持有該頻譜之權利及義務 ● 併存全部轉移（Concurrently Total Transfer）：將頻譜執照之權利及義務完全轉移給受讓者，但轉讓者仍持有該頻譜之權利及義務
停止或變更執照	當執照持有者造成干擾時、或緊急狀況時，Ofcom 有權要求執照持有者停止設備運轉、或要求執照持有者與其他使用者同步
保存資料	執照持有者有義務紀錄、及保存資料，並在 Ofcom 有需求時提供

資料來源：Ofcom. (2019). Local Access Licence Guidance. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0037/157888/local-access-licence-guidance.pdf (Jul. 7. 2021)

（5）5G 專網頻段釋照情形

英國 Ofcom 網站提供查詢已核發之共用接取執照資訊[383]，截至 2021 年 7 月 26 日，已核發 942 張低功率執照、218 張中功率執照。

（二）案例介紹

1. 5G 垂直應用場域：5G RuralDorset 海崖智慧監測計畫

英國多塞特郡（Dorset）海岸經常性發生土石流和懸崖坍塌，對當地居民、勞工及 1,200 萬名的遊客造成重大危害。英國 5GTT 政策下其一試驗計畫「5G RuralDorset」於 2021 年 5 月 4 日啟動「海崖智慧監測計畫」，使用 5G 網路進行海崖監測、確保沿海安全、減少地方自然環境管理成本。

DCMS 於計畫期間資助 800 萬英鎊（約新臺幣 3.10 億元），由英國地質調查局（BGS）、多塞特郡議會（Dorset Council）、電信業者 Vodafone、伯恩茅斯大學（Bournemouth University）共同合作。

該項計畫展示 5G 連網如何在各種應用案例中使地方社區受益，如確保沿海安全、減少地方自然環境管理成本等。5G 連網感測器包含地面移動、溫度和降雨等資料蒐集，並藉由大數據和機器學習進行資料處理分析。此外，該計畫也在沿海公共安全和農業技術領域進行相關研究，透過感測器和邊緣運算處理，以兼顧安全性和成本效益[384]。

2. 企業專網： Worcester Bosch 智慧工廠

英國 5GTT 政策下其一試驗計畫「伍斯特郡 5G 聯盟（Worcestershire 5G Testbed）」中，英國供熱與熱水產品製造商 Worcester Bosch 使用 5G 專網與行動邊際運算（mobile edge computing）等佈建設施，成為英國第一座智慧工廠。

[383] Ofcom. (2019). Shared access licences. Retrieve from https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/shared-access (Jul. 7. 2021)
[384] 5G RuralDorset. (2021). Coastal Cliff Monitoring. Retrieved from https://5gruraldorset.org/projects/coastal-cliff-monitoring/ (Jul. 7. 2021)

計畫執行期間自 2018 年 3 月至 2020 年 3 月，由 DCMS 資助 480 萬英鎊（約新臺幣 1.93 億），主要以伍斯特郡當地企業夥伴關係（Worcestershire Local Enterprise Partnership, WLEP）之中小企業共同主導[385]。

計畫中使用 Ericsson 與 BT 提供的 5G 網路和行動邊際運算設備，運用於預防性維護和機器人科技領域，而工廠生產線使用 5G 低延遲的特性優化機器即時感測，以提早察覺鍋爐與產品的問題發生，碰撞檢測感測器則保障員工職場安全，提供消費者更具品質的服務。Worcester Bosch 智慧工廠透過 5G 技術優化機器效能，開創安全的工業 4.0，總計提高 2%生產力，相當於 26 億英鎊（約新臺幣 966.43 億元）的產值[386]。

（三）政策執行狀況與檢討

針對 5GTT 的執行，英國政府 2021 年 3 月 26 日發布新聞稿公告 2018 年迄今 5GTT 執行狀況與未來規劃，而已達成的項目如下：

- 資助建構 5GUK 測試網路，使其成功整合薩里大學（University of Surrey）、倫敦國王學院與布里斯托爾大學（University of Bristol）的測試平臺，並於 2018 年初成功推出英國第一個端對端服務；
- 第一階段資助計畫成功促進小範圍的測試並運用於 69 項技術與服務。例如：利物浦 5G 試驗計畫成功創造英國最大以及世界第 2 大 5G 毫米波網路，並提供可用的專用網路測試新的健康應用；布里斯托爾大學則透過 5G 連線至倫敦施行遠距音樂課教學；
- 已完成 8 項 5GTT 相關項目，並於全英國 13 個地區 34 個郡持續進行 30 個項目，並擁有 200 多位項目合作夥伴；
- 正在開發 140 項 5G 用例以加速 5G 於建築、公共事業、汽車、交通和物流等特定產業的運用；
- 已支援 10 個新興設備廠商並測試新的連結科技，以因應英國「多元化策略（Diversification strategy.）」擴大與保護英國電信產業供應鏈；
- 雖受 Covid-19 影響，仍於 2020 年 5G 創新競賽（5G Create competition）以 2,800 萬英鎊（約新臺幣元 10.62 億[387]）資助 15 個項目。

同時，英國政府也公布相關規劃：

- 提供 3000 萬英鎊（約新臺幣 11.22 億元[388]）支援「未來無線電連接網路競賽（Future Radio Access Network Competition, FRANC）」；

---

385 UK5G. (2020). Worcestershire 5G testbed report shows productivity gain with 5G applications. Retrieved from https://uk5g.org/5g-updates/read-articles/worcestershire-5g-testbed-report-shows-productivit/ (Jul. 7. 2021)

386 Ericsson. (2020). Worcester Bosch launches the UK's first 5G factory. Retrieved from https://www.ericsson.com/en/cases/2020/the-5g-factory-of-the-future (Jul. 7. 2021)

387 外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料，以 2020 年年平均英鎊：新台幣＝1：37.92 計算。檢自 https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

388 外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率日資料，以 2021 年 11 月 26 日英鎊：新台幣＝1：37.42 計算。檢自 https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

- 資助 160 萬英鎊（約新臺幣 5,986.63 萬元）於與日本電氣（簡稱 NEC）合作的「NeutrORAN 計畫」，預計於英國建立中立的 Open RAN 測試平臺；
- 撥付 100 萬英鎊（約新臺幣 3,741.65 萬元）支持 Smart RAN 開放網路互相操作中心（SmartRAN Open Network Interoperability Centre, SONIC）
- 支援與英國交通部合作的「數位連接基處建設加速計畫（Digital Connectivity Infrastructure Accelerator, DCIA）」[389]。

四、小結

英國「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」、「5G 應用發展政策」及「5G 企業專網」簡要如表 4.1.14 至 4.1.17。

表 4.1.14　英國 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	英國數位、文化、媒體暨體育部（DCMS）於 2018 年發布「未來電信基礎建設評論」，規劃在 2025 年前使 1,500 萬個場所可連結至全光纖網路，2033 年前達成全光纖涵蓋全國領土之目標，同時希望 5G 在 2027 年前涵蓋大部分的國土範圍。對此，DCMS 將致力於 4 大方向：更有效率的佈建行動基礎建設；支援基礎建設共用之發展模型；藉由 5G 試驗計畫發展 5G 使用案例以及刺激需求;透過頻譜政策推動多樣化創新的 5G 服務。 DCMS 於 2018 年針對電信基礎設施市場與網通設備供應鏈進行全面評估，主要調查英國《2003 年通訊法》所定義用來提供公共電信網路服務之關鍵國家基礎設施，並針對行動與固定網路供應鏈的安全性進行審查，隨後於 2019 年 7 月發布「電信供應鏈評論報告」，且進一步於 2020 年 11 月發布「5G 供應鏈多樣化策略」：支持既有設備供應商；吸引新設備供應商進入英國市場；加速發展、部署開放介面與互通技術。為落實本策略，亦制定實施方針：分化單一網路供應鏈，提供電信業者更多選擇以佈建網路；推廣相互操作性的開放介面提升產業創新能量；多方合作國際網通設備廠，分散零件需求於全球網通設備供應商，降低依賴風險，提高應變靈活度；建立透明獨立的製定標準，維護電信網路品質、安全性與互操作性；將安全性與佈建彈性視為網路設計與應用的

[389] Gov UK. (2021). Guidance5G Testbeds and Trials Programme. Retrieved from https://www.gov.uk/guidance/5g-testbeds-and-trials-programme#latest-news. (Nov. 17. 2021)

	優先考量。
執行情形	DCMS 表示 5G 早期佈署將會以已釋照的中頻為主，設置於高密度人口地區以提供額外的網路容量，也會視需求在其他站點佈建微型基地臺，預計將投資升級基地臺。 英國於 2021 年 5 月 1 日啟動智慧無線接取網路開放式網路創新中心（SONIC），由 Ofcom 及數位策進中心共同領導，供設備供應商與電信業者共同測試 Open RAN 相關技術、展示解決方案與成果。

資料來源：本研究彙整。

表 4.1.15　英國 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	● 依據《2003 年英國通訊法》第 73 條，在考慮效率性、可持續競爭性，以及公共電信服務使用者利益等目的下，可允許業者提供具互操作性的網路接取服務。目前英國政府已開放被動式共用、主動式共用，亦鼓勵業者可共用基地臺節點、RAN 共用、頻譜共用，但仍限制共用核心網路。 ● DCMS 於 2018 年發布「未來電信基礎建設評論（FTIR）」，模擬不同電信市場發展情境，由於電信商多為垂直整合，因此中立主機模式或僅做批發之電信業者模式，有機會促進新投資、解決 5G 佈署困難，以及減少電信服務業者進入市場之障礙，其中市場擴張模型被認為可在 5G 投資、創新與效益性層面上產出最佳成果，全國性業者得在電信市場中保持競爭關係，而全國性網路則可藉由中立主機的基礎建設以及專網補齊。 ● 倫敦市法團為提升 Wi-Fi 及 4G 小型基地臺之涵蓋率與網路容量，計劃開放 3,000 個街道資產作為電信基礎設施使用，並公開招標要求佈建得以開放使用的 Wi-Fi 網路與後端網路，由 Telefónica UK 與 Vodafone 的合資基礎建設公司 CTIL 得標，中立主機之後端網路採用 CCS 的 Metnet 小型基地臺，並使用已授權以區域為基礎的 28GHz 頻段，該計畫第二階段則於部分基地臺使用 Nokia Flexi Zone 小型基地臺，並密集化 O2 的 4G RAN。 ● 而 O2 及 Vodafone 於 2012 年即合資成立基石通訊基礎建設有限公司 CTIL，進行如共用桅桿等被動式共用，在 5G 網路佈建上，於 2019 年 7 月簽署主動式共用協議，兩家電信業者將於 23 個城市中的 2,700 站點佈建各自的 5G 設備，包含無線電設施、光纖回程傳輸及供電設備。

網路漫遊	● 英國於 2019 年修訂《行動漫遊規範（The Mobile Roaming (EU Exit) Regulations 2019）》，另外針對英國漫遊服務訂定相關內容。
MVNO	英國 Ofcom 依據《2006 年無線電信法》釋照予營運實體網路及使用頻譜的 MNO，但由於 MVNO 乃接取 MNO 之無線電頻譜使用，並非無線電頻譜的直接經營者，故不受該法之執照規範，然 MVNO 同英國所有的通訊網路服務業者，皆必須確實遵守《2003 年英國通訊法》規定，英國並無針對 MVNO 設置特定規範，僅確定若其扭曲或違反市場競爭時，會介入進行必要調查。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	依據 Ofcom 於 2020 年發布之《頻譜交易指引（Trading Guidance Notes 2020）》，修補最新的頻譜交易規則： ● **頻率轉讓：**頻譜執照持有者可轉讓頻譜權利、義務予受讓人，其中頻譜轉讓分為完全轉移及併存轉移，且可轉移頻譜執照之全部或部分權利及義務轉讓人，其與受讓人合意後向 Ofcom 提出申請，Ofcom 在核准前將進行競爭調查，評估頻譜轉讓是否會造成潛在的競爭扭曲、負面的利害關係，Ofcom 審核通過後即會撤銷或變更轉讓人執照，並換發新執照予承讓人，最後受讓人繳付價金予轉讓人即完成轉讓程序。 ● **頻譜租賃：**頻譜執照持有者可租賃頻譜予承租人使用，惟租賃人仍負有執照使用權利與義務，例如向 Ofcom 繳交執照使用費。而在執照允許的使用範圍和有效執照期限的前提下，雙方可私自協商租約期限、使用方式，不須額外向 Ofcom 提出申請獲取核准，若租賃人和承租人發生租約糾紛，Ofcom 傾向於雙方逕自協調，然而若發生違反執照使用規範、危害國家安全或公共利益、干擾其他頻率且未加改善之情形，Ofcom 將主動介入。惟依據 2020 年頻譜交易指引，用於行動通訊頻段中，除 3600-3680MHz 頻段外，大部分頻段並不適用頻譜租賃規則。

資料來源：本研究彙整。

表 4.1.16　英國 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	英國 DCMS 於 2018 年開啟「5G 試驗計畫（5GTT）」，本計畫核心為以下三點：加速 5G 網路佈建，以利英國於 5G 應用中取得早期優勢；藉由 5G 技術提升英國生產力，達到效益最大化；替英國國內外企業創造商業新契機，同時吸引外部投資。5GTT 於 2018 年首先展開第一階段早期 6 件試驗計畫，DCMS 亦規劃下一階段推動計畫，包括城市聯網測試平

	臺計畫（UCC）、農村聯網測試平臺計畫（RCC）、運輸安全計畫及 5G 產業試驗計畫，而截至 2021 年 3 月，5GTT 已完成 8 項大型計畫。
案例介紹	● 英國於 2021 年 5 月 4 日啟動「海崖智慧監測計畫」，使用 5G 網路進行海崖監測、確保沿海安全、減少地方自然環境管理成本。 ● 英國 5GTT 試驗計畫「伍斯特郡 5G 聯盟（Worcestershire 5G Testbed）」中，英國供熱與熱水產品製造商 Worcester Bosch 使用 5G 專網與行動邊際運算等佈建設施，成為英國第一座智慧工廠。

資料來源：本研究彙整。

表 4.1.17　英國 5G 企業專網小結

項目	說明
5G 專網頻段與釋出方式	Ofcom 於 2019 年 7 月發布兩種區域性頻譜接取執照（共享接取執照及地區接取執照），共享接取執照釋出 4 個頻段以供接取，其中又分為單一地區低功率執照及單一基地臺中功率執照；地區接取執照則是因應有頻譜使用權的 MNO 在特定地區將未使用的頻段提供給其他使用者接取： ● 共享接取執照釋出的 4 個頻段分別為 1800MHz、2300MHz、3.8-4.2GHz 與 26GHz，1800MHz 與 2300MHz 頻段適用於行動通訊基地臺，3.8-4.2 GHz 與 26 GHz 頻段則用於 5G 服務，提供企業自建 5G 專網，或是固定無線接取設備（FWA），另外，26 GHz 頻段僅限低功率室內 5G 應用。 ● 地區接取執照可用頻段則包含有頻譜使用權的 MNO 在特定地區將未使用的 800MHz、900MHz、1400MHz、1800MHz、1900MHz、2100MHz、2300MHz、2600MHz、3.4GHz 頻段。
5G 專網頻段申請資格	共享接取執照的申請資格並無限制，執照採先到先得的原則進行頻段指配，並經 Ofcom 評估依最適情況指配頻率。地區接取執照方面則視申請不同，可申請授權一個基地臺、或多個基地臺、或地區。
5G 專網頻段執照費用	英國共享接取執照持有者每年需繳納費用，1800 MHz、2300 MHz 與 3.8-4.2 GHz 頻段每 10 MHz 收取 80 英鎊（約新臺幣 3,103 元*），24.25-26.5 GHz 頻段固定收取 320 英鎊（約新臺幣 12,412 元*），若業者欲申請的使用期間未達一年，Ofcom 可依時間比例分攤費用，業者再按月繳納，然執照最低費用為 32 英鎊（約新臺幣 1,241 元*）。 *以中央銀行 2019 年 7 月 25 日當日匯率計算之。

5G 專網頻段執照期限與其他規定	英國共享接取執照及地區接取執照皆各有執照期限、義務、撤銷執照、轉讓執照、保存資料、停止或變更執照規定。
5G 專網頻段釋照情形	英國截至 2021 年 7 月 26 日，已核發 942 張低功率執照、218 張中功率執照。

資料來源：本研究彙整。

第二節 歐盟

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

歐盟執委會（European Commission, EC）於 2016 年 9 月啟動「5G Action Plan」，旨在提早規劃歐盟公、私部門 5G 基礎設施投資之明確路徑，以促進歐盟於 2020 年前完成 5G 基礎設施佈建及數位單一市場服務發展，並於 2025 年前達成 5G 全面涵蓋。「5G Action Plan」規範所有歐盟成員國須在 2020 年底前至少在一個主要城市推出 5G 商用，並於 2025 年底前持續建置城市地區和主要交通幹道 5G 網路建設，擴展涵蓋率[390]。

為有力推動 5G 和高速寬頻網路的發展，歐盟於 2018 年 12 月制定《歐洲電子通訊指令》（European Electronic Communications Code, EECC），要求成員國須在 2020 年 12 月 31 日之前將 EECC 納入國家法律，同時建立自願性同儕檢視（Voluntary Peer Review）規範，以利歐盟內部頻譜分配。EECC 重點整理如下[391]：

1. 於 2020 年底前確保 5G 先驅頻段的可用性，以強化 5G 網路佈建。
2. 提供各類執照至少 20 年的投資確定性與可預測性。
3. 更有效的協調頻譜分配計畫。
4. 支持新的頻譜使用者與業者進入，並簡化頻譜交易和租賃程序。
5. 引入小區域無線接取輕型執照機制，促進 5G 網路佈建。
6. 制定具可預測的共同投資規則，分散建設超高容量網路之風險，以促進超高容量固網佈建。
7. 訂定網路建設相關監管規則，促進市場永續性競爭以提升消費者權益。
8. 確保歐盟執委會與歐盟電子通傳監管機構（Body of European Regulators for Electronic Communications, BEREC）之間的密切合作，包括針對共同投資和對稱法規的監管。

在 EECC 的脈絡下，歐盟執委會於 2020 年 6 月發布《小區域無線接取點或小型天線實施條例》（Implementing Regulation on Small-Area Wireless Access Points, or Small Antennas）。鑑於全面性的 5G 網路佈建有賴更密集的小型基地臺或天線，在各國主管機關監管下，可透過豁免許可（Permit-Exempt）的機制簡化與加速 5G 網路建置。該條例也針對小型基地臺進行明確的物理和技術特性定義，包括裝置大小、功率、連結（Coherent）安裝和整合安裝等訂定統一標準以及嚴格限制。此外，為保障公眾健康免受電磁場（Electromagnetic Field, EMF）及小型基地臺影響，該實施條例亦規定小區域無線接取點應遵守歐盟嚴格的曝露限制[392]。

為加速會員國投資包含 5G 在內的極高容量寬頻連結基礎設施，歐盟執委會在 2020 年 9 月發布連通工具箱（Connectivity Toolbox），邀請會員國共同發展 5G

[390] European Commission. (2016). 5G Action plan. Retrieve from https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/5g-action-plan (Jul. 13, 2021)
[391] EUR-Lex. (2018). European Electronic Communications Code. Retrieve from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018L1972 (Jul. 13, 2021)
[392] European Commission. (2020). The Commission adopts Implementing Regulation to pave the way for high capacity 5G network infrastructure. Retrieve from https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-adopts-implementing-regulation-pave-way-high-capacity-5g-network-infrastructure (Jul. 13, 2021)

共通作法。連通工具箱措施旨在：

1. 減少成本並加速建設；
2. 及時提供 5G 頻譜近用並鼓勵業者投資擴大網路基礎設施建設；
3. 建立更多跨境合作。

而在發展連通工具箱的第一階段報告[393]中指出，5G 無線電頻譜指配的最佳實作著重於：

1. 將財務誘因措施納入頻譜拍賣過程，確保有利的投資條件（例如根據國際基準設定頻譜價格或長期分期支付標金）。
2. 支持 5G 跨境工業的一致性頻譜分配（例如透過頻率協調和合作協議確保緊急服務、公路和鐵路運輸之無縫跨境服務）。
3. 公開透明化 5G 電磁場規範與檢驗標準。

（二）執行情形

多數歐盟成員國的 5G 發展戰略源自 2015 年或 2016 年制定之國家寬頻戰略，歐盟為促進歐洲整體一致作法，於 2018 年 11 月發布國家 5G 戰略及發展路徑之指導性文件，涵蓋佈建目標、頻譜、微型基地臺、公共融資計畫、支持 5G 創新等關鍵議題。截至 2021 年 3 月，已有 14 個成員國（奧地利、捷克、丹麥、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、立陶宛、盧森堡、葡萄牙、羅馬尼亞、西班牙、瑞典、荷蘭）發布完整的國家 5G 發展路徑，促進主要城市及交通要道沿線盡早佈建 5G[394]。

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 網路共建與網路共用

歐盟基於促進競爭、發展內部市場、促進歐盟公民權益之目標，於 2002 年採用並於 2009 年修訂《歐盟電信規範架構（Regulatory Framework）》[395]，針對網路基礎設施共用授予主管機關多項監管手段，包含：

（1） 主管機關可在頻譜使用權附加條件，以便在平等、符合比例，以及公開透明的基礎上實現監管目標，例如可增加涵蓋範圍或品質之附加條件。

（2） 基於通行權建立的基礎設施，主管機關可強制要求以被動式共用進行。

（3） 主管機關應確保頻率使用權移轉不會扭曲市場競爭，為避免此情況，主管機關可禁止轉讓或附加額外條件。

---

393 European Commission. (2020). Commission Recommendation on a common Union toolbox for reducing the cost of deploying very high capacity networks and ensuring timely and investment-friendly access to 5G radio spectrum. Retrieve from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/commission-recommendation-common-union-toolbox-reducing-cost-deploying-very-high-capacity (Jul. 13, 2021)

394 European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 11. Retrieved from http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/04/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-11-2.pdf (Jul. 9, 2021)

395 註：第 2002/19 / EC 號、第 2002/20 / EC 號、第 2002/21 / EC 號以及第 2002/22 / EC 號指令。

此外，EECC 也就網路共用列出促進競爭、發展內部市場和增進最終用戶利益等三項主要目標。EECC 列出的監管原則之一為促進基礎設施的有效投資與創新，包含確保任何接取義務均須妥善考量投資風險，亦允許投資者和尋求接取方之間進行各種合作安排，以分散投資風險，同時確保市場競爭與非歧視原則。

EECC 涉及網路共建與共用的相關條文彙整如附錄 11，重點歸納如下：

（1） EECC 賦予主管機關新的權力，可在特殊情況下強制要求被動式或主動式設施共用。其中被動式共用是首選解決方案，並只有在被動式共用不足以解決問題時，才會強制採取主動式共用或漫遊措施。

（2） EECC 使主管機關可基於公共利益理由，強制施加被動式共用。

（3） EECC 對強制性的設施共用設有嚴格條件，並要求對業者強制性設施共用措施之前，須進行詳細評估。

2. 網路漫遊

依據 2019 年歐盟 BEREC 發布之《行動網路基礎設施共用之共同立場（Common Position on Mobile Infrastructure Sharing）》，行動通信服務業者（Hosted Operator）完全依賴合作業者（Host Operator）之佈建設備及頻譜提供服務，因此漫遊具有完全不對稱性。漫遊可能降低行動通信業者的差異化能力，例如漫遊業者完全沿用合作業者的涵蓋率及服務品質，導致市場競爭力下降。另外，批發市場條件也會限制漫遊業者於零售市場中定義其服務之能力。因此，為避免漫遊縮減終端用戶福祉、阻礙基礎設施競爭及有效頻譜管理使用，成員國間僅允許於基礎設施競爭不可行且投資誘因非常有限之地區，訂立未定期間（Undetermined Time Period）漫遊協議。而新進業者可依靠暫時漫遊協議進入市場，惟提供接取國內漫遊時，不應逾越新進業者投資建設自有網路之必要範圍，業者服務需求必須各別存在，所接取網路之相關部份亦須為服務提供之關鍵。

而為解決歐盟內各成員國漫遊資費不一、費用過高等問題，並欲達成電信單一市場（Telecoms Single Market）的目標，歐盟執委會於 2017 年 6 月 15 日正式實施《歐盟漫遊規範（European Union Roaming Regulations）》，成員國之國民在歐盟區內使用行動通信服務無需額外支付漫遊費。提供網路服務之業者可向其他成員國提供漫遊服務業者收取漫遊批發價格，簡訊漫遊批發價格每則不得超過 0.01 歐元（約新臺幣 0.33 元），語音漫遊批發價格每分鐘不得超過 0.032 歐元（約新臺幣 1.08 元），行動數據漫遊批發價則分五年逐步調降，各時程規範之金額上限彙整如下[396]：

（1）2017 年 6 月 15 日起，每 GB 不得超過 7.7 歐元（約新臺幣 260.71 元）

（2）2018 年 1 月 1 日起，每 GB 不得超過 6 歐元（約新臺幣 203.15 元）

（3）2019 年 1 月 1 日起，每 GB 不得超過 4.5 歐元（約新臺幣 152.36 元）

（4）2020 年 1 月 1 日起，每 GB 不得超過 3.5 歐元（約新臺幣 118.50 元）

（5）2021 年 1 月 1 日起，每 GB 不得超過 3 歐元（約新臺幣 101.57 元）

[396] European Commission. (2017). End of roaming charges: EU negotiators agreed on wholesale prices, the final piece to make it happen. Retrieved from https://ec.europa.eu/malta/news/end-roaming-charges-eu-negotiators-agreed-wholesale-prices-final-piece-make-it-happen_en (Jul. 19, 2021)

（6）2022 年 1 月 1 日起，每 GB 不得超過 2.5 歐元（約新臺幣 84.64 元）

於 2019 年 11 月，歐盟執委會發布「漫遊市場的全面性評估報告（Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the review of the roaming market）[397]」，指出《歐盟漫遊規範》落實後，歐盟區域內的行動通信漫遊數據使用量大幅增加，調降的漫遊批發價格讓電信業者得以收回提供漫遊服務的成本，激勵其對網路服務的投資。《歐盟漫遊規範》政策和減損機制確保消費者權益，同時防止漫遊市場扭曲。而根據報告結果，歐盟執委會認為近期歐盟漫遊市場的競爭態勢不大可能改變，在《歐盟漫遊規範》執行效果良好的狀況下，決議延長原訂至 2022 年 6 月 30 日的有效期限。於此，歐盟執委會在 2021 年 2 月 24 日增修現行的《歐盟漫遊規範》，除將規範效期延長 10 年至 2032 年外，再次調降漫遊批發價格上限[398]：

（1） 2022 年 7 月 1 日起，簡訊漫遊批發價格每則不得超過 0.004 歐元（約新臺幣 0.13 元），語音漫遊批發價格每分鐘不得超過 0.022 歐元（約新臺幣 0.75 元），行動數據漫遊批發價格每 GB 不得超過 2 歐元（約新臺幣 68.81 元）。

（2） 2025 年 1 月 1 日起，簡訊漫遊批發價格每則不得超過 0.003 歐元（約新臺幣 0.1 元），語音漫遊批發價格每分鐘不得超過 0.019 歐元（約新臺幣 0.65 元），行動數據漫遊批發價格每 GB 不得超過 1.5 歐元（約新臺幣 51.61 元）。

除此之外，新增修的條文包含漫遊服務須維持與使用者本國相同的網速和品質、使用者可免費透過行動通信服務取得緊急服務、提升使用者的加值服務意識（表 4.2.1）。

表 4.2.1　2021 年《歐盟漫遊規範》增修內容

新增規範	規範內容
維持相同的網速與品質	為保障歐盟成員國民眾及企業於行動通信服務的使用權利，5G 用戶使用漫遊功能時，不應被降速，電信業者依據合理的網路訪問請求，須提供用戶相同品質的網路接取服務。
免費取得緊急服務	漫遊服務使用者可於當地免費透過語音服務、簡訊或網路應用程式，取得緊急服務協助。電信業者須提供適用於身障者獲得緊急服務的途徑，並提供充足的資訊以利其理解。
提升加值服務透明度	電信業者須提供使用者足夠的訊息，說明其在漫遊服務中使用加值服務可能產生的費用，避免使用者在缺乏資訊與意識下使用加值服務而被收取額外費用。

資料來源：本研究整理自 European Commission. (2021). New Roaming Regulation – Questions and Answers. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_21_654 (Jul. 19, 2021)

[397] European Commission. (2019). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Accompanying the document Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the review of the roaming market. Retrieved from https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/commission-report-review-roaming-market (Jul. 19, 2021)

[398] European Commission. (2021). New Roaming Regulation – Questions and Answers. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_21_654 (Jul. 19, 2021)

（二）對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估

根據 EECC 第 51 條規定[399]，歐盟成員國應確保頻譜使用者享有：

- 向其他人轉讓或租賃頻譜使用權之權利；
- 應按照國家程序通知與公布使用者轉讓或租賃頻譜使用權的意圖及權利；
- 應在轉讓或租賃權利產生時，以標準化的電子格式公開權利義務，並在使用權期效內保存相關資料。

在「頻譜使用者保有合法使用權與符合原始條件」、「頻譜轉讓或租賃不會造成市場競爭扭曲」及「符合第 52 條競爭法」的前提下，成員國應允許無線電頻譜使用權轉讓或租賃，且成員國：

- 應以最簡易的程序審核頻譜轉讓與租賃；
- 當頻譜使用者權利義務仍滿足頻譜使用權時，不得拒絕頻譜轉讓或租賃；
- 除非轉讓或租賃後有明顯風險且無法滿足原始使用條件，不得拒絕頻譜轉讓或租賃。

上述三點不影響成員國根據其國內法隨時強制轉讓人/出租人、受讓人/承租人遵守使用權所附加的條件。

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

1. 5G 應用發展政策重點

為創造完整歐洲 5G 垂直戰略的汽車生態體系，並超越歐洲合作式智慧運輸系統（Cooperative-Intelligent Transport System, CITS）架構下的安全服務，「連結且自動化移動（Connected and Automated Mobility, CAM）」計畫被視為歐洲運輸路徑下 5G 佈建的標竿應用。除此之外，歐盟更進一步加強國家間的跨境合作，俾利 5G 佈建及大規模試驗。歐洲部分國家在 2017 年至 2019 年間陸續簽署雙邊協議，建立多個 5G CAM 跨境走廊（Cross-border Corridors），於 2018 年 11 月推出三項「Horizon 2020 地平線計畫」（5G-CARMEN、5G-CroCo、5G-MOBIX），並於 2020 年 9 月後再額外新增四項（5G-Med、5G-Routes、5G-Blueprint、5G-Rail），進行大規模 5G 運輸試驗，完備跨境汽車道路、鐵路、渡船及港口，提升陸路及水路交通應用（圖 4.2.1）[400]。

[399] EUR-Lex. (2018). DIRECTIVE (EU) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018L1972 (Jul. 19, 2021)

[400] European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 11. Retrieved from http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/04/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-11-2.pdf (Jul. 9, 2021)



資料來源：European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 11. Retrieved from http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/04/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-11-2.pdf (Jul. 9, 2021)

圖 4.2.1　地平線計畫與 5G 跨境走廊路線

歐洲第一批試驗主要針對 5G 傳輸量（Throughput）及延遲特性進行測試，其中媒體及娛樂垂直產業共占 39 項試驗，其次為運輸（34 項試驗）及汽車（24 項試驗）垂直產業。歐洲成員國中，以西班牙、德國、義大利和法國進行最多 5G 試驗。直至 2021 年 3 月為止，歐盟整體試驗數量共 209 次，試驗頻段以 3.6 GHz 頻段為主，比重達 69%，而 26 GHz 頻段亦開始受到關注。

在 5G 商用上，截至 2021 年 3 月底，歐盟已有 24 個成員國提供 5G 商用服務，分別為奧地利、比利時、保加利亞、克羅地亞、賽普勒斯、捷克、丹麥、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、義大利、拉脫維亞、盧森堡、荷蘭、波蘭、羅馬尼亞、斯洛伐克、斯洛文尼亞、西班牙、瑞典。尚未提供 5G 商用服務的成員國為葡萄牙、立陶宛、馬爾他。

2. 5G 專網計畫-FUDGE-5G[401]

FUDGE-5G 為歐盟 Horizon 2020 計畫下針對 5G 專網設立之子計畫，其目標為以 5G 核心網路支援各產業或組織建設 5G 專網，使歐盟區在 5G 專網應用上成為世界領頭羊。該計畫自 2020 年 9 月啟動，預計為期 30 個月。計畫具體內容為發展服務導向架構（enhanced Service-Based Architecture, eSBA）以實現 5G 專網原生雲（cloud-native），並建立雲端平臺連結應用控制端與使用端。使用技術包含乙太網路、5GLAN、5G-TSN、5G 群播服務以及其他智慧垂直應用功能。計

401 FUDGE-5G. (2021). About us. Retrieved from https://fudge-5g.eu/en (Jul. 7. 2021)

畫參與者涵括創新服務與高科技領域之中小企業，如 5GNR 設備業者、eSBA 平臺提供商、電信業者、垂直應用編成者和提供者等，透過 FUDGE-5G 計畫，將促進 5G 專網佈建速度與範圍，減少產業生產成本，提升產能效率，同時達成創新服務的目標。

目前 FUDGE-5G 共規劃 5 個主題供 5G 專網應用，分別為多媒體群播傳輸、公共安全與急難救助、5G 虛擬醫院、工業 4.0 園區，以及打造智慧校園，改善公網與專網的無縫轉換。

（二）案例介紹

1. 5G 垂直應用場域：5G-CARMEN 智慧道路

5G-CARMEN 為歐盟 Horizon 2020 計畫下的其中一項跨境計畫，旨在使用 5G 技術改善自動駕駛服務，以 5G 連網實現高速有效且安全的道路行駛。試驗場域自義大利波隆那橫跨奧地利提洛爾，至德國慕尼黑，總計 600 公里的公用道路，計畫期間自 2018 年 1 月 11 日到 2021 年 1 月 11 日。

在 5GPPP 與歐盟支持下，包含汽車製造商 BWM、電信業者 Telecom Italia、資訊科技公司 NEC、設備供應商 Qualcomm 等 26 家跨國企業共同合作[402]。該計畫整合 LTE、5G、C-V2X 等技術，並依照自動駕駛所需之不同功能進行技術切換，以滿足數據傳輸速度與最適網路涵蓋範圍。藉由 5G 特性，自動駕駛可達成以下服務：

- 經由雲端平臺上的資料運算和預測結果，車輛可自動調整至最適車速，或改變行車方向與變換車道。
- 透過行駛車輛與佈建設施對周遭環境的偵測數據分析潛在危險。
- 可於車輛行駛中探索最佳網路架構與配置，在跨境過程中提供乘車者高品質且流暢的影視服務。
- 所蒐集之車輛及其他面向數據，可提供公部門於制定道路交通政策之相關方向[403]。

2. 企業專網：德國 Bosch 智慧工廠[404]

汽車零組件製造商德國 Bosch 於 2019 年取得德國聯邦網路局（Bundesnetzagentur, Federal Network Agency, BNetzA）釋出的 3.7-3.8GHz 頻段執照，於 2020 年在德國費爾巴哈（Feuerbach）導入 5G 企業專網，且將繼續在位於符騰堡羅伊特林根（Reutlingen）的晶圓廠另外建立 5G 專網，預計 2021 年下半年建置完成並開放。

於費爾巴哈的智慧工廠中，Bosch 與 NOKIA 合作佈建 8 座 5G 小型基地臺，涵蓋範圍達 10,000 平方公尺。而在符騰堡的晶圓廠，則是與網路設備供應商 Ericsson、自動化機械製造商 Asea Brown Boveri（簡稱 ABB）合作，試驗 5G 連網的工業 4.0，應用內容包含：

---

402 5GPPP. (2021). 5G-CARMEN. Retrieved from https://5g-ppp.eu/5g-carmen/ (Jul. 7. 2021)
403 5G-CARMEN. (2021). Use cases. Retrieved from https://5gcarmen.eu/use-cases/ (Jul. 7. 2021)
404 BOSCH. (2019). Bosch applies for local 5G licenses. Retrieved from https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/bosch-applies-for-local-5g-licenses-203328.html (Jul. 7. 2021)

- 遠端遙控機械式手臂；
- 傳輸高解析度影像以利視覺化分析；
- 使用自動運輸系統 Active Shuttle 系統驅動無人搬運車（Automated Guided Vehicle, AGV）集貨與搬運，減低人力配置。

四、小結

歐盟「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」及「5G 應用發展政策」簡要如表 4.2.2 至表 4.2.4。

表 4.2.2 歐盟 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	● EC 於 2016 年 9 月啟動「5G Action Plan」，所有歐盟成員國須依據本文件時程推動 5G 網路佈建。 ● EC 成員國應在 2020 年 12 月 31 日將《歐洲電子通訊指令》（EECC）內國法化，同時建立自願性同儕檢視規範，以利歐盟內部頻譜分配。 ● EC 於 2020 年 6 月發布《小區域無線接取點或小型天線實施條例》，本條例針對小型基地臺進行明確的物理和技術特性定義，供成員國國主管機關監管參考，可透過豁免許可的機制簡化與加速 5G 網路建置。 ● EC 在 2020 年 9 月發布最佳實作工具箱，邀請成員國共同減少成本並加速建設；及時提供 5G 頻譜近用並鼓勵業者投資擴大網路基礎設施建設；建立更多跨境合作。
執行情形	歐盟於 2018 年 11 月發布國家 5G 戰略及發展路徑之指導性文件，涵蓋佈建目標、頻譜、微型基地臺、公共融資計畫、支持 5G 創新等關鍵議題，而截至 2021 年 3 月已有 14 個成員國發布完整的國家 5G 發展路徑，促進主要城市及交通要道沿線盡早佈建 5G。

資料來源：本研究彙整。

表 4.2.3 歐盟 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	● 《歐盟電信規範架構》針對網路基礎設施共用授予主管機關多項監管手段，包含：主管機關可在頻譜使用權附加條件；主管機關可強制要求被動式共用基於通行權建立的基礎設施；主管機關可禁止頻率使用權轉讓或附加額外條件。 ● EECC 也就網路共用列出促進競爭、發展內部市場和增進最終用戶利益等三項主要目標，依本指令主管機關有權在特殊情況下強制要求被動式或主動式設施共用，亦

	● 得基於公益強制要求被動式共用，惟對強制性設施共用設有嚴格條件，須進行事前詳細評估。
網路漫遊	● 依據 2019 年歐盟 BEREC 發布之《行動網路基礎設施共用之共同立場》，成員國間僅允許於基礎設施競爭不可行且投資誘因非常有限之地區，訂立未定期間漫遊協議，新進業者可依靠暫時漫遊協議進入市場，惟提供接取國內漫遊時，不應逾越新進業者投資建設自有網路之必要範圍，業者服務需求必須各別存在，所接取網路之相關部份亦須為服務提供之關鍵。 ● EC 於 2017 年正式實施《歐盟漫遊規範》，成員國之國民在歐盟區內使用行動通信服務無需額外支付漫遊費。提供網路服務之業者可向其他成員國提供漫遊服務業者收取漫遊批發價格，而簡訊漫遊批發價格、語音漫遊批發價格、行動數據漫遊批發價格各設有上限。另於 2021 年調降漫遊批發價格上限，並新增漫遊服務須維持與使用者本國相同的網速和品質、使用者可免費透過行動通信服務取得緊急服務、提升使用者的加值服務意識。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	在「頻譜使用者保有合法使用權與符合原始條件」、「頻譜轉讓或租賃不會造成市場競爭扭曲」及「符合第 52 條競爭法」的前提下，成員國應允許無線電頻譜使用權轉讓或租賃，且應以最簡易的程序審核頻譜轉讓與租賃；當頻譜使用者權利義務仍滿足頻譜使用權時，不得拒絕頻譜轉讓或租賃；除非轉讓或租賃後有明顯風險且無法滿足原始使用條件，不得拒絕頻譜轉讓或租賃。

資料來源：本研究彙整。

表 4.2.4　歐盟 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● 歐盟推動「連結且自動化移動（CAM）」計畫以建構完整歐洲 5G 汽車生態體系，歐洲部分國家透過雙邊協議建立多個 5G CAM 跨境走廊，並陸續推出七項「Horizon 2020 地平線計畫」，進行大規模 5G 運輸試驗。 ● 直至 2021 年 3 月為止，歐盟整體試驗數量共 209 次，試驗頻段以 3.6 GHz 頻段為主，比重達 69%，而 26 GHz 頻段亦開始受到關注，並已有 24 個成員國提供 5G 商用服務。 ● 5G 專網計畫（FUDGE-5G）自 2020 年 9 月啟動，旨在發展服務導向架構以實現 5G 專網原生雲，並建立雲端平臺

	連結應用控制端與使用端，本計畫將促進 5G 專網佈建及達成創新服務的目標，現規劃 5G 專網應用為多媒體群播傳輸、公共安全與急難救助、5G 虛擬醫院、工業 4.0 園區及智慧校園。
案例介紹	● 智慧道路跨境計畫（5G-CARMEN）旨在使用 5G 技術改善自動駕駛服務，以 5G 連網實現高速有效且安全的道路行駛。在 5GPPP 與歐盟支持下，包含汽車製造商、電信業者、資訊科技公司、設備供應商等跨國企業共同合作，並整合 LTE、5G、C-V2X 等技術，依照自動駕駛所需之不同功能進行技術切換，以滿足數據傳輸速度與最適網路涵蓋範圍。 ● 汽車零組件製造商德國 Bosch 於 2019 年取得 3.7-3.8GHz 頻段執照，於 2020 年導入 5G 企業專網，其與 NOKIA 合作佈建 5G 小型基地臺，並與 Ericsson、ABB 合作試驗 5G 連網的工業 4.0。

資料來源：本研究彙整。

第三節 美國

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission, FCC）於 2018 年 9 月發布「5G Fast 計畫（5G Fast Plan）[405]」，加速 5G 網路佈建及促進相關投資。近期規劃為 2020 年 FCC 發布的「美國的 5G 未來（America's 5G Future）[406]」，政策核心為頻譜釋出、提升基礎建設政策、更新過時法規、以及以 5G Open RAN 和創新區為首的其他行動[407]。不同於日本與韓國規劃 5G 推動策略或指導方針，FCC 多採取修正現有法規及澄清現有法規於 5G 相關建設之作法。

1. 提升基礎建設政策

為鼓勵 5G 網路投資，FCC 持續檢視與更新基礎設施相關政策，於 2020 年 9 月透過聲明性裁決澄清頻譜法（Spectrum Act）第 6409（a）項的相關審查事項，以簡化州和地方政府對修改現有結構上的無線傳輸設備所請求之審查，FCC 於 2014 年通過並實施相關規定。依據該法，在不改變建築物結構的前提下，州或地方政府應於 60 天內批准任何針對現有結構之修改請求[408]。

FCC 透過本次裁決明確定義頻譜法第（6409a）項中的 60 天審查開始時間，同時將請求範圍明確化，內容包含增加高度、追加機櫃以及對潛在性因素與美學影響之審核。另外申明，當各方已簽署協議備忘錄以減輕對歷史性財產的影響時，則無須再提交環境評估[409]。

除此之外，FCC 放寬 5G 基礎設施設置，規定於 2020 年 11 月 3 日正式允許在電塔邊界外 30 英尺處挖掘和部署設備且不需額外審查，以求最大化減少各地網路部署障礙[410]。

2. 農村地區 5G 基金制度的設立

為促進農村等非都市地區的 5G 網路佈建，FCC 於 2020 年 10 月設立美國農村 5G 基金（5G Fund for Rural America），透過反向拍賣的方式補助，採 10 年一期編列 90 億美元（約新臺幣 2.66 千億元）[411]預算，預計於拍賣第一階段提供 80 億美元（約新臺幣 2.36 千億元）資金，其中 6.8 億（約新臺幣 201.13 億元）將用於部落地區 5G 佈署；於第二階段提供至少 10 億美元（約新臺幣 295.78 億

[405] FCC. (2018). The FCC's 5G Fast Plan. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fccs-5g-fast-plan (Jul. 21, 2021)
[406] FCC. (n.d.). n. d. America's 5G Future. Retrieved from https://www.fcc.gov/5G (Jul. 21, 2021)
[407] FCC. (n.d.). America's 5G Future. Retrieved from https://www.fcc.gov/5G (Jul. 21, 2021)
[408] FCC. (2020). FCC FACILITATES WIRELESS INFRASTRUCTURE UPGRADES FOR 5G DEPLOYMENT. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-364815A1.pdf (Jul. 21, 2021)
[409] FCC. (2020). FCC FACILITATES WIRELESS INFRASTRUCTURE UPGRADES FOR 5G DEPLOYMENT. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-364815A1.pdf (Jul. 21, 2021)
[410] FCC. (2020). FCC 20-153. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-153A1.pdf (Jul. 21, 2021)
[411] 外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料，以 2020 年年平均美元：新台幣＝1：29.578 計算。檢自 https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

元）用於促進精準農業技術採用的部署。設立基金的同時，也針對 5G 基金得標者課予 5G 網路建設義務，要求得標者需提供最少 35/3 Mbps 速度的 5G 行動寬頻網路，並且需在取得執照後的第三年達到期中部署，於第六年年底完成部署[412]。

3. One-Touch Make-Ready

「One-Touch Make-Ready（以下簡稱 OTMR）」為美國加速電線桿用於寬頻、5G 網路部屬之政策，鑑於 5G 網路需要依賴大量 Small Cell 與有線回傳網路（Wireline Backhaul）佈建，FCC 認為使用電線桿（Utility Poles）佈建 5G 網路，有助於提升 5G 無線網路的佈建速度，同時電線桿的可用性也要求須快速、可預測、安全且可負擔[413]。FCC 以更新相關網際網路設備連結到電線桿的管理規則為方針，以達降低成本並加快 5G 骨幹網路佈署之目的。

FCC 於 2018 年 8 月 2 日更新電線桿部署的管理規則，規定可以移動已附加在電線桿上的既有物，並對其進行其他必須作業，使電線桿可附加新的網路設備[414]；於 2019 年 5 月 20 日再次更新，更新事項為：

（1） 允許新的連接器於通訊空間中的電線桿上做電纜連接時採用 OTMR「簡單準備就緒（Simple make-ready）」方式。據 FCC 定義，「簡單準備就緒」為電線桿通信空間中的現有附件可以在沒有任何合理預期服務中斷或設施損壞的情況下轉移，並且不需要拼接任何現有的通信附件或重新定位現有的無線附件[415]。惟在 OTMR 過程中需建立保障措施，以促進各方之間的協調，並確保新的附件安全可靠地執行工作。[416]

（2） 對其他風險較大的新附件保留多方流程，同時進行一些修改以加快部署。

（3） 允許連接者無需事先尋求公用事業公司的批准即可「過度綁紮（Overlash）」現有電線，同時允許公用事業公司要求合理提前通知過度綁紮。據 FCC 定義，「過度綁紮」為將一個現有的連接器，用於覆蓋電線桿上的現有電線，或者對於已獲得許可的第三方之現有附件進行覆蓋[417]。

4. 美國就業計畫改善偏鄉地區寬頻網路基礎設施

美國白宮因應新冠疫情提出美國就業計畫（FACT SHEET: The American Jobs Plan），計畫中援引 1936 年的鄉村電力法案（Rural Electrification Act）進行大規

412 FCC. (2020). FCC ESTABLISHES 5G FUND FOR RURAL AMERICA. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-367778A1.pdf (Jul. 28, 2021)

413 資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及 其機制分析委託研究採購案」 期末報告財。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

414 資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及 其機制分析委託研究採購案」 期末報告財。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

415 FCC. (2018). Accelerating Wireline Broadband Deployment by Removing Barriers to Infrastructure Investment. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-352544A1.pdf (Jul. 21, 2021)

416 FCC. (2019). WIRELINE COMPETITION BUREAU ANNOUNCES EFFECTIVE DATE OF ORDER INSTITUTING “ONE-TOUCH-MAKE-READY” REGIME FOR POLE ATTACHMENTS. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-445A1.pdf (Jul. 21, 2021)

417 FCC. (2018). SMALL ENTITY COMPLIANCE GUIDE. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-18-1313A1.pdf (Jul. 21, 2021)

模投資以利電力普及至偏鄉地區。現今寬頻網路資源的重要性如同 1930 年代的電力資源，偏鄉寬頻網路資源的缺乏將導致就業問題，且無法滿足教育、醫療與獲取資訊等基本生活需求。因此，本計畫投入 1,000 億美元（約為新臺幣 2 兆 7,782 億元）[418]於寬頻網路的基礎建設，以建置 100%涵蓋率的高速寬頻網路基礎設施，促進公開透明的競爭環境，以及降低寬頻網路的使用成本[419]。

（二）執行情形

前文法規修正，目前尚未查到最新執行情形，有待持續追蹤。

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 5G 網路共建

美國目前尚無 5G 網路共建相關政策，也無相關案例，有待後續追蹤。

2. 5G 網路漫遊

FCC 於 2011 年 4 月通過規定，其得要求提供商業行動無線電服務（Commercial Mobile Radio Service, CMRS）業者按照商業上合理的條款和條件提供數據漫遊，如發生糾紛，業者可依據委員會規則（the Commission's rules）第 1 和 2 條提出聲明性裁決，或者提出正式或非正式的投訴。糾紛以個案的方式解決，同時 FCC 將會視情況要求雙方提供最佳與最終提議；FCC 於 2017 年 12 月通過執行命令（Declaratory Ruling）和報告與命令（Report and Order），將行動網路存取服務（Mobile Broadband Internet Access Service, MBIAS）納入商業行動服務範疇[420]。

然而目前 5G 網路漫遊的相關服務與案例並不多，日前 Verizon 於 2020 年 8 月 3 日宣布開啟 5G 國際網路漫遊服務，凡使用 Verizon 提供之服務的消費者可於韓國境內透過 3.5GHz 頻段使用 5G 服務。據測試，平均速度為下行 252 Mbps 和上行 119 Mbps，Verizon 宣稱其為美國第一家開啟 5G 國際網路漫遊服務之業者[421]。另 AT&T 於 2020 年 9 月 14 日宣布開啟於日本的 5G 國際網路漫遊服務，使用 AT&T 服務之消費者可於日本境內使用 NTT DOCOMO 集團的 5G 網路服務[422]。

---

418 透過中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，美元兌新臺幣匯率為 27.782。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf (110 年 11 月 15 日)

419 THE WHITE HOUSE. (2021). FACT SHEET: The American Jobs Plan. Retrieved from https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/31/fact-sheet-the-american-jobs-plan/ (Nov 15, 2021)

420 FCC. (2019). Roaming for Mobile Wireless Services. Retrieved from https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/competition-infrastructure-policy-division/roaming-mobile-wireless (Jul. 22, 2021)

421 Verizon. (2020). Verizon is the first US wireless network to secure 5G global roaming service. Retrieved from https://www.verizon.com/about/news/verizon-customers-5g-global (Jul. 22, 2021)

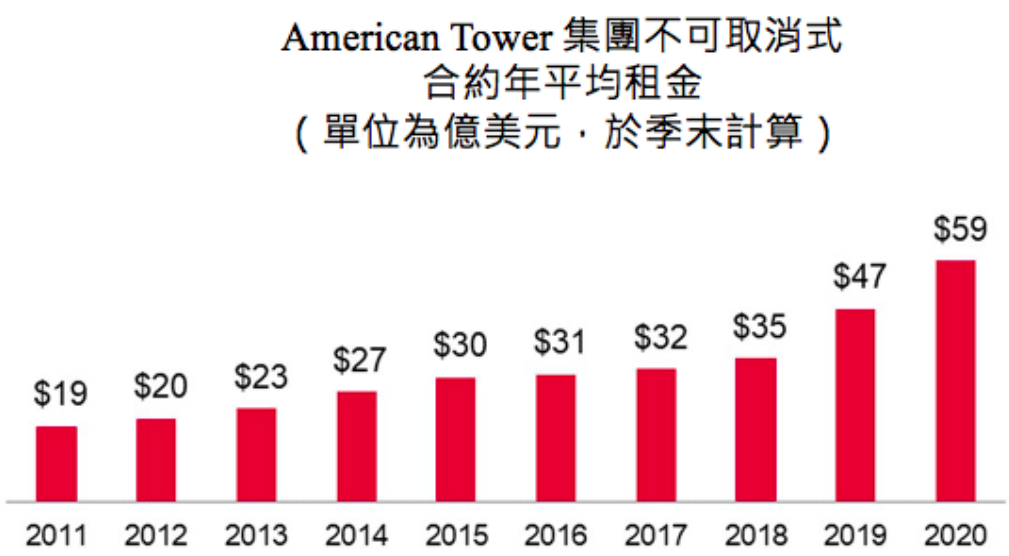
422 AT&T. (2020). AT&T Enables 5G Roaming for U.S. Customers in Japan. Retrieved from https://about.att.com/story/2020/5g_roaming.html (Jul. 22, 2021)

3. 5G 網路共用

美國雖無相關促進 5G 網路共用之法規與政策，但美國國內可見電塔共用之商業模式，其中以 American tower 集團最具代表性。

American tower 集團從他人手上租借土地，並在土地上建造電塔，保有電塔的所有權，並將電塔上的天線設備、微波反射器、同軸電纜等部位或空間租賃與他人，一個電塔約可租給 4 至 5 位不同的客戶。租金依據電塔租賃的部位、電塔租賃範圍之垂直平方英尺或傳輸設備與回程網路方案施加於塔上的重量計算，而美國地區的年平均自動調整租金多為 3%，American tower 集團也提供年平均租金供客戶參考（圖 4.3.1）。

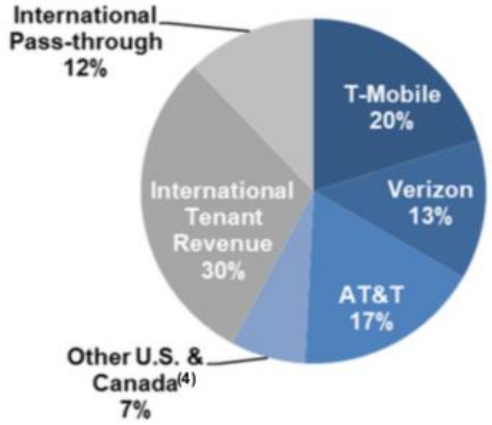
American tower 集團將電塔租賃設定為長期租賃，合約期間通常為 5 至 10 年，可用多種不同的方案續約[423]。美國三大電信業者 AT&T、T-Mobile 以及 Verizon 皆為該商業模式的主要客戶，據 American Tower 集團統計 2021 年第一季電塔租賃收益，T-Mobile 便占其中 20%，Verizon 為 13%，AT&T 則為 17%。該業務亦拓展至海外，國際市場收益占整體電塔租賃收益 30%（圖 4.3.2）。



資料來源：America Tower (2020). Introduction to the Tower Industry and American Tower. Retrieved from https://bit.ly/2Wm0O5W (Jul. 23, 2021)

圖 4.3.1　American Tower 集團年平均租金

[423] America Tower (2020). Introduction to the Tower Industry and American Tower. Retrieved from https://bit.ly/2Wm0O5W (Jul. 23, 2021)



資料來源：America Tower (2021). American Tower Financial & Operational Update. Retrieved from https://bit.ly/3gZ1Tde (Jul. 23, 2021)

圖 4.3.2　2021 年第一季 American Tower 集團電塔租賃事業收益比例

4. MVNO

MVNO 雖於美國發展蓬勃，然目前美國尚無直接針對 MVNO 業者之法規與政策，僅 FCC 於 2015 年的「行動無線通訊競爭報告（Mobile Wireless Competition Report）」將 MVNO 和轉售者（Reseller）歸於同一類，指其業務定義為無自建的網路設備，轉而透過向其他業者購買或租用基礎設備之方式，提供消費者無線網路服務[424]。而 FCC 也針對無線通訊服務於 1996 年表示其看法，認為市場機制將會有效促進無線通訊服務發展，因此 FCC 應站在不擬定、不需要規範之立場[425]。

（二）對 5G 頻率交易及轉讓考量及市場影響評估

FCC 將頻譜的次級市場視為減少監管障礙以及促進頻譜有效使用之手段。FCC 於 2000 年發表政策聲明文件（FCC 00-401）[426]，定下促進無線電頻譜有效使用的原則，以便執照持有者出售和租賃使用頻譜，使頻譜使用權可以更輕易地轉移到更新、更高價值的用途。2003 年，FCC 通過 FCC 03-113 文件[427]，其中制定了新的政策和程式，希望透過頻譜租賃促進頻譜資源使用效率，也簡化執照核配的批准程式和控制權轉移程式。2004 年，FCC 將頻譜租賃的可用性擴展到更多無線服務和設備，致力消除次級市場發展的障礙；2005 年，FCC 宣佈更改通用執照系統（Universal Licensing System, ULS）以實施 FCC 的無線執照核配和轉讓的即時批准程式[428]。

---

424 FCC. (2015). 18th Mobile Wireless Competition Report. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/18th-mobile-wireless-competition-report report&usg=AOvVaw0YA92gYJWVW3rdiLALrTeT (Jul. 28, 2021)

425 FCC. (1996). 1 SECOND REPORT AND ORDER AND TIDRD NOTICE OF PROPOSED RULEMAKING. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-96-284A1.pdf(Jul. 28, 2021)

426 FCC. (2000). Principles for Promoting the Efficient Use of Spectrum by Encouraging the Development of Secondary Markets. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/principles-promoting-efficient-use-spectrum-encouraging (Aug. 16, 2021)

427FCC. (2000) FCC 03-113. Retrieved from file:///C:/Users/d34344/Downloads/FCC-03-113A1.pdf (Aug. 16, 2021)

428財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及 其機制分析委託研究採

FCC 規定，持有「獨家使用許可」（Exclusive Use）的執照持有人可以使用兩種不同的方式向協力廠商租賃頻譜：

1.頻譜管理者出租（Spectrum Manager Lease）

執照持有人同時保留對租賃頻譜的法律控制和實質控制權，而其又可依租賃年限分為兩類（租賃年限皆不得超過執照當初規定的年限）：

●**短期租賃**：個別或合併租期之總出租期程為一年以內

●**長期租賃**：個別或合併租期之總出租期程超過一年[429]

租賃期限不能超過許可授權期限，但允許執照持有人更新執照時延長。如雙方同意協議，承租人可簽訂合約進行頻譜管理者出租。同時，FCC 規定頻譜管理者出租不得以另一種出租方式－實質轉讓出租進行轉租（Sublease Arrangements）[430]，實質轉讓出租於轉租下文詳述。

2.實質轉讓出租（De Facto Transfer Leases）

執照持有人僅保留法律上對執照的控制權，同時在租賃時間內將租賃頻譜的實質控制權和相關權利轉讓給頻譜承租人，而其又可依租賃年限分為兩類（租賃年限皆不得超過執照當初規定的年限）：

●**短期租賃**：個別或合併租期之總出租期程為一年以內

●**長期租賃**：個別或合併租期之總出租期程超過一年[431]

同頻譜管理者出租，租賃期限不能超過許可授權期限，但允許執照持有人更新執照時延長。同時規定在未獲 FCC 批准前，承租人不得使用實質轉讓出租申請中列出的頻譜，並規定承租人必須提交相關表格以獲得其到期日或之前延長其租賃期限之許可。與頻譜管理者出租不同，在雙方同意之下，長期實質轉讓出租可以頻譜管理者出租或是實質轉讓出租之形式進行轉租，然而短期實質轉讓出租不得進行轉租[432]。

針對頻譜轉租和頻譜執照私有公共化，FCC 定義如下：

3.轉租（Sublease Arrangements）

若執照持有人已同意該轉租協議，則承租人即可進行頻譜轉租的安排。而使用實質轉讓出租方式的長期承租人，可以再透過頻譜管理者出租或實質轉讓出租這兩種方式再將頻譜租賃出去；相對的，使用實質轉讓出租方式的短期承租人不得再轉租頻譜予他人。

購案」 期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

[429] FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

[430] FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

[431] FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

[432] FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

4.頻譜執照私有公共化（Private Commons Arrangement）

執照持有人、承租人或是轉租者，得將頻譜提供給採用先進通信技術，不涉及終端到終端物理網路基礎設施協力廠商使用權的執照持有人、承租人或是轉租者。執照持有人、承租人或轉租者必須擔任頻譜執照私有公共化（Private Commons）的管理者，並保留該頻譜的實質控制權[433]。

FCC 將上述頻譜管理者出租、頻譜管理者轉租、實質轉讓出租、實質轉讓轉租及私有公共化進行統整，並列出頻譜租賃雙方須負責完成、證明，並提交通知或申請時所需報備的責任，詳情參照附錄 12. 美國頻譜管理者、實質轉讓之出租、轉租應用目的與報備責任。

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

1. 5G 應用發展政策重點

除了頻譜釋出、提升基礎建設政策以及更新過時法規，FCC 亦積極促進 5G 技術相關開發，並於「美國的 5G 未來（America's 5G Future）」，將 5G Open RAN 和創新區納入重點政策項目。

（1）5G Open RAN

FCC 於 2020 年 9 月召開 5G Open RAN 論壇（Forum on 5G Open Radio Access Networks），邀請 5G 網路架構開發與佈署專家針對具開放、可互相操作性（interoperable）、基於標準且虛擬化的 RAN 提供傳統行動網路架構的替代方案，以及可促進產業多樣性、更高的網路安全性與更低的成本之議題進行討論[434]。

除此之外，FCC 於 2021 年 7 月 14 和 15 日透過線上直播的方式舉辦 5G Open RAN 解決方案展示會，該展示會讓固定和行動網路業者有機會直接聽取廠商的意見，與會的廠商預計最晚於 2022 年 1 月 1 日開放購買及安裝可交互性、開放式介面等符合標準的 5G 網路設備和服務[435]。

（2）創新區（Innovation Zones）

創新區為 FCC 所設計的城市規模試驗臺，由美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）之「先進無線通訊平台研究（Platforms for Advanced Wireless Research）」計畫進行管理[436]。

FCC 於 2019 年 9 月 18 日於紐約市以及鹽湖城創立兩座創新區，用於先進無線通訊與網路研究（包含 5G 網路）的大規模試驗[437]，並於 2021 年 8 月 5 日擴

[433] FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)
[434] FCC (2021). Forum on 5G Open Radio Access Networks. Retrieved from https://www.fcc.gov/news-events/events/forum-5g-virtual-radio-access-networks (Jul. 26, 2021)
[435] FCC (2021). Open RAN Solutions Showcase – Day 1. Retrieved from https://www.fcc.gov/news-events/events/2021/07/open-ran-solutions-showcase-day-1 (Jul. 26, 2021)
[436] FCC (2021). FCC TO VOTE ON DESIGNATING BOSTON AND RALEIGH AS NEWEST FCC INNOVATION ZONES. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-374073A1.pdf (Jul. 26, 2021)
[437] FCC (2019). OFFICE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY ANNOUNCES FIRST

大紐約創新區，該創新區的研發重點為超高寬頻和低延遲無線通信的緊密邊緣計算[438]。

同時，FCC 於 2021 年 7 月 15 日宣布正在規劃波士頓東北大學及羅里市北卡羅來納州立大學再設立兩個創新區，並於 8 月 5 日設立完成，波士頓創新區將協助美國國防高等研究計劃署（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）的「競技場網路仿真器（Colosseum network emulator）[439]」轉換成可供於研究界使用的共享平臺，使研究員可以利用其獨特的技術，含模擬全端通信（Full-stack communications）之功能，進一步發展人工智慧與機器學習演算法；羅里創新區則擬創建一個城市規模的平臺，專注於無人機系統新興的先進無線技術新案例，包括電信、交通、基礎設施監控、農業和公共安全[440]。

這些創新區被期望能夠為新的先進技術提供有價值的研究，例如：Open RAN 和原型網路（prototype networks）等可支援於傳統小型校園及實驗室外的 5G 技術。

2. 垂直場域

「公民無線寬頻服務 （Citizens Broadband Radio Service, CBRS）」為美國推動垂直場域發展的重要政策。FCC 基於協調民間商業用途與聯邦政府公共用途、授權頻譜與非授權頻譜，以及私人網路與公眾網路之間平衡的政策目標，於 2015 年 6 月 23 日發表 3.5GHz 頻段商業共用運作規則（Shared Commercial Operations in the 3550–3650 MHz Band），開放政府與民眾共用該段頻譜，同時將 3.5GHz 頻段定位為創新頻段，同時引入層級式的頻譜共用機制，並以拍賣的方式分配頻譜，CBRS 已於 2020 年 7 月 23 日開始拍賣，統計至 2021 年 7 月 12 日已有 228 名業者得標，且有 20,625 張執照被核發[441]。於美國有不少民間企業透過該政策，發展垂直領域相關事業與實驗。

INNOVATION ZONES FOR PROGRAM EXPERIMENTAL LICENSES. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-923A1.pdf (Jul. 26, 2021)

[438] FCC (2021). FCC FACT SHEET* Innovation Zones. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-374118A1.pdf (Jul. 26, 2021)
FCC (2021). FCC DESIGNATES NEW INNOVATION ZONES FOR ADVANCED WIRELESS TECHNOLOGY RESEARCH AND INNOVATION. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-374691A1.pdf (Aug.12, 2021)

[439] 競技場網路仿真器（Colosseum network emulator）係為一個擁有 256 個可編程軟體的無線電的無線仿真器。該仿真器可使學術、政府和行業研究人員能夠在大規模仿真環境中的無線系統中執行可擴展和可重複的實驗。資料來源：Northeastern University (2021). COLOSSEUM. Retrieved from https://www.northeastern.edu/colosseum/(Jul. 26, 2021)

[440] FCC (2021). FCC FACT SHEET* Innovation Zones. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-374118A1.pdf (Jul. 26, 2021)
FCC (2021). FCC DESIGNATES NEW INNOVATION ZONES FOR ADVANCED WIRELESS TECHNOLOGY RESEARCH AND INNOVATION. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-374691A1.pdf (Aug.12, 2021)

[441] FCC (2021). WIRELESS TELECOMMUNICATIONS BUREAU GRANTS ADDITIONAL AUCTION 105 PRIORITY ACCESS LICENSES. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-824A1.pdf. (Jul. 26, 2021)

3. 專頻

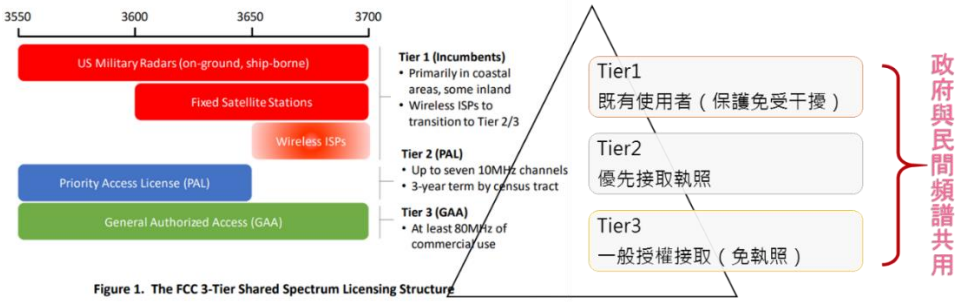
FCC 基於協調民間商業用途與聯邦政府公共用途、授權頻譜與非授權頻譜，以及私人網路與公眾網路之間平衡的政策目標，於 2015 年 6 月 23 日發表 3.5GHz 頻段商業共用運作規則，表示將開放該頻段用於 CBRS，意即使政府與一般民眾共用 3.5GHz 頻段，並將頻段分為既有使用者、優先接取執照與一般授權接取干擾三個層級，同時也將 3.5GHz 頻段定位為創新頻段。目前已於 2020 年 7 月 23 日開放一般企業競標。

- **CBRS 頻譜共用機制**

CBRS 採層級式的頻譜共用機制，將使用者與執照分成三層（圖 4.3.3）。

- **既有使用者**：第一層含 3550-3700MHz 頻段中的授權聯邦用戶、3600-3650 MHz 頻段中的固定衛星服務（空對地）地球站等，享有免受干擾之權利。
- **優先接取執照（Priority Access Licenses, PAL）**：第二層為 CBRS 機制中重點分配及拍賣的執照，FCC 將 3550-3650MHz 頻段中 PAL 指定的 70MHz 頻譜以 7 個 10MHz 通用區塊按地區核發執照，意即每個地區將有 7 個通用區塊執照可供投標，同時規定，不論時間點與地點區域，PAL 的取得設限皆為 40MHz（即 4 個 PAL），使用期限為 10 年。PAL 持有者須保護第一層既有使用者不受其干擾，同時必須接受其所帶來的電波干擾，不得要求既有使用者對其進行干擾保護，而 PAL 持有者則享有免受第三層一般授權接取干擾之權益。
- **一般授權接取干擾（General Authorized Access, GAA）**：第三層使用者不需申請執照，可於整個 3550-3700 MHz 頻段內運行，惟 GAA 於頻段使用上不得干擾第一層既有使用者和第二層優先接取執照持有者，同時須接受兩者的干擾，不得要求兩者對其進行干擾保護[442]。

相關的頻率指配由頻譜接取系統（Spectrum Access System, SAS）完成，SAS 詳細說明如附錄 7. 美國 3.5GHz 共用頻譜執照架構。



資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及 其機制分析委託研究採購案」 期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

圖 4.3.3　美國頻譜共用機制 CBRS 概念圖

[442] FCC (2020). 3.5 GHz Band Overview. Retrieved from https://www.fcc.gov/35-ghz-band-overview. (Jul. 26, 2021)

- **PAL 二次交易**

CBRS 機制允許 PAL 執照持有者劃分他們的執照，且可透過「頻譜管理者出租」之方式部分轉讓或租賃給他人，同時可以透過「簡易租賃程序（light-touch leasing procedure）」，申請與報告頻譜轉讓或租賃，承租人需預先向 FCC 證明自己符合非租賃特定資格（non-lease-specific eligibility）及相關的租賃資格標準，而 PAL 執照持有者則需通知 SAS 管理員其相關的租約安排以及承租人。SAS 系統管理員將審查雙方的資格要求等事項，經認定後，承租人即可行使其和名下的租賃頻譜使用權，而之後 SAS 系統管理員則需向 FCC 報告[443]。

- **CBRS 管理系統**

針對 CBRS 的管理，FCC 設立 SAS 系統以及環境感知能力（Environmental Sensing Capability, ESC）系統以管理和促進 CBRS 的使用，ESC 系統負責檢測 3.5 GHz 頻段內以及附近的聯邦頻率使用狀況，並將狀況傳輸給 SAS。而 SAS 系統則負責授權 PAL 和 GAA 操作與審視和批准 ESC 的訊息，而在 Auction 105 後，SAS 更負責 PAL 執照持有人頻譜分配，指配以同一 PAL 執照持有人於地理上之連續頻譜和將同一 PAL 執照持有人持有的多個頻道分配給同一許可區域內的連續頻率為準則。

SAS 系統管理員被規定除經授權不得向大眾透露公民無線寬頻裝置（Citizens Broadband Radio Device）之註冊數據，同時須向大眾提供任何可公布且大眾可能感興趣的總頻譜使用數據。同時需應對 3600-3700MHz 頻段固定衛星服務地球電臺持有者的干擾投訴[444]。

截至 2021 年 7 月 12 日已有 228 名業者得標，且已核發 20,625 張執照。

（二）案例介紹

1. 垂直場域

AT&T 於 2019 年 6 月宣布與韓國三星合作，於三星奧斯丁半導體公司（Samsung Austin Semiconductor）5G 創新園區（5G Innovation Zone），旨在研發可應用於提高製造業的生產效能、安全性、保全、作業執行之 5G 技術，而目前也正針對 5G 健康與環境感測器、5G 自動物料搬運系統、5G 工業用物聯網與機器人、5G 混合現實（Mixed Reality, MR）技術員工訓練進行示範與測試[445]。

2. 專網

CBRS 方面除了政府擬定機制，美國民間也自組 OnGo 聯盟（OnGo Alliance）[446]，以推動 CBRS 頻譜共用解決方案的開發與商業化。其中，Federated wireless

[443] FCC (2020). 3.5 GHz Band Overview. Retrieved from https://www.fcc.gov/35-ghz-band-overview. (Jul. 26, 2021)
[444] FCC (2020). 3.5 GHz Band Overview. Retrieved from https://www.fcc.gov/35-ghz-band-overview. (Jul. 26, 2021)
[445] AT&T (2019). AT&T and Samsung Bring 5G to Life for the Manufacturing. Retrieved from https://about.att.com/innovationblog/2019/06/5g_innovation_zone.html. (Jul. 26, 2021)
[446] OnGo Alliance 的本名為 CRBS Alliance，於 2021 年 1 月 11 日宣布改名。資料來源：OnGo Alliance (2021). CBRS Alliance Rebrands to OnGo Alliance To Support Global Shared Spectrum Initiatives. Retrieved from https://www.businesswire.com/news/home/20210111005194/en/CBRS-Alliance-Rebrands-to-OnGo-Alliance-To-Support-Global-Shared-Spectrum-Initiatives. (Jul. 28, 2021)

宣布同亞馬遜網路服務公司、思科系統、Capstone 公司等企業與美國國防部合作，於喬治亞州奧爾巴尼的海軍陸戰隊後勤基地部署 5G 專用網路，完成 5G 智慧倉庫建置。Federated Wireless 表示該 5G 智慧倉庫的原型為 5G 終端對終端平臺和測試環境，採用 Open RAN、vRAN、5G 虛擬化核網（Virtualized 5G packet core）與行動邊緣計算技術，同時也將支援 5G 智慧倉庫用例，含倉庫機器人、條碼掃描、全像式、擴增式與 VR 應用程序[447]。

（三）政策執行狀況與檢討

雖未見 FCC 等美國政府針對 5G 應用相關政策進行檢討，然國際產學界相當看好及關注 CRBS 制度，全球市場情報及顧問公司 SNS Telecom & IT 於 2020 年 12 月 1 日發布「以 LTE 與 5G NR 為基礎的 CBRS 網路：2020-2030 年的機會、挑戰、策略與預估（LTE & 5G NR-Based CBRS Networks: 2020 – 2030 – Opportunities, Challenges, Strategies & Forecasts）[448]」，指出 CBRS 整體市場未受太多 Coivd-19 疫情影響，預估 2020 年底相關投資將超過 3 億美元（約新臺幣 88.73 億元[449]）。同時，隨著越來越多 CBRS 的終端設備的出現，SNS Telecom & IT 預估 2020-2023 年間 CBRS 將以 52%的年均複合成長率成長，年支出到 2023 年間則將超過 10 億美元（約新臺幣 295.78 億元）。另 SNS Telecom & IT 也預估 CBRS 頻段的 5G NR 將於 2021 年初步推出，運用於工業 IoT 及其他對流通量、延遲、可信賴性、可用性、連接密度等有高度要求的應用場景。國際電信與網路市場研究公司 Dell'Oro Group 亦於 2021 年 2 月 12 日發布新聞稿，預估 2020-2025 年間 CBRS RAN 投資將會占全球 RAN 投資 1%，2020-2025 年間 CBRS 總收入將增長 3 倍以上，然而，Dell'Oro Group 亦指出現階段 CBRS 部分驅動佈署速度不如預期之問題[450]。

四、小結

美國「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」及「5G 應用發展政策」簡要如表 4.3.1 至表 4.3.3。

---

[447] OnGo Alliance (2021). OnGo Forward – CBRS, 5G and Beyond 2021. Retrieved from https://ongoalliance.org/resource/ongo-forward-cbrs-5g-and-beyond-2021/ (Jul. 28, 2021)
Federated wireless (2021). Bringing Private 5G To Life. Retrieved from https://www.federatedwireless.com/bringing-private-5g-to-life// (Jul. 28, 2021)

[448] SNS Telecom & IT. (2020). CBRS RAN infrastructure a $1 Billion opportunity, says SNS Telecom & IT. Retrieved from https://www.snstelecom.com/CBRS-RAN-infrastructure-a-1-Billion-opportunity. (Nov. 17, 2021)

[449] 外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率日資料，以 2020 年年平均美元：新台幣＝1：29.578 計算。檢自 https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

[450] Dell'Oro Group.(2021). Total CBRS RAN Investments to Approach $2 B, According to Dell'Oro Group. Retrieved from https://www.delloro.com/news/total-cbrs-ran-investments-to-approach-2-b/.(Nov. 17, 2021)

表 4.3.1　美國 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	美國 FCC 於 2018 年 9 月發布「5G Fast 計畫（5G Fast Plan）」、於 2020 年發布「美國的 5G 未來（America's 5G Future）」，推動頻譜釋出、5G Open RAN 和創新區、提升基礎建設政策及更新過時法規，而實際措施包含檢視與更新基礎設施相關政策、設立農村地區 5G 基金制度及推動「One-Touch Make-Ready（OTMR）」以加速電線桿用於寬頻、5G 網路佈建。

資料來源：本研究彙整。

表 4.3.2　美國 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	美國 American tower 集團租地建造電塔，並將電塔上的天線設備、微波反射器、同軸電纜等部位或空間租賃與他人，一個電塔約可租給 4 至 5 位不同的客戶，契約期間通常為 5 至 10 年並可續約，AT&T、T-Mobile 以及 Verizon 皆為主要客戶。
網路漫遊	FCC 得要求提供商業行動無線電服務（CMRS）業者按照商業上合理的條款和條件提供數據漫遊，並將行動網路存取服務（MBIAS）納入商業行動服務範疇。Verizon 於 2020 年宣布開啟 5G 國際網路漫遊服務，AT&T 同年宣布開啟於日本的 5G 國際網路漫遊服務。
MVNO	美國尚無直接針對 MVNO 業者之法規與政策，僅於 2015 年「行動無線通訊競爭報告」將 MVNO 和轉售者歸於同一類。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	FCC 於 2005 年宣布更改通用執照系統（ULS）以實施無線執照核配和轉讓的即時批准程式，並規定持有「獨家使用許可」的執照持有人可以使用兩種不同方式（頻譜管理者出租及實質轉讓出租）向協力廠商租賃頻譜。

資料來源：本研究彙整。

表 4.3.3　美國 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● 「美國的 5G 未來」將 5G Open RAN 和創新區納入重點政策項目： – **5G Open RAN**：FCC 於 2020 年 9 月召開 5G Open RAN 論壇，邀請 5G 網路架構開發與佈署專家針對具開放、可互相操作性、基於標準且虛擬化的 RAN 提供傳統行動網路架構的替代方案，以及可促進產業多樣性、更高的網路安全性與更低的成本之議題

	進行討論，此外，FCC 於 2021 年 7 月線上直播 5G Open RAN 解決方案展示會，以直接聽取廠商的意見。 – **創新區：**為 FCC 所設計的城市規模試驗臺，紐約市及鹽湖城創新區用於先進無線通訊與網路研究（包含 5G 網路）的大規模試驗，波士頓創新區將協助美國國防高等研究計劃署（DARPA）的「競技場網路仿真器」轉換成可供於研究界使用的共享平臺。 ● 透過「公民無線寬頻服務 （CBRS）」推動垂直場域發展，使政府與一般民眾共用 3.5GHz 頻段，並將頻段分為既有使用者、優先接取執照與一般授權接取干擾三個層級，而 3.5GHz 頻段即為創新頻段。
案例介紹	● AT&T 與韓國三星合作，於 5G 創新園區研發可應用於提高製造業的生產效能、安全性、保全、作業執行之 5G 技術，並正針對 5G 健康與環境感測器、5G 自動物料搬運系統、5G 工業用物聯網與機器人、5G 混合現實（MR）技術員工訓練進行示範與測試。 ● OnGo 聯盟（OnGo Alliance）推動 CBRS 頻譜共用解決方案的開發與商業化，Federated wireless 宣布同亞馬遜網路服務公司、思科系統、Capstone 公司等企業與美國國防部合作，部署 5G 專用網路以建置 5G 智慧倉庫。

資料來源：本研究彙整。

第四節 加拿大

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

1.《CRTC 2021-130 電信監管政策》

加拿大廣播電視及通訊委員會（Canadian Radio-television and Telecommunications, CRTC）於 2021 年 4 月 15 日公告 CRTC 2021-130 電信監管政策（Telecom Regulatory Policy CRTC 2021-130）[451]，表明 CRTC 行使《電信法》職權制定與執行監管措施時，應考量促進電信市場競爭、價格的可負擔性、消費者利益與創新應用等面向，以符合行動無線服務的政策方向，此政策方向包含：

（1） 在加拿大所有區域（包含農村與偏鄉地區）提供可負擔的合理價格之高品質電信服務；
（2） 鼓勵各式競爭與投資，對於持續技術創新與服務產品投資提供幫助；
（3） 加強消費者權利保護，並審酌具市場支配力之電信經營者其服務提供價格是否符合消費者可負擔性；
（4） 減少新進業者、區域性業者與非屬現有國家服務提供者（incumbent national carriers）的市場進入壁壘（barriers to entry into the market）。

2.《全民高速連接：加拿大連接策略》

加拿大創新科學經濟發展部（Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED）於 2019 年發布《全民高速連接：加拿大連接策略（High-Speed Access for All: Canada's Connectivity Strategy）》[452]，旨在改善農村地區網路涵蓋率，藉由穩定且高速率的網路服務，平衡城鄉發展與促進產業數位轉型，提升全民網路體驗，ISED 於此訂立三大策略：

（1） 全民高速網路；
（2） 有效且大力投資；
（3） 合作共進。

ISED 以實現全民達到下行 50Mbps、上行 10Mbps 網路速率為首要目標，預期 2021 年底達 90%、2026 年達 95%，並於 2030 年實現全民高速網路；建置高速網路將以學校、圖書館、醫院或地方政府等主要機構為優先，增強其健康和教育系統能力並提升政府服務品質；將 5G 技術如智慧農業與遠距醫療應用列為未來重點發展目標。

考量加拿大境內地理環境差異甚大，不同地區將發展相應合適的網路技術，改善日常與工作使用及高速公路與主要幹道的網路體驗；基礎設施建設與電信策略制定將和民間合作夥伴協調互補，藉整體性的合作計畫使資源得以妥善利用、發揮有限頻譜資源價值。ISED 亦將重新審查現有通訊規範，經由透明且公開的

[451] CRTC. (2021). Telecom Regulatory Policy CRTC 2021-130. Retrieved from https://crtc.gc.ca/eng/archive/2021/2021-130.pdf (Jun. 30, 2021)
[452] ISED. (2019). High-Speed Access for All: Canada's Connectivity Strategy. Retrieved from https://crtc.gc.ca/eng/archive/2021/2021-130.pdf (Jul. 25, 2021)

諮詢蒐集各方建議，以符合公眾利益之方式增修網路共享框架及基礎設施投資鼓勵政策。

3.《加拿大數位營運戰略計畫 2021-2024》

數位營運戰略計畫（Digital Operations Strategic Plan, DOSP）為加拿大政府轉型下一代數位化政府所推行的計畫，旨在利用政府部門間資訊共享提供更靈活、更準確的政府服務。DOSP 主要戰略目標為以下四點：

（1） **現代化數位政府：**使政府主要服務易於使用、維護及提高資訊安全保護；
（2） **改善政府服務：**使個人或企業信賴政府，並提供及時可信賴且易於使用的服務；
（3） **企業化經營：**以數據驅動決策（Data Driven）提高效率、減少重複勞動並降低營運成本；
（4） **改革機構：**藉由多方合作實現數位、現代與多樣性，提供更好的公共服務。

DOSP 自 2018 年執行以來，已實施 78 個行動計畫，已完成其中 43 個階段性計畫，剩餘 35 個計畫仍持續執行中。加拿大國庫委員會秘書處（Treasury Board of Canada Secretariat, TBS）於 2021 年蒐集有關《加拿大數位營運戰略計畫 2018-2022》施行成果之反饋意見，針對計畫關鍵政策、戰略目標等進行滾動式修正，以期提供更合乎人民需求的服務內容，TBS 列舉 DOSP 現階段優先事項如下：

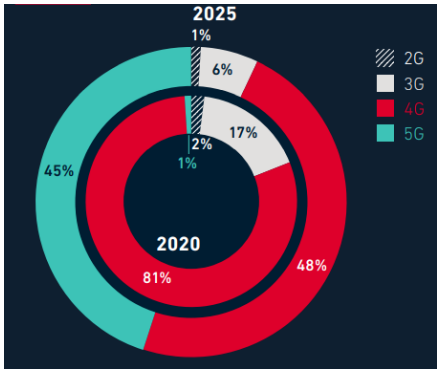
（1） 投資政府使用的 IT 系統、網路與基礎設施，提供易用、現代且安全的政府運作；
（2） 將用戶體驗列為開發與提供服務時之首要考量，必須具備易用性、包容性與安全性並尊重隱私保護與官方語言選擇；
（3） 改進數據驅動決策；
（4） 將政府擁有資訊與數據列為戰略資產，加以活用並創造最大公眾利益價值；
（5） 資金採購現代化；
（6） 行政需符合人本與永續環境之考量。

（二）執行情形

加拿大 5G 佈署受到嚴重特殊傳染性肺炎（Covid-19）疫情影響而延宕，2019 年完成釋照作業之 600MHz 頻段仍未完成頻譜清理，原定於 2020 年拍賣之 3500MHz 頻段亦延至 2021 年 6 月展開競價程序。

目前加拿大網路經營者沿用現有的 4G 核心網路，以 5G 非獨立組網（Non-standalone, NSA）架構建置 5G 網路，隨著國際標準的底定與相關商用設備的推出，將逐步佈建 5G 獨立組網（Standalone, SA）架構，預計於 2022 年聚焦發展 5G SA。

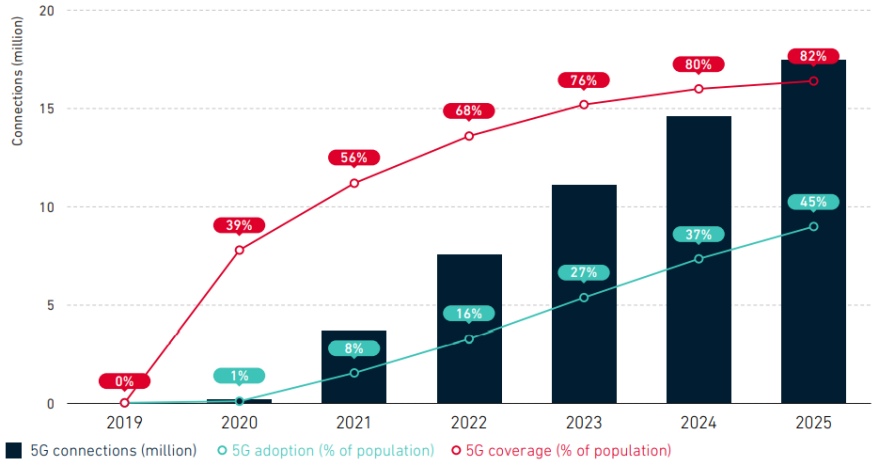
2020 年 5G 僅占加拿大商用網路服務之 1%，當中以 4G 占 81%為最高，3G 占 17%次之，全球行動通訊系統協會（Groupe Speciale Mobile Association, GSMA）預測加拿大 5G 服務將於 2021 年至 2025 年間迅速發展，2025 年屆時將成長至加拿大商用網路服務之 45%（圖 4.4.1）。



資料來源：GSMA (2020). 5G and economic growth: an assessment of GDP impacts in Canada (p.9). Retrieved from https://data.gsmaintelligence.com/research/research/research-2020/5g-and-economic-growth-an-assessment-of-gdp-impacts-in-canada (June 29, 2021)

圖 4.4.1　加拿大 2020 年與 2025 年（預測）網路採行技術占比

2020 年 5G 網路涵蓋率為 39%，連接數未達 1,000 萬，預測於 2025 年 5G 網路涵蓋率達到 82%，連接數將逾 1 億 5,000 萬（圖 4.4.2）。



資料來源：GSMA (2020). 5G and economic growth: an assessment of GDP impacts in Canada (p.9). Retrieved from https://data.gsmaintelligence.com/research/research/research-2020/5g-and-economic-growth-an-assessment-of-gdp-impacts-in-canada (Jun. 29, 2021)

圖 4.4.2　加拿大 2019 年至 2025 年（預測）5G 之連接數、採行率與網路涵蓋率

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 5G 網路共建

ISED 於 2014 年公布《無線電與廣播天線系統（Radiocommunication and Broadcasting Antenna Systems）》，同意業者共享現有基礎設施與天線系統，並考量現有使用情況於必要時修改或更換結構，且地方當局得展開公眾諮詢程序，對於選址與土地使用徵求意見。

2. 5G 網路漫遊

ISED 於 2013 年 3 月修訂 CPC-2-0-17 號政策，對於網路業者課與提供漫遊服務之義務。2021 年於 3500MHz 頻譜拍賣諮詢會議時，雖有多家業者提出應免

除或降低此強制規定要求，但 ISED 認為此規定係適用於所有人且無不公平之情事，目前仍建議保留此規定，惟未來審查執照許可條件諮詢時，得重新審視該商用頻譜應用情形。

3. 5G 網路共用

加拿大並未對 5G 網路共用進行限制，目前網路提供者 TELUS 與 Bell[453]即透過多營運商核心網（Multi-Operator Core Network, MOCN）模式，於加拿大大型城市如蒙特婁（Montreal）、多倫多（Toronto）、卡加利（Calgary）及溫哥華（Vancouver）等地共享 3G、4G 及 5G 的無線接取網路（Radio Access Network）基地臺端（eNodeB）設備與電源，將數據傳輸至各自的獨立核心網路（Separate Cores）。

4. MVNO

CRTC 為促進電信市場競爭與可負擔的電信價格，要求主要電信業者 Bell Mobility、Rogers、Telus 及 SaskTel 以批發價格提供 MVNO 業者使用網路服務，降低其轉售予消費者的市場價格，透過互利模式蓬勃網路發展。

MVNO 服務條款與條件的實質內容須經 CRTC 審查授權同意，實際批發價格以網路業者雙方商業談判決定，若談判失敗將由 CRTC 進行仲裁決定最終價格；MVNO 業者提供服務期間，每年皆須向 CRTC 提交年度報告。

（二）對 5G 頻率交易及轉讓考量及市場影響評估

1. 5G 頻率交易、轉讓

依據 ISED 於 2013 年公告之商用行動服務頻譜執照轉讓、分割予從屬框架（Framework Relating to Transfers, Divisions and Subordinate Licensing of Spectrum Licences for Commercial Mobile Spectrum），ISED 將審查所有申請人與其他現有或未來經營者提出的執照轉讓書面申請，決定是否同意授權轉讓，ISED 雖會對所有執照轉讓進行審查，但對於僅實現內部頻段重整等顯無影響或輕微影響的申請，將有很大概率同意授權，具體審查時將考慮以下因素：

（1）申請人及其附屬企業持有的執照總數；
（2）執照區域內可持有量的總體分布；
（3）現用或預期未來可用的技術；
（4）可替代頻譜的可用性；
（5）城市或鄉村地區的人口密度與環境現況；
（6）可能影響政策方向的因素。

加拿大針對 5G 頻段釋照皆有設置保留頻段予市占率低的網路經營者，為維護保留頻段的有效性與阻止投機行為，自保留頻段執照之經營者獲得保留頻段執照前五年內，原則上不得轉讓予未具保留頻段之競價資格的其他經營者。僅符合申請從屬執照（Subordinate Licensing）或與他經營者交換與該保留頻段等量之公開頻段兩種情形之一，經營者得以書面提出申請，經 ISED 部長審查核准，始得轉讓。

[453] 加拿大電信市場具有三大電信業者 Rogers、TELUS 及 Bell Group，2019 年度市占率分別為 32.5%、28.6%及 29.2%。ISED. (2020). Communications Monitoring Report (p.49). Retrieved from https://crtc.gc.ca/pubs/cmr2020-en.pdf (Jun. 29, 2021)

2. 其他二次利用

加拿大頻譜執照持有者，得交易、出租或出售其所受分配頻譜，惟其所為之協議必須符合該頻譜原先拍賣框架的相關規定，且此轉讓或是二次利用之協議必須事前向 ISED 提交書面申請並經核准[454]。

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

ENCQOR 5G 計畫為加拿大魁北克省（Quebec）與安大略省（Ontario）政府與 Ericsson、Ciena、Thales、IBM 及 CGI 等市場領導企業為合作夥伴，共同投資開發的 5G 技術計畫，且為加拿大實施的首個 5G 解決方案。該計畫預計與中小企業、研究中心、高等教育機構及現有電信服務提供者合作，以五年一期發展新世代數位通訊、智慧城市、智慧電網、智慧醫療、智慧教育、智慧交通與自動駕駛、媒體娛樂與物聯網等應用領域。魁北克省與安大略省政府將協助資訊與通訊產業執行合作計畫，並廣邀產學研成立相關非營利研究協會，開發創新服務與培訓數位人才。

ENCQOR 5G 主要合作夥伴有各自負責的技術發展領域，Ericsson 負責無線寬頻解決方案（wireless broadband solutions），開發網路安全、雲端計算、異質性網路管理系統（heterogeneous network management systems）與大數據分析服務，應用於 5G 技術及物聯網。

Ciena 負責有線寬頻解決方案（wired broadband solutions），建立開放式與程式化的寬頻網路，連結安大略省與魁北克省特定城市的接取點，此測試平臺將應用於用戶控制應用程式（user-controlled applications）、機器對機器的通訊（machine-to-machine communications）及 5G 技術的開發與快速佈署。

Thales 負責開發城市交通、城市安全及城市計算等智慧城市與智慧交通領域所需的演算法與應用程式，預計將應用於 ENCQOR 沿線城市與其他合作市場。

IBM 負責光子技術與高效光電工程組件的開發，將應用於數據中心、雲端服務及完善 5G 網路運行。

CGI 負責智慧電網的解決方案，透過軟體即服務（Software as a Service, SaaS）模式加強網路服務功能。

ENCQOR 5G 於 2021 年 3 月 31 日發布「2020-2021 年活動報告（ENCQOR 5G activity report）」（ENCQOR 5G，2021[455]），指出 2020 年 4 月至 2021 年 3 月間，ENCQOR 5G 已完成下列項目：

（1） 已有 565 家中小企業參與 ENCQOR 5G，運用 5G 研發解決方案，研發領域包含電信產業、智慧城市、媒體與娛樂產業以及交通與行動；

---

[454] Kris Joseph. (2018). Analysis of Canadian Wireless Spectrum Auctions: Licence Ownership and Deployment in the 700 MHz, 2500 MHz and 3500 MHz Frequency Ranges. Retrieved from https://crtc.gc.ca/eng/acrtc/prx/2018joseph.htm (Aug. 19, 2021)

[455] ENCQOR 5G. (2021). ENCQOR 5G FULFILLING A UNIQUE ROLE WITHIN THE CANADIAN 5G UNIVERSE. Retrieved from https://www.encqor.ca/wp-content/uploads/sites/2/2021/10/ENCQOR-5G-Activity-Report-2021.pdf. (Nov. 17, 2021)

（2） ENCQOR 5G 計畫將持續維持與創新 1,800 項與 Ericsson 等 5 大企業以及部分中小型企業的高難度研究案；

（3） 已與加拿大渥太華大學、卡爾頓大學、多倫多大學等 15 間學術機構合作進行相關研發；

（4） 已有 400 名學生透過實習的方式參與 ENCQOR 5G 研發項目。

（二）案例介紹

1. 垂直場域

（1）智慧物流

RoadLaunch 公司為位於安大略省的物流管理系統開發商，藉由參與 ENCQOR 5G 計畫開發的智慧物流技術，利用行動設備傳輸高畫質實時影像至數據庫分析，彙整至客戶終端的控制面板提供即時監控、自動倉儲、即時文檔與訂單管理等功能，同時結合客戶的數位錢包，實現即時結算付款。物流公司得以省去手動更新數據與管理財務的作業成本、簡化跨境交易時間，且提供托運人、運送人及合作夥伴智慧物流平臺查看數位文檔與交易紀錄，藉由整合性 5G 應用優化整體物流供應鏈，RoadLaunch 表示 95%使用過程皆採自動化作業完成[456]。

（2）智慧醫療

Marion Surgical 公司為外科手術模擬系統的製造商，將虛擬實境技術（Virtual Reality, VR）與外科手術機器人系統結合，創造擬真的手術模擬，用於外科醫生的實習受訓與醫療教育[457]。目前與加拿大國家研究委員會（National Research Council, NRC）合作開發肺動脈血栓內膜切除手術（pulmonary endarterectomy, PEA）的模擬系統[458]，利用 5G 網路低延遲與實時性，得供多用戶同時協作。

2. 企業專網

Rogers for Business 為加拿大市占率最大之電信業者 Rogers 於 2021 年 3 月 25 日推出之無線專用網路（Wireless Private Networks, WPN）解決方案，目的是為大型企業提供專用的無線網路平臺，確保資料傳輸安全性，提供低延遲與高傳輸速率的網路，供應用程式與機器設備的精密運行。製造業或採礦、石油和天然氣等公用事業之需求者得透過一個專用網路連接多個終端感應器、機器設備從事精密作業，同時該技術亦得應用於物聯網、自動駕駛與機器人[459]。Rogers for Business 為客製化 WPN 解決方案，依照客戶需求得選擇使用 4G 或 5G 網路，例如加拿大無人機製造商 Aurora Aerial 透過 Rogers for Business 提供小於 300 毫秒

[456] Medium. (2020). Streamlining shipping for land, air and sea. Retrieved from https://blog.oce-ontario.org/streamlining-shipping-for-land-air-and-sea-e1cb8ee6d89 (Jul. 25, 2021)
[457] Medium. (2020). The Next Medical Frontier — Teaching Surgery in Virtual Reality. Retrieved from https://blog.oce-ontario.org/the-next-medical-frontier-teaching-surgery-in-virtual-reality-5cb7f5c7f2 (Jul. 25, 2021)
[458] Marion surgical. (2021). SIMULATORS. Retrieved from https://www.marionsurgical.com/simulators/ (Jul. 25, 2021)
[459] Rogers. (2021). Rogers for Business First National Carrier to Launch a Managed Solution for Wireless Private Networks. Retrieved from https://about.rogers.com/news-ideas/rogers-for-business-first-national-carrier-to-launch-a-managed-solution-for-wireless-private-networks/ (Aug. 19, 2021)

延遲之 5G 網路，避免無人機於運送過程中因訊號中斷或延遲，產生路線偏差或折返，進而延長無人機飛行的距離，且得於高度超過 350 公尺處操縱無人機飛行，相較於過去電信方案提供約 800 毫秒網路延遲，大幅提升無人機的可操作性[460]，於無人機相關智慧應用如運送緊急物資、改善偏鄉醫療等拓展更大可能性。

四、小結

加拿大「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」及「5G 應用發展政策」簡要如表 4.4.1 至表 4.4.3。

表 4.4.1　加拿大 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	● 加拿大廣播電視及通訊委員會（CRTC）於 2021 年 4 月公告 CRTC 2021-130 電信監管政策，表明 CRTC 執法方向：在加拿大所有區域提供可負擔的合理價格之高品質電信服務；鼓勵各式競爭與投資；加強消費者權利保護；減少新進業者、區域性業者與非屬現有國家服務提供者市場進入壁壘。 ● 加拿大創新科學經濟發展部（ISED）於 2019 年發布《全民高速連接：加拿大連接策略》，旨在改善農村地區網路涵蓋率，藉由穩定且高速率的網路服務，平衡城鄉發展與促進產業數位轉型，提升全民網路體驗。三大策略為全民高速網路；有效且大力投資；合作共進。 ● 數位營運戰略計畫（DOSP）為加拿大政府轉型下一代數位化政府所推行的計畫，旨在利用政府部門間資訊共享提供更靈活、更準確的政府服務。本主要戰略目標為現代化數位政府、改善政府服務、企業化經營、改革機構。
執行情形	目前加拿大網路經營者沿用現有的 4G 核心網路，以 5G NSA 架構網路，預計於 2022 年聚焦發展 5G SA。

資料來源：本研究彙整。

表 4.4.2　加拿大 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	● ISED 於 2014 年公布《無線電與廣播天線系統》，同意業者共用現有基礎設施與天線系統，並考量現有使用情況於必要時修改或更換結構，且地方當局得展開公眾諮詢程序，對於選址與土地使用徵求意見。 ● 加拿大並未對 5G 網路共用進行限制，目前網路提供者 TELUS 與 Bell 即透過 MOCN，於加拿大大型城市等地共用 3G、4G 及 5G 無線接取網路基地臺端（eNodeB）設備與電源，將數據傳輸至各自的獨立核心網路。

[460]Rogers. (2021). Drone delivery takes flight with IoT network reliability. Retrieved from https://www.rogers.com/business/blog/en/drone-delivery-takes-flight-with-iot-network-reliability (Aug. 19, 2021)

網路漫遊	ISED 於 2013 年 3 月修訂 CPC-2-0-17 號政策，對於網路業者課與提供漫遊服務之義務。
MVNO	CRTC 要求主要電信業者 Bell Mobility、Rogers、Telus 及 SaskTel 以批發價格提供 MVNO 業者使用網路服務，降低其轉售予消費者的市場價格，MVNO 服務條款與條件的實質內容須經 CRTC 審查授權同意。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	● 依據 ISED 於 2013 年公告之商用行動服務頻譜執照轉讓、分割予從屬框架，ISED 將審查所有申請人與其他現有或未來經營者提出的執照轉讓書面申請，決定是否同意授權轉讓，審查將考量申請人及其附屬企業持有的執照總數；執照區域內可持有量的總體分布；現用或預期未來可用的技術；可替代頻譜的可用性；城市或鄉村地區的人口密度與環境現況；可能影響政策方向的因素。 ● 加拿大針對 5G 頻段釋照皆有設置保留頻段予市占率低的網路經營者，而自保留頻段執照之經營者獲得保留頻段執照前五年內，原則上不得轉讓予未具保留頻段之競價資格的其他經營者。 ● 加拿大頻譜執照持有者得交易、出租或出售其所受分配頻譜，惟其所為之協議必須符合該頻譜原先拍賣框架的相關規定，且必須事前向 ISED 提交書面申請並經核准。

資料來源：本研究彙整。

表 4.4.3　加拿大 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● ENCQOR 5G 計畫為加拿大魁北克省與安大略省政府與 Ericsson、Ciena、Thales、IBM 及 CGI 等市場領導企業為合作夥伴，共同投資開發的 5G 技術計畫，且為加拿大實施的首個 5G 解決方案，以五年一期發展新世代數位通訊、智慧城市、智慧電網、智慧醫療、智慧教育、智慧交通與自動駕駛、媒體娛樂與物聯網等應用領域。
案例介紹	● AT&T 與韓國三星合作，於 5G 創新園區研發可應用於提高製造業的生產效能、安全性、保全、作業執行之 5G 技術，並正針對 5G 健康與環境感測器、5G 自動物料搬運系統、5G 工業用物聯網與機器人、5G 混合現實（MR）技術員工訓練進行示範與測試。 ● OnGo 聯盟推動 CBRS 頻譜共用解決方案的開發與商業化，Federated wireless 宣布同亞馬遜網路服務公司、思科系統、Capstone 公司等企業與美國國防部合作，部署 5G 專用網路以建置 5G 智慧倉庫。

資料來源：本研究彙整。

第五節 日本

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

日本在實現超智慧社會「Society 5.0[461]」願景下，總務省於 2020 年 6 月發表「Beyond 5G 推進戰略：邁向 6G 的藍圖[462]」，期待以「Beyond 5G」為核心的資訊與通訊網路基礎，發展整合虛擬空間與實體空間的虛擬空間實體系統（Cyber-Physical-System, CPS）。為此，總務省將「5G 與光纖網路佈建於整體社會」一事視為重要任務之一，並預計於 2030 年度結束前整備完 28 萬臺以上 5G 基地臺[463]。日本有關於整體社會佈建 5G 與光纖網路之政策措施，大致上可彙整為「頻譜指配政策」、「ICT 基礎設備整備」、「財務支援」及「於交通號誌佈建 5G 網路」等，分述如下。

1. 頻譜指配政策

從日本《電波法》以及 2019 年與 2021 年 5G 頻譜釋照方針，可觀察到日本總務省將 5G 網路佈建相關要求納入全國性頻譜的指配條件中，並期待透過區域性的 Local 5G，促進及早於地方上建設與發展 5G 網路。5G 頻譜指配可謂 5G 網路建設政策的重要一環，目前日本總務省已指配的 5G 頻譜可分為全國性 5G 以及 Local 5G，下列將分為兩項詳述。

（1）全國性 5G

日本長年採評審制指配頻譜，並規定獲指配者有佈建 5G 網路及提供 5G 相關服務之義務。總務省於 2019 年指配 3.7GHz、4.5GHz 以及 28GHz 頻段時，便規定申請者需於核准後 5 年內，在全國各地設置 5G 高度特定基地臺，其 5G 基礎整備率須達 50%以上，且核准後 2 年內，在所有都道府縣啟用 5G 高度特定基地臺，獲指配者於建設基地臺的同時，須研擬相關應對訊號干擾措施，並且遵循相關法規提供服務。

總務省於 2021 年指配 1.7GHz 東名阪外的頻段時，則規定須於核准 7 年內在東名阪以外的全國地區設置 5G 高度特定基地臺，5G 基礎整備率也須達 50%以上，且為加強 5G 建設，總務省於比較審查階段，特別加重核准起 7 年內全國東名阪以外 5G 基礎整備計畫審查之配分，給予提出越詳盡及規劃越多 5G 基礎設施整備之申請者越高分。

---

461 Society 5.0 為日本於 2016 年所提出的社會願景及前瞻計畫，旨在於日本打造一個融合虛擬與現系統，期望處在該系統的日本能發展兼顧經濟發展及解決社會課題的以人為中心的社會。資料來源：內閣府（2016）Society 5.0。檢自 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html (Jul.6,2021)

462 総務省（2020）。Beyond 5G 推進戦略-6G へのロードマップ-。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000696613.pdf (Jun.28,2021)

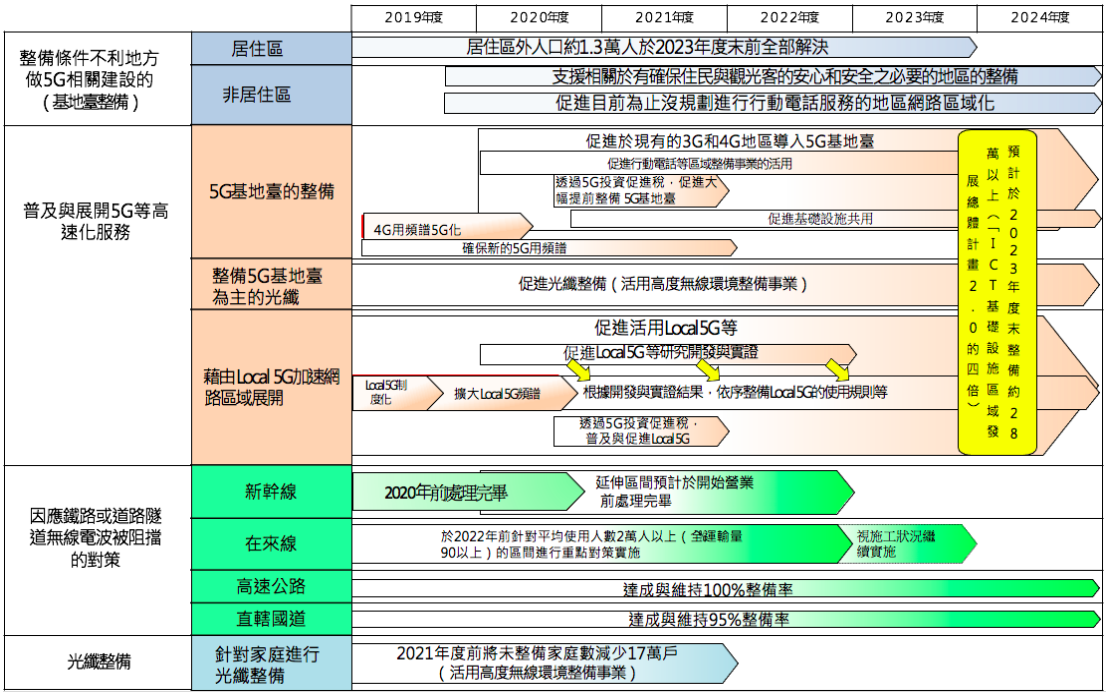
463 総務省（2020）。ICT インフラ地域展開マスタープラン 3.0 -Society5.0 時代における ICT インフラを活用した地域課題解決- 檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000725670.pdf (Jun.28,2021)

（2）Local 5G

Local 5G 被定義為「由地方企業、自治團體等在自己的建築物或土地內，因應區域或產業個別需求，靈活構築網路，且可使用的無線電系統」。總務省認為 Local 5G 可望於網路佈建發展較遲緩的地方先行實現 5G 系統建設，並得因應需求靈活設定性能，且較不易受其他地方的通訊障礙與災害影響。此外，比起免執照的 Wi-Fi，Local 5G 依據無線電臺執照得以更穩定使用[464]。故總務省透過成立 Local 5G 檢討作業班，探討實現 Local 5G 所需之頻譜指配方法與技術條件等，並輔以相關稅制減免和事業費用補助等財務支援。Local 5G 專用頻譜已自 2019 年底起開放申請，申請獲准者可在所申請的土地及頻段導入 5G 系統和相關技術。

2. ICT 基礎設備整備

據總務省 2020 年「ICT 基礎設施區域發展總體計畫 3.0」，至 2024 年止，總務省將針對「整備條件不利地方做 5G 相關建設的（基地臺整備）」、「展開與普及 5G 等高速化服務」、「因應鐵路或道路隧道無線電波被阻擋對策」以及「光纖整備」[465]等四大方針進行，如圖 4.5.1。



資料來源：総務省（2020）ICT インフラ地域展開マスタープラン 3.0 -Society5.0 時代における ICT インフラを活用した地域課題解決 - 檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000725670.pdf (Jun.28,2021)

圖 4.5.1　ICT 基礎設施區域發展總體計畫 3.0 概要

[464] 第五代行動通訊推動論壇（5GMF）(2020)，ローカル 5G 免許申請支援マニュアル 2.0 版。檢自 https://5gmf.jp/wp/wp-content/uploads/2020/12/20201228_local-5g-manual2_0.pdf(Jun.28,2021)

[465] 総務省（2020）ICT インフラ地域展開マスタープラン 3.0 -Society5.0 時代における ICT インフラを活用した地域課題解決-檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000725670.pdf (Jun.28,2021)

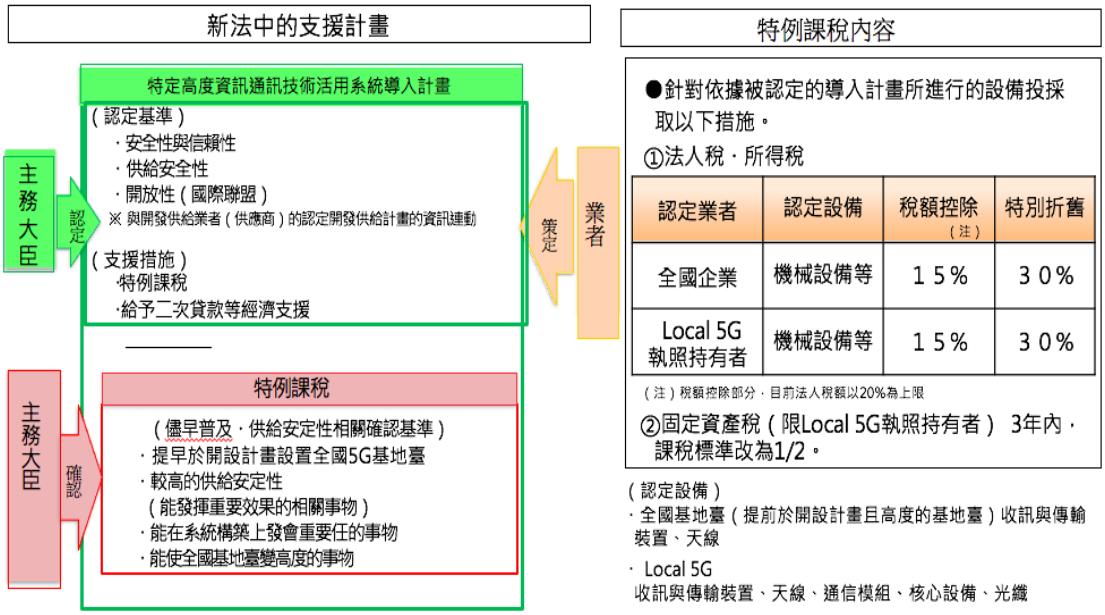
其中，為因應 COVID-19 疫情，「ICT 基礎設施區域發展總體計畫 3.0」透過 2020 年度補正預算，將地方上的光纖整備補助預算擴充約 10 倍規模，以支援遠距教學、遠距醫療與遠距工作等對資通訊基礎設施的需求。

3. 財務支援

為促進加速全國 5G 網路佈建，總務省規劃頻譜的同時，也積極輔助地方整備 5G 相關設備及提供相關財政支援，目前主要政策有「5G 投資促進稅」、「高度無線環境整備事業」以及「行動電話等區域整備事業」。

（1）5G 投資促進稅

為促進民間導入 5G 設備，總務省針對依認定導入計畫而引進的 5G 相關投資，設立可稅額免除或是特別折舊措施。具體內容如圖 4.5.2 所示。總務省亦將該稅制視為推動 Local 5G 的申請與相關設備整備的重要政策之一。



資料來源：總務省（2020）。令和 2 年版情報通信白書。檢自 https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/02honpen.pdf (Jun.28,2021)

圖 4.5.2　5G 投資促進稅示意圖

（2）高度無線環境整備事業

總務省擬定高度無線環境整備事業補助方案，對欲於地理條件不利地區架設 5G 網路的電信通訊業者，針對以建立高速、大容量無線基地臺為前提的光纖等設備整備方面，補助業者一部分的事業費。事業補助申請採公募方式，並分為以直接針對都道府縣、市村町及法人進行補助的直接補助事業，以及針對電信通訊業者，透過執行團體進行補助的間接補助事業。[466]補助詳細內容如表 4.5.1：

[466] 総務省（2021）。令和 3 年度「高度無線環境整備推進事業」に係る公募及び補助要望調査。檢自 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban02_02000383.html (Jun.28,2021)

表 4.5.1　高度無線環境整備事業補助概要一覽表

事業條件	事業內容
補助對象	①. 直接補助業者：地方公共團體、第三部門法人、一般財團法人等 ②. 間接補助業者：電信通訊業者
補助區域	條件不利區域，例如：人口稀少地區、郊區、半島、離島、山村、特定農村與山村、大雪地區等。
補助對象設備	基礎傳輸設備（光纖等）、通訊中心（含內部設備）。
補助率	①. 離島：地方公共團體為 2/3，第三部門法人及電信通訊業者為 1/2。 ②. 離島以外條件不利地區：財政力指數不到 0.5 的地方公共團體為 1/2，財政力指數為 0.5 以上的第三部門法人及電信通訊業者則為 1/3

資料來源：資料來源：總務省（2020）。高度無線環境整備推進事業。檢自 https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/koudo/index.htm (Jun.28,2021)

（3）行動電話等區域整備計畫

總務省針對欲於地理條件不利的區域整備行動電話等基地臺相關設施(例如：鐵塔、無線設備）和傳輸設備（光纖等）的公共團體，或是整備開設基地臺所需的資訊傳送設備的無線電通訊業者，針對其設備架設費用給予補助。詳細內容如表 4.5.2 所示。

表 4.5.2　行動電話等區域整備事業補助概要一覽表

事業條件	事業內容
補助業者與補助目的	①. 地方公共團體基地臺：設置基地臺相關設備、傳輸設備 ②. 無線通訊業者：設置高度化設備、運用傳輸設備
補助對象區域	條件不利區域，例如：人口稀少地區、郊區、半島、離島、山村等。
補助對象設備	基地臺相關設備（鐵塔、通訊局、無線電設備等）、傳輸設備（光纖等）、高度化設備（5G 等無線設備）等設置費用，以及傳輸設備使用費用(10 年份中繼連接業者設備使用費)。
補助率	①. 基地臺設備設置費用的 1/3（若有多位行動電話業者參與的情況則為 2/3） ②. 高度化設備設置費用的 1/2（若為多家業者共同整備的話則為 2/3） ③. 傳輸設備運用費用的 2/3（家庭數量為 100 以上不到 300 以下的狀況則為 1/2） ④. 傳輸設備設置費用的 1/2（未繳交普通交付稅的都道府縣為 1/3、離島市村町為 2/3、財政力指數不到 0.3 的有人國境離島市村町（限全部離島）為 4/5）

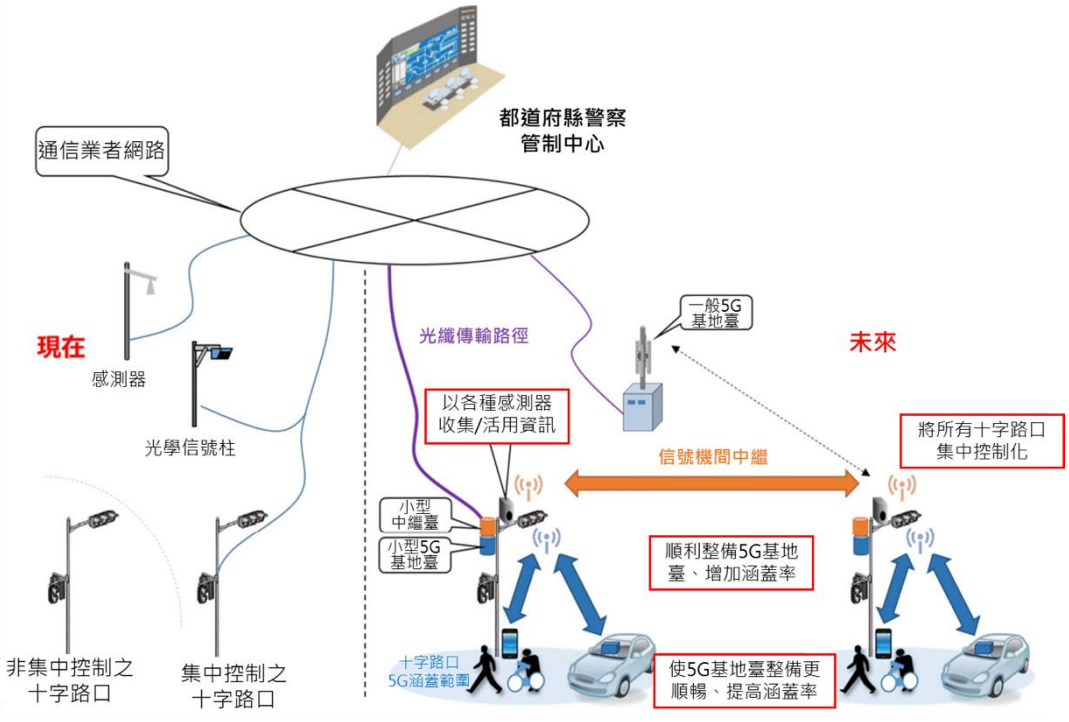
資料來源：總務省（2020）。携帯電話等エリア整備事業。檢自 https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/keitai/index.htm (Jun. 28, 2021)

4. 於交通號誌佈建 5G 網路

作為日本內閣會議 2019 年 6 月 14 日所發佈的「世界最先端數位國家創造宣言.官民數據活用推進基本計畫」的一環，日本於 2019 提出「連結 5G 與交通號誌於日本全國建構可信賴的網路（5G と交通信号機との連携によるトラステッドネット）」（參考圖 4.5.3），其中的子項目便包含:

- 訂定可信賴的網格網路架構。
- 透過運用 5G 網路與 5G 天線等使交通號誌先進化

將設置於交通號誌的 5G 天線等作為公共基礎設施運用[467]。



資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2020）。「因應 5G 發展下微型基地臺佈建及法規調適之委託研究」國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG 10905-0044）。臺北市：國家通訊傳播委員會

圖 4.5.3　連結 5G 與交通號誌於全國佈建可信賴的網路示意圖

該計畫主要由總務省與警察廳合作，運用日本全國約 20.8 萬座交通號誌設置 5G 天線等，由總務省負責研究開發與交通號誌結合的網路架構、以及確保於交通管制方面安全且穩定的通訊與解決行動電話訊號混雜的相關技術；而警察廳則負責研究開發如何活用 5G 網路交通管制系統以及於交通號誌內設置 5G 天線等相關技術。預計於 2021 年進行大規模的社會實證實驗，且於 2022 年起開始於全國展開佈建與服務[468]。

---

[467] 財團法人台灣經濟研究院（2020）。「因應 5G 發展下微型基地臺佈建及法規調適之委託研究」國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG 10905-0044）。臺北市：國家通訊傳播委員會

[468] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（ＩＴ総合戦略本部）（2020）。交通信号機を活用した 5G ネットワークの構築ロードマップ。檢自

（二）執行情形

1. 頻譜指配

（1）全國性頻譜

截至 2021 年 9 月為止，總務省已釋出中頻段 3.7GHz、4.5GHz 頻段、1.7GHz 東名阪以外以及高頻段 28GHz 頻段，而預計於 2021 年度釋出的中頻段 4.9GHz、高頻段 26GHz 和 40GHz[469]，則暫無未公布釋照規則與詳細時程。

5G 網路佈建情形方面，據總務省 2020 年第 2 季開設計畫認定報告[470]，各業者的 5G 基地臺開設情況如表 4.5.3 所示，其中 NTT DOCOMO 無論是 5G 特定基地臺開設數、5G 高度特定基地臺開設數及 5G 基地臺涵蓋率皆居冠。另外，據 NTT DOCOMO 於 2021 年 6 月發布之新聞稿，NTT DOCOMO 已累積 1,000 個 5G 基地臺[471]，而 KDDI 集團於 2021 年 6 月發布之新聞稿，也指出已開啟山手線和大阪環狀線全車站的 5G 服務[472]。

表 4.5.3　全國性 5G 業者 5G 基地臺開設狀況一覽表（2020 年第 2 季）

業者名稱	5G 特定基地臺開設數	5G 高度特定基地臺開設數	5G 基地臺涵蓋率	5G 高度特定基地臺開臺狀況
NTT DOCOMO	1240	45	0.5%	已於 19 個都道府縣開臺
KDDI	500	0	0%	尚未開臺
Softbank	505	1	0%	已於東京開臺
樂天行動	192	0	0%	尚未開臺

資料來源：
総務省（2021）。株式会社 NTT ドコモから提出された四半期報告の概要及び確認の結果令和 2 年度第 1 四半期（令和 2 年 4 月～令和 2 年 6 月）。檢自 https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/5g/r02q1_DCM.pdf (Jul.15,2021)
総務省（2021）。KDDI 株式会社及び沖縄セルラー電話株式会社から提出された四半期報告の概要及び確認の結果令和 2 年度第 2 四半期(令和 2 年 7 月~令和 2 年 9 月)。檢自 https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/5g/r02q2_KDDI.pdf (Jul.15,2021)
総務省（2021）。ソフトバンク株式会社から提出された四半期報告の概要及び確認の結果令和 2 年度第 2 四半期（令和 2 年 7 月～令和 2 年 9 月）。檢自 https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/5g/r02q2_SB.pdf (Jul.15,2021)
総務省（2021）。楽天モバイル株式会社から提出された四半期報告の概要及び確認の結果令和 2 年度第 2 四半期（令和 2 年 7 月～令和 2 年 9 月）。 檢自 https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/5g/r02q2_RM.pdf (Jul.15,2021)

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/5g_trustednet/dai2/siryou3.pdf (Jul.1,2021)

[469] 総務省（2020）。周波数再編アクションプラン(令和 2 年度改定版)。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000685970.pdf (Jun.28,2021)

[470] 由於日本年度為 4 月 1 日至隔年 3 月 31 日，故 2020 年第 2 季報告係指 2020 年 7 月至 2020 年 9 月。

[471] NTT DOCOMO（2021）。瞬速 5G の基地局数が累計 1 万局を突破＜2021 年 6 月 30 日＞。檢自 https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2021/06/30_00.html(Jul.2,2021)

[472] KDDI（2021）。山手線と大阪環状線の全駅ホームで 5G サービスが利用可能に。檢自 https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/06/30/5207.html (Jul.2,2021)

（2）Local 5G

截至 2021 年 6 月為止，日本總務省已完成 4.6-4.9GHz 和 28.2-29.1GHz 頻段 Local 5G 制度訂定且開放申請，截至 2021 年 5 月 24 日，總申請數已累積 55 家，其中 45 家業者已取得 Local 5G 執照，另有 10 家業者申請中，新加入的業者為 22 家。其中以製造業者及有線電視業者為主，申請頻段則以 Sub 6GHz（4.6-4.9GHz）居多（表 4.5.4）。

表 4.5.4　Local 5G 申請狀況一覽表

	Sub 6GHz	毫米波	兩者皆有
製造業（22）	11	9	2
大學、研究機關（4）	1	2	1
地區通信業者（9）	4	3	2
有線電視業者（13）	5	4	4
國家與地方公共團體（4）	2	0	2
其他（3）	2	1	0

資料來源：総務省（2021）。ローカル 5G の申請者及び免許人一覧。檢自 https://go5g.go.jp/sitemanager/wp-content/uploads/2020/10/210524-ローカル５Ｇ免許人等一覧.pdf (Jun. 28, 2021)

2. ICT 基礎設備整備

據總務省 2020 年 ICT 基礎設施區域發展總體計畫 3.0 概要，目前已經完成 4G 用頻譜 5G 化、Local 5G 制度訂定、增加開放 Local 5G 頻譜以及新幹線隧道無線電波被阻擋的對策。

3. 財務支援

（1）5G 投資促進稅

目前暫無相關結果與進展資訊。

（2）高度無線環境整備事業

本事業自 2019 年共執行了 7 次公募，其中 2020 年度追加的第 2 次公募，因預算增加，亦將財政力指數 0.8 以下和人口密度 500 人/km²以下的地方納入申請對象[473]。2021 年度則將一部分地方公共團體進行離島地區光纖等維持與管理費用納入往後補助範圍[474]。2021 年度公募正在進行中。間接補助方面，2019 年度至 2021 年度的間接補助事業執行者皆為一般財團法人情報通信網路產業協會（Communications and Information network Association of Japan, CIAJ）。

[473] 総務省（2020）。高度無線環境整備推進事業(二次補正予算)の概要。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000728923.pdf (Jun.28,2021)

[474] 総務省（2021）令和 3 年度「高度無線環境整備推進事業」に係る公募及び補助要望調査。檢自 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban02_02000383.html (Jun.29,2021)

（3）行動電話等區域整備計畫

根據 2021 年總務省發佈的無線電使用費事務實施狀況報告，截至 2019 年為止，已透過該計畫整備了 20 個地方的基地臺設備以及 9 個地方高度化設備，另設置 3 個傳輸設備以及運用 2 個傳輸設備。[475]

4. 於交通號誌佈建 5G 網路

關於「連結 5G 與交通號誌於日本全國建構可信賴的網路（5G と交通信号機との連携によるトラステッドネット）」的實施，最新的進展報告為 2020 年 5 月 21 日所舉辦的第二次「連結 5G 與交通號誌的可信賴的網路以全國展開為面向的關係府省等聯絡會議（5G と交通信号機との連携によるトラステッドネットの全国展開に向けた関係府省等連絡会議）」。總務省的進度及後續規劃方面可整理成下列幾點：

- 預計要在都市地區人口密集地區、農村的觀光地區或是景觀地設置約 4,000 個 5G 基地臺。
- 提出提升交通號誌 5G 基地臺價值之五大功能以及為實現該功能所需具備的 5G 裝置，並預計於 2035 年創造與生產 2,900 萬臺互聯汽車、50 萬臺多功能感測機與相機、470 萬臺附帶守望功能的 5G 裝置（表 4.5.5）。

表 4.5.5　提升交通號誌 5G 基地臺價值之五大功能及其所需技術

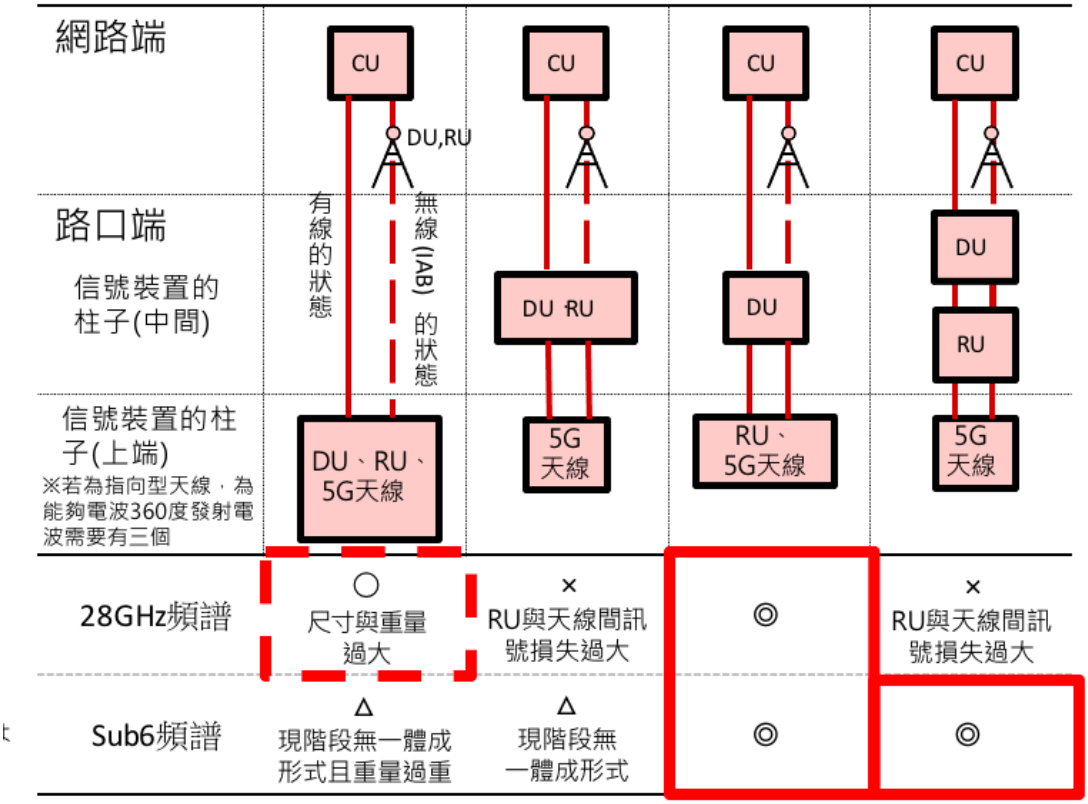
機能	概要	新對應的 5G 裝置	
		基礎建設方面	使用者方面
交通管制先進化	實施與交通流量、緊急車輛通過、周邊路口信號燈狀況連動的高度信號管制。	附帶多功能感應器與相機的 5G 裝置	於車上設置 5G 裝置（通訊工具預計為智慧型手機）
交通資訊提供及車輛資訊收集	收集車輛情報，可藉由提供人貨車交通資訊，於防止事故方面產生正面助力。		
監控、警備	活用從路口取得的相機與感應器的數據，於孩童及長者的守望、警備上產生正面助力。		智慧型手機或是附帶守望服務功能的 5G 裝置（守望服務的部分預計為孩童與長者皆持有使用者裝置的狀態）
IoT 平台	設置可偵測溫度、濕度、風力、雨量、空氣污染等感應器，於環境對策與都市計畫方面產生正面助力。		-（預計使用智慧型手機或是電腦等進行資訊收集）

[475] 總務省（2021）。令和元年度電波利用料の事務の実施状況。檢自 https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/fees/purpose/pdf/r01gaiyoban.pdf (Jun.29,2021)

災難時的避難指引、受害情況確認	災害發生時掌握火災、淹水、地列等狀況，提通避難指引相關資訊。		-（預計使用可廣泛共享災害發生時的避難指引、受害狀況的智慧型手機）

資料來源：総務省（2020）交通信号機を活用した第 5 世代移動通信システムネットワークの整備に向けた調査検討報告書（令和元年度）概要版。檢自 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/5g_trustednet/dai2/siryou2-1.pdf (Jul.2,2021)

- 交通號誌 5G 基地臺的機器裝置，經各項技術檢討後採用 Open RAN 架設，內部中央單元（Central Unit, CU）、分布單元（Distributed Unit, DU）、無線電單元（Radio Unit, RU）以及 5G 天線的架設如圖 4.5.4：



資料來源：総務省（2020）。交通信号機を活用した第 5 世代移動通信システムネットワークの整備に向けた調査検討報告書（令和元年度）概要版。檢自 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/5g_trustednet/dai2/siryou2-1.pdf (Jul.2,2021)

圖 4.5.4　交通號誌 5G 基地臺機器主要架設模式

根據實驗結果，總務省將針對紅框圈起的模式再進行下一步的實證實驗。

- 檢討交通訊號 5G 網路架構與其他業者的連結功能，現階段以透過伺服器連接核心網路與交通管制系統的方案為最佳，然而仍需進行相關的研究開發。
- 持續檢討相關緊急措施[476]。

[476] 総務省（2020）。交通信号機を活用した第 5 世代移動通信システムネットワークの整備に向けた調査検討報告書(令和元年度)概要版。檢自

警察署方面則提出下列四個論點：

- 檢討作為 5G 基地臺柱子之選定及補強作業，5G 基地臺也以小型輕量化的方向做技術開發。
- 以設置單一化調整、運用、維護、緊急情況時的聯絡窗口之觀點，設置獨立於通信事業和都道府縣警察且可裁定仲介的第三機關。
- 設置交通號誌 5G 基地臺時，向都道府縣警察的申請手續、現場確認交通號誌燈柱、工地調整等會造成勞力及人力成本的產生，因此有需要從受益者負擔的觀點重新檢討制度。
- 在交通號誌設置 5G 基地臺須符合警察廳所提出的電源要件、集中管理要件、5G 設備物理條件及柱子設立條件[477]。

二、5G 網路合作及交易議題對 5G 網路合作考量及市場影響評估

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 5G 網路共建

為解決基地臺為因應 5G 系統須建設大量微型基地臺所帶來的物理空間不足問題，也為確保 5G 網路於日本各地的佈建以及減輕新進電信業者設備架設成本負擔，同時更為使更多業者或團體等能夠加入 5G 系統以因應更加多元的需求，總務省發布「有關行動通訊領域的基礎設施共用相關電信事業法及電波法的適用關係指導方針（移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン）[478]」，以指導及釐清相關法規適用關係，促進民間 5G 網路共建與網路共用。

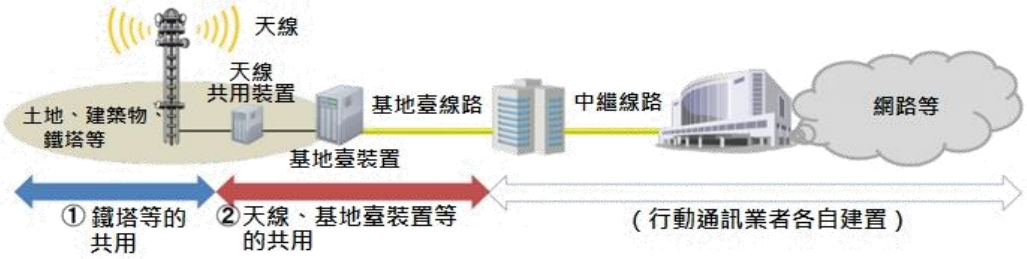
總務省於 2019 年 11 月 12 日發布上述指導方針，共用設備原則上不限於屋內或屋外，且共用的模式分為下列兩種（參照圖 4.5.5）。

- 讓一個或兩個以上的行動通訊業者使用土地、建築物、鐵塔等工作物等的業務型態。
- 讓一個或兩個以上的行動通訊業者使用天線、基地臺裝置、基地臺線路等電信設備的業務型態。

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/5g_trustednet/dai2/siryou2-1.pdf (Jul.2,2021)

[477] 警察庁（2020）。令和元年度警察庁検討委員会の結果概要。檢自 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/5g_trustednet/dai2/siryou2-2.pdf (Jul.2,2021)

[478] 総務省（2019）。移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン)。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000654880.pdf (Jul.1,2021)



資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）。「國際 5G 基礎設施與網路共用專題分析-英國、日本、韓國、中國大陸、新加坡」財團法人資訊工業策進會委託研究報告（編號：BI19110078、BD19100286）。臺北市：財團法人資訊工業策進會。

圖 4.5.5　日本基礎設施共用業務的範圍與型態

另針對鐵塔、天線、基地臺等的共用，除現有的指導方針，總務省於同一部指導方針內增加「公益事業電桿與管路等使用相關指導方針(公益事業者の電柱・管路等使用に関するガイドライン」[479]」以釐清業務登記、執照持有的需要與否、無法達成協議時的處理方式等相關基礎設施共用時的行政程序以及法律適用關係（表 4.5.6）。

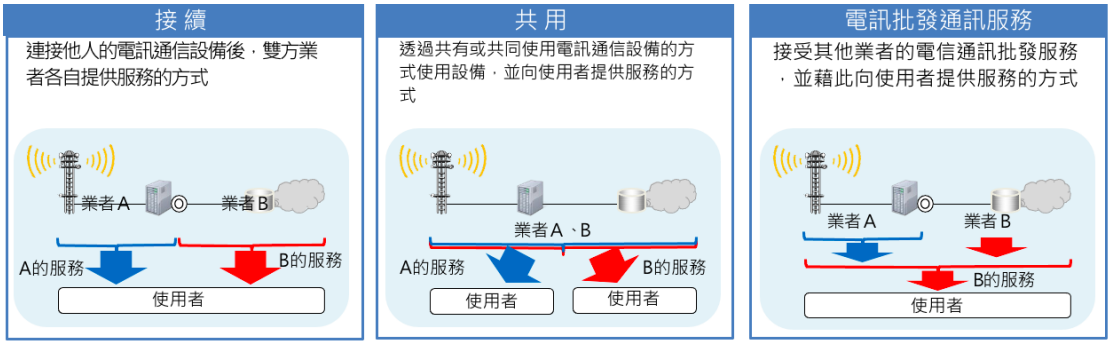
表 4.5.6　日本基礎設施共用指導方針概要

項目	1. 鐵塔等之共用	2. 天線、基地臺等之共用
業務登記/呈報	不屬於電信設備故不需要	屬於電信設備故必要
無線電臺執照	不需要	天線、共用裝置等：不需要 基地臺裝置：必要
提供條件	依據電桿、管路指導方針，以公平、公正之條件提供	依據接續、共用、批發規則，以公平、公正之條件提供
協議不成之處理	總務大臣的協議命令、裁定，可利用電信紛爭處理委員會之斡旋與仲裁	
作為整體提供之法規適用	1 與 2 作為一個整體提供時，需根據 1 及 2 各自適用之法規	
聽取範圍	為不造成競爭地位之負面影響，限定行動通訊業者業務計畫等的聽取範圍	
聯絡窗口	希望設置單一視窗與標準處理流程	

資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）。「國際 5G 基礎設施與網路共用專題分析-英國、日本、韓國、中國大陸、新加坡」財團法人資訊工業策進會委託研究報告（編號：BI19110078、BD19100286）。臺北市：財團法人資訊工業策進會。

同時，針對基礎設施共享時的競爭狀況，總務省根據《電信事業法》將可能的狀況定義分為接續、共用以及提供電訊通信批發服務等（參照圖 4.5.6），並規定為維護公平競爭原則，在協調或進行基礎設施共享相關業務時，不得對特定業者有不當的差別待遇及行使不當業務，若經查核屬實將勒令改善。

[479] 総務省（2019）。移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン）檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000654880.pdf (Jul.1,2021)



資料來源：総務省（2019）移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000654880.pdf (Jul.1,2021)

圖 4.5.6　接續、共用以及提供電訊通信批發服務定義與示意圖

目前日本民間已有電信業者透過基礎設施共享的方式進行網路共建，2019 年 7 月 3 日 KDDI 與 Softbank 達成基礎設施共享合作協議，以透過互相使用雙方的基地臺，共同推進地方 5G 網路的佈建，並於 2019 年秋季在北海道旭川市、千葉縣成田市以及廣島縣福山市設立雙方的準備室，展開實驗與實證[480]。2020 年 4 月 1 日，KDDI 與 Softbank 共同創立「5G JAPAN 股份有限公司（株式会社 5G JAPAN）[481]」，以合資公司方式合作推展地方的 5G 網路佈建。

2. 5G 網路漫遊

根據日本《電信事業法》及《電波法》規定，電信業者欲提供網路漫遊服務，雙方業者得達成業務上合作以提供該服務，惟該業務上合作需在有提供電信批發服務或是接續服務的前提下建立，並且皆需依照《電信事業法》各分類的法規執行，同時提供網路漫遊服務業者及接受網路漫遊服務業者雙方都須遵守電訊事業法第 29 項第 1 項[482]。若出現對特定業者不當的差別待遇、因電信服務相關費用的計算方式不適當不明確而要成使用者利益受到阻害、出現引起電訊通信業者間不當競爭以及因引起社會上顯著不當影像使其利益受到阻害等狀況時，將被勒令業務改善[483]。

另因 2015 年《電波法》修正，訪日觀光客等可以帶入符合《電波法》技術規定的行動電話裝置及 Wi-Fi 裝置，並在總務大臣的許可下，可使用日本國內業者的基地臺[484]，即所謂的國際漫遊，可使用天數為入國日起 90 日內。同時因應日本國內的外國電信業者增加，總務省於 2020 年的《電信事業法以及日本電信電

[480] Softbank（2019）。ソフトバンクと KDDI、基地局資産の相互利用により 地方における 5G ネットワークの早期整備で協争。檢自 https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20190703_01/ (Jul.1,2021)

[481] KDDI（2020）。KDDI とソフトバンク、地方における 5G ネットワークの早期整備を推進する合弁会社を設立。檢自 https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2020/04/01/4357.html (Jul.1,2021)

[482] 総務省（2021）。MVNO に係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000730836.pdf(Jul.1,2021)

[483] 一般財団法人情報通信振興会（2020）。電気通信事業法第 29 条 檢自 https://www.dsk.or.jp/dskwiki/index.php?電気通信事業法第 29 条 (Jul.1,2021)

[484] 総務省（2015）。電気通信事業法等の一部を改正する法律について。檢自 https://www.telesa.or.jp/wp-content/uploads/committee/mvno/pdf/150603_MVNO_1_soumu.pdf (Jul.1,2021)

話股份有限公司等相關法律修正案（電気通信事業法及び日本電信電話株式会社等に関する法律 の一部を改正する法律(令和 2 年法律第 30 号)）》中加強於日本國內進行電信業的外國法人的適用法規，認定外國法人在日本國內經營提供電信服務事業的外國法人，以及經營從國外提供日本國內電信事業者，皆適用日本《電信事業法》，外國法人須遵守業務改善命令、秘密保護等規定[485]，進一步加強對外國法人的法規控管，該修正案對於日本電信產業及 5G 網路漫遊的影響有待持續追蹤。

5G 網路漫遊相關服務與案例以 NTT DOCOMO 與 Softbank 為例，NTT DOCOMO 於 2020 年 9 月 14 日開始 5G 國際網路漫遊服務，凡是與 NTT DOCOMO 簽訂國際漫遊合作協定業者，得在日本境內使用 NTT DOCOMO 的 5G 網路服務[486]；Softbank 則於 2021 年 4 月 27 日啟用 5G 國際網路漫遊服務，與韓國 SKT 達成協議，Softbank 的用戶在韓國能夠透過韓國 SKT 使用 5G 網路服務，Softbank 也計劃持續擴大可使用 5G 國際網路漫遊服務的國家及地區[487]。

3. 5G 網路共用

日本總務省預期 5G 網路共用的需求，擬定「有關行動通訊領域的基礎設施共用相關電信事業法及電波法的適用關係指導方針」，配合「公益事業電桿與管路等使用相關指導方針」釐清基礎設施共用時的行政程序以及法律適用關係，而針對基礎設施共享時的競爭狀況，「有關行動通訊領域的基礎設施共用相關電信事業法及電波法的適用關係指導方針」說明《電波法》中接續、共用及提供電信批發服務三種模式以及相關不當競爭等適用法規解釋。

近年日本有許多業者進行 5G 網路共用實驗，例如住友商事股份有限公司（以下簡稱住友商事）於 2019 年 8 月與東京急行電鐵股份有限公司（以下簡稱東京電鐵）合作，以多數通信業者為導向，計劃於 2020 年 1 月在東京涉谷進行 5G 天線系統共用實驗。內容為於涉谷八公犬像前的廣場及周邊的設施等地設置 5G 無線基地臺，並針對通信業者個別設置的基地臺、共享用基地臺的雙方涵蓋環境，進行基地臺間的互相干擾、以及切換其他基地臺時的技術檢證相關實驗與實證。其中東急電鐵提供基地臺設置場所、基地臺基底等，住友商事則進行 5G 天線系統的共同開發與協調等[488]。

此外，住友商事於 2020 年 3 月再和大阪市高速電氣軌道股份有限公司（以下簡稱 Osaka Metro）合作，以 2021 年度實現為多數通信業者提供地下空間 5G 基地臺為目標，預計於 2020 年 10 月於大阪進行實證實驗。實驗內容為於大阪御堂筋難波車站及心齋橋車站間的鐵路隧道等地設置 5G 基地臺，以多數行動電話業者為導向進行共享，針對容易因高地差而造成電波干擾的隧道中，檢討基地臺間

485 総務省（2021）外国法人等が電気通信事業を営む場合における電気通信事業法の適用に関する考え方。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000733072.pdf (Jul.1,2021)

486 NTT DOCOMO（2020）。5G 国際ローミングインサービスの提供を開始＜2020 年 9 月 14 日＞。檢自 https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2020/09/14_00.html (Jul.1,2021)

487 Softbank（2021）。国内通信事業者初！ 5G 国際ローミングを提供開始。檢自 https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210427_01/(Jul.1,2021)

488 住友商事（2019）５G 基地局シェアリング事業の実証実験を開始 東急電鉄と住友商事が渋谷にて実施。檢自 https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/release/2019/group/12330 (Jul.1,2021)

的連續性，以及檢討是否有可能透過 5G 即時傳送車廂內及車站內的影像，進一步將其活用在防止犯罪以及預防壅擠[489]。由 Osaka Metro 提供基地臺設置場所及基地臺基底等，住友商事則進行 5G 天線系統的共同開發與協調等。

在 MORAN（Multi-Operator Radio Access Network，MORAN）的發展方面，2021 年 6 月 23 日 Ericsson 將 KDDI 和 Softbank 選為於日本建構 MORAN 的合作夥伴。KDDI 和 Softbank 將共同利用 Ericsson 所提供的裝置展開 5G 網路佈建，目前已完成檢證，並開始研擬商用對策。Ericsson 所提供的裝置為可同時因應分時雙工（Time Division Duplex，TDD）及分頻雙工（Frequency Division Duplex，FDD），並擁有 4G 和 5G NR（5G New Radio，5G NR）網路共用機能[490]，後續發展有待持續追蹤。另外，日本國立研究開發法人情報通信研究機構（National Institute of Information and Communications Technology，NICT）的石津（2018）也檢討第三代合作夥伴計劃（3rd Generation Partnership Project，3GPP）所公布的兩種網路共用方式，MOCN（Multi-Operator Core Network，MOCN）及 GWCN（Gateway Core Network，GWCN），並提出由於每個業者能夠接受的共有方式不同，該兩種模式仍有待檢討。目前沒有最新消息，有待持續追蹤[491]。

4. MVNO

有鑑於行動通訊環境改變，並謀求頻譜有效利用，總務省重視虛擬行動網路業者（Mobile Virtual Network Operator，MVNO）的發展以及其相關的電信業者公平競爭問題，從 2019 年及 2021 年二次 5G 頻譜釋照，可觀察到總務省將是否提供 MVNO 相關電信服務納入評分項目，而 2021 年的釋照規則更是進一步將與促進 MVNO 相關的 SIM 卡解鎖及智慧型手機 eSIM 卡導入納入評分項目。

除此之外，總務省也持續修訂於 2002 年制定的「與 MVNO 相關的電信事業法及電波法適用關係之指導方針（MVNO に係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン）[492]」，而總務省於 2018 年 10 月創立的「行動通訊市場競爭環境研究會（モバイル市場の競争環境に関する研究会）[493]」，亦站在用戶立場研究促進業者公平競爭的方案。而為確保 MVNO 和行動網路業者（Mobile Network Operator，MNO）得以公平競爭，總務省要求 MNO 需要積極推動行動攜碼（Mobile Number Portability，MNP）、SIM 卡解鎖以及智慧型手機 eSIM 卡導入等服務。

為確保 MVNO 得以與 MNO 同時推出 5G 網路服務，總務省要求 MNO 在向消費者提供 5G 服務開始之前，需對 MVNO 開放提供 5G 服務的相關功能，也須

[489] 住友商事（2020）日本初、鉄道トンネル内 5G 基地局シェアリングの実証実験を開始～Osaka Metro 御堂筋線なんば駅―心斎橋駅間で実施～。檢自 https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/release/2020/group/13150 (Jul.1,2021)

[490] Businessnetwork.jp，2021，KDDI とソフトバンクが日本初の共有型無線アクセス網構築へ、エリクソンの 5G 製品を採用。檢自 https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/8446/Default.aspx (Jul.1,2021)

[491] 石津健太郎，2018，5G の同時多数接続を活用した実証試験とその関連研究。檢自 https://www.kiai.gr.jp/jigyou/h30/PDF/1212p2.pdf (Jul.1,2021)

[492] 総務省（2021）。MVNO に係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000730836.pdf (Jul.1,2021)

[493] 総務省（2020）。モバイル市場の競争環境に関する研究会最終報告書。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000671289.pdf (Jul.2,2021)

向 MVNO 提供功能開放的具體時間、營業區域範圍、接續點的技術條件等 5G 服務的必要資訊。另外，有個別協定、設備調整或網路試驗等狀況時，若於開放功能之前有需要 MVNO 先配合的事項時，則要以 MVNO 有充分時間因應的時程提供資訊。

行動通訊市場競爭環境研究會就 MVNO 相關議題，向總務省建議之政策方向如下：

（1）5G 導入初期，總務省將先認可採用將 4G 相關接續費與 5G 相關接續費作為一個整體計算的設定方式，並檢證該方法所設定的接續費，會與單獨設定 4G 相關的接續費之間產生多少程度之差異。若判斷該差距大且對 MVNO 的經營造成重大影響，則建議要求 MNO 單獨設定 4G 接續費（Unbundled）。建議總務省針對導入 5G 對接續費與網路改造費用的影響，要求 MNO 對 MVNO 進行適度說明。

（2）日本的競爭政策同時促進「設備競爭」與「服務競爭」。MNO 使用其他 MNO 的網路提供服務可帶動「服務競爭」，但亦可能有阻礙「設備競爭」之虞，因此需要探討兩者之平衡。MNO 應有效運用獲配之頻譜資源，原則上應自行建設網路。建議仔細觀察 MNO 使用其他 MNO 網路的型態，實際上是否會產生導致設備競爭阻礙，如阻礙頻譜有效利用、創新等。

（3）有關 MNO 使用其他 MNO 的網路，除非兩當事者達成協議，應審慎判斷是否有促進之必要。而 MNO 使用其他 MNO 的網路，若可促進競爭、讓使用者更便利（服務競爭）之使用型態，應予以准許。

（4）若既有 MNO 怠於在人口密度低地區整備基地臺、針對高流量地區採取相關對策，而又為確保以低廉的價格，使用其他 MNO 網路來提供服務，則會損及收益較低地區的網路整備誘因，成為設備競爭的一大阻礙因素。因此，此型態適用於拒絕接續事由。

（5）預期 5G 時代 MNO 與 MVNO 雙方都將引入新技術、推出新服務，為更加確保行動市場公正競爭，應徹底防止 MNO 與 MVNO 將接續等相關資訊使用於其他目的[494]。

（二）對 5G 頻率交易及轉讓考量及市場影響評估

1. 5G 頻率交易

日本總務省不接受電信業者將整個事業轉讓至其他企業時所產生的頻譜繼承狀況以外之頻譜相關交易，而從日本經濟研究所股份有限公司（株式会社日本経済研究所）鬼木（2017）所提出的「頻譜分配制度改革，將市場機制導入電波資源運用（意見發表）（電波割当制度の改革電波資源の利用に市場制度の導入を(意見表明)[495]」也可判斷，日本頻譜釋出採審議制，經指配後無法進行二次交易。

[494] 総務省（2020）。モバイル市場の競争環境に関する研究会最終報告書。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000671289.pdf (Jul.2,2021)

[495] 鬼木甫（2017）。電波割当制度の改革 電波資源の利用に市場制度の導入を(意見表明)。檢自 https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/suishin/meeting/wg/toushi/20171116/171116toushi12.pdf (Jul.1,2021)

日本於 2011 年開始導入及設立頻譜分配制度，為搜集各方意見而定期舉辦「關於頻譜拍賣制度之懇談會（周波数オークションに関する懇談会）」，該懇談會於 2011 年 12 月 20 日最後一次公布的報告書指出「關於頻譜拍賣制度中的二次交易，現階段認同以現行《電波法》中所認可的事業轉讓等所致的地位繼承範圍內的行為，之後將根據頻譜拍賣制度實施狀況，持續檢討二次交易是否適當[496]」。報告書中所提及《電波法》第 13 條第 2 項第 2 款為「伴隨電信業者的事業轉讓或是與其他電信業者合併、分割或是繼承的停止營業，將由繼承該轉讓或是合併、分割或是繼承的人經營該電信通訊事業[497]」。

2. 5G 頻率轉讓

根據日本現行法律以及釋照狀況，獲指配者不得將頻率透過交易的形式轉讓予他人，2019 年與 2021 年的二次 5G 釋照也明文限制獲指配者不得將基地臺相關事業轉讓給其他業者。然而依據日本《電波法》，若是電信事業整體被合併或是轉讓，事業整體將被其繼承者繼承，因此電信業者有機會透過此方式，間接取得其他業者的頻譜。然而，目前並尚無相關實例，仍有待觀察。

3. 其他二次利用（例如：頻譜租賃）

根據日本現行法律以及釋照狀況，獲指配頻率者不得將頻率交易或轉讓給他人，現行法律也不存在頻譜租賃等其他二次利用。

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

1. 5G 應用發展政策重點

展望 Beyond 5G 與 6G，日本總務省於「Beyond 5G 推進戰略：邁向 6G 的藍圖」規劃前瞻的 B5G 應用發展政策，分成研究戰略、智財權與標準化戰略以及推展戰略，其中又以推展戰略發展有助於解決社會課題的應用案例。

（1）研究戰略

為與全球接軌，並藉由集中投資先進技術、大膽開放無線電波等方式，實現世界最高等級的研發環境，日本總務省規劃之具體措施包含活用研發平臺進行關鍵基礎技術研發、強化開發與製造基礎、透過研發促進稅制支援、開放頻譜以及創造破壞性創新與培育人才，各項措施內容請參考表 4.5.7。

---

[496] 原文為「周波数オークション制度導入に伴う二次取引の扱いについては、 当面は現行の電波法制度でも認められている事業譲渡等に伴う地位の承継の範囲で認めることとし、オークションの実施状況を踏まえ、二次取引制度の在り方について引き続き検討することが適当である。」
資料來源：総務省（2011）周波数オークションに関する懇談会 報告書。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000146432.pdf (Jul.1,2021)

[497] 原文為「電気通信事業の譲渡し又は電気通信事業者についての合併、分割若しくは相続に伴う電気通信事業の廃止であつて、当該譲渡し又は合併、分割若しくは相続により当該電気通信事業を承継した者が引き続き当該電気通信事業を営むこととなるもの」
資料來源：総務省（2004）電気通信事業法の消費者保護ルールに関するガイドライン。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000306026.pdf (Jul.1,2021)

表 4.5.7　研究戰略具體措施一覽表

具體措施	內容
活用研發平臺進行關鍵基礎技術研發	● 於情報通信研究機構（National Institute of Information and Communications Technology ,NICT）等機構建立建立產官學合作研發之「Beyond 5G 研發平臺」，提供模擬器與測試平臺，並合作推動學術資訊網路（Science Information Network, SINET）等研究基礎及針對年輕研究員推出資助計畫。 ● 於有限期間內，與相關政府單位合作集中促進研發 Beyond 5G 核心技術之先進基礎技術。
強化開發與製造基礎	● 藉由發展支援 5G 功能強化的通訊系統核心技術，強化開發與製造基礎。 ● 導入政府已認證、符合安全性、可靠性、供給安定性與開放性之設備的開發與供給。
透過研發促進稅制支援	藉由研發稅制驗證數位相關研發支援是否足夠，並實施必要修正
開放頻譜	● 建立允許於一定期間內自由使用 THz 等高頻段無線電波的機制 ● 針對滿足特定條件的實驗，大幅放寬取得無線電執照/變更手續。
創造破壞性創新與培育人才	透過獎金及獎勵型公開募集「無線電挑戰（無線チャレンジ）」，等，以發掘新穎想法與人才。

資料來源：總務省（2020）Beyond 5G 推進戰略（概要）。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000702111.pdf (Jun.29,2021)

（1） 智財權與標準化戰略

日本志在取得打造 5G 領域的創新生態系，並希望能夠實現人才多元與自由參與制度，故藉由促進戰略開放化、業界標準化，與海外戰略夥伴合作等方式達到此目的，其中特別注重全光網化、採用開放結構、透過軟體最大程度虛擬化、擴張天空與海洋等領域以及從根本加強安全性[498]，以達此目的。具體措施則在洞悉戰略性的智慧財產權與標準化之下促進開放與推動業界標準、與戰略夥伴共同打造合作體制以及運用標準化據點推動戰略性智慧財產與標準化活動(表 4.5.8)。

表 4.5.8　智財權與標準化戰略具體措施一覽表

具體措施	內容
洞悉戰略性的智慧財產權與標準化，並促進開放、推動業界標準	● 於國家研發計畫中探討目標設定，促進日本具優勢之技術的開放/閉鎖策略。 ● 由國家整備互連與互用測試平臺及模擬器，減輕開放化、業界標準化導向之設備開發的相關成本。（開放給國內外企業） ● 針對推動開放化、虛擬化與全光學化等落實與標準化，支援民間部門的國際發展。

[498] 總務省（2020）。Beyond 5G 推進戰略 (概要)。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000702111.pdf (Jun.29,2021)

與戰略夥伴共同打造合作體制	自研發初期階段擴張至國際共同研究，朝國際標準化的方向強化國際合作
運用標準化據點推動戰略性智慧財產與標準化活動	● 設置由產官學要員參與之「Beyond 5G 智財/標準化戰略中心」展開戰略性標準化工作，並此為核心推動具體策略。 ● 為提高智財/標準化戰略的實際效果，在選擇研發項目與分配頻段時，考慮對開放標準採用或對國際標準化有所貢獻及戰略性取得智財等條件。

資料來源：総務省（2020）。Beyond 5G 推進戦略 (概要)檢自
https://www.soumu.go.jp/main_content/000702111.pdf (Jun.29,2021)

（2） 推展戰略

旨在藉由 5G/光纖網路佈建於整體社會、透過 5G 解決方案的實證促進產業與公共使用等，實現 Beyond 5G ready 的環境。具體措施除了第一節所提到的 5G 以及光纖網路佈建以外，另有實現隨時確保網路安全的功能以及發展有助於解決社會課題的應用案例（表 4.5.9）。

表 4.5.9 展開戰略具體措施一覽表

具體措施	內容
促進5G和光纖網路涵蓋整體社會	● 藉由稅制/財政支援等促進 5G 與光纖網路涵蓋並導入 Local 5G，同時亦促進基礎設施共用。 ● 開發將分散於各地區的數據中心，整合於虛擬之巨型雲端運用的技術。
實現隨時確保網路安全的功能	根據安全設計制定標準，導入自動檢測篡改與漏洞的技術，並促進社會採用量子密碼系統。
發展有助於解決社會課題的應用案例	● 藉由實地驗證計畫確立解決社會課題的 5G 解決方案，並建立能在雲端型通用平臺（SaaS）使用智慧城市的各項功能的「5G 解決方案提供中心」 ● 將一街道作為「生活測試平臺（リビング・テストベッド）」實施自由且彈性的實地驗證，並與地方大學合作建立解決社會課題的體制。 ● 針對物聯網、農業資訊化與遠距醫療等領域，與他國合作實施集中於 3 年的實地驗證，並致力於想法的商業化與人才培育。 ● 促進社會整體數位化，以實現即使在緊急情況下也能藉由 ICT 平穩地維持國民生活與經濟活動的社會。

資料來源：総務省（2020）Beyond 5G 推進戦略 (概要) 檢自
https://www.soumu.go.jp/main_content/000702111.pdf (Jun.29,2021)

2. 垂直場域

日本垂直場域主要政策為「5G 綜合實驗試驗」，由於日本政府將 5G 的發展視為解決國內人口老化、少子化以及提升勞動力與生活品質的重要手段之一，因此特別注重 5G 生活相關的實驗與實證發展，總務省自 2017 年度起開始實施「5G 綜合實驗試驗（5G 総合実証試験）」，由總務省進行提案公募，並將募集到的

提案委託給相關單位實施，2018 年起總務省採用 ICT 基礎建設地方展開戰略檢討會（ICT インフラ地域展開戦略検討会）所提出的 8 大課題，分別為勞動力、地方產業、觀光、教育、行動、醫療與看護、防災與減災以及行政服務，以此為中心概念進行提案公募，其中已進行過施工設備遠端操作、酪農業與畜牧業效率化及遠端醫療等垂直場域實驗與實證。

為促進 Local 5G 應用，總務省自 2020 年起將主題從「5G 綜合實證試驗」改成「地方課題解決型 Local 5G 等實現相關開發實證（地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証）」。據 2020 年度公布的開發實證成果概要，總務省於 2019 年度已實施 19 項自海洋遠端監看、自動駕駛車安全措施、遠端診療等相關措施[499]。目前則在進行 2021 年「地方課題解決型 Local 5G 等實現相關開發實證」的公募以及相關說明會[500]。根據總務省每年公布的開發實證成果，日本於 2019 年度已實施 23 項實驗試驗，含 VR 觀光振興、遠端隧道安全管理、酪農業高效率化等領域與項目。技術方面亦完成「於多個基地臺與裝置環境下提供平均 4-8Gbps 之超高速通信」、「於移動中的多個基地臺與裝置環境下提供超過 1Gbps 的超高速通信」、「同時處理多個裝置的連接要求之可能性」等相關實驗[501]；2020 年度則完成 19 項實驗試驗，含海洋遠端監看、自動駕駛安全措施、遠端醫療等[502]。2021 年度「地方課題解決型 Local 5G 等實現相關開發實證」則正在進行中[503]。總務省亦規劃蒐集與整理兩個實證所累積的 5G 應用案例，以用於日後日本於國際「拓展以 5G 為首的產業基盤」，並發展以於其他國家導入 5G 基礎建設的「5G 日本模式（5G 日本モデル）」[504]。

3. Local 5G

（1）Local 5G 頻段與釋出方式

為加速日本全國 5G 網路佈建與相關建設，相較於全國性 5G，日本積極推動 Local 5G，指定 4.6-4.9GHz 和 28.2-29.1GHz 為 Local 5G 專用頻段，開放給地方產業、公共團體等申請，申請獲准者將核發 Local 5G 無線電臺執照，並可在所申請的土地及頻段架設 5G 無線電臺。日本 Local 5G 運用模式依據服務提供對象可大致分為針對企業提供服務、針對地方政府提供服務以及針對消費者提供服務（表 4.5.10）。

---

499 総務省（2021）。令和 2 年度 地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証実証成果概要。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745725.pdf(Jul.2,2021)

500 総務省（2021）。令和 3 年度「課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」に係る実証提案の公募及び公募説明会の実施。檢自 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu06_02000296.html (Jul.2,2021)

501 総務省（2020）。令和元年度５G 総合実証試験。檢自 https://go5g.go.jp/sitemanager/wp-content/uploads/2020/03/2020_%EF%BC%95G%E7%B7%8F%E5%90%88%E5%AE%9F%E8%A8%BC%E8%A9%A6%E9%A8%93.pdf (Nov.16,2021)

502総務省（2021）。令和 2 年度 地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証 実証成果概要。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745725.pdf. (Noc.16,2021)

503 総務省（2021）。令和 3 年度「課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」に係る実証提案の公募及び公募説明会の実施。檢自 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu06_02000296.html (Jul.2,2021)

504 総務省（2020）。總務省海外展開行動計画 2020。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000686032.pdf. (Oct.1,2021)

表 4.5.10　Local 5G 運用模式

運用模式	運用目的
針對企業提供服務	提高企業生產力、促進升級，例如，於工廠內活用 IoT 提高生產力、使用各種感測器提高農業等產業之效率、於體育場館提供具附加價值之服務等。
針對地方政府提供服務	透過 Local 5G，運用各種服務，如收集與發布資訊確保安心與安全，以及代替人工的功能（機器人與自駕車等），可有效率地提供提高居民生活機能的服務。
針對消費者提供服務	透過 Local 5G 提供無線網路接取服務。

資料來源：5GMF（2020）。ローカル 5G 免許申請支援マニュアル 2.0 版。 檢自 https://5gmf.jp/wp/wp-content/uploads/2020/12/20201228_local-5g-manual2_0.pdf (Jun.29,2021)

（2）Local 5G 頻段申請資格

根據日本總務省發布的 Local 5G 導入指導方針（ローカル５Ｇ導入に関するガイドライン），Local 5G 的申請以在自己的建築物內或土地內使用為主，然而在一定條件下可將他者土地利用作為所有者土地利用處理，如在大學校園、醫院等私有地用地內有公共道路或河川等通過時，在一定條件下，例如，其他人於該處使用 Local 5G 可能性低等，則可視情況做為所有者土地利用處理[505]，另外也有條件式開放他人建築物內或土地內使用，例如：申請土地為他人土地或建築的話，需確認該土地或建築物所有者未使用 Local 5G 始得申請，且僅限使用固定通信。若事後，該土地或建築物所有者想要使用 Local 5G 時，雙方須針對是否能夠和諧共用進行協議。

該指導方針亦規定獲指配全國性 5G 頻譜的電信業者不得申請，然而其子公司與關連公司則不在此限，且總務省也認同 Local 5G 業者與電信業者合作行為。而 Local 5G 執照申請方面，總務省規定申請者須根據《電波法》第 4 條申請無線電臺執照[506]。取得無線電臺執照等相關執照後，申請者需依照無線電臺執照手續規則規定的格式提出無線電臺事項書與工程設計書，若在自己的土地或建物使用，則須附上區域範圍示意圖與登記事項證明書，相關資料需在經過事前與負責的綜合通信局洽談過後，始得繳交。

（3）Local 5G 頻率使用費

Local 5G 頻率使用費如表 4.5.11 所示。

表 4.5.11　日本 Local 5G 頻率使用費

Local 5G 頻段	類型	頻率使用費（年）
4.6-4.9GHz	基地臺	5,900 日圓（約新臺幣 1631 元[1]）／臺
	陸上行動臺（概括執照）	370 日圓（約新臺幣 102 元）／臺

505 5GMF（2020）。ローカル 5G 免許申請支援マニュアル 2.0 版。 檢自 https://5gmf.jp/wp/wp-content/uploads/2020/12/20201228_local-5g-manual2_0.pdf (Jun.29,2021)

506 総務省（2020）。ローカル 5G 導入に関するガイドライン。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000711788.pdf (Jun.30,2021)

28.2-29.1GHz	基地臺	2,600 日圓（約新臺幣 720 元）／臺
	陸上行動臺（概括執照）	370 日圓（約新臺幣 102 元）／臺

資料來源：総務省（2020）。ローカル５Ｇ導入に関するガイドライン。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000722596.pdf (Jul.7,2021)

註 1：外幣計算：以台灣銀行 2020 年平均匯率，106.97 日圓＝1 美元及 29.578 元＝1 美元做計算。https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

4.6-4.9GHz 以及 28.2-29.1GHz 的 Local 5G 基地臺皆屬無線電臺分類中的「不移動之無線電臺，係為與移動的無線電臺通訊或與攜帶使用之收訊設備通訊，而於陸上開設者」。使用頻段分類方面，4.6-4.9GHz 的分類為 3600MHz 以上 6000MHz 以下，天線功率超過 0.01W，頻率使用費為每年每臺 5,900 日圓（約新臺幣 1631 元[507]）；然而，若天線功率為 0.01W 以下，則每年每臺 2,600 日圓（約新臺幣 720 元）；28.2-29.1GHz 則為 6000MHz 以上頻率，頻率使用費為每年每臺 2,600 日圓（約新臺幣 720 元）另外若為同時申請 Local 5G 執照以及自營式 BWA 執照者，且天線功率超過 0.01W，頻率使用費則為每年每臺 19,000 日圓（約新臺幣 5,254 元）；若是使用 1.9GHz TD-LTE 式的數位無線電話，則因為其不需要無線基地臺執照因此不收取頻率使用費[508]。

（4）Local 5G 執照期限與其他規定

Local 5G 無線電臺的架設依不同頻段設有不同使用限制，4.6-4.8GHz 因與公共無線業務用無線電臺和諧共用同一頻段，為不造成電波干擾，故限制其只能架設於室內，且一部份地區無法設置；4.8-4.9GHz 因與無線電系統共用同一頻段，故限制若要於某些地區室外架設，需注意不可超過該地區所設定的發射輸出功率和無用輻射強度上限。28.45~29.1 GHz 雖不限市內與室外，然而由於與衛星通訊系統共同使用頻譜，因次須在不尋求固定衛星的衛星通信地球電臺保護下，始得進行無線電臺的開設。

（5）Local 5G 釋照情形

截至 2021 年 5 月 24 日，已有 45 家業者取得 Local 5G 執照，其中以製造業者及有線電視業者為主，申請頻段部分則以 4.6-4.9GHz（Sub 6GHz）居多。

（二）案例介紹

1. 垂直場域

由於總務省自 2017 年起持續推動 5G 相關實驗實證，多年來已實驗多項垂直場域相關的應用案例。以和歌山的遠距醫療應用為例，日本和歌山縣於 2017 年參與了 5G 綜合實驗，獲得總務省認可，並由政府委託 NTT DOCOMO 集團執行

[507] 外幣計算：以台灣銀行 2020 年平均匯率，106.97 日圓＝1 美元及 29.578 元＝1 美元做計算。https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

[508] 総務省（2020）。ローカル 5G 導入に関するガイドライン。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000711788.pdf (Jul.7,2021)

相關實驗實證，而 NTT DOCOMO 集團於 2019 年 1 月 16 日至 24 日的實證實驗中，在和歌山縣日高川町美山地區使用日本電器的 4.5GHz 頻段架設 5G 基地臺，進行診所醫生到病患家中的到府看診的相關實驗。

該次實驗，醫生得以透過病患家中的 5G 網路與和歌山縣科大學的專門醫生做連線，並透過 4K TV 會議系統得到醫療器材的操作與治療方式相關的意見，而歌山縣科大學的專科醫生這邊，則可透過 5G 連線共用 4K 微距攝影機及小型超音波診短裝置即時確認畫面，因此獲得好評。同時，這項技術也得已運用在醫療界的遠距教育，將地方診所年輕的醫生所操作的胃視鏡畫面，透過 5G 網路即時傳送給和歌山縣科大學的專科醫生，專科醫生能夠順利的做出即時性的指導[509]。該次的實驗獲得醫生一致好評。

2. Local 5G

由於總務省已於 2019 年底開放 Local 5G 頻段，並持續推動相關實驗實證措施，因此 Local 5G 方面也有不少案例。從總務省辦理之 2020 年度「地方課題解決型 Local 5G 等實現相關開發實證」，可見結合地方產業之 Local 5G 應用，例如，地方養殖漁業及 Local 5G 的結合與運用。日本 Layers Consulting 股份有限公司（株式会社レイヤーズ・コンサルティング）於廣島縣江田島市海面養殖漁業場進行了 Local 5G 實驗，旨為為提高海面養殖漁業效率以及產量，透過 Local 5G 等無線通信系統，遠端監視海中狀況，期望透過海中高精度畫面及環境數據實現漁場管理。以下彙整本實驗案例之 4 項主要成果，該成果也利於後續相關周邊機器設備的開發。

（1）牡蠣養殖實驗中，藉水下機器人的高精度畫面的海中附著物作業中，同時使用 3 臺水下機器人流量約 60Mbps，可由 Local 5G 達成所需的流量。

（2）試算可節省一年 84 萬日圓（約新臺幣 23.22 萬元）[510]的成本以及 64 萬日圓（約新臺幣 17.69 萬元）起重機船燃料費。

（3）有藉由同時採用軟體基地臺，達到使用更少的成本來架設 Local 5G 的可能性，另針對潮汐等自然因素仍需累積 Local 5G 運用觀察與經驗，也有必要將之列入後續執照條件的檢討。

（4）透過非同步運用不會影響其他 5G 頻段[511]。

3. 企業專網

日本四大電信 NTT DOCOMO、KDDI、Softbank 及樂天行動皆有企業專網相關策略規劃，已提供或預計推出企業專網服務。

---

[509] NTT DOCOMO（2019）。2018 年度 総務省「5G 総合実証試験」の成果について ～5G を活用した遠隔診療の高度化に関する実証試験（1-3-①）～。檢自 https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/technology/rd/docomo5g/20190319_09/index.html (Jul.2,2021)

[510] 外幣計算：以台灣銀行 2020 年平均匯率，106.97 日圓＝1 美元及 29.578 元＝1 美元做計算。https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

[511] 総務省（2021）。令和 2 年度 地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証 実証成果概要。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000745725.pdf(Jul.2,2021)

（1）NTT DOCOMO

NTT DOCOMO 於 2021 年發布 5G 企業專網 5GEC（5G ソリューションコンソーシアム）服務，以法人為服務對象，於海外據點的法人可透過該服務組成共同事業體[512]，並由 NTT DOCOMO 自家的 Open RAN 技術主導[513]，預計於 2022 年開始商用服務。

（2）KDDI

KDDI 自 2020 年 12 月開始推出 5G 企業專網服務，並於 2021 年啟動「5G＋AWS Wavelength」[514]的服務[515]，以企業主為服務對象，目前的服務地區為日本東京與大阪。

（3）樂天行動

樂天行動於 2021 年 2 月 21 日宣布和美國 Ligado Networks 公司締結合作關係，透過活用樂天的「Rakuten Communications Platform」（以下簡稱「RCP」），共同進行 5G 專網研究開發及商用化實驗[516]。

（4）Softbank 集團

預計於 2022 年引進[517]。

四、小結

日本「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」、「5G 應用發展政策」及「5G 企業專網」簡要如表 4.5.12 至表 4.5.15。

表 4.5.12　日本 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	● 依據日本《電波法》、2019 年與 2021 年 5G 頻譜釋照方針，日本總務省將 5G 網路佈建相關要求納入全國性頻譜的指配條件中，並期待透過區域性的 Local 5G，促進及早於地方上建設與發展 5G 網路。 ● 依據總務省 2020 年「ICT 基礎設施區域發展總體計畫 3.0」，至 2024 年止，總務省將針對「整備條件不利地方

[512] NTT DOCOMO（2021）。5GEC（海外法人 5G ソリューションコンソーシアム）。檢自 https://www.nttdocomo.co.jp/biz/special/5g/5gec/ (Jul.2,2021)

[513] KCME.jp（2021）。NTT ドコモ、法人にフォーカスした 5G グループを主導。檢自 https://jp.sdxcentral.com/記事/ニュース/ntt ドコモ、法人にフォーカスした 5g グループを主導/2021/02/ (Jul.2,2021)

[514] 該服務透過 AWS Wavelength 的方式，將 AWS 運算和儲存服務內遷在 KDDI 5G 網路邊緣的通訊服務供應商資料中心內，因此應用程式流量可以從 5G 裝置傳送至 Wavelength 區域中執行的應用程式伺服器，無須離開 KDDI 5G 網路，達到超低延遲的效果。

[515] IT Media news（2021）。プライベート 5G の先取り、「KDDI 5G＋AWS Wavelength」に注目せよ！檢自 https://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/2102/22/news022.html (Jul.2,2021)

[516] Rakuten mobile(2021)。楽天モバイルと米リガードネットワークス社、「Rakuten Communications Platform」を活用したプライベート 5G ネットワークの商用化試験に関する覚書を締結。檢自 https://corp.mobile.rakuten.co.jp/news/press/2021/0212_01/(Jul.2,2021)

[517] Business network.jp（2020）。ソフトバンクが「プライベート 5G」を 2022 年に提供へ。檢自 https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/7400/Default.aspx(Jul.2,2021)

	做 5G 相關建設的（基地臺整備）」、「展開與普及 5G 等高速化服務」、「因應鐵路或道路隧道無線電波被阻擋對策」以及「光纖整備」等四大方針進行。 ● 總務省積極輔助地方整備 5G 相關設備及提供相關財政支援，目前主要政策為「5G 投資促進稅」、「高度無線環境整備事業」以及「行動電話等區域整備事業」。 ● 日本於 2019 提出「連結 5G 與交通號誌於日本全國建構可信賴的網路」，其中的子項目便包含：訂定可信賴的網格網路架構；透過運用 5G 網路與 5G 天線等使交通號誌先進化；將設置於交通號誌的 5G 天線等作為公共基礎設施運用。
執行情形	● 總務省已釋出中頻段 3.7GHz、4.5GHz 頻段、1.7GHz 東名阪以外以及高頻段 28GHz 頻段。 ● 日本總務省已完成 4.6-4.9GHz 和 28.2-29.1GHz 頻段 Local 5G 制度訂定且開放申請，其中以製造業者及有線電視業者為主，申請頻段則以 Sub 6GHz（4.6-4.9GHz）居多。 ● 高度無線環境整備事業自 2019 年共執行 7 次公募，其中 2020 年度追加的第 2 次公募，而 2021 年度公募正在進行中。 ● 依據 2021 年總務省發佈的無線電使用費事務實施狀況報告，截至 2019 年為止，已整備 20 個地方的基地臺設備以及 9 個地方高度化設備，另設置 3 個傳輸設備以及運用 2 個傳輸設備。 ● 依據 2020 年 5 月 21 日所舉辦的第二次「連結 5G 與交通號誌的可信賴的網路以全國展開為面向的關係府省等聯絡會議」：預計要在都市地區人口密集地區、農村的觀光地區或是景觀地設置約 4,000 個 5G 基地臺；提出提升交通號誌 5G 基地臺價值之五大功能以及為實現該功能所需具備的 5G 裝置。

資料來源：本研究彙整。

表 4.5.13　日本 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	● 總務省 2019 年 11 月 12 日發布「有關行動通訊領域的基礎設施共用相關電信事業法及電波法的適用關係指導方針」，以指導及釐清相關法規適用關係，促進民間 5G 網路共建與網路共用。另針對鐵塔、天線、基地臺等的共用，除現有的指導方針，總務省於同一部指導方針內增加「公益事業電桿與管路等使用相關指導方針」以釐清業務登記、執照持有的需要與否、無法達成協議時的處理方式等相關基礎設施共用時的行政程序以及法律適用關係。 ● 針對基礎設施共享時的競爭狀況，總務省根據《電信事業法》將可能的狀況定義分為接續、共用以及提供電訊通信批發服務等，並規定為維護公平競爭原則，在協調或進行

	基礎設施共享相關業務時，不得對特定業者有不當的差別待遇及行使不當業務，若經查核屬實將勒令改善。 ● 2019 年 7 月 3 日 KDDI 與 Softbank 達成基礎設施共用合作協議，以透過互相使用雙方的基地臺，共同推進地方 5G 網路的佈建。2020 年 4 月 1 日，KDDI 與 Softbank 共同創立「5G JAPAN 股份有限公司」，以合資公司方式合作推展地方的 5G 網路佈建。 ● 日本總務省擬定「有關行動通訊領域的基礎設施共用相關電信事業法及電波法的適用關係指導方針」，配合「公益事業電桿與管路等使用相關指導方針」釐清基礎設施共用時的行政程序以及法律適用關係，而針對基礎設施共享時的競爭狀況，「有關行動通訊領域的基礎設施共用相關電信事業法及電波法的適用關係指導方針」說明《電波法》中接續、共用及提供電信批發服務三種模式以及相關不當競爭等適用法規解釋。 ● 住友商事股份有限公司於 2019 年 8 月與東京急行電鐵股份有限公司合作，以多數通信業者為導向，計劃於 2020 年 1 月在東京涉谷進行 5G 天線系統共用實驗。 ● 住友商事股份有限公司於 2020 年 3 月再和大阪市高速電氣軌道股份有限公司合作，以 2021 年度實現為多數通信業者提供地下空間 5G 基地臺為目標，預計於 2020 年 10 月於大阪進行實證實驗。 ● 2021 年 6 月 23 日 Ericsson 將 KDDI 和 Softbank 選為於日本建構 MORAN 的合作夥伴。KDDI 和 Softbank 將共同利用 Ericsson 所提供的裝置展開 5G 網路佈建，目前已完成檢證，並開始研擬商用對策。
網路漫遊	● 依據日本《電信事業法》及《電波法》規定，電信業者欲提供網路漫遊服務，雙方業者得達成業務上合作以提供該服務，惟該業務上合作需在有提供電信批發服務或是接續服務的前提下建立，並且皆需依照《電信事業法》各分類的法規執行，同時提供網路漫遊服務業者及接受網路漫遊服務業者雙方都須遵守電訊事業法第 29 項第 1 項。若出現對特定業者不當的差別待遇、因電信服務相關費用的計算方式不適當不明確而要成使用者利益受到阻害、出現引起電訊通信業者間不當競爭以及因引起社會上顯著不當影像使其利益受到阻害等狀況時，將被勒令業務改善 。 ● 另因 2015 年《電波法》修正，訪日觀光客等可以帶入符合《電波法》技術規定的行動電話裝置及 Wi-Fi 裝置，並在總務大臣的許可下，可使用日本國內業者的基地臺 ，即所謂的國際漫遊，可使用天數為入國日起 90 日內。同時因應日本國內的外國電信業者增加，總務省於 2020 年的《電信事業法以及日本電信電話股份有限公司等相關法律修正案》中加強於日本國內進行電信業的外國法人的適用法規，認定外國法人在日本國內經營提供電信服務事業的外國法

	人，以及經營從國外提供日本國內電信事業者，皆適用日本《電信事業法》，外國法人須遵守業務改善命令、秘密保護等規定 ，進一步加強對外國法人的法規控管，該修正案對於日本電信產業及 5G 網路漫遊的影響有待持續追蹤。 ● NTT DOCOMO 於 2020 年 9 月 14 日開始 5G 國際網路漫遊服務，凡是與 NTT DOCOMO 簽訂國際漫遊合作協定業者，得在日本境內使用 NTT DOCOMO 的 5G 網路服務；Softbank 則於 2021 年 4 月 27 日啟用 5G 國際網路漫遊服務，與韓國 SKT 達成協議，Softbank 的用戶在韓國能夠透過韓國 SKT 使用 5G 網路服務，Softbank 也計劃持續擴大可使用 5G 國際網路漫遊服務的國家及地區。
MVNO	● 總務省將是否提供 MVNO 相關電信服務納入評分項目，而 2021 年的釋照規則更是進一步將與促進 MVNO 相關的 SIM 卡解鎖及智慧型手機 eSIM 卡導入納入評分項目。 ● 總務省持續修訂於 2002 年制定的「與 MVNO 相關的電信事業法及電波法適用關係之指導方針」，並站在用戶立場研究促進業者公平競爭的方案。而為確保 MVNO 和 MNO 得以公平競爭，總務省要求 MNO 需要積極推動行動攜碼（MNP）、SIM 卡解鎖以及智慧型手機 eSIM 卡導入等服務。 ● 總務省要求 MNO 在向消費者提供 5G 服務開始之前，需對 MVNO 開放提供 5G 服務的相關功能，也須向 MVNO 提供功能開放的具體時間、營業區域範圍、接續點的技術條件等 5G 服務的必要資訊。另外，有個別協定、設備調整或網路試驗等狀況時，若於開放功能之前有需要 MVNO 先配合的事項時，則要以 MVNO 有充分時間因應的時程提供資訊。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	● 日本頻譜釋出採審議制，經指配後無法進行二次交易。 ● 2019 年與 2021 年的二次 5G 釋照明文限制獲指配者不得將基地臺相關事業轉讓給其他業者，然而依據日本《電波法》，若是電信事業整體被合併或是轉讓，事業整體將被其繼承者繼承，因此電信業者有機會透過此方式，間接取得其他業者的頻譜。

資料來源：本研究彙整。

表 4.5.14　日本 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● 日本總務省於「Beyond 5G 推進戰略：邁向 6G 的藍圖」規劃前瞻的 B5G 應用發展政策，分成研究戰略、智財權與標準化戰略以及推展戰略，其中又以推展戰略發展有助於解決社會課題的應用案例。 ● 日本總務省自 2017 年度起開始實施「5G 綜合實驗試驗」，由總務省進行提案公募，並將募集到的提案委託給相關單位實施，2018 年起總務省採用 ICT 基礎建設地方

	展開戰略檢討會所提出的 8 大課題，分別為勞動力、地方產業、觀光、教育、行動、醫療與看護、防災與減災以及行政服務，以此為中心概念進行提案公募，其中已進行過施工設備遠端操作、酪農業與畜牧業效率化及遠端醫療等垂直場域實驗與實證。日本總務省自 2020 年起將主題從「5G 綜合實證試驗」改成「地方課題解決型 Local 5G 等實現相關開發實證」。依據 2020 年度公布的開發實證成果概要，總務省於 2019 年度已實施 19 項自海洋遠端監看、自動駕駛車安全措施、遠端診療等相關措施。目前則在進行 2021 年「地方課題解決型 Local 5G 等實現相關開發實證」的公募以及相關說明會。
案例介紹	● 日本和歌山縣於 2017 年參與了 5G 綜合實驗，獲得總務省認可，並由政府委託 NTT DOCOMO 集團執行相關實驗實證，而 NTT DOCOMO 集團於 2019 年 1 月 16 日至 24 日的實證實驗中，在和歌山縣日高川町美山地區使用日本電器的 4.5GHz 頻段架設 5G 基地臺，進行診所醫生到病患家中的到府看診的相關實驗。 ● 日本 Layers Consulting 股份有限公司於廣島縣江田島市海面養殖漁業場進行了 Local 5G 實驗，旨為為提高海面養殖漁業效率以及產量，透過 Local 5G 等無線通信系統，遠端監視海中狀況，期望透過海中高精度畫面及環境數據實現漁場管理。 ● 日本四大電信 NTT DOCOMO、KDDI、Softbank 及樂天行動皆有企業專網相關策略規劃，已提供或預計推出企業專網服務。

資料來源：本研究彙整。

表 4.5.15　日本 5G 企業專網小結

項目	說明
5G 專網頻段與釋出方式	日本指定 4.6-4.9GHz 和 28.2-29.1GHz 為 Local 5G 專用頻段，開放給地方產業、公共團體等申請，申請獲准者將核發 Local 5G 無線電臺執照，並可在所申請的土地及頻段架設 5G 無線電臺。日本 Local 5G 運用模式依據服務提供對象可大致分為針對企業提供服務、針對地方政府提供服務以及針對消費者提供服務。
5G 專網頻段申請資格	依據日本總務省發布的 Local 5G 導入指導方針，Local 5G 的申請以在自己的建築物內或土地內使用為主，例外在一定條件下可將他者土地利用作為所有者土地利用處理，或有條件式開放他人建築物內或土地內使用。惟獲指配全國性 5G 頻譜的電信業者不得申請，其子公司與關聯公司則不在此限。
5G 專網頻段執照費用	● 4.6-4.9GHz 的分類為 3600MHz 以上 6000MHz 以下，天線功率超過 0.01W，頻率使用費為每年每臺 5,900 日圓（約新臺幣 1631 元*）；然而，若天線功率為 0.01W 以下，則每年每臺 2,600 日圓（約新臺幣 720 元*）。

	● 28.2-29.1GHz 則為 6000MHz 以上頻率，頻率使用費為每年每臺 2,600 日圓（約新臺幣 720 元*）另外若為同時申請 Local 5G 執照以及自營式 BWA 執照者，且天線功率超過 0.01W，頻率使用費則為每年每臺 19,000 日圓（約新臺幣 5,254 元*）；若是使用 1.9GHz TD-LTE 式的數位無線電話，則因為其不需要無線基地臺執照因此不收取頻率使用費。 *以台灣銀行 2020 年平均匯率，106.97 日圓＝1 美元及 29.578 元＝1 美元做計算。
5G 專網頻段執照期限與其他規定	● 4.6-4.8GHz 頻段：只能架設於室內，且一部份地區無法設置。 ● 4.8-4.9GHz 頻段：若要於某些地區室外架設，需注意不可超過該地區所設定的發射輸出功率和無用輻射強度上限。 ● 28.45~29.1 GHz 頻段：雖不限市內與室外，然而由於與衛星通訊系統共同使用頻譜，因此須在不尋求固定衛星的衛星通信地球電臺保護下，始得進行無線電臺的開設。
5G 專網頻段釋照情形	截至 2021 年 5 月 24 日，已有 45 家業者取得 Local 5G 執照，其中以製造業者及有線電視業者為主，申請頻段部分則以 4.6-4.9GHz（Sub 6GHz）居多。

資料來源：本研究彙整。

第六節 韓國

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

為促進 5G 技術於韓國的發展與普及，韓國政府聯合韓國科學技術情報通信部（Ministry of Science and ICT, MSIT）等 10 個政府部門於 2019 年聯合發布「5G+戰略（5G+ 전략）」（MSIT，2019）[518]，同時組建「5G+戰略委員會（5G+ 전략위원회）」（MSIT，2019）[519]以檢討「5G+戰略」的推行並調整政策和執行方向。

5G+戰略委員會於 2021 年 1 月 25 日召開了第四屆會議，並發布「2021 年度 5G+戰略推動計畫（2021 년도 「5G+ 전략」 추진계획(안)）」（MSIT，2020）[520]，檢討 2019 年以來「5G+戰略」實施狀況，並規劃推動全國 5G 網路早期 5G 網路早期佈建、促進 5G 業務融合、加強設備與器械產業的良性循環結構、引領全球 5G 生態及加強可持續發展的基礎納入其政策方向。其中的推動全國 5G 網路早期佈建又可分為 5G 網路佈建以及稅收減免兩大方向。

1. 5G 網路佈建

韓國於 2019 年 4 月正式啟用 5G 商用服務[521]，MSIT 在 2021 年 6 月 30 日所發布的「2021 年 5 月無線通信服務用戶統計（2021 년 5 월말 기준 무선통신서비스 가입자 통계）[522]」，截至 2021 年 5 月底，韓國 5G 用戶數為 1,584 萬 1,478 戶，占行動通訊總用戶數 22.17%。網路建設的部分，首爾地鐵部分已完成 5G 網路建設。此外，韓國政府計畫 2021 年預計於 85 個主要行政區、所有的地鐵與高速鐵道以及其他主要多功能設施建設 4,000 座基地臺，具體規劃則為 2021 年以完成 85 個主要行政區的基地臺的建設為主，三家電信業者按計畫建設順利。而 2022 年再針對 85 個行政區底下的邑和面進行基地臺建設，並規劃促進電信公司間的網路共用以及加強農村地區 5G 的導入。綜上，韓國政府計畫於 2022 年達成全國 5G 聯網以及 2026 年新增 2640MHz 的 5G 頻寬。

此外，為解決 5G 涵蓋範圍及訊號不佳的問題，政府於 2020 年起開始實施「5G 行動通訊業務頻段涵蓋檢查及品質評估（5 세대(5G) 이동통신 서비스 품질평가）（以下簡稱為 5G 品質檢測）」，針對首爾及釜山廣域市、大邱廣

---

[518] 韓國中央行政機關（2019）。세계최초 ‘대한민국 5G’, 세계 1 등 향해 5G+ 전략 발표。檢自 https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156325462&call_from=seoul_paper（Jul. 7, 2021）

[519] 韓國中央行政機關（2019）。제 1 차민・관합동「5G+ 전략위원회」개최。檢自 https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156336942（Jul. 7.2021）

[520] 韓國中央行政機關（2021）。제 4 차 5G+ 전략위원회 개최 관련 사전 브리핑。檢自 https://www.korea.kr/news/policyBriefingView.do?newsId=156433838（Jul.7.2021）

[521] MSIT（2019）。세계최초 ‘대한민국 5G’, 세계 1 등 향해 5G+ 전략 발표。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=1&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=1745964&searc (Jul. 14, 2021)

[522] MSIT（2021）。（2021 년 5 월말 기준） 무선통신서비스 가입자 통계。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=99&mPid=74&pageIndex=&bbsSeqNo=79&nttSeqNo=3173406&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul.14,2021)

域市、仁川廣域市、光州廣域市、蔚山廣域市和大田廣域市六大都市圈（以下簡稱首爾及六大都市圈）森林以外的公共區域進行 5G 網速監測及品質評估，供電信業者檢討及改善[523]。

2. 稅額抵免

為促進民間 5G 投資，韓國於 2018 年開始實施 5G 投資抵減稅，並持續因應民間 5G 投資狀況調整稅額抵減對象及比例，截止至 2020 年時 5G 投資抵減稅中已設立設備購置及建築成本稅額抵減。兩個項目的抵減比例皆為都市區 2%，非都市區則為最多 3%的抵免。2021 年，韓國政府計畫將 5G 投資抵減稅再做調整，不分地區，稅額抵減皆為 3%的基本抵免外加 3%附加抵免（表 4.6.1）。

表 4.6.1　5G 投資抵減稅修正內容

分配地區	2020 年		2021 年
都市區	2%		3%基本扣除*+3%額外扣除** *基本扣除：當期投資額 x 3% ** 附加扣除：前三年平均投資增長 x 3%
非都市區	2+1max*% *1%最大值=就業增長率 x 1/5		

資料來源：MSIT（2021）。5 세대(5G)+ 전략위원회 개최。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179848&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 8, 2021)

此外韓國政府研擬針對商業設施 5G 設備的導入與設置新增 5G 綜合投資稅額抵免[524]，該抵免實施期間預計為 2011 年至 2013 年。

（二）執行情形

關於 5G 基地臺建設進度，據 MSIT 統計，截止至 2021 年 5 月底，全國 975 個地鐵站中已有 787 個完成 5G 網路建設，首都圈代表性路線則已達到 75%的 5G 網路構建率（韓國中央行政機關，2021）[525]。而截至 2021 年 8 月，韓國三家

---

[523] MSIT（2020）。과기정통부, 2020 년도 상반기 5 세대(5G) 이동통신 서비스 품질평가 결과 발표。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3012555 (Jul. 8, 2021)

[524] 目前規劃為一般投資扣除率加上至少 2%的抵免，大企業係為 3%，中型企業為 5%，中小企業則為 12%，並且預計把稅額抵免的對象增加，除現有的 5G 基地臺設備製藥設施，另外新增設備購置費與建設費等，人多的都市區與人少的非都市區皆適用於該歲額抵免，其中針對於人少非都市區設置 5G 網路者得再減免 50%的登記執照稅。而據 2021 年度 5G+戰略推動計畫，現階段韓國每年所繳納的地方稅為無線電臺人口超過 50 萬的為 40,500 韓元（約新臺幣 989 元），其他城市為 22,500 韓元（約新臺幣 550 元），地方政府為 12,000 韓元（約新臺幣 293 元）。資料來源：MSIT（2021）。5 세대(5G)+ 전략위원회 개최。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179848&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul.8,2021)
外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率日資料，以 2021 年 7 月 13 日美元：新台幣＝1：27.997 以及美元：韓元＝1：1145.4 計算。檢自 https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html

[525] 韓國中央行政機關（2021）。이통 3 사 5G 망 조속한 구축 위해 지속적 점검 및

電信業者已建設 5G 基地臺數量[526]達 17 萬 8 千 75 臺，共 35 萬 9 千 590 臺裝置[527]，其中 3.5GHz 頻段已建設 17 萬 8 千 29 臺基地臺，共計 35 萬 9 千 429 臺裝置； 28GHz 已建設 46 臺，裝置數量為 161 臺[528]。然三家電信業者在 2021 年底前於 28GHz 頻段建設義務應達成 4.5 萬臺，故達成率僅約 0.36%，已受到主管機關關注[529]。

MSIT 已於 2021 年 8 月 31 日公布「2021 年 5G 服務涵蓋率檢測及品質評價中間結果發表（上半年 2021 년 5 세대(5G) 서비스 수신가능지역(커버리지) 점검 및 품질평가 중간결과 발표）」文件，顯示 5G 平均下載速度為 808.45 Mbps，比起 2020 年下旬多 117.98Mbps（MSIT，2021）[530]。

同時農村地區 5G 建設也有所進展，2021 年 4 月 15 日 MSIT 與 SKT、KT 以及 LGU+簽下全國農漁村 5G 網路共用協議，預計於 2024 上半年完成農漁村 5G 建設（MSIT，2021）[531]。

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 5G 網路共建

MSIT 於 2021 年 4 月 15 日發布「農漁村 5G 共用計畫（농어촌 5 세대(5G) 공동이용 계획）」（MSIT，2021）[532]，正式與 SKT、KT 以及 LGU+簽下合作協議，三大電信業者將共同建設及使用農漁村等地區的網路，然農漁村 5G 網路使用者不僅限三大電信業者用戶，MVNO（Mobile Virtual Network Operator, MVNO）用戶及海外使用者皆可使用。依 MSIT 規定，農漁村 5G 目標地區為韓國全人口數的 15%。

5G 漫遊技術方面，考慮到需要使用每家業者的核心網路來提供差異化服務並提供及時 5G 服務，因此決定採用 MOCN（Multi-Operator Core Network, MOCN）方式以共用基地臺。網路設計方面則規劃在在共用區域內應用通用品質標準，並

독려。檢自 https://www.korea.kr/news/actuallyView.do?newsId=148888971（Jul.8.2021）

[526] 基地臺包含中繼基地臺、RF 中繼基地臺及小型基地臺。

[527] 指安裝於基地臺的裝置數量（包含波束成形及支援 MIMO 的天線設備等，如 RU/AU、AAU/DAU 等）。

[528] 아이뉴스 24（2021）。5G 기지국 장비 수도권에 집중。檢自 https://www.inews24.com/view/1407703 (Dec. 2,2021)

[529] 朝鮮日報（2021）。28 ㎓ 5G 기지국 목표 달성 불가능… 통신 3 사 제재 수위 주목。檢自 https://biz.chosun.com/it-science/ict/2021/11/06/CULAZVTKQ5FJFEKMKAPKMWZYUE/(Dec. 2,2021)

[530] MSIT（2021）。2021 년 5 세대(5G) 서비스 수신가능지역(커버리지) 점검 및 품질평가 중간결과 발표。檢自 https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156468604 (Sep. 14, 2021)

[531] MSIT（2021）。농어촌 5 세대(5G) 공동이용 계획 발표。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=1&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180142&searc (Jul.13,2021)

[532] MSIT（2021）。농어촌 5 세대(5G) 공동이용 계획 발표。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=1&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180142&searc (Jul.13,2021)

根據地形特徵設計並制定 5G 設備，同時也計畫在每家業者的建設區域和共用區域間的邊界處持續監控數據使用、網路轉換（專用網路與共用網路間的轉換），並透過業者間的熱線共享資訊。

MSIT 與 SKT、KT 及 LGU+計畫於 2021 年上半年開始進行通用網路管理系統等相關技術的開發，於 2021 年下半年啟動農漁村共用網路建設，以加速擴大 5G 涵蓋範圍，並預計於 2024 年上半年完成商業化。

2. 5G 網路漫遊

承前，「農漁村 5G 共用計畫」即經 SKT、KT 及 LGU+網路共建後，用戶得以 5G 漫遊使用 5G 相關服務。此外， MSIT 於 2019 年發布「災害時行動通訊漫遊方案（재난 시 이동통신 로밍 방안）」，對此 SKT、KT 及 LGU+已於 2019 年年底將漫遊專用基礎設施建設完成，並於 2020 年 1 月進行網路測試，此後即使電信業者發生大城市規模的電信災難，4G 和 5G 用戶無需任何特殊措施即可使用其他電信業者的 4G 通信網路發送語音、簡訊等訊息，而在 3G 的情況下，可以透過在沒有發生災難的電信業者代理處開設 USIM 卡併申請轉移服務以接聽現有號碼的電話，並可在事後得到補償（MSIT，2020）[533]。

3. 5G 網路共用

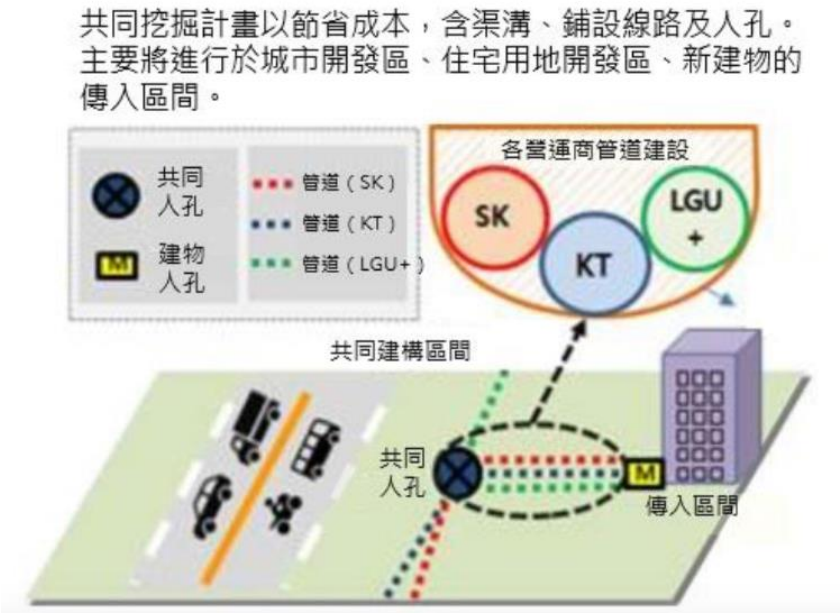
MSIT 於 2018 年 4 月發佈「新建設備共同建設及基礎設備共同活用系統改善方案（신규 설비의 공동구축 및 기존 설비의 공동 활용 제도 개선방안）」（MSIT，2018）[534]，主要透過促進電信業者間共建以防止重疊投資、以及積極利用地方政府和設施管理機構的資源兩大方式降低成本，期望達到以低廉價格提供高品質 5G 服務的目標。

[533] MSIT（2020）。통신재난 발생해도 로밍 통해 이동통신서비스 이용한다。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=2941496 (Jul. 13, 2021)

[534] MSIT（2018）。세계 최초 5G 상용화를 목표로 통신사, 손맞잡는다!。檢自 https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156263528(Jul.12,2021)

（1）促進電信公司間共建以防止重疊投資

MSIT 在進行多次協商後，指定 KT、LGU+、SKB 及 SKT 為義務性參與通訊設備共建業者，以共建現存管道、人孔等有線設備，及基地臺、天線支架等無線設備，並共同負擔相關費用（參考圖 4.6.1）。



資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）「國際 5G 基礎設施與網路共用專題分析-英國、日本、韓國、中國大陸、新加坡」財團法人資訊工業策進會委託研究報告（編號：BI19110078、BD19100286）。臺北市：財團法人資訊工業策進會。

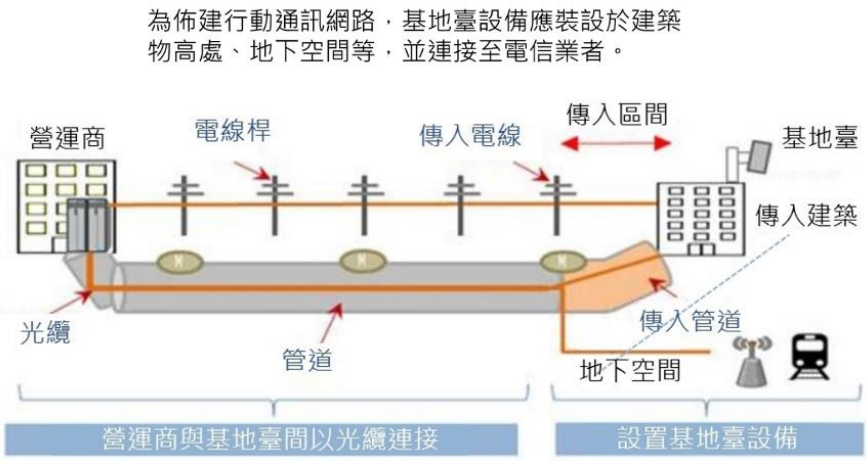
圖 4.6.1　電信設備共同建構示意圖

另外，考量小型建築物內建置基地臺的必要性將增加，因此共建對象擴張至總面積為 1000m^2 或 3 層樓以上之新建築。

（2）積極利用地方政府和設施管理機構的資源

MSIT 與 17 個地方政府及設施管理組織（地鐵建設、道路建設等）合作並釋出業者網路佈建所需設備，詳述如下：

- 開放管路、電線桿及光纜等設備提供電信業者用於佈建 5G 行動通訊網路（圖 4.6.2）。



資料來源：財團法人台灣經濟研究院（2019）「國際 5G 基礎設施與網路共用專題分析-英國、日本、韓國、中國大陸、新加坡」財團法人資訊工業策進會委託研究報告（編號：BI19110078、BD19100286）。臺北市：財團法人資訊工業策進會。

圖 4.6.2　基地臺建設所需的基礎設備示意圖

- 由用戶建物內的通訊室連接至通訊電纜等設備的第一連接點（如：人孔）屬傳入區間，透過系統改善，KT、SKB、LGU+及 SKT 等被指定為具設備提供義務的電信業者，可於傳入區間共同佈建網路設備。
- 電信業者須提供電纜的可用性及位置等。另外，由中央電波管理局負責監督設備的提供、使用及爭議協調，並管理與監督非法行為。
- MSIT 與韓國通訊傳播委員會（Korea Communications Commission, KCC）協商使用設施相關之犯罪行為及規管，並遵循電信事業法執行令（전기통신사업법시행령）第 42 條之禁止行為與標準執法。同時，為達徹底規範與監管之實，KCC 自該政策發布後，除 2016 年已修訂的「禁止聯合銷售行為之詳細類型及判斷標準（결합판매의 금지행위 세부 유형 및 심사기준）」，陸續於 2017 年頒布「針對電信服務提供者間施加不合理或歧視性條件以及不合理的限制性行為之詳細標準（전기통신사업자간 불합리하거나 차별적인 조건·제한 부과의 부당한 행위 세부기준）」；於 2019 年頒布「針對提供經濟利益等方面相關不公平用戶歧視之詳細標準（경제적 이익 등 제공의 부당한 이용자 차별행위에 관한 세부기준）」；於 2021 年修訂「廣播通信業務禁止行為等業務處理規定（방송통신사업 금지행위 등에 대한 업무 처리 규정）」，以補足第 42 條之禁止行為與標準。

MSIT 預計透過該政策新建物中約 20%電信設備將由三家電信業者共建，期望可於每年減少 400 億韓元（約新臺幣 10.61 億元[535]）的建設成本。另外，若有

[535] 外幣換算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料，以 2019 年平均匯率美元：新臺幣＝1：30.925 以及美元：韓元＝1：1165.4 計算。

效利用 5G 網路設備，預估可在未來 10 年節省高達 1 兆韓元（約新 265.36 臺幣億元）的投資成本（台經院，2019）[536]。

此外，依據農漁村 5G 共用計畫，SKT、KT 及 LGU+引進 MOCN 技術以減少重複投資。

4. MVNO

MSIT 於 2020 年推動「促進平價手機啟用措施（알뜰폰 활성화 대책 추진）」（MSIT，2020）[537]，該政策旨在透過促進創新平價手機電話從服務、終端裝置至網路批發的系統，刺激行動通訊市場整體競爭，同時減少韓國國民於 COVID-19 疫情期間的家庭電信費用。政策的方向為（1）強制規定將 5G 移動通訊服務批發給 MVNO 業者，並將批發價調低、（2）推出平價手機折扣卡，擴展 IoT 等專業服務、（3）聯合採購平價手機終端裝置，發布平價手機專用服務網路，以及（4）加強整備助於評價手機成長的相關制度，詳述如下。

（1）強制規定將 5G 行動通訊服務批發給 MVNO 業者，並將批發價調低

MSIT 於 2021 年 1 月起強制規定將 5G 網路流量以零售價的 60 至 63%的價格批發給 MVNO 業者（韓國中央行政機關，2021）[538]。而依據 MSIT 於 2021 年發布之「5G 平價手機更便宜（5 세대(5G), 알뜰폰 더 싸진다）」[539]，網路流量費用如表 4.6.2 所示。

表 4.6.2 MNO 業者針對 MVNO 業者之 5G 網路流量批發方案

網路流量	網路流量費用	批發價（2020 → 2021）	電話費率預估費用 [1]
9,10,12GB +1Mbps	55,000 韓元（新臺幣 1,344 元） * 線上契約為 37,000 韓元（新臺幣 904 元）	36,300 韓元（新臺幣 887 元）（66%） ↓ 33,000 韓元（新臺幣 806 元）（60%）	33,330 韓元（新臺幣 806 元）~
110GB +5Mbps	69,000 韓元（新臺幣 1,686 元）	42,780 韓元（新臺幣 1,045 元）（62%） * 新報價（上半年）	預計為 40,000 韓元（新臺幣 978 元）左右
150GB +5Mbps	75,000 韓元（新臺	47,250 韓元（新臺幣	48,400 韓元（新台

536 財團法人台灣經濟研究院（2019）「國際 5G 基礎設施與網路共用專題分析-英國、日本、韓國、中國大陸、新加坡」財團法人資訊工業策進會委託研究報告（編號：BI19110078、BD19100286）。臺北市：財團法人資訊工業策進會。

537 MSIT（2020）。과기정통부, 알뜰폰 활성화 대책 추진。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3016956 (Jul. 9, 2021)

538 韓國中央行政機關（2021）。알뜰폰 5G 활성화 지원방안。檢自 https://www.korea.kr/news/policyBriefingView.do?newsId=156444469（Jul. 9, 2021）

539 MSIT（2021）。5 세대(5G), 알뜰폰 더 싸진다。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=5&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180099&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 9, 2021)

	幣 1,833 元） * 線上契約為 51,000 韓元（新臺幣 1,246 元）	1,154 元）（63%） * 新優惠（四月）	幣 1,183 元）~
180GB +10Mbps（僅限 LGU+）	（80,000 韓元）（新臺幣 1,955 元）	60,000 韓元（新臺幣 1,467 元）（75%） ↓ 50,400 韓元（新臺幣 1,232 元）（63%）	50,000 韓元（新臺幣 1,222 元）~
200GB +5Mbps	75,000 韓元（新臺幣 1,833 元） * 線上契約為 52,000 韓元（新臺幣 1,271 元）	56,250 韓元（新臺幣 1,375 元）（75%） ↓ 47,250 韓元（新臺幣 1,155 元）（63%）	55,000 韓元（新臺幣 1,344 元）~

資料來源：MSIT（2021）。5 세대(5G), 알뜰폰 더 싸진다。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=5&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180099&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 9, 2021)

外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率日資料，以 2021 年 7 月 13 日美元：新臺幣＝1：27.997 以及美元：韓元＝1：1145.4 計算。

註 1：電話費率僅為預估值，MNO 業者可推出不同費率計畫，故需以業者公布為主。

（2）推出平價手機折扣卡，擴展 IoT 等專業服務

本政策與韓國國民卡、樂天卡與郵局卡合作，共通推出「平價手機專屬折扣卡（알뜰폰 전용할인카드）」平價手機使用者可依據各家發卡公司規定，享有 10,000（約新臺幣 244 元[540]）至 15,000 韓元（約新臺幣 367 元）的優惠。

同時 MSIT 也規劃透過結合 MVNO 與 IoT，推出針對韓國國民的專業服務，例如：軍事特價計畫（군인특화요금제나）和社交機器人，且為促進相關服務的融合與推出，預計推出「流量預購系統，批發購買折扣系統（데이터선구매제, 다량구매할인제）」，以針對大量購買提供批發折扣。

（3）聯合採購平價手機終端裝置，發布平價手機專用服務網路

MSIT 與三星和 LG 電子合作，建立低成本手機聯合採購體系，促進銷售低成本手機。同時也擴大中低價位手機的供應，使消費者可以在與 MVNO 業者簽訂合約後，直接購買手機來使用，因此 MSIT 與韓國 MVNO 協會（KMVNO）合作，於 2020 年 10 月 27 日於首爾設立「平價手機中心(mvnohub.kr)（알뜰폰허브(mvnohub.kr)）」與網站，於首爾的中心內提供平價電話諮詢、終端行動裝置體驗、手機 VR 體驗以及 MVNO 開通服務等，並銷售比原廠價便宜約 40-50%的手機（KMVNO，2020）[541]。

[540] 外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率日資料，以 2021 年 7 月 16 日美元：新臺幣＝1：27.892 以及美元：韓元＝1：1141.5 計算。l

[541] 韓國 MVNO 協會（2020）。알뜰폰 스퀘어。檢自 http://www.kmvno.or.kr/info/info_07.php?PHPSESSID=f69b7fb9e8c064e81ff90c5112dc05e3 (Jul. 9, 2021)

韓國資訊通訊報（2021）。알뜰폰 스퀘어’ 현장 개통지원 업무 개시。檢自 https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=81712（Jul.9.2021）

（4）加強整備助於評價手機成長的相關制度

MSIT 禁止 MNO 業者平價進行歧視性付費以及低價手機補貼，同時於 2020 年 12 月修正電信業務法執行令（전기통신사업법 시행령），放寬 IoT 轉售業務准入限制，以促進純 IoT 業者能夠積極進入 MVNO 市場（MSIT，2020）[542]。

另外，依據「5G 平價手機更便宜」，2021 年 4 至 5 月約有 10 家 MVNO 業者分別推出 30 GB 40,000 韓元（約新臺幣 943 元[543]）和 12 GB 30,000 韓元（約新臺幣 707 元[544]）的各種費率計畫，而其所附屬的母公司也因應之[545]，另外 MSIT 亦補貼中小企業銷售和促銷活動費用，並擴大平價手機折扣卡合作[546]。

（二）對 5G 頻率交易及轉讓考量及市場影響評估

1. 5G 頻率交易

依據韓國電波法（전파법）第 14 條，韓國電信業者得將拍賣所得的頻譜進行如轉讓與出租等二次交易，另依《電信事業法（전기통신사업법）》第 18 條，經 MSIT 部長許可或申報而持有頻率使用權之電信業者，其若將全部或一部事業讓售或合併，則因此獲得頻率使用權之法人得以繼承頻率獲配者之法律地位。

2. 5G 頻率轉讓

依據韓國電波法第 14 條，頻譜拍賣之頻率獲配者得於電波法執行令第 16 條規定的期限後轉讓頻率使用權，且若頻率獲配者破產或其經濟狀況劇變等電波法執行令第 16 條明定之事由，則得於期限前轉讓，惟應事先得到 MSIT 部長核准。然而韓國目前並無 5G 頻率交易相關的實際案例。

3. 其他二次利用（例如：頻譜租賃）

依據韓國電波法第 14 條，頻率使用權人得出租頻譜，且與前述頻率轉讓規定一致。

---

542 MSIT（2020）。전기통신사업법 시행령 개정안 국무회의 의결。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179644&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul.9,2021)

543 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2021 年 9 月 13 日資料，以新臺幣：韓元＝1：42.424 計算。

544 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2021 年 9 月 13 日資料，以新臺幣：韓元＝1：42.424 計算。

545 本計畫延遲 3 至 4 個月，即從 7 月才開始推出自家的費率方案，以促進中小電信業者的共同成長。同時針對「流量預購系統，批發購買折扣系統（데이터선구매제, 다량구매할인제）」提出更加詳細的說明，意指 MVNO 業者在規劃自己的方案時，可提前購買數據流量以得到批發價格的折扣，該方案也可適用於中小電信業者及網路使用率較低的純 IoT 業者，並且擴大折扣率的對象，原本的折扣率為 5TB 的流量給予 3.2%的折扣，以及 10TB 給予 6%的折扣，而本次則新增 2TB 給予 1.4%、3TB 則給予 1.8%與 7TB 給予 4.3%的折扣，預計有 7 家中小電信業者可適用該優惠。

546 詳參 mvnohub.kr。

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

1. 5G 應用發展政策重點

（1）5G+戰略

依據前文所提之「2021 年度 5G+戰略推動計畫」[547]，具體措施包含（1）多方合作全面推進「5G+創新工程（5G+ 이노베이션 프로젝트）」、（2）全力支持普及 5G 融合業務以及（3）制定與改善融合業務系統。

- **透過多方合作全面推進「5G+創新工程」**

2021 年度，MSIT 推動以虛擬實境、自動駕駛等為首的「5G+創新工程（5G+ 이노베이션 프로젝트）」，詳細事業項目將於下一段垂直領域的部分詳述之。

- **全力支持普及 5G 融合業務**

MSIT 認為智慧化行動邊緣計算網路（Multi-access Edge Computing, MEC）能夠有效分配網路流量且計算與最小化傳輸延遲，，故發布「以 MEC 為基礎之促進 5G 融合服務方案（MEC 기반 5G 융합서비스 활성화）」（MSIT，2021）[548]，期能在 2024 年前啟動以 MEC 為基礎的 5G 融合業務，早日建立 5G 產業生態，為此擬定 3 大策略及 10 個具體項目，詳如圖 4.6.3。

此外，MSIT 將持續擴展虛擬實境、自動駕駛、智慧工廠、智慧城市、數位衛生健保以外的新服務，同時協助業者「研發→項目測試→實證及擴散→商用化→進軍全球」。制定與改善融合業務系統

除全面推進「5G+創新工程」及發展相關 5G 融合業務，MSIT 也制定與改善融合業務系統之規劃，為此 MSIT 導入及推動 5G 專網（5G 專網政策方案），期望能藉由導入及推動 5G 專網，於公共服務、智慧城市、工廠、港口、機場、物流、百貨、醫院等地提供特地性服務。此外， MSIT 規劃重組網路中立系統，並已於 2021 年 1 月 11 日修訂完畢以及執行「網路中立及網路流量管理指南（망 중립성 및 인터넷 트래픽 관리에 관한 가이드라인）」（MSIT，2021）[549]以改善市場上的不確定性。

---

[547] MSIT（2021）。5 세대(5G)+ 전략위원회 개최。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179848&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 8, 2021)

[548] MSIT（2021）。MEC 기반 5G 융합서비스 활성화。檢自 https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi6q8zHi9_xAhUEyosBHdEVC4AQFnoECAMQAA&url=https%3A%2F%2Fwww.korea.kr%2Fcommon%2Fdownload.do%3FfileId%3D193661069%26tblKey%3DGMN&usg=AOvVaw2ou0HrnLuMwnwWMgT9FZ_T (Jul. 13, 2021)

[549] MSIT（2021）。「망 중립성 및 인터넷 트래픽 관리에 관한 가이드라인」등 개정·시행 알림。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=123&mPid=122&bbsSeqNo=96&nttSeqNo=3179222 (Jul. 9, 2021)

【願景】

跨越 5G 融合服務領先國家，實現數位經濟強國

↑

【 推廣目標 (~2024) 】

啟動以 MEC 為基礎的 5G 融合業務，早日建立 5G 產業生態

		
● （開發）15 公共服務（2022 年） ● （普及）公共 10 例，私人 5 例（2024 年）	● 用戶和開發者都是免費的 ● 創建可用的開放生態系統	● 5G 晶片組多樣化 ● 增強前後端產業競爭力

↑

3 個推廣策略和 10 個具體項目

搶先投資引領市場

- （發掘）發掘服務及藉由公共部門投資的初始市場創造
- （擴散）將以MEC為基礎的5G融合服務領先模式傳播到公共和私營部門
- （推廣）準備相關措施及吸引投資，比如金融和稅收支持

通過市場參與刺激產業系統

- （使用）打造以用戶或開發者為中心的服務環境，推進標準化
- （開發）開放測試平台建設和測試，以及認證支持
- （合作）支持以MEC論壇為中心的合作與促進

加強前後端聯動以增強競爭力

- （平台）開發開放式MEC平台，針對各個行業領域進行客製化使用
- （終端）提升競爭力，擴大5G融合終端市場參與度
- （設備）MEC設備升級和D.N.A. 創新技術融合支持
- （安全）打造安全的以MEC為基礎的5G融合服務環境

資料來源：MSIT（2021）。MEC 기반 5G 융합서비스 활성화。檢自 https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi6q8zHi9_xAhUEyosBHdEVC4AQFnoECAMQAA&url=https%3A%2F%2Fwww.korea.kr%2Fcommon%2Fdownload.do%3FfileId%3D193661069%26tblKey%3DGMN&usg=AOvVaw2ou0HrnLuMwnwWMgT9FZ_T (Jul. 13, 2021)

圖 4.6.3　以 MEC 為基礎之促進 5G 融合服務方案計畫示意圖

（2）數位新政

韓國政府為因應新冠病毒（COVID-19）疫情所導致的經濟衰退與就業衝擊，於 2020 年 7 月 14 日發布「韓國新政（한국판 뉴딜）[550]」，藉此提升經濟動能與帶動數位轉型。其中數位新政由 MSIT 主導，規劃發展「改善數據、5G 網路和 AI 生態系」、「數位化教育基礎設施」、「培育非接觸式產業」與「數位化社會資本」等 4 大支柱。其中「改善數據、5G 網路和 AI 生態系」又訂立下列目標（1）促進人們日常生活中各個部門的數據收集、共享和使用；（2）將 5G 和 AI 應用於所有產業；（3）基於 5G 與 AI 的政府；（4）建立 K-網路安全系統。（參照表 4.6.3）

表 4.6.3. 韓國數位新政之具體內容

4 大支柱	12 項目標	計畫內容	31 項重要任務
改善數據、5G 網路和 AI 生態系	①促進人們日常生活中各個部門的數據收集、共享和使用	政府透過數據開放，並鼓勵收集和使用特定產業數據，強化數據收集、共享和使用到數據分配，再由 AI 應用的整個數據生命週期。建立公私數據控制中心，以加快過渡至數據經濟社會。	● 數據大壩（Data Dam） ● 製造業數據平臺 ● 旅遊數據平臺 ● 數位集賢殿（即數位研究機關） ● 文化遺產體驗 ● 開放公共數據 ● XR ● 自動駕駛汽車 ● 自動駕駛船 ● 智慧工廠供應與傳播 ● 智慧建設 ● 非接觸式數位企業培育與智慧韓國基金 ● 行動 ID ● 公共秘書 ● 建立量子密碼通信基礎設施 ● ICT 中小企業安全強化與系統安全診斷
	②將 5G 和 AI 應用於所有產業	將 5G 和 AI 應用於各行各業，以促進數位化轉型並創建新市場。	
	③基於 5G 與 AI 的政府	運用 AI 技術使每個人獲得快速、客製化的公共服務，並打造 5G 和雲端的公共智慧工作環境。	
	④建立 K-網路安全系統	建立強大的網路安全系統，以有效應對因數位化而引起日益嚴重的網路威脅。	
數位化教育基礎設施	⑤建立小學、國中和高中的數位教育基礎設施	促進教育基礎設施的數位化，針對全國小學、中學和高中等教育機構，創建一個流暢的線上、線下整合的學習環境。	● 建立 K Edu 平臺（K-에듀 통합플랫폼） ● 強化 K-MOOC 線上公開課程 ● 強化公共智慧職業培訓平臺
	⑥改善全國	擴展線上課程的基礎	

[550] 韓國中央行政機關（n.d.）。한국판 뉴딜。檢自 https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148874860#L2. (Oct.8.2021)

4 大支柱	12 項目標	計畫內容	31 項重要任務
	大學和職業培訓中心的線上教育	設施和內容，並改善線上學習平臺，以在大學、終身學習中心或職訓中心提供高品質的線上課程。	
培育非接觸式產業	⑦建立智慧醫療保健基礎設施	建立數位智慧醫療基礎設施，以保護醫護人員和患者免受傳染病風險的侵害，並使患者更容易獲得醫療服務。	● 智慧醫院 ● 「Dr. Answer 2.0」（AI 精準醫療相關研發） ● 開發與運用「行動健康守護者（모바일 건강지킴이）」 ● 中小企業非接觸式轉換 ● 中小企業共用視訊會議室 ● 支持中小企業專用線上銷售通路 ● 小型商店與工房之智慧技術運用
	⑧促進中小企業遠距工作	為因成本或經驗不足而遇到困難的中小企業（SME）提供遠距工作基礎設施和諮詢服務，並在 SME 集中的地區建立共享的視訊會議設施。	
	⑨支持微型企業線上業務	支持微型企業接取電子商務管道，並提供智慧商業空間和製造設施來應對非接觸式服務和數位化的興起，幫助微型企業提高競爭力。	
數位社會資本	⑩為關鍵基礎設施建立數位管理系統	數位化關鍵基礎設施，如道路、鐵路和港口等，並建立有效的防災和應變系統，使人們的生活更安全、便捷。	● 公共安全智慧基礎建設 ● 數位孿生 ● 智慧災害風險預警系統 ● 智慧城市 ● 智慧產業園區 ● 智慧陸運物流 ● 農產品流通平臺
	⑪市區和工業園區的數位化轉型	建立數位化住宅區和工作空間來擴展智慧城市和智慧工業園區，使人們的生活更安全、便捷，並提高企業競爭力。	
	⑫建立智慧物流系統	利用第四次工業革命的技術擴展智慧物流基礎設施，以改善客戶體驗（例如改善交貨）並提高物流產業競爭力。	

資料來源：MSIT (2020). The Digital New Deal Is to Lead Digital Transition in the World After COVID-19. Retrived from https://digital.go.kr/front/intro/task.do#. (Nov.16.2021)

2. 垂直場域

2021 年度，韓國政府編列預算 1,655 億韓元（約新臺幣 40.45 億元[551]），推動表 4.6.4 之「5G+創新工程（5G+ 이노베이션 프로젝트）」事業項目。

表 4.6.4　2021 年度「5G+創新工程」事業項目

項目	事業名稱
虛擬實境	培育 VR/AR 產業
	VR 與 AR 內容開發支持（XR 融合項目）
	支持新一代虛擬實境的開發
自動駕駛	自動駕駛技術開發創新項目
智慧工廠	利用 5G 進行食品安全生產技術開發
	利用 5G 進行智慧製造核心技術開發
智慧城市	拓展智慧訊息服務 （基於 5G 的數位孿生公共牽頭）
	開發與建設陸基厘米級船用精密授時體系 （Positioning, Navigation, and Timing, PNT）技術（지상기반 센티미터급 해양 정밀 PNT 기술개발·구축） （開發與搭架高精度、高可靠性位置訊息提供系統）
數位衛生保健	精準醫療產業基礎設施建設 （基於 5G 的 AI 急救醫療系統開發）

資料來源：MSIT（2021）。5 세대(5G)+ 전략위원회 개최。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179848&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 13, 2021)

3. 5G 專網頻率

（1）5G 專網頻段與釋出方式

MSIT 於 2021 年 1 月 25 日發布「5G 專網政策方案（5 세대（5G） 특화망 정책방안）」（MSIT，2021）[552]，並於同年 6 月 29 日發布「5G 專網頻率釋出方案（5 세대（5G） 특화망 주파수 공급방안）」（MSIT，2021）[553]。依據本方案，MSIT 係以土地、建物為單位，限定區域內釋出專網頻率，而因專網頻率指配上較無競爭需求，故揚棄頻率拍賣，係以算定對價指配方式釋出。

MSIT 同時釋出 28GHz 頻段及 6GHz 以下頻段（Sub-6GHz 頻段）提供 5G 專網使用。MSIT 計畫於 28GHz 頻段（28.9-29.5GHz）釋出 600MHz 頻寬，並劃分

[551] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率日資料，以 2021 年 7 月 13 日美元：新臺幣＝1：27.997 以及美元：韓元＝1：1145.4 計算。

[552] MSIT，5 세대（5G） 특화망 정책방안 수립（2021 年 1 月 25 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179846 (Jul. 19, 2021)

[553] MSIT，5 세대（5G） 특화망 주파수 공급방안（2021 年 6 月 29 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=2&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180422&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 19, 2021)

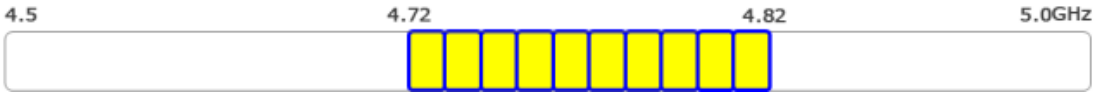
為 12 個區塊（50MHz）（圖 4.6.4），再由需用企業向 MSIT 申請以獲配適當頻寬使用。



資料來源：MSIT，5 세대（5G） 특화망 주파수 공급방안（2021 年 6 月 29 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=2&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180422&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 19, 2021)

圖 4.6.4 韓國 5G 專網 28GHz 頻段釋出規劃

至於 Sub-6GHz 頻段則考量產業需求，透過與限於特定區域使用之現有基地臺和諧共用，釋出 4.7GHz 頻段（4.72-4.82GHz）共 100MHz 頻寬，並劃分為 10 個區塊（10MHz）（圖 4.6.5），再由需用企業向 MSIT 申請以獲配適當頻寬使用。



資料來源：MSIT，5 세대（5G） 특화망 주파수 공급방안（2021 年 6 月 29 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=2&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180422&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 19, 2021)

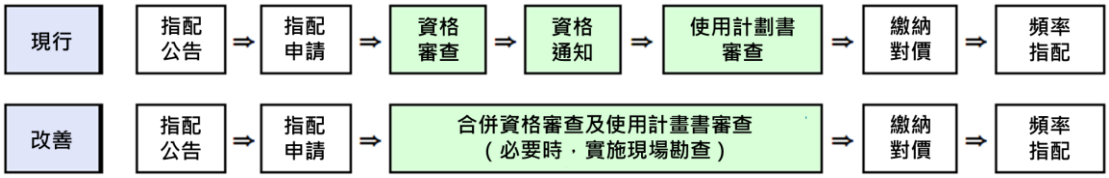
圖 4.6.5 韓國 5G 專網 Sub-6GHz 頻段釋出規劃

（2）5G 專網頻段申請資格

為提供 5G 專網服務而登記為基礎通訊事業，及有意建設 5G 專網者，皆可申請獲配頻率，亦即為自身業務使用，設置自用網路基地臺者，亦得申請獲得指定頻率使用權。指配申請者為土地或建物所有人、承租人或受所有人委託之第三人，惟承租人及受託第三人應取得所有人之同意。就國家、地方自治及公共機關提出之專網頻率需求，MSIT 將依據《電波法》中公共用頻率供需計畫（공공용 주파수 수급계획）規定程序，決定是否指配頻率。

依據「5G 專網頻率釋出方案」，因 5G 專網係以小規模網路營運，與現行行動通信頻率指配審查不同，故 MSIT 將以最低限度審查申請者財政能力，承前所述，為提供 5G 專網服務而登記為基礎通訊事業，及有意建設 5G 專網者，皆可申請獲配頻率。另為促進頻率共用，MSIT 將干擾管理及適當頻寬釋出等列入重點審查項目。

為迅速釋出頻率，MSIT 將現行頻率指配資格審查程序及頻率使用計畫書審查程序合併，以簡化指配審查程序，盡量將原需 3 個月以上審查時程縮短為 1 個月（圖 4.6.6）。同時為穩定提供及活化 5G 專網服務，韓國廣播通信傳播振興院（Korea Communications Agency, KCA）、韓國電子通信研究院（Electronics and Telecommunications Research Institute, ETRI）將參與審查程序並提供諮詢服務。



資料來源：MSIT，5 세대（5G） 특화망 주파수 공급방안（2021 年 6 月 29 日）。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=2&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180422&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul. 19, 2021)

圖 4.6.6 韓國 5G 專網頻率釋出程序

（3）5G 專網頻段指配對價

而在頻率指配對價制定上，MSIT 綜合考量國際動向及業者間衡平性等因素，如參照德國以土地或建物面積做為指配對價收取方式，故 MSIT 規定即便以最小面積申請亦應收取一定金額之指配對價。

由於大都市等人口密集區對頻率的需求大，且透過頻率使用可能可以創造更多收益，因此 MSIT 使用地區係數（大都市：大都市以外地區＝5：1）計算大都市及非大都市地區之頻率指配對價。大都市地區包含首爾特別市、釜山廣域市、大邱廣域市、仁川廣域市、光州廣域市、蔚山廣域市、大田廣域市及擁有 50 萬以上人口之都市（以 2020 年為基準計算，共 17 個都市）。

又在 28GHz 頻段指配對價算定上，考量頻率特性、設備或終端、生態系狀況等，MSIT 決定同頻寬指配對價為 4.7GHz 頻段 1/10，從而制定指配對價公式如下：

$$\text{指配對價} = \text{基準金額} \times (5a1 + a2 + 1) \times \text{使用期間} \times \text{頻寬}$$

- 基準金額：4.7GHz 頻段為每 10MHz 頻寬 100,000 韓元，28GHz 頻段為每 50MHz 頻寬 50,000 韓元。
- 面積（a1、a2）：大都市地區為 a1，非大都市地區為 a2，以平方公里為單位計算總面積。
- 使用期間：頻率總使用期間，以年為單位計算。
- 頻寬：指配申請區塊數，以可申請單位為基準（4.7GHz 頻段為 10MHz 頻寬、28GHz 頻段為 50MHz 頻寬）

（4）5G 專網頻段執照期限與其他規定

依據「5G 專網頻率釋出方案」，申請業者得彈性自 2 年至 5 年內選擇頻率使用期間。5G 專網需用自用網路設備將依循現行基地臺開設許可程序進行干擾測試，且 MSIT 為防止獲配專網頻率者純粹保留頻率使用權，計劃對其課與獲配頻率後 6 個月內建設基地臺之義務。另外，為最小化 5G 專網頻率使用者間潛在干擾影響，MSIT 將於頻率指配申請審查時，考量頻率使用領域或用途需應對之多樣現狀，並於必要時進行現場實地勘查。至於其他專網頻率使用權人之義務（如 5G 專網無線設備技術標準合規等）則有待 MSIT 於 2021 年 9 月底前發布相關配套措施，始能確定。

（5）5G 專網頻段釋照情形

依據「5G 專網頻率釋出方案」，MSIT 將於 2021 年 9 月底前完善相關配套措施，包含公告 5G 專網無線設備技術標準、更新韓國頻率分配表、專網頻率指配申請程序及方式等詳細事項，並規劃於同年 10 月發布頻率指配公告，預計將自同年 11 月底始受理頻率指配申請。

（二）案例介紹

1. 垂直場域

MSIT 依據「2021 年度 5G+戰略推動計畫」，透過多方合作全面推進「5G+創新工程（5G+ 이노베이션 프로젝트）[554]」、全力支持普及 5G 融合業務、改善融合服務的系統以及定制的融合業務系統的改進。

（1）5G 智慧工廠與智慧城市

LG U+因應 5G+戰略，於 2020 年 6 月 24 日宣布與龜尾市和金烏工科大學（금오공과대학교）簽訂合作協議，於龜尾市展開 5G 智慧城市和智慧工廠相關的基礎設施。LG U+將在龜尾國家工業園區建設 5G 通訊網路，並將資通訊技術應用到工廠製造和生產過程中。此外，LG U+計劃透過 IoT 和遠端控制技術提高生產力，並透過引入自動駕駛機器人來提高物流效率。另城市基礎設施將透過審查引入工人安全和安保解決方案來改善，例如智慧無人機、紀錄片視頻安全和預防犯罪巡邏機器人等（每日經濟日報，2020）[555]。

（2）5G 智慧醫療服務

韓國電信 KT 因應 5G+戰略，於 2020 年 1 月與三星首爾醫院合作，建立 5G 智慧創新醫院，除整備醫院 5G 設備外，並為醫院建構企業 5G 專網，及保護醫院個人資訊安全。該次合作成功驗證 5G 數位病理診斷、5G 質子治療訊息查詢、5G 手術指導、人工智慧病房智慧式看護病人以及手術自動駕駛機器人的可行性（ET News，2020）[556]。

---

[554] MSIT（2021）。5 세대(5G)+ 전략위원회 개최。檢自 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179848&searchOpt=ALL&searchTxt= (Jul.8,2021)

[555] 每日經濟日報（2020）。LG 유플러스, 구미시-구미산단 '5G 특화도시'로 탈바꿈。檢自 https://www.mk.co.kr/news/it/view/2020/06/647505/ (Jul. 13, 2021)

[556] 其中 5G 數位病理診斷，因能夠透過 5G 網路快速傳輸 4GB 大容量，使病理科能快速且準確地進行病理分析；5G 質子治療訊息查詢則是透過 5G 網路，使遠程質子中心和癌症醫院能夠遠端交換數據，即時查詢治療位置系統；5G 同步攝影機則提供則以教授的角度即時提供相關的音訊，使線上手術教學成為可能；人工智慧病房則讓患者可以透過 KT 開發的系統語音控制病房；手術自動駕駛機器人則能自動處理手術中的傳染性物質與醫療廢物感染，以防止感染，同時也能夠運送物資。ETNews（2020）。KT-삼성서울병원, 5G 로 '스마트 병원' 만든다。檢自 https://m.etnews.com/20200114000164 (Jul. 13, 2021)

（三）政策執行狀況與檢討

（1）5G+戰略

2019 年「5G+戰略」實施後，MSIT 於 2021 年 1 月發表「2021 年度 5G+戰略推動計畫」，檢討「5G+戰略」實施狀況與課題，截至 2020 年底，「5G+戰略」達成事項如下：

- 韓國 5G 用戶突破 1,000 萬，基地臺則突破 17 萬；
- 韓國 5G 終端於全球市占率排名第 2；
- 帶動 KMW 等公司銷售量成長；
- 擴大全球技術合作，全面出口設備及融合服務。

然同時，MSIT 亦提出「5G+戰略」待改善之課題：

- 現行 5G 網路仍不夠順暢；
- 全球競爭力相關核心服務開發程度低，28GHz 開發亦消極，5G 經驗與產業成果連結仍努力不足。
  - 設備等零件等產業基礎尚薄弱，仍不足以進軍全球[557]。

（2）數位新政

韓國數位新政推行 1 年後，MSIT 於 2021 年 7 月 22 日發布數位新政執行成效報告，5G 應用發展達成事項節錄如下：

- 已投資 10.1 兆韓元（約新臺幣 2,531.03 億元[558]）建立數據大霸等基礎設施，並促進民間企業創新；
- 制定與落實 34 項支持數位新政具體領域以及措施；
- 完善與設立《國家知識與資訊法（數位集賢殿法）（Act on National Knowledge and Information（Digital Jiphyeonjeon Act））》、《資訊空間框架法（Framework Act on Spatial Information）》等相關法規；
- 因應「數據大壩」計畫而開始提供數位服務企業成長 2.9 倍；
- 數據市場規模成長超過 14.3%；
- 輔助 12.7 萬中小企業導入非接觸式環境，並透過數據與 AI 進行業務創新；

[557] MSIT（2021）。2021 년도 「5G+ 전략」추진계획(안)。檢自 https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=193661068&tblKey=GMN. (Nov.16.2021)

[558] 外幣計算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率日資料，以 2021 年 10 月 7 日新臺幣：韓元＝1：42.587 計算。檢自 https://www.cbc.gov.tw/tw/cp-520-36599-75987-1.html.

- 已開發 787 項 AI 與沉浸式內容等關鍵技術，其中 167 項為技術轉移，407 項為授權專利。其中超大規模 AI 方面，Naver、LG、SKT 與 KT 皆與學術界合作打造超大規模 AI，並正在進行大規模投資。數據中心方面，電信公司與網際網路服務業者正在建設大型數據中心，以滿足日益成長之數據與雲端需求。5G 網路方面，SKT、KT 及 LGU+在 2020 年 7 月宣布一項價值 25 兆韓元（約新臺幣 6,264.93 億元）的 3 年投資計畫，以佈署 5G 並合作 5G-MEC 整合服務；
- 已培養約 3 萬名關鍵數位人材；已成立 10 所 AI 學校與 41 所軟體相關學院；已設立 5 座創新廣場（Innovation Squares）提供 AI 相關培訓；已設立創新學院（Innovation Academy）提供軟體相關培訓[559]。

同時，MSIT 也將原有的數位新政內容調整後發布「數位新政 2.0」，將 4 大支柱改為（1）強化數據、5G 網路和 AI 生態系、（2）強化零接觸基礎設施、（3）培育超連結新興產業，以及（4）數位化社會資本（參照表 4.6.5）。

表 4.6.5　韓國數位新政 2.0 之具體內容

「數位新政 2.0」4 大支柱	「數位新政 2.0」12 個目標
強化數據、5G 網路和 AI 生態系	① 增加數位大壩於整個生態系的使用
	② 透過 5G 專網強化產業整合
	③ 將 AI 使用拓展至全產業與地區
強化零接觸基礎設施	④ 強化數位教育基礎設施
	⑤ 廣傳智慧醫療結果
	⑥ 提供中小企業與微型企業持續性支援
培育超連結新興產業	⑦ 支持元宇宙產業創新
	⑧ 支持民間企業發展雲端
	⑨ 制定含區塊鏈的大型計畫
	⑩ 發展下世代關鍵技術
數位化社會資本	⑪ 拓展數位孿生技術至全社會與產業
	⑫ 確保地方企業能靈活運用數位技巧

資料來源：MSIT (2021). Digital New Deal Harness the Winds of Change, Bringing Innovation! (July 22). Retrived form https://english.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=523&searchOpt=ALL&searchTxt= (Oct.8.2021)

四、小結

韓國「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」、「5G 應用發展政策」及「5G 企業專網」，簡要如表 4.6.6 至表 4.6.9。

559 MSIT (2021). Digital New Deal Harness the Winds of Change, Bringing Innovation! (July 22). Retrived form https://english.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=523&searchOpt=ALL&searchTxt= (Nov.16.2021)

表 4.6.6　韓國 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	● 韓國科學技術情報通信部(MSIT)等 10 個政府部門於 2019 年組建「5G+戰略委員會」，並於 2020 年發布「2021 年度 5G+戰略推動計畫」，推動全國 5G 網路早期佈建、促進 5G 業務融合、加強設備與器械產業的良性循環結構、引領全球 5G 生態及加強可持續發展的基礎納入其政策方向。 ● MSIT 於 2020 年起開始實施「5G 行動通訊業務頻段涵蓋檢查及品質評估」，針對首爾及六大都市圈森林以外的公共區域進行 5G 網速監測及品質評估，供電信業者檢討及改善。 ● 韓國於 2018 年開始實施 5G 投資抵減稅，並持續因應民間 5G 投資狀況調整稅額抵減對象及比例，研擬針對商業設施 5G 設備的導入與設置新增 5G 綜合投資稅額抵免。
執行情形	● 依據 MSIT 統計，截止至 2021 年 5 月底，全國 975 個地鐵站中已有 787 個完成 5G 網路建設，首都圈代表性路線則已達到 75%的 5G 網路構建率，且 2021 年上半年顯示 5G 平均下載速度為 808.45Mbps，比起 2020 年下旬多 117.98Mbps。 ● 2021 年 4 月 15 日 MSIT 與 SKT、KT 以及 LGU+簽下全國農漁村 5G 網路共用協議，預計於 2024 上半年完成農漁村 5G 建設。

資料來源：本研究彙整。

表 4.6.7　韓國 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	● MSIT 於 2021 年 4 月發布「農漁村 5G 共用計畫」，由 SKT、KT 以及 LGU+共同建設及使用農漁村等地區的網路，以 MOCN 共用基地臺，且不僅限三大電信業者用戶，MVNO 用戶及海外使用者皆可使用，計畫於 2021 年下半年啟動農漁村共用網路建設，並預計於 2024 年上半年完成商業化。 ● MSIT 於 2018 年 4 月發佈「新建設備共同建設及基礎設備共同活用系統改善方案」，主要透過促進電信業者間共建以防止重疊投資、以及積極利用地方政府和設施管理機構的資源兩大方式降低成本，期望達到以低廉價格提供高品質 5G 服務的目標。
網路漫遊	● 依據「農漁村 5G 共用計畫」，SKT、KT 及 LGU+網路共建後，用戶得以 5G 漫遊使用 5G 相關服務。 ● MSIT 於 2019 年發布「災害時行動通訊漫遊方案」，對此 SKT、KT 及 LGU+已於 2019 年年底將漫遊專用基礎設施

	建設完成，並於 2020 年 1 月進行網路測試，此後即使電信業者發生大城市規模的電信災難，4G 和 5G 用戶無需任何特殊措施即可使用其他電信業者的 4G 通信網路發送語音、簡訊等訊息，而在 3G 的情況下，可以透過在沒有發生災難的電信業者代理處開設 USIM 卡併申請轉移服務以接聽現有號碼的電話，並可在事後得到補償。
MVNO	MSIT 於 2020 年推動「促進平價手機啟用措施」，以透過促進創新平價手機電話從服務、終端裝置至網路批發的系統，刺激行動通訊市場整體競爭，同時減少韓國國民於 COVID-19 疫情期間的家庭電信費用。本政策方向為（1）強制規定將 5G 移動通訊服務批發給 MVNO 業者，並將批發價調低、（2）推出平價手機折扣卡，擴展 IoT 等專業服務、（3）聯合採購平價手機終端裝置，發布平價手機專用服務網路，以及（4）加強整備助於評價手機成長的相關制度。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	依據韓國電波法第 14 條，韓國電信業者得將拍賣所得的頻譜進行如轉讓與出租等二次交易。

資料來源：本研究彙整。

表 4.6.8　韓國 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● 依據「2021 年度 5G+戰略推動計畫」，具體措施包含（1）多方合作全面推進「5G+創新工程」（虛擬實境、自動駕駛、智慧工廠、智慧城市、 數位衛生保健）、（2）全力支持普及 5G 融合業務以及（3）制定與改善融合業務系統。 ● 數位新政針對「改善數據、5G 網路和 AI 生態系」、「數位化教育基礎設施」、「培育非接觸式產業」與「數位化社會資本」等 4 大支柱發展。
案例介紹	● LG U+與龜尾市和金烏工科大學簽訂合作協議，於龜尾市展開 5G 智慧城市和智慧工廠相關的基礎設施。LG U+將在龜尾國家工業園區建設 5G 通訊網路，透過 IoT 和遠端控制技術提高生產力，並透過引入自動駕駛機器人來提高物流效率，另城市基礎設施將透過審查引入工人安全和安保解決方案來改善，例如智慧無人機、紀錄片視頻安全和預防犯罪巡邏機器人等。 ● 韓國電信 KT 與三星首爾醫院合作，建立 5G 智慧創新醫院，除整備醫院 5G 設備外，並為醫院建構企業 5G 專網，及保護醫院個人資訊安全。

資料來源：本研究彙整。

表 4.6.9　韓國 5G 企業專網小結

項目	說明
5G 專網頻段與釋出方式	MSIT 於 2021 年 6 月發布「5G 專網頻率釋出方案」，係以土地、建物為單位，限定區域內以算定對價指配方式釋出專網頻率，計畫於 28.9-29.5GHz 釋出 600MHz 頻寬，並劃分為 12 個區塊（50MHz），至於 Sub-6GHz 頻段透過和諧共用釋出 4.72-4.82GHz 共 100MHz 頻寬，並劃分為 10 個區塊（10MHz），兩頻段皆再由需用企業向 MSIT 申請以獲配適當頻寬使用。
5G 專網頻段申請資格	● 為提供 5G 專網服務而登記為基礎通訊事業，及有意建設 5G 專網者，皆可申請獲配頻率，亦即為自身業務使用，設置自用網路基地臺者，亦得申請獲得指定頻率使用權。指配申請者為土地或建物所有人、承租人或受所有人委託之第三人，惟承租人及受託第三人應取得所有人之同意。 ● MSIT 將以最低限度審查申請者財政能力，並將干擾管理及適當頻寬釋出等列入重點審查項目。 ● MSIT 將現行頻率指配資格審查程序及頻率使用計畫書審查程序合併，以簡化指配審查程序，盡量將原需 3 個月以上審查時程縮短為 1 個月。
5G 專網頻段執照費用	MSIT 使用地區係數（大都市：大都市以外地區＝5：1）計算大都市及非大都市地區之頻率指配對價。而指配對價公式制定如下： 指配對價=基準金額×(5a1+a2+1)×使用期間×頻寬 ● 基準金額：4.7GHz 頻段為每 10MHz 頻寬 100,000 韓元，28GHz 頻段為每 50MHz 頻寬 50,000 韓元。 ● 面積（a1、a2）：大都市地區為 a1，非大都市地區為 a2，以平方公里為單位計算總面積。 ● 使用期間：頻率總使用期間，以年為單位計算。 ● 頻寬：指配申請區塊數，以可申請單位為基準（4.7GHz 頻段為 10MHz 頻寬、28GHz 頻段為 50MHz 頻寬）
5G 專網頻段執照期限與其他規定	● 申請業者得彈性自 2 年至 5 年內選擇頻率使用期間。 ● 5G 專網需用自用網路設備將依循現行基地臺開設許可程序進行干擾測試。 ● MSIT 計劃對獲配頻率者課與獲配頻率後 6 個月內建設基地臺之義務。 ● MSIT 將於頻率指配申請審查時，考量頻率使用領域或用途需應對之多樣現狀，並於必要時進行現場實地勘查。
5G 專網頻段釋照情形	截至 2021 年 9 月 16 日尚未釋照。

資料來源：本研究彙整。

第七節 新加坡

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

1.《新加坡 5G 行動網路與服務政策》

新加坡資訊通信媒體發展局（The Info-communications Media Development Authority, IMDA）於 2019 年 10 月發布《新加坡 5G 行動網路與服務政策（Policy for Fifth-generation（5G）Mobile Networks and Services in Singapore）》（IMDA，2019）[560]，期望透過 5G 網路技術實現企業全面數位經濟化、每位工作者皆能受益於科技且公民皆能相互連結，據此 IMDA 對 5G 網路建設推動訂定四點主要政策目標：

- 最大化 5G 經濟價值及消費者福祉；
- 有效分配有限的頻譜資源；
- 確保安全且具彈性的 5G 網路；
- 支持通信產業競爭發展。

為實現上述政策目標，IMDA 提出下列策略：

（1）促進至少兩個全面性 5G 功能全國性網路服務的市場競爭

IMDA 認為在 5G 發展初始階段，以設備為基礎（Facilities-Based）的競爭係網路經營者投資基礎設施建置的重要誘因，為網路技術創新和升級之關鍵，至少透過兩個全面性 5G 功能全國性網路服務才能充分發展 5G 技術潛力。為實現此目標，IMDA 於 5G 先行頻段 3.5GHz 頻段，分配予得標者相等 100MHz 頻寬，促使網路經營者在市場相互競爭以達政策效果。此外，考量頻譜資源有限，亦鼓勵 MNO 間探索網路共用之可能性。

（2）設置 5G 獨立組網涵蓋率義務

IMDA 考量 5G 獨立組網為提供網路切片、超高可靠度低延遲及超大連結（massive Machine Type Tommunications, mMTC）等全面成熟的 5G 技術中不可或缺的一環，與採用 5G 非獨立組網不同，據此 IMDA 要求現有 3.5GHz 頻段網路經營者於獲得執照後 24 個月內（即 2022 年底）達到室外 5G SA 涵蓋率 50%；期望 2025 年底前實現全國 5G 室外涵蓋率 100%，達成超高速頻寬效能，並運用於垂直場域。

（3）推動 5G 創新計畫，設置推動 5G 創新基金

IMDA 先後於 2019 年及 2021 年於推動 5G 創新基金投資新加坡幣 4,000 萬元（約新臺幣 9 億 0675.85 萬元[561]）及新加坡幣 3,000 萬元（約新臺幣 6 億 1605.69

[560] IMDA. (2019). Policy for Fifth-generation（5G）Mobile Networks and Services in Singapore. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf (Jul. 13, 2021)

[561] 依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率 2019 年資料，新臺幣：新加坡幣＝1：22.669。

萬元[562]），該基金為推動 5G 創新計畫一環，內容包括人才培育、產業合作以及加速 5G 解決方案採用與商用化。

2.《新加坡 2025 資通訊媒體總體規劃》

新加坡新聞通訊及資訊部（Ministry of Communications and Information, MCI）於 2015 年 8 月發布《新加坡 2025 資通訊媒體總體規劃（Infocomm Media 2025）》（IMDA，2015）[563]，旨在強化未來 10 年新加坡的資通訊產業應用與創新能力，發展藍圖中指出新興科技與商業發展趨勢分別為大數據與分析、物聯網、認知運算與先進機器人、未來溝通與整合科技（如 5G 技術）、網路安全、身歷其境媒體、行動化及連結性、跨平臺媒體傳播與資通訊匯流（經濟部國際貿易局駐新加坡代表處經濟組，2015）[564]，並揭示三個戰略發展重點（MCI，2021）[565]：

- 利用資料洞察（data insights）、先進通訊和運算技術促進關鍵的經濟部門轉型
- 鼓勵創新冒險的勞動力
- 以人本方式佈署資通訊媒體技術

3.《建築物資通訊設施實施準則》

建築物資通訊設施實施準則（Code of Practice for Info-communication Facilities in Buildings, COPIF）旨在確保建築物中為電信業者保留足夠的空間供電信業者建置資通訊服務所需的設備，為此設定相應業者提供、維護和使用空間與設施等規範（IMDA，2019）[566]。

IMDA 於 2018 年重新修訂 COPIF 以符合電信法案（Telecoms Act）之政策方向，並期待實現智慧國家願景，主要修法內容為：

1. 建築物以得屋頂式（Rooftops）行動安裝站點（Mobile Installation Space, MIS）為優先，屋頂式 MIS 將提供更高的行動網路涵蓋率；
2. 針對行動通訊業者設定服務品質（Quality of Service, QoS）標準，並確保其提升全國行動網路涵蓋率，同時要求行動通訊業者與建築營造商對於因設備或安裝地點導致超出安全輻射標準等公共安全疑慮情事時，相應業者需承擔設備搬遷及安裝費用；
3. 提升網路與服務彈性與多樣性，並提供確保電力供應的兩套獨立電纜系統供緊急狀況之補助；
4. 要求新建建築物安裝光纖及數據點（Data Points）。

---

[562] 透過中央銀行我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率 110 年 8 月 20 日資料，新臺幣：新加坡幣＝1：20.535。

[563] IMDA. (2015). Infocomm Media 2025. Retrieved from https://issuu.com/singaporemci/docs/infocomm_media_2025_full_report (Aug. 22, 2021)

[564] 經濟部國際貿易局駐新加坡代表處經濟組（2015）。新加坡 2025 資通訊媒體總體規畫。檢自 https://www.trade.gov.tw/Files/PageFile/e2ec4f72-9603-43dc-8933-bad1908061f8.doc (Aug. 20, 2021)

[565] MCI. (2021). INFOCOMM MEDIA 2025. Retrieved from https://www.mci.gov.sg/portfolios/infocomm-media/infocomm-media-2025/introduction-to-infocomm-media-2025 (Aug. 20, 2021)

[566] IMDA. (2019). Code of Practice for Info communication Facilities in Buildings. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/interconnection-and-access/imdas-requirements-to-be-included-in-land-use-proposal-submissions-to-ura/code-of-practice-for-info-communication-facilities-in-buildings (Aug. 22, 2021)

（二）執行情形

目前擁有 5G 頻段之行動通訊業者分別為 Singtel、M1 與 Starhub 之合資公司及 TPG，前兩者於 2020 年 9 月開始提供基於 5G NSA 服務；2021 年 5 月 Singtel 與 Samsung 合作推出 3.5GHz 頻段之 5G SA 服務，並表示可用於自動駕駛、即時沉浸式娛樂及大規模物聯網等應用；M1 亦於 2021 年 8 月開始提供基於 5G SA 之「True 5G 服務」，M1 表示 True 5G 服務其網路速率為 5G NSA 之 4 倍、4G LTE 之 10 倍（M1，2021）[567]；而 TPG 於 3.5GHz 頻譜競爭中失利，目前僅於部分城市區域提供 5G 服務（TPG，2021）[568]。

Singtel 在新加坡主要城市、住宅區已佈建 1,000 多個 5G 基地臺，並在大型購物商場佈署室內 5G，Singtel 表示除 2.1GHz 與 3.5GHz 頻段外，將利用 28GHz 毫米波頻段推動 5G 佈署（Singtel，2021）[569]。

M1 的 5G SA 網路涵蓋新加坡近 50%地區，M1 計劃加快其推出 5G SA 網路的速率，於 2021 年底前將其涵蓋範圍擴大到全國 75%，並於 2022 年完成全面 5G SA 涵蓋（RCR Wireless，2021）[570]。

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 5G 網路共建

新加坡 3.5GHz 與毫米波頻段釋照申請者資格包含由既有行動通訊業者成立之合資公司。換言之，行動通訊業者可以合資公司方式提案申請以共同取得 5G 頻譜，並進行網路共建。

2. 5G 網路共用

鑑於 5G 佈署初期階段頻譜資源有限，加上可預期小型基地臺大規模佈署，網路共享（Network Sharing）為行動網路業者降低建設成本的有效方式，從而加速 5G 網路服務推出速度。目前包括被動式設備（Passive Facilities）共用、無線電接取網路（Radio Access Network, RAN）共用、後端網路（Backhaul）共用、頻譜及核心網路共用，IMDA 鼓勵行動網路業者於既有網路共用框架下，找尋新的網路共享模式及更多可行性，加速 5G 網路服務推出。

3. MVNO

依據 2019 年發布《新加坡 5G 行動政策（POLICY FOR FIFTH GENERATION (SERVICES 5G) MOBILE IN SINGAPORE）》（IMDA，2019）

---

567 M1. (2021). M1 launches the True 5G network - the most advanced 5G Standalone technology Retrieved from https://www.m1.com.sg/about-us/news-releases/2021/m1-launches-the-true-5g-network-the-most-advanced-5g-standalone-technology (Sep. 14, 2021)

568 TPG. (2021). Where can I enjoy 5G coverage? Retrieved from https://www.tpgmobile.sg/5G (Sep. 14, 2021)

569 Singtel. (2021). Singtel all set for 5G Standalone. Retrieved from https://www.singtel.com/about-us/media-centre/news-releases/singtel-all-set-for-5g-standalone (Sep. 14, 2021)

570 Rcrwireless. (2021). M1 launches 5G Standalone network in Singapore. Retrieved from https://www.rcrwireless.com/20210728/5g/m1-launches-5g-standalone-network-singapore#prettyPhoto (Aug. 22, 2021)

[571]，MVNO 業者得向網路經營者以批發價格取得網路服務，IMDA 將於後續諮詢中針對 MVNO 再行討論。

（二）5G 頻率交易及轉讓考量

根據新加坡《無線電通訊規範（Telecommunications (Radio-communication) Regulations）》規範，新加坡頻譜轉讓或交易皆須事前向 IMDA 提交書面審查，並檢附相關文件，若未得到 IMDA 同意，此交易或轉讓行為即為無效。頻譜經轉讓或交易後，受讓人亦應承擔受讓頻譜所負之義務。

三、 5G 應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

1. 5G 應用發展政策重點

（1）以公私合作方式發展 5G 創新生態圈

新加坡於 2020 年公布「研究、創新與企業 2025 計畫（Research Innovation and Enterprise 2025, RIE 2025）」（NRF，2020）[572]將於未來 5 年投入新幣 250 億元（約新臺幣 5,359.5 億元[573]）於四大戰略領域結合學術研究、人才培育及創新企業等三個跨領域強化研發與創新能力，以維持全球科技、創新領域的領導地位，前揭戰略領域包含：

- 製造、貿易與連結性（Manufacturing, Trade and Connectivity, MTC）
- 人類健康與潛能開發（Human Health and Potential, HHP)）
- 城市解決方案與永續發展（Urban Solutions and Sustainability , USS）
- 智慧國家與數位經濟（Smart Nation and Digital Economy, SNDE）

IMDA 亦採取多項措施來發展 5G 創新生態圈，如建立法規及政策以推動 5G 佈署，並藉由新加坡科學園區（Singapore Science Park, SSP）[574]之創新應用實驗場域，鞏固新加坡作為全球創新中心的地位，獨特的公私合作方式為其關鍵發展模式（高雅姿，2021）[575]。

---

[571] IMDA. (2019). POLICY FOR FIFTH-GENERATION (5G) MOBILE NETWORKS AND SERVICES IN SINGAPORE. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf (Sep. 14 ,2021)

[572] NRF. (2020). Research, Innovation and Enterprise 2025 Plan. Retrieved from https://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/rie_booklet_fa2021_pages.pdf (Sep. 14, 2021)

[573] 透過中央銀行我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率 110 年 8 月 20 日資料，新臺幣：新加坡幣＝1：20.535。

[574] 新加坡科學園區由本土與跨國公司及 350 多個實驗室聯合組成，園區內包含新加坡國立大學（National University of Singapore, NUS）、國立大學醫院（The National University Hospital, NUH）、新加坡科技研究局（The Agency for Science, Technology and Research, ASTAR）、一北創新實驗區（One North）等官產學研機構，形成技術密集、重視創新的產業先驅環境。檢自 CapitaLand. (2021). Singapore Science Park. Retrieved from https://www.capitaland.com/sg/businessparks/sciencepark/en/about-us.html (Aug. 20, 2021)

[575] 高雅姿（民 110）。新加坡科學園區 5G 創新生態圈之發展模式。台灣經濟研究月刊，44(6)，77-78。

2019 年房地產集團 CapitaLand、IMDA、新加坡企業發展局（Enterprise Singapore）與行動通訊業者 TPG Telecom 合作，於 SSP 園區內成立智慧城市開發實驗室，現為新加坡最大的智慧不動產實驗場域，並於園區開發與測試結合 5G 與蜂巢式車聯網（Cellular-Vehicle to Everything, C-V2X）技術的智慧移動解決方案；2020 年 SSP 園區內 5G 網路涵蓋率達到 100%（CapitaLand，2021）[576]。

（2）5G 補助計畫

IMDA 自 2021 年 1 月起開放 5G 補助計畫申請，鼓勵公司企業於商業模式中採取 5G 創新應用解決方案，促進整體產業數位化轉型速率，將創新應用真正轉化為經濟效益（IMDA，2021）[577]。

該補助計畫僅限於申請人其公司或合作公司之設立地為新加坡方能提出申請，補助合格者最高將獲得執行 5G 解決方案成本總額之 70%補助金，申請人所提交之書面申請須完整說明以下內容（IMDA，2021）[578]：

- 使用技術（如物聯網、人工智慧或虛擬實境等）；
- 適用的垂直場域（如城市交通、海事、航空或工業 4.0 等）；
- 公司型態（如獨資、合夥、股份有限公司或研究教育機構等）；
- 註冊於新加坡會計與企業管理局（Accounting and Corporate Regulatory Authority, ACRA）之證明文件與三年內完整財務報表；
- 解決方案之具體目標與行業需求，並說明 5G 技術於此解決方案之必須性與益處；
- 創新應用情形與應用場景；
- 網路架構與系統之安全評估；
- 支持的終端設備；
- 所有參與該計畫的合作夥伴與未來營銷計畫；
- 團隊分工表與交付成果時間表；
- 試驗成果描述（若已進入試驗階段）或預期績效成果；
- 永續性計畫須包含人力資源培訓、生產設備管理與未來五年預期投資回報。

2. 垂直場域

IMDA 致力於推動 5G 技術試驗、產業應用創新與發展 5G 生態系，並標定六個最具 5G 潛力的領域以促進 5G 發展與採行，分別為海事、城市交通、智慧不動產、工業 4.0、消費者應用與政府應用。計劃透過與高等教育機構、技術企業及其他政府機構合作，聯合產學研界開發一系列供政府與企業使用的開放式測試平臺，探索 5G 應用服務能力，深化 5G 生態系中技術參與者與供應商的夥伴關係[579]。

---

[576]CapitaLand. (2021). Singapore Science Park. Retrieved from https://www.capitaland.com/sg/businessparks/sciencepark/en/about-us.html (Aug. 20, 2021)

[577]IMDA. (2021). 5G Grant. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/programme-listing/5G-Innovation/5G-Grant (Sep. 14, 2021)

[578] IMDA. (2021). 5G PROJECT FOR <CLUSTER> – PROPOSAL TEMPLATE. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Programme/5G-Innovation-and-Grant/IMDA-5G-Proposal-Form.docx (Sep. 14, 2021)

[579] 新加坡現行 5G 試驗計畫詳見 IMDA. (2021). Singapore accelerates 5G adoption and commercialisation with new $30m fund- Annex A - Update on Singapore's ongoing 5G efforts. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/News-and-Events/Media-Room/Media-

（二）案例介紹（如果有相關扶植政策案例則做介紹）

1. 垂直場域

（1）工業 4.0

2020 年 5 月 IMDA 及新加坡行動通訊業者 M1 與 IBM、三星進行新加坡首個 5G 工業 4.0 試驗，重點關注以下三個領域：

- 使用人工智慧進行圖像辨識與影像自動化分析
- 透過 AI 聲學分析改進設備監控與維護
- 使用擴增實境技術裝配與調適設備，以提高生產效率與品質

2021 年 6 月 IBM 工業 4.0 辦公室於樟宜商業園區成立，利用 5G SA 技術低延遲、高度可靠與安全通訊之特性，實現智慧製造流程的智慧工廠應用，可廣泛用於製造業的生產、品質管控與 5G 測試（Samsung，2021）[580]。

（2）智慧海事

2021 年 4 月新加坡海事港務管理局（Maritime and Port Authority of Singapore, MPA）宣布於濱海南碼頭（Marina South Pier）正式啟動新加坡首個海上無人機產業，目前已有 11 家公司加入成為此計畫的合作夥伴。MPA 表示無人機技術將改變傳統海上作業，藉由穩定的 5G 網路操縱無人機進行遠程船舶檢查，並結合 3D 列印技術，協助交付貨物與海事交通管理，可以有效提高生產效率與減少人力成本（MPA，2021）[581]。

2. 企業專網

新加坡電信業者 Singtel 在 2021 年 4 月推出全球首款可攜式 5G 平臺「GENIE」，該平臺由 5G 網路控制套組與 5G 無線電天線立式支架組成，無需事先安裝其他設備或基礎設施即可佈署在任意地點並提供獨立 5G 網路，十分適合用於企業之 5G 網路試驗，亦可用於如程式設計馬拉松（hackathon）這類有臨時高速網路需求的活動。借助 GENIE 平臺，企業得以快速測試 5G 解決方案或設備性能，免於昂貴的安裝成本（Singtel，2021）[582]。

四、小結

新加坡「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」及「5G 應用發展政策」簡要如表 4.7.1 至表 4.7.3。

Releases/2021/01/Annex-A---Update-on-Singapores-ongoing-5G-efforts.pdf (Jul. 13, 2021)

[580] Samsung. (2021). IBM, IMDA, M1 AND SAMSUNG TO COLLABORATE ON SINGAPORE'S FIRST 5G INDUSTRY 4.0 TRIAL. Retrieved from https://www.samsung.com/global/business/networks/insights/blog/ibm-imda-m1-and-samsung-to-collaborate-on-singapore-s-first-5g-industry-4-0-trial/ (Aug. 22, 2021)

[581] MPA. (2021). Launch of Singapore's Maritime Drone Estate as Test Bed for Drone Technologies. Retrieved from https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/media-centre/news-releases/detail/fcb27660-2879-47dc-aad1-fa4af9d59ea9 (Aug. 22, 2021)

[582] Singtel. (2021). Accelerating in a post-crisis world with GENIE. Retrieved from https://www.singtel.com/business/articles/accelerating-in-a-post-crisis-world-with-genie (Aug. 22, 2021)

表 4.7.1　新加坡 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	● 新加坡資訊通信媒體發展局（IMDA）於 2019 年 10 月發布《新加坡 5G 行動網路與服務政策》，期望透過 5G 網路技術實現企業全面數位經濟化、每位工作者皆能受益於科技且公民皆能相互連結，並提出下列策略：促進至少兩個全面性 5G 功能全國性網路服務的市場競爭；設置 5G 獨立組網涵蓋率義務；推動 5G 創新計畫，設置推動 5G 創新基金。 ● 新加坡新聞通訊及資訊部（MCI）於 2015 年 8 月發布《新加坡 2025 資通訊媒體總體規劃》，旨在強化未來 10 年新加坡的資通訊產業應用與創新能力，發展藍圖中指出新興科技與商業發展趨勢分別為大數據與分析、物聯網、認知運算與先進機器人、未來溝通與整合科技（如 5G 技術）、網路安全、身歷其境媒體、行動化及連結性、跨平臺媒體傳播與資通訊匯流，並揭示三個戰略發展重點：利用資料洞察、先進通訊和運算技術促進關鍵的經濟部門轉型；鼓勵創新冒險的勞動力；以人本方式佈署資通訊媒體技術。 ● IMDA 於 2018 年重新修訂建築物資通訊設施實施準則（COPIF）：使建築物以得屋頂式行動安裝站點為優先；針對行動通訊業者設定服務品質標準，同時要求行動通訊業者與建築營造商對於因設備或安裝地點導致超出安全輻射標準等公共安全疑慮情事時，相應業者需承擔設備搬遷及安裝費用；提升網路與服務彈性與多樣性，並提供確保電力供應的兩套獨立電纜系統供緊急狀況之補助；要求新建建築物安裝光纖及數據點。
執行情形	● 目前擁有 5G 頻段之行動通訊業者分別為 Singtel、M1 與 Starhub 之合資公司及 TPG，前兩者於 2020 年 9 月開始提供基於 5G NSA 服務；2021 年 5 月 Singtel 與 Samsung 合作推出 3.5GHz 頻段之 5G SA 服務，並表示可用於自動駕駛、即時沉浸式娛樂及大規模物聯網等應用；M1 亦於 2021 年 8 月開始提供基於 5G SA 之「True 5G 服務」，M1 表示 True 5G 服務其網路速率為 5G NSA 之 4 倍、4G LTE 之 10 倍；而 TPG 於 3.5GHz 頻譜競爭中失利，目前僅於部分城市區域提供 5G 服務。 ● Singtel 在新加坡主要城市、住宅區已佈建 1,000 多個 5G 基地臺，並在大型購物商場佈署室內 5G，Singtel 將利用 28GHz 毫米波頻段推動 5G 佈署。 ● M1 的 5G SA 網路涵蓋新加坡近 50%地區，M1 計劃加快其推出 5G SA 網路的速率，於 2021 年底前將其涵蓋範圍擴大到全國 75%，並於 2022 年完成全面 5G SA 涵蓋。

資料來源：本研究彙整。

表 4.7.2　新加坡 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	● 新加坡 3.5GHz 與毫米波頻段釋照申請者資格包含由既有行動通訊業者成立之合資公司，即容許行動通訊業者可以合資公司方式提案申請以共同取得 5G 頻譜並共建網路。 ● 現階段包括被動式設備共用、無線電接取網路共用、後端網路共用、頻譜及核心網路共用，IMDA 鼓勵行動網路業者於既有網路共用框架下，找尋新的網路共用模式及更多可行性，加速 5G 網路服務推出。
MVNO	依據 2019 年發布《新加坡 5G 行動政策》，MVNO 業者得向網路經營者以批發價格取得網路服務，IMDA 將於後續諮詢中針對 MVNO 再行討論。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	根據新加坡《無線電通訊規範》規範，新加坡頻譜轉讓或交易皆須事前向 IMDA 提交書面審查，並檢附相關文件，若未得到 IMDA 同意，此交易或轉讓行為即為無效。頻譜經轉讓或交易後，受讓人亦應承擔受讓頻譜所負之義務。

資料來源：本研究彙整。

表 4.7.3　新加坡 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● 新加坡於 2020 年公布「研究、創新與企業 2025 計畫」，將四大戰略領域（製造、貿易與連結性；人類健康與潛能開發；城市解決方案與永續發展；智慧國家與數位經濟）結合學術研究、人才培育及創新企業等三個跨領域強化研發與創新能力，以維持全球科技、創新領域的領導地位。 ● IMDA 自 2021 年 1 月起開放 5G 補助計畫申請，鼓勵公司企業於商業模式中採取 5G 創新應用解決方案，促進整體產業數位化轉型速率，將創新應用真正轉化為經濟效益。 ● IMDA 致力於推動 5G 技術試驗、產業應用創新與發展 5G 生態系，並標定六個最具 5G 潛力的領域以促進 5G 發展與採行，分別為海事、城市交通、智慧不動產、工業 4.0、消費者應用與政府應用。計劃透過與高等教育機構、技術企業及其他政府機構合作，聯合產學研界開發一系列供政府與企業使用的開放式測試平臺，探索 5G 應用服務能力，深化 5G 生態系中技術參與者與供應商的夥伴關係。
案例介紹	● 2020 年 5 月 IMDA 及新加坡行動通訊業者 M1 與 IBM、三星進行新加坡首個 5G 工業 4.0 試驗，重點關注以下三個領域：使用人工智慧進行圖像辨識與影像自動化分析；透過 AI 聲學分析改進設備監控與維護；

	● 使用擴增實境技術裝配與調適設備，以提高生產效率與品質。 ● 2021 年 6 月 IBM 工業 4.0 辦公室於樟宜商業園區成立，利用 5G SA 技術低延遲、高度可靠與安全通訊之特性，實現智慧製造流程的智慧工廠應用，可廣泛用於製造業的生產、品質管控與 5G 測試。 ● 2021 年 4 月新加坡海事港務管理局（MPA）宣布於濱海南碼頭正式啟動新加坡首個海上無人機產業。 ● 新加坡電信業者 Singtel 在 2021 年 4 月推出全球首款可攜式 5G 平臺「GENIE」，該平臺由 5G 網路控制套組與 5G 無線電天線立式支架組成，無需事先安裝其他設備或基礎設施即可佈署在任意地點並提供獨立 5G 網路，借助 GENIE 平臺，企業得以快速測試 5G 解決方案或設備性能。

資料來源：本研究彙整。

第八節 中國大陸

一、5G 網路建設推動政策措施

（一）2020 年《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》

為加速 5G 商用，中國大陸於 2019 年釋照後全力推動 5G 網路建設，中國大陸工信部於 2020 年 3 月針對各省、直轄市通信管理局、中國電信、中國聯通、中國移動、中國廣電、中國鐵塔提出《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》[583]，列出五大要點：

1. 加速 5G 網路建設部屬

中國大陸工信部支持電信業者以 5G SA 為目標，以控制 NSA 建設規模；鼓勵地方政府將 5G 網路建設所需資源，如公共場所、建築物等納入國土空間規劃，要求電信公司加大投資以優先展開 5G 建設；調整 700MHz 頻段規劃並適時開放 5G 頻段技術試驗許可；推進 5G 網路共用和異網漫遊，使人口密集區和偏遠地區都能使用 5G 網路。

2. 豐富 5G 技術應用場景

鼓勵電信公司採用 5G 套餐升級優惠以增加 5G 用戶數並推廣 5G AR/VR、賽事直播、遊戲娛樂等應用；推動 5G 智慧醫療系統建設，以利遠端視訊問診、院前急救、影像輔助診斷得以實現；實施「5G+工業互聯網」512 工程[584]，加快垂直場域應用，至少達成 20 個工業應用場景；促進「5G+車聯網」發展，將 5G、LTE-V2X 納入智慧城市與智慧交通基礎設施建設工程；構建 5G 應用生態系統，舉辦各式 5G 應用競賽，扶植企業推動各領域 5G 技術創新。

3. 持續加強 5G 技術研發速度

加速 5G 應用模組研發，支持可穿戴式設備與工業生產終端規模應用；結合國家 5G 頻率規劃安排展開 5G 測試驗證；加速 5G 認證平臺建設以提升測試、檢測、認證等服務，降低企業研發及應用成本，促進開放式應用創新。

4. 構建 5G 安全保障體系

加強 5G 核心系統、網路切片、MEC 平臺等網路安全保障，並建立風險評估、關鍵設備檢測認證制度或機制，以完善網路安全防護；針對 5G 各項技術、車聯網、工業互聯網等應用，打造數據安全管理制度與標準規範；培育 5G 網路安全產業生態，推動國家網路安全產業園區建設。

5. 加強各單位實施

要求各地方與主管機關配合，協力推進 5G 網路建設發展；各部門單位定期交流意見做法，以優化各項政策推動。

---

[583] 中華人民共和國工業和信息化部，工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知（2020）。檢自 https://www.miit.gov.cn/jgsj/txs/wjfb/art/2020/art_72744a8f6ad146b6b6336c0e25c029c6.html (Jul. 3, 2021）

[584] 「5G+工業互聯網」512 工程為完成 5 大類、12 項工業互聯網重點工程。

（二）2021 年《「雙千兆」網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》

2021 年中國大陸工信部發布《「雙千兆」網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》[585]的通知（表 4.8.1），目標為三年時間達成雙千兆網路基礎設施全面涵蓋至城市和部分鄉鎮區域；將 AR/VR、高畫質影片融入生活，提升用戶體驗；形成千兆網路應用示範場域，維持千兆網路、5G 核心技術研發和產業競爭力於國際水平，並提升網路安全保護能力。以下針對此行動計畫提出之六大行動進行說明：

1.「網路建設」

持續擴大千兆網路涵蓋範圍，透過引導用戶將接入終端升級等方式，提供千兆網路端到端網路體驗；加快推動 5G 獨立組網佈建至中心城區、重點區域與重點行業，並鼓勵採用微型基地臺等組網方式與集中式無線存取網路（Centralized RAN, C-RAN）技術結合，推動 5G 網路深度涵蓋至交通樞紐、景點、大型體育場館等流量密集區域；推動農村網路設施建設升級，利用普遍服務補償機制，促使電信業者將 5G 網路涵蓋至農村人口集中區、生產作業區等；深化電信基礎設施共建共用，按照「能共用不再新建」原則，支持基礎電信業者 5G 網路共建共用。

2.「承載增強」

提升核心網路承載能力，推動基礎電信業者擴充 200-400Gbps 超高速、超大容量傳輸系統；優化數據中心互聯（Data Center Interconnection, DCI）能力，並推進軟體定義網路（software defined networking, SDN）技術在數據中心互聯中的應用，以提升雲網協同承載能力與 5G 承載網路建設。

3.「行業賦能」

鼓勵基礎電信業者與企業合作，在工業、交通、教育、港口等公共服務行業展開千兆行業虛擬專網建設；加快「雙千兆」網路應用創新，鼓勵基礎電信業者、互聯網企業與各行業合作，並推廣「雙千兆」網路與教育、醫療等行業深入融合，展開不同面向應用場景，透過互聯網助力，提升農村教育和醫療水平；支持基礎電信業者採用 IPv6+等新技術提供確定性服務能力，以保障特定業務傳輸頻寬等性能要求。

4.「產業築基」

加強核心技術研發和標準制定，鼓勵企業、研究單位參與國際標準化工作，提升網路技術核心競爭力；鼓勵終端設備廠商加快 5G 終端研發，以提升 5G 終端產品性能。

5.「體驗提升」

持續提升網路架構，使雲服務企業持續提升雲計算關鍵核心技術能力，並推動 MEC，加快雲網融合等新技術的應用；指導基礎電信業者強化 5G、4G 網路協同發展，2G、3G、4G 頻率重新規劃和升級，以便提升網路資源使用效率；督

---

[585] 中華人民共和國中央人民政府，工業和信息化部關於印發《「雙千兆」網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》的通知（2021）。
檢自 http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/25/content_5595693.htm (Jul. 3, 2021)

促電信業者提升 5G 服務，禁止「強推 5G 套餐」、「限制用戶更改套餐」、「套餐誇大宣傳」等行為，確實維護用戶合法權益。

6.「安全保障」

提升網路安全、數據安全防護能力，督促相關企業落實網路安全主體責任，建立健全安全管理制度、工作機制；鼓勵基礎電信業者、網路安全企業、其他行業單位在醫療、教育等重點行業領域加強網路安全工作，實現網路設施安全共建、安全共用。

表 4.8.1 《「雙千兆」網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》主要目標

2021 年底	千兆光纖網路已涵蓋至 2 億戶家庭且用戶突破 1,000 萬戶，10G-PON 被動式光纖網路（Gigabit Passive Optical Network, G-PON）及以上端口規模超過 500 萬個
	5G 網路基本涵蓋至縣級以上區域、部分重點鄉鎮，新建 60 萬座 5G 基地臺
	建立 20 個以上千兆城市
2023 年底	千兆光纖網路已涵蓋至 4 億戶家庭且用戶突破 3,000 萬戶，10G-PON 及以上端口規模超過 1,000 萬個
	5G 網路基本涵蓋至鎮級以上區域、重點行政村，新增 60 萬座 5G 基地臺
	建立 100 個以上千兆城市，打造 100 個千兆行業虛擬專網標竿工程

資料來源：中華人民共和國中央人民政府（2021）。工業和信息化部關於印發《「雙千兆」網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》。檢自 http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/25/content_5595693.htm (Jul. 15, 2021)

（三）執行情形

1. 中國大陸各省 5G 建設情形

自中國大陸工信部發布關於 5G 加速發展的通知後，中國大陸各省將 5G 網路建設列為 2021 年重點工作，並列出 2021 年建設目標[586]。

為推動 5G 網路建設，河南省通信管理局甚至公告 2020-2022 年電信公司及鐵塔公司若採用 SA 模式建設 5G 基地臺，將給予每座基地臺 5,000 元（約新臺幣 21,430 元[587]）獎勵，以落實 5G 產業發展基礎（河南省通信管理局，2021）[588]。

2. 電信業者 5G 網路建設情形

中國大陸 5G 基地臺建設截至 2021 年 3 月底已累積將近 82 萬座（表 4.8.2），占全球 5G 基地臺建設數量的 70%，是全球最大 5G SA 規模，且已發展超過 1 萬

[586] 中國大陸各省市 5G 網路建設進展詳參貴州綜合信息網，（2021）。各省、市 2021 年 5G 建設計畫。檢自 http://www.gzic.gov.cn/dsjzsk/swzx/202103/t20210319_67248764.html (Jul. 6, 2021)

[587] 匯率依中央銀行「我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料」計算，2020 年 CNY/USD 為 6.9008、NTD/USD 為 29.578。

[588] 河南省通信管理局，關於 2020 年度省級 5G 基站建設獎勵資金情況的公示（2021）。檢自 http://hca.miit.gov.cn/zwgk/tzgg/art/2021/art_c151f0d9cfb84ce3aeb019918b81bf14.html (Jul. 7, 2021)

個 5G 應用案例，目前中國大陸電信業者皆以完成重點區域 5G 網路涵蓋，並以 2021 年底前完成三四縣城市 5G 網路普及為目標。

表 4.8.2　中國大陸電信業者 5G 基地臺建設情形

電信業者	5G 基地臺建設情形
中國電信	截至 2020 年 12 月底，已開通 38 萬座
中國聯通	截至 2020 年 10 月底，已開通 33 萬座
中國移動	截至 2021 年 3 月底，已建成 41 萬座
中國廣電	與中國移動共建共享 5G 基地臺

資料來源：中國電信（2021）。全面實施雲改數轉戰略 中國電信 2020 年把握機遇實現穩步發展。檢自 http://www.chinatelecom.com.cn/news/06/2021sjdxr/2021sjdxrygszfnxfz/202105/t20210513_60845.html (Jul. 7, 2021)

中國聯合網路通信集團有限公司，（2020）。更暢爽 更實惠 更貼心 深入推進提速降費 中國聯通交出亮眼成績單。檢自 http://chinaunicom.com.cn/news/202011/160523558097207509 7.html (Jul. 7, 2021)

通信產業網，（2021）。獲牌兩年，中國廣電 5G 的進擊與挑戰（附一張圖）。檢自 http://www.ccidcom.com/yaowen/20210610/qagb32MyKLwQsYPbt18eco51ztuq0.html (Jul. 7, 2021)

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 5G 網路共建與網路共用

中國大陸工信部與國務院國有資產監督委員會於 2020 年 5 月 20 日聯合發布《關於推進電信基礎設施共建共享 支撐 5G 網路加快建設發展的實施意見》（搜狐，2020）[589]，旨在於 2020 年至 2021 年深入推進鐵塔站址設施、傳輸資源（如光線電纜等）、住宅及商業樓宇共建共用，要求各地通信管理局本著能共用不再新建原則，鼓勵電信業者選擇中國鐵塔股份有限公司（以下簡稱中國鐵塔）或其他獨立運營鐵塔之企業承接新建鐵塔需求。

2. 5G 網路共建與網路共用案例

（1）中國電信與中國聯通網路共建共享

中國聯通與中國電信曾於 2019 年 9 月 9 日簽署《5G 網路共建共享框架合作協議書》（中國聯合網路通信集團有限公司，2019）[590]，雙方達成協議，合作共建 5G 接入網，各自劃定區域建設 5G 網路。而建設之營運、維護成本由建設方承擔，核心網路部分則由雙方自行建立。5G 頻譜部分，中國電信獲得之 3400-3500MHz 頻段與中國聯通獲得之 3500-3600MHz 頻段可進行 5G 頻段共用，而

[589] 搜狐，特急！《2020 年推進電信基礎設施共建共享》文件發布，重點加快 5G 建設發展！（2020）。檢自 https://www.sohu.com/a/401455651_203761 (Jul. 8, 2021)

文件中亦針對通信線路、管道、室內分布系統、租用站址資源之共建率、共享率進行考核，考核評分為 100 分。未完成指標之基礎電信業者將依據每項目 10 分、中國鐵塔省級公司 20 分進行減分。考核項目包括通信線路與管道共建率不得低於 30%、40%，共享率不得低於 70%、45%；室內分布系統共建率不得低於 35%，租用站址資源建設 5G 基地臺比例不得低於 50%；中國鐵塔省級公司新建鐵塔共享率不得低於 75%。

[590] 中國聯合網路通信集團有限公司，中國聯合網路通信股份有限公司關於與中國電信進行 5G 網路共建共享合作的公告（2019）。檢自 http://chinaunicom.com.cn/news/201909/156802717888801007 9.html (Jul. 8, 2021)

2020 年 2 月中國大陸工信部亦公告 3300-3400MHz 頻段提供中國電信、中國聯通與中國廣電作為 5G 室內使用。5G 連續頻段將有助於中國電信與中國聯通快速實現 5G 網路涵蓋，增加 5G 服務競爭力，提升網路效益和營運效率(表 4.8.3)。

中國電信表示截至 2021 年 4 月底，雙方已累積開通共 40 萬座 5G 共用基地臺，預計 2021 年底前將新建 32 萬座基地臺，以節省雙方 5G 基礎建設成本（電費、鐵塔租金、維運成本等），並進一步實現全球碳中和的目標（知乎，2021）[591]。

表 4.8.3 中國電信與中國聯通主動式及被動式共用

電信業者	主動式共用	被動式共用
中國電信	採用 MOCN 模式建網，雙方獨自建立核心網路並共用 3.5GHz 頻譜（預計未來針對 2.1GHz 展開共享）*	共用站點(雙方各自建立 5G 基地臺並與對方共享，基地臺之維護由建設方承擔）
中國聯通		

資料來源：21ic 電子網（2020）。中國聯通和中國電信的 5G 網路該如何共享。檢自 https://www.21ic.com/article/737676.html (Jul. 4, 2021)

*中華人民共和國工業和信息化部，無線電管理局發布《2100MHz 頻段 5G 移動通信系統基站射頻技術要求（試行）》（2021）。檢自 https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2021/art_91a8112bcb6247fdb97b8ceffff018d6.html (Jul. 5, 2021)

（2）中國移動與中國廣電網路共建共用

2021 年 1 月 26 日中國移動與中國廣電正式於北京簽訂有關 5G 共建共用之具體合作協議（中國移動，2021）[592]，兩家業者訂立四項具體合作協議內容，如表 4.8.4 所示：

表 4.8.4 中國移動與中國廣電 5G 共建共享具體合作協議

合作框架協議	協議內容
5G 網路共建共用合作協議	中國移動與中國廣電雙方 5G 資源共享，共同建設 700MHz 基地臺並共用 2.6GHz 頻段。
5G 網路維護合作協議	雙方對 700MHz 頻段有同等管理權限，中國移動需承擔 700MHz 頻段網路維護工作，包含故障處理、投訴處理、通訊保障等，而中國廣電需支付中國移動 700MHz 頻段網路維護費用與 700MHz、2G、4G、5G 之網路使用費。
市場合作協議	● 第一階段合作期間（2021 年 1 月 26 日至 2021 年 12 月 31 日）中國廣電有權共用中國移動 2G、4G、5G 網路，為中國廣電客戶提供網路服務。 ● 第二階段合作期間(2022 年 1 月 1 日至 2031 年 12 月 31 日）中國廣電將共用中國移動 2.6GHz 頻段，而 700MHz

[591] 知乎，電信、聯通已開通共享 5G 基站超 40 萬，節省成本 800 億（2021）。檢自 https://zhuanlan.zhihu.com/p/385445794 (Jul. 5, 2021)

[592] 中國移動有限公司，中國移動有限公司與中國廣播電視網絡有限公司訂立之有關 5G 共建共享的具體合作協議（2021）。檢自 https://www.chinamobileltd.com/tc/file/view.php?id=242502 (Jun. 4, 2021)

	頻段允許商業用途後，中國廣電新增之客戶將不再共用中國移動 2G、4G 網路。
網路使用費結算協議	● 第一階段合作期間（2021 年 1 月 26 日至 2021 年 12 月 31 日）根據中國廣電客戶使用之中國移動 2G、4G、5G 流量結算網路使用費。 ● 第二階段合作期間(2022 年 1 月 1 日至 2031 年 12 月 31 日）的前五年，中國廣電需按照雙方協商價格結算 700MHz 之網路維護費用、傳輸承載網使用費與 2.6GHz 網路使用費。

資料來源：中國移動有限公司（2021）。中國移動有限公司與中國廣播電視網路有限公司訂立之有關5G共建共享的具體合作協議。檢自 https://www.chinamobileltd.com/tc/file/view.php?id=242502 (Jun. 4, 2021)

中國移動與中國廣電 2021 年 6 月正式啟動 700MHz 5G 基地臺建設招標，雙方計劃在 2021 年建設 40 萬座 700MHz 5G 基地臺，並正積極加速 2021 年下半年度 5G 基礎建設大規模佈署（表 4.8.5）（網易，2021）[593]。

表 4.8.5　中國移動與中國廣電主動式及被動式共用

電信業者	主動式共用	被動式共用
中國移動	採用 MOCN 模式建網，雙方獨自建立核心網路、共同建設 700MHz 無線網路並共用 2.6GHz 頻譜。	共用站點（雙方共同建設與共用 5G 基地臺）
中國廣電		

資料來源：中國移動有限公司（2021）。中國移動有限公司與中國廣播電視網路有限公司訂立之有關5G共建共享的具體合作協議。檢自 https://www.chinamobileltd.com/tc/file/view.php?id=242502 (Jun. 4, 2021)

3. 5G 網路漫遊

依據《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》（MIIT，2021）[594]，中國大陸工信部針對「加強 5G 網路建設部署」要點，表示將積極推進網路共用和異網漫遊，期望電信業者加強配合，充分發揮市場機制與資源優勢，開展 5G 網路共用與異網漫遊，並透過異網漫遊方式使熱點地區多網併存。在偏遠地區，用戶可於原電信業者涵蓋不到的地方自動接取其他電信業者網路，亦可不受網路故障影響。

- **中國移動與中國廣電 5G 網路漫遊**

依據中國移動與中國廣電簽署《合作框架協議》（中國移動，2021）[595]，中國廣電第一階段合作期間（2021 年 1 月 26 日至 2021 年 12 月 31 日）將透過 5G 漫遊模式使用中國移動 2G/4G/5G 網路，中國廣電亦根據客戶使用中國移動網路

[593] 網易，中國廣電正式改名，第四大營運商 5G 建設加速（2021）。檢自 https://www.163.com/dy/article/GE0H0SBP051288MF.html (Jul. 7, 2021)

[594] 中華人民共和國工業和信息化部，工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知（2020）。檢自 https://www.miit.gov.cn/jgsj/txs/wjfb/art/2020/art_72744a8f6ad146b6b6336c0e25c029c6.html (Jul. 7, 2021)

[595] 中國移動有限公司，中國移動有限公司與中國廣播電視網絡有限公司訂立之有關 5G 共建共享的具體合作協議（2021）。檢自 https://www.chinamobileltd.com/tc/file/view.php?id=242502 (Jun. 4, 2021)

流量據實結算 2G/4G/5G 網路使用費。直到第二階段合作期間（2022 年 1 月 1 日至 2031 年 12 月 31 日）700MHz 網路可商用後，中國廣電原則上不再使用中國移動 2G/4G 網路，但仍可共享中國移動 2.6GHz 頻段。

4. MVNO

中國大陸工信部 2013 年 5 月 17 日發布《移動通信轉售業務試點方案》(MIIT，2013）[596]，首次開放行動通信業務試點工作，[597]，獲得行動通信轉售業務試點之企業可進行相關行動通信業務，包含可至基礎電信業者購買行動通信服務，重新包裝內容，以自有品牌推出語音、短信等行動通信業務。中國大陸工信部第一波發放虛擬營運商營業牌照（即通信轉售業務營運試點資格）的企業總共有 11 家公司（ChinaZ.com，2013）[598]。而經歷將近五年試點營運，中國大陸工信部決定自 2018 年 5 月 1 日起，將行動通信轉售業務由試點轉為正式商用（MIIT，2018）[599]，經營行動通信轉售業務之企業須按照《電信條例》、《電信業務經營許可管理辦法》相關規定，並提交與基礎電信業者簽訂的商業合約，向通信管理局申請電信業務經營許可證。而基礎電信業者給予轉售企業之批發價格應低於基礎電信業者同類業務平均業務單價或套餐價格，鼓勵雙方企業根據市場情況對批發價格進行調整。

（二）對 5G 頻率交易及轉讓考量及市場影響評估

1. 5G 頻率交易、轉讓

根據無線電管理條例第 20 條頻率轉讓規定，有意轉讓頻率使用權之使用者，受讓者應符合本條例第 15 條四項規定條件，包含（1）申請的無線電頻率符合無線電頻率劃分和使用規定，有明確具體用途；（2）使用無線電頻率的技術方案可行；（3）有相應的專業技術人員；（4）對依法使用的其他無線電頻率不會產生有害干擾。雙方提交轉讓協議後，無線電管理機構將按照受理日期 20 個工作日內做出許可或不許可之決定。

2. 其他二次利用（例如：頻譜租賃）

有關頻譜二次利用中國大陸目前尚無相關法規依據。

---

596 中華人民共和國工業和信息化部，工業和信息化部關於開展移動通信轉售業務試點工作的通告（2013）。檢自 https://www.miit.gov.cn/ztzl/lszt/ydtxzsywzq/zcfb/art/2020/art_f6186aa7b8734bef9b8c547d13d84df5.html (Jul. 23, 2021)

597 而參與行動通信轉售業務試點之企業需具備六項條件，詳參山西省通信管理局，移動通信轉售業務試點政策解讀（2013）。檢自 https://sxca.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/zcjd/art/2020/art_2744d24b16ea4bcf8b51c4a7243799a9.html (Jul. 23, 2021)

598 ChinaZ.com，內地發放首批虛擬運營商牌照 共 11 家民企獲得（2013）。檢自 https://www.chinaz.com/mobile/2013/1226/333054.shtml (Jul. 23, 2021)

599 中華人民共和國工業和信息化部，工業和信息化部關於移動通信轉售業務正式商用的通告（2018）。檢自 https://www.miit.gov.cn/jgsj/txs/wjfb/art/2020/art_af0b217d1836421bb6ef10f17fc02ade.html (Jul. 23, 2021)

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

1. 5G 應用發展政策重點

- **5G+工業互聯網**

中國大陸國務院曾於 2017 年 11 月發布《關於深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》（中國大陸國務院，2017）[600]，明確將工業互聯網列為國家發展項目之一，亦陸續推進各項 5G 網路技術試驗，加強地方各部門合作，以提升中國大陸工業互聯網發展水平，並根據此指導意見提出三大階段目標：

- 2025 年前完成各地區、各行業工業互聯網基礎設施
- 2035 年前建立國際領先的工業互聯網網路基礎設施和平臺
- 工業互聯網創新發展能力與技術產業融合等應用全面達到國際水平

中國大陸工信部為貫徹落實《關於深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》，2018 年提出《工業互聯網發展行動計畫（2018-2020 年）》（MIIT，2018）[601]，2018 年至 2020 年為中國大陸工業互聯網建設起步階段，此階段著重建設 AI、工業互聯網、物聯網等網路基礎設施，加速工業互聯網創新應用，發展工業互聯網平臺體系。 2020 年底中國大陸工信部進一步提出《工業互聯網創新發展行動計畫（2021-2023 年）》（MIIT，2021）[602]，表示已完成 2018-2020 年全部行動計畫，部分重點任務與工程甚至超出預期，中國大陸網路基礎、平臺中樞、數據、安全保障皆有所進展，同時進一步擬定 2021-2023 年之計畫，工信部預計於 2023 年前達成「新型基礎設施進一步完善」、「融合應用成效進一步彰顯」、「技術創新能力進一步提升」、「產業發展生態進一步健全」、「安全保障能力進一步增強」五大目標[603]因此中國大陸工信部於本計畫提出 11 項重點行動和 10 大重點工程，將著重解決工業互聯網發展中的痛點問題，持續深化「5G+工業互聯網」。

---

600 中國人民共和國中央人民政府，國務院關於深化“互聯網+先進製造業”發展工業互聯網的指導意見（2017）。檢自 http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-11/27/content_5242582.htm (Jul. 3, 2021)

601 中華人民共和國工業和信息化部，工業互聯網發展行動計畫（2018-2020）（2018）。檢自 https://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757016/c6212005/part/6212024.pdf (Jul. 3, 2021)

602 中華人民共和國工業和信息化部，工業互聯網創新發展行動計畫（2021-2023）（2020）。檢自 https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/txy/art/2021/art_710b90df3c01495bb0429fa9ee781cdd.html (Jul. 3, 2021)

603 詳參中國大陸信通院，（2018）。《工業互聯網發展行動計畫（2018-2020 年）》印發檢自 http://www.caict.ac.cn/xwdt/hyxw/201806/t20180608_173905.htm (Sep. 14, 2021)
中華人民共和國工業和信息化部，（2020）。《工業互聯網創新發展行動計畫（2021-2023 年）》解讀。檢自 https://www.miit.gov.cn/ztzl/rdzt/gyhlw/zcjd/art/2021/art_2f63a77acfca485985b728594b4c5fa8.html (Sep. 14, 2021)

2. 垂直場域

- **十四五規劃—國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要**

中國大陸於 2021 年 3 月 13 日提出《中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要》（以下簡稱十四五規劃）（中國大陸政府，2021）[604]，其中綱要內文第五篇四大重點為打造數位經濟新優勢、加快數位社會建設步伐、提高數位政府建設水平、營造良好數位生態，以數位轉型驅動整體生產、生活和治理方式變革，強調推進網路建設，以迎接數位時代來臨。

而針對「打造數字經濟新優勢、營造良好數字生態」重點，十四五規劃提出未來 5G 重點產業與垂直應用發展，透過加強關鍵數位技術創新應用，推動七大新興產業發展（含雲計算、大數據、物聯網、工業互聯網、區塊鏈、人工智慧、虛擬實境與擴增實境）、構建 5G 垂直應用等十大重點場域（含智慧交通、智慧能源、智慧製造、智慧農業與水利、智慧教育、智慧醫療、智慧文旅、智慧社區、智慧家居及智慧政務）。

因應政府十四五規劃，工信部於 2021 年 11 月 1 日接力發布「十四五資通訊產業發展規劃」（工信部，2021[605]），針對 2021-2025 年中國大陸整體資通訊產業擬定「建設新型數位基礎建設」、「拓展數位化發展空間」、「建構新型產業管理系統」、「全面強化網路、數據安全保障系統與能力建設」以及「加強跨地跨產業統籌協調」之 5 大重點發展目標。其中，「拓展數位化發展空間」的部分以「創新高品質互聯網生活服務」、「推動高層次數位化生產服務」、「強化高效能數位化治理服務」、「推動數據要素流動與應用創新」與「完善數位化服務應用產業生態」之方針著重發展 2021 年初所列出的智慧交通、智慧能源、智慧醫療、智慧文旅等十大 5G 垂直應用重點場域（參照表 4.8.6）。

表 4.8.6　中國大陸「十四五資通訊產業發展規劃」中「拓展數位化發展空間」之具體內容

重點發展目標	發展項目	發展細項	內容
拓展數位化發展空間	1.創新高品質互聯網生活服務	• 加速培育互聯網新產業模式	含研發 5G、行動互聯網、AI 新型應用與產品；積極發展平臺與共享經濟等。
		• 推動與普及無障礙化互聯網	針對老年人、身心障礙人士等增強產品服務供給、推動互聯網應用無障礙化改造，亦支持醫療與教育針對此進行智慧化改造。

[604] 中華人民共和國中央人民政府，中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要（2021）
檢自 http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm (Jul. 13, 2021)

[605]工信部（2021）。工业和信息化部关于印发“十四五”信息通信行业发展规划的通知。檢自 https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2021/art_3a0b0c726bd94b7d9b5092770d581c73.html. (Nov. 17, 2021)

	2.推動高等級數位化生產服務	• 推動互聯網生產服務融合創新	含強化互聯網平臺與傳統產業的融合發展；鼓勵開發與推動成本低、週期短且應用面廣的數位化解決方案；鼓勵各地建立完善的企業雲端公共服務平臺等。
		• 拓展工業物聯網融合創新應用	強化 5G、大數據、AI 等新技術應用程度；推廣平臺化設計、智慧化製造、網路合作、客製化訂製、服務延伸、數位化管理等新模式；持續強化「5G 工業互聯網」融合創新，加速推廣典型應用場景等。
	3.強化高效能數位化治理服務	• 提升數位化社會治理效能	鼓勵企業積極參與數位化社會、數位政府建設；推廣 5G、IoT、地理訊息等技術與終端商品於消防監測預警、公共設施管理、能源、環保監測等領域的創新應用等
		• 提升數位化疫情防控效能	鼓勵企業運用大數據、人工智慧、雲端運算等技術用於疫情監測分析、病毒溯源、防護救治、資源調配；強化平臺於社會管理、經濟研判、國家安全、公共衛生事件等更廣泛的運用。
	4.推動數據要素流動與應用創新	• 強化數據要素流動	加速推動數據資源化、資產化、資本化；實現傳統產業要素改革與重組；鼓勵各企業參與要素交易平臺建設，依法展開數位交易等
		• 強化大數據融合應用創新	推動大數據雲端運算、AI、區塊鍊等技術深度整合應用；推動產業監測分析，賦予企業創新發展；增強企業數據運用能力。
	5.完善數位化服務應用產業生態	• 加強產業鏈合作創新	引導基礎電信產業、互聯網企業、硬體製造企業、訊息通信技術及成企業等合作發展關鍵技術；豐富 5G 晶片、終端、模組、閘道器等；豐富高清影片、VR 和 AR 等新型媒體內容來源等
		• 完善產業發展環境	積極培育 5G 產業生態、推動小型與微型企業創業新示範基地等載體建設、建構與推廣 5G 產業應用標準等

資料來源：本研究彙整自工信部（2021）。工业和信息化部关于印发“十四五”信息通信行业发展规划的通知。檢自 https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2021/art_3a0b0c726bd94b7d9b5092770d581c73.html. (Nov. 17, 2021)

3. 企業專網

中國大陸尚未規劃 5G 專網專用頻譜（胡媛，2021）[606]，但諸多政策文件[607]顯示已正積極推動 5G 專網商用，並仍在推動 5G 專網頻譜相關政策。

（二）案例介紹

1. 垂直場域（以中興通訊股份有限公司 5G 智慧工廠為例）

中興通訊股份有限公司（以下簡稱中興通訊）長沙智慧工廠曾於 2017 年示範 5G 垂直場域應用，利用工業機器人、自動化設備、智慧物流系統、物聯網、5G AR 輔助等多種技術，構建 5G 工業物聯網，將廠內溫度、濕度、氣壓、設備、原物料等參數上傳至資料中心，即時監測廠內情況，而在廠內第一線人員碰上產線運作問題時，亦可透過 5G AR 輔助遠端指導，提升現場作業效率。在產品檢測方面，將所需檢測之物品視覺圖片傳送至 MEC 上的控制伺服器做集中處理，相較傳統檢測設備相比，利用 MEC 技術可將蒐集數據做即時處理與反饋（工業互聯網產業聯盟，2019）[608]。

2. 企業專網（以 BMW 為例）

BMW（Bayerische Motoren Werke AG）2019 年於中國大陸瀋陽建立 5G 企業專網，成為全球首個將 5G 應用於汽車生產、製造的汽車製造商。位於瀋陽的智慧工廠為 BMW 全球最大生產基地，採用中國聯通與中國移動的 5G 網路，佈建 5G 專網。

測試車輛數據為 BMW 第一個 5G 應用項目，所有生產或測試產生的數據將上傳至工廠內部資料中心，透過 5G 專網能將資料即時回傳，提升資料蒐集與分析效率。未來，BMW 將運用工業攝影機、機器人、無人搬運車之間的無線數據傳輸，使機器人在視覺功能引導下，將汽車零件準確放置指定位置，協助工廠分攤產線工作，提升生產效率（網易汽車，2019）[609]。

四、小結

中國大陸「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」及「5G 應用發展政策」簡要如表 4.8.7 至 4.8.9。

表 4.8.7　中國大陸 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	● 中國大陸工信部於 2020 年 3 月針對各省、直轄市通信管理局、中國電信、中國聯通、中國移動、中國廣電、中國鐵塔提出《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展

606 胡媛（2021）。企業自建 5G 專網還需多久？檢自 http://www.ccidcom.com/gyhlw/20210715/cqvXU6AHTvnNWHm9618hc070p98oo.html (Jul. 16, 2021)

607 如《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》、《工業互聯網創新發展行動計畫（2021-2023 年）》等。

608 工業互聯網產業聯盟，5G 與工業互聯網融合應用發展白皮書（2019）。檢自 http://www.zj5glm.com/Public/headphotob/2019-11-13/5dcb5b7dadc1d.pdf (Jul. 5, 2021)

609 網易汽車，聚焦數字化技術創新 華晨寶馬全面推進智能製造升級（2019）。檢自 https://auto.163.com/19/1115/19/EU204E2R000884ML.html (Jul. 3, 2021)

	的通知》，列出五大要點：加速 5G 網路建設部屬；豐富 5G 技術應用場景；持續加強 5G 技術研發速度；構建 5G 安全保障體系；加強各單位實施。 ● 2021 年中國大陸工信部發布《「雙千兆」網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》 的通知，目標為三年時間達成雙千兆網路基礎設施全面涵蓋至城市和部分鄉鎮區域；將 AR/VR、高畫質影片融入生活，提升用戶體驗；形成千兆網路應用示範場域，維持千兆網路、5G 核心技術研發和產業競爭力於國際水平，並提升網路安全保護能力。六大行動包含「網路建設」、「承載增強」、「行業賦能」、「產業築基」、「體驗提升」及「安全保障」。
執行情形	中國大陸各省將 5G 網路建設列為 2021 年重點工作，並列出 2021 年建設目標，而中國大陸 5G 基地臺建設截至 2021 年 3 月底已累積將近 82 萬座，占全球 5G 基地臺建設數量的 70%。

資料來源：本研究彙整。

表 4.8.8　中國大陸 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與網路共用	● 中國大陸工信部與國務院國有資產監督委員會於 2020 年 5 月 20 日聯合發布《關於推進電信基礎設施共建共享 支撐 5G 網路加快建設發展的實施意見》，旨在於 2020 年至 2021 年深入推進鐵塔站址設施、傳輸資源（如光線電纜等）、住宅及商業樓宇共建共用，要求各地通信管理局本著能共用不再新建原則，鼓勵電信業者選擇中國鐵塔股份有限公司（以下簡稱中國鐵塔）或其他獨立運營鐵塔之企業承接新建鐵塔需求。 ● 中國聯通與中國電信於 2019 年 9 月 9 日簽署《5G 網路共建共享框架合作協議書》，合作共建 5G 接入網，各自劃定區域建設 5G 網路。而建設之營運、維護成本由建設方承擔，核心網路部分則由雙方自行建立，截至 2021 年 4 月底，雙方已累積開通共 40 萬座 5G 共用基地臺。 ● 中國移動與中國廣電於 2021 年 1 月 26 日簽訂有關 5G 共建共用之具體合作協議，兩家業者訂立四項具體合作協議內容（5G 網路共建共用合作協議、5G 網路維護合作協議、市場合作協議及網路使用費結算協議），雙方於 2021 年 6 月正式啟動 700MHz 5G 基地臺建設招標，計劃在 2021 年建設 40 萬座 700MHz 5G 基地臺。
網路漫遊	● 依據《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》，中國大陸工信部針對「加強 5G 網路建設部署」要點，表示將積極推進網路共用和異網漫遊，期望電信業者加強配合，充分發揮市場機制與資源優勢，開展 5G 網路共用與異網漫遊，並透過異網漫遊方式使熱點地區多網併存。在偏遠

	地區，用戶可於原電信業者涵蓋不到的地方自動接取其他電信業者網路，亦可不受網路故障影響。 ● 依據中國移動與中國廣電簽署《合作框架協議》，中國廣電第一階段合作期間將透過 5G 漫遊模式使用中國移動 2G/4G/5G 網路，中國廣電亦根據客戶使用中國移動網路流量據實結算 2G/4G/5G 網路使用費。直到第二階段合作期間 700MHz 網路可商用後，中國廣電原則上不再使用中國移動 2G/4G 網路，但仍可共用中國移動 2.6GHz 頻段。
MVNO	中國大陸工信部決定自 2018 年 5 月 1 日起，將行動通信轉售業務由試點轉為正式商用，經營行動通信轉售業務之企業須按照《電信條例》、《電信業務經營許可管理辦法》相關規定，並提交與基礎電信業者簽訂的商業合約，向通信管理局申請電信業務經營許可證。而基礎電信業者給予轉售企業之批發價格應低於基礎電信業者同類業務平均業務單價或套餐價格，鼓勵雙方企業根據市場情況對批發價格進行調整。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	依據中國大陸無線電管理條例第 20 條頻率轉讓規定，有意轉讓頻率使用權之使用者，受讓者應符合本條例第 15 條四項規定條件，包含（1）申請的無線電頻率符合無線電頻率劃分和使用規定，有明確具體用途；（2）使用無線電頻率的技術方案可行；（3）有相應的專業技術人員；（4）對依法使用的其他無線電頻率不會產生有害干擾。雙方提交轉讓協議後，無線電管理機構將按照受理日期 20 個工作日內做出許可或不許可之決定。

資料來源：本研究彙整。

表 4.8.9　中國大陸 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● 中國大陸國務院曾於 2017 年 11 月發布《關於深化「互聯網+先進製造業」發展工業互聯網的指導意見》，提出三大階段目標：2025 年前完成各地區、各行業工業互聯網基礎設施；2035 年前建立國際領先的工業互聯網網路基礎設施和平臺；工業互聯網創新發展能力與技術產業融合等應用全面達到國際水平。並進一步於 2018 年提出《工業互聯網發展行動計畫（2018-2020 年）》，著重建設 AI、工業互聯網、物聯網等網路基礎設施，加速工業互聯網創新應用，發展工業互聯網平臺體系。另於 2020 年底提出《工業互聯網創新發展行動計畫（2021-2023 年）》，預計於 2023 年前達成「新型基礎設施進一步完善」、「融合應用成效進一步彰顯」、「技術創新能力進一步提升」、「產業發展生態進一步健全」、「安全保障能力進一步增強」五大目標，持續深化「5G+工業互聯網」。

	● 中國大陸於 2021 年 3 月提出《中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要》，針對「打造數字經濟新優勢、營造良好數字生態」重點，十四五規劃提出未來 5G 重點產業與垂直應用發展，透過加強關鍵數位技術創新應用，推動七大新興產業發展（含雲計算、大數據、物聯網、工業互聯網、區塊鏈、人工智慧、虛擬實境與擴增實境）、構建 5G 垂直應用等十大重點場域（含智慧交通、智慧能源、智慧製造、智慧農業與水利、智慧教育、智慧醫療、智慧文旅、智慧社區、智慧家居及智慧政務）。
案例介紹	● 中興通訊股份有限公司長沙智慧工廠曾於 2017 年示範 5G 垂直場域應用，利用工業機器人、自動化設備、智慧物流系統、物聯網、5G AR 輔助等多種技術，構建 5G 工業物聯網，將廠內溫度、濕度、氣壓、設備、原物料等參數上傳至資料中心，即時監測廠內情況，而在廠內第一線人員碰上產線運作問題時，亦可透過 5G AR 輔助遠端指導，提升現場作業效率。在產品檢測方面，將所需檢測之物品視覺圖片傳送至 MEC 上的控制伺服器做集中處理，相較傳統檢測設備相比，利用 MEC 技術可將蒐集數據做即時處理與反饋。 ● BMW（Bayerische Motoren Werke AG）2019 年於中國大陸瀋陽建立 5G 企業專網，成為全球首個將 5G 應用於汽車生產、製造的汽車製造商。位於瀋陽的智慧工廠為 BMW 全球最大生產基地，採用中國聯通與中國移動的 5G 網路，佈建 5G 專網。

資料來源：本研究彙整。

第九節 我國

一、5G 網路建設政策

（一）5G 網路建設推動政策措施

1. 臺灣 5G 行動計畫

通傳會自 2017 年起即配合行政院「前瞻基礎建設計畫」之「數位建設」項目，不斷鼓勵業者進行網路建設，此外，行政院科技會報辦公室 2019 年 5 月發布「臺灣 5G 行動計畫（2019-2022）」[610]，預計投入新臺幣 204.66 億元，積極推動 5G 建設發展，以實現「以 5G 領頭觸發跨界融合」及「以虛實並進塑造產業新貌」為二大願景，並推動下列五大主軸，落實各項政策發展（圖 4.9.1）：

- 推動 5G 垂直應用場域實證
- 建構 5G 創新應用發展環境
- 完備 5G 技術核心及資安防護能量
- 規劃釋出符合整體利益之 5G 頻譜
- 調整法規以創造 5G 發展有利環境

藉由上述五大主軸推動，「臺灣 5G 行動計畫（2019-2022）」預計達成四項總體目標，以達成 5G 網路創新：

- 實現隨手可得 5G 智慧好生活，均衡發展幸福城鄉
- 以 5G 企業網路深化產業創新，驅動數位轉型
- 建構 5G 技術自主與資安能力，打造全球信賴的 5G 產業供應鏈
- 打造智慧醫療、智慧製造、智慧交通等 5G 應用國際標竿場域



資料來源：行政院（2020）。台灣 5G 行動計畫。檢自 https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/087b4ed8-8c79-49f2-90c3-6fb22d740488（Jun.18, 2021）

圖 4.9.1　臺灣 5G 行動計畫

[610] 行政院，臺灣 5G 行動計畫（2019-2022 年）（核定本）（2019.05）。檢自 https://digi.ey.gov.tw/File/E435CE0F22E40C3C（Jun.18,2021）

2.補助 5G 網路建設計畫

我國於 2019 年 12 月展開第一階段 5G 釋照競標，並以總標金新臺幣 1,421.91 億元落幕，而此次標金溢增新臺幣 980 億元，政府將補助電信業者 5G 網路建設，同時要求電信業者須給予消費者 5G 購機及資費補貼等回饋，以增加我國 5G 普及率，並盡速完成 5G 重要地點網路建設[611]。

為加速我國 5G 網路建設，行政院已核定通傳會所提出「補助 5G 網路建設計畫」[612]，執行期間以 2021 年 1 月至 2025 年 8 月，為期 5 年總經費達新臺幣 266.5 億元之預算。政府將補助電信業者「加速、加量」建設 5G 基地臺與各頻段之新建 5G 網路設備，鼓勵業者投入 5G 網路建設。而補助業者建置費最高不得逾 50%，並視業者配合相關部會推動國產品牌電信設備政策所提出之國產品牌建設比例、優惠資費及資安投資比例等配套措施，調整補助費用之比例。

「補助 5G 網路建設計畫」目標為 2021 年非偏鄉人口涵蓋率達 50%；2022 年非偏鄉人口涵蓋率達 60%；2023 年非偏鄉人口涵蓋率達 70%；2024 年非偏鄉人口涵蓋率達 80%，且新建網路（包括基地臺）國產品牌比率達 40%以上；2025 年非偏鄉人口涵蓋率達 85%，且新建網路（包括基地臺）國產品牌比率達 40%以上。

3.「補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺」計畫

通傳會訂定「補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺」計畫[613]，規劃補助行動寬頻業務經營者建置行動寬頻基地臺設施，加速行動通信訊號涵蓋，本計畫預期於 2021 年至 2025 年共建置 490 座行動寬頻基地臺，並於計畫前兩年辦理 5G 網路建設與應用服務之推廣體驗活動共 4 場次，預期效益為縮短數位落差，鼓勵業者投入建置意願，強化公私協力，透過公共設施或建物設置基地臺，填補訊號不足之區域。通傳會亦針對此計畫訂定「補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺作業要點」，以達成 5G 網路建設於偏鄉地區與應用服務推廣之目標。

（二）執行情形

通傳會為執行「補助 5G 網路建設計畫」，於 2021 年 3 月 3 日另訂定「補助 5G 網路建設作業要點」，採用「建設競賽」機制讓電信業者申請 5G 建設補助，第一波申請至 2021 年 5 月截止，通傳會將督促業者提高 5G 基地臺建置數量，原規劃 5 年內電波人口涵蓋率達 50%，提升至 2 年半內達 85%。

611 中時新聞網（2020）。5G 溢增標金將補貼購機、資費。
檢自 https://www.chinatimes.com/newspapers/20200525000204-260204?chdtv（Jun.18,2021）
612 行政院，（2020）。補助 5G 網路建設計畫。
檢自 www.ey.gov.tw/File/B4F09E52231984B6（Jun.18,2021）
613 國家通訊傳播委員會（2021）。「強化偏鄉地區 5G 寬頻服務與涵蓋-補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺」(核定版)。檢自 https://www.ey.gov.tw/File/987CA5D2AF084951（Jul.18, 2021）

二、5G 網路合作及交易議題

（一）對 5G 網路合作考量及市場影響評估

1. 5G 網路共建

《電信管理法》開放我國電信業者以「共頻、共網、共建」的方式使用頻譜資源，加速 5G 網路涵蓋率，並提供電信業者新的營運模式，使未得標 5G 頻譜的電信業者能透過共頻、共網的方式使用頻譜資源。根據《設置公眾電信網路與共用無線電頻率審查考量事項》，電信業者擬共用他電信業者之網路應具備不受合作之其他經營者影響之管控能力，可於未逾全國平均人口密度之鄉鎮市區進行各種型態網路共用，其餘地區得以共構、共站方式進行接取網路共用。

此外，《行動通信網路業務基地臺設置使用管理辦法》第 5 條之 1 規定開放公共設施如電線杆、標誌桿、橋墩等架設 5G 基地臺，透過業者之間共建網路以及政策鬆綁，以確保偏鄉等非人口密集地區 5G 普及，提高偏遠地區網路涵蓋率。

2. 5G 網路漫遊

亞太電信曾向通傳會申請 86 個偏鄉地區與台灣大哥大網路漫遊合作，亞太電信須承諾個資保護要求之外，當用戶至偏遠地區，亞太電信須以簡訊告知其正使用台灣大哥大網路，漫遊在切換期間可能導致短暫連線中斷問題，且透過台灣大哥大數據漫遊，不會產生額外費用，通傳會亦要求亞太電信不得在漫遊開通後，停用偏遠地區已建設之基地臺[614]。而台灣大哥大須於營業場所內公告其正提供亞太電信客戶漫遊服務，台灣大哥大若有系統容量不足以支撐台灣大用戶與亞太用戶情形，須辦理容量擴充，使雙方用戶不受影響。

通傳會自通過行動寬頻業務網路漫遊政策討論案[615]，開放所公告之偏遠地區電信業者間得以協定方式提供漫遊服務後，亞太電信即提交申請書，與台灣大哥大合作，而開放偏鄉地區以國內漫遊方式使用網路，將有助於平衡城鄉數位落差，偏鄉地區亦可減少基地臺建置數量、降低業者網路建設成本，並達到環境保護之效果。未來，新業者加入 5G 市場除仰賴 4G 行動寬頻，採 NSA 架構，亦可使用國內漫遊、共用頻率、共用網路等方式佈建 5G 網路。

3. 5G 網路共用

- **主動式共用（以遠傳電信、亞太電信 3.5GHz 頻段共用為例）：**

亞太電信與遠傳電信為我國《電信管理法》施行後首次申請 5G「共頻共網」之電信業者，亞太電信將使用遠傳電信 3.5GHz 頻段，共頻共網以節省網路建設成本，雙方協議亞太電信將負擔九分之二成本，取得 3.5GHz 頻段 20 年網路使用

614 Yahoo 新聞，亞太電信偏鄉地區借網台灣大哥大「漫遊」NCC 准了（2019.07.17）。檢自 https://tw.news.yahoo.com/亞太電信偏鄉地區借網台灣大哥大-漫遊-ncc 准了-091001331.html（Jun.28,2021）

615 國家通訊傳播委員會，國家通訊傳播委員會通過行動寬頻業務網路漫遊政策，於偏遠地區開放國內漫遊，將有助於電信市場公平競爭、弭平數位落差促進普及服務、確保偏遠地區民眾消費權益及寬頻近用權，並於兼顧網路服務品質下提升網路資源使用效率（2019.04.17）。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=5&sn_f=41314（Jun.28,2021）

權，而遠傳電信則分攤 3.5GHz 頻段九分之七成本。透過成本分攤，遠傳電信轉而投入其他領域，致力開發更多 5G 服務及垂直場域應用[616]。

通傳會於 2021 年 3 月 3 日正式許可本申請案，並依據《電信管理法》第 58 條第 3 項要求兩家電信業者 4G 與 5G 基地臺建設合建數量需達到 2,000 臺，提升網路涵蓋率[617]。

3.5GHz 頻段「共頻共網」經許可後，亞太電信於 2021 年 4 月 22 日舉辦股東臨時會，首度展示與遠傳電信共網的 MOCN 網路，下載速率可達 350-450Mbps 之間、上傳速率可達 91.7Mbps，待未來 MOCN 網路推出後，亞太電信將積極推動現有用戶升級 5G，而 4G 網路則由亞太電信自行佈署[618]。

4. MVNO

亞太電信與遠傳電信「共頻共網」未獲通傳會許可前，亞太電信事先以 MVNO 身分，使用遠傳電信 5G 網路推出 5G 服務，以跟上我國 5G 開臺時程。事實上，在我國 5G 釋照拍賣中，亞太電信僅獲得 28GHz 中 28900-29300MHz，共 400MHz 頻寬，因此，此次亞太電信與遠傳電信正式簽訂合作計畫，使用遠傳電信 5G 頻段中 3.5GHz 頻段，進行 5G 開臺，後續經由通傳會通過雙方以「共頻共網」模式合作，才使雙方從 MVNO 轉為 3.5GHz 頻段「共頻共網」[619]。

（二）對 5G 頻率交易及轉讓考量及市場影響評估

1. 5G 頻率交易、5G 頻率轉讓之相關規定

《電信管理法》將「頻率共用」與「頻率提供使用」分別規範，而目前我國僅 3.5GHz（3300-3570MHz）、28GHz（27000-29500MHz）與 2021 年 6 月 2 日新增 2.1GHz（上行 1920-1980MHz/下行 2110-2170MHz）可供頻率共用與頻率提供使用[620]。

因頻率轉讓為《電信管理法》第 59 條之頻率改配，故僅限於雙方皆為行動寬頻業者方可申請，除檢附頻率使用權移轉申請書、轉讓協議書等其他主管機關指定事項，為確保市場公平競爭，依同條第 3 項規定，協議雙方之電信事業所設置之公眾電信網路應重新檢具自評報告向主管機關申請審驗，經主管機關審驗合格後，始得使用。

---

616 遠傳電信，遠傳電信與亞太電信共頻共網亞太以新台幣 94.73 億元頻譜費策略結盟遠傳誠信、互惠（2020.09.04）。檢自 https://corporate.fetnet.net/content/corp/tw/LatestNews/LatestNews_Contents.html?uuid=c9e3f7ea-f656-4280-bb3f-f1141f827f24（Jun.21,2021）

617 風傳媒，遠傳、亞太 5G「共頻共網」過關 NCC 要求增建 2000 台基地台（2021.03.03）。檢自 https://www.storm.mg/article/3513250（Jun.18,2021）

618 經濟日報，亞太電信：5G 共網 Q3 上路不做價格破壞者（2021.04.22）。檢自 https://money.udn.com/money/story/5612/5405743（Jun.18,2021）

619 數位時代，牽手遠傳後，亞太電信終於開台！7 級距資費、獨有高頻 5G 網路，3 大重點一次看（2020.10.22）。檢自 https://www.bnext.com.tw/article/59746/5g-aptg-fetnet-mmwave（Jun.18,2021）

620 國家通訊傳播委員會，NCC 通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正，持續精進頻率使用管理（2021.06.02）。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=46104（Jun.18,2021）

2. 5G 頻率交易、5G 頻率轉讓案例說明

暨亞太電信與遠傳電信 3.5GHz 頻段共頻共網後（表 4.9.1），雙方宣布將進行頻率交換合作，亞太電信持有 700MHz 中 723-728MHz（上行）、778-783MHz（下行），共 10MHz 頻寬，與遠傳電信持有 2.6GHz 中 2595-2615MHz，共 20MHz 頻寬進行交換。而雙方頻率交換產生之費用，將依當時各自競標結束後得標金額折算，開始攤銷至通傳會核准頻率交換申請之當月底殘值計算。

透過此次頻率交換協議，亞太電信除網速可提升至兩倍，亦將 5G 頻譜發揮最大效益，提升網路品質，降低其營運成本，提供消費者更好的網路體驗[621]。而遠傳電信亦可使用 700MHz 低頻段特性，搭配遠傳現有 2.1GHz、3.5GHz、28GHz 頻譜資源，增加 5G 涵蓋率，提供遠傳客戶優質網路體驗[622]。

表 4.9.1　我國頻率共用相關法規意涵

項目	《電信管理法》	《無線電頻率使用管理辦法》
頻率共用	第 58 條第 3 項及第 4 項	第 17 條至第 23 條
共享頻率	-	指經主管機關公告提供共享使用之無線電頻率
頻率提供使用（頻率出租、出借）	第 58 條第 1 項	第 17 條至第 23 條
頻率轉讓（頻率改配）	第 59 條	-

資料來源：本研究彙整。

3. 其他二次利用（例如：頻譜租賃）

我國《電信管理法》第 58 條第 1 項規定，電信業者以評審制、公開招標制、拍賣制或改配使用無線電頻率者，可將獲配無線電頻率之一部提供予他電信事業使用。爰此規定，使新進業者（承用人）得以用租借或共用方式使用頻譜資源；電信業者（供給人）可將頻率以租賃方式共享予新進業者或其他電信業者。

621 亞太電信，亞太電信與遠傳電信擴大頻譜資源合作 5G 再創新猷（2020.11.05）。檢自 https://www.aptg.com.tw/corporate/news-center/press-releases/PressRelease-000832/（Jun.21,2021）

622 遠傳電信，遠傳 2020 年第三季法說會今登場 5G 網路建置優化為先 與亞太將深化頻譜資源合作以期擴…（2020.11.05）。檢自 https://corporate.fetnet.net/content/corp/tw/LatestNews/LatestNews_Contents.html?uuid=2b21cb82-618b-422b-b449-821c166fdfe0（Jun.22,2021）

三、5G 應用發展政策重點暨垂直場域、企業專網應用措施與案例

（一）應用推動措施與執行情形

1. 5G 應用發展政策重點

依據行政院「臺灣 5G 行動計畫（2019-2022）」，5G 應用發展以五大主軸推動之：

（1）推動 5G 垂直應用場域實證

透過公私協力建置 5G 多元應用實驗場域，並放寬實驗應用限制與相關管制法規，以利 5G 垂直場域應用得以蓬勃發展。

（2）建構 5G 創新應用發展環境

透過國家發展基金投資企業、建立跨業合作平臺、建置開放式 5G 創新發展應用平臺及實驗場域，並培育 5G 跨域人才，營造 5G 創新創業友善環境。

（3）完備 5G 技術核心及資安防護能量

著重研發 5G 資安技術，並結合我國資安廠商，推動 5G 資安產業發展，期望透過 5G 實驗場域找出資安漏洞並加以修正，打造我國資安防護能力之正面形象。

（4）規劃釋出符合整體利益之 5G 頻譜

規劃我國 5G 頻譜釋出範圍，亦制定 5G 頻譜競價規則、5G 頻率管理規則等，並依據電信管理法之架構，研擬相關規定，以利 5G 頻譜釋出及後續程序參考，完善 5G 釋照作業。

（5）調整法規以創造 5G 發展有利環境

研擬《電信管理法》，促進網路基礎設施共建共用，放寬同業及異業合作之限制，提供 5G 創新發展及公平競爭之良好環境。

2. 垂直場域

綜上所述，通傳會為落實行政院「臺灣 5G 行動計畫」五大主軸之一，積極推動 5G 垂直應用場域實證。為使我國垂直場域應用得以加速發展，並透過 5G 垂直場域實施狀況作為後續法規訂定、政策制定、商用實證之參據，本主軸以公私協力建置 5G 應用實驗場域、以彈性管理規範加速進行 5G 應用實驗為推動重點。

3. 企業專網

我國目前有兩種建置模式，一為共頻專網，以電信業者取得之頻段供各場域使用，此方法適合對電信領域不熟悉之企業；二為專網專頻，業者將申請 5G 專用頻率並自建完全獨立之網路。我國現已核准電信業者使用共頻共網，而專頻專網部分，依《電信管理法》第 50 條，專用網路應經主管機關核准，始得設置，

目前針對專網使用，亦明定不得連接公眾電信網路或供設置目的以外之用，若須使用公眾電信網路應以「專案」申請並由通傳會核可[623]。

我國行政院於 2019 年 12 月 5 日通過 4.8-4.9GHz 頻段，共 100MHz 頻寬作為 5G 專網專頻實驗頻段，而通傳會正研擬各項行動寬頻專網管理辦法，包含執照年限、場域範圍、申請資格等，有望於 2021 至 2022 年間採用評審制釋出 5G 專網專頻[624]。

（二）案例介紹

1. 垂直場域—淡海新市鎮 5G 智慧交通試驗場域

我國為因應智慧運輸時代來臨，交通部攜手華電聯網股份有限公司（以下簡稱華電聯網）合作建立智慧交通試驗場域，華聯電網於淡海新市鎮十個交通路段架設智慧終端設備，包含 AI 感測器、車聯網（Vehicle-to-Everything,V2X）、數位身分 3D 戰情中心等，而此數位身分 3D 戰情中心可整合試驗場域內之智慧車即時監控、地圖及環境參數管理、資料分析顯示管理等，相關資訊皆可於此介面呈現。

車聯網部分，將透過 AI 感測器結合車聯網，於閃黃燈路口佈設雷達感測、電子看板動態引導系統（Changeable Message Sign, CMS）與路側通訊站臺（Road-side Unit, RSU）；正常路段佈設智慧型閉路電視（Closed Circuit Television, CCTV）與 RSU，架設於測試場域內的 RSU 可將交通路況，如前方道路壅塞提示、行人防撞警示、違停車輛警示、路口車輛闖入警示、緊急救護車輛偵測等，由 AI 感測器偵測路口來車，並將週遭狀況回傳至車內通訊設備（On-board Unit, OBU），車內 OBU 接受資訊後，駕駛人可提前應對當前狀況，以降低事故發生之可能[625]。

2. 企業專網—以英業達股份有限公司為例

英業達股份有限公司（以下簡稱英業達）桃園伺服器工廠於 2020 年 8 月與微軟股份有限公司（以下簡稱微軟）合作建置 5G 企業專網，採用 5G 獨立組網（Stand Alone, SA）與開放式無線接取網路（Open Radio Access Network, Open-RAN）架構。微軟負責軟體應用而英業達則提供硬體技術，將軟硬體整合至英業達伺服器產線中，英業達初期採用微軟子公司 Affirmed Networks 5G 核心網路解決方案，將其應用在自動光學檢測（Automated Optical Inspection, AOI）機臺，Affirmed Networks 的 UnityCloud 連結至自動光學檢測系統後，初步判斷錯誤位置，第二階段回傳至邊緣計算伺服器（Multi-access Edge Computing, MEC）進行分析，最後再由人工檢驗不良品，透過一連串 AI 與 5G 專網輔助遠端監控、自動化偵測與無人搬運車（Automated Guided Vehicle, AGV）等，將節省過去檢測產品良率與不良率所耗費時間，並提升員工生產效率。未來，英業達將持續應用

623 iThome，【臺灣資安大會直擊】5G 最大價值在垂直場域，NCC 正研擬 5G 專網管理辦法（2021.05.06）。檢自 https://www.ithome.com.tw/news/144215（Jun.23,2021）

624 工商時報，5G 專網專頻最快今年釋出（2021.02.02）。檢自 https://ctee.com.tw/news/tech/412179.html（Jun.23,2021）

625 T 客邦，自動駕駛的電動巴士就在你身邊！淡海新市鎮 5G 智慧交通場域正式啟用（2020.12.18）。檢自 https://www.techbang.com/posts/83282-5g-smart-traffic-field-of-the-new-town（Jun.25,2021）

5G 專網優勢，並結合智慧倉儲、無人堆高機、AGV 等，提高產能，打造 5G 智慧工廠並提供未來有望導入 5G 之企業參考[626]。

四、小結

我國「5G 網路建設政策」、「5G 網路合作及交易議題」及「5G 應用發展政策」簡要如表 4.9.2 至表 4.9.4。

表 4.9.2　我國 5G 網路建設政策小結

項目	說明
5G 網路建設推動政策措施	● 通傳會自 2017 年起即配合行政院「前瞻基礎建設計畫」之「數位建設」項目，此外，行政院科技會報辦公室 2019 年 5 月發布「臺灣 5G 行動計畫（2019-2022）」積極推動 5G 建設發展，以實現「以 5G 領頭觸發跨界融合」及「以虛實並進塑造產業新貌」為二大願景，並推動五大主軸以達成四項總體目標。 ● 我國於 2019 年 12 月展開第一階段 5G 釋照競標，並將補助電信業者 5G 網路建設，同時要求電信業者須給予消費者 5G 購機及資費補貼等回饋。 ● 依據通傳會制定之「補助 5G 網路建設計畫」，政府將補助電信業者「加速、加量」建設 5G 基地臺與各頻段之新建 5G 網路設備，並視業者配合相關部會推動國產品牌電信設備政策所提出之國產品牌建設比例、優惠資費及資安投資比例等配套措施，調整補助費用之比例。 ● 通傳會訂定「補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺」計畫，規劃補助行動寬頻業務經營者建置行動寬頻基地臺設施，加速行動通信訊號涵蓋，縮短數位落差，亦針對此計畫訂定「補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺作業要點」，以達成 5G 網路建設於偏鄉地區與應用服務推廣之目標。
執行情形	通傳會為執行「補助 5G 網路建設計畫」，於 2021 年 3 月 3 日另訂定「補助 5G 網路建設作業要點」，採用「建設競賽」機制讓電信業者申請 5G 建設補助，第一波申請至 2021 年 5 月截止，通傳會將督促業者提高 5G 基地臺建置數量，原規劃 5 年內電波人口涵蓋率達 50%，提升至 2 年半內達 85%。

資料來源：本研究彙整。

表 4.9.3　我國 5G 網路合作及交易議題小結

對 5G 網路合作考量及市場影響評估	
網路共建與	● 依據《電信管理法》及《設置公眾電信網路與共用無線電頻

[626] myMKC 管理知識中心，《英業達》5G 智慧工廠落地從代工轉型解決方案提供者（2021.05.17）。
檢自 https://mymkc.com/article/content/24472（Jun.25,2021）

網路共用	率審查考量事項》，電信業者擬共用他電信業者之網路應具備不受合作之其他經營者影響之管控能力，可於未逾全國平均人口密度之鄉鎮市區進行各種型態網路共用，其餘地區得以共構、共站方式進行接取網路共用。 ● 依據《行動通信網路業務基地臺設置使用管理辦法》第 5 條之 1，透過業者之間共建網路以及政策鬆綁，以確保偏鄉等非人口密集地區 5G 普及，提高偏遠地區網路涵蓋率。
網路漫遊	通傳會通過行動寬頻業務網路漫遊政策討論案，開放所公告之偏遠地區電信業者間得以協定方式提供漫遊服務後，亞太電信即提交申請書，與台灣大哥大合作。
MVNO	亞太電信事先以 MVNO 身分，使用遠傳電信 5G 網路推出 5G 服務，以跟上我國 5G 開臺時程，嗣後亞太電信與遠傳電信正式簽訂合作計畫，使用遠傳電信 5G 頻段中 3.5GHz 頻段，進行 5G 開臺，後續經由通傳會通過雙方以「共頻共網」模式合作，才使雙方從 MVNO 轉為 3.5GHz 頻段「共頻共網」。
對 5G 頻率交易轉讓考量及市場影響評估	
頻譜使用權轉讓或租賃	● 《電信管理法》將「頻率共用」與「頻率提供使用」分別規範，而目前我國僅 3.5GHz 頻段、28GHz 頻段與 2021 年 6 月 2 日新增 2.1GHz（上行 1920-1980MHz/下行 2110-2170MHz）可供頻率共用與頻率提供使用。 ● 行動寬頻業者得依《電信管理法》第 59 條頻譜轉讓。 ● 亞太電信與遠傳電信 3.5GHz 頻段共頻共網後，進行頻率交換合作。而雙方頻率交換產生之費用，將依當時各自競標結束後得標金額折算，開始攤銷至通傳會核准頻率交換申請之當月底殘值計算。 ● 依據《電信管理法》第 58 條第 1 項，新進業者（承用人）得以用租借或共用方式使用頻譜資源，電信業者（供給人）可將頻率以租賃方式共享予新進業者或其他電信業者。

資料來源：本研究彙整。

表 4.9.4　我國 5G 應用發展政策小結

項目	說明
應用推動措施與執行情形	● 依據行政院「臺灣 5G 行動計畫（2019-2022）」，5G 應用發展以五大主軸推動：推動 5G 垂直應用場域實證；建構 5G 創新應用發展環境；完備 5G 技術核心及資安防護能量；規劃釋出符合整體利益之 5G 頻譜；調整法規以創造 5G 發展有利環境。而通傳會為落實「臺灣 5G 行動計畫」，積極推動 5G 垂直應用場域實證，並透過 5G 垂直場域實施狀況作為後續法規訂定、政策制定、商用

	實證之參據，以公私協力建置 5G 應用實驗場域、以彈性管理規範加速進行 5G 應用實驗為推動重點。 ● 我國現已核准電信業者使用共頻共網，專頻專網則依《電信管理法》第 50 條應經主管機關核准，始得設置。 ● 我國 4.8-4.9GHz 頻段共 100MHz 頻寬作為 5G 專網專頻實驗頻段，而通傳會正研擬各項行動寬頻專網管理辦法，有望於 2021 至 2022 年間採用評審制釋出 5G 專網專頻 。
案例介紹	● 交通部與華電聯網合作建立智慧交通試驗場域，華聯電網於淡海新市鎮十個交通路段架設智慧終端設備，包含 AI 感測器、車聯網（Vehicle-to-Everything,V2X）、數位身分 3D 戰情中心等。 ● 英業達桃園伺服器工廠於 2020 年 8 月與微軟合作建置 5G 企業專網，採用 5G SA 與開放式無線接取網路架構，以節省過去檢測產品良率與不良率所耗費時間，並提升員工生產效率。

資料來源：本研究彙整。

第十節 小結

盤點各主要國家之 5G 網路建設、5G 網路合作與交易議題、5G 應用發展及垂直場域相關政策，彙整如下表 4.10.1。觀察國際間主要國家有關 5G 網路建設的策略，主要可分為「提高基礎設施佈建程度」、「降低建設成本與佈建障礙」、「促進網路升級」等三種作法。我國前瞻基礎建設計畫的「數位建設 2.0」即包含基礎建設環境（含資安與數位）、產業數位轉型、5G 基礎公共建設、縮小 5G 偏鄉數位落差等主軸，協助電信業者加速 5G 基地臺布建，擴大 5G 垂直場域應用，推動 5G 發展。同時，我國也透過活用 5G 首次釋照標金收入，補助電信業者於非偏鄉與偏鄉進行 5G 網路建設，促進公眾電信網路與垂直場域發展。另在促進網路升級方面，新加坡與中國大陸皆從政策層面促進業者採用 5G SA，但為因應 5G 技術標準發展與設備成熟度提升，電信業者應會自行評估規劃朝向 5G SA 網路發展的時程，故不盡然需要透過政策輔助，應可尊重市場機制發展。

5G 網路合作議題方面，亞太電信在 2021 年第三季以 MOCN 方式正式啟動與遠傳電信的 5G 共頻共網服務，且兩家業者合作涉及持股比例變動，預計 2022 年 6 月底前遠傳電信將持有亞太電信股份 23.8%。關於「同一申請人、聯合申請人」申請參與頻譜競標或指配的條件，參考主要國家將聯合申請相關規定訂定於各次拍賣或申請規則的作法，可發現我國現行以持股比例 15%認定聯合申請人之規定已較其他國家嚴格，故研究團隊認為在持股比例上暫不需要調整。但因應業者合作型態多元，可能於現行制度中並未全部納入衡量，且《電信管理法》轉軌後的制度接軌，規範適用宜更明確化，故建議可於下一次釋照前，以現行作法為基礎訂定更明確的規範，研析成果詳見第九章第六節。

在專頻專網機制方面，我國規劃釋出 4.8-4.9GHz 供行動寬頻專用電信使用，建議或可參考韓國的制度優點，簡化申請程序、加速審核流程、提供專家諮詢協助，讓有意願者更順暢導入 5G 專網同時也確保頻譜的和諧使用、公平使用與有效應用。

表 4.10.1　主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展彙整

議題		作法
5G 網路建設	提高基礎設施佈建程	• 於執照條件設置涵蓋與普及率義務 ➢ 歐盟、加拿大、日本、韓國、新加坡、我國 • 提升偏鄉地區網路建設 ➢ 美國農村 5G 基金：透過反向拍賣方式進行補助，為美國農村地區提供 5G 無線寬頻服務，縮小數位落差，基金得標者需提供最少 35/3 Mbps 速度的 5G 行動寬頻網路，並在第六年年底完成部署。 ➢ 加拿大 CRTC 2021-130 電信監管政策：規劃在加拿大包含農村與偏鄉地區的所有區域提供可負擔的合理價格之高品質電信服務。 • 推動光纖網路整備

	度	➢ 英國「未來電信基礎建設評論」：目標在 2033 年前全光纖涵蓋全國領土，並於 2027 年前 5G 涵蓋達大部分的國土範圍。 ➢ 日本「活用高度無線環境整備事業」：補助業者於條件不利地區架設基礎傳輸設備（光纖等）、通訊中心（含內部設備）的部分成本。
	降低建設成本與佈建障礙	• 財務支援與租稅優惠 ➢ 我國：活用標金收入，透過補助計畫推動非偏鄉與偏鄉 5G 網路建設。 ➢ 日本：於 5G 發展初期對全國性電信業者與 Local 5G 執照持有者設備投資給予稅額免除或是特別折舊措施。 ➢ 韓國：於 2018 年實施 5G 投資抵減稅，因應民間 5G 投資狀況滾動式調整抵減對象及比例。 • 法規調適與申請流程簡化 ➢ 減少佈建障礙、簡化審查流程，創造有利 5G 發展之法規環境。 • 開放公有資產作為佈建載體 ➢ 美國：更新相關網際網路設備連結到電線桿的管理規則，以達降低成本並加快 5G 骨幹網路佈署之目的。 ➢ 日本：嘗試運用交通號誌佈署 5G 微型基地臺的機制。 • 推動共用避免重複投資：韓國、中國大陸 • 推動協調合作：英國
	促進網路升級	• 5G 獨立組網（Standalone, SA）為發展 B5G 不可或缺的一環 ➢ 新加坡：IMDA 要求取得 3.5GHz 頻段執照的業者須在兩年內達成室外 5G SA 涵蓋率 50%，並在 2025 年底前實現全國 5G 室外涵蓋率 100%。 ➢ 中國大陸：2020 年《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》，可見工信部支持電信業者以 5G SA 為目標。
5G 網路合作與交易議題	網路共建	• 作為提升偏鄉等條件不利地區基礎設施建設的策略 ➢ 韓國農村 5G 共同使用計劃：三家業者於農村共同建設，並以 MOCN 方式共同使用基地臺。 ➢ 英國中立主機模式：有助於提升偏遠地區、高密集都會、辦公室與工廠的網路涵蓋。 ➢ 日本：透過指導方針闡明網路基礎設施共用的法規適用。 ➢ 歐美：出現鐵塔公司商業模式發展趨勢，如歐洲跨國電信業者 Vodafone 於 2019 年宣布將鐵塔資產分離成立鐵塔公司。
	網路共用	• 歐盟電子通傳監理機構（BEREC）2019 年發布「行動網路基礎設施共用之共同立場」：網路基礎設施共用利於降低成本、提升效率、公共利益，但可能導致投資誘因減少、競爭能力降低、增加默契性聯合行為及違反競爭法的風險；若決策過程複雜化，可能使佈建延遲；也可能為了拆除站點與多餘設備，增加額外佈建成本。

		➢ 研究團隊認為廣義而言，網路漫遊、MVNO 皆屬於網路共用一環。 ➢ 評估網路共用協議時應以高效基礎設施競爭、服務導向競爭、優化連接與高效頻譜使用為目標，並考量市場競爭力與業者市占率，避免共用者間之負面競爭，或致生進入市場障礙、網路擴建障礙，同時也應評估共用相關技術、人口密度、地理範圍與期間範圍。
5G 應用發展及垂直場域相關政策		• 透過 5G 試驗與測試平臺、開放實驗頻段、投入重點領域、培養人才、公私協力、跨國技術合作等方式鼓勵 5G 垂直應用。 ➢ 早於 2019 年英國、德國、日本即規劃開放供專網及垂直應用之頻段。 ➢ 美國透過 CBRS 機制釋出 3.5GHz 頻段供創新應用。 ➢ 韓國 2021 年 1 月 26 日「5G 專網政策方案」首度發布專頻專網資訊，同年 6 月 29 日發布「5G 專網頻率釋出方案」，規劃釋出 4.72-4.82GHz 與 28.9-29.5GHz 作為 5G 專網專用頻段，並於同年 10 月 28 日已開放申請。 ➢ 韓國 5G 於 B2B 領域的發展不如預期，僅公共組織或大財團企業導入 5G，未能於中小企業推廣，且高頻段發展遲滯，故政府希望藉由開放專網頻段，活化高頻段應用。 • 隨著資安網安受到重視，各國積極發展 Open RAN，提倡網通設備供應鏈多元化。

資料來源：本研究彙整。

表 4.10.2　主要國家 5G 專頻專網政策彙整

項目		德國	英國	日本	韓國	我國（規劃中）
政策		Local 5G 園區網路	區域性頻譜 接取執照	Local 5G	5G專網頻率 釋出方案	行動寬頻 專用電信
目的		發展工業4.0、物聯網等領域，發揮5G技術特性，擴大頻譜資源與5G行動通訊的使用範圍，以滿足地方或地區性網路服務需求，進一步因應未來物聯網應用服務等。	為支持創新，促成新的頻譜應用，考量行動技術應用於發展符合地方無線連結需求日益受到關注，為避免因無線電頻譜接取的不足阻礙創新發展，透過區域性的頻譜接取機制，支持行動技術發展。	提供地方企業、自治體等各類主體，可因應其區域或產業需求，在自有建築物或土地內，靈活構築特定地點（Spot）的5G系統	5G專網容許多數業者於土地或建物等限定區域內建設小規模網路，並僅需小規模投資即可提供服務。因此，MSIT制定「5G專網頻率釋出方案」反映與現行行動通信網路對比的5G專網特性，並以活化B2B產業為基本政策方向。	透過 5G 專網帶來具獨特性、高可靠度、高覆蓋率、高客製化與自主營運的網路並提供服務希冀發揮提升民眾醫療、安全、交通之生活福祉，並發展垂直應用整合方案，輸出國外提升產業效益，及達到 5G 專網驗證資安防護之效益。
開放頻段與時間	中頻	3.7-3.8GHz （2019年）	3.8-4.2GHz （2019年）	4.6-4.9GHz （2020年）	4.72-4.82GHz （2021年）	4.8-4.9GHz （2021-2022年）
	高頻	24.25-27.5GHz （2021年）	24.25-26.5GHz （2019年）	28.2-28.3GHz （2019年）； 28.3-29.1GHz （2020年）	28.9-29.5GHz （2021年）	-

資料來源：本研究彙整。

第五章 主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析

隨著 4G 服務普及與 5G 商用啟動，各國電信業者紛紛規劃關閉 2G 或 3G 網路，以降低營運成本，促進資源有效利用。綜觀國際關閉 2G 與 3G 網路的順序，通常因電信業者與地理區域而異，影響因素可能包含服務涵蓋範圍、設備與用戶、語音服務、監管因素、業者間競爭與各國可用的服務差異等。檢視歐洲許多電信業者於關閉 2G 前先關閉 3G 之主要原因，係因 2G 技術 M2M 與 IoT 服務的推出，此外，鑒於 2G 成本低廉且涵蓋範圍廣，歐洲電信業者亦考慮再利用 2G 技術於 NB-IoT（nae, 2019）。

我國方面雖然我國 2G 行動通訊服務已於 106 年 6 月 30 日終止、3G 行動通信業務亦於 107 年 12 月 31 日終止[627]，進入全 4G 服務。但目前國內五家電信業者皆仍有約 4 成用戶未使用純 4G 的 VoLTE 手機，故仍須採用電路交換回退（Circuit Switched Fallback, CSFB）技術進行語音通話[628]。然 2020 年下半年，通傳會與電信業者亦著手探討 3G 網路關閉之可行作法，以確保用戶平順移轉，中華電信方面預計於 2024 年關閉 3G 網路語音通話功能，轉為以封包網路為基礎的 VoLTE（Voice Over LTE）服務，約有 30%無法支援 VoLTE 的手機將受到影響[629]。

而近期通傳會已於 2021 年 1 月 12 日邀集五大電信業者研商 3G 語音網路共用議題，會中三大電信業者，包括中華電信、台灣大哥大與遠傳已有共識推動 3G 網路共用平臺。於此模式下，未來電信業者將能共用 3G 網路，有效利用頻譜資源，而 4G 網路仍維持各電信業者各自網路運作[630]。

因此，本章節先概述 VoIP 技術發展，並初步盤點美國、韓國、德國、丹麥與挪威等主要國家之主要電信業者 2G 或 3G 關臺作法，提供做為我國主管機關與電信業者之參考，複製過去我國 2G、3G 行動寬頻業務中止之成功經驗，使行動通訊用戶服務平順移轉。

第一節 VoIP 技術發展

2017 年 12 月，3GPP 宣布釋出非獨立組網（Non-Standalone, NSA）的 5G NR 規格，並於 2018 年 6 月 14 日確立獨立（Standalone, SA）的 5G NR 標準規範，於此同時，5G 的第一階段標準化工作也宣告完成。

---

627 通傳會（2018）。因應第三代行動通信(3G)業務特許執照將於 107 年 12 月 31 日依法屆期終止，國家通訊傳播委員會於今（3）日第 782 次委員會議審議通過「第三代行動通信業務終止用戶權益保障行動方案」，規劃由業者自主將其 3G 系統移入 4G 業務作為異質網路使用，搭配過渡期間得申請彈性頻率核配措施，並提供用戶等於或優於原 3G 資費情況下，用戶配合更換為 4G 服務契約，即可無縫享受便利的通訊服務，達成平順移轉目標。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&is_history=0&pages=0&sn_f=38511

628 林淑惠（2021）。國內先例 電信三雄 3G 共用網路。工商時報（2021/01/14）。https://www.chinatimes.com/newspapers/20210114000152-260204?chdtv

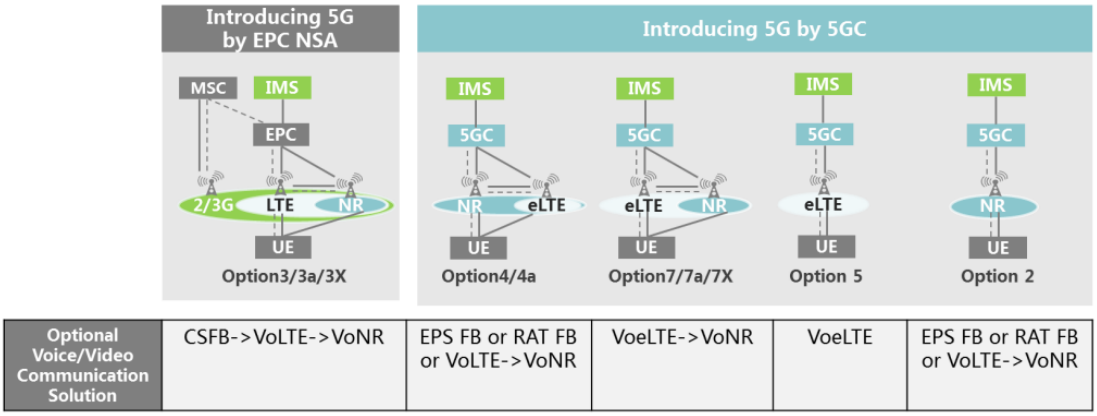
629 經濟日報（2020）。NCC：中華電信 3G 網路 2024 年關閉。https://money.udn.com/money/story/5612/4853868

630 林淑惠（2021）。國內先例 電信三雄 3G 共用網路。工商時報（2021/01/14）。https://www.chinatimes.com/newspapers/20210114000152-260204?chdtv

數據服務推動 5G 技術發展，但對電信業者而言，語音及視訊仍是重要的通信業務。如同 4G 網路，5G 的商業化首先須確認如何提供語音及視訊通信服務。根據 3GPP 規定，5G 的語音/視訊通信架構將沿用 4G 時期，以 IP 多媒體子系統（IP Multimedia Subsystem, IMS）為基礎提供服務。IMS 語音/視訊通信服務共有兩種不同的接取模式，分別為 VoLTE 及 VoNR，LTE 為 4G 系統的無線接取技術，透過 LTE 傳輸語音數據即為 VoLTE；5G 系統的無線接取技術為 NR，承載於 NR 上的語音數據傳輸即為 VoNR。

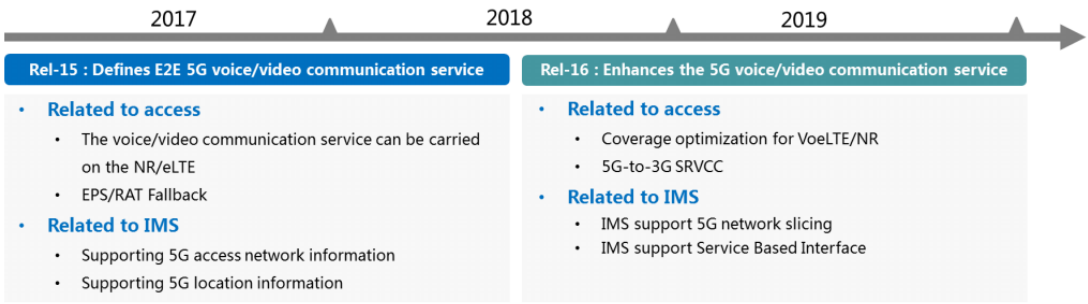
VoLTE 已成為 4G 網路語音及視訊通信的解決方案，隨著 4G 網路覆蓋範圍的擴大及終端系統日益成熟，全球業者皆經歷由電路交換回退（Circuit Switched Fallback, CSFB）演進至 VoLTE 的過程。而在 5G 網路的佈署過程中，除擴展網路涵蓋範圍並穩定終端生態系統外，業者還須考量各種語音/視訊通信的佈署方案。

根據華為(Huawei)於 2018 年 7 月發布的「Vo5G 技術白皮書(Vo5G Technical White Paper)」，Vo5G 包含 VoNR、EPS FB（Evolved Packet System Fallback，演進數據封包系統回退）及 RAT FB（Radio Access Technology Fallback，無線接取技術回退）等 3 種佈署選項（圖 5.1.1），該語音傳輸方案皆須透過 5G 核心網路（5G Core Network, 5GC）實現。2018 年 6 月，3GPP 已於 Release-15 中完成 Vo5G 的基本功能定義，並可滿足 5G 網路商用佈署的要求（圖 5.1.2）。



資料來源：Huawei. (2018). Vo5G Technical White Paper.

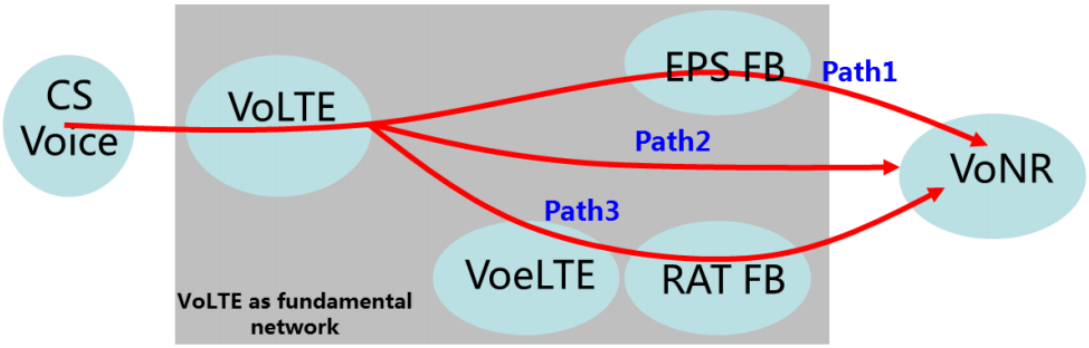
圖 5.1.1　5G 語音傳輸方案



資料來源：Huawei. (2018). Vo5G Technical White Paper.

圖 5.1.2　Vo5G 標準發展

Vo5G（Voice over 5G）係 5G 網路的目標語音/視訊通信解決方案，在 5G 商用化初期，有許多種將語音/視訊通信服務轉換為 VoNR 的路徑。華為營銷情報（Marketing Intelligence, MI）調查全球將佈署 5G 網路的業者，結果顯示目前 5G 語音/視訊通信服務演進至 VoNR 的路徑主要有三條，如圖 5.1.3。



資料來源：Huawei. (2018). Vo5G Technical White Paper.

圖 5.1.3　VoNR 演進圖

一、VoLTE

為因應用戶的語音通話需求，LTE 發展出多種語音通話傳輸技術，其中包含 CSFB（Circuit Switched FallBack，電路交換回退）、OTT （Over The Top）、SVLTE（Simultaneous Voice and LTE，同步語音與 LTE）以及 VoLTE（Voice over LTE，LTE 語音服務）等技術。其中，VoLTE（Voice Over LTE）即是在 LTE 網路中，將語音透過封包交換（Packet Switching, PS）方式傳遞的一項技術。

由於 VoLTE 是利用 IP 多媒體子系統（IP Multimedia Subsystem, IMS）為基礎的多媒體解決方案，可使電信業者在既有的基礎建設下擴大多媒體應用，提供更高品質的多樣服務，因此 3GPP 及 GSMA 等組織皆將 VoLTE 立為行動語音的標準架構。

VoLTE 為用戶帶來的主要優點包括提升通話連接速度、高品質語音通話、節省更多流量與功耗，以及多樣化的整合式服務等。對電信業者而言，能為其開啟營收的新生機並可能可減緩 OTT 語音服務帶來的營收衝擊，並簡化核心網路等優點。另外，採用 VoLTE 亦能提升且更有效率地運用網路容量及頻譜使用效率。

根據 ITU（2018）[631]提出之 VoLTE 互連優點包含（表 5.1.1）：

（一）更快的啟動時間、更優質的語音通話及視訊通話品質。

（二）更有效利用頻譜，將流量從 3G 網路（GSM、CDMA）釋放額外的數據容量到 4G 網路，有助於重新調的頻譜以支持 4G 數據的成長。

（三）在簡化服務交付（Simplifying Service Delivery）的同時提升網路和服務管理品質。

（四）以 IPX（IP eXchange，IP 交換）為基礎的安全性。

（五）支援 GSMA IR.92 / IR.94 文件中的驅動參數和標準，以允許合作夥伴間的相互通訊。

631 ITU. (2018). ETSI TC INT Status of VoLTE Interconnection Test Specification. https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20180604/Documents/S4_1_VoLTE%20Interconnection-1.pdf

（六）網路信令協定（Signaling Protocol）由 SS7 協定（Signaling System Number 7，第七號信令系統）轉變為 Diameter 協定及 SIP 協定（Session Initiation Protocol，會話初始化通訊協定）。
（七）SIP 協定規範化。
（八）能夠處理標準 GSMA IR.34 文件[632]中的變化。
（九）頻寬管理。
（十）收費與會計。
（十一）緊急和優先電話。
（十二）電信業者之間的多媒體互連。
（十三）語音轉碼（Voice Transcoding），包含向可能不支持 AMR 編解碼器的傳統語音網路發送呼叫。

表 5.1.1　VoLTE 優點

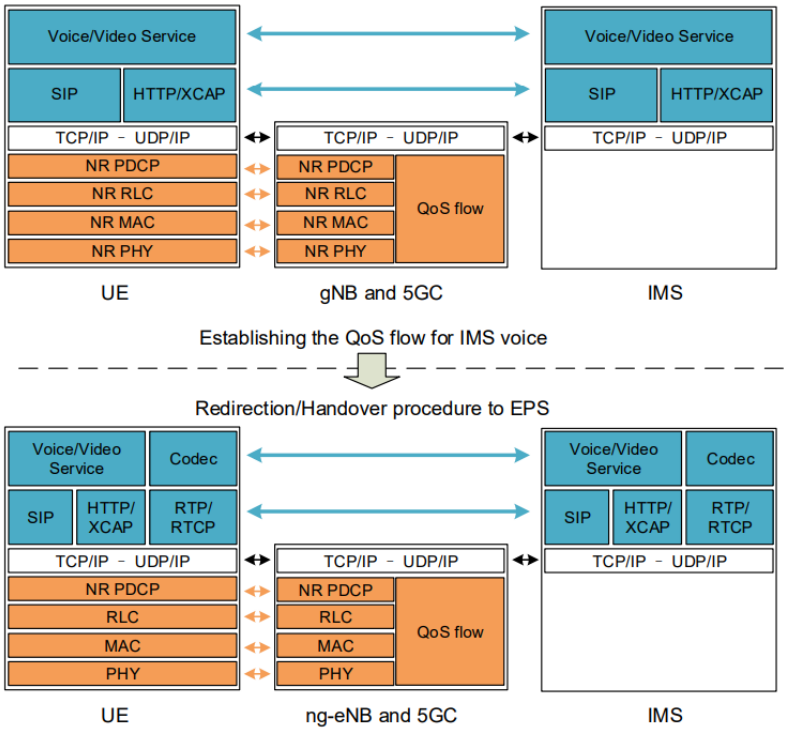
對電信業者而言	對用戶而言
嶄新的服務發展契機	通話時可顯示對方的電話號碼
設備具互連性（VoLTE 將無處不在）	優質的語音通話品質： 3G 技術傳輸速率為 AMR-NB 12.2 kbps；4G 技術傳輸速率為 AMR-WB 23.85 kbps
提高頻譜使用效率：在相同的品質等級下，LTE 與 R 99 CS 語音通話相比，頻譜使用量減少 3 倍	支援高畫質的視訊通話
簡化核心網路：從以交換機網路系統（CS，Circuit Switch）為中心到以 IP 多媒體子系統（IMS，IP Multimedia Subsystem）為中心	大幅縮短啟動時間（Setup Time）： 3G 技術所需啟動時間為 5 秒；LTE 技術所需啟動時間為 0.5-1.5 秒
VoLTE 和 VoWiFi 可共用相同的網路架構	可延長電池壽命

註：AMR-NB（Adaptive Multi-Rate Narrowband，窄頻適應性多重速率）
AMR-WB（Adaptive Multi-Rate Wideband，寬頻適應性多重速率）
資料來源：ITU. (2018). ETSI TC INT Status of VoLTE Interconnection Test Specification. Retrieved from https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20180604/Documents/S4_1_VoLTE%20Interconnection-1.pdf

二、EPS FB

EPS FB（Evolved Packet System Fallback，演進數據封包系統回退）的佈署需要重疊 LTE 及 NR 網路的覆蓋範圍，其優點為 5G 基地臺或用戶裝置僅須支援 IMS 信令通道，無須另外支援 IMS 語音/視訊通道，由於 IMS 語音/視訊通道往往須要持續優化 NR 網路以達到高品質的語音傳輸，降低用戶終端的耗能，故業者得於 5G NR 發展初期選擇 EPS FB 技術，待 NR 網路的覆蓋漸趨成熟後再演進至 VoNR（圖 5.1.4）。

[632] GSMA(2016). Guidelines for IPX Provider networks. Retrieved from https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads//IR.34-v13.0-1.pdf

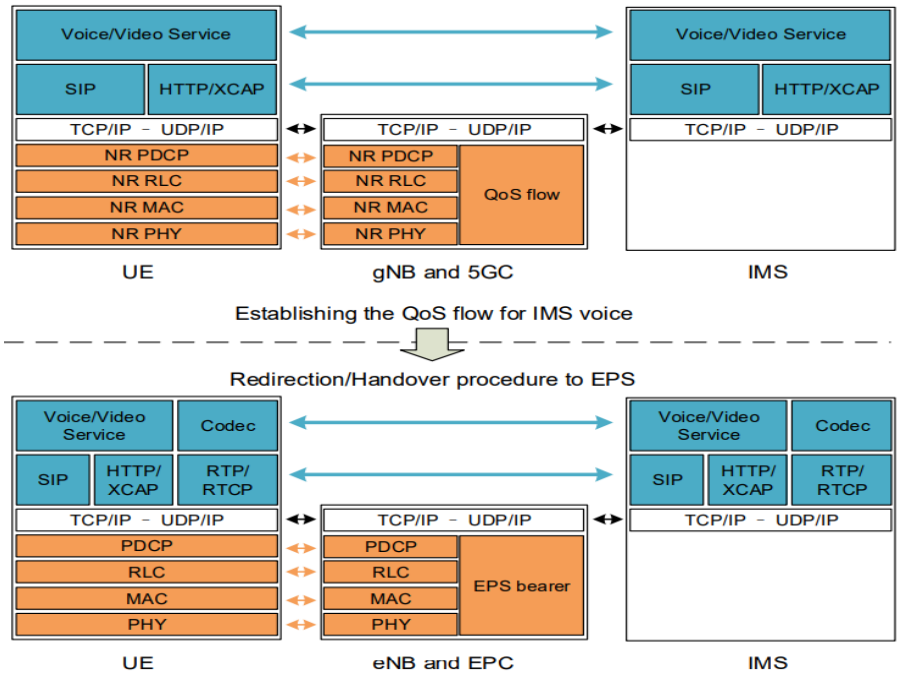


資料來源：Huawei. (2018). Vo5G Technical White Paper.

圖 5.1.4　EPS FB 運作架構

三、RAT FB

RAT FB（Radio Access Technology Fallback，無線接取技術回退）技術與 EPS FB 相似，5G 基地臺亦無須另外支援 IP 多媒體子系統（IMS）語音/視訊通道，其佈署則要求 NR 與 eLTE 網路重疊覆蓋（圖 5.1.5）。

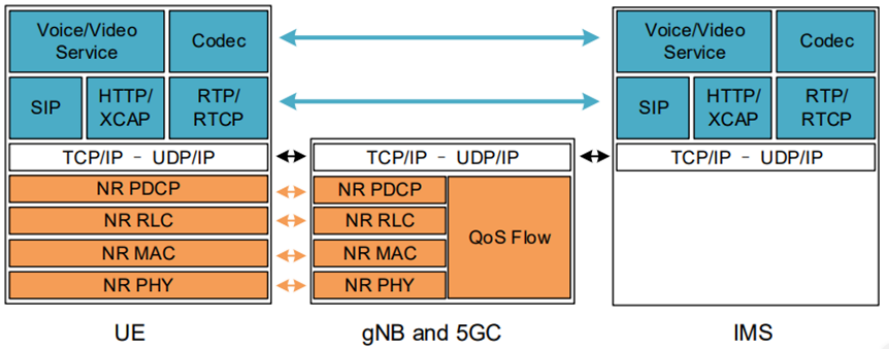


資料來源：Huawei. (2018). Vo5G Technical White Paper.

圖 5.1.5　RAT FB 運作架構

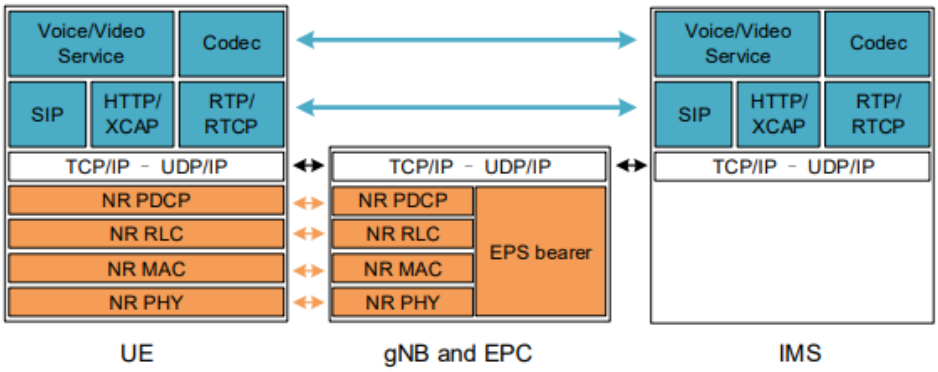
四、VoNR（Vo5G）

VoNR(Voice over 5G, Vo5G)係指語音服務承載於 5G 基地臺(gNodeB, gNB) 上傳輸，根據 5G 網路的不同，存在兩種選擇方案，分別為透過 5G 核心網路(5GC) 與 5G 基地臺（gNB）傳輸（圖 5.1.6）及透過演進數據分組核心網路（EPC）與 5G 基地臺（gNB）傳輸（圖 5.1.7）。在 VoNR 的架構下，終端設備的語音及數據服務皆透過 NR 網路傳輸，若終端裝置移動至 NR 訊號覆蓋較差的區域，則須切換至 4G LTE 系統以 VoLTE 提供服務。



資料來源：Huawei. (2018). Vo5G Technical White Paper.

圖 5.1.6　承載於 5GC 與 gNB 的 VoNR



資料來源：Huawei. (2018). Vo5G Technical White Paper.

圖 5.1.7　承載於 EPC 與 gNB 的 VoNR

五、小結

根據 3GPP 規定，5G 的語音/視訊通信架構以 IP 多媒體子系統(IP Multimedia Subsystem, IMS) 為基礎提供服務，而 IMS 語音/視訊通信服務有 VoLTE 及 VoNR 兩種接取模式。在 4G 網路覆蓋範圍擴大及終端系統日益成熟的背景下，全球業者會經歷由電路交換回退（Circuit Switched Fallback, CSFB）演進至 VoLTE 的過程（CSFB 與 VoLTE 語音服務比較如表 5.1.2）。現行 5G 網路佈署方式以 NSA 為主，故採 4G 核心網路仍可支援電路交換回退（CSFB），預期未來 5G 將逐漸成為網路通訊技術主流，當電信業者皆採用 5G SA 網路，5G 核心網路將不繼續支援電路交換回退（CSFB），原採電路交換回退（CSFB）者勢必需要轉換至 VoLTE 及 VoNR。

表 5.1.2　CSFB 與 VoLTE 語音服務比較

項目	CSFB	VoLTE
經濟考量	小	大
LTE 涵蓋需求	低	高
呼叫建立時間（call setup time）	約 3-7 秒	約 2-4 秒
語音品質	可接受	HD 語音
技術壽命（lifespan）	限於 2G 與 3G	IMS 基礎可供 5G 及往後技術

資料來源：MPIRICAL. (2019). Delivering 5G Voice Services. Retrieved from https://www.mpirical.com/blog/delivering-5g-voice-services (Nov. 17, 2021)

第二節 主要國家關閉 3G 網路作法

一、美國

美國聯邦通信委員會（FCC）針對業者關閉 3G 網路，於官方網站消費者指南提供多國語言的資訊頁面「提前做好應對 3G 行動網路和服務淘汰的計劃」，內容包含關閉目的、影響、各電信業者關閉時程、消費者如何因應等。FCC 並未替消費者支付購置新裝置的費用，但提供「生命線計畫」與「緊急寬頻福利計畫」等既有相關政策資訊，供符合特定條件的消費者參考[633]。

此外，根據華盛頓郵報報導[634]，關閉 3G 網路可能導致未能及時升級設備年長者與低收入者，將無法撥打 911 或使用其他緊急服務。惟除消費者的行動電話終端會受影響，在美國許多仍使用 3G 網路的服務，如醫療警報裝置、追蹤校車的地點感測器（location sensors）、警察用以監控酒醉駕駛連接的呼氣酒測器等。美國警報產業交流委員會（Alarm Industry Communications Committee, AICC）的成員公司仍有 400 至 500 萬個系統尚待更新，當中一家製造年長者與患者用緊急警報設備的成員公司表示，因為新冠疫情嚴峻，導致民眾不願接受技術人員入戶更新相關系統。對此，美國的消費者權益保護團體與警報產業交流委員會敦促 FCC 介入，以延後 3G 網路關閉時程[635]。本研究彙整美國電信業者關閉 3G 網路的時程規劃與因應措施如下：

（一）AT&T

為釋出頻譜資源以供下一代技術與服務使用，AT&T 規劃於 2022 年 2 月開始逐步關閉 3G 網路，屆時將不再提供 3G 網路之語音通話及數據服務，AT&T 將提供原先 3G 用戶優惠方案，協助用戶轉移至 4G 或 5G 設備[636]。

---

633 FCC. (2021). Plan Ahead for Phase Out of 3G Cellular Networks and Service. Retrieved from https://www.fcc.gov/consumers/guides/plan-ahead-phase-out-3g-cellular-networks-and-service (Nov 16, 2021)

634 The Washington Post. (2021). 3G shutdowns could leave most vulnerable without a connection. Retrieved from https://www.washingtonpost.com/technology/2021/11/13/3g-service-ending-fcc/ (Nov 16, 2021)

635 The Washington Post. (2021). 3G shutdowns could leave most vulnerable without a connection. Retrieved from https://www.washingtonpost.com/technology/2021/11/13/3g-service-ending-fcc/ (Nov 16, 2021)

636 AT&T. (2021). Act now - 3G is going away in 2022. Retrived from https://www.att.com/support/article/wireless/KM1324171 (Aug 16, 2021)

（二）Verizon

Verizon 自 2016 年開始便對外聲明將規劃終止 3G 服務，最終決議於 2022 年 12 月 31 日完全關閉 3G（CDMA）網路。Verizon 表示在其所有用戶中，有超過 99%使用 4G LTE 或 5G 終端設備，僅有不到 1%用戶使用 3G 網路，而 Verizon 已規劃 3G 用戶轉移方案，確保用戶順利使用 4G LTE 或 5G 網路[637]。

（三）T-Mobile

為釋出頻譜容量供 LTE 及 5G 使用，T-Mobile 原宣布 2021 年 10 月關閉 3G（UMTS）網路[638]，已延後至 2022 年 7 月 1 日關閉。而在 2020 年 4 月併入 T-Mobile 的 Sprint，原預計於 2022 年 1 月 1 日停用 3G（CDMA）網路，也延後至 2022 年 3 月 31 日，並於 2022 年 6 月 30 日終止 LTE 網路[639]。T-Mobile 提供原先使用 3G（CDMA）設備之 Sprint 用戶免費升級通訊設備、更換為 T-Mobile SIM 卡，以與 T-Mobile 用戶相同或更低的資費轉換合約[640]。

二、韓國

韓國電信業者 KT 於 2012 年 3 月 19 日完全關閉 CDMA2000 服務（即韓國 2G 服務）（Namu，2021）[641]。而 SKT 亦於 2019 年向 MSIT 申請廢止 CDMA2000（即韓國 2G 服務），對此 MSIT 調查 4 次後認為 2G 網路繼續經營將衍生障礙及危險，思及用戶安全，惟因本次廢止將影響約 SKT 剩餘 38.4 萬名用戶，故 MSIT 制定以下兩項保護方案（MSIT，2020）[642]：

（一） 用戶補償：其選擇 3G 以上服務時，得透過補償程序獲得免費終端（自 10 種中選擇）、資費折扣等，以應對終端購置費用或資費負擔增加情形。

（二） 轉換支援：若剩餘用戶期能轉換為 SKT 的 3G 用戶，得不透過代理店面，僅透過撥打電話要求轉換，而 65 歲以上或身心障礙人士得透過洽詢 SKT 員工要求轉換。

此外，MSIT 對 SKT 附條件核准廢止申請（MSIT，2020）[643]：

（一） 誠實告知：SKT 應於核准日起 20 日始得開展終止程序，並於核准後將廢止事實誠實告知用戶。

（二） 階段性終止：SKT 應自網路設備老化嚴重地區階段性終止，各階段皆應設置用戶保護期間。

---

637 Verizon. (2021). 3G CDMA Network Shut off date set for December 31, 2022. Retrived from https://www.verizon.com/about/news/3g-cdma-network-shut-date-set-december-31-2022 (Aug 16, 2021)

638 Androidpolice. (2021). T-Mobile's 3G shutdown is back on schedule for October. Retrived from https://www.androidpolice.com/2021/08/05/t-mobile-3g-shutdown-reportedly-delayed-until-2022/ (Aug 16, 2021)

639 T-Mobile. (2021). T-Mobile Network Evolution. Retrived from https://www.t-mobile.com/support/coverage/t-mobile-network-evolution (Nov 16, 2021)

640 T-Mobile. (2021). T-Mobile Network Evolution. Retrived from https://www.t-mobile.com/support/coverage/t-mobile-network-evolution (Aug 16, 2021)

641 Namu（2021）。CDMA。檢自 https://namu.wiki/w/CDMA (Sep. 14, 2021)

642 MSIT（2020）。SKT 2G 서비스 폐지 승인。檢自 https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156395516 (Sep. 15, 2021)

643 MSIT（2020）。SKT 2G 서비스 폐지 승인。檢自 https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156395516 (Sep. 15, 2021)

（三） 保護措施延續：SKT 於核准後亦應履行事業廢止計畫所載事項（2G 網路終止後 2 年內適用用戶補償方案，及維持 2G 資費等）。

至於 LG U+則經 MSIT 於 2021 年 5 月 25 日附條件核准 CDMA2000（即韓國 2G 服務）廢止申請，其中 LG U+自行制定下列三種方案以保護原 2G 用戶：2G 用戶可在轉換為 LTE 或 5G 時，購買手機最高折價 30 萬韓元及 24 個月資費折價 1 萬韓元；24 個月資費 7 折；免費贈送 1 支手機（自 15 種手機選擇）及月資費折價 1 萬韓元。另用戶得自 10 種 2G 資費制中擇一資費使用 LTE 服務，並由 LG U+提供 2021 年底前號碼變更服務，且用戶得不透過代理店面，僅透過撥打電話要求轉換，而 65 歲以上或身心障礙人士則由 LG U+員工親自拜訪協助轉換。MSIT 則課與以下負擔以附條件核准 2G 服務廢止申請：自核准日起 14 日始得開展終止程序；應透過 2 種以上方式告知用戶服務終止事實；應為階段性終止，各階段皆應設置用戶保護期間（至少於設備拆除 14 日前告知用戶）（Bloter，2021）[644]。

另外，根據 2021 年 7 月 22 日韓國媒體 The Korea Herald 報導[645]，截至 2021 年 5 月底，韓國行動網路用戶總數為 7,100 萬，其中 3G 用戶僅 420 萬，儘管 3G 需求下降，但電信業者營運 3G 網路的成本仍維持不變，促使韓國電信業者 SKT 探討發展 5G 與終止 3G 以提升消費者便利性的必要性， SKT 擬與競爭對手共享 3G 網路的措施並進行評估。

三、德國

（一）Deutsche Telekom

Deutsche Telekom 於 2021 年 6 月 30 日關閉 3G 服務，原先使用於 3G 的頻寬將提供給 4G 和 5G 技術。Deutsche Telekom 的 3G 用戶可免費轉換合約，也無須支付額外費用使用 4G/LTE 或部分 5G 服務。3G 服務結束後，用戶仍然可通過 2G 網路撥打電話[646]。

（二）Vodafone Germany

德國 Vodafone 同樣於 2021 年 6 月 30 日起終止 3G 網路，並為讓原本的 3G 用戶順利轉移至 LTE，免費更換不支持 LTE 的 SIM 卡。2G 用戶仍可撥打電話和發送簡訊[647]。

（三）Telefónica Deutschland / O2

德國 O2 於 2021 年 6 月 7 日宣布自同年 7 月 1 日起，大規模關閉 3G 網路，並期待能於 2021 年底前，將現由 3G 發射機使用之 2.1GHz 頻段的 5MHz 頻寬，

644 BLOTER（2021）。LGU+, 2G 서비스 6 월말 종료…대한민국 2G '굿바이'。檢自 https://www.bloter.net/newsView/blt202105250006 (Sep. 15, 2021)

645 The Korea Herald. (2021). SK Telecom eyes sharing 3G network with rival carrier. Retrived from http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20210722000656 (Nov. 17, 2021)

646 Deutsche Telekom. (2020). Bye bye 3G - now LTE is coming for everyone. Retrived from https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/bye-bye-3g-now-lte-is-coming-for-everyone-608220 (Aug 16, 2021)

647 Vodafone Germany. (2020). Bye Bye 3g Vodafone Setzt Kuenftig Noch Mehr Auf Lte Und 5G. Retrived from https://www.vodafone.de/newsroom/netz/bye-bye-3g-vodafone-setzt-kuenftig-noch-mehr-auf-lte-und-5g/ (Aug 16, 2021)

改為提供 4G VoLTE 網路使用，使 O2 用戶與 Telefónica Deutschland 自有品牌用戶獲得更好的網路體驗[648]。德國 O2 計劃於 2021 年 9 月底前將 9,500 個 3G 站點置換至 4G 服務，12 月初置換完畢剩餘的 4,500 個 3G 站點。

而自 2021 年 4 月 7 日起，德國 O2 也提供優惠予原 3G 用戶轉換手機資費或設備，以及免費汰換 3G SIM 卡。

四、丹麥

（一）Telenor Denmark、Telia Denmark

Telenor DK 和 Telia 於 2012 年簽訂網路共享協議，並合資成立 TT-Netværket，Telenor DK 與 Telia 在 2020 年 3 月各自發出聲明，宣布兩家電信業者以及 TT-Netværket 於 2021 年 4 月起逐步淘汰 3G 服務，以增加 4G、5G 網路的頻寬，提供用戶更快的數據速率、更好的通話品質[649、650]。

（二）Hi3G Access

Hi3G Access 於 2020 年 1 月發布資訊，計劃逐步關閉主要城市的 3G 服務，並把 2100MHz 頻段中用於 3G 的 10MHz 頻寬釋放至 4G，然而確切關閉日期並未說明[651、652]。

（三）TDC

TDC 於 2020 年 12 月公布官方聲明，計劃於 2022 年底前逐步終止 3G 服務，而其仍會繼續提供 2G 語音和數據服務[653]。

五、挪威

（一）Telenor Norway

挪威 Telenor 於 2019 年開始逐步關閉 3G 網路，並於 2020 年完成，所釋出之頻寬轉置於 4G 網路使用。實際作法上，挪威 Telenor 先於 2019 年階段性關閉小區域及鄉村 3G 網路，隨後於 2020 年關閉城市及大城鎮 3G 網路，而 3G 網路關閉後，3G 手機將自動連接 2G 網路，通話連接時間提升，通話品質也較差[654]。

---

[648] Telefónica. (2021). Mach's gut 3G – hallo verbessertes O2 4G-Netz: Telefónica Deutschland / O2 startet bundesweite Abschaltung des 3G-Netzes. Retrived from https://www.telefonica.de/news/corporate/2021/06/o2-startet-bundesweite-abschaltung-des-3g-netzes-machs-gut-3g-hallo-verbessertes-o2-4g-netz-telefonica-deutschland.html?cat=startseite (Aug 16, 2021)

[649] Telenor. (2020). Telenor og Telia gør klar til 5G. Retrived from https://press.telenor.dk/pressreleases/telenor-og-telia-goer-klar-til-5g-2982123 (Aug 16, 2021)

[650] Telia. (2020). OPGRADERING AF NETVÆRKET FRA 2021. Retrived from https://www.telia.dk/netvark/opgradering/ (Aug 16, 2021)

[651] Rethinkresearch. (2020). Danish telcos ring the starting bell for 3G shutdown. Retrived from https://rethinkresearch.biz/articles/danish-telcos-ring-the-starting-bell-for-3g-shutdown/ (Aug 16, 2021)

[652] Telecomtv. (2020). Telia, Telenor to close Denmark 3G network to build 5G soon...ish. Retrived from https://www.telecomtv.com/content/5g/telia-telenor-to-close-denmark-3g-network-to-build-5g-soon-ish-38058/ (Aug 16, 2021)

[653] TDC Group. (2020). TDC NET fremtidssikrer Danmarks bedste mobilnet yderligere – øger pladsen til hurtigere 4G og 5G-netværk ved udfasning af 3G. Retrived from https://tdcgroup.com/da/news-and-press/nyheder-og-pressemeddelelser/2020/12/tdc-net-fremtidssikrer-danmarks-bedste-mobilnet-yd-13605970 (Aug 16, 2021)

[654] The Fast Mode. (2019). Telenor Norway to Start Shutting Down 3G Network in 2019; to Maintain 2G for Now. Retrieved from https://www.thefastmode.com/investments-and-expansions/13923-telenor-norway-to-start-shuting-down-3g-network-in-2019-to-maintain-2g-for-now (Aug 16, 2021)

（二）Telia Norway

挪威 Telia 已於 2019 年 11 月釋放 900 MHz 頻段上用於 3G 網路的頻寬，並將其轉移至 4G 使用，計劃 2021 年開始逐步終止 2100 MHz 頻段所支援的 3G 服務。其 3G 用戶會在所屬地區關閉 3G 網路前收到通知，未轉換為 4G 或 5G 的用戶，其行動通訊設備將會降為 2G，雖然仍可使用 2G 網路撥打電話以及發送簡訊，但通話連接時間會增加且通話品質降低[655]。

六、小結

根據 2021 年 11 月的愛立信行動趨勢報告[656]，全球網路技術隨 4G 與 5G 佈署，將停用 2G 及 3G，將頻譜資源釋出供新技術使用，此汰舊換新可略分為「三波階段」（參見表 5.2.1），北美及東北亞較早關閉 2G，並自 2020 年代中期開始進行 3G 停用，西歐國家由於較仰賴 2G，約自 2020 年代中期先關閉 3G，接近 2030 年才會逐步停用 2G。

表 5.2.1 全球網路技術汰舊換新三波階段

階段	地區	概述
第一波 （2016 年至 2025 年）	北美、紐澳、東北亞	部分地區已關閉 2G，並於 2020 年代中期開始淘汰 3G。
第二波 （2020 年至 2030 年）	歐洲、東南亞、其他北美地區	2020 年代中期歐洲開始淘汰 3G，由於西歐較依賴 2G 網路，預期尚待接近 2030 年才會逐步停用 2G。而東南亞、其他北美地區也將會停用舊技術。
第三波 （2027 年末至 2030 年）	東歐、非洲、中東、其他東南亞地區	4G 與 5G 普及率尚低，故仍須要使用 3G，因此預期待接近 2030 年才會逐步停用 2G 與 3G。

備註：Ericsson（2021）以現有資料彙整之整體說明，不盡然全部國家的電信業者皆遵循此時程。
資料來源：Ericsson（2021）。愛立信行動趨勢報告 2021 年 11 月。檢自 https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/mobility-report/reports/ericsson-mobility-report-nov2021 (Dec. 10, 2021)

綜觀主要國家關閉 3G 網路作法（參見表 5.2.2），除韓國關閉 CDMA2000 服務（即韓國 2G 服務）經驗，主管機關有要求業者達成保護消費者權益相關措施，以作為准許申請廢止的條件之外，大多國家主管機關較未採主動作為，而以業者主動採取之相關措施為主。韓國主管機關要求業者須「誠實告知」受影響用戶、採「階段性終止」進行、將「保護措施延續」；近期 MSIT 於 2021 年 5 月 25 日附條件核准 LG U+廢止申請 CDMA2000（即韓國 2G 服務），要求 LG U+「透過 2 種以上方式告知用戶」、採「階段性終止，各階段皆應設置用戶保護期間（至少於設備拆除 14 日前告知）」。研析對象國家中，美國主要電信業者將會關閉 2G、3G，而韓國三大電信業者皆已關閉 2G 網路，SKT 擬與競爭對手共享 3G 網路的措施並進行評估[657]。而西歐國家較仰賴 2G 網路，因此在德國、丹麥與挪威

[655] Telia. (2019). UTFASING AV 3G-NETTET – HVA BETYR DET FOR DEG?. Retrived from https://www.telia.no/nett/3g/ (Aug 16, 2021)
[656] Ericsson（2021）。愛立信行動趨勢報告 2021 年 11 月。檢自 https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/mobility-report/reports/ericsson-mobility-report-nov2021 (Dec. 10, 2021)
[657] The Korea Herald. (2021). SK Telecom eyes sharing 3G network with rival carrier. Retrived from

等歐洲國家，儘管業者關閉 3G 網路，原 3G 用戶仍可使用 2G 通訊服務，惟通訊品質會下降。

表 5.2.2 主要國家關閉 3G 網路作法彙整

國家	業者	關臺時程	採取措施
美國	AT&T	2022 年 2 月起逐步關閉 3G	提供原先 3G 用戶優惠方案，協助用戶轉移至 4G 或 5G 設備
	Verizon	2016 年始聲明將規劃終止 3G 服務，最終決議 2022 年 12 月 31 日完全關閉 3G（CDMA）網路	Verizon 的用戶中僅不到 1%用戶仍使用 3G 網路，Verizon 規劃 3G 用戶轉移方案，確保用戶平順轉至 4G 或 5G
	T-Mobile	2022 年 7 月 1 日關閉 3G（UMTS）網路；併入 T-Mobile 的 Sprint 則預計 2022 年 3 月 31 日停用 3G（CDMA）網路	T-Mobile 提供原先使用 3G 設備之 Sprint 用戶免費升級通訊設備、更換為 T-Mobile SIM 卡，以與 T-Mobile 用戶相同或更低資費轉換合約
韓國	KT	2012 年 3 月 19 日完全關閉 CDMA2000 服務（即韓國 2G 服務）	-
	SK Telecom	2019 年向 MSIT 申請廢止 CDMA2000（即韓國 2G 服務）	MSIT 調查 4 次後認為 2G 網路繼續經營將衍生障礙及危險，思及用戶安全，惟因本次廢止將影響約 SKT 剩餘 38.4 萬名用戶，故 MSIT 制定「用戶補償」與「轉換支援」兩項保護方案。而 SKT 的廢止申請，MSIT 係以「誠實告知」、「階段性終止」、「保護措施延續」條件核准
	LG U+	經 MSIT 於 2021 年 5 月 25 日附條件核准 CDMA2000（即韓國 2G 服務）廢止申請	LG U+自行制定三種方案以保護原 2G 用戶；MSIT 另課與以下負擔「透過 2 種以上方式告知用戶」、「階段性終止，各階段皆應設置用戶保護期間（至少於設備拆除 14 日前告知）」有條件核准 2G 服務廢止申請
德國	Deutsche Telekom	2021 年 6 月 30 日關閉 3G	3G 用戶可免費轉換合約，無須支付額外費用使用 4G/LTE 或部分 5G 服務。3G 服務結束後，用戶仍然可通過 2G 網路撥打電話
	Vodafone Germany	2021 年 6 月 30 日關閉 3G	為讓原本的 3G 用戶順利轉移至 LTE，Vodafone Germany 提

http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20210722000656 (Nov. 17, 2021)

			供免費更換不支援 LTE 的 SIM 卡。2G 用戶仍可撥打電話和發送簡訊
	O2	2021 年 6 月 7 日宣布 2021 年 7 月 1 日起大規模關閉 3G	原 3G 用戶可享優惠轉換手機資費或設備，並可免費汰換 3G SIM 卡
丹麥	Telenor Denmark、Telia Denmark	Telenor DK 與 Telia 在 2020 年 3 月各自發出聲明，宣布兩家電信業者以及 TT-Netværket（Telenor DK 與 Telia 的合資公司）於 2021 年 4 月起逐步淘汰 3G 服務	
	Hi3G Access	2020 年 1 月發布資訊，計劃逐步關閉主要城市的 3G 服務，未說明確切關閉日期	
	TDC	2022 年底前逐步終止 3G	TDC 將繼續提供 2G 語音和數據服務
挪威	Telenor Norway	2019 年開始逐步關閉 3G 網路，並於 2020 年完成	Telenor Norway 先於 2019 年階段性關閉小區域及鄉村 3G 網路，2020 年再關閉城市及大城鎮 3G 網路，而 3G 網路關閉後，3G 手機將自動連接 2G 網路
	Telia Norway	2021 年開始逐步終止 2100 MHz 頻段所支援的 3G	3G 用戶會在所屬地區關閉 3G 網路前收到通知，若用戶未轉換為 4G 或 5G，則將會降為 2G

資料來源：本研究彙整。

我國 3G 行動通信業務已於 2018 年 12 月 31 日終止[658]，考量用戶尚未全面採用具備 VoLTE 功能終端，語音通話仍採電路交換回退（Circuit Switched Fallback, CSFB）技術。至 2020 年第二季，我國 LTE 用戶中持有支援 VoLTE 手機比率約占 50.61%，LTE 用戶中實際開通 VoLTE 的用戶數約占 3.13%，兩者皆逐年呈現成長趨勢[659]。除 VoLTE 終端裝置與服務啟用尚未全面普及外，各電信業者現階段提供的 VoLTE 服務皆僅限於網內[660]。儘管電信業者可能基於設備與解決方案

[658] 通傳會（2018）。因應第三代行動通信(3G)業務特許執照將於 107 年 12 月 31 日依法屆期終止，國家通訊傳播委員會於今（3）日第 782 次委員會議審議通過「第三代行動通信業務終止用戶權益保障行動方案」，規劃由業者自主將其 3G 系統移入 4G 業務作為異質網路使用，搭配過渡期間得申請彈性頻率核配措施，並提供用戶等於或優於原 3G 資費情況下，用戶配合更換為 4G 服務契約，即可無縫享受便利的通訊服務，達成平順移轉目標。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&is_history=0&pages=0&sn_f=38511

[659] 黃建軒（2020）。VoLTE 語音網路互連研析。檢自 https://nccnews.com.tw/202012/ch3.html (Nov. 18, 2021)

[660] 參考我國五家電信業者官方網站 VoLTE 服務之介紹頁面，中華電信：https://www.cht.com.tw/home/consumer/mobservice/value-added/744；遠傳電信：https://promotion.fetnet.net/Pmt/volte/；台灣大哥大：https://www.taiwanmobile.com/cs/public/faqAction.do?method=queryFaq&svcType=f014&productType=4004；台灣之星：https://www.tstartel.com/CWS/vas_VolteInfo.php；亞太電信：https://www.aptg.com.tw/volte/about/（閱覽日期：2021/11/18）

差異、互連技術複雜與成本、計費模式等因素考量，較未積極推行 VoLTE[661]，但長期而言技術升級汰舊換新，若將來全面 IP 多媒體子系統（IP Multimedia Subsystem, IMS）為基礎提供語音服務，電信業者之間勢必需要進行 VoLTE 互連。

隨技術演進，對業者而言同時維運 3G、4G 與 5G 網路會增加營運成本，且當 VoLTE 終端滲透率提高，業者也會有其商業評估。從韓國經驗，可觀察到電信業者 SKT 考量 3G 需求下降但營運 3G 網路成本不變，而著手探討未來的 5G 發展與 3G 終止，並考慮與競爭對手共享 3G 網路。我國通傳會於 2021 年 6 月通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正，增列 2100MHz 頻段（1920-1980/2110-2170MHz）得申請提供使用或共用，並限用於 CSFB，讓電信業者可以透過使用其他業者的 3G 網路電路交換式語音服務，在降低營運成本的同時，確保用戶權益，提升頻譜使用效率[662]。中華電信與亞太電信於 2021 年 11 月 5 日宣布的合作協議[663]中，也包含由中華電信提供亞太電信的用戶 CSFB 語音平臺服務，業者間形成 CSFB 語音平臺合作的趨勢。

關閉電路交換回退（Circuit Switched Fallback, CSFB）除須考慮我國用戶 VoLTE 終端滲透率，亦須考量全球 VoLTE 發展概況（參見圖 5.2.1），以因應入境旅客與漫遊服務需求，且機場換機服務處也須配合提供 VoLTE 手機。根據全球行動通訊供應商協會（Global mobile Supplier Association, GSA）於 2021 年 10 月發布的全球市場概況[664]，全球 LTE 已超過 60 億用戶數，連結近 64%行動用戶，截至 2021 年 9 月底，全球共 283 家電信業者在 129 個國家或領土投資 VoLTE，其中 228 家電信業者已於 108 個國家或領土啟用商用 VoLTE。而根據 GSA 與 GSMA 2021 年 10 月的統計資料，現已有超過 3,200 種 4G 裝置可支援 VoLTE，如行動電話、室內用戶終端設備、固定無線電話、平板電腦與智慧型手錶等[665]。

此外，Ericsson（2021）認為全球具可互相操作性的高品質 4G 與 5G 語音與通訊服務，將帶給消費者與企業新的益處。IMS 作為網路解決方案，可在 4G、5G、Wi-Fi 啟用語音、視訊通話（video calling）、簡訊服務（Short Message Service, SMS）與新的通訊應用案例。Ericsson（2021）預測 2021 年底 IMS 語音用戶數將超過 38 億，並於 2027 年底達 69 億，於整體 LTE 與 5G 用戶數中約占 90%。而當 2G 與 3G 退場時，將加速 VoLTE 的採用與漫遊協議進行[666]。

---

[661] 邱雯琪（2020）。全球 VoLTE 發展與應用概況。檢自 https://epaper.ttc.org.tw/info.aspx?aQBkAA2=OQA3AA2&bgBvAA2=NgA3AA2 (Dec. 10, 2021)

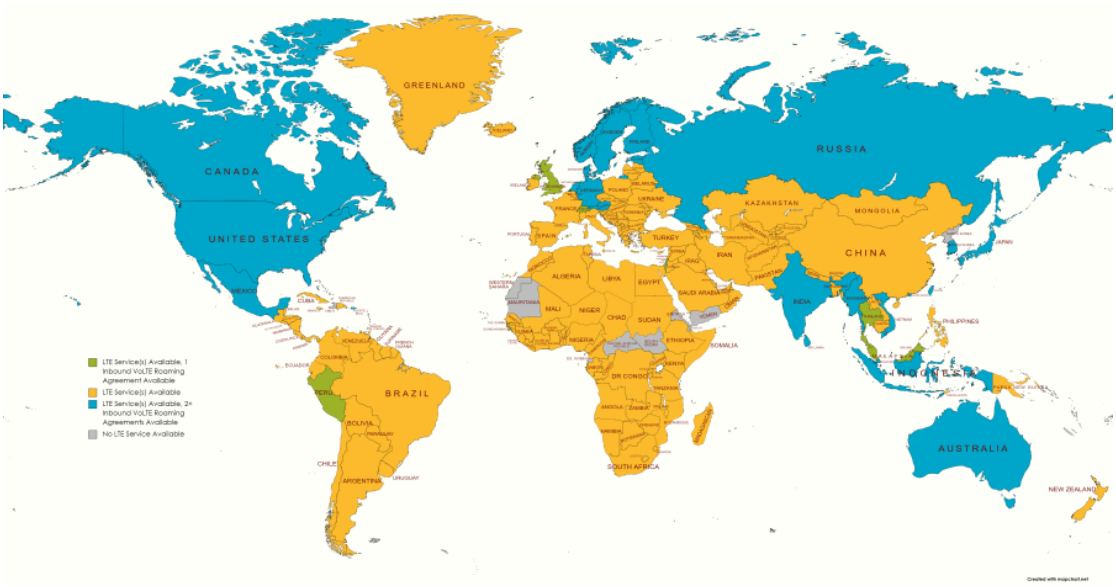
[662] 通傳會（2021）。NCC 通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正，持續精進頻率使用管理。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=46104 (Nov. 18, 2021)

[663] 亞太電信（2021）。亞太電信與中華電信簽訂 900MHz 頻段頻率轉讓合作協議。檢自 https://www.aptg.com.tw/corporate/news-center/press-releases/PressRelease-000922/ (Nov. 18, 2021)

[664] GSA. (2021). Evolution from LTE to 5G: Global Market Status – October 2021. Retrived from https://gsacom.com/paper/evolution-from-lte-to-5g-global-market-status-october-2021/ (Dec. 10, 2021)

[665] Ericsson. (2021). Voice and communications services trends and outlook. Retrived from https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/voice-services-outlook (Dec. 10, 2021)

[666] Ericsson. (2021). Voice and communications services trends and outlook. Retrived from https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/voice-services-outlook (Dec. 10, 2021)



備註：綠底為 LTE 服務可用，且有 1 個入境 VoLTE 漫遊協議；黃底為 LTE 服務可用；籃底為 LTE 服務可用，有 2 個或以上入境 VoLTE 漫遊協議；灰底為無 LTE 服務。

資料來源：GSMA. (2021). 2G/3G Sunset & VoLTE Roaming. Retrived from https://www.gsma.com/aboutus/workinggroups/key-areas/volte-roaming (Nov. 18, 2021)

圖 5.2.1　全球 VoLTE 概況

故 CSFB 關閉與否，須考量技術、終端設備與現行服務提供狀況等，並搭配相應措施。過去研究報告指出[667]，韓國電信業者早於 2015 年 7 月即完成 VoLTE 互連，也為因應國際漫遊與偏鄉網路涵蓋需求，尚未關閉 3G 網路，我國電信業者 VoLTE 互連將可能發生於 2023 年後。在技術中立與商業考量下，電信業者對 3G 網路關閉有各自時程規劃，電信業者對 3G 網路關閉有各自時程規劃，我國電信業者可能於 2023 年才會有 VoLTE 互連。因應國際趨勢、市場變化與技術演進，建議主管機關原則上可尊重商業機制運作，亦可參考關閉 2G 時的作法，提出相關注意事項供業界依循，確保技術平順轉移。

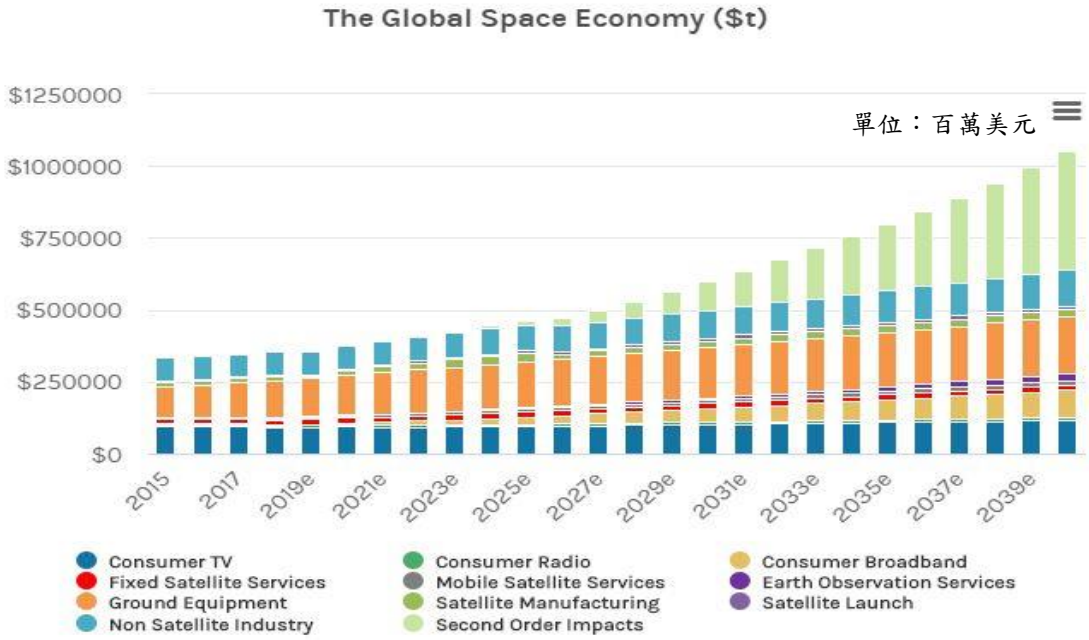
667 台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司（2019）。「行動通信網路接續費成本模型及 VoLTE 互連」委託研究案期末報告（公開版）。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/20031/5138_42867_200316_1.pdf (Dec. 7, 2021)

第六章 低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析

第一節 國際低軌衛星通訊服務發展趨勢

近年隨著國際衛星業者投入大量資金與成本降低，為太空產業帶來新的契機。首先，低軌（Low Earth Orbit, LEO）衛星技術逐漸成熟且成本降低，根據 Morgan Stanley 的調查顯示[668]，鑒於衛星的大規模生產及技術相對成熟，促進可重覆使用的火箭發射成本與衛星製造成本大幅下降。其次，國際大型衛星業者如 SpaceX、OneWeb、Amazon 與 Telesat 等相繼投入大量資源進入低軌衛星市場，促使低軌衛星蓬勃發展。

Morgan Stanley 預估[669]全球太空產業市場規模將由 3,500 億美元（約新臺幣 10 兆 3,523 億元）[670]穩步成長，至 2040 年規模可達 1 兆美元（約新臺幣 28 兆 700 億元）（參酌圖 6.1.1）。並認為衛星寬頻網路接取市場在短中期內最具機會，該市場規模至 2040 年將占全球太空經濟預期成長率的 50%，甚至達 70%。



資料來源：Morgan Stanley. (2020). Space: Investing in the Final Frontier. Retrieved from https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space (Aug. 10, 2021)

圖 6.1.1 全球的太空產業市場規模

第二節 國際主要低軌衛星通訊服務業者發展進程

衛星通訊作為現行地面通訊的補充系統，落地服務對其發展至關重要，國際主要衛星業者如 SpaceX、OneWeb、Amazon、Telesat 等快速崛起，翻轉現有電

668 Morgan Stanley. (2020). Space: Investing in the Final Frontier. Retrieved from https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space (Jul. 10, 2021)
669 Morgan Stanley. (2020). Space: Investing in the Final Frontier. Retrieved from https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space (Jul. 10, 2021)
670 匯率依臺灣銀行 2021 年 5 月 26 日現金賣出價計算，NTD/USD 為 28.07。

信服務之提供模式。本小節將分析國際主要衛星系統（如 SpaceX 的 Starlink 衛星系統、Amazon 的 Kuiper 衛星系統、OneWeb LEO 衛星系統、Telesat 的 Lightspeed 衛星系統等）之佈署進度、商業模式（如服務項目、資費方案等），以及國際衛星業者落地現況，以掌握國際衛星業者發展現況與趨勢，供未來衛星業者進入我國可能提供的服務型態及因應作法之參考。

一、衛星系統佈署情形

（一）SpaceX 的 Starlink 衛星系統

近年國際低軌衛星迅速發展，佈建涵蓋全球之衛星系統，提供衛星寬頻網路服務，衛星通訊服務業者中以 SpaceX 佈署最為積極。SpaceX 由 Elon Musk 於 2002 年成立，以研發火箭、太空船、衛星以及提供發射服務為主要業務。獵鷹 9 號（Falcon 9）與重型獵鷹（Falcon Heavy）為 SpaceX 研發的火箭，其創新之處在於，實現火箭回收與重覆使用，大幅降低發射成本。此外，由於 SpaceX 為火箭發射及衛星製造之垂直整合公司，藉由替客戶發射火箭收入扶植衛星製造，同時發射均使用自家的獵鷹 9 號可重複使用火箭，讓 SpaceX 營運成本控管遠低於其他競爭者。Starlink 計畫一顆低軌衛星的製造成本約 100 萬美元（約新臺幣 2,807 萬元），每顆衛星重約 260 公斤，使用壽命約 5 至 6 年[671]。

SpaceX 於 2016 年 11 月 15 日，向美國美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission, FCC）申請非地球同步軌道衛星（Non-Geostationary Satellite Orbits, NGSO）之軌道佈署與營運授權申請，規劃使用 Ku/Ka 頻段運行衛星固定業務（Fixed Satellite Service, FSS）。FCC 於 2018 年 3 月 29 日核准 SpaceX 發射使用 Ku/Ka 頻段 4,425 顆衛星，且必須在 2024 年 3 月 29 日前至少佈署半數衛星，在 2027 年 3 月 29 日前佈署完成[672]。原規劃第一階段佈署 1,600 顆衛星，第二階段佈署 2,825 顆衛星，共 4,425 顆衛星[673]。SpaceX 另向 FCC 申請變更減少 NGSO 衛星數量，並獲准將第一階段衛星減為 1,584 顆，第二階段維持不變，故衛星總數減為 4,409 顆。並將第一階段的衛星從原先獲准在 1,150 公里的軌道高度上運行，降至較低的 550 公里[674]。

另一個衛星系統規模衛星數達 7,518 顆，分布在 335.9 公里至 345.6 公里的極低軌道（Very Low Earth Orbit, VLEO），採用 V 頻段（詳見表 6.2.1）。FCC 於 2018 年 11 月 15 日核准其申請[675]。

---

671 科技新報(2020)。「星鏈計畫穩了？60 顆 Starlink 衛星再升空，馬斯克放話 6 個月內公測衛星網路」。檢自 https://technews.tw/2020/04/27/spacex-to-offer-starlink-public-beta-in-six-months-musk-says/ (Jul. 20, 2021)

672 Space Exploration Holdings, LLC. (2018). Application for Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX NGSO Satellite System. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-authorizes-spacex-provide-broadband-satellite-services (Jul. 20, 2021)

673 Space Exploration Holdings, LLC. (2016). Application for Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX NGSO Satellite System. Retrieved from https://fcc.report/IBFS/SAT-LOA-20161115-00118 (Jul. 20, 2021)

674 Space Exploration Holdings, LLC. (2019). Request for Modification of the Authorization for the SpaceX NGSO Satellite System. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/international-bureau-grants-spacexs-modification (Jul. 20, 2021)

675 FCC. (2018). Application for Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX V-band NGSO Satellite System. Retrived from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-161A1.pdf (Jul. 20, 2021)

截至 2021 年 12 月 2 日止，SpaceX 發射 Starlink 衛星數量累積已達 1,890 顆。另根據 SpaceX 於 2021 年 11 月提交 FCC 的申請文件，Starlink 為 20 個國家/地區約 140,000 名用戶提供試營運服務，全球訂單已超過 750,000 份[676]。

表 6.2.1　SpaceX 的 Startlink 衛星系統

項目	說明	
軌道類型	低軌道（Low Earth Orbit）	極低軌道（Very Low Earth Orbit）
使用頻段	Ku/Ka	V
衛星數量	第一階段：1,584 顆（變更） 第二階段：2,825 顆	7,518 顆
軌道高度	第一階段：550 公里 第二階段：1,110-1,325 公里	335.9 - 345.6 公里
發射衛星數量	截至 2021 年 12 月 2 日止，累計佈署 1,890 顆[677]。	-
預計商轉時間	2020 年 10 月公開測試，預計 2021 年下半年正式商轉	-

資料來源：本研究整理。

（二）Amazon 的 Kuiper 衛星系統

Amazon 的 Kupier 衛星系統於 2019 年 7 月 4 日向 FCC 提出申請授權使用 Ka 頻段運行之非地球同步軌道衛星系統（Non-Geostationary Satellite Orbits, NGSO），提供高速率、低延遲的寬頻服務。FCC 於 2020 年 7 月 30 日有條件批准授予 Kuiper 使用 Ka 頻段運行 3,236 顆衛星，提供 FSS 和衛星行動業務（Mobile Satellite Service, MSS）[678]，其服務涵蓋範圍包括美國領土、夏威夷和世界其他地區[679]。

Amazon 規劃採取 5 個階段發射衛星，首批 578 個衛星進入低軌道後，便可開始啟動服務。Kuiper 衛星系統共為 3 層，在 590 公里的軌道上為 784 顆，在 610 公里的軌道上為 1,156 顆，在 610 公里的軌道上為 1,296 顆[680]（詳見表 6.2.2）。FCC 要求 Amazon 必須在 2026 年 7 月 30 日前發射至少半數以上的衛星，在 2029 年 7 月 30 日之前發射所有的衛星數量[681]。

---

[676] SapceX. (2021). Re: IBFS File Nos. SAT-LOA-20200526-00055 and SAT-AMD-20210818-00105. Retrieved from https://licensing.fcc.gov/myibfs/download.do?attachment_key=13397140 (Dec. 9, 2021)
[677] SpaceNews. (2021). SpaceX breaks annual launch record as it deploys 48 more Starlink satellites. Retrieved from https://spacenews.com/spacex-breaks-annual-launch-record-as-it-deploys-48-more-starlink-satellites/ (Dec. 9, 2021)
[678] FCC.report. (2019). *SAT-LOA-20190704-00057. Attachment Legal Narrative.* Retrieved from https://fcc.report/IBFS/SAT-LOA-20190704-00057/1773656 (Jul. 20, 2021)
[679] FCC. (2020). FCC Authorizes Kuiper Satellite Constellation. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-authorizes-kuiper-satellite-constellation (Jul. 20, 2021)
[680] FCC. (2019). IBFS SAT-LOA-20190704-00057. Attachment Legal Narrative. Retrieved from https://fcc.report/IBFS/SAT-LOA-20190704-00057 (Jul. 20, 2021)
[681] FCC. (2020). Application for Authority to Deploy and Operate a Ka-band Non-Geostationary Satellite Orbit System. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-authorizes-kuiper-satellite-constellation (Jul. 20, 2021)

表 6.2.2　Amazon 的 Kuiper 衛星系統

項目	說明
軌道類型	低軌道（Low Earth Orbit）
使用頻段	Ka
衛星數量	3,236 顆
軌道高度	630 公里 / 1,156 顆 610 公里 / 1,296 顆 590 公里 / 784 顆
發射衛星數量	籌備中，發射期程延至 2022 年第 4 季
預計商轉時間	-

資料來源：本研究整理。

（三）OneWeb 的 LEO 衛星系統

英國衛星公司（OneWeb）作為目前全球低軌衛星業者之一，於 2012 年設立總部於英國倫敦，致力於低軌衛星提供全球通訊網路。OneWeb 期盼提供全球更高速、低延遲的通訊網路服務，並預計於 2022 年提供全球範圍的商業服務，裨益弭平現有的數位落差。具體來說，OneWeb 希望為一系列的終端用戶提供更具經濟實惠、快速的通訊服務。OneWeb 在 2020 年由英國政府及印度電信業者 Bharti Group 公司收購，截至同年 10 月，主要投資成員包括衛星通訊營運商 Eutelsat 及 SoftBank 和 Hughes Network Group 等企業[682]。

FCC 於 2017 年 6 月 23 日核准 OneWeb 衛星系統進入美國市場，其由 720 顆衛星組成。並於 2020 年 5 月 26 日向 FCC 提交修改申請衛星佈署為兩階段，並針對第一階段衛星數量下修至 716 顆與第二階段佈建衛星數量增至 47,844 顆衛星，兩階段合計為 48,560 顆衛星[683]。OneWeb 為簡化其衛星系統，2021 年 1 月 12 日向 FCC 提出修改衛星佈署計畫，將第二階段衛星數量從 47,844 顆減少至 6,372 顆[684]。截至 2021 年 7 月止，OneWeb 宣布佈建之低軌衛星數量已達 254 顆[685]（詳見表 6.2.3）。

表 6.2.3　OneWeb LEO 衛星系統

項目	說明	
軌道類型	低軌道（Low Earth Orbit）	中軌道（Medium Earth Orbit）
使用頻段	Ku/Ka	V
衛星數量	第一階段：716 顆(變更後) 第二階段：47,844 顆(申請修改為 6,372 顆)	1,280 顆

682 OneWeb. (2021). Company. Retrieved from https://oneweb.net/company (Jul. 20, 2021)
683 FCC. (2020). *SAT-MPL-20200526-00062, Attachment Legal Narrative.* Retrieved from https://licensing.fcc.gov/cgi-bin/ws.exe/prod/ib/forms/attachment_menu.hts?id_app_num=134040&acct=148624&id_form_num=15&filing_key=-444846 (Jul. 20, 2021)
684 FCC. (2021). File No. SAT-MPL-20210112-00007. Attachment Legal Narr Amend. Retrieved from https://fcc.report/IBFS/SAT-MPL-20210112-00007/3495551 (Jul. 20, 2021)
685 OneWeb. (2021). OneWeb Completes its 'Five to 50' Mission to Cover Regions North of 50 Degrees Latitude including UK, Canada, Alaska and Arctic Region. Retrieved from https://oneweb.net/media-center/oneweb-completes-its-five-to-50-mission (Jul. 20, 2021)

項目	說明	
軌道高度	1,200 公里	8,500 公里
發射衛星數量	截至 2021 年 10 月 14 日止，OneWeb 計畫共發射 358 顆	-
預計商轉時間	預計 2021 年第 4 季在北緯 50 度地區啟動，2022 年推廣到全球	-

資料來源：本研究整理。

（四）Telesat 的 Lightspeed 衛星系統

Telesat 成立於 1969 年 5 月 2 日，是一家加拿大衛星通信公司，總部位於渥太華。Telesat 原主要經營項目為地球同步軌道衛星（Geostationary Orbit, GSO），於 1972 年發射全球第一顆 GSO 商業通訊衛星 Anik A1。

Telesat 的 Lightspeed 衛星系統之衛星數量，依美國 FCC 於 2017 年 11 月 3 日核准 Telesat 文件顯示，Telesat 規劃第一階段佈建衛星數量 298 顆，第二階段佈建 1,671 顆衛星，共 1,969 顆[686]。第一批 Lightspeed 衛星預計在 2023 年內發射，隨後將進行客戶 Beta 測試，預計 2023 年下半年開始商轉，2024 年提供全球服務[687]（詳見表 6.2.4）。

Telesat 在低軌衛星的發展進程相對其他業者緩慢，原先規劃將於 2020 年全面佈署，惟迄今僅於 2018 年 1 月 12 日成功發射 1 顆 LEO Vantage1 第一階段衛星[688]，作為驗證之用。並於 2019 年與 Vadafone 與 University of Surrey 合作，以 LEO 衛星進行全球首次 5G 後端（Backhaul）測試；2020 年 6 月則與西班牙電信集團進行實時軌道測試[689]。

表 6.2.4　Telesat 的 Lightspeed 衛星系統

項目	說明
軌道類型	低軌道（Low Earth Orbit）
使用頻段	Ka
衛星數量	第一階段：298 顆（變更後） 第二階段：1,671 顆
軌道高度	第一階段：1,015 公里 / 1,325 公里

686 FCC. (2020). *SAT-MPL-20200526-00053, Attachment Exh_4_Legal_Narrativ.* Retrieved from https://licensing.fcc.gov/cgi-bin/ws.exe/prod/ib/forms/attachment_menu.hts?id_app_num=133813&acct=807447&id_form_num=15&filing_key=-443847 (Jul. 20, 2021)

687 Telesat, 2021. Telesat to Redefine Global Broadband Connectivity with Telesat Lightspeed, the World's Most Advanced Low Earth Orbit (LEO) Satellite Network. Retrieved from https://www.telesat.com/press/press-releases/manufacturer-announcement/ (Jul. 20, 2021); Reuters, 2021. Canada's Telesat takes on Musk and Bezos in space race to provide fast broadband. Retrieved from https://www.reuters.com/technology/canadas-telesat-takes-musk-bezos-space-race-provide-fast-broadband-2021-04-11/ (Jul. 20, 2021)

688 Telesat, 2018. Telesat Begins Deploying Its Global Low Earth Orbit (LEO) Constellation with Successful Launch of Phase 1 Satellite. Retrieved from https://www.telesat.com/press/press-releases/telesat-begins-deploying-its-global-low-earth-orbit-leo-constellation-with-successful-launch-of-phase-1-satellite/ (Jul. 20,2021)

689 Telesat, 2020. Telefónica Puts Telesat's Phase 1 LEO Satellite to the Test. Retrieved from https://www.telesat.com/press/press-releases/telefonica-puts-telesats-phase-1-leo-satellite-to-the-test/ (Jul. 20, 2021)

項目	說明
	第二階段：1,015 公里 / 1,325 公里
發射衛星數量	2018 年 1 月發射 1 顆 LEO Vantage 1 原型衛星
預計商轉時間	2023 年下半年

資料來源：本研究整理。

二、商業模式分析

衛星通訊服務產業屬於技術密集與資本密集，前期透過大量資本投入，佈建全球衛星通訊系統。惟衛星業者如何創造持續性的收益，以回收過去前期資金投入，對衛星服務業者至為關鍵。以國際四大衛星業者而言，各家衛星業者本身基本條件不同，故各自發展的商業模式不盡相同，以下依序說明之。

（一）SpaceX 的 Starlink 衛星系統

SpaceX 佈建 Starlink 衛星系統為該公司之近程目標，除了發射自身的通訊衛星外，並替其他國家或衛星業者發射各式衛星，同時藉由低軌衛星發展收入資助其開發太空旅遊市場，以發展載運貨物、太空旅遊為其未來的服務項目與收入來源。

因此，SpaceX 開啟多樣化的商業模式，主要有三：（1）提供全球衛星寬頻網路服務，包括消費者寬頻、後置網路；（2）自行研發火箭與發射衛星，並回收火箭重複使用，以及替其他企業或政府機關發射各式衛星；（3）為偏遠地區或通訊基礎設施欠缺之處提供衛星通訊服務，以獲取政府補助。

目前 SpaceX 已提供寬頻網路服務的國家或地區，包括北美的加拿大與美國部分地區、歐洲的英國、德國，以及大洋洲的澳洲等國。SpaceX 在各國提供的服務方案不盡相同，包括 Starlink 硬體終端費用與每月訂閱費用，硬體終端套件則涵蓋用戶的終端設備、三腳架以及 Wi-Fi 路由器等。各國 SpaceX 的資費方案彙整於表 6.2.5。

表 6.2.5　各國 SpaceX 的資費方案

國家 / 費用	硬體終端費用	每月訂閱費用
美國	499 美元 （約新臺幣 14,007 元）	99 美元 （約新臺幣 2,779 元）
加拿大	649 加幣 （約新臺幣 15,213 元）	129 加幣 （約新臺幣 3,024 元）
英國	439 英鎊 （約新臺幣 17,665 元）	89 英鎊 （約新臺幣 3,581 元）
德國	499 歐元 （約新臺幣 17,240 元）	99 歐元 （約新臺幣 3,420 元）
澳洲	709 澳幣 （約新臺幣 15,605 元）	139 澳幣 （約新臺幣 3,059 元）

註：硬體終端包括用戶的終端設備、三腳架和 Wi-Fi 路由器等。
資料來源：各媒體。

（二）Amazon 的 Kuiper 衛星系統

Amazon 佈建 Kuiper 衛星系統將有益於消弭全球各地的數位落差，其商業模式主要為一般家庭、學校、企業、醫院、政府機構和救護人員等客群，提供衛星寬頻連接服務。

相較 SpaceX 主要依賴用戶訂閱創造 Starlink 收入來源，Amazon 擁有更廣泛的商業平臺，不限以衛星寬頻服務為主要業務核心。Amazon 具有成功的雲端運算商業模式，未來 Kuiper 衛星系統建置完成後，可將衛星網路系統與雲端服務基礎設施相連接，Amazon 可藉由 Kuiper 網路將數據傳輸至 Amazon 旗下的雲端平臺（Amazon Web Services, AWS），再傳輸至用戶[690]。新的地球電臺網路與 Amazon 的雲端數據中心，形成一個服務生態系，並提供數據處理、儲存和分析等創新加值應用服務[691]。

（三）OneWeb 的 LEO 衛星系統

OneWeb 的商業團隊認為，包含政府、汽車、海事、企業及航空等產業之領導者，對於高速率、低延遲連接服務之全球需求極高，故以此為主要客群。此外，OneWeb 預計在 2021 年測試其網路，以期在 2021 年底前提供北緯 50 度以上的地區商業服務，並於 2022 年展開全球範圍商業服務[692]。

（四）Telesat 的 Lightspeed 衛星系統

Telesat 的 Lightspeed 衛星系統之商業模式，係針對加拿大與全球偏遠地區和農村地區或通訊基礎設施佈建不足之處，透過低軌衛星提供商業的寬頻服務。Lightspeed 衛星系統可滿足傳統的固網和行網業者、航空業和海事用戶、企業客戶以及政府部門快速成長的寬頻連接需求。另外，Telesat 基於過去在地球同步軌道衛星（Geosynchronous Orbit, GSO）已有基礎企業用戶客群，故企業客戶亦為其主要目標客群。

此外，2020 年 11 月，Telesat 與 Loral Space & Communications 以及 PSP 投資委員會（Public Sector Pension Investment Board）達成協議，成立加拿大上市公司 Telesat Corp.，Telesat Canada 和 Loral 將成為 Telesat Corp.子公司，該交易將於 2021 年第 2 季或第 3 季完成[693]。

三、國際衛星業者落地現況

目前 SpaceX 獲得美國、法國、墨西哥、加拿大、澳洲、紐西蘭、英國、德國、日本、智利等國主管機關授予衛星寬頻網路執照，成為前述國家的衛星寬頻網路

690 IEEE Spectrum. (2020). Amazon's Project Kuiper is More Than the Company's Response to SpaceX. Retrieved from https://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/satellites/amazons-project-kuiper-is-more-than-the-companys-response-to-spacex (Jul. 20, 2021)

691 Eurospace TF New Flagship secure Connectivity. (2020). Amazon Kuiper - Information Note. Retrieved from https://eurospace.org/wp-content/uploads/2020/11/information-note-amazon-kuiper_18112020.pdf (Jul. 20, 2021)

692 OneWeb. (2020). OneWeb and Arianespace to restart launches in December 2020. Retrieved from https://www.oneweb.world/media-center/oneweb-and-arianespace-to-restart-launches-in-december-2020 (Jul. 20, 2021)

693 Telesat. (2020). Telesat to Become Public Company through Agreement with Loral Space & Communications and PSP Investments. Retrieved from https://www.telesat.com/press/press-releases/telesat-to-become-public-company-through-agreement-with-loral-space-communications-and-psp-investments/ (Jul. 20, 2021)

供應商。而根據 SpaceX 於 2021 年 11 月提交申請文件可知，其已提供全球 20 個國家或地區衛星通信試營運服務[694]。以下為各國獲取主管機關核發執照之落地現況。

首先，美國方面，SpaceX 於 2016 年 11 月 15 日提交 NGSO 衛星系統之軌道佈署與營運授權申請，至 2018 年 3 月 28 日，美國 FCC 授權 SpaceX 佈署和運行 NGSO 衛星系統。SpaceX 於 2018 年 3 月 29 日 FCC 核准 SpaceX 發射使用 Ku/Ka 頻段 4,425 顆衛星，且必須在 2024 年 3 月 29 日前至少佈署半數衛星，在 2027 年 3 月 29 日前佈署完成[695]。2020 年 10 月進行公開測試（beta test），目前美國及海外用戶將近 14 萬名[696]。

法國電信與郵政監理機關（Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes, ARCEP）於 2020 年起陸續發布 Starlink 頻率授權相關決定，包含 2020 年 7 月 2 日公布之第 2020-0744 號決定（Décision n 2020-0744）[697]、2020 年 8 月 17 日公布之第 2020-0884 號決定（Décision n 2020-0884）[698]、2020 年 12 月 1 日公布之第 2020-1452 號決定（Décision n 2020-1452）[699]、及 2021 年 2 月 9 日公布之第 2021-0116 號決定（Décision n 2021-0116）[700]，授予無線電頻率使用效期皆為 10 年[701]。

墨西哥聯邦電信局（Instituto Federal de Telecomunicaciones, IFT）授予 SpaceX 商業用途執照（Resolución mediante la cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones otorga a Starlink Satellite Systems México, S. de R.L. de C.V. un título de concesión única para uso comercial），使用 Ka 和 Ku 頻段提供涵蓋全國的衛星網路接取服務[702]。

加拿大廣播電視和電信委員會（Canadian Radio-television and Telecommunications Commission, CRTC）於 2020 年 10 月中旬授予 SpaceX「基本國際電信服務（Basic International Telecommunications Services, BITS）」執照[703]，並於 2020 年 11 月初獲加拿大創新、科學與經濟發展部（Innovation, Science

---

694 SapceX. (2021). Re: IBFS File Nos. SAT-LOA-20200526-00055 and SAT-AMD-20210818-00105. Retrieved from https://licensing.fcc.gov/myibfs/download.do?attachment_key=13397140 (Dec. 9, 2021)

695 Space Exploration Holdings, LLC. (2018). Application for Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX NGSO Satellite System. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fcc-authorizes-spacex-provide-broadband-satellite-services (Jul. 20, 2021)

696 SapceX. (2021). Re: IBFS File Nos. SAT-LOA-20200526-00055 and SAT-AMD-20210818-00105. Retrieved from https://licensing.fcc.gov/myibfs/download.do?attachment_key=13397140 (Dec. 9, 2021)

697 ARCEP. (2020). Décision n 2020-0744. Retrieved from https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/20-0744.pdf (Dec. 9, 2021)

698 ARCEP. (2020). Décision n 2020-0884. Retrieved from https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/20-0884.pdf (Dec. 9, 2021)

699 ARCEP. (2020). Décision n 2020-1452. Retrieved from https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/20-1452.pdf (Dec. 9, 2021)

700 ARCEP. (2021). Décision n 2021-0116. Retrieved from https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/21-0116.pdf (Dec. 9, 2021)

701 ARCEP. (2021). Fréquences. Retrieved from https://www.arcep.fr/actualites/le-fil-dinfos/detail/n/frequences-180221.html (Dec. 9, 2021)

702 Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2021). resolución P/IFT/070721/319. Retrieved from http://www.ift.org.mx/sites/default/files/conocenos/pleno/sesiones/acuerdoliga/pift070721319acc.pdf (Dec. 9, 2021)

703 Canadian Radio-television and Telecommunications Commission. (2020). Telecom Commission Letter addressed to Bret Johnsen (Space Exploration Technologies Corp.) Retrieved from

and Economic Development, ISED）批准同意 SpaceX 在加拿大提供衛星寬頻服務[704]。

澳洲於 2020 年 1 月 24 日修正「外國太空物體決定」，將 SpaceX Services, Inc. 增列其名單之內，SpaceX 始有資格向澳洲通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）申請使用太空物體通訊類別執照，在澳洲經營衛星通訊服務。Starlink Australia Pty Ltd（SpaceX 澳洲子公司）向 ACMA 申請執照，截至 2021 年 12 月 9 日止，ACMA 已核發 Starlink 共 76 張執照。其中，獲准 17 張全區域頻譜執照（僅衛星固定通信業務）、4 張太空站執照、3 張太空接收站執照、12 張固定地球電臺執照，以及 40 張地面接收站執照[705]。

紐西蘭無線電頻譜管理（Radio Spectrum Management）網站可見，Starlink New Zealand 於 2020 下半年已取得 67 張執照，執照效期皆至 2023 年 6 月 30 日，依執照類型共含 30 張衛星固定執照（每轉頻器）（Sat Fixed Per Transponder）、36 張僅衛星接收執照（Sat Receive Only），以及 1 張衛星對衛星傳輸執照（Satellite - Satellite Transmit）[706]。

英國通訊管理局（Office of Communications, Ofcom）於 2020 年 11 月 16 日核准 SpaceX（Starlink Internet Services Limited）衛星（地球電臺網路）執照申請。SpaceX 亦於當地提供公開測試服務[707]。

德國聯邦網路局（Bundesnetzagentur, BNetzA）授予 SpaceX 的 Starlink 衛星系統頻率使用權，以便在德國提供衛星寬頻網路。BNetzA 針對這種新型態的衛星通訊服務，初期頻率分配限定為 1 年，動態評估發展情況，必要時就長期頻率分配進行調整。Starlink 除了獲得衛星無線電網路的頻譜分配外，還獲得德國多個地球電臺的頻率分配，透過這些地球電臺，以確保傳輸和連接網路無虞[708]。

日本 KDDI 與 Space X 兩家公司正共同進行技術測試，現階段由 KDDI 取得總務省實驗試驗電臺執照，Starlink 的閘道器（gateway）電臺設於 KDDI 的山口衛星通信所[709]。KDDI 於 2021 年 9 月 13 日宣布與 Starlink 合作，作為其後端網路提供商，並可作為地面電信線路於自然災害或停電期間中斷之備援系統[710]。

---

https://crtc.gc.ca/eng/archive/2020/lt201015.htm (Dec. 9, 2021)

[704] Government of Canada. (2021). List of foreign satellites approved to provide fixed-satellite services (FSS) in Canada. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf02104.html (Dec.9, 2021)

[705] ACMC. (2021). Register of Radiocommunications Licences. Retrieved from https://web.acma.gov.au/rrl/register_search.search_dispatcher (Dec. 9, 2021)

[706] RADIO SPECTRUM MANAGEMENT. (2021). Search Licences. Retrieved from https://rrf.rsm.govt.nz/smart-web/smart/page/-smart/domain/licence/SelectLicencePage.wdk?fromHome=Yes (Dec. 9, 2021)

[707] Insider. (2021). Elon Musk's Starlink satellite internet service has been approved in the UK, and people are already receiving their beta kits. Retrieved from https://www.businessinsider.com/starlink-beta-uk-elon-musk-spacex-satellite-broadband-2021-1 (Jul. 20, 2021)

[708] Bundesnetzagentur. (2020). Frequenzzuteilung für breitbandiges Internet via Satellit. Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/20201218_Starlink.html?nn=265778 (Jul. 20, 2021)

[709] KDDI (2021). KDDI selects SpaceX's Starlink for cellular backhaul. Retrieved from https://news.kddi.com/kddi/corporate/english/newsrelease/2021/09/13/5400.html?fbclid=IwAR16lJOFqqrniDda3eXdvJK6Mv5lD8eJkvzmfIQKJY7nb97QTKfv0zxkYMs (Oct. 3, 2021)

[710] SpaceNews. (2021). SpaceX's Starlink broadband to be available in Japan's remote areas next year.

智利 Starlink 最初將向兩個地點的學校提供服務：Caleta Sierra（科金博地區）和 Sotomó（洛杉磯拉各斯地區）。試點實驗將持續 1 年，測試階段資料速度從 50Mb/s 至 150Mb/s 不等，且 SpaceX 不收取通信費，但從第 2 年起，當地市政府將為此買單。若證明成功可行，將要求 Starlink 將服務擴展到全國各地[711]。

研究團隊再進行深入比較，將上述國家執照效期彙整如表 6.2.6.，其中，執照效期較長（8-15 年）的國家，包括美國、法國、墨西哥以及加拿大；執照效期 2-5 年者，包括澳洲、紐西蘭；執照效期 1 年者，則有英國與德國。另外，Starlink 於日本與智利取得的實驗執照，執照效期亦為 1 年。從上述資料推測，美國、加拿大、法國等國家之執照效期較長原因，可能與該國本身發展衛星產業有關。此外，這些國家大多幅員廣闊，且多數地區通訊基礎設施相對不足，行動通訊普及程度較低，期透過衛星通訊解決前述問題。

表 6.2.6　各國核發 Starlink 執照效期比較

國家	核發單位	執照類型	執照效期
美國	美國聯邦通信委員會（FCC）	頻譜執照、地球電臺執照	15 年
法國	法國電信與郵政監理機關（ARCEP）	衛星固定通信業務之地球電臺（即閘道站）執照	10 年
墨西哥	聯邦電信局（IFT）	授予商業用途單一特許權	10 年，可申請授權延長 10 年
加拿大	加拿大廣播電視及通訊委員會（CRTC）	基本國際電信服務（BITS）執照	9.73 年
澳洲	澳洲通訊及媒體管理局（ACMA）	電臺執照、AWL 頻率執照	電臺執照：1-5 年不等、AWL 頻率執照：5 年
紐西蘭	紐西蘭商業創新就業部（MBIE）轄下無線電頻譜管理（RSM）部門	包含衛星固定執照（每轉頻器）、衛星接收執照、以及衛星－衛星傳輸執照	2.87 年
英國	英國通訊管理局（Ofcom）	衛星（地球電臺網路）執照	1 年
德國	德國聯邦網路局（BNetzA）	頻譜執照	1 年
日本	日本總務省（MIC）	實驗執照	1 年
智利	電信部（Subtel）	實驗執照	1 年

資料來源：本研究整理。

Retrieved from https://spacenews.com/spacexs-starlink-broadband-to-be-available-in-japans-remote-areas-next-year/ (Oct. 4, 2021)

[711] Subsecretaria de Telecomunicaciones. (2021). Chile será el primer país de América Latina con servicios de internet satelital de Starlink. Retrieved from https://www.subtel.gob.cl/chile-sera-el-primer-pais-de-america-latina-con-servicios-de-internet-satelital-de-starlink/ (Oct. 3, 2021)

第三節 國際低軌衛星通訊服務監理機制

鑒於衛星通訊服務的區域範圍面積廣大，可提供跨國通訊連線服務，觸及既有地面網路難以涵蓋地區，如山區、沙漠、海上、空中等連網服務，尤其低軌衛星系統更可提供涵蓋全球通訊服務範圍，若與行動網路相互搭配應用於飛機、船舶或車輛等移動平臺，將大幅提升地面網路性能與涵蓋，有效改善全球數位落差情形。另一方面，由於現在人對網路需求與效能與日俱增，囿於佈建成本、地理環境等因素影響，致使部分地區網路佈建效益不彰或鋪設不易，形成網路服務缺口，衛星通訊儼然成為填補此一缺口的重要解決方案。

近年，各國通信主管機關針對衛星系統落地提供服務之趨勢，積極修訂相關的法規，旨在將申請程序簡化、費用課徵與參進模式等面向之監理原則進行調適。未來國際衛星服務業者參進我國電信市場，提供我國用戶衛星寬頻服務將指日可待。是以，本小節初步探討美國、英國、加拿大、德國、澳洲、新加坡等國，對衛星監理與落地政策之作法（如申請資格、開放頻率、市場考量、義務、使用期限、其他相關規定等），解析各國對於衛星監理之趨勢與實際監理作法，供未來我國主管機關研擬相關政策之參考。

一、美國

（一）主管機關與監理法規

美國衛星事業主管機關為聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）轄下之國際局（International Bureau），國際局之衛星部門主要任務乃促進競爭與創新國內與全球電信市場，為美國消費者提供服務。該部門致力於透過以下方式實現目標[712]，包括：

- 盡快授權更多的衛星系統，促進衛星服務之佈署；
- 最大限度地減少監管並提高衛星通訊提供者之彈性，以滿足客戶需求；
- 促進無線電頻譜與軌道資源的有效利用。衛星部門在國內頻譜管理過程中提供商業衛星產業之專業知識，並在國際協調與談判中主張美國衛星通信之重要性。

FCC 依據《美國聯邦規則（The Code of Federal Regulations, CFR）》[713]Title 47（以下簡稱 CFR 47）規管電信事業，共含 5 章 599 編（Part），CFR 47 第 25 編規範衛星通訊之相關事宜，並細分為 8 個子編（Subpart），內容包含總則、申請與許可、技術標準、技術操作、附屬事項、DARS 競爭招標程序、平等就業機會，以及公眾利益義務等。

（二）政策作法

FCC 為持續鼓勵電信業者為美國公眾開發新的寬頻服務，包括衛星寬頻網路接取，提出新的監理作法，以簡化申請作業流程。依據 FCC 於 2017 年 9 月發布

[712] FCC. (2021). International Bureau Satellite Division. Retrieved from https://www.fcc.gov/general/international-bureau-satellite-division (Aug. 17, 2021)
[713] FCC. (2021). Rules & Regulations for Title 47. Retrieved from https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/technologies-systems-and-innovation-division/rules-regulations-title-47 (Aug. 17, 2021)

之「FCC-17-122A1」[714]，針對提供非地球同步軌道衛星（Non-geostationary Satellite Orbit, NGSO）與衛星固定業務（Fixed Satellite Service, FSS）之衛星系統公司排除監管障礙。FCC 提議更新 Ka 頻段中的某些頻率分配、功率限制與服務規則，以促進新興系統發展。FCC 對於衛星系統申請流程、里程碑（Milestones）、涵蓋範圍等條款進行探討，並適度精簡與調整，俾利改善衛星服務業者相關申請事宜，以及對 NGSO 衛星系統之授權管理與靈活佈署。

（三）開放申請衛星通訊服務程序與考量因素

1. 申請資格

依據 CFR 47 §25.102 規定，欲使用或操作太空站或地球電臺傳輸無線電通訊之設備，均需獲得 FCC 適當授權。在申請資格方面，會考量申請者執照是否曾被吊銷之紀錄；申請者或直接/間接控制申請者之任何一方，是否曾犯重罪被判刑；申請者是否企圖非法壟斷無線電通訊資源；或採取不正當之競爭手段等。申請者若有上述情況，則須提出相關解釋。

2. 申請流程

（1） 申請流程與應備文件

衛星通訊執照依據 CFR 47 §25.110 一般申請提交要求，係透過國際局申請系統（International Bureau Filing System, IBFS）遞交申請書，無論地球電臺或太空站皆以電子方式提交 FCC Form 312，太空站另須遵守 CFR 47 §25.114 之要求。

依據 CFR47§25.114 對太空站申請之規定，無論 GSO 或 NGSO 太空站許可申請必須提交 FCC Form 312，包含主表格、技術申請文件（Schedule S），以及要求之相關附件。

表 6.3.1 FCC 312 主申請表格

項目	內容
申請者資訊	包括公司名稱、公司電話、公司傳真、地址、城市、州別、郵遞區號、聯絡人、聯絡人電話、E-mail 等
申請類別	• 地球電臺或太空站 • 新執照申請、執照變更、執照轉讓、申請使用非美國衛星接收站許可、使用非美國衛星在美國提供服務等
服務類型	• 固定衛星、行動衛星、衛星無線電測定業務、地球探測衛星、直接到戶固定衛星、數位音訊廣播服務等 • 是否使用美國許可之衛星（地球電臺申請者填寫） • 若申請者提供國際通用服務，是否連接到公共交換網路 • 頻段：C-Band（4/6 GHz）、Ku-Band（12/14 GHz）或其他
電臺類型	• 固定地球電臺、臨時固定地球電臺、12/14 GHz VSAT 網路、行動地球電臺、太空站 • 傳送/接收、僅傳送、僅接收
修改目的	授權增加 EIRP 和 EIRP 密度、授權增加或更換天線、授權指配頻段調整、授權固定電臺重定位、授權通訊點新增或修改、環境評估與輻射危害報告等

[714] FCC. (2017). FCC 17-122. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-17-122A1.pdf (Aug. 17, 2021)

項目	內容
環境政策	本申請/修正案是否對環境產生重大影響（根據 CFR47§1.1307 之定義），若是則依 CFR47§1.1308 及 1.1311 的要求提供證明
外國所有權	• 申請者是否為外國政府或其代表 • 申請者是否為外國人 • 申請者是否為根據外國政府法律下成立之公司 • 申請者是否超過五分之一股權為外國人/外國政府/外國企業持有 • 申請者是否直接/間接受其他企業所控制（超過四分之一股權為外國企業持有） • 若符合上述任一敘述，申請者需提供相關外國人/外國實體之身分證明、國籍、與申請者之關係、持有股權比例等
基本資格	• 申請者是否請求相關豁免？若是須檢附相關證明 • 執照是否曾有被吊銷之紀錄？若是須附上附件解釋相關情況 • 申請者或直接/間接控制申請者之任何一方，是否曾犯重罪被判刑？若是須附上附件解釋相關情況 • 是否預計使用非美國許可之衛星在美國提供服務？

資料來源：FCC。本研究整理。

依據 CFR47§25.115 對地球電臺申請之規定，若地球電臺申請者具有符合太空站授權之證明，則無需提供技術演示或其他因認證而重複或多餘之資訊。除非 FCC 另有命令，否則在申請接受提交的公告日起 35 天後將視為批准，前提是在 30 天的公告期內沒有異議提出。

若有以下情形者，申請書將被駁回及退回申請，包含：申請書填寫不完整、內容不一致、執行或其他方面存在缺陷，或該申請書實質上不符合 FCC 規定、條例或其他要求[715]。

（2） 統一許可框架（Unified Licensing Framework）

過往 FCC 係根據衛星服務之不同應用進行管理，為衛星系統中的地球電臺與太空站分別授予執照。此雙重許可制度已有數十年歷史，主要目標是為確保衛星系統在地面與太空得以無干擾運行。有鑑於此，地球電臺與太空站申請者皆需提出許多技術要求與展示[716、717]。

FCC 為簡化衛星許可流程並提高衛星業者營運之靈活性，於 2020 年 11 月提出統一許可框架（Unified Licensing Framework）。根據該框架，衛星網路中之太空站與地球電臺可以透過單一許可同時獲得授權。統一許可適用於運行在 10 GHz 以上之衛星系統，將消除過往個別授予許可之冗長流程，加速新的地球電臺佈署，進而加速向公眾提供服務。

在精簡流程方面，包含：簡化地球電臺申請要求，允許申請者證明其將遵守太空電臺執照之相關條款與條件，而非提供多餘之技術演示或其他資訊；要求符合條件之地球電臺的擴建期與其通信衛星之擴建期保持一致；消除對衛星業者多

[715] FCC. (2021). E-CFR. Retrieved from https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title47/47cfrv2_02.tpl (Aug. 17, 2021)
[716] FCC. (2020). FCC STREAMLINES LICENSING RULES FOR MANY SATELLITE OPERATORS. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-368230A1.pdf (Aug. 17, 2021)
[717] FCC. (2020). Further Streamlining Part 25 Rules Governing Satellite Services. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-367828A1.pdf (Aug. 17, 2021)

餘且繁重之年度報告要求等。FCC 期望在建立新的衛星許可框架與消除多餘的文書作業後，衛星許可的監管審核過程能更加高效，並減輕申請與監理之負擔[718、719]。

3. 開放頻率

依據 CFR47§25.124 有關太空站與地球電臺之統一授權規定，FCC 為 GSO 或 NGSO 太空站以及將在該衛星系統內運行之地球電臺授予單一許可，但不包括在 10 GHz 頻段以下運行之 GSO FSS 與 NGSO FSS 衛星系統，以及 CFR47§25.136 限制之頻段（包含：24.75-25.25 GHz、27.5-28.35 GHz、37.5-40 GHz、47.2-48.2 GHz 及 50.4-51.4 GHz）。目前開放之頻段彙整如表 6.3.2。

表 6.3.2　衛星服務類型與開放頻段

衛星服務類型	開放頻段
Non-Voice, Non-Geostationary Mobile-Satellite Service（MSS）	137-138 MHz、148-150.05 MHz、399.9-400.05 MHz、400.15-401 MHz
1.5/1.6 GHz MSS	1525-1559 MHz、1626.5-1660.5 MHz
1.6/2.4 GHz MSS	1610-1626.5 MHz、2483.5-2500 MHz
2 GHz MSS	2000-2020 MHz、2180-2200 MHz
GSO FSS	10.7-12.2 GHz、14-14.5 GHz、18.3-18.8 GHz、19.7-20.2 GHz、28.35-28.6 GHz、29.25-30 GHz、40-42 GHz、48.2-50.2 GHz
NGSO FSS	10.7-12.7 GHz、14-14.5 GHz、17.8-18.6 GHz、18.8-19.4 GHz、19.6-20.2 GHz、28.35-29.1 GHz、29.5-30 GHz、40-42 GHz、48.2-50.2 GHz
GSO and NGSO MSS	19.7-20.2 GHz、29.5-30 GHz

資料來源：CFR 47 § 25.124。本研究整理。

4. 市場考量

（1）　對外國業者之相關規定

依據 CFR 47 §63.09 定義，外國業者被定義為在外國被授權，從事向該國公眾提供國際電信服務之任何實體。若一實體直接或間接擁有或控制另一實體 25%以上股本，則兩個實體為關係企業。此外，若外國業者直接或間接擁有或控制美國業者 25%以上股本，則美國業者與外國業者為關係企業，該外國業者將會影響在美國提供或銷售國際基礎電信服務。

[718] FCC. (2020). FCC STREAMLINES LICENSING RULES FOR MANY SATELLITE OPERATORS. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-368230A1.pdf (Aug. 17, 2021)

[719] FCC. (2020). Further Streamlining Part 25 Rules Governing Satellite Services. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-367828A1.pdf (Aug. 17, 2021)

外國衛星業者須不具市場支配能力者，才適用簡化流程之申請程序。依據 CFR 47 §63.12 之規定，適用相關授權申請之簡化流程，申請者需符合以下任一條件，包含：

- 該外國業者於其母國不具市場地位；
- 申請者可證明其於美國市場中不具市場支配能力；
- 該外國業者於其母國不具有固定設施，或僅具有行動通訊設施；
- 其母國為世界貿易組織（World Trade Organization, WTO）會員國且申請者於該國不具支配地位。

（2） 透過非美國授權之太空站申請美國市場准入

依據 CFR47§25.137 條規範，請求授權與非美國許可（non-U.S.-licensed）之太空站進行通信之地球電臺申請者，以及透過提交宣告性之請願書，以使用非美國許可之太空站進入美國市場之實體，必須附上 FCC Form 312，且證明美國許可之衛星系統具有效的競爭機會。

上述請求須透過 FCC 之國際局申請系統（IBFS）以電子方式提交，並須針對非美國許可之太空站提供法律與技術資訊，包括但不限於技術申請文件（Schedule S）之資訊。此外，外國衛星業者須提供以下證明，並且證明位於美國的地球電臺所連線之外國衛星，於里程碑、報告要求、其它適用服務規則、保證金（不在軌道上且未運行的外國衛星）等方面皆符合 FCC 之要求。

若外國衛星業者取得已獲准為美國提供服務之非美國許可太空站之控制權，外國衛星業者必須在交易完成後 30 天內通知 FCC，以便 FCC 能夠向利害關係人提供評論機會，評估是否影響 FCC 在允許衛星業者進入美國市場時所做的任何考量。除非 FCC 另有決定，否則轉讓給新所有者之非美國許可衛星可繼續在美國提供服務。若受讓人並未基於 WTO 基本電信涵蓋協議，獲得或尋求 WTO 成員國之許可，也沒有尋求獲得 WTO 基本電信協議涵蓋的服務許可，則非美國許可之衛星業者須按 CFR47§25.137（a）條要求提出證明。

5. 義務

根據 CFR 47§25.203 規範，提出地球電臺申請前，除船載地球電臺（Earth Station on Vessel, ESV）、車載地球電臺（Vehicle-Mounted Earth Station, VMES）與機載地球電臺（Earth Station Aboard Aircraft, ESAA）以外的地球電臺申請者，需與既有地面服務使用者以及地面電臺申請者共同協調頻率使用。

地球電臺申請者應對每個已獲得執照或建設許可或已接受申請之地球電臺進行干擾分析，地球電臺申請者至少應向地面用戶提供之技術資訊包含：地球電臺天線之地理座標、運作頻段、最小仰角等。

6. 使用期限

依據 CFR47§25.121 規定，地球電臺許可期限係規定於授權文件中，地球電臺執照更新必須在執照到期日期前（90 天至 30 天）以 FCC Form 312 提出申請。太空站的部分，基本上是當被許可人通知委員會該太空站已成功進入其指定軌道位置及其操作符合太空站授權之條款與條件，許可時間從美東時間 3 a.m.開始起算，申請 NGSO 太空站系統更換授權者，應在既有許可期限第 12 年屆滿前 90 天至 30 天提出。

GSO 衛星執照的期限為 15 年，被許可方可申請修改，最多可續期 5 年，被許可人必須提供以下資料：要求之延展期限、預估太空站剩餘壽命、故障、缺陷與異常情況之描述、相關風險評估、剩餘燃料儲備足以按計畫完成離軌之證明、遙測、追蹤與命令等功能完備之證明。

二、英國

（一）主管機關與監理法規

英國衛星通訊監管機關為英國通訊管理局（Office of Communications, Ofcom），監管範圍包括固定及行動通訊、頻譜使用、廣播電視、郵政服務等業務。英國衛星地球電臺許可規範，主要依循《2003 年通信法（Communications Act 2003）》、《2006 年無線通信法（Wireless Telegraphy Act 2006, WT Act）》，裨益確保無線電頻譜有效使用。

監理法規方面，根據《WT Act》第 8 條規定[720]，經由 Ofcom 授予無線電執照，授權被許可方在遵守該執照之條款、規定與限制下，可建置和使用無線電臺或安裝及使用無線電設備。此外，依據 Ofcom 於 2006 年 2 月發布《通用執照條件手冊（General Licence Conditions Booklet）》[721]顯示，關於執照條款、變更、吊銷、執照費、無線電設備使用、檢查、修改、限制等通用條件已併入個別無線電執照條款之一部分。

地球電臺執照申請方面，任何欲在英國（或在英國註冊的飛機或船舶上）運行衛星地球電臺者應取得相關執照。其中，根據 Ofcom 發布的《衛星（地球電臺網路）執照申請程序手冊（Licensing Procedures Manual For Satellite（Earth Station Network）Applications）》[722]，作為申請衛星（地球電臺網路）執照之指導方針，若衛星業者欲在英國特定位置進行終端傳輸之前，業者必須先取得執照，並遵守執照條件。

（二）政策作法

依據英國《太空創新與成長策略（Space Innovation and Growth Strategy）》，計劃至 2030 年英國太空產業占全球太空市場之市占率達 10%[723]，英國政府提供近 4,000 萬英鎊的款項，用於建立太空港供小型商業衛星發射，藉此強化英國航太部門之研發能力，創造高技能之就業機會與推動未來經濟成長，使英國成為歐洲第一個發射小型衛星的國家。是以，制定對商業有利之法規環境成為首要關鍵。英國政府於 2020 年 7 月 29 日正式啟動諮詢[724]，以《2018 年太空產業法（Space

[720] Ofcom. (2006). Wireless Telegraphy Act 2006. Retrieved from https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/36/pdfs/ukpga_20060036_en.pdf (Aug. 9, 2021)
[721] Ofcom. (2006). WIRELESS TELEGRAPHY GENERAL LICENCE CONDITIONS BOOKLET. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0032/89744/General-Licence-Conditions.pdf (Aug. 9, 2021)
[722] Ofcom. (2018). Licensing Procedures Manual For Satellite（Earth Station Network）Applications. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/19434/networkearthstation.pdf (Aug. 9, 2021)
[723] GOV.UK. (2020). UK SPACE AGENCY About us. Retrieved from https://www.gov.uk/government/organisations/uk-space-agency/about (Aug. 9, 2021)
[724] GOV.UK. (2020). Giant leap for UK spaceflight programme as consultation launches. Retrieved from https://www.gov.uk/government/news/giant-leap-for-uk-spaceflight-programme-as-consultation-launches (Aug. 9, 2021)

Industry Act 2018）》為基礎，徵求有關太空港之營運或進行英國航太活動所需的法規與指導文件等最新草案的意見[725]。英國政府在制定新的太空戰略的同時，持續與產業界密切合作，不僅提供資金刺激英國的發射市場，更進一步推動國際協議，2020 年 6 月 16 日英國與美國政府簽署技術保障協定，替美國公司在英國太空港營運與出口太空發射技術鋪平道路[726]。

英國政府早於 2016 年提出《行動數據戰略（Mobile Data Strategy）》[727]報告，該份報告主要目標在確保和優先執行 Ofcom 可採行的行動，裨益促進消費者和公眾在中長期因行動數據服務受益，同時藉由技術和網路改進措施，亦被視為 Ofcom 認為提高行動數據服務效率之重要因素。該文指出，英國行動數據服務需求大幅成長。衛星網路將為英國偏遠地區帶來更多行動數據服務，提供改善無線骨幹網路（Wireless Backhaul）效益，並在較難提供服務地區使用純地面網路（Purely Terrestrial Networks）。

（三）開放申請衛星通訊服務程序與考量因素

1. 申請資格

英國任何無線電傳輸設備使用皆需獲得執照或具有特殊許可豁免[728]。英國衛星地球電臺執照可分為永久地球電臺（Permanent Earth Station, PES）、地球電臺網路（Earth Station Networks）、移動式地球電臺（Transportable Earth Station, TES）、非地球同步地球電臺（Non-Geostationary Earth Station, Non-Geo）、非固定衛星地球電臺（Non-Fixed Satellite Earth Station, Non-FSS）、僅接收地球電臺（Receive-Only Earth Stations, ROES）、全球衛星導航系統增波器（Global Navigation Satellite System（GNSS）Repeaters）（GNSS Repeaters）[729]。

依據《無線通信法執照政策手冊（Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual）》[730]及《WT Act》，Ofcom 以許可方式授權「個人」使用無線電設備。個人可為個別經營業務，或是兩家或兩家以上合夥經營，或是一家公司或法人團體，亦可能以合夥方式由兩人共同經營業務。合資企業（Joint Ventures）亦可被授予執照，合資公司具獨立之法律地位，並在公司註冊處（Companies House）登記之公司[731]。

---

[725] GOV.UK. (2020). Spaceport and spaceflight activities: regulations and guidance. Retrieved from https://www.gov.uk/government/consultations/spaceport-and-spaceflight-activities-regulations-and-guidance (Aug. 9, 2021)

[726] GOV.UK. (2020). Giant leap for UK spaceflight programme as consultation launches. Retrieved from https://www.gov.uk/government/news/giant-leap-for-uk-spaceflight-programme-as-consultation-launches (Aug. 9, 2021)

[727] Ofcom. (2016). Mobile Data Strategy. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/79584/update-strategy-mobile-spectrum.pdf (Aug. 9, 2021)

[728] Ofcom. (2020). Radiocommunications licences. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences (Aug. 5, 2021)

[729] Ofcom. (2020). Applying for Satellite Earth Station licences. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/satellite-earth/earth-stations (Aug. 5, 2021)

[730] Ofcom. (2018). Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/77209/licensing.pdf (Aug. 9, 2021)

[731] 根據《英國公司法(UK Company Law)》，公司必須在 Companies House 登記。

2. 申請流程

申請衛星地球電臺網路執照前，申請者應留意應對其無線電系統執行之所有活動承擔法律責任。任何不實資訊皆可能導致拒絕或撤銷執照授予。執照申請者填寫「OfW453」執照申請書，申請網路地球電臺執照，該申請書具法律效力，申請者需簽署聲明書，確保申請書提供所有資訊皆正確（參見 6.3.3）[732]。Ofcom 將要求申請者須填妥強制性的問項資料，申請者須確保清楚、完整與正確填寫申請書內容，資料欠缺可能導致流程延遲或退件，若後續發現資料錯誤亦可能使執照無效。

表 6.3.3　地球電臺網路執照申請書（OfW453）

項目	內容
申請者詳細資訊	包括公司或機構名稱、申請者地址、通訊地址，以及 E-mail 等
站臺詳細資訊	包括 ID、網路終端位址、全國電網資訊、地理座標、半徑、天線詳細資訊（包含名稱、類型、直徑、方位、高度等）、頻寬、EIRP 等
申請者簽署聲明	包括申請者簽名、申請者姓名、申請者在組織中的職位、簽名日期等
核對清單	包括確認是否完成申請書所有部分、確認是否需提供附件、是否已簽署聲明、是否已製作副本以供參考
申請書寄送	申請者將填寫申請書發送至 Ofcom

資料來源：Ofcom，本研究整理，2021 年 8 月。

3. 開放頻率

依據《衛星（地球電臺網路）執照申請程序手冊（Licensing Procedures Manual For Satellite（Earth Station Network）Applications）》[733]，地球電臺網路之傳輸頻段，包括 14.0-14.25GHz、27.5-27.8185GHz、28.4545-28.8265GHz，以及 29.4625-30GHz 等頻段[734]。

Ofcom 於 2020 年 11 月 16 日授予 Starlink 衛星地球電臺網路執照[735]，在符合執照條件與《通用執照條件手冊（General Licence Conditions Booklet）》前提下，設置、安裝或使用無線電傳輸、接收站、無線電設備等。Ofcom 授予 Starlink 之使用頻段如表 6.3.4 所示：

[732] Ofcom, 2018. Licensing Procedures Manual For Satellite (Earth Station Network) Applications. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/19434/networkearthstation.pdf (Aug. 9, 2021)
[733] Ofcom. (2018). Licensing Procedures Manual for Satellite (Earth Station Network) Applications. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/19434/networkearthstation.pdf (Aug. 10, 2021)
[734] Ofcom. (2017). UK Frequency Allocations for Satellite Earth Stations. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/44875/ofw241.pdf (Aug. 10, 2021)
[735] Ofcom. (2020). Satellite (Earth Station Network). Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0030/212997/starlink-internet-services-limited_redacted.pdf (Aug. 10, 2021)

表 6.3.4　Ofcom 核准 Starlink 之使用頻段

業務類型	使用頻段
GSO 地球電臺使用以下一個或多個頻段內傳輸	14.0-14.25GHz 、 27.5-27.8185GHz 、 28.4545-28.8265GHz、29.4625-30GHz
NGSO 陸地地球電臺使用以下一個或多個頻段進行無線電傳輸	14.0-14.25 GHz 、 27.5-27.8185 GHz 、 28.4545-28.8265GHz、29.5-30GHz
NGSO 太空站使用頻段傳輸	14.0-14.25GHz

資料來源：Ofcom. (2020). Satellite (Earth Station Network). Retrivevd from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0030/212997/starlink-internet-services-limited_redacted.pdf (Aug. 10, 2021)

4. 市場考量

檢視英國對於外資參進該國市場之相關管制措施，2018 年發布之《無線通信法執照政策手冊（Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual）》揭櫫，按照英國《公司法（Company Law）》登記設立之公司即可申請執照，惟《公司法》並未明定外資限制，管制強度相對較為寬鬆。

5. 義務

Ofcom 授予 Starlink 衛星地球電臺網路執照[736]，執照持有者得建置與使用永久、移動式或行動發送與接收之網路地球電臺，提供連接地球同步軌道衛星（Geostationary Satellite Orbits, GSO）及非地球同步軌道衛星（Non-Geostationary Satellite Orbits, NGSO）。

以下臚列 Starlink 衛星地球電臺網路執照條件，Starlink 有遵守執照條件之義務，包含使用限制、衛星（地球電臺網路）執照特定要求等[737]（詳見表 6.3.5）：

表 6.3.5　Starlink 衛星地球電臺網路執照條件

項目	內容
使用限制	• 事前取得 Ofcom 同意並註冊地球電臺執照後始得營運，應滿足地球電臺等效全向輻射功率（Equivalent Isotropically Radiated Power, EIRP）傳輸超過 55 dBW 之條件。 • 未經 Ofcom 事前同意與註冊地球電臺執照前，使用 14.0-14.25 GHz 頻段傳輸之地球電臺，不得於執照條件 Schedule 3 指定之 2 個地理位置方圓 5 公里內營運。 • 使用 14.0-14.25 GHz 頻段傳輸且 EIRP 介於 50-55 dBW 之地球電臺，在未取得 Ofcom 事前同意與註冊地球電臺執照前，不得於執照條件 Schedule 3 指定之 2 個地理位置方圓 5 公里外、7 公里內營運。 • 地球電臺未取得民航局（Civil Aviation Authority, CAA）或機場管理局（Airport Authority）事前同意前，不得於執照條件 Schedule

[736] Ofcom, 2020. Satellite (Earth Station Network). Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0030/212997/starlink-internet-services-limited_redacted.pdf (Aug. 10, 2021)

[737] Ofcom, 2020. Satellite (Earth Station Network). Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0030/212997/starlink-internet-services-limited_redacted.pdf (Aug. 10, 2021)

項目	內容
	4 指定之任何機場圍欄內營運。
衛星（地球電臺網路）執照特定要求	• 執照持有者應記錄網路中所有終端之營運特性（如固定安裝位置）或行動通訊營運之車輛、飛機、船隻或火車終端裝設細節、相關路線及 Ofcom 可能基於行政目的而欲接取之營運區域。 • 執照持有者有權終止個別終端傳輸。 • 無線電設備應於終端執行個別地區控制與監控功能，並由網路控制與監控中心授權、監督與管理。 • 對於以網格（MESH）配置之衛星網路，網路業者須將具獨立集中控制與監控功能。而具備單點對多點（Point-to-Multipoint）及端到端（Point-to-Point）等配置能力之地球電臺始得獲得永久地球電臺之授權。

資料來源：Ofcom. (2020). Satellite (Earth Station Network). Retrivevd from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0030/212997/starlink-internet-services-limited_redacted.pdf (Aug. 10, 2021)

6. 使用期限

根據英國頻率、地球電臺、太空站執照的頻率與電臺核發之方式採同時核發，以 Starlink 為例，執照效期為 1 年[738]。

7. 其他相關規定

Ofcom 針對衛星（地球電臺網路）執照收取固定費用，其中包括管理費用。依據 Ofcom 於 2011 年公告之《衛星地球電臺執照費用（Fees for Satellite Earth Station Licences）》[739]，衛星（地球電臺網路）執照年費為 200 英鎊（約新臺幣 7,734 元）[740]。

三、加拿大

（一）主管機關與監理法規

加拿大衛星事務監理機關為加拿大廣播電視及通訊委員會（Canadian Radio-television and Telecommunications Commission, CRTC）以及創新、科學及經濟發展部（Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED），主要遵循監理法規為 1993 年的《電信法（Telecommunications Act）》與《無線電通訊法（Radiocommunication Act）》。

根據 CRTC 之規定，欲在加拿大從事電信業務，所有電信業者皆須向 CRTC 註冊。若國外電信營運商欲在加拿大從事國際電信服務，需取得國際電信服務執

738 Ofcom. (2020). Satellite (Earth Station Network). Retrivevd from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0030/212997/starlink-internet-services-limited_redacted.pdf (Aug. 10, 2021)

739 Ofcom. (2011). Fees for Satellite Earth Station licences. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/27461/fees.pdf (Jul.31, 2020)

740 依中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，英鎊兌新臺幣匯率為 38.672。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf（110 年 7 月 16 日）

照。根據《電信法（Telecommunications Act）》第 16.1 條規定：(1)除了符合國際電信服務執照之規定外，CRTC 指定類別的電信服務供應商不得提供國際電信服務；(2)除了符合國際電信服務執照之規定外，任何電信服務業者均不得提供 CRTC 規定的電信服務類別內的國際電信服務。第 16.3 條則規定，衛星服務通訊業者須向 CRTC 提出「基本國際電信服務（Basic International Telecommunications Services, BITS）」執照之申請。

欲申請電信營運商須滿足：依加拿大法律註冊成立的組織或繼續經營的實體，且是加拿大擁有並控制的實體（電信法第 16（2）條）。另根據《無線電通訊法（Radiocommunication Act）》第 5 條規定，ISED 部長可頒發無線電執照、頻譜執照或其他類型之授權，以及確定和修改授權的項目與條件。授權內容，包括衛星固定業務（Fixed-satellite Services, FSS）、衛星行動業務（Mobile Satellite Services, MSS）以及廣播衛星業務（Broadcasting-satellite Services, BSS）之頻譜執照；以及所有其他衛星服務（包括地球探測、太空研究等）之無線電執照，以及僅用於 MSS 的衛星遙測等其他執照。

（二）政策作法

為縮小偏遠或農村與城市之間的數位落差，需升級與新建網路基礎設施，不僅耗資大量的時間和金錢，亦需各級政府和產業共同努力。CRTC 設立 7.5 億加幣（約新臺幣 166.73 億元）[741]的寬頻基金，以幫助所有加拿大民眾使用寬頻網路和行動無線服務[742]。

為使加拿大農村人口連接高速網際網路，2020 年 11 月加拿大創新、科學和經濟發展部（ISED）宣布將支持 Telesat 衛星公司，提供 6 億加幣（約新臺幣 133.39 億元）資金，協助其 2021 年建造低軌衛星，2022 年開始佈署，將 78 顆衛星發射至極地軌道並提供服務，實現 2030 年 100%加拿大民眾連接高速網路[743]。

衛星服務涉及衛星系統與衛星地球電臺，加拿大開放申請衛星服務程序，主要依據客戶程序通知（Client Procedures Circular, CPC）文件。以下依續說明加拿大申請固定地球電臺與使用外國衛星、行動地球電臺，以及基本國際電信服務（Basic International Telecommunications Services, BITS）之申請作法與考量因素。

1. 申請流程

（1） 加拿大固定地球電臺與使用外國衛星

[741] 依中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，加幣兌新臺幣匯率為 22.231。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf（110 年 7 月 16 日）

[742] CRTC. (2020). BROADBAND FUND. Retrieved from https://crtc.gc.ca/eng/internet/fnds.htm (Aug. 10, 2021)

[743] Telesat. (2020). Telesat and the Government of Canada Finalize $600M Agreement to Bridge Canada's Digital Divide with Telesat's Low Earth Orbit Satellite Constellation. Retrieved from https://www.telesat.com/press/press-releases/telesat-and-the-government-of-canada-finalize-600m-agreement-to-bridge-canadas-digital-divide-with-telesats-low-earth-orbit-satellite-constellation/ (Aug. 10, 2021)

加拿大主管機關規範固定地球電臺（Fixed Earth Stations）與使用外國衛星之申請程序，係依客戶程序通知（Client Procedures Circular, CPC）第 2-6-01 號文件《加拿大提交固定地球電臺許可和批准使用外國衛星之申請程序》（CPC-2-6-01），主要規範提交太空無線電通訊服務中運行的固定地球電臺執照申請時的許可程序。

- **執照種類**

在加拿大營運的固定地球電臺須符合 CPC-2-6-01 之程序，取得無線電執照授權；衛星行動業務供應商須符合 CPC-2-6-06 之程序，取得包括用戶終端在內之頻譜執照授權。

- **評估標準**

ISED 根據以下標準評估審核固定地球電臺許可申請：

- 持有執照之資格：頒發固定地球電臺執照給合格的服務供應商或用戶。申請者必須遵守《無線電通訊規則（Radiocommunication Regulations）》第 9 條第（1）款中規定持有無線電執照之資格標準。
- 頻譜分配與使用政策：對固定地球電臺執照申請進行評估，以確保符合加拿大頻譜分配和使用政策，申請者可查閱加拿大頻率分配表（Canadian Table of Frequency Allocations）。
- 獲准的衛星使用：所有地球電臺都必須使用已獲批准在加拿大使用的衛星。若衛星符合 CPC-2-6-01 附件 C 所載符合世界貿易組織（WTO）成員授權衛星之評估標準時，將獲准使用外國衛星。
- 國內和國外協調：進行國內外協調是為了確保加拿大頻率指配的運行避免頻率干擾問題。
- 技術可接受性：地球電臺無線電設備必須符合技術要求文件（SRSP-101）中指定適用加拿大的技術要求。
- 符合安全法規 6（Safety Code 6）、土地使用和公眾諮詢、環境評估和航空安全之相關安全規範：申請者必須遵守《無線電通訊和廣播天線系統(Radiocommunication and Broadcasting Antenna Systems)》（CPC-2-0-03）之程序。

- **固定地球電臺執照之申請作業**

- 申請新執照：申請固定地球電臺執照時，申請者可填寫線上申請表，或透過郵寄、電子郵件或傳真到最近的地區辦事處。申請表如 CPC-2-6-01 附件 B 有關地球電臺之資訊，包括需提供申請者資訊與一般資訊、技術認證、工作站、相關太空站資訊、地球電臺天線、發射地球電臺資訊、接收地球電臺資訊、符合技術標準之證明文件與協調/通知文件。
- 額外資訊：在某些情況下，ISED 可能要求服務供應商提交其他資訊，以完成申請評估。
- 可運輸的地球電臺：可運輸地球電臺之許可申請，提供前述相同資訊。
- 執照修訂：對地球電臺的運行進行任何修訂，皆需獲得 ISED 批准才能實施。

- ISED 回覆：ISED 將對申請案進行評估，並在收到完整申請書後的 45 天內答覆申請者。回覆內容包括，申請結果與許可條件、國內協調與國外協調條件、額外資訊，或拒絕申請結果與理由。
- 公開資訊：向公眾公開 ISED 之技術與行政頻率清單。

● **使用外國衛星之申請作業**

- 若要在加拿大使用外國衛星，須提出申請並經 ISED 核准。主要評估標準[744]：
- 該太空站已獲得世界貿易組織（WTO）成員國管理機關之授權；
- 衛星網路已透過適當的 ITU 程序和規則成功地進行協調（若協調尚未完成，則可在成功完成後予以批准）；
- 該衛星站符合加拿大頻譜政策要求，尤其在頻率分配、利用和效率、有序佈署，以及與其他無線電服務和授權在相同和相鄰頻段中使用的電臺共存等。

● **申請所需資訊**

根據 CPC-2-6-01 文件，加拿大固定地球電臺（Fixed Earth Stations）與使用外國衛星之申請，申請者須提交 CPC-2-6-01 附件 C 所需資訊。若擬議之衛星符合在加拿大使用的所有標準，則 ISED 會將商業衛星的詳細資訊列入提供衛星固定業務（FSS）的外國衛星批准清單。提交資訊或將衛星列入批准的衛星清單，均不收取任何費用（表 6.3.6）。

表 6.3.6　加拿大申請使用外國太空站之內容

項目	內容
申請者	• 包括填寫申請者姓名和地址，以及聯繫人姓名、電話號碼、傳真號碼和 email。 • 描述申請者與衛星營運商之間的關係。
• 衛星	• 填寫衛星名稱和衛星營運商，包括通知 ITU 衛星名稱以及衛星的商業名稱； • 衛星的剩餘使用年限； • 指名負責衛星的主管機關並且是否為 WTO 成員； • 將主管機關與衛星網路之間的協調情形，提供給 ITU； • 若為 GSO：以西經為單位提供衛星的軌道位置； • 若為 NGSO：提供軌道平面的數量、每個軌道平面中的衛星數量、每個軌道的傾斜角度，以及衛星高度（以公里為單位）； • 描述加拿大的衛星涵蓋範圍，必要時包括涵蓋圖； • 列出衛星將使用的頻段，並指明相關的地球電臺將使用加拿大哪些頻段； • 描述在加拿大提供的服務類型。

資料來源：ISED. (2015). CPC-2-6-01—Procedure for the Submission of Applications to License Fixed Earth Stations and to Approve the Use of Foreign Satellites in Canada. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01940.html (Aug. 10, 2021)

[744] ISED. (2015). CPC-2-6-01 — Procedure for the Submission of Applications to License Fixed Earth Stations and to Approve the Use of Foreign Satellites in Canada. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01940.html#sC (Aug. 10, 2021)

（1） 加拿大行動地球電臺

加拿大行動地球電臺之申請作業，遵循客戶程序通知第 2-6-06 號文件《加拿大提交衛星行動業務之申請指南》(CPC-2-6-06)，作為衛星行動業務之申請指南，包括使用衛星固定業務頻率之行動地球電臺以及船舶式地球電臺。

- **行動衛星業務執照之申請者資格**

依據《無線電通訊規則（Radiocommunication Regulations）》第 9（1）條規定，申請衛星行動業務執照之持有人資格，為持有無線電授權的實體。

- **衛星行動業務執照之申請文件**

在加拿大申請衛星行動業務意向書之必要訊息，彙整如表 6.3.7：

表 6.3.7 加拿大衛星行動業務執照之申請文件

項目	內容
申請者	• 填寫申請者、公司主要業務、申請者的組織狀況（個人、法人或有限合夥企業等）、聯絡人姓名、職位、郵寄地址、email 和電話號碼。 • 公司註冊資料，例如公司的註冊時間、地點以及管轄範圍。 • 申請者的公司註冊證書副本。
服務	• 詳細說明擬議的衛星行動業務。 • 提供服務的 5 年實施計劃表。該計劃應包括服務實施日期和頻譜要求，並提供足夠的資訊來驗證時間表。 • 描述申請者與行動無線電設備用戶之間關係。 • 描述申請者在加拿大時將如何適應非加拿大註冊用戶站的發行和營運。
衛星行動業務政策框架	• 關於申請者和提議的衛星行動業務如何滿足《無線電系統政策 RP-007》所有標準。
服務供應商協議	• 服務供應商與衛星營運商之間在加拿大境內提供衛星行動業務的協議副本。
系統描述	• 以 CPC-2-6-06 附件 B 為指南，對擬議的行動衛星系統和用戶地球電臺進行說明。
其他資訊	• 其他有助於評估申請的資訊。

資料來源：ISED. (2015). CPC-2-6-06— Guidelines for the Submission of Applications to Provide Mobile Satellite Services in Canada. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01036.html#s1 (Aug. 10, 2021)

（2） 基本國際電信服務（BITS）執照

- **申請程序**

電信服務業者須先向 CRTC 註冊，才能在加拿大提供電信服務。其中，電信服務包括但不限於當地的語音服務、VoIP 語音服務、網路服務、長途電話服務、無線服務與公用電話服務等。所有欲在加拿大從事國際電信業務之電信供應商都必須獲得 BITS 執照。

- **BITS 執照之申請文件**

申請業者在申請 BITS 執照前，必須由申請業者的管理者或指定受訪者才能填寫 BITS 的 Form 503。BITS 完成的申請書副本以及 BITS 申請書的相關任何信函將在 CRTC 的公共檢查室（Public Examination Rooms）放置 30 天，在頒發執照之前，供公眾檢查。

3. 開放頻率

衛星服務營運商之使用頻率，係根據加拿大 2018 年版的頻率分配表（Canadian Table of Frequency Allocations 2018 Edition）[745]（表 6.3.8），旨在反映加拿大國內頻譜需求，並透過公眾諮詢後由 ISED 制定與頒布頻譜分配及使用政策。

表 6.3.8　加拿大使用的 MSS 頻段

類別	頻段
Mobile Satellite Service（MSS）	137-138 MHz、148-150.05 MHz、156.7625-156.7875 MHz、156.8125-156.8375 MHz、161.9625-161.9875 MHz、162.0125-162.0375 MHz、312-315 MHz、387-390 MHz、399.9-400.05 MHz、400.15-401 MHz、406-406.1 MHz、455-456 MHz、459-460 MHz、608-614 MHz
1.5/1.6GHz MSS	1525-1559 MHz、1610-1660.5 MHz
2GHz MSS	2000-2020 MHz、2180-2200 MHz、2483.5-2500 MHz
GSO and NGSO MSS	14-14.5 GHz、19.7-20.2 GHz、29.5-30 GHz、50.4-51.4 GHz、66-71 GHz、71-74 GHz、81-84 GHz、123-130 GHz、158.5-164 GHz、191.8-200 GHz、252-265 GHz

資料來源：ISED. (2018). Canadian Table of Frequency Allocations (2018 Edition). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10759.html (Aug. 10, 2021)

此外，在加拿大可使用之衛星固定業務（FSS）頻段，整理成表 6.3.9。

表 6.3.9　加拿大使用的 FSS 頻段（部分）

頻段	頻率分配	協調要求
10.7-10.95 GHz	FS 和 FSS（太空對地球）	國內和國際
10.95-11.2 GHz	FS 和 FSS（太空對地球）	國內和國際
11.2-11.45 GHz	FS 和 FSS（太空對地球）	國內和國際
11.45-11.7 GHz	FS 和 FSS（太空對地球）	國內和國際
11.7-12.2 GHz	FSS（太空對地球）	國際
12.75-13.25 GHz	FS 和 FSS（地球對太空）	國內和國際
13.75-14.0 GHz	FSS（地球對太空）	國內和國際
14.0-14.5 GHz	FSS（地球對太空）	國際
19.7-20.2 GHz	FSS（地球對太空）	國際
18.8-19.3 GHz 18.3-18.8 GHz 17.7-18.3 GHz	FSS（地球對太空）	國內和國際

[745] ISED. (2018). Canadian Table of Frequency Allocations (2018 Edition). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10759.html (Aug. 10, 2021)

頻段	頻率分配	協調要求
29.5-30.0 GHz	FSS（地球對太空）	國際
29.25-29.5 GHz 28.6-29.1 GHz 28.35-28.6 GHz 27.5-28.35 GHz	FSS（地球對太空）	國內和國際

資料來源：ISED. (2015). CPC-2-6-01—Procedure for the Submission of Applications to License Fixed Earth Stations and to Approve the Use of Foreign Satellites in Canada. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01940.html (Aug. 10, 2021)

3. 市場考量

（1） BITS 執照

電信服務業者必須向 CRTC 註冊，才能在加拿大提供電信服務。其中，電信服務包括但不限於當地的語音服務、VoIP 語音服務、網路服務、長途電話服務、無線服務與公用電話服務等。所有在國際上進行電信業務的電信供應商都必須獲得 BITS 執照。在國際電信服務的市場競爭與公平環境方面，申請 BITS 被許可人不得從事與提供國際電信服務有關的反競爭行為。

4. 義務

（1） 行動衛星業務執照

行動衛星業務對執照申請者之義務，包括：

- 執行申請書中的系統；
- 將衛星行動業務所產生的年度調整後總收入的至少百分之二用於執照有效期內進行與衛星有關的研發活動；
- 在涵蓋範圍和服務可用性範圍內向加拿大所有地區提供行動衛星業務；
- 提交年度報告，概述在實施該系統方面取得的進展並提供有關不同類型用戶的統計數據；
- 在商業營運開始前，協調國內和國際地球電臺的運行；
- 確保用戶無線電設備按照適用標準進行認證；
- 確保用戶地球電臺的操作符合加拿大衛生部規定的安全使用輻射發射設備之相關規範。

若 ISED 以有條件方式核發執照，衛星行動業務的申請者須同意發照條件，並提交頻譜執照費用，才能取得頻譜執照。

（2） BITS 執照

所有 BITS 執照持有人之責任，首先必須向 CRTC 註冊；必須遵守 911 的義務；以及必須獲得 BITS 執照並遵守以下事項：

- 被許可人不得從事與提供國際電信服務有關的反競爭行為。
- 被許可方應遵守 2000 年 11 月 30 日的繳費制度變更（第 CRTC 2000-745 號決定）的要求，以及 2002 年 5 月 31 日對年度繳費報告要求的變更，2002 年 5 月 31 日的電信決定 CRTC，以及 CRTC 不時修改的規定。

- 被許可人應在 CRTC 不時修改的基本國際電信許可的發行或續簽的申請表（誓章）中，保持 CRTC 要求的最新資訊。被許可人應在被許可人知道有問題的變更之日起 30 天內向 CRTC 提交此類資訊的任何變更細節。
- 被許可人應按照 CRTC 規定的格式向 CRTC 提交任何需要提交的資訊。

此外，申請業者必須向 CTRC 提供數據收集系統（Data Collection System, DCS）所需數據進行申報，並提供 BITS 宣誓文件（Affidavit）。

5. 使用期限

（1） 固定地球電臺和使用外國衛星執照之使用期限

根據 CPC-2-6-01 之規範，無線電和頻譜執照在每年 3 月 31 日到期，可續期 12 個月。

（2） BITS 執照之使用期限

關於執照使用期限（Term）或續期（Renewal）方面，根據《電信法（Telecommunications Act）》第 16.3（4）條規定執照的頒發或更新期限不得超過 10 年；執照持有者可申請續期（第 16.3（5）條）。此外，除非獲得 CRTC 的同意，否則執照不得轉讓（第 16.3（6）條）。

若發生以下事項，則 CRTC 可暫停或撤銷電信服務執照：（1）只要 CRTC 有合理理由認為被許可人違反本法案、法規或許可的任何條件，CRTC 可暫停或撤銷國際電信服務許可，但必須先以書面形式通知被許可人暫停或撤銷的原因，以及向 CRTC 進行陳述。（2）CRTC 可在執照持有人同意或經執照持有人的申請中止或撤銷執照。

6. 其他相關規定

（1） 申請固定地球電臺執照，特殊情形可採事前批准（Pre-approval）程序

在某些情況下，建立地球電臺前需進行大量規劃，並且申請者可能希望事先向 ISED 確認執照核發情形。申請者可在線上申請提交建立地球電臺之意向書（Letter of Intent），就擬議地球電臺的許可申請批准，或透過郵寄、電子郵件或傳真到最近的地區辦事處。

在收到意向書後 30 天內，ISED 將回覆申請者。在意向書被接受的情況下，申請者原則獲得建立地球電臺的批准以及適用於地球電臺授權之條件。若原則批准此類申請，ISED 將請申請者提交其餘資訊，以完成許可固定地球電臺之申請。一旦提供其餘資訊，ISED 將評估完整的申請並做出適當回覆。

四、德國

（一）主管機關與監理法規

德國聯邦網路管理局（Bundesnetzagentur, Federal Network Agency, BNetzA）主管衛星之頻率分配、頻率使用、地球電臺及網路運行，也擔任協助衛星業者代為向國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）註冊、申請頻率與軌道位置。

德國衛星監理法規主要依循《電信法（Telekommunikationsgesetz, TKG）》第56條規定，凡涉及GSO與NGSO的衛星軌道及頻譜使用皆須經BNetzA授權。因此，若欲在德國進行衛星系統的事前發布、協調、通知等相關事宜，須遵守BNetzA相關規定辦理[746]。換言之，德國衛星業者向ITU提交衛星計畫，須透過BNetzA遞交申請文件。

（二）政策作法

根據德國TKG第55條第1項，每項衛星頻率指配須依頻率使用計畫（Frequency Usage Plan），其中為促進技術進步及儘早實施國際頻率協調，頻率使用計畫僅包括一項具無干擾及效率的頻率使用架構，由BNetzA統一架構進行管理。另依據TKG第60條規定，頻率分配之使用類型及範圍，應確保有效且無干擾情況下使用。

（三）開放申請衛星通訊服務程序與考量因素

1. 申請資格

國際衛星業者欲在德國境內從事經營衛星軌道及使用頻譜，須事先經BNetzA核准。根據德國TKG第56條第1項[747]規定，衛星軌道位置和頻率使用之申請者，其申請資格需具備在德國境內居住或設立公司之自然人或法人身分，並遵守ITU規範之相關義務。

2. 申請流程

衛星業者欲在德國申請衛星地球電臺，需先填寫申請書遞交BNetzA進行申請。申請書主要內容，包括衛星地球電臺之頻率指配申請相關資訊、衛星地球電臺頻率協調規範，以及衛星地球電臺頻率協調的細部規範等[748]，參酌表6.3.10。就衛星地球電臺之頻率指配相關資訊，主要內容包括申請者、衛星地球電臺、衛星系統，以及衛星服務內容與範圍等相關資訊，提供BNetzA進行審議時之參考資料。

表6.3.10　德國衛星地球電臺申請書之內容（節錄）

項目	細部項目	詳細內容
衛星地球電臺之頻率指配資訊	申請者資訊	• 填寫申請者的基本資料，包括申請業者的郵寄地址、email、電話號碼、聯絡人資訊等
	衛星地球電臺資訊	• 填寫衛星地球電臺的相關資料，包括應用範圍、地理座標、轉換頻率、頻段、轉換功率、衛星傳送距離等

[746] Bundesnetzagentur. (2020). Notification of satellite systems (orbit segment). Retrieved from: https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/FrequencyAssignment/SatelliteCommunications/SatelliteCommunications_node.html (Jul. 30, 2021)
[747] Telekommunikationsgesetz, § 56 Orbitpositionen und Frequenznutzungen durch Satelliten. Retrieved from https://dejure.org/gesetze/TKG/56.html ((Jul. 30, 2021)
[748] Bundesnetzagentur. (2020). Application satellite services. Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/FrequencyAssignment/SatelliteCommunications/Application_Satellitenfunk_DE_EN_pdf.pdf;jsessionid=D654191E59D997167831348C2D22AA4A?__blob=publicationFile&v=3 (Jul. 30, 2021)

項目	細部項目	詳細內容
	衛星系統資訊	• 填寫衛星系統名稱、ITU 登記衛星名稱、衛星系統位置
	服務範圍資訊	• 填寫服務概述，包括申請衛星地球電臺的目的、其他資訊

資料來源：Bundesnetzagentur. (2020). Application satellite services. Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/FrequencyAssignment/SatelliteCommunications/Application_Satellitenfunk_DE_EN_pdf.pdf;jsessionid=D654191E59D997167831348C2D22AA4A?__blob=publicationFile&v=3 (Jul. 30, 2021)

3. 開放頻率

依照德國《頻率條例（Frequenzverordnung, FreqV）》所附載之頻率分配表（Anlage Frequenzzuweisungstabelle für die Bundesrepublik Deutschland）[749]，研究團隊將德國 BNetzA 規劃 10GHz 至 50GHz 供衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）所使用之頻段彙整於表 6.3.11。

表 6.3.11　德國衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）之使用頻段（10-50GHz）

頻段（GHz）	衛星固定業務（FSS）		衛星行動業務（MSS）	
	太空對地球	地球對太空	太空對地球	地球對太空
10.7 - 11.7	V			
12.5 - 12.75	V	V		
12.75 - 13.25		V		
13.75 - 14		V		
14 - 14.25		V		V
14.25 - 14.3		V		V
14.3 - 14.47		V		V
14.47 - 14.5		V		V
17.3-17.7	V	V		
17.7 - 18.1	V	V		
18.1 - 18.4	V			
18.4 - 18.6	V			
18.6 - 18.8	V			
18.8 - 19.3	V			
19.3 - 19.7	V	V		
19.7 - 20.1	V			
20.1 - 20.2	V		V	
20.2 - 21.2	V		V	
24.65-24.75		V		
27.5 - 28.5		V		
28.5 - 29.1		V		
29.1 - 29.5		V		
29.5 - 30		V		

[749] Frequenzverordnung (FreqV), Anlage Frequenzzuweisungstabelle für die Bundesrepublik Deutschland. http://www.gesetze-im-internet.de/freqv/anlage.html (Jul. 30, 2021)

頻段（GHz）	衛星固定業務（FSS）		衛星行動業務（MSS）	
	太空對地球	地球對太空	太空對地球	地球對太空
30-31		V		V
37.5-39.5	V			
39.5-40	V		V	
40-40.5	V		V	
40.5-42.5	V			
42.5-43.5		V		
47.2-50.2		V		

資料來源：Gesetze im Internet. (2021). Frequenzverordnung (FreqV), Anlage Frequenzzuweisungstabelle für die Bundesrepublik Deutschland. Retrieved from http://www.gesetze-im-internet.de/freqv/anlage.html (Jul. 30, 2021)

BNetzA 於 2020 年 12 月 18 日發布授予 Starlink 衛星系統頻率執照，核准的頻率使用範圍包含 14.0-14.5 GHz（地球對太空），總頻寬為 500MHz；而 10.95-12.75 GHz（太空對地球），總頻寬為 1,800MHz。表 6.3.12 整理德國聯邦《頻率條例（Frequenzverordung, FreqV）》對於衛星固定業務在 10.7-12.75GHz、14.0-14.5GHz 之頻段規劃，以及 BNetzA 核准 Starlink 使用頻率。

表 6.3.12　BNetzA 核准 Starlink 之使用頻率

頻段（GHz）	業務類型	BNetzA 核准 Starlink 使用頻率
10.7-11.7	固定通信業務 衛星固定業務（太空對地球）	10.95-12.75GHz(太空對地球) （總頻寬 1,800MHz）
11.7-12.5	固定通信業務 衛星廣播業務	
12.5-12.75	衛星固定業務(太空對地球)(地球對太空)	
14.0-14.25	衛星固定業務（地球對太空） 衛星行動業務（地球對太空）	14.0-14.5GHz（地球對太空） （總頻寬 500MHz）
14.25-14.3	固定通信業務 衛星固定業務（地球對太空） 衛星行動業務（地球對太空）	
14.3-14.47	固定通信業務 衛星固定業務（地球對太空） 衛星行動業務（地球對太空）	
14.47-14.5	固定通信業務 衛星固定業務（地球對太空） 衛星行動業務（地球對太空）	

資料來源：BNetzA. (2020). Amtsblatt 24. Retrieved from http://www.bnetza-amtsblatt.de/download/49 (Jul. 30, 2021)

4. 市場考量

盤點德國「股份有限公司法（Gesetz betreffend die Gesellschaften mit beschränkter Haftung, GmbHG）」及「電信法（Telekommunikationsgesetz）」並未明訂外資參進德國市場之限制規範。依《電信法》第 56 條僅明訂，申請者若

為德國自然人或法人身分在德國境內申請衛星計畫，必須提交申請資料供BNetzA 進行審查。

5. 義務

德國授予 Starlink 使用的頻段為非專用頻段，需與其他衛星系統共享頻譜。以 Starlink 衛星系統為例，BNetzA 指配 Starlink 使用之 10.95-12.75GHz 和 14.0-14.5GHz 頻段，亦可核配給其他 NGSO 衛星系統使用。Starlink 必須制定適當的頻率協調機制，以確保可與多個 NGSO 衛星系統和諧共用頻譜。

例如在 11.7-12.5GHz 頻段內，固定通訊業務不得對衛星廣播業務的無線電臺產生有害干擾。此頻段亦核配給非地面系統之衛星固定業務（太空對地球），對於提供衛星廣播業務的地面衛星網路，非地面系統之衛星固定業務（空對地）不能要求提供任何保護。以 Starlink 衛星系統為例[750]，由於 Starlink 衛星系統擁有眾多的低軌衛星，需確保對既有使用者無干擾運行：包含確保與相同和相鄰頻率範圍內其他應用，如無線電天文（Radio Astronomy）、固定通信鏈路（Fixed Links）和地球同步衛星（Geostationary Satellite）等應用產生無干擾運行。

6. 使用期限

依據 BNetzA《衛星通信頻率指配管理規則（Administrative Regulations for the Assignment of Frequencies for Satellite Communications, VVSatFu）》所規範，德國地球電臺頻率指配之執照效期最長為 10 年[751]。但實際運作時，BNetzA 會依據申請案件進行審議，以 Starlink 為例，BNetzA 針對這種新型態的低軌衛星通訊服務，初期頻率指配僅限定為 1 年，以動態評估其發展情形，可彈性進行政策方向調整[752]。

7. 其他相關規定

（1） 德國低軌衛星之執照屆期換照條件

依據德國聯邦網路局（Bundesnetzagentur, Federal Network Agency, BNetzA）於 2020 年 12 月 23 日發布之公報[753]，Starlink 衛星無線電網路頻率使用權將於 2021 年 12 月 31 日屆期，屆期後若仍符合指配要求，或依技術性參數、條款與要求更新，則得依 Starlink 衛星無線電網路所有人請求展延頻率使用權。

且依德國《電信法》第 55 條規範「頻率分配（Frequenzzuteilung）」，其中第 9 項規定，應符合同條第 5 項條件下展延頻率使用權。第 5 項於頻率分配時，

---

750 Bundesnetzagentur. (2020). Spectrum assignment for broadband internet via satellite. Retrieved from: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2020/20201218_Starlink.html (Jul. 30, 2021)

751 Bundesnetzagentur. (2010). Administrative Regulations for the Assignment of Frequencies for Satellite Communications, VVSatFu. Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/FrequencyAssignment/SatelliteCommunications/VVSatFu05E100301_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Jul. 30, 2021)

752 BNetzA. (2020). Amtsblatt 24. Retrieved from http://www.bnetza-amtsblatt.de/download/49 (Jul. 30, 2021)

753 BNetzA. (2020). Amtsblatt 24. Retrieved from http://www.bnetza-amtsblatt.de/download/49 (Jul. 30, 2021)

應符合頻率計畫（Frequenzplan）之預期用途、頻率可用性、與其他頻率使用之兼容性、確保執照申請者有效且無干擾地使用頻率[754]。

《電信法》第 55 條第 7 項規定，頻率使用的開始和結束必須立即通知 BNetzA；若名稱變更、地址變更、所有權的直接和間接變更（包括關係企業的變更）以及身份轉換均應向 BNetzA 報告。若欲繼續使用頻率，須變更頻率指配執照，則必須提交適當資料，以書面形式向 BNetzA 申請（第 55 條第 8 項第 4 款）。第 55 條第 9 項明定，頻率指配通常有一定的期限，必須符合相關的用途，並適當考慮相應投資額的攤銷，若滿足第 55 條第 5 項頻率指配要求，應延長頻率指配期限[755]。

五、澳洲

（一）主管機關與監理法規

依據《澳洲通訊與媒體管理局法（Australian Communications and Media Authority Act）》第 8 條至第 11 條規定，賦予澳洲通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）監管範圍，包括無線通信、傳播與網路內容，以及頻譜管理和設備等，其中包括衛星事業規管事宜[756]。

澳洲對於外國衛星業者落地監理之相關法規，主要乃依循 1992 年《無線電通信法（Radiocommunications Act 1992）》。根據該法第 5 條定義之「外國太空物體（Foreign Space Objects）」，係指非澳洲的太空物體。外國衛星業者欲成為外國太空物體之名單，需先向 ACMA 提出申請。根據《2014 年無線電通信（外國太空物體）決定（Radiocommunications（Foreign Space Objects）Determination 2014）》規定，成為外國太空物體名單為衛星系統獲得營運執照之先決條件。

（二）政策作法

澳洲政府於 2018 年 7 月 1 日成立澳洲太空局（Australian Space Agency, ASA），使得澳洲太空部門受到關注。ASA 旨在將澳洲太空部門發展為重要的經濟支柱，以期至 2030 年為澳洲創造每年 120 億澳幣（約新臺幣 2,496.25 億元）[757]的經濟產值，以及在太空工業提供 20,000 個工作機會[758]。

澳洲主管機關 ACMA 針對澳洲太空市場進行研究，並依據研究結果，以了解全球太空部門透過風險投資公司增加太空項目的投資、發射有效載荷（Payload）的成本下降與發射次數增加、小型衛星的發展等趨勢，據以調整其太空政策。

---

754 Gesetze im Internet. (2021). Telekommunikationsgesetz. Retrieved from https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2004/index.html#BJNR119000004BJNE001502308 (Jul. 30, 2021)

755 Gesetze im Internet. (2021). Telekommunikationsgesetz. Retrieved from https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2004/index.html#BJNR119000004BJNE001502308 (Jul. 30, 2021)

756 Australian Government Federal Register of Legislation. (2005). Australian Communications and Media Authority Act 2005. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/C2020C00074 (Aug. 10, 2021)

757 依中央銀行「我國與主要貿易對手通貨對美元之匯率」換算，澳幣兌新臺幣匯率為 20.802。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf（110 年 7 月 16 日）

758 ACMA. (2021). Market study Australian space sector. Retrieved from https://www.acma.gov.au/publications/2021-04/report/market-study-australian-space-sector (Aug. 10, 2021)

澳洲政府更通過太空基礎設施基金（Space Infrastructure Fund）和國際太空投資-擴展能力補助計畫（International Space Investment-Expand Capability Grants），以投資澳洲太空產業。其中，太空基礎設施基金規模為 1,950 萬澳幣（約新臺幣 4.06 億元），用於促進澳洲太空部門發展。而擴展能力補助計畫則著重於以下重點：為澳洲太空部門創造打進國際太空產業鏈之機會；提升澳洲太空部門的研發能力並創造就業機會；展示澳洲太空部門提供國際太空相關產品和服務之成果[759]。

（三）開放申請衛星通訊服務程序與考量因素

1. 申請資格

依據澳洲通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）於 2019 年 10 月發布之「外國太空物體決定更新（Update to Foreign Space Objects Determination）」公開諮詢文件（ACMA，2019）[760]，「2014 年無線電通訊（外國太空物體）決定（Radiocommunications (Foreign Space Objects) Determination 2014，簡稱外國太空物體決定）」中明訂之控制業務實體可獲得太空物體通訊類別執照（Communication with Space Object Class Licence）。

「外國太空物體決定」為 ACMA 創設之立法手段，以將《1992 年無線電通訊法（Radiocommunications Act 1992）》擴張適用於決定增列外國業務實體所有、控制或操作之太空物體，亦即澳洲境內之太空物體及地球電臺間無線電通訊應取得 ACMA 核發之執照。準此，外國衛星業者必須先納入「外國太空物體決定」之表 1（Schedule 1 Owners, controllers or operators of foreign space objects operating in frequency range mentioned in class licence）[761]中，始有資格申請使用太空物體通訊類別執照釋出之衛星頻段經營衛星網路。

嗣於 2020 年 4 月修正的「外國太空物體決定」[762]，於第 19 項增列 SpaceX Services, Inc.。表 6.3.13 為擁有、控制或經營外國太空物體之公司名單。

表 6.3.13　擁有、控制或經營外國太空物體之公司名單

序號	擁有、控制或經營外國太空物體之公司
1	Globalstar L.P.（在美國註冊成立）
2	Iridium LLC（在美國註冊成立）
3	ORBCOMM Global L.P.（在美國註冊成立）
4	Intelsat US LLC（在美國註冊成立）
5	Inmarsat Global Limited（在英國註冊成立）
6	SKY Perfect JSAT Corporation（在日本註冊成立）
7	Asia Satellite Telecommunications Holdings Limited（在香港註冊成立）

[759] ACMA. (2021). Market study Australian space sector. Retrieved from https://www.acma.gov.au/publications/2021-04/report/market-study-australian-space-sector (Aug. 2, 2021)
[760] ACMA. (2019). Update to Foreign Space Objects Determination. Retrieved from https://web.acma.gov.au/rrl/site_search.site_lookup?pSITE_ID=10021790 (Aug. 2, 2021)
[761] Australian Government Federal Register of Legislation. (2021). Radiocommunications (Foreign Space Objects) Determination 2014. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00363 (Aug. 2, 2021)
[762] Australian Government Federal Register of Legislation. (2021). Radiocommunications (Foreign Space Objects) Determination 2014. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00363 (Aug. 2, 2021)

序號	擁有、控制或經營外國太空物體之公司
9	Thaicom Public Company Limited（在泰國註冊成立）
10	New Skies Satellites B.V.（荷蘭註冊成立）
11	SES Americom, Inc（在美國註冊成立）
12	Thuraya Telecommunications Company（在阿拉伯聯合酋長國註冊成立）
14	Eutelsat Asia Pte Ltd（在新加坡註冊成立）
15	APT Satellite Company Limited（香港註冊成立）
16	Network Access Associates Ltd（在英國註冊成立）
17	SpaceQuest, Ltd.（在美國註冊成立）
18	Kepler Communications Inc.（在加拿大註冊成立）
19	SpaceX Services, Inc.（在美國註冊成立）
20	Swarm Technologies, Inc.（在美國註冊成立）
21	Astrocast SA（在瑞士註冊成立）
22	Fleet Space Technologies Pty Ltd（ACN 607 948 729）（在澳洲註冊成立）
23	Hiber B.V.（在荷蘭註冊成立）
24	Kinéis SAS（在法國註冊成立）
25	O3b Limited（在澤西島註冊成立）
26	Viasat, Inc.（在美國註冊成立）

資料來源：Australian Government Federal Register of Legislation. (2021). Radiocommunications (Foreign Space Objects) Determination 2014. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00363 (Aug. 2, 2021)

以 SpaceX Services, Inc.為例，毋須支付任何費用以獲得太空物體通訊類別執照。該執照授權操作獲得太空執照（Space Licence）或太空接取執照（Space Receive Licence）之地球電臺間通訊。惟仍須遵守「2015 年太空物體通訊類別執照（Communication with Space Object Class Licence 2015）」、《1992 年無線電通訊法》及太空站執照所載之要求[763]。

依《1992 年無線電通訊法（Radiocommunications Act 1992）》規定，澳洲無線電通信執照可分為 3 種：設備執照（Apparatus Licenses）、類別執照（Class Licenses）和頻譜執照（Spectrum Licenses）[764]。

設備執照的類型，ACMA 可以頒發發送器（Transmitters）執照與接收器（Receivers）執照[765]。設備執照持有者可在執照指定地點或範圍內，使用和操作發送器或接收器等設備。設備執照又可分為指配執照（Assigned Licence）與非指配執照（Non-Assigned Licence）兩種，前者為 ACMA 指配頻率，後者則與其他用戶共用頻率[766]。

檢視 SpaceX 所獲執照為地球電臺執照（Earth Licence）子分類的固定地面執照（Fixed Earth），以及地面接收執照（Earth Receive），其執照類型定義如下：

[763] ACMA. (2020). Communication with a space object class licence. Retrieved from https://www.acma.gov.au/licences/communication-space-object-class-licence (Aug. 2, 2021)
[764] Australian Government Federal Register of Legislation. (2021). Radiocommunications Act 1992. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00046 (Jul. 10, 2021)
[765] Australian Government Federal Register of Legislation. (2021). Radiocommunications Act 1992. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00277 (Aug. 10, 2021)
[766] ACMA. (2021). Apparatus licences. Retrieved from https://www.acma.gov.au/apparatus-licences (Aug. 10, 2021)

（1） 固定地面執照（Fixed Earth）

地球電臺係指一種無線通訊發射機，並非位在太空物體（Space Object），係用以傳輸無線電發射（Radio Emissions）至（i）太空物體；或（ii）透過太空物體的地面接收站。而固定地球電臺（Fixed Earth Station）為運作衛星固定業務（Fixed-Satellite Service）之地球電臺[767]。地球電臺執照（Earth Licence）為一種設備執照，係除了區域執照（Area-Wide Licence）以外，授權地球電臺運作的執照[768]。地球電臺執照持有者可以運行一或多個地球電臺，透過上鏈與太空站（可為澳洲或外國的太空站）進行通訊；若要透過下鏈接收太空站通訊，則需要有地面接收站執照[769]。

（2） 地面接收執照（Earth Receive）

地面接收站為一種無線通訊接收機，並非位在太空物體，係用以接收來自（i）太空物體的無線電發射（Radio Emissions）；或（ii）透過太空物體地面接收站的無線電發射。地面接收站執照（Earth Receive Licence）為一種設備執照，授權地面接收站的運作[770]。地面接收站執照持有者可以運行一或多個地球電臺，透過下鏈接收太空站（可為澳洲或外國的太空站）通訊[771]。

2. 申請流程

若要在澳洲申請衛星執照，則衛星業者須根據《澳洲衛星協調和通知系統之程序（Australian Procedures for the Coordination and Notification of Satellite Systems）》之規定，係依 2001 年《公司法（Company Law）》在澳洲註冊成立公司，並在澳洲展開相關業務且擁有管理人員。

若要申請設備執照（Apparatus Licence），透過認可的從業人員（Accredited Person）向 ACMA 申請。依據申請者從執照清單中申請所需執照，並出具申請表。若申請成功，將由 ACMA 頒發執照，並支付執照相關費用。設備執照持有者獲准可在執照指定地點或區域內，使用和操作發送器（Transmitters）或接收器（Receivers）等設備。設備執照可分為指配執照（Assigned Licence）與非指配執照（Non-Assigned Licence）兩種，前者係指由 ACMA 指配頻率，後者則與其他用戶共用頻率[772]。

---

[767] Australian Government Federal Register of Legislation. (2015). Radiocommunications (Interpretation) Determination 2015, Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/F2020C01022 (Jul. 10, 2021)

[768] Australian Government Federal Register of Legislation. (2015). Radiocommunications (Interpretation) Determination 2015, Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/F2020C01022 (Jul. 10, 2021)

[769] ACMA. (2020). Earth licence. Retrieved from https://www.acma.gov.au/licences/earth-licence-0 (Jul. 10, 2021)

[770] Australian Government Federal Register of Legislation. (2015). Radiocommunications (Interpretation) Determination 2015, Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/F2020C01022 (Aug. 10, 2021)

[771] ACMA. (2020). Earth receive licence. Retrieved from https://www.acma.gov.au/licences/earth-receive-licence (Aug. 10, 2021)

[772] ACMA. (2021). Apparatus licences. Retrieved from https://www.acma.gov.au/apparatus-licences#licence-period (Aug. 10, 2021)

3. 開放頻率

澳洲衛星通信可使用的頻段，可根據 ACMA 於 2021 年 5 月發布的《2021 年澳洲無線電頻率頻譜計畫（Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2021）》之頻率分配表（Table of Frequency Band Allocations），現今低軌衛星主要使用頻段為 10GHz 至 50GHz，將衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）有關的頻段彙整如表 6.3.14 所示：

表 6.3.14　澳洲衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）之使用頻段（10-50GHz）

頻段（GHz）	衛星固定業務（FSS）		衛星行動業務（MSS）	
	太空對地球	地球對太空	太空對地球	地球對太空
10.7-11.7	V			
12.2-12.5	V			
12.5-12.75	V			
12.75-13.25		V		
13.75-14		V		
14-14.3		V		V
14.3-14.4		V		V
14.4-14.47		V		V
14.47-14.5		V		V
14.5-14.8		V		
15.43-15.63		V		
17.3-17.7		V		
17.7-18.1	V			
18.1-18.4	V			
18.4-18.6	V			
18.6-18.8	V			
18.8-19.3	V			
19.3-19.7	V			
19.7-20.1	V		V	
20.1-20.2	V		V	
20.2-21.2	V		V	
24.65-24.75		V		
24.75-25.25		V		
27-27.5		V		
27.5-28.5		V		
28.5-29.1		V		
29.1-29.5		V		
29.5-29.9		V		V
29.9-30		V		V
30-31		V		V
33.4-34.2	V			
34.2-34.7	V			
34.7-35.2	V			

頻段（GHz）	衛星固定業務（FSS）		衛星行動業務（MSS）	
	太空對地球	地球對太空	太空對地球	地球對太空
35.2-35.5	V			
35.5 – 36	V			
37.5 – 38	V			
38 – 39.5	V			
39.5 – 40	V		V	
40 – 40.5	V		V	
40.5 – 41	V			
41 – 42.5	V			
42.5 – 43.5		V		
47.2 – 47.5		V		
47.5 – 47.9		V		
47.9 – 48.2		V		
48.2 – 50.2		V		

資料來源：ACMA. (2021). Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2021. Retrieved from https://www.acma.gov.au/australian-radiofrequency-spectrum-plan (Aug. 10, 2021)

ACMA 於 2020 年 11 月 6 日授予 Starlink Australia Pty Ltd 之全區域頻譜執照（Area-wide Licensing, AWL），總頻寬 2,500MHz，僅限衛星固定通信（Fixed Satellites Services, FSS）業務。

另外，澳洲可供太空電臺使用的頻率範圍為 10.7-12.7GHz、14.0-14.5GHz、17.8-18.55GHz、18.8-19.3GHz，總頻寬為 3,750MHz。太空接收電臺使用的頻率範圍為 28.3-29.1GHz 與 29.5-30GHz，總頻寬為 1,300MHz；地面接收電臺頻率為 17.8-18.55GHz、18.8-19.3GHz，總頻寬為 1,250MHz；而固定地球電臺頻率為 27.5-28.3GHz、28.3-29.1GHz、29.5-30GHz，總頻寬 2,100MHz，參酌表 6.3.15。

表 6.3.15　ACMA 核准 Starlink 執照類型與使用頻率

執照類型	使用頻率
全區域頻譜執照	27.5-30GHz （總頻寬 2,500MHz）
太空電臺	10.7-12.7GHz、14.0-14.5GHz、17.8-18.55GHz、18.8-19.3GHz （頻寬 2,000MHz、500MHz、750MHz、500MHz，總頻寬 3,750MHz）
太空接收電臺	28.3-29.1GHz、29.5-30GHz （頻寬 800MHz、500MHz，總頻寬 1,300MHz）
地面接收電臺	17.8-18.55GHz、18.8-19.3GHz （頻寬 750MHz、500MHz，總頻寬 1,250MHz）
固定地球電臺	27.5-28.3GHz、28.3-29.1GHz、29.5-30GHz （頻寬 800MHz、800MHz、500MHz，總頻寬 2,100MHz）

資料來源：本研究整理自 ACMA（2020、2021）。

4. 市場考量

澳洲對於外資參進市場之相關法規限制，探討如下：

首先，澳洲外資審議委員會（Foreign Investment Review Board）於 2020 年 12 月 17 日提出新版的《國家安全指引通知（National Security Guidance Note）》，並於 2021 年 1 月 1 日開始實施的新法規[773]。該指引以國家安全為主要考量，規範外國人在澳洲獲得直接從事經營國家安全業務的實體之權益前，必須先通知財政部長並獲得批准。

盤點澳洲的《1997 年電信法（Telecommunications Act 1997）》、《1999 年電信（消費者保護及服務標準）法（Telecommunications（Consumer Protection and Service Standards）Act 1999）》、《1979 年電信（監察及查閱）法（Telecommunications（Interception and Access）Act 1979）》、《1997 年電信（業者執照費）法（Telecommunications（Carrier Licence Charges）Act 1997）》及《2015 年電信（監察及查閱）法修正（資料保存）法（Telecommunications（Interception and Access）Amendment（Data Retention））》、《2001 年公司法（Corporations Act 2001）》等法規，當中並未有明確規定外資之市場進入障礙，故澳洲對外資管制相對寬鬆，惟須符合《國家安全指引通知（National Security Guidance Note）》之相關規範。

5. 義務

澳洲政府通過 Starlink 進入澳洲市場，主要希望藉由衛星通信服務，以提升該國偏遠服務欠缺地區之通信服務與涵蓋範圍。因此，Sarlink 所或執照，僅能在低密度與偏遠地區提供其衛星服務，在澳洲其他地區則不得提供衛星服務。

依澳洲通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）核發予 Starlink 取得之太空電臺與太空接收電臺執照僅限於低密度與偏遠地區（Low and Remote Density Area）。依《2015 年無線電通信（接收機執照稅）決定（Radiocommunications（Receiver Licence Tax）Determination 2015）》，低密度及偏遠密度區域定義如下[774]：

（1） 可在東澳大利亞州低密度地區、西澳大利亞州低密度地區、塔斯馬尼亞州低密度地區，以及達爾文低密度地區等區域內提供頻譜接取服務。

（2） 不得在 Sydney、Melbourne、Brisbane、Perth、Adelaide、Newcastle 等區域內提供頻譜接取服務；

檢視截至 2021 年 5 月底，由 ACMA 核發予 Starlink 的地球電臺執照文件，各地球電臺站點主要坐落於新南威爾斯州（New South Wales）的 Boorowa、Broken Hill、Cobargo 等地；西澳大利亞州（Western Australia）的 Wagin、Cataby、Merredin 等地；維多利亞州（Victoria）的 Torrumbarry；以及南澳大利亞州（South Australia）的 Pimba、Ki Ki 等地，處於澳洲東南地區與西南地區。

6. 使用期限

依《1992 年無線電通信法（Radiocommunications Act 1992》規定，核發頻譜執照方式主要透過拍賣、招標、透過指配預定價格或協議價格，或直接指配等方

[773] Australian Government Foreign Investment Review Board. (2021). General guidance. Retrieved from https://firb.gov.au/general-guidance (Aug. 10, 2021)

[774] Australian Government, Federal Register of Legislation. Radiocommunications (Receiver Licence Tax) Determination 2015. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/F2015L00321 (Aug. 10, 2021)

式（第 60 條）[775]。一般而言，ACMA 核發頻譜執照多透過拍賣方式，提供商用業務使用。頻譜執照的效期最長為 20 年（第 65 條），但執照並不會自動延長效期。若頻譜執照沒有附帶換照聲明者（Renewal Statements），ACMA 會在執照到期前 5 年，通知業者是否延長；若頻譜執照附有換照聲明者，則該聲明中將有執照是否續期、續期申請時間等條件[776]。

ACMA 之設備執照可頒發執照效期最長為 20 年，惟 ACMA 頒發之設備執照效期多為 1 年[777]。

六、新加坡

（一）主管機關與監理法規

新加坡主管機關為資訊通訊媒體發展局（Info-communications Media Development Authority, IMDA），主要職掌為以頻率供應規劃、頻率分配與指配之管理及協調，以確保電信服務業者有效提供如行動、固定、衛星、短距設備（Short-Range Devices, SRD）與廣播等相關通訊服務[778]。

IMDA 依循衛星執照申請之主要規範，包含《提交使用衛星軌道執照申請書指導方針（Guidelines on the Submission of Application for the Grant of Licence for the Use of Satellite Orbital Slot）》、《衛星通訊站執照申請指導方針（Satellite Communication Station Licence Application Guidelines）》。

（二）政策作法

新加坡有關頻譜管理、指配政策以及各種無線電通訊服務（包括行動、固定、衛星、短距設備與廣播服務）之資訊，主要遵循《頻譜管理手冊（Spectrum Management Handbook）》[779]。新加坡正在更新其《無線電頻譜總體規劃（The Radio Spectrum Master Plan）》，旨在向各界提供未來幾年之頻譜可用性、頻譜使用之技術趨勢，以及 IMDA 頻譜分配與重新分配於公眾通訊網路方面之政策方向[780]。

為確保有效利用衛星軌道並避免利用軌道之衛星網路之間產生有害干擾，國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）已就衛星網路的註冊、協調與營運制定 ITU《無線電規則（Radio Regulations, RR）》。根據 ITU RR，衛星網路文件係透過 ITU 會員國之主管機關提交給 ITU。IMDA 係代表新加坡提交衛星網路申報給 ITU 之主管機關。因此，有意向 ITU 提交衛星網路文件之實體可向 IMDA 提交申請，俾利 IMDA 通知 ITU。

---

[775] ACMA. (2020). Federal Register of Legislation Radiocommunications Act 1992. Retrieved from https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00277 (Aug. 10, 2021)
[776] ACMA. (2021). Spectrum Licences. Retrieved from https://www.acma.gov.au/spectrum-licences (Aug. 10, 2021)
[777] ACMA. (2021). Apparatus Licences. Retrieved from https://www.acma.gov.au/apparatus-licences#licence-period (Aug. 10, 2021)
[778] IMDA. (2019). Spectrum Management and Coordination. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management-and-coordination (Jul. 20, 2021)
[779] IMDA. (2020). Spectrum Management Handbook. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Frameworks-and-Policies/Spectrum-Management-and-Coordination/SpectrumMgmtHB.pdf?la=en (Jul. 20, 2021)
[780] IMDA. (2020). Frequency Allocation & Assignment. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management-and-coordination/frequency-allocation-and-assignment (Jul. 20, 2021)

（三）開放申請衛星通訊服務程序與考量因素

1. 申請資格

依據新加坡《提交申請使用衛星軌道許可指南》，主管機關評估申請案件時，將考量申請者是否具有所需的技術、財務與相關法律認證，以根據其業務計畫建造、發射與操作擬議之衛星系統。主管機關還將考慮申請者是否將為整個新加坡的產業、消費者與經濟帶來效益。相關評估重點如下：

（1） 申請者的願景；
（2） 申請者的組織結構、財務能力與實力（尤其是新加坡實體的決策權以及新加坡辦事處在申請者整體公司結構之重要性）；
（3） 申請者計畫之技術健全性與執行計畫之技術能力，包括依照 ITU 規定採購衛星、發射衛星、安排保險，協調與註冊衛星網路；
（4） 衛星系統如何使新加坡的產業、消費者和/或經濟獲益（包括在新加坡開發與獲取新的 Know -how）；
（5） 申請者實現其願景與計畫之承諾；
（6） 申請者之實績；
（7） 申請者提供的任何其他資訊。

2. 開放頻率

依據《衛星通訊站執照申請指南》，被許可人必須獲得 IMDA 的許可方可進入任何太空區塊，並應遵守相關規則與程序；被許可人只能在 IMDA 批准之無線電頻段內使用或工作；未經 IMDA 的書面許可，被許可方不得使用已獲得衛星通訊站許可的任何衛星通訊設備向公眾提供電信服務[781]。

依據新加坡《頻譜管理手冊（Spectrum Management Handbook）》，IMDA 對於固定微波業務鏈路之頻譜分配依循 ITU RR（詳見表 6.3.16 及表 6.3.17）。其中，某些頻段目前與衛星業務共用。

表 6.3.16　新加坡頻率分配表(1/2)

Frequency Range	Channelling Plan	Channel Width	Min. Path Length
5925-6425 MHz	ITU-R F.383-8	29.65 MHz	20km
6425-7125 MHz	ITU-R F.384-10	20 MHz	20km
7125-7725 MHz	ITU-R F.385-9	7 MHz	20km
7725-8500 MHz	ITU-R F.386-8	29.65 MHz	20km
10.5-10.68 MHz	ITU-R F.747-0	7/14 MHz	15km
10.7-11.7 MHz	ITU-R F.387-11	20 MHz	15km
12.2-12.7 MHz	ITU-R F.746-9	20 MHz	15km
12.75-13.25 MHz	ITU-R F.497-7	28 MHz	15km
14.4-15.35 MHz	ITU-R F.636-3	7/14/28 MHz	10km
17.7-19.7 MHz	ITU-R F.595-9	27.5/55 MHz	5km
21.2-23.6 MHz	ITU-R F.637-3	3.5/7/14/28 MHz	2km

資料來源：IMDA, 2020. Spectrum Management Handbook.

[781] IMDA. (2019). Satellite Communication Station Licence. Retrieved from https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/satellite-communication-station-licence; https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and Licensing/Licensing/Telecommunication/Satellite-Communication-Station/GuideSateComm-Sat-Comm.pdf?la=en (Aug. 5, 2021)

表 6.3.17　新加坡頻譜分配表(2/2)

序號	頻率	頻寬
1	25 273kHz	16kHz
2	71.575MHz	16kHz
3	83.875/87.875MHz	16kHz
4	137.175/141.775MHz	16kHz
5	161.450MHz	16kHz
6	433.05-434.79MHz	Low power devcies of 10 mW ERP
7	866-869 MHz	Low power devcies of 500 mW ERP
8	920-925 MHz	Low power devcies of 500 mW ERP
9	1525-1559 MHz	Satellite Receive Band
10	1880-1900 MHz	Low power devcies of 100 mW EIRP
11	2400-2483.5 MHz	Low power devcies of 100 mW EIRP
12	3400-4200 MHz	Satellite Receive Band
13	5150-5350 MHz	Low power devcies of 100 mW EIRP
14	5725-5850 MHz	Low power devcies of 1 mW EIRP
15	10.7-11.7 GHz	Satellite Receive Band
16	12.2-12.75 GHz	Satellite Receive Band

資料來源：IMDA, 2020. Spectrum Management Handbook.

3. 市場考量

依據新加坡《頻譜管理手冊（Spectrum Management Handbook）》，固定服務在 ITU RR 定義為「特定固定點之間的無線電通訊服務」，包括點對點（Point-to-Point）與單點對多點（Point-to-Multipoint）之無線電系統，用於傳輸語音、視訊與數據資訊。由於固定服務無線電系統通常在 1 至 60 GHz 頻譜範圍，低於 12 GHz 的微波頻段具有良好的傳播特性，通常用於長距離無線電中繼應用。此外，考量地面和衛星行動通訊多使用於 1 至 3 GHz 頻段。因此，IMDA 通常不會將 1 至 3 GHz 頻段中的頻率分配予地面固定服務。

4. 義務

申請者應概述本身願景，以及計畫如何為產業、消費者與整個新加坡經濟帶來效益。此外，申請者應提供選擇新加坡作為其通知主管機關之理由。申請者須提供包含組織架構、財務能力與實力、技術資訊等相關資料。

（1）　組織架構、財務能力與實力

- 在衛星軌道中運行的衛星之詳細所有權結構；
- 申請者的性質與結構（集團或單一實體）：
  - 是否有任何子公司或聯營公司、合資企業與信託；
  - 屬於子公司或聯營公司；
  - 屬於上市櫃公司或未上市櫃公司；
  - 若是上市櫃公司，則提供相關細節。
- 申請者應提供以下細節：
  - 財團夥伴和/或其他相關實體的實績；
  - 如何應用財團合作夥伴或其他相關實體的任何相關經驗與專業知識在新加坡發揮槓桿效應，突顯本身的策略與競爭優勢如何在其中帶來效果；

- 如何協助新加坡開發與獲得新能量與 Know-how。

- 申請者的公司與股權結構，直接與間接所有權；
- 董事會組成與管理結構之詳細資訊，包括董事與董事會主席以及首席執行官簡歷；
- 新加坡實體的決策權以及新加坡事業處在申請者整體公司結構之重要性；
- 主要承包商之詳細資訊；
- 申請者應提交以下文件：
  - 根據《公司法》（第 50 章）提供公司證明文件影本，包括公司章程；
  - 已發行與繳足之資本以及金額；
  - 銀行存款和/或可用信貸額度；
  - 申請者過去三個財政年度經審計之財務報告副本（即損益表、資產負債表、現金流量表與審計報告）；
  - 申請者最新的中期報告；
  - 申請者未來三年之預算（即損益表、資產負債表與現金流量表）；
  - 負債相關資訊。

（2） 申請者應提供以下技術資訊：

- 在軌道內運作之太空物體的技術參數。太空物體的技術參數應符合 ITU 與相關國際規範；
- 網路的技術特徵；
- 提供的服務類型；
- 衛星系統的服務區域；
- 針對未預期情況之緊急應變措施（例如：發射失敗等）。

5. 使用期限

執照使用期限為 15 年，若主管機關認為適當得延長期限。

6. 其他相關規定

申請者可提交指南未規定，但有利於其申請之任何資訊。

七、我國

（一）主管機關與監理法規

我國衛星事業主管機關為通傳會，過去依《電信法》第 14 條第 6 項訂定《衛星通信業務管理規則》，規範衛星通信業務之相關事宜，包括衛星固定通信業務及衛星行動通信業務之經營特許，以及涉及營運管理之設備管理、頻率申請、頻率干擾及載波發射限制、業務管理等相關規定。

今處於《電信法》與《電信管理法》並存階段，若依《電信法》設立之電信事業，係依《衛星通信業務管理規則》規範衛星通信業務；若為新的電信事業，則受《電信管理法》管轄。然《電信管理法》採取「行為管理」模式，衛星通信業務因涉及無線電頻率、公眾電信網路、衛星地球電臺，以及資通訊安全等範圍，

故衛星通信業務之管理法規，則分屬在各個不同的子法下，包括《無線電頻率使用管理辦法》、《電信事業申請無線電頻率核配辦法》、《公眾電信網路檢驗辦法》、《公眾電信網路設置申請及審查辦法》、《公眾電信網路基地臺設置使用管理辦法》、《公眾電信網路審驗辦法》、《衛星地球電臺設置使用管理辦法》、《電信事業資通安全管理辦法》等。

由於新型態之衛星業者欲參進我國市場，目前我國相關主管機關如通傳會、交通部等部會，正研擬欲開放衛星之使用頻段與開放後之相關配套措施，政策將朝向符合市場需求方向開放。

（二）政策作法

蔡英文總統於 108 年 12 月 5 日出席「2019 年未來科技展」活動，提及兩項科技新願景：「進軍太空產業，臺灣不缺席」、「因應物聯網時代，成立數位發展部會」[782]，不僅藉此宣示臺灣具有研發與製造衛星之能力，以及擁有完整的高科技供應鏈，極具爭取太空商機之絕佳條件，希冀我國成為全球供應衛星零組件、地面接收設備與元件之重要研發與製造基地。

目前我國行政院核定第三期「太空科技長程發展計畫」（108 年至 117 年），預計未來 10 年將投入新臺幣 251 億元，結合國內產業、學術界、研究機構之能量，打造具高成本效益、競爭力之太空產業，推出太空產品與服務，並擴大技術研發效益，積極培育未來產業所需之太空科技人才，全面提升我國太空技術研發能量與產業製造能力，以建立本土的太空產業鏈，[783]。

另外，我國於 110 年 5 月 31 日立法院三讀通過《太空發展法》，為我國第一部國家太空法案，透過法制化的規範，提供公私部門發展太空產業之依循準則。該法明確規範我國太空活動之主管機關為科技部，並以「國家太空中心」為專責法人，協助執行與推動太空發展之相關業務[784]。

（三）開放申請衛星通訊服務程序與考量因素

觀察各國主要採取審議制作法，開放國際衛星業者參進該國電信市場。由於新型態之衛星服務業者欲參進我國市場，主管機關正研擬相關開放政策及落地管理配套措施，目前我國主管機關亦傾向採取評審制，以決定是否開放國際衛星服務業者進入我國電信市場。

為因應下世代衛星通信產業與市場發展需求，交通部修正我國「無線電頻率供應計畫」，於 110 年 8 月 16 日公告並徵詢公眾意見，規劃將於第一階段釋出 10700-12700、14000-14500、17700-20200、27500-27900、29500-30000MHz 等頻段，作為 GSO/NGSO 衛星固定通信業務之公眾電信網路設備接取使用[785]；37500-

782 總統府新聞與活動(2019)。「出席未來科技展　總統：下一個 4 年臺灣將進軍太空產業並研議設立數位發展主管機關」。檢自 https://www.president.gov.tw/NEWS/25093 (Aug. 10, 2021)

783 行政院(2020)。「積極推動我國太空科技發展」。檢自 https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/c0b9bb59-96dc-437d-a041-06e1165e944f (Aug. 10, 2021)

784 科技部新聞稿(2019)。「科技部「臺灣：從太空科研計畫，進軍全球太空產業」報告案新聞稿」。檢自 https://www.ey.gov.tw/File/D62EE771DEF82287?A=C (Aug. 10, 2021)

785 交通部(2021)。「無線電頻率供應計畫」及「中華民國無線電頻率分配表」草案。檢自 https://gazette.nat.gov.tw/EG_FileManager/eguploadpub/eg027154/ch06/type3/gov50/num25/Eg.htm (Aug. 16, 2021)

42500、47200-50200、50400-52400、71000-76000、81000-86000MHz 等頻段，則供 GSO/NGSO 衛星通信系統實驗網路之用。如表 6.3.16 彙整我國衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）頻率分配現況。

表 6.3.18　我國衛星固定業務（FSS）與衛星行動業務（MSS）之使用頻段（10-50GHz）

頻率分配 (GHz)	衛星固定		衛星行動	
	太空對地球	地球對太空	太空對地球	地球對太空
10.7000 - 11.7000	V			
12.2000 - 12.5000	V			
12.5000 - 12.7500	V			
12.7500 - 13.2500		V		
13.7500 - 14.0000		V		
14.0000 - 14.3000		V		V
14.3000 - 14.4000		V		V
14.4000 - 14.4700		V		V
14.4700 - 14.5000		V		V
14.5000 - 14.8000		V		
15.4300 - 15.6300		V		
17.3000 - 17.70		V		
17.7000 - 18.1000	V	V		
18.1000 - 18.4000	V	V		
18.4000 - 18.6000	V			
18.6000 - 18.8000	V			
18.8000 - 19.3000	V			
19.3000 - 19.7000	V	V		
19.7000 - 20.1000	V		V	
20.1000 - 20.2000	V		V	
20.2000 - 21.2000	V		V	
24.6500 - 24.7500		V		
24.7500 - 25.2500		V		
27.0000 - 27.5000		V		
27.5000 - 28.5000		V		
28.5000 - 29.5000		V		
29.5000 - 29.9000		V		V
29.9000 - 30.0000		V		V
30.0000 - 31.0000		V		V
37.5000 - 38.0000	V			
38.0000 - 39.5000	V			
39.5000 - 40.0000	V		V	
40.0000 - 40.5000	V		V	
40.5000 - 42.5000	V			
42.5000 - 43.5000		V		
47.2000 - 50.2000		V		

資料來源：交通部，中華民國無線電頻率分配表(核定本)，109 年 9 月。

第四節 各國在低軌衛星與 5G 之通訊干擾處理情形

目前各國對於低軌衛星與 5G 的通訊干擾處理情形，觀察標的國家美國、英國、加拿大、德國、澳洲與新加坡等，以美國、英國、澳洲對於此議題著墨較多，以下針對上述諸國之干擾處理進行說明。

綜觀各國主管機關將 28GHz 頻段提供衛星通信使用，惟亦有許多國家將該頻段釋出供 5G 行動通信使用，例如美國、日本、韓國等國。目前而言，各國對於低軌衛星與 5G 之通訊干擾主要發生在 28GHz 頻段，當衛星業者在太空進行無線電傳輸時，對地面通訊業者造成干擾。是以，各國主管機關在核配衛星頻譜時，需要特別關注 5G 與衛星通訊間之和諧共存議題。

一、美國

（一）美國 28GHz 通訊干擾處理情形

根據 CFR 47 § 25.203 規範，業者提出地球電臺申請前，除了船載地球電臺（Earth Station on Vessel, ESV）、車載地球電臺（Vehicle-Mounted Earth Station, VMES）與航空地球電臺（Earth Station Aboard Aircraft, ESAA）以外的地球電臺申請者，需與現有地面服務使用者、以及先前提出地球電臺申請者共同協調頻率使用。若地球電臺提供衛星固定業務，則合併於地球電臺申請程序中處理。

美國 FCC 將 28GHz 頻段核配給 5G 使用，其採取和諧共存處理方式如下[786]：首先，衛星地球電臺無線電傳輸運作須符合 ITU《無線電規則》第 22 條的功率通量密度限制（Power Flux-Density Limits）之技術規範，一旦衛星業者之網路發射功率超過前述技術規範，應與 5G 業者達成頻率協調協議。此外，依據 47 CFR § 25.136，該頻段主要分配給行動通信服務，即上層微波彈性使用業務（Upper Microwave Flexible Use Service ,UMFUS），衛星固定通信業務（FSS）於該頻段為次要服務，受行動通信服務干擾。換言之，行動通信服務優先於衛星通信服務。FCC 規定在行動通信服務執照區域內，至多不超過 3 個衛星地球電臺運作。表 6.4.1 為 FCC 授權 SpaceX 使用頻段之和諧共存處理方式。

表 6.4.1 FCC 授權 SpaceX 使用頻段之和諧共存處理方式

頻段	和諧共存處理方式
27.5-28.6 GHz、29.5-30 GHz（地球對太空）	• 該頻段（地球對太空）之下鏈功率通量密度限制（Power Flux-Density Limits）須符合 ITU《無線電規則》第 22 條之規定。
27.5-28.35 GHz（地球對太空）	• 依據 47 CFR § 25.136，該頻段主要分配給行動通信服務，即上層微波彈性使用業務（Upper Microwave Flexible Use Service ,UMFUS），衛星固定通信業務（FSS）於該頻段為次要使用服務，受行動通信服務干擾。 • 行動通信服務執照區域內，至多不超過 3 個衛星地球電臺運作。
28.35-28.6 GHz、29.5-30 GHz（地球對太空）	• 該頻段係為次要的 GSO FSS 營運頻段

資料來源：FCC. (2018). Application For Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX NGSO Satellite System. Retrieved from https://fcc.report/IBFS/SAT-LOA-20161115-00118 (Aug. 15, 2021)

[786] FCC. (2018). Application For Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX NGSO Satellite System. Retrieved from https://fcc.report/IBFS/SAT-LOA-20161115-00118 (Aug. 15, 2021)

反觀我國，通傳會已將 27.9-29.5GHz 釋出供 5G 行動通訊使用（圖 6.4.1），而交通部目前規劃第一階段釋出 10700-12700、14000-14500、17700-20200、27500-27900、29500-30000MHz 等頻段，作為 GSO/NGSO 衛星固定通信業務之公眾電信網路設備接取使用。因此，未來將面臨 5G 行動通訊與衛星通訊出現使用頻段相鄰情形，可能造成行動通訊業者有害干擾問題，將是主管機關在頻譜監理上之重要課題。參考美國對於 28GHz 頻段與 5G 行動通信的和諧共存方式，主要採取技術規範方式處理（例如功率通量密度限制等規範），美國 FCC 亦要求衛星服務業者應與 5G 行動通訊業者達成頻率協調協議，以確保 5G 與衛星和諧共存。



資料來源：本研究繪製。

圖 6.4.1　我國 28GHz 頻段之使用情形

（二）美國 12GHz 通訊干擾處理情形

除了 28GHz 外，美國 FCC 預計將 12GHz 頻段劃分給國際行動電信（International Mobile Telecommunication, IMT）使用（圖 6.4.2）。美國 FCC 於 2021 年 1 月提出「法規制訂通告（Notice of Proposed Rulemaking, NPRM）」徵詢利益相關者有關 12.2-12.7GHz 頻段（總頻寬為 500MHz）開放提供 5G 行動寬頻使用之意見[787]。就目前實際情況，美國 12GHz 主要分配給廣播衛星業務（Broadcasting Satellite Service, BSS）下行鏈路（Downlink）使用，其他尚有直播衛星（Direct Broadcast Satellite, DBS）、NGSO 固定衛星下行鏈路，以及固定服務，但前述 3 種服務不得對 BSS 造成干擾。

在前述公眾意見徵詢下，RS Access 與 MSD Capital 回覆 FCC[788]，將 12GHz 作為 5G 頻段具備下列優勢：

1. 具備連續 500MHz 頻寬，且每個 carrier 頻寬大於 100MHz；
2. 較 mmWave 具有顯著的傳輸能力；
3. 無聯邦既有使用者；
4. 對既有用戶干擾較小；
5. 在限定地理範圍內，擁有較少的既有使用者，可直接修改法規；
6. 既有全球行動通訊頻率劃分，並具備內部和諧（Internal Harmonization）的潛力。

[787] FCC. (2020). Fact Sheet on Proposed 12 GHz Band NPRM. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/fact-sheet-proposed-12-ghz-band-nprm (Aug. 15, 2021)
[788] Shahed Mazumder. (2020). 5G Spectrum Series: What is Happening with 12 GHz? Retrieved from https://www.linkedin.com/pulse/5g-spectrum-series-what-happening-12-ghz-shahed-mazumder (Aug. 15, 2021)



資料來源：Shahed Mazumder. (2020). 5G Spectrum Series: What is Happening with 12 GHz? Retrieved from https://www.linkedin.com/pulse/5g-spectrum-series-what-happening-12-ghz-shahed-mazumder (Aug. 15, 2021)

圖 6.4.2　美國 12GHz 頻段之規劃

由於美國正在進行 12GHz 頻段爭奪戰，一方是既有頻譜持有者，如 Dish Network 和 RS Access，另一方為低軌衛星（LEO）業者，如 SpaceX，已在 Ku 頻段（12-18 GHz）佈署其衛星系統。因此，未來在 12GHz 也將面臨行動通訊與衛星通訊能否和諧共存問題。

（三）47 CFR 針對 10.7-12.7 GHz 之相關規範

SpaceX 申請 10.7-12.7GHz 用於下行鏈路，部分頻段與其他商業及政府服務共用。SpaceX 聲稱其地球電臺不會在該頻段發射訊號，因此不會對其他使用者造成干擾。其設計之非地球同步軌道衛星（Non-Geostationary Satellite Orbits, NGSO）系統具高度靈活性，方便與其他獲授權的衛星及地面系統共用頻譜。此外，SpaceX 在 10.7 至 11.7GHz 頻段，以不受保護的方式取得運行現在及未來固定服務系統之授權，以符合 ESIM 相關規範[789]。

由於 12.2-12.7GHz 頻段並非特定提供 ESIM 與 NGSO 系統通信使用，SpaceX 請求 FCC 提供授權其在無害干擾、無保護的情況下使用該頻段。由於此授權不會影響該頻段之地面用途，SpaceX 認為授權符合公眾利益。SpaceX 承諾其 NGSO 系統非常先進、靈活，一旦發現有害干擾，可立即停止運行[790]。

另外，SpaceX 須符合 ITU 的《無線電規則（Radio Regulation）》第 22 條及第 76 號決議所訂之等效功率密度（Equivalent Power Flux-Density, EPFD）及功率密度（Power Flux-Density, PFD），須適用 FCC 的規定與 ITU《無線電規則（Radio Regulation）》第 21 條限制。FCC 認為，遵守這些 EPFD 及 PFD 限制，足以保護地球同步軌道衛星（Geostationary Satellite Orbits, GSO）系統及地面系統免受有害干擾[791]。

按照 47 CFR § 25.228（b）規定，每個 ESIM 都進行自我監測，若出現可能導致 ESIM 超過其許可條件之任何發射限制情形，則 ESIM 將在 100ms 內自動停止傳輸，直至導致 ESIM 超出限額修正後，方能恢復傳輸[792]。此外，每個 ESIM 將

789 e-CFR. (2021). 47 CFR § 25.115(f)(2). Retrieved from https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=25cf757658bd0f4c70b2e0ca736d5de2&mc=true&node=pt47.2.25&rgn=div5#se47.2.25_1114 (Aug. 15, 2021)

790 e-CFR. (2021). 47 CFR § 25.115(f)(2). Retrieved from https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=25cf757658bd0f4c70b2e0ca736d5de2&mc=true&node=pt47.2.25&rgn=div5#se47.2.25_1114 (Aug. 15, 2021)

791 e-CFR. (2021). 47 CFR § 25.289. Retrieved from https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=25cf757658bd0f4c70b2e0ca736d5de2&mc=true&node=pt47.2.25&rgn=div5#se47.2.25_1114 (Aug. 15, 2021)

792 e-CFR. (2021). 47 CFR § 25.228(b)。https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=25cf757658bd0f4c70b2e0ca736d5de2&mc=true&node=pt47.2.25&rgn=div5#se47.2.25_111

由位於美國的網路控制和監控中心（Network Control and Monitoring Center, NCMC）或同等設施監控。每個 ESIM 在收到 NCMC 之「禁用傳輸（Disable Transmission）」命令後，須於 100ms 內遵守 NCMC 的命令停止傳輸。此外，NCMC 監控網路中每個 ESIM 的運行，並向超過其許可條件任何發射限值之 ESIM 發出「禁用傳輸」命令。除非修正 ESIM 超標情況，否則 NCMC 不允許其控制的 ESIM 恢復傳輸，以符合 47 CFR § 25.228（c）[793]規定。

SpaceX 認為其 NGSO 系統（包括 SpaceX 的 ESIM）功能先進且靈活，能遵守 FCC 各項規範。若發生因 ESIM 傳輸造成之干擾，將能透過 SpaceX 提供之電話、電子郵件聯繫 Starlink 網路營運中心，解決其可能的干擾問題。

二、英國

Ofcom 職責基於對無線電頻率進行監理，Ofcom 2021/22 年工作計劃所制定之策略重點，即為改善缺乏寬頻服務地區，使英國民眾享有連網權利，故 NGSO 衛星系統將成為達到 Ofcom 政策目標之重要途徑。而英國境內無線電干擾問題，亦是工作核心之一。

Ofcom 於 2021 年 7 月 26 日發布《非地球同步軌道衛星系統：執照更新（Non-Geostationary Satellite Systems: Licensing updates）》政策諮詢文件[794]，公眾諮詢將至 2021 年 9 月 20 日，並於 2021 年第 4 季發布聲明文件。該政策諮詢文件提供 Ofcom 提出針對 NGSO 新的監理作法，說明如下：

（一）Ofcom 因應新型態的衛星系統提出新的監理作法

1. NGSO 衛星系統干擾帶來新的挑戰

圖 6.4.3 描繪 NGSO 衛星系統之關鍵要素，Ofcom 諮詢文件涉及其中 NGSO 衛星、閘道器地球電臺與用戶終端等關鍵因素，包括：

（1） 用戶終端：通常包括衛星天線與相關設備，係由衛星（地球電臺網站）執照（下稱網路執照）授權使用。

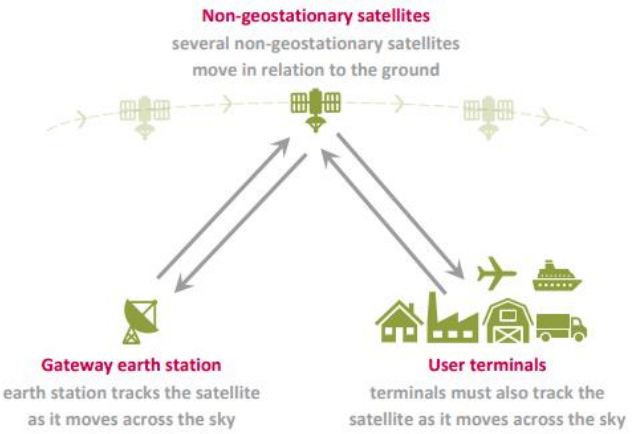
（2） 閘道器地球電臺：由衛星（NGSO 地球電臺）執照（下稱閘道器執照）授權，將衛星系統連接至網際網路/專用網路。

（3） 衛星：Ofcom 不為太空衛星的無線電傳輸核可執照。

4 (Aug. 15, 2021)

793 e-CFR. (2021). 47 CFR § 25.228(c)。https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=25cf757658bd0f4c70b2e0ca736d5de2&mc=true&node=pt47.2.25&rgn=div5#se47.2.25_1114 (Aug. 15, 2021)

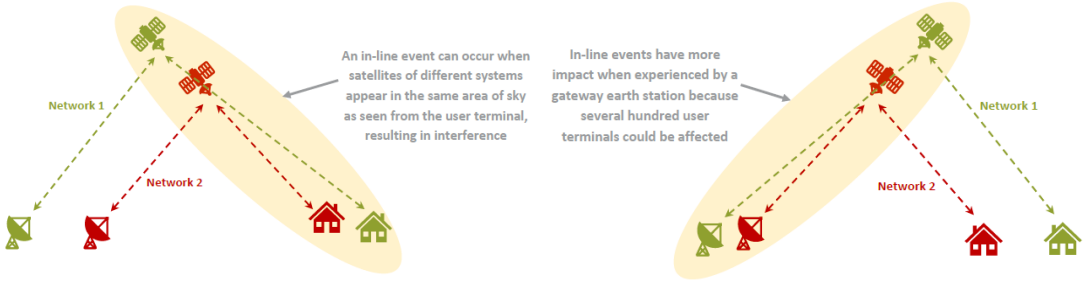
794 Ofcom. (2021). Non-Geostationary Satellite Systems: Licensing updates. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/222450/ngso-licensing-consultation.pdf (Aug. 15, 2021)



資料來源：Ofcom. (2021). Non-Geostationary Satellite Systems: Licensing updates. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/222450/ngso-licensing-consultation.pdf (Aug. 15, 2021)

圖 6.4.3　NGSO 衛星系統之關鍵要素

由於佈署大量 NGSO 衛星，不同衛星系統之衛星可能發生干擾情形，包括衛星用戶終端和衛星間的用戶鏈路（User Link）（圖 6.4.4 左圖）以及衛星閘道器地球電臺和衛星間的閘道器鏈路（Gateway Link）（圖 6.4.4 右圖），皆對用戶服務產生重大影響。由於閘道器鏈路提供眾多用戶連接，故其受干擾影響程度將大於用戶鏈路。



資料來源：Ofcom. (2021). Non-Geostationary Satellite Systems: Licensing updates. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/222450/ngso-licensing-consultation.pdf (Jul. 27, 2021)

圖 6.4.4　NGSO 衛星系統之干擾情形

2. 干擾對商業的影響

由於 NGSO 衛星個別干擾的時間短暫（僅數秒），但若衛星發生重疊事件（In-Line Event）所造成的干擾，終端重新連接可能需較長的時間恢復網路，且干擾將持續發生，造成用戶網路品質下降。一般而言，不同衛星系統干擾係透過 ITU 進行協調，而 NGSO 衛星系統之動態特性，使得協調更為困難。即便國際上有干擾相關的協調作法，惟此協調過程無法快速有效地解決干擾問題，以減輕對用戶的負面衝擊。因此，Ofcom 認為不能僅憑 ITU 協調框架處理英國面臨 NGSO 服務的所有問題。

3. 干擾對競爭的影響

干擾除了可能造成 NGSO 衛星寬頻服務中斷外，亦可能對競爭造成影響，以閘道器與用戶終點角度分析如下：

（1）閘道器

不同衛星系統的 NGSO 閘道器彼此間需要最小距離，以避免有害干擾，為此需要衛星業者間相互合作協調閘道器地球電臺之相對位置，以避免站點距離過近。若此距離過大，則可能存在英國站點稀少性[795]的問題，而造成其他衛星業者無法在英國設置站點。Ofcom 評估基於目前的系統架構僅需少數閘道器即可服務英國用戶，惟須注意者係未來 NGSO 系統設計存在不確定性，將依技術與系統架構變化而定，並可能增加或減少對閘道器的需求。

（2）用戶終端

若不同系統的用戶終端在同一地區和頻段共存方面缺乏共識，亦可能限制競爭，因為佈署較早的系統將影響較晚佈署的系統。在相互干擾的情況下，意謂其寬頻服務品質不夠穩定、可靠，導致服務下降。基此，較早佈署的業者仍可能有合作的動機。

（二）Ofcom 建議作法

Ofcom 對上述服務品質和競爭風險之建議有四：鼓勵合作、管理干擾、支持競爭，以及公開行事。

1. 鼓勵合作

衛星業者間合作係避免 NGSO 寬頻用戶服務中斷風險之關鍵。Ofcom 建議引進明確的執照條件，要求 NGSO 執照持有人合作，使其在英國共存與營運，避免相互干擾。擬議將此作法引入 NGSO 網路執照之條件，執照由實體（Entity）持有並負責協調整個系統。

衛星業者間協調閘道器地球電臺站點方面合作，亦可透過授予新執照之前的執照申請書公告階段改善。

2. 管理干擾

Ofcom 提出兩項避免干擾的作法：

（1） 在授予新的 NGSO 執照時加上檢查（Check）；

（2） 在 NGSO 執照中引入新的條件，若干擾發生在英國特定地點時，Ofcom 可採取行動解決服務降級問題。

Ofcom 調整監理作法，未來 Ka 頻段衛星業者之用戶終端皆需申請執照。

3. 支持競爭

Ofcom 建議在核發 NGSO 閘道器與用戶終端新的執照時，引進競爭檢查（Competition Check）程序。Ofcom 希望透過多個衛星系統共存，以支持競爭。

此外，引進閘道器執照要求其執照持有人須在 12 個月內開始營運和維持無線電傳輸，以降低閘道器站點稀少性的風險。

---

[795] 若此距離較大，則英國境內可設置地點相對較少，故可能排擠其他衛星業者設置需求，造成其他衛星業者無法參進英國市場之競爭風險。

4. 公開行事

Ofcom 欲授予新的 NGSO 執照時，建立利益相關者的評論期，藉由公告申請書，亦可促進前述的衛星業者合作。

（三）更新 NGSO 網路與閘道器執照之許可流程

為達成管理干擾與支持競爭之兩大管理策略目標，Ofcom 更新執照許可流程。

在管理干擾方面，Ofcom 核發新的執照時，希望所有被授權者能夠共存，提供用戶優質服務。Ofcom 掌握以下原則：

- 以 NGSO 地球電臺執照運行的閘道器：避免授權與既有閘道器距離太近的新申請案。
- 授權用戶終端的地球電臺網路執照：Ofcom 希望在此類執照授權的 NGSO 用戶終端能夠與其他授權的 NGSO 系統（閘道器或用戶終端）共存，並考慮任何一方為減輕干擾合理努力的作為。

在競爭方面，Ofcom 的目標是降低核發執照申請帶來限制競爭的風險。不同 NGSO 系統的閘道器地球電臺可能需要較大的間隔距離，例如 10 公里或以上，以避免有害干擾，但可能限制執照數量，進而產生限制競爭疑慮。

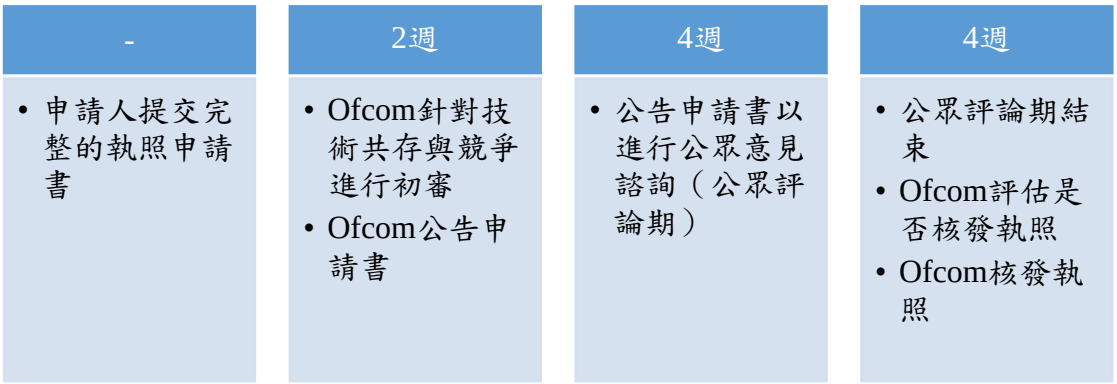
鑒於上述目標，Ofcom 建議引進 NGSO 執照申請新的流程（圖 6.4.5、圖 6.4.6），其作法如下：

- Ofcom 收到申請書後，進行初步共存和競爭檢查；
- 公布執照申請書的詳細資訊，並在 Ofcom 網站徵詢利益相關者意見（短期）。
- 檢視公眾意見後，尋求更多資訊並進行分析，最後酌情決議是否核發執照。



資料來源：Ofcom. (2021). Non-Geostationary Satellite Systems: Licensing updates. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/222450/ngso-licensing-consultation.pdf (Aug. 15, 2021)

圖 6.4.5　新 NGSO 的申請流程



資料來源：Ofcom. (2021). Non-Geostationary Satellite Systems: Licensing updates. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/222450/ngso-licensing-consultation.pdf (Aug. 15, 2021)

圖 6.4.6　新 NGSO 的執照審查時程

Ofcom 擬議的新 NGSO 執照申請步驟，分述如下：

1. 執照申請

擬議的新程序用於新的執照申請，包括衛星（NGSO）執照（下稱閘道器執照）、衛星（地球電臺）網路（下稱網路執照）。申請人除須提交執照申請書，並提供以下附加資訊：

(1) 與其他 NGSO 系統共存；
(2) 與未來的 NGSO 系統共存；
(3) 競爭影響；
(4) 符合 NGSO 條件的能力。
(5) 若申請書未正確填寫或未提交附加資訊，Ofcom 可要求申請人補交相關資料。

2. Ofcom 初審

Ofcom 根據申請書進行初步審核，是否與 Ofcom 目標相同，以及是否存在與既有業者間共存與限制競爭等問題。Ofcom 初審結果分成 3 種：

(1) 若有疑慮，可要求執照申請者補充新的資訊、或要求修改或重提申請書；
(2) 若有疑慮，透過公告申請書，取得公眾諮詢意見；
(3) 若無疑慮，則 Ofcom 將公告申請書與授予執照之想法。

此外，針對更改既有執照申請，Ofcom 將評估對既有的閘道器站點是否產生干擾。若該申請是在原執照的相同頻率增加天線，Ofcom 評估無干擾影響，將在不進行公眾諮詢下核發執照。若申請額外頻率或增加發射功率，Ofcom 則透過新的申請程序，進行公眾諮詢。

3. 公眾評論期

新的執照申請皆有公眾評論期，通常持續 4 週，任何人皆可發表看法。Ofcom 將提供意見回覆表、回覆截止日，並通知利益相關者。未來回覆意見將公布在 Ofcom 網站。

(1) Ofcom 作出決議

當公眾評論期結束後，Ofcom 將審視公眾意見，綜合考量後公布執照授權結果。

(2) 執照審查時程

原則上依照圖 6.4.6 規劃時程，若申請案件情況較複雜或同時有多項執照申請案件時，則 Ofocm 需要更長的審查時程，將延後擇日公布申請結果。

三、澳洲

澳洲 ACMA 針對 28GHz 頻段採取彈性方式，同時提供 5G 行動通訊與衛星通訊使用。28GHz 頻段供衛星通訊業者使用時，規範地球電臺與既有無線電天文臺（Murchison 無線電天文觀測站）之保護範圍為半徑 70 公里（此限制條件為部分接收站限制，並非所有）。

針對 26GHz 與 28GHz 頻段建立全區域設備執照（Area-wide apparatus License, AWL），以層級式網格單元識別架構（Hierarchical Cell Identification Scheme, HCIS）

之網格區域範圍內運作，以彈性執照管理方式，允許 5G 與衛星服務共存於相同頻段。

ACMA 授予 Starlink 執照規範特定的服務區域，其通訊干擾處理情形如下：

- 頻率指配登錄 Master International Frequency Register（MIFR）之前，該該地球電臺應依 ITU 在《國際頻率資訊通報（International Frequency Information Circulars）》發布的操作參數，以及 ITU 頻率協調之協議結果進行操作。
- 傳輸不得對澳洲境外的電臺造成干擾，除非這些電臺按照 ITU《無線電規則（Radio Regulations）》及 ITU 頻率協調之協議結果進行操作。
- 執照持有者應提供聯絡點變更通知 ACMA，以追蹤任何可疑的干擾情況。
- 收到 ITU《無線電規則（Radio Regulations）》第 11.42 條規定的干擾報告後，應立即採取所有必要步驟，消除干擾或停止運行。

四、處理上鏈干擾之作法

一般而言，不同衛星系統之干擾係透過 ITU 進行協調，而 NGSO 衛星系統之動態特性，協調顯得更為困難。即便國際上有干擾相關的協調作法，惟此協調過程無法快速有效地解決干擾問題，以減輕對衛星用戶的負面衝擊。

（一） 英國解決 NGSO 衛星干擾作法，閘道器間限定最小距離與 ka 頻段衛星業者之用戶終端未來將需申請執照

英國主管機關 Ofcom 認為不能僅憑 ITU 之協調框架來處理英國面臨 NGSO 服務的所有問題。為解決干擾對用戶可能影響其發送和數據接收的能力，取決於干擾的性質和所提供的服務。例如，若用戶發送數據（例如上傳文件），因干擾影響衛星至閘道器下行鏈路或用戶至衛星的上行鏈路，則可能導致文件無法傳至最終目的地。相反，若用戶想下載數據（例如觀看影音），則可能因衛星至用戶下行鏈路或閘道器至衛星上行鏈路受到干擾而失敗。由於閘道器鏈路提供眾多用戶連接，故其受干擾影響程度將大於用戶鏈路。

英國 Ofcom 考量不同衛星系統的 NGSO 閘道器彼此間需保持最小距離，以規避不當干擾，透過衛星業者間相互協調閘道器之相對位置，保持適當距離，避免兩站點距離過近。Ofcom 之作法，根據 NGSO 新進業者的閘道器，避免授權與既有閘道器距離太近的新申請案。不同 NGSO 系統的閘道器地球電臺可能需要較大的間隔距離，例如 10 公里或以上，以避免有害干擾，但可能限制執照數量，進而產生限制競爭疑慮。

據學者估計，以 Starlink 第一階段核准 4,409 顆衛星系統規模，即需要 123 個地面站址（ground-station locations）和約 3,500 個閘道器天線（gateway antennas）才得以實現最大流通量[796]。若國際低軌衛星業者參進我國市場，據估計需設立兩個閘道器天線，則可能需要與地面通訊業者進行協調，以避免造成對既有使用者不當干擾。

[796] Mckinsey & Company.（2020）. Large LEO satellite constellations: Will it be different this time? Retrieved from https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/large-leo-satellite-constellations-will-it-be-different-this-time （Nov. 15, 2021）

另外，就用戶終端而言，若不同衛星系統的用戶終端在同一地區和頻段共存方面缺乏共識，佈署較早的系統將影響較晚佈署的系統。在相互干擾的情況下，導致寬頻服務不夠穩定、可靠，導致服務品質下降。基此，較早佈署的業者仍可能有合作的動機。Ofcom 在諮詢文件述及，希望透過衛星業者間協調閘道器站點方面進行合作，亦可透過授予新執照之前的執照申請書公告階段獲得改善。另針對用戶終端干擾問題，Ofcom 提出幾項避免干擾的作法：a.主管機關在授予新的 NGSO 執照時需評估（Check）可能干擾；b.在 NGSO 執照中引入新的條件，若干擾發生在英國特定地點時，Ofcom 可採取行政干預以解決服務降級問題；以及 c.調整監理作法，未來 Ka 頻段衛星業者之用戶終端皆需申請執照，以降低可能產生干擾與競爭風險。

（二） 低軌衛星與行動通訊於 28GHz 之干擾問題

國際上對於低軌衛星使用 28GHz 對地面業者造成干擾問題討論較多，由於 28GHz 為 5G 行動通訊的主要頻段，故低軌衛星需與行動業者相互和諧共用此頻段。關於各國主管機關處理干擾問題之作法，略有不同。各國主管機關偏向此頻段為非專用頻段，低軌衛星業者使用此頻段需不得造成既有使用者不當干擾，在德國、澳洲皆有類似規範。

參考美國對於 28GHz 頻段與 5G 行動通信的和諧共存方式，主要採取技術規範方式處理（例如透過功率通量密度限制等規範），美國 FCC 亦要求衛星服務業者應與 5G 行動通訊業者達成頻率協調協議，以確保 5G 與衛星通訊和諧共存。

第五節 小結

檢視國際上 SpaceX、OneWeb、Amazon、Telesat 等四大低軌衛星服務業者，各自啟動商轉時程不一。截至 2021 年 12 月 2 日止，SpaceX 的 Starlink 衛星系統累計佈署 1,890 顆衛星[797]，並在部分國家提供 Beta 服務，預計 2021 年下半年正式商轉；而 OneWeb 的 LEO 衛星系統，截至 2021 年 10 月 14 日止，共發射 358 顆，預計 2021 年第 4 季在北緯 50 度地區啟動，2022 年推廣到全球；Telesat Lightspeed 衛星系統已發射原型衛星供測試之用，與 Amazon 的 Kuiper 衛星系統，相對落後其他衛星服務業者。

目前四大低軌衛星服務業者運作之商業模式，主要以提供全球衛星寬頻服務為主軸，惟 SpaceX 與 Amazon 主要以一般消費市場為主，OneWeb 與 Telesat 將傾向於企業客戶為主。由於佈建衛星系統高度仰賴資本密集、技術密集，各國政府不僅挹注大量資金支持，低軌衛星服務業者亦考慮在資本市場募集資金。未來在營運上，若低軌衛星業者具有垂直整合發射能力，將大幅降低發射成本，例如 SpaceX。更重要者，能否創造加值服務機會或新的商業模式，甚至建立各自的衛星通訊服務生態系，將成為低軌衛星業者未來經營之重要關鍵。

低軌衛星業者欲參進我國市場，是否對我國既有的電信業者造成衝擊值得關注。我國行動通訊服務競爭激烈且涵蓋率高，尤其在連網速度或費率上，我國電

[797] SpaceNews. （2021）. SpaceX breaks annual launch record as it deploys 48 more Starlink satellites. Retrieved from https://spacenews.com/spacex-breaks-annual-launch-record-as-it-deploys-48-more-starlink-satellites/ （Dec. 9, 2021）

信業者具備相對優勢，輔以政府長期投入大量資源佈建偏鄉地區網路基礎建設，以固網寬頻（1Gbps 等級）為例，全臺寬頻涵蓋率高達 90%以上[798]，惟在高山、偏遠地區、離島等地區仍需通訊服務，故衛星寬頻服務可作為上述地區之互補服務。

綜觀美國、英國、加拿大、德國、澳洲、新加坡等國之衛星監理與落地政策（如申請資格、開放頻率、市場考量、義務、使用期限、其他相關規定等），並對各國落地管理方式進行比較，解析各國主管機關對於衛星監理趨勢與實際監理作法，俾利我國主管機關掌握各國主管機關之監理思維，作為研擬相關政策之參考。以下將以 SpaceX 取得執照情形為例，進行各國落地管理分析。

觀察 SpaceX 參進各國之步驟，首先在各國成立子公司，並註冊為電信業者，進而申請各國衛星服務所需執照，如頻譜執照、地球電臺執照、衛星通信用戶終端執照等。各國主管機關均採取審議核配方式，核准 SpaceX 參進該國市場，並核發相關執照。表 6.5.1 為 SpaceX 子公司（TIBRO）於各國註冊情形。

表 6.5.1　SpaceX 子公司（TIBRO）於各國註冊情形

申請地點	企業名稱	成立日期	註冊證號
Australia	TIBRO Australia Pty Ltd	11/1/2019	636841533
Austria	TIBRO Austria GmbH	1/3/2020	525822
Canada	SpaceX Canada Corp.	3/20/2019	3325732
Chile	TIBRO SpA	7/14/2019	Follo 58703 No. 28859
Colombia	TIBRO Colombia S.A.S	7/24/2020	3624621
France	TIBRO France SARL	9/25/2019	877556894
Japan	TIBRO Japan GK	10/1/2019	010403021575
Mexico	ELTIBRO Mexico S. DE R.I. DE C.V.	6/30/2020	58829
Netherlands	TIBOR Netherlands B.V.	9/10/2019	75801620
Netherlands	SpaceX Netherlands	4/29/2020	77925769
New Zealand	TIBRO New Zealand	9/23/2019	7744177 NZBN: 9429047701762
Norway	STEAM Systems AS	5/5/2014	913636619
South Africa	TIBRO South Africa Pty. Ltd	9/2/2019	K2019442897

[798] 國家通訊傳播委員會(2021)。「Gbps 等級網路涵蓋率」。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5010&sn_f=45562 (Aug. 10, 2021)

UK	Starlink Internet Services UK Ltd	8/5/2020	12794964

資料來源：twitter. (2020). https://twitter.com/thesheetztweetz/status/1318299991627235331 (Aug. 10, 2021)

鑒於各國衛星監理法規迥異，在執照核發方式、執照效期存有顯著差異。就美國、英國、加拿大、德國、澳洲而言，頻率、地球電臺、太空站執照同時核發，各國授權之執照效期年數不同（表 6.5.2）。另外，澳洲核發全區域執照（AWL），僅限於衛星固定業務之區域執照，ACMA 使用層級化網格單元（Hierarchical Cell Identification Scheme, HCIS）以核發 28GHz 頻段 AWL 釋照。較特別者，澳洲執照限定 SapceX 僅於低密度與偏遠地區運作。

表 6.5.2　各國核發 SpaceX 執照之差異

國家 / 執照名稱	頻率與電臺核發之方式	執照效期
	頻率、地球電臺、太空站	電臺
美國	頻率、地球電臺、太空站執照同時核發	15 年
英國	頻率、地球電臺、太空站執照同時核發	1 年
加拿大	頻率、地球電臺、太空站執照同時核發	1 年
德國	頻率、地球電臺、太空站執照同時核發	1 年
澳洲	• 頻率、地球電臺、太空站執照同時核發 • 全區域執照：僅限衛星固定業務之區域執照	• 電臺執照：1-5 年 • AWL 執照：5 年

資料來源：本研究整理，2021 年 8 月。

各國核配頻段彙整於表 6.5.3，其中美國 FCC 授予地球電臺之使用頻段為 10.7-12.7GHz、13.9-13.95GHz、14.0-14.5GHz、17.8-18.6GHz、18.8-19.3GHz、27.5-29.1GHz、29.5-30.0GHz；太空站之使用頻段為 37.5-42.5GHz、47.2-50.2GHz、50.4-52.4MHz。英國 Ofcom 授予 Starlink 衛星系統提供無線通訊連接 GSO 及 NGSO，其中 GSO 地球電臺使用頻段為 14.0-14.25GHz、27.5-27.8185GHz、28.4545-28.8265GHz、29.4625-30.0GHz；NGSO 陸地地球電臺使用頻段為 14.0-14.25 GHz、27.5-27.8185 GHz、28.4545-28.8265GHz、29.5-30.0GHz；NGSO 太空站之使用頻段為 14.0-14.25GHz。加拿大 CRTC 授予之地球電臺使用頻段為 10.7-12.7GHz、14-14.5GHz。

德國 BNetzA 授予 Starlink 衛星系統地球電臺之使用頻段，包含 14.0-14.5 GHz（地球對太空），10.95-12.75 GHz（太空對地球）。澳洲 ACMA 授予 Starlink 之全區域頻譜執照（AWL）頻段為 27.5-30.0GHz，僅限 FSS 業務。其他設備執照，如太空站使用頻段為 10.7-12.7GHz、14.0-14.5GHz、17.8-18.55GHz、18.8-19.3GHz；太空接收站使用頻段為 28.3-29.1GHz 與 29.5-30GHz；地面接收站使用頻段為 17.8-18.55GHz、18.8-19.3GHz；而固定地球電臺使用頻段為 27.5-28.3GHz、28.3-29.1GHz、29.5-30GHz。

表 6.5.3　各國核發 Starklink 執照之核配頻段

國別	設備類型	電臺執照	頻率執照
美國	地球電臺	17.8-18.6GHz、18.8-19.3GHz、27.5-29.1GHz、29.5-30.0GHz	
		10.7-12.7GHz、14.0-14.5GHz	
		12.2-12.25GHz、13.9-13.95GHz	

國別	設備類型	電臺執照	頻率執照
	太空站	37.5-42.5GHz、47.2-50.2GHz、50.4-52.4MHz	
英國	GSO 地球電臺	14.0-14.25GHz、27.5-27.8185GHz、28.4545-28.8265GHz、29.4625-30.0GHz	
	NGSO 陸地地球電臺	14.0-14.25 GHz、27.5-27.8185 GHz、28.4545-28.8265GHz、29.5-30.0GHz	
	NGSO 太空站	14.0-14.25GHz	
加拿大	地球電臺	10.7-12.7GHz、14-14.5GHz	
德國	太空站	—	
	地球電臺	14.0-14.5GHz、10.95-12.75GHz	
澳洲	太空站	10.7-12.7GHz、14-14.5GHz	
	地球電臺	17.8-18.6GHz、18.8-19.3GHz	
	太空站	27.5-29.1GHz、29.5-30GHz	27.5-30.0GHz
	地球電臺	27.5-28.3GHz、28.3-29.1GHz、29.5-30GHz	27.5-30.0GHz

資料來源：本研究整理，2021 年 8 月。

在外資管制條件方面，英國、德國、新加坡等國並未對外資市場准入限制，其餘國家則對外資市場准入設有一定門檻。美國外資審查要件中，若具有至少10%外資的申請需經過 FCC 審查；澳洲依《國家安全指南通知》，外國人獲得直接從事涉及國家安全業務之企業股權前，須事先通知財政部長並獲同意；加拿大則規範電信業者之董事會成員，至少 80%是加拿大公民，以及外國公司持有加拿大電信公司之所有權不得超過公司表決權股份的 20%。

綜覽各國衛星落地制度，各國法規皆要求國際衛星業者申請身份需為電信業者，審查時間約 1.5 至 6 個月不等，執照效期以美國最長 15 年，其他國家多為 1 年。相關內容詳見表 6.5.4。

表 6.5.4　Starlink 於各國衛星落地制度一覽表

國別	法規	申請資格	身份	審查時間	執照效期	年期
美國	美國聯邦規則 CFR 47	可為非美國許可衛星業者及非衛星業者	電信業者	4 個月	15 年	15 年
英國	2006 年《無線通信法 WT Act》第 8 條	可為英國個人、公司合夥、法人團體或註冊登記之合資公司	電信業者	3 個月	1 年	未明訂期限
加拿大	1993 年的《電信法》與《無線電通信法》	電信服務業者須先向 CRTC 註冊，才能在加拿大提供電信服務。	電信業者	1.5 個月	1 年	10 年
德國	德國《電信法 TKG》第 56 條	可為德國境內居住或設立公司之自然人或法人	電信業者	3 個月	1 年	10 年

國別	法規	申請資格	身份	審查時間	執照效期	年期
澳洲	澳洲《1997 年電信法》第 56 條	澳洲申請營運衛星通信業務可為外國衛星業者，但必須先列入《外國太空物體決定》作為授權執照的先決條件	電信業者	未明訂期限	1 年	5 年
新加坡	新加坡《電信法》第 5B(1)條	新加坡《公司法（第 50 章）註冊成立的公司或外國公司且無外資股權限制	電信業者	6 個月	-	15 年 (FBO)

資料來源：本研究整理，2021 年 8 月。

在不同衛星系統之干擾處理上，係透過 ITU 進行協調，而 NGSO 衛星系統之動態特性，協調顯得更為困難。即便國際上有干擾相關的協調作法。目前國際上針對 NGSO 衛星干擾作法，著重核心重點不同，大致可分為兩類：一種為 NGSO 衛星間之干擾作法，一種為低軌衛星與行動通訊間之干擾問題。英國 Ofcom 認為透過監管申請過程，限定閘道器間最小距離與 ka 頻段衛星業者之用戶終端未來將需申請執照兩種方式，以強化 NGSO 和諧共用與避免干擾等問題。另外針對低軌衛星與行動通訊間之干擾問題，主要在 28GHz 頻段。由於 28GHz 為 5G 行動通訊的主要頻段，故低軌衛星需與行動業者相互和諧共用此頻段。各國主管機關偏向此頻段為非專用頻段，低軌衛星業者使用此頻段需不得造成既有使用者不當干擾，在德國、澳洲皆有類似規範。參考美國對於 28GHz 頻段與 5G 行動通信的和諧共存方式，主要採取技術規範方式處理（例如透過功率通量密度限制等規範），美國 FCC 亦要求衛星服務業者應與 5G 行動通訊業者達成頻率協調協議，以確保 5G 與衛星通訊和諧共存。

第七章 座談會辦理情形

第一節 會議辦理說明

研究團隊於 2021 年 8 月 19 日下午於台經院 T401、T403 會議室舉辦「國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會」，並於 2021 年 11 月 22 日下午於台經院 208 會議室舉辦「國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會」，邀集產官學界就座談會議題進行討論，會議議程及與會名單如表 7.1.1 與 7.1.2，座談會逐字稿與照片則參見附錄 3、附錄 4、附錄 6 與附錄 7。

表 7.1.1 第一次座談會議程及與會名單

議 程	
13:45-14:00 **14:00-14:05** **14:05-14:10** **14:10-14:25** **14:25-16:30**	– 報到 – 主持人開場 – 台經院研究四所 劉柏立 所長 致詞 – 引言報告 – 議題討論
指導單位	國家通訊傳播委員會
執行單位	財團法人臺灣經濟研究院
與會名單	
政府機構	交通部 郵電司
公協會	台灣電信產業發展協會 劉莉秋副秘書長
學者專家	元智大學資訊傳播學系 葉志良教授 前交通部郵電司 鄧添來司長 臺北大學經濟學系 劉崇堅教授 臺北大學經濟學系 郭文忠教授
電信業者	中華電信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司 台灣之星電信股份有限公司 亞太電信股份有限公司 遠傳電信股份有限公司
相關產業、學術團體	台灣通訊學會

資料來源：本研究。

表 7.1.2 第二次座談會議程及與會名單

議 程	
13:45-14:00 **14:00-14:05** **14:05-14:15** **14:15-15:30** **15:30-17:00**	– 報到 – 主持人開場 – 引言報告 – 上半場議題討論 – 下半場 SMRA 改良版拍賣機制導入資格點數模擬

指導單位	國家通訊傳播委員會
執行單位	財團法人臺灣經濟研究院
與會名單	
公協會	台灣電信產業發展協會 劉莉秋副秘書長
學者專家	元智大學資訊傳播學系 葉志良教授 前交通部郵電司 鄧添來司長 臺北大學經濟學系 劉崇堅教授
電信業者	中華電信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司 台灣之星電信股份有限公司 亞太電信股份有限公司 遠傳電信股份有限公司

資料來源：本研究。

第二節 第一次座談會意見彙整

一、5G/B5G 頻譜需求與產業發展趨勢

（一） 隨 5G/B5G 技術發展，預期我國將有哪些新的頻譜需求？

1. 隨 5G/B5G 技術發展，可參考國際發展趨勢，依據「中華民國頻率分配表」配合釋出合適的頻段，包含低、中、高頻段（600 MHz、2.3-2.4 GHz；4.7-5 GHz；24-27 GHz、37-40 GHz）。
2. 國際上討論新的應用服務，包含車聯網、工業物聯網等，會針對不同應用服務制定新標準,商網不會是唯一解決方案,B5G 異質網路結合會是未來趨勢。
3. GSMA 2021 年 7 月報告預測 2025 年 5G 服務需求將上升，建議多開主流頻段。

（二） 對我國未來行動寬頻頻譜釋出之建議（如：希望釋出頻段、頻寬、應用情境）

1. 5G 發展尚未出現關鍵應用，可優先考量提升已釋出之頻率使用效率。
2. 在需求未明的情況下推動二次釋照，將欠缺明確誘因。
3. 建議頻譜釋照事先有明確規劃以利後續開展。
4. 設備、終端成熟度關乎應用服務發展，頻率釋出規劃時，除依 ITU RR 規定外，必須考慮設備、終端成熟度。
5. 目前有 80%終端支援 n40（2300-2400MHz）、n77（3300-4200MHz）、n79（4400-5000GHz）等頻段，5G 終端普及度較高的情形下，5G 頻譜一取得即可直接使用，而釋出頻率若有載波聚合（Carrier Aggregation, CA）則可提升網路效能和速率
6. 未來頻率釋出可再往右（3300-4200MHz）拓展。
7. 單一頻寬須至少 60MHz 才可達到 5G 特性。

8. 目前實務上 5G 中頻段至少需有 80MHz 的頻寬才會有較好的發揮，將來如持續釋出中頻段，宜審慎考量此頻率特性。

9. 干擾問題會影響終端用戶權益，應規劃於釋照評估中。

10. 衛星頻帶的清、移頻問題以及後續的干擾預防問題皆應納入考量。

二、未來頻率釋出機制建議

（一） 未來 5G 頻譜釋出方式建議（如：評審制、拍賣制、公開招標制等）？第一次 5G 釋照機制有無改進空間？

甲、評審制、拍賣制、公開招標制等可行性

- 頻譜釋出方式之重點應為資源分配該如何兼顧公平與效率。
- 《電信管理法》54 條中說明可以評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式進行，經協調或不會有預算法的扞格問題。
- 產業發展上不應出現供給小於需求的狀況，可以借鏡韓國政府觀察到拍賣市場產生產業劣化故轉型為評審制的經驗。
- 鑒於日本、韓國在頻譜釋出皆有新的機制，應可針對基地臺評估頻譜經濟價值。
- 針對需求較少或鼓勵用於創新發展的高頻段，即可考慮採評審制或公開招標制。
- 目前釋照機制難回到評審制，若將來考慮評審制，須研議因應措施，過去經驗而言，2G 採用評審制時，遭未取得頻譜的業者抗議評審不公，故並無一個最好或最壞的制度。
- 競爭激烈的頻段或可考慮繼續採拍賣制。
- 因 5G 商用尚未成熟，業者希望盡可能降低頻譜成本，以將資源投入網路建設。
- 建議我國在第二次 5G 釋照設有橋接制度，讓第一次釋照和第二次釋照之頻段銜接。

乙、第一次 5G 釋照機制之改進空間

- 以競價學理而言，頻譜上限和市場競爭性才是關鍵。
- 業者競爭過度激烈且供給少於需求，導致高額標金。
- 拍賣機制設計原則和邏輯，應讓業者以合理價格取得頻譜。
- 高額標金衝高狀況下，主管機關需考量突然有業者棄標時的配套措施。
- 若仍採取拍賣制，則應避免標金上衝，甚至不理性局面的發生，造成類似「贏家的詛咒（winner’s curse）」結果。
- 若 5G 頻譜需求大於供給，建議主管機關應設置熔斷機制。
- 建議設置熔斷機制，至於運作機制細節應仔細考慮。

- 為避免將來再發生標金過高的問題，或可考慮於「行動寬頻業務管理規則」第 21 條之 3 第 3 款增設舒緩機制包含「降溫」、「暫停」或「終止競價作業」等，同時，依競標金額之進展程度，授權主管機關於競價過程中得適時檢視競標者之資金及財務能力，避免部分競標者非以得標為目的，藉機拉抬標金，而使得標者被迫墊高成本。
- 考慮設置預繳標金機制使標金降溫，但問題核心依舊回歸於供需失衡。
- 預繳對應標金方式，可能會導致大小業者在資金上的困境和運用不對等。

（二） 如何加強我國拍賣加速機制？若考慮導入資格點數，有哪些制度設計或實行之相關建議？

1. 我國上一次 3.5GHz 頻段拍賣的加速機制即類似資格點數，惟未見成效。
2. 競價機制 50-100 回中，競價者因為需求所以還是有些操作的空間，會讓價格變得不理性，機制設計目的應著重於收斂，建議讓需求只降不升。
3. 過去加速機制與資格點數雷同，採取資格點數規則與否，最初宗旨在於業者能否透過此機制獲得更多資訊。
4. 須注意參與者必須充分理解競價制度，避免因為不了解競價遊戲規則而衍生種種問題，故加速機制設置應讓業者方便理解。
5. 加速機制設置資格點數，若可使標金降低，業者都樂見，惟目前國內尚未採用過，且資格點數是否會讓過程變複雜或標金提高等細節尚須討論。
6. 資格點數設計上，若頻段差異過多，建議可直接分成兩場獨立的拍賣，即可避免資格點數於不同頻段轉換的問題。
7. 可考慮提高參與競標之財務條件，例如採用資格點數機制、取消得標金之分期付款機制等，於個別頻段設置加速機制或可加速競標流程的收斂，而資格點數機制可減少資金不足者過度擴張其資金運用而參與競標的問題。
8. 大部分國家的作法係以各個頻段的底價為基礎，計算並預置資格點數，再由參與競標之業者於競標前先行購買點數，以參與競標，此機制尚未導入國內，操作細節仍待釐清，宜於相關運作方向與實行細節明確後再研商討論，確認該機制在國內之可運作性後再予推動。

（三） 位置競價階段若考慮導入次高價格，對其可行性與建議為何？

1. 可評估次高價格方式之可行性。
2. 次高價格機制，宜再深入探討。
3. 設置次高價規則若可使標金降低，業者都樂見，惟目前國內尚未採用過，故尚須討論。
4. 建議下一次釋照時，於位置競價階段開放業者協商，使業者前次標得頻率連續，增加 5G 使用效能。
5. 拍賣機制不應過於複雜，須讓業者易於評估和操作及讓主管機關易於監理。

三、5G 網路合作議題

（一） 5G 網路合作型態多元，是否需調整過去同一申請人、聯合申請人認定方式？若需調整，建議如何調整？

1. 《電信法》體制下之《行動寬頻業務管理規則》第 9 條「同一申請人」及第 10 條「聯合申請人」之相關規定，於既存業者均已轉換適用《電信管理法》之後應如何適用，宜及早議定，避免爭議。
2. 目前我國 15%之規範與其他國家相比是相對嚴格，若以我國業者目前比例套用於他國，大多符合資格。
3. 市場穩定下法規希望能維持穩定性，故可維持現有規範，但若有調整的必要，則須小心處理且應有合理原因。
4. 聯合申請部分，15%或 1/3 以上之標準或許可以調動，惟調整理由須清楚公告，且須一併考量消費者與終端用戶權益。
5. 聯合申請目前股份總數為 15%，但若有合作的情況，或有向下調整空間，《電信管理法》規範達 10%就需向主管機關申請核准，3%至 10%即具有一定影響力。
6. 從持股比例分析，《電信管理法》規範包含設定 3%、10%持股變動，目的在於觀察財務狀況，與競標無關。
7. 同一申請人或聯合申請人實質上與競價無直接相關，目前相關規範都是事前預防，仍會有違反競價公平性的問題，應事後看較公正客觀，且事後監理以事實證據認定，才較妥當。
8. 「同一申請人」及「聯合申請人」之資格認定與參與競價者的「勾結行為」之間，並無充分必要的邏輯關係，故對於參與競標業者是否有影響競價之公平、公正性甚或違法之行為，必須依證據認定，事前之規範效果不大，僅能於競標前，提醒參與競價者之資格限制與得標後之義務負擔。

（二） 《電信管理法》下，5G 網路合作、頻譜二次交易等較以往更具彈性，針對主管機關對各類型案例認定判斷之建議？

1. 網路合作牽涉因素複雜，包含業者意願、建設成本及環境、最適經營家數等，建議尊重市場機制，不宜定死法規。
2. 針對主管機關在 5G 網路合作、頻譜二次交易的案例認定上，應依據法規命令辦理，以排除競價者之不確定性或風險所造成的成本負擔，亦須留意牽涉跨機關之共同監管範圍可能性，建議機關之間應建立協商機制，以加速案件之審理。
3. 《電信管理法》第 58 條第 4 項、《無線電頻率使用管理辦法》第 19 條與第 20 條有相關規定，惟我國共用案例尚不多，建議可參考國際相關案例評判。
4. 業者若要合併，現行流程須經過通傳會和公平委員會審核，但兩單位標準不一樣，學者建議專業性質的審核交由通傳會，一般性質內容則交給公平會，避免業者經過多次關卡，對創新應用發展無益。

5. 目前各業者執照上的權利義務來自《電信法》和舊法規範，轉軌至《電信管理法》後，權利義務透過營業計劃包進去，換湯不換藥，故希望新法可以具體化、數量化，並簡化程序讓業者遵循。

6. 3.5GHz 和 28GHz 共用方面，目前共用是指行動寬頻對行動寬頻，但對衛星會不同，故不同用途之間的法規適用是研究單位可幫忙協助的議題。

（三） 市場環境變化下，如何確保消費者／終端用戶之權益？

1. 消費者保護方面，韓國的許多消保個案可作為臺灣的參考，基於公開、透明、資訊揭露等原則供消費者理性選擇其適合個人之電信服務。

2. 關於保護消費者和終端權益方面，使用頻寬設定上限可避免過度集中，競標設定比較低的上限可達降溫效果，《無線電頻率使用管理辦法》針對可使用頻寬設限，但業者對目前修訂似傾向脫鉤表示疑惑。

3. 學者建議須考量當各方網路共用後，個人資料之運用、資訊合用、個資維護標準及主理監管單位等面向。

4. 現行《電信管理法》及相關法規對於定型化服務契約條款、電信服務品質維持、電信消費爭議處理機構，以及暫停或終止營業前之消費者保護處置方式等，皆已訂嚴格要求，對於 5G 市場環境變化中之消費者及終端用戶權益，應已提供充分的保障。

5. 在目前的消費者權益保護機制之下，存在不少重複申訴、藉申訴獲益的案例，特別是「慣性申訴類型」的存在，此等爭議案例耗用大部分的服務資源及量能，損及其他電信消費爭議案件的處理時效，甚或延宕產業進化的時程，對此，亦應在相關法規體制下做合理的規範。

第三節 第一次座談會會議摘要

討論議題一：5G/B5G 頻譜需求與產業發展趨勢

專家/業者	重點摘要
遠傳電信	● 我國未來對頻譜**釋照上應先有明確規劃，後續問題討論才可聚焦**。
台灣大哥大	● 頻譜釋出應以**基地臺設備和終端**成熟度做考量，以帶動應用服務發展。 ● 目前有 80%終端支援 **n40（2300-2400MHz）、n77（3300-4200MHz）、n79（4400-5000GHz）等頻段**，5G 終端普及度較高的情形下，5G 頻譜一取得即可直接使用，而釋出頻率若有**載波聚合**（Carrier Aggregation, CA）則可提升網路效能和速率。 ● 目前**單一頻寬須至少有 60MHz** 才可達到 5G 特性。
台灣電信產業發展協會 劉副秘書長莉秋	● 與各位想法一致，從過往的 2G 到現在的 6G，臺灣一直是觀察國際發展的追隨者，國際發展愈成熟，對應的設備使用價值才能顯現，故**我國應注意國際設備和機制的成熟程度**。 ● 過往 2G、3G 電信市場為單純「一條鞭」模式，而現今 4G、5G 服務已今非昔比，自服務斷裂碎化後，電信業者成為其

	中一個服務元素，許多非電信服務業者開始思考是否可近用頻譜以整合基礎層、服務層、應用層，以完備自身小型垂直服務鏈，運用地方性頻段經營自身服務。而過往的頻段執照為全國性，干擾問題相對小，惟小區域頻率干擾問題會越來越嚴重，**衍生的干擾問題與終端用戶的權益應被規劃於釋照評估中**。 ● 低軌衛星成為 6G 主流標準，以往業者外資比例受限，惟現在政策方向亦**應考慮頻譜近用者身份是否仍為本國業者、有無外資限制及 6G 市場越趨複雜及碎裂化等狀況**。 ● 彈性使用方面，通常新應用出來各方會去思考新頻譜，而電信特許環境下，我國與歐美國家不同，我國政策傾向將頻譜執照綁建設義務，且受惠於我國人口稠密的環境，因此臺灣基礎建設在世界評比上皆名列前茅。建議未來**可考慮彈性使用既有頻譜以滿足新的應用，而非為了一個新應用即舉辦一次釋照，可讓業者橫向合作，充分利用既有頻譜效應，規劃中長期的進程**。
臺北大學 經濟學系 劉教授崇堅	● 目前 **5G 關鍵應用（killer application）仍未出現**，現今**宜以提升已釋出之頻率使用效率為優先考量**。在需求未明的情況下推動二次釋照，將欠缺明確誘因。隨 5G/B5G 技術發展，可參考國際發展趨勢，依據「中華民國頻率分配表」配合釋出合適的頻段，包含**低、中、高頻段（600 MHz、2.3-2.4 GHz；4.7-5 GHz；24-27 GHz、37-40 GHz）**。有鑒於過去 Wi-Max 的釋照經驗，**衛星頻帶的清、移頻問題以及後續的干擾預防問題皆應納入考量**。目前為止的實務顯示，5G 中頻段至少需有 **80 MHz 的頻寬**才會有較好的發揮，將來如持續釋出中頻段，宜審慎考量此頻率特性。
臺北大學 經濟學系 郭教授文忠	● 臺灣三大兩小的電信市場在國際上屬於十分競爭之電信服務市場，於此**電信產業結構下造成主流 3.5GHz 中頻段的供給相對不盡充足**，且亞洲的亞熱帶國家均存有既有衛星使用頻段的衝突問題，原僅 170MHz 頻寬不可能足夠，但最多也只能開到 3400-3570MHz，當時釋照跨足 3300MHz，後來事實也證明是主流頻段。臺灣已很努力規劃釋出此頻段 270MHz 頻寬，和南韓釋出 280MHz 相當，臺灣的 3.5GHz 中頻段供給已屬極限，即使再晚兩年釋照也仍同樣為 5 家業者競爭 270MHz。因此，儘管**外界質疑競價結果之標金太高，然而此為市場競爭結構使然**。個人建議**未來頻率釋出可再往右（3300-4200MHz）拓展**。 ● 第一次釋照標金確實很高，但以政府角度而言，標金亦有透過補助方式回饋給業者。 ● GSMA 2021 年 7 月報告預測 2025 年 5G 服務需求將上升，**建議多開主流頻段**。在國際評比上，我國釋照做的不差，因此個人認為沒有那麼悲觀，只是過渡期電信業者會較為辛苦，5G 應用需要一些時間，再過幾年會柳暗花明。
前交通部	● 未來 B5G 及 6G 將會「高涵蓋」、「高密度」、「高頻寬」、「高

郵電司 鄧司長添來	可靠」、「高精度」與「高智慧」等特色，頻譜使用除依 ITU RR 規定外，必須考慮**廠商設備的成熟度**。頻譜管理複雜，過去經驗各國對頻譜管理機制的想法皆回歸到通訊政策。而**頻譜取得最難在於使既有使用者（尤其是政府單位）讓出，建議以 FMA 電路先作備援，既有使用者習慣後才會願意開放出頻譜**。 ● 低軌衛星建置成本及技術過高，且需向 ITU 申請及協調，**建議小型國家發展高空通訊平臺（high-altitude platform systems, HAPS），我國也適合做零組件的供應**，將來低軌衛星進來還是需再做研究。而**未來 HAPS 使用 1.8G 及 2.1GHz 頻段與行動通信相同**，頻譜的釋出及使用將是頻譜管理機關一大難題。 ● **實務上國外經驗僅能參考**，頻譜的管理沒有最佳方案，只有最適方法，**不同國情方法不同**，我國經歷電信市場版圖變動後最適經營規模為幾家、業者數量規模、時序、資源皆為考慮因素，管理機制講理論輕鬆，但實際套用處處是難題。
交通部 吳技正昆諺	● 今年低軌衛星開放的主體為電信事業，將來低軌衛星進入後應會走評審制，而目前交通部有在研究 5G、B5G、3GPP R17、R18，而包含車聯網、工業物聯網等，**有新的應用服務，就會針對不同應用服務制定新標準，商網不會是唯一解決方案，B5G 異質網路結合會是未來趨勢**，交通部也會持續規劃研究。 ● 韓國今年 1 月開放的 5G 專網頻率使用費很低，**我國應聚焦於其政策方向轉變原因，並借鏡應用服務普及後潛在問題**。

討論議題二：未來頻率釋出機制建議

專家/業者	重點摘要
台灣之星	● 我國上一次 3.5GHz 頻段拍賣的加速機制即類似資格點數，惟未見成效。業者競爭過度激烈且供給少於需求，最終演變成世界前幾名高額標金的狀況。 ● 若政府訂定拍賣機制目的為避免流標或高額標金，則國外制度參考效益較低，國外制度目標為社會福利最大化，而非高額標金。**拍賣機制設計原則和邏輯，應讓業者以合理價格取得頻譜。若同上次拍賣競標頻寬上限設置過高、供給量少，最終將導致遺憾的結果**。
亞太電信	● 現在的 **5G 商用尚未成熟**，從業者的角度看，**希望盡可能降低頻譜成本，把資源放在網路建設**。 ● **拍賣機制不應過於複雜**，須讓業者易於評估和操作及讓主管機關易於監理。
遠傳電信	● 頻率釋出機制上，韓國的評審制不知是否可能套用至我國。 ● **加速機制設置資格點數和次高價規則，若可使標金降低，業者都樂見**，惟目前國內尚未採用過上述做法，**資格點數**

	是否會讓過程變複雜或標金提高等細節尚須討論。
台灣大哥大	● 釋照方法每年都在討論，但未見改變，個人已沒有太大信心，但仍**樂見其他可降低標金的方式**。 ● **若 5G 頻譜需求大於供給，主管機關應設置熔斷機制**。 ● 可評估**次高價格**方式之可行性。 ● 建議下一次釋照時，於**位置競價階段開放業者協商，使業者前次標得頻率連續，增加 5G 使用效能**。
中華電信	● 頻譜需求大於供給是大問題，未來 **5G 釋照供給面要多注意充足的整備**，以避免標金過高。 ● 競價機制 50-100 回中，競價者因為需求所以還是有些操作的空間，會讓價格變得不理性，**機制不論如何設計，目的都應著重於收斂，建議讓需求只降不升**。 ● 資格點數設計上，**若頻段差異過多，建議可直接分成兩場獨立的拍賣，即可避免資格點數於不同頻段轉換的問題**。 ● 如何使標金降溫，可考慮**設置預繳標金機制**，但問題核心依舊得回歸於需求上。
台灣電信產業發展協會 劉副秘書長莉秋	● 過去 4G 頻段拍賣標金即有失速問題，主管機關當時認為要有降溫機制，而現在 5G 標金再次失速，政府立場與政策目的是傾向充盈國庫，或是傾向完備產業發展與市場服務、營造全民利益，令人納悶。 ● 高額標金衝高狀況下，**若突然有業者棄標，主管機關應有配套措施**。 ● **預繳對應標金方式，可能會導致大小業者在資金上的困境和運用不對等**。 ● **產業發展上不應出現供給小於需求的狀況，韓國政府觀察到拍賣市場產生產業劣化故轉型為評審制的經驗**可以借鏡。 ● 我國應在第二次 5G 釋照上設有**橋接制度**，讓**第一次釋照和第二次釋照之頻段銜接**。
元智大學資訊傳播學系 葉教授志良	● 釋照機制上，各業者皆有提及我國未來機制要及早規劃，目前我國皆採取拍賣制，未將評審制或公開招標制納入考量，然而日本、韓國在頻譜釋出皆有新的機制，個人亦認為應**針對基地臺評估頻譜經濟價值**。 ● 降溫機制方面，產業發展和成本有緊密關係，過高的標金對業者來說相當沉重，競爭激烈的頻段採拍賣制或許可以繼續考慮，但**針對需求較少，或鼓勵用於創新發展的高頻段，即可考慮採評審制或公開招標制**。 ● 過去的加速機制與資格點數雷同，是否採取資格點數規則，最初宗旨在於**業者是否可以透過這個機制獲得更多資訊**，若業者缺乏可預測方向，標金會下得很痛苦。
台灣通訊學會程秘書長法彰	● 政策訂定前要有中長遠規劃，贊成劉副秘書長所言，**應避免新型應用出現就釋出新頻段，釋照機制亦不宜複雜**，避免勞民傷財，建議設立一個大方向讓業者去尋求合作，不須在釋照前即訂定嚴格的遊戲規則，可降低競價焦慮感，

	增加各方合作可能性，個人亦建議設置**熔斷機制**，至於運作機制細節應仔細考慮。 ● **部分特定具有高社會公共利益的應用是否適合拍賣制有待商榷**，若政府發展 5G 服務係以追求社會福利為目的，採用拍賣制的合理性則將弱化。
臺北大學 經濟學系 劉教授崇堅	● 對於評審制、拍賣制或公開招標制等未來 5G 不同釋照方式之間的比較，目前無特別建議。惟若仍採取拍賣制，則**應避免最近兩次標金上衝**，甚至不理性局面的發生，造成類似「**贏家的詛咒**（winner's curse）」結果，也就是得標者反而吃虧的情形，甚至可能造成得標業者虧損，或是將高額競價成本轉嫁給消費者，讓通信成本大幅上揚，這些情況都不是政府所樂見的事情。 ● 我國 4G、5G 皆採用近似於同步多輪拍賣制度（simultaneous multi-round auctions, SMRA）之制度，雖然 SMRA 理論上可解決「贏家的詛咒」問題，但標金還是過高，應是我國在釋照時的參與競標條件與 SMRA 的設計有所出入。為避免將來再發生標金過高的問題，或可考慮於「行動寬頻業務管理規則」第 21 條之 3 第 3 款**增設舒緩機制包含「降溫」、「暫停」或「終止競價作業」**等，同時，依競標金額之進展程度，**授權主管機關於競價過程中得適時檢視競標者之資金及財務能力**，避免部分競標者非以得標為目的，藉機拉抬標金，而使得標者被迫墊高成本。 ● 為避免競標機制成為另外一種型態的套利機制，先以較低資金成本取得稀有資源再囤積以尋求高價接手者，從中獲取轉收支利益，可考慮**提高參與競標之財務條件**，例如**採用資格點數機制、取消得標金之分期付款機制**等，**於個別頻段設置加速機制或可加速競標流程的收斂**，而**資格點數機制可減少資金不足者過度擴張其資金運用而參與競標的問題**，或有助於減緩長期財務結構待改進業者參與競標對產業正常發展的影響。大部分國家的作法係以各個頻段的底價為基礎，計算並預置資格點數，再由參與競標之業者於競標前先行購買點數，以參與競標，此機制尚未導入國內，操作細節仍待釐清，宜於相關運作方向與實行細節明確後再研商討論，確認該機制在國內之可運作性後再予推動。 ● 次高價格機制，宜再深入探討，目前尚無建議。
臺北大學 經濟學系 郭教授文忠	● 拍賣機制上，《電信管理法》54 條中說明可以評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式進行，個人認為跟財政部協調過不會有預算法的扞格問題，個人亦不反對評審制，重點應為**資源分配該如何兼顧公平與效率**。 ● 個人不反對加速機制加入冷卻條款或者積點制度，以及於第二階段位置競價採行第二順位得標制，然而以競價學理而言，**頻譜上限和市場競爭性才是關鍵**。這些改變未必有明顯助益，也須注意**參與者必須充分理解競價制度，避免**

	因為不了解競價遊戲規則而衍生種種問題。加速機制設置應讓業者方便理解。 ● 個人認為 **5G 應用較為具效率的方式為由電信業者扮演建設與應用**，未來 B5G 應扮演與國內電信業之互補角色，而非取而代之。此外，垂直應用應因地制宜，以英國為例，因為電信業者涵蓋率太低，所以政府規劃採用 Local 5G，然而臺灣涵蓋率高，其實沒有這個需求，各種產業應用可再觀察其成效進行相關政策之滾動檢討與調整。
前交通部 郵電司 鄧司長添來	● 依據《預算法》94 條，配額、頻率及其限量或定額特許執照之授予，除法律另有規定外，應依公開拍賣或招標方式為之，其收入歸屬於國庫。 ● 目前釋照機制要回到評審制困難重重，若將來考慮評審制，須研議因應措施，過去 2G 採用評審制，未取得頻譜的業者每天在交通部外面抗議評審不公，故並沒有一個制度是最好或最壞的。

討論議題三：5G 網路合作議題

專家/業者	重點摘要
台灣之星	● 聯合申請目前股份總數為 15%，但**個人認為有合作的情況，有向下調整的空間**，《電信管理法》規範達 10%就需向主管機關申請核准，3%至 10%即具有一定影響力。 ● 關於保護消費者和終端權益方面，**使用頻寬設定上限可避免過度集中，競標設定比較低的上限可達降溫效果**，無線電頻率使用管理辦法針對可使用頻寬設限，但現在主管機關目前修訂似乎傾向脫鉤，令人疑惑。 ● 針對交通部長官提及行動寬頻對行動寬頻業務別共用問題，《電信管理法》下非以業務別，而是電信事業之身份，故應無行動寬頻對行動寬頻，或行動寬頻對衛星之差異。
亞太電信	● 從持股比例上做分析，新法（《電信管理法》）規範包含設定 3%、10%持股變動，目的在於觀察財務狀況，與競標無關。目前我國 15%之規範與其他國家相比是相對嚴格的，若以我國業者目前比例套用於他國，大多是符合資格的。 ● 目前各業者執照上的權利義務來自電信法和舊法規範，**轉軌至《電信管理法》後，權利義務透過營業計劃包進去，換湯不換藥，故希望新法可以具體化、數量化，並簡化程序讓業者遵循**。
遠傳電信	● 同一申請人或聯合申請人實質上與競價無直接相關，目前相關規範都是事前預防，仍會有違反競價公平性的問題，**應事後看較公正客觀，且事後監理以事實證據認定，才較妥當**。
中華電信	● 市場穩定下法規希望能維持穩定性，個人認為**可維持現有規範**，但若有調整的必要，須小心處理且應具有合理的訴求與原因。
元智大學	● 聯合申請部分，15%或 1/3 以上之標準或許可以調動，**惟調**

資訊傳播學系 葉教授志良	**整理由須清楚公告，且消費者與終端用戶權益亦須一併考量**，其中《電信管理法》第 58 條第 4 項、《無線電頻率使用管理辦法》第 19 條與第 20 條有相關規定，我國共用案例還不多，建議**可參考國際相關案例評判**。
台灣通訊學會程秘書長 法彰	● 須考量當各方網路共用後，**個人資料如何運用、資訊是否可合用、個資維護標準及主理監管單位**等面向。 ● 業者若要合併，現行流程須經過通傳會和公平委員會審核，但兩單位標準不一樣，個人認為專業性質的審核交由通傳會，一般性質內容則交給公平會，避免業者經過多次關卡，對創新應用發展無益。
臺北大學經濟學系 劉教授崇堅	● 針對 5G 網路合作議題，《電信管理法》兩大精神之一為「進一步解除市場管制」，為利於新業者之參進市場，避免頻率等稀有資源與既存業者網路之使用成為參進障礙，開放多種分享模式，包括「共用」及「共享」等合作模式，使得稀有頻率資源與既存業者網路之利用更具彈性與效率。電信法體制下之「行動寬頻業務管理規則」第 9 條「同一申請人」及第 10 條「聯合申請人」之相關規定，於既存業者均已轉換適用電信管理法之後應如何適用，宜及早議定，避免爭議。 ● 頻率競價必須維持公平、公正與公開之原則，否則無法建立行動通信市場公平合理的競爭與經營環境。由於**「同一申請人」及「聯合申請人」之資格認定與參與競價者的「勾結行為」之間，並無充分必要的邏輯關係，故對於參與競標業者是否有影響競價之公平、公正性甚或違法之行為，必須依證據認定**，事前之規範效果不大，**僅能於競標前，提醒參與競價者之資格限制與得標後之義務負擔**。 ● 針對主管機關在 5G 網路合作、頻譜二次交易的**案例認定上，應依據法規命令辦理**，以排除競價者之不確定性或風險所造成的成本負擔，亦**須留意牽涉跨機關之共同監管範圍可能性，建議機關之間應建立協商機制**，以加速案件之審理。 ● 現行《電信管理法》及相關法規對於定型化服務契約條款、電信服務品質維持、電信消費爭議處理機構，以及暫停或終止營業前之消費者保護處置方式等，皆已訂嚴格要求，對於 5G 市場環境變化中之消費者及終端用戶權益，應已提供充分的保障。反之，在目前的消費者權益保護機制之下，存在不少**重複申訴、藉申訴獲益**的案例，特別是「**慣性申訴類型**」的存在，此等爭議案例耗用大部分的服務資源及量能，損及其他電信消費爭議案件的處理時效，甚或延宕產業進化的時程，對此，亦**應在相關法規體制下做合理的規範**。
臺北大學經濟學系 郭教授文忠	● 消費者保護方面，韓國的許多消保個案可作為臺灣的參考，基於公開、透明、資訊揭露等原則供消費者理性選擇其適合個人之電信服務。

前交通部 郵電司 鄧司長添來	● 網路合作牽涉因素複雜，包含業者意願、建設成本及環境、最適經營家數等，**建議尊重市場機制，不宜定死法規**。
交通部 吳技正昆諺	● 3.5GHz 和 28GHz 共用方面，目前共用是指行動寬頻對行動寬頻，但是對衛星會不同。**不同用途之間的法規適用是今年討論重點**，研究單位可幫忙想不同用途之間法規適用問題。

第四節 第二次座談會意見彙整

一、頻譜釋出機制研析

（一）未來釋照若採拍賣制以外方式（如評審制、公開招標制等）建議（頻段、配套措施等）？

1. 任何頻段的釋照方式需要綜合考量當下的目的、用途或產業、技術發展狀況。
2. 是否採用拍賣制須視市場供需，原則上供不應求建議採拍賣制，供過於求時方可考量採其他方式：
   - 視供需平衡，若供給較充裕或供過於求，可考慮採用拍賣制以外方式（如評審制、公開招標制等）。
   - 競標前先做底價訂定需求調查，若不需要競標，則可以考慮採用拍賣制以外方式（如評審制、公開招標制等）。
   - 就頻率稀有性觀之， 6GHz 以下頻段資源相對較少而競爭，建議維持現行競價機制；mmWave 則可以考慮採行政指配。
3. 無論採用哪種機制，基本上皆希望充分反映頻率價值，如果技術可行，供不應求，最好的方式是競標；如果頻譜不是每個人都想要，例如偏鄉、特殊用途或技術困難，再來採用指配、評審等方式。
4. 主管機關可透過觀察供需狀態、了解底價，詳細了解頻譜價值，藉以判斷適宜的釋出機制。
5. 頻譜屆期展期適合採行政指配方式，訂定金額讓業者繳錢延續使用權，可最小化頻率交接對業界與消費者造成的衝擊，避免後續發生複雜的交換與爭訟。
6. 未來有三種不適合標售的類型：專網、低軌衛星與高空平臺。
7. 採行政指配方式的配套措施建議：
   - 應該要有具體標準判斷是否供過於求。
   - 若採行政指配方式，建議建立公開透明遊戲規則，讓業者彈性選擇需要頻寬，並明訂義務。若提出數量超過再看以共同打折或其他處理機制，避免給予主管機關過大裁量空間。
   - 依目前供需狀況，供大於需可以考慮採取拍賣制以外的其他方式，但國內《預算法》94 條規定，除其他法律另有規定，若不採拍賣制方式的話，可能需要去跟主計室溝通。

- 拍賣制釋出的頻率跟其他方法釋出頻率的處理方式應有所不同。
- 若採評審制，為確保執行建議設有履行保證金，保證金在完成後退回。
- 對於非拍賣取得的頻譜，建議設置頻譜使用率和效率標準，對於未達成者要有回收機制，以免頻譜閒置或浪費。
- 須考量非拍賣取得頻譜者應負擔的合理社會責任義務和監理方式。

8. 採拍賣方式的配套措施建議：
   - 須考慮讓標金不過高和縮短時程等機制。
   - 建議研擬降溫機制，例如當拍賣價金超過底價多少倍時，階段性啟動降溫機制。

（二） 若未來可能釋出 37GHz 頻段，是否適合採行政程序指配方式釋照？

1. 越高頻的釋出方式可以做多元討論，尚未釋出的 37GHz 就可以有多種釋出方式的討論。

（三） 若未來可能釋出第一次釋照未拍賣出之 28GHz 頻段，是否適合採行政程序指配方式釋照？

1. 對 28GHz 頻段沒釋出的 900MHz，須在考量同一頻段是否要採兩種不同釋出方式。
2. 對於已釋出的 28GHz 頻段中未拍出的頻譜，建議採相同方式釋出較為合理。
3. 供過於求應該要有基本的標準，例如現在和五年後的供過於求概念不同，觀察國際市場發展方向和投入市場應用的型態進行判斷後，才可以思考 28GHz 應不應該用不同方法釋出。
4. 針對以前釋出而未拍出的頻段，建議採取一樣作法和條件，並考量頻率連續與使用效率。若 3.5GHz 和 28GHz 再競標，會產生頻段不連續的問題，故建議設置可以交易或交換的機制，例如讓業者先協調再競標等方式。
5. 相同頻段若前後用不同制度釋出，則負擔成本應一致，維持市場競爭公平性。

二、5G 網路合作業者參與釋照相關議題

（一）以實際可使用頻寬間接限制競價數量上限，是否仍能維持競價程序之公正？

1. 因每次競標釋出的頻段特性和應用可能不同，準此每次競標規定相異，建議實際可使用頻寬上限應以業者所擁有頻率使用證明之頻率計算，基本上只要符合第 12 條 1GHz、3 GHz、6 GHz 的 1/3 以下規定即無頻率過度集中問題。
2. 由於業界意見分歧，短期應掌握頻譜不能過度集中大原則，從寬處理。

（二）無線電頻率使用管理辦法第 12 條實際可使用頻寬是否有待調整之處？

1. 針對競標程序至事後實際可使用頻寬上限之立法並不一致，本條立法上應全盤檢討修正，應考量法定釋出頻寬，如於頻譜拍賣未盡數釋出之情形，頻率是否真正影響市場或造成頻率過度集中尚有疑義。

2. 本條過於僵化，未考量多元合作態樣，應以釋出量進行規範，只要不違反公司法、公平交易法即應寬鬆認定合法，過度強調公平即屬不公平。

（三）除行動寬頻業務管理規則第 10 條規定聯合申請人之條件以外，是否尚有其他合作態樣或情形應納入規定以充分滿足立法目的？例如，共頻共網等各類合作，是否存在影響競價公正之態樣？

1. 聯合申請人設置旨在限制頻率過度集中於單一業者，或使兩家以上具有共同相同利益以及無法實質上互為競爭者中，防免影響市場公平競爭和消費者權益，而由於電信管理法第 26 條第 3 項規定，同一人或同一關係人取得符合第 1 項第 1 款或第 2 款之電信事業有表決權之股份總數達 10%以上者，應向主管機關申請核准，頻率共用或其他網路緊密合作且持股超過 10%應該落入聯合申請人的定義，推派一個代表參與競標。

2. 聯合申請就如同訂立一個分管契約，協議選定業者代表參與，惟此協議應被揭露，以避免不當串謀。

（四）未來是否需要明訂競價者為聯合申請人時，代表單一電信事業或複數電信事業參與競價？

1. 即便兩家業者獨立營運，惟競標時仍具備股權關聯性，因此希望維持被推派競標之 C 業者僅代表本人競標，D 業者自始無法參與。

2. 3.5GHz 及 28GHz 如再續行競標則會產生頻譜不連續問題，應設計可交易或交換之機制，如先協調再競標以提高頻譜使用效率。

3. 相互持股並非一定影響競價公平性，因此無須事前規範聯合申請人。

（五）若 C 業者與 D 業者承諾確保拍賣後單一電信事業實際可使用頻寬不得逾 30MHz，則由其中一家業者參與競價時，是否可以兩家業者可取得頻寬上限計算？

1. 應注意重複計算問題，設若本次拍賣 100MHz， C 業者（具有 60MHz 使用權）與 D 業者（具有 40MHz 使用權）合作，D 業者承租 C 業者 10MHz，D 業者實際可使用頻寬依無線電頻率使用管理辦法第 12 條第 2 項為 50MHz，惟 C 業者實際可使用頻寬究係 60MHz 或 50MHz，若為 60MHz 則存在重複評價問題。

三、3G 網路關閉議題

（一） 因應 3G 網路關閉，為使技術平順轉移於技術面，局端與終端（用戶端）需要考量哪些面向？

1. 淘汰舊技術往新技術發展，3G 關網是必然。關掉舊技術往新技術發展，同時維運多個網路是沒有效率的行為，2G-4G 的過程中維持大概 3 到 4 年的重複情形。

2. 因為技術中立，業者可選擇適合自己的網路規劃，以及語音服務解決方案，所以沒有提早關閉的計畫。

3. 若將 CSFB 全關，須考慮 Inbound 和 Roaming 的部分。機場的換機服務處須提供 VoLTE 的手機，以防很多國家仍用 3G，屬於 CSFB，須宣導且業者要配合執行。
4. 3G 關閉與否，要考量技術演進、終端設備是否充足、以及目前服務提供，包含 Roaming 所遺留的問題都必須加以考量。
5. 3G 關臺最大問題是 VoLTE 終端，如果要關網路端和行銷端要業者去努力。
6. 要把大家手機終端改成有 VoLTE 的功能是必要的過程，現行民眾持有的手機支援 VoLTE 的有 7、8 成以上。
7. 如果有業者想關閉，希望主管機關提出一些相關注意事項讓業者有所依循，類似像當初關閉 2G 網路時，其實是有些可以依循的，這樣會比較好處理。
8. 2G 網路關閉時已經處理過，到時候 3G 網路關閉也可以比照 2G 模式處理。
9. 業者維持 3G、4G 和 5G 是增加成本，將來不具 VoLTE 手機會越來越少，應授權給業者衡量，考慮維持 3G 網或是送手機哪個比較划算，可參考以往關 2G 的作法，當初關閉時做得很好，值得再借鏡。
10. 2020 年業者推出的綁約手機就全部有 VoLTE 功能。
11. CSFB 是商業機制，CSFB 著重市場根本不在臺灣，而在漫遊市場，維運一個 3G 系統取得漫遊市場營收到底合不合算，是業者的商業評估判斷
12. 建議把 3G 作為異質網路的一部分，交給業者自己判斷。
13. 因各業者就 3G 網路關閉想法及時程不同，希望主管機關尊重業者的規劃。
14. CSFB 現有各業者擬終止服務時間點不同，業者要報相關計畫審查，主管機關要有一套完整的邏輯運作，尊重業者的想法。

（二） 因應 3G 網路關閉，為使技術平順轉移，業者已經或將採取哪些措施保護消費者權益？

1. 3G 網路關閉，主管機關針對消費者有完善的措施。
2. 消費者權益保護的問題業界在 2018 年 12 月 31 日其實就已做完。
3. 業者本須繳交計畫 3 個月前消費者權益保護計畫供主管機關審查，因此認為在現在的框架下沒問題。
4. 這是一個政策選擇（public choice）的問題，若要照顧消費者多一點，需要考量的面向可能會多更多，時程上要考慮的點也較多。
5. 臺灣關閉不同系統已非第一次，如 2G、PHS、WIMAX 等。臺灣替代性服務太多，消費者權益沒有《憲法》的通訊自由不被保障的問題。

第五節 第二次座談會會議摘要

討論議題一：頻譜釋出機制研析

專家/業者	重點摘要
台灣之星	● 無論是哪個頻段都需要**綜合考量當下的目的、用途或產業、技術發展狀況**。 ● 建議考量一種**非常適合行政指配的方式－將既有頻譜屆期用展期**的方式，訂出一個金額讓業者繳錢，延續他的使用

	權，例如**已釋出的 4G 頻率，可以最小化頻率交接時對產業、業者和消費者所產生的衝擊**，此方式為國際上普遍採用，且可避免過去曾發生的複雜交換或訴訟等情形。
台灣大哥大	● 頻譜釋出方式從**頻譜稀有性**來看，**Sub 6GHz** 以下相對較少較為競爭，**維持現行競價機制**，**mmWave** 部分**可以考慮行政指配**。 ● 不建議讓業者提案送審給承諾較多者，**應建立公開透明遊戲規則**，讓業者**可彈性選擇需要頻寬**，**並明訂義務**。**若提出數量超過再看以共同打折或其他處理機制**，**避免給予主管機關過大裁量空間**。 ● 針對以前釋出的，採取一樣作法和條件。 ● 另一個點可請研究團隊考量，因為 **3.5GHz 和 28GHz 如果再標，後續會產生不連續的問題，所以應該要有機制至少可以交易或交換**，可能先協調再競標的方式，讓這頻率可以連續且最有效率。
中華電信	● 視供需平衡，**若供給較充裕，或可考慮採用評審制**。 ● **競標前先做底價訂定需求調查**，若不需要競標，則可以用評審制做有效頻率分配。
遠傳電信	● **供過於求可考慮評審制**，如果供不應求須採用**競標制**時，**須考慮是否有競標標金不過高機制和縮短時程**等機制。
亞太電信	● 現在行動業者基本適用《電信管理法》，頻譜釋出機制於法條有評審制跟公開招標制可考量，譬如，用**需求面與供給面的對應關係**去做適當措施是可行的想法。 ● 對 28GHz 頻段沒釋出的 900MHz，是否**同一頻段兩種不同競價方式要再做考量**。
元智大學資訊傳播學系葉助理教授志良	● 依目前供需狀況，**供大於需可以考慮採取拍賣制以外的其他方式**，但**國內《預算法》94 條**規定，除其他法律另有規定，不是拍賣制方式的話可能需要去跟主計室溝通，現階段是蠻困難的。 ● 將缺點和優點列出來後，就比較清楚評審制與拍賣制的好壞，以及當初不採評審制的理由， ● 用**不是拍賣制釋出的頻率跟其他方法釋出頻率的處理方式應該有所不同**，因為畢竟業者已經有投入龐大的資金去取得，所以應該要有所區別。
前交通部郵電司鄧司長添來	● 頻譜釋出機制若可採評審制，**為確保執行需有保證金**，保證金在完成後退回。 ● 未來**三種樣態不能標售**。 第一個是**專網**，專網在廠區內自用要怎麼標售？如視為專用電信其頻率使用費，若按鄰近頻段的標售價格除以 3 萬 6 千平方公里，因其使用面積極小就會很便宜，怎麼算宜詳細研究。 第二個是**低軌衛星**，低軌衛星頻段是 ITU 配的，為全球性使用，實際投落使用是依照用戶數及服務需求，並不會整段全部用完，不同於國內頻譜使用樣態要怎麼標？頻寬不

	定、使用的地區也不定，甚至在使用中跨國。個人認為只能用評審制的方式，並建議要有個履行保證金，預防業者中途放棄。 第三個是未來的**HAPS 高空平臺**，這是照顧偏遠地區，總要有人去做，這個平臺誰來建置誰來維護？各業者可用頻寬如何決定？這都是麻煩的問題，需要慎重考慮。個人傾向參採隧道共構共用的模式去思考，這三種新樣態必須說服主計處說不能採用競標方式。 ● 另目前的競標機制，可以研究稍做修改，**不要因沒辦法煞車釀成災難**。但基本上**成交價還是供需問題**。
台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋	● 與業者想法一致，越高頻的，相信釋出方式可以做多元討論。像沒釋出的 **37GHz 就樂見可以有多種釋出方式的討論**，但對於**已經釋出的 28GHz 頻段**，既然同樣都是 28GHz，代表在國際上的技術發展或應用方式是鄰近甚至相同的，既然政府當初同意用拍賣的方式，那**未拍出的採相同方式較為合理**。 ● 若政府將上次 28GHz 沒拍完的視作供過於求，則非大家的想法。**供過於求應該要有一個具體標準**，像當初 28GHz 沒有被完全取得很大的原因是臺灣 5G 釋照時間本來就過早，5G 技術標準還在不斷演進當中，28GHz 在未來技術相對成熟時，其供給和需求才會相對比較平衡。 ● 我同意供過於求應該要有不同釋照方式的討論，但供過於求應該要有基本的標準，例如**現在和五年後的供過於求概念不一樣，觀察國際市場發展方向和投入市場應用的型態是不是相近去做判斷**後，才可以思考 28GHz 應不應該用不同方法釋出。 ● 頻譜是全民共用、共同資產，因為拍賣是代表這個全民共有的資產你付出一定的成本代價去取得、做創新應用，但如果用的是**評審制、審議制或其他方式，那應該要付出相對應附帶的條件，例如保證金**。另外，非拍賣取得的頻譜，頻譜使用率和效率，達到什麼樣的使用效率你才可以繼續使用，沒有的話就要有**回收機制**，以免頻譜在評審或審議制下被閒置或浪費。 ● 如果不是用拍賣取得，照理**負擔的社會責任義務和監理方式**應該要比拍賣取得的還多，才會相對合理。 ● 頻譜取得方式可以很多元，但要有**公平性**。 ● 從 3G 到 5G，**每次釋照拍賣都出現過熱現象**，每一次主管機關都認為拍賣標金過熱，應該要有降溫機制，但每一次都沒有。照理來說，主管機關做釋照規劃，從釋出多少頻寬、市場上有多少業者、技術上需要多少量，在競標之前就能看出會不會過熱或溢價拍出。所以政府在釋照時要想清楚，做釋照是要去賺取國庫收入？還是推展或創造產業的蓬勃發展？如果沒想清楚，寫再多都會變成多家去搶一小塊，所有理性判斷全部都斷裂。

	● 希望研究單位可以把我們心心念念期待的**降溫機制**放進去，每一次主管機關在做拍賣時都會訂底價，而這底價是參考國際上頻段拍賣的標金的合理性做 Bench mark，換句話說，如果拍賣的價金已經超過底價兩倍，是不是就該啟動第一波降溫機制？超過三倍是不是該啟動第二波？那超過幾倍之後就應該廢標？這才是應該投入研究的東西。
臺北大學 經濟學系 劉教授崇堅	● 評審、競標方式，無論哪種機制基本上都是**希望頻率價值可以充分凸顯出來**，如果**技術可行，供不應求，最好的方式就是競標**；如果頻譜不是每個人都想要，例如偏鄉；特殊用途或技術困難，再來採用指配、評審等。 ● 主管機關**應該觀察供需狀態**，以及了解底價，要詳細了解它有甚麼樣的價值，不管國內還是 ITU 的頻段，理過就會知道甚麼樣的制度會比較好。 ● 另外，3.5GHz 和 28GHz 曾經標過的頻段，之後用行政處理的話，有個前提是如果還有人想要進來，但不大可能這樣。**相同頻段，前後用不同制度釋出的話，負擔成本要一樣，在市場上競爭才有公平性**。

討論議題二：5G 網路合作業者參與釋照相關議題

專家/業者	重點摘要
台灣之星	● 無論是同一申請人還是聯合申請人，他們在競價時都有這樣的限制，目的其實是**限制頻率不要過度集中在單一個業者，或使兩個以上具有共同相同利益以及實際可能沒辦法實際互為競爭對手的手中，避免資源過度集中去影響到市場公平競爭和消費者權益**，所以才會有同一申請人和聯合申請人的限制，過去電信法是放在行動寬頻業務管理規則，規定持股 15%，但現在電信管理法已經開放，在彼此已經有共頻共網，又有持股，原本沒有合作的 15%標準應該要往下修，因為**在電信管理法的框架下**，主管機關已對電信事業股東有審查的標準，也就是 10%，**主管機關認為持股超過 10%就要做審查，所以建議有頻率共用合作、其他網路上的緊密合作、持股超過 10%應該落入聯合申請人的定義，推派一個代表參與競標**。
台灣大哥大	● 當初電信法底下行動寬頻業務管理規則立法目的如台星先進所言，雖說是兩個營運人，但產生頻譜集中的現象。共頻共網或其他合作型態是必須納入考慮，看如何把他視為一個因素考慮進去，**百分比上目前 15%尊重主管機關**，但若有其他合作態樣應該要考慮進去。聯合申請的部分，想確認 C 和 D 是否可以由 C 代表競標？如果延續剛剛電信管理法的邏輯，不太了解 C 業者若代表 CD 業者標到頻譜，到底頻譜是 C 業者還是 D 業者還是 C 和 D 業者？**雖然營運上獨立，但在標的時候股權上有關連性，所以希望維持 C 業者只算 C，然後 D 就不能參與**。

	● 3.5GHz 和 28GHz 如果再標，後續會產生**不連續**的問題，所以**應該要有機制至少可以交易或交換，可能先協調再競標的方式**，讓這頻率可以連續且最有效率。
中華電信	● 針對 12 條上限，這次有做一些修正，例如 mmWave。然而，從競標到事後管理使用頻寬部分，感覺無法對齊，必須要修法。像中華第一次 28GHz，要釋出 2500MHz，一家上限，上限一家 1/3 可以拿 800MHz，中華標到 600MHz 沒到上限，但問題在於有 900MHz 沒釋出，變成總釋出只有 1600MHz，中華拿 600MHz 超過 1/3 的問題。所以**計算上可能要回歸釋出的頻率**，因為已經透過一個拍賣的過程分配頻率，**頻率如果分不出去代表需求滿足，也就不會有影響市場或頻率過度集中的問題**，因此**建議使用頻寬和當初釋出頻寬應該要有對其規管的過程**。
遠傳電信	● 關於同一申請人和聯合申請人，過去電信法下子法是有規定的，但現在**電信管理法相關子法都沒訂定，應不需要予以維持**。而且**同一申請人和聯合申請人之機制是為了防止競價的不公平性**，基於這樣考慮以事先有投資的百分比來做認定的話需要再考慮，因為依照這樣邏輯，例如：政府機關持有某個業者股份，政府釋出頻率然後再讓這樣的業者可以參與競爭頻譜，這樣是不是違反競價公平性？但**從前幾次釋照看起來，似乎沒什麼問題與顧慮，所以相互持股不代表一定會影響競價公平性，不需要事先做相關規範。** ● 關於持有頻率計算問題，像上次 3.5GHz 因為有數量限制，且競標前已告知可以共用，所以有特殊限制，才有一個實際可使用頻寬的定義，但是下次競標未必如此，**目前還不知道是那些頻段或會不會有這樣的限制，或有其他可以合作形式的考量，所以現在就討論是否要比照 3.5GHz 這樣定義討論還過早，而且每次競標釋出的頻段特性和應用可能不同，應該就每次競標有相關規定要求**。另就實際持有頻率問題，我們單純認為**實際持有之頻率數量是不是應該要用業者所擁有的頻率使用證明上的頻率來計算，基本上只要符合無線電頻率使用管理辦法第 12 條規定，符合 1GHz 以下、3 GHz 以下、6 GHz 以下的 1/3 限制，照理就不會有頻率過度集中的問題**。

亞太電信	● 每次釋照都有因應當下的作法，印象中某次釋照曾經有不可取得當初釋照頻寬 1/2，但時間久遠，記得可能是潛規則，業者配合那個當下去取得頻譜。延續到今天，感覺昨是今非，這部分包括現在，頻譜各種頻段組合、網路組合都要主管機關審查，可是**開放競標的標的、業者擬想競標取得及實際標得、及主管機關審核釋出的頻段不見得一致，中間有太多不確定性和思考的機制，所以要在標的物不明確的情況下去訂定的標準的話，真的需要仔細考量**。另外，**業者頻段固定，這時候去申請共頻共網的頻段可能是跨越不同釋照時程，業者申請共頻共網作之際也會有 DOUBLE COUNT 問題**，這代表這些頻段是業者因應競價結果後進行頻譜規劃所需，只是需要透過合作業者去使頻率使用效率更高，**但後面對這件事去做限制感覺有點怪，主管機關可以進行適度規管但要視當下的狀況調整**，現階段討論可能有點早。我記得 108、109 年行政院公告 5G 釋照，目前最近的一次，**4.8GHz 和 4.9GHz 是申請制以因應企業專網申請，目前仍在做清頻，後續釋出之競標頻段也被切割成左右兩側，有太多想像空間，目前不宜做一個不確定的限制，可以再做觀察**。
元智大學資訊傳播學系葉助理教授志良	● 頻率使用與共頻共網，**當初設定上限之目的主要是避免過度集中於少數業者，而聯合申請人則是處理競價程序的公正性，這兩個相異目的之措施如果混在一起談，會讓人感到很混亂**，原因是業者有提出成本。**頻率使用權是類似財產權的概念**，因此當我們將頻率取得上限這個議題，把租用或是其他共用等狀況混在一起談，會顯得非常詭異，這是因為在界定可使用的頻寬上限時，**把使用權和實際取得頻寬上限混在一起談，非常不妥**。按經濟學寇斯定理(Coase Theorem)，當財產權被清楚界定時，不管法律規定如何分配，只要有交易的可能，財產的配置就會達到最有效率。如果可以把頻率的權利訂得很清楚，比如說它就像是財產權的時候，其實後面有很多問題都可以被解決，不管是頻率取得上限還是聯合申請人。以聯合申請人來講，民法物權編關於共有財產的規定，在共有關係中，原則上要「所有」共有人同意才能處分財產，如果私底下雙方有分管契約，就按分管契約處理，而**聯合申請人的規定就很像是訂了一個分管契約，分管契約代表誰參與，就依分管契約的協議去處理，但重點是，這個協議必須要被揭露，以避免不當串謀**。所以說，我們一直把實際可使用頻寬上限和取得頻寬混在一起談，會很困擾。
前交通部郵電司鄧司長添來	● 電信管理法第 12 條寫得太死，**那些比例最好不要訂在法條內，只需做原則性的規定授權在管理規則處理，因為有幾個變數存在，經營家數如果增加或減少的話不易調整**；另剛才討論的問題，比例的母數要按照釋出量還是實際得標量？我覺得**要以釋出量才合理，因為萬一有人放棄或股權**

	調整，得標量會變動。至於業者合作部分，個人覺得合作樣態太多，沒辦法預先知道，現在已有業者出租 10 年至 20 年，未來可能只租某個地區，所以 12 條寫得比較死，我認為要給較大的彈性，主觀認為，**只要不違反公司法、公平交易法宜給業者彈性，過度強調公平反而不公平**。我比較傾向將國內作為試煉場，以後一起到去國外拼市場，所以宜多給點合作彈性，總之，**整個頻譜釋出不應只強調公平合理，還要考慮國家政策，比如說現在 5 家業者，是否是最佳的經營規模，在有競爭原則下政策可稍微調整**；特別是低軌衛星、HAPS 等新技術將會帶來未知的衝擊。
臺北大學 經濟學系 劉教授崇堅	● 寇斯定理主要是說讓市場機制下去搶，標出的頻譜在使用期限內賦予他財產權與定位，如果標出的頻譜在使用期限內賦予他財產權的時候，明確的財產權可在有效的期限內掌控或使用的話，就不要管太多，盡量從寬處理。因為**條文細節牽涉電信法與電信管理法落差**，且聽起來**大家意見紛歧**，所以短期內先放置但**頻譜不能過度集中這個大原則是不能放的**。在現在情況不是很清楚的狀況下硬處理的話，反而會讓事情更複雜。

討論議題三：3G 網路關閉議題

專家/業者	重點摘要
台灣之星	● 雖 3G 早就屆期，早就沒有業務，但現在**《電信管理法》採取技術中立**，且業者本須繳交計畫 3 個月前消費者權益保護計畫供主管機關審查，因此認為在現在的框架下沒問題。 ● 因為技術中立，**業者可選擇適合自己的網路規劃，以及語音服務解決方案**，所以沒有提早關閉的計畫。
台灣大哥大	● 3G 關臺**最大的問題是 VoLTE 終端**，去年到這段時間主管機關嘗試跟我們要一些數字，業者大都有提供，還有 CSFB 的分鐘數。如果要關，**網路端和行銷端要業者去努力**。 ● CSFB 全關掉的話，**須考慮到 Inbound 和 Roaming** 的部分。機場的換機服務處須提供 VoLTE 的手機，以防萬一現在很多國家還是用 3G，屬於 CSFB，宣導跟業者要配合執行。
中華電信	● 淘汰舊技術往新技術發展，3G 關網是必然。關掉舊技術往新技術發展，**同時維運多個網路是沒有效率的行為**，2G-4G 的過程中維持大概 3 到 4 年的重複情形。 ● 現在看 3G 大概是 6、7 年，5G 過程中結束 3G 是合理的。 ● 要把大家**手機終端改成有 VoLTE 的功能是必要的過程**，現行民眾持有的手機支援 VoLTE 的有 7、8 成以上，之後也大概會形成這種狀況。
遠傳電信	● 因各業者就 3G 網路關閉想法及時程不同，所以**希望主管機關尊重業者的規劃**。 ● 如果有業者想關閉，**希望主管機關提出一些相關注意事項**

	讓業者有所依循，類似像當初關閉 2G 網路時，其實是有些可以依循的，這樣會比較好處理。2G 網路關閉時已經處理過，到時候 3G 網路關閉也可以比照 2G 模式處理。
亞太電信	● 3G 網路關閉，主管機關針對消費者有完善的措施，做了很多很多的事情。亞太提前終止 3G 服務，也付出了很大的代價做終止。 ● CSFB 現有各業者擬終止服務時間點不同，業者要報相關計畫審查，主管機關要有一套完整的邏輯運作，尊重業者的想法。
元智大學資訊傳播學系 葉助理教授 志良	● 3G 關閉與否，**要考量到技術演進、終端設備是否充足**、以及**目前服務提供**，包含業者剛才提到國外 Roaming 所遺留的問題，這些業者都必須加以考量。 ● 我覺得這會是一個**政策選擇（public choice）**的問題，但如果說要照顧消費者多一點，需要考量的面向可能會多更多，時程上要考慮的點也較多。
前交通部 郵電司 鄧司長添來	● **業者維持 3G、4G 和 5G 是增加成本**，將來**不具 VoLTE 手機會越來越少，應授權給業者衡量**，考慮維持 3G 網或是送手機哪個比較划算，**可參考以往關 2G 的作法**，當初關閉時做得很好，值得再借鏡。
台灣電信產業發展協會 劉副秘書長 莉秋	● 消費者權益保護的問題我們在 2018 年 12 月 31 日其實就已經做完了，剩下使用 3G 手機的用戶，其實**在 2020 年業者推出的綁約手機就全部有 VoLTE 功能**，更別說現在市面上根本找不到 3G 手機，所以我覺得他不存在消費者保護問題。3G 剩餘不到的 9 萬用戶，經過 2019-2020 兩年時間，市場手機跟續約換照洗禮，現在應該找不到純 3G 手機了。 ● 我覺得 **CSFB 是商業機制，CSFB 著重市場根本不在臺灣，而在漫遊市場**，維運一個 3G 系統取得漫遊市場營收到底合不合算，是業者的商業評估判斷，且相信主管機關只在乎拿有中華民國身分證的消費者用戶，以外的用戶應該都不在關照範圍內，所以 NCC 為什麼要關注網路關不關閉？如果只要有一個客戶用 3G 就不能關的話，不合比例原則。 ● 臺灣關閉不同系統已非第一次，如 2G、PHS、WIMAX 等。**臺灣替代性服務太多，消費者權益沒有《憲法》的通訊自由不被保障的問題。**所以不理解為何還要去拘泥於這種不符合比例原則的事情。 ● 現在純 3G 的用戶有沒有 1 萬都值得懷疑，所以我還是認為這是市場商業機制，**讓業者自己決定要不要爭取 CSFB 或漫遊市場**。
臺北大學經濟學系 劉教授崇堅	● 消費者機制在歷屆關機過程中都做得非常徹底。這點我覺得我們法規很周詳，主管機關很盡責，業者很配合，但消費者很不滿意。肯定在座所有人的努力，關閉一個系統的過程中大家都很辛苦也仁至義盡。網路要不要關，同意剛剛幾位的看法，**把 3G 作為異質網路的一部分，最好交給業者自己判斷**。

第八章 未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析

第一節 未來行動寬頻頻率釋出機制研析

一、國際常見行動寬頻頻率釋出機制研析

現行國際常見行動寬頻頻率釋出機制主要可分為市場機制主導與行政主導兩大類型，對應我國《電信管理法》第 54 條中的評審制、拍賣制、公開招標制與其他適當方式，也涵蓋市場機制主導與行政主導的兩大類方式，如拍賣制市場機制主導，評審制與公開招標制等則屬於行政主導，因此將評審制與公開招標制歸類於行政程序指配方式，逐項說明。

（一）拍賣制

拍賣制係由政府釋出頻段進行拍賣，根據頻譜供給與電信業者需求，進行價格競爭，並由出價最高者獲得該頻段，屬市場導向性質，英國、美國、韓國等多數國家常使用的 5G 釋照方式。根據 ITU（2016）報告，頻譜應以最大價值利用或用於確保實現社會最大利益，機制上應能使促進頻譜最大價值利用。在允許競爭性競標的市場條件下，頻譜拍賣最能支持主要監管目標之技術與經濟效率（ITU，2016）[799]。主要國家如美國、德國、法國、韓國等通常於超額需求而產生競爭時採用拍賣制；英國與澳洲則基於頻率最適利用與促進公共利益最大化採用拍賣制；法國與加拿大則是透過拍賣制達成政府目標（一般財団法人 マルチメディア振興センター，2021）[800]。而為確保 5G 服務提供與佈建等，多數國家執行頻譜拍賣的同時，皆會賦予執照者建設義務。

以市場導向為基礎的拍賣制能有效分配頻譜資源，並能靈活因應持續變化的頻譜需求與日新月異的技術開發，同時具防止政治干預之優點。然而，拍賣整體設計至關重要，若拍賣整體設計不良將進一步導致拍賣結果不盡理想，同時日益複雜的頻譜監管與研究工作亦導致拍賣整體複雜化。此外，有些國家監理機關也可能將拍賣誤用於追求最大收益，但若將收益用於網路佈建投資，追求最大收益的目標本身並非問題，惟過去將收益用回在投資網路佈建的國家案例相當罕見（Beltrán, Fernando; Massaro, Maria , 2018）[801]。日本經濟法學者舟田（1997）則依資源有效分配、適當選定手法、服務品質提升與維持、頻譜獨占風險與技術開發影響之面相進行分析，提出透過市場原理能有效分配頻譜資源、有效促進得標者提升服務品質與技術開發等優點。舟田（1997）亦指出拍賣制可能出現資金豐厚者獨占頻譜之風險，但若於拍賣制度中加入經濟弱勢者之優惠政策，或是限制

[799] ITU.(2016). Guidelines for the review of spectrum pricing methodologies and the preparation of spectrum fee schedules.

[800] 一般財団法人 マルチメディア振興センター（2021）。諸外国の携帯電話用周波数の割当方式について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778343.pdf (Nov.19, 2021)

[801] Beltrán, Fernando; Massaro, Maria (2018) : Spectrum management for 5G: assignment methods for spectrum sharing, 29th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Towards a Digital Future: Turning Technology into Markets?", Trento, Italy, 1st - 4th August, 2018, International Telecommunications Society (ITS), Calgary. Retrieved from https://www.econstor.eu/bitstream/10419/184932/1/Beltran-Massaro.pdf. (Nov. 4, 2021.)

可取得的執照數目，便能防止頻譜獨占。而以收入中立制度導入，只要競爭有效運作，拍賣成本不會影響服務品質（參照表 8.1.1）。

表 8.1.1　頻譜拍賣制度優缺點比較

項目	優點	缺點
資源有效分配	● 透過市場原理，能使本就有限與稀少的頻譜資源得到最適當的分配。	● 若出現投標者誤判頻譜價值，使標金過高之狀況，則無法達到頻譜有效分配之目的。 ● 整體拍賣系統不見得能針對頻譜進行最有效的分配。 ● 若出現頻譜獨占之狀況，亦無法達到頻譜有效分配之目的。
適當選定手法	● 未得標者亦理解未得標理由，相較之下較透明。 ● 不須於選定執照持有人一事上花時間。	● 若該拍賣出現標金以外的選定基準，則難以確保整體的透明度（尤其是標金最高者未得標之狀況），另外亦無法確保真不需要花時間選定執照人
服務品質提升與維持	● 透過市場機制促進競爭，可有效促進提升服務品質。 ● 拍賣制以收入中立制度導入，只要競爭有效運作，拍賣成本不會影響服務品質。	● 若出現投標者誤判評斷價值或是獨占頻譜狀況，便無法完全期待能提升服務品質。 ● 執照取得成本會給執照取得者造成壓力，亦有可能導致服務品質下降。
頻譜獨占風險	● 若於拍賣制度中加入經濟弱勢者之優惠政策，或是限制可取得的執照數目，便能防止頻譜獨占。	● 具資金豐厚者獨占頻譜之風險。 ● 即使規劃設立針對經濟弱勢者的優惠政策，仍難以測定其客觀的基準。
技術開發影響	● 拍賣能於技術革新領域，促進投標者間的競爭，並有效促進技術開發。	● 可能出現得標者為早日彌補拍賣成本，疏於以長遠目標進行技術開發之風險。

資料來源：舟田正之（1997）。*周波数オークション*。日本東京：日刊工業新聞社

（二）行政程序指配－評審制與公開招標制

評審制係指由政府或監理機關根據申請者提交的計畫，選出獲得頻譜使用權的申請者之方式。根據我國《政府採購法》[802]與新加坡等釋照制度，可認定公開招標制同樣由欲取得該頻段之業者向政府或監理機關提出企劃書，並由政府與監理機關審理後指配。惟業者提出企劃的同時，亦須針對申請頻段提供其願意支付的價格，供政府與監理機關做評比，故相較於評審制更具市場導向性質。使用該二方式的政府機關，皆會針對申請者擬定網路涵蓋率、財力證明、網路服務啟用時間等條件，申請者須達到上述條件始得申請頻段。現行主要採用評審制的國家為日本、中國大陸、香港高頻段，公開招標制的代表則為新加坡與日本 2021 年 1.7 GHz（東名阪以外）釋照。研究團隊考量兩者雖於市場導向面有些許不同，然

[802] 全國法規資料庫（n.d.）。政府採購法。檢自 https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=A0030057. (Nov. 4, 2021.)

兩者最終決定頻譜分配角色為政府與監理機關而非市場機制，故將兩者視為行政程序指配，共同比較與分析。

針對行政程序指配的優與弊，當頻譜供過於求，行政程序指配能較有效地將頻譜配予最適當的業者，然而行政程序指配易出現政府經濟方面考量不足而未能有效分配頻譜，也容易受到政治偏好影響，此外該種方式也較容易忽略無線電頻譜及其服務的社會價值[803]。舟田（1997）的研究則將行政程序指配稱為「比較審查」，並同前文拍賣制，依資源有效分配、適合的選定手法、服務品質提升與維持、頻譜獨占風險與技術開發影響之面向進行分析，提出較不具特定申請者獨占頻譜之風險、可藉設立審查項目有效針對長期技術開發給予鼓勵等優點，亦提出有因資訊不完全導致頻譜分配不當、儘管將審查基準明確化仍難以與未得標者取得共識等缺點（參照表 8.1.2）。

表 8.1.2　行政程序指配（比較審查）優缺點比較

項目	優點	缺點
資源有效分配	● 得依據充分的資訊進行適當的審查，並將頻譜配予最適當的業者。 ● 得依據頻譜有效利用之觀點，明確排除不具使用效率及投機的申請者。	● 易因為資訊不完全，導致無法透過適當的審查將頻譜分配給最適當的人。 ● 易受政治等人為干擾。 ● 若無法有效評估頻譜價值，可能導致頻譜價值低估。 ● 以行政指配方式可能導致頻譜零散。
適當選定手法	● 可透過明確擬定審查基準、創造意見聆聽機會等方式，確保整體審查透明度。	● 儘管將審查基準明確化，仍無法輕易取得申請失敗者的認同。 ● 發表與相關活動等恐需大量成本支出。 ● 儘管有明訂的標準，仍可能淪為「作文比賽」，將頻譜分配給承諾越多者。 ● 審核時程可能較為冗長。
服務品質提升與維持	● 可藉設立適當的審查項目，針對服務品質提升，予以鼓勵。 ● 藉適當的審查選出能力較高的執照人，可提供品質較高的服務。 ● 可確實排除服務供給能力差的申請者。 ● 審查過程中若不考慮申請者過往實績，便不一定會對現有執照持有人有利。	● 易因資訊不完全之緣故，無法選出能力較高的執照持有人，亦無法保證該執照持有人能持續提供高品質服務。 ● 監理難度與成本可能相較拍賣制為高。 ● 審查中若出現具一定能力且受認可的執照人，可將其視為具過往實績的既有執照持有人，則審查將對其有利，而進一步阻礙新進業者之競爭，並恐影響服務品質。

[803] Beltrán, Fernando; Massaro, Maria (2018) : Spectrum management for 5G: assignment methods for spectrum sharing, 29th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Towards a Digital Future: Turning Technology into Markets?", Trento, Italy, 1st - 4th August, 2018, International Telecommunications Society (ITS), Calgary. Retrieved from https://www.econstor.eu/bitstream/10419/184932/1/Beltran-Massaro.pdf. (Nov. 4, 2021.)

頻譜獨占風險	● 較不具特定申請者獨占頻譜之風險。	● 市場家數會取決於人為考量釋出執照張數。
技術開發影響	● 若能適當地設立審查項目，可有效針對長期技術開發給予鼓勵。	● 若過度考慮長期技術開發，恐造成固有權利過度強化與競爭停滯等問題。

資料來源：本研究彙整，參考舟田正之（1997）。*周波数オークション*。日本東京：日刊工業新聞社。

三、行動寬頻頻率釋出機制優缺點比較

綜觀所述，市場機制主導的釋出頻率機制較為公開透明，且能避免由行政裁量決定分配結果，拍賣制藉市場機制得以有效與公平分配頻譜、藉市場機制促使業者開發服務與新技術，但可能會存在少數業者易獨占頻譜、易出現標金過高等缺點。而我國自 3G 時代以來實施頻譜拍賣，制度上避免頻譜資源過度集中，設有取得上限與持有上限規定，確保市場有效競爭，並未發生頻譜獨占問題，且隨《電信管理法》上路，電信業者可更有彈性交易、合作與活用持有頻譜資源。此外，我國政府注重通訊基礎設施佈建，長年以政策支持，並利用 5G 拍賣標金收入補助業者佈建，促進 5G 網路基礎設施加速加量，使頻譜經濟價值與社會效益得以發揮。行政主導的做法可透過行政方式促進業者間公平競爭、頻譜使用效率，並確保公共性與公益性[804]。評審制與公開招標制在國際間採用案例較少，適合於供過於求時有效分配頻譜，具易排除不具使用效率及投機的業者、不易導致頻譜獨占等優點。然而評審制與公開招標制由行政主導，政府或監理機關可能因資訊不完全，導致誤判而無法有效分配頻段，或低估頻譜經濟價值，且易受政治干擾。即使政府或監理機關將審查標準與過程盡可能公開透明，其結果仍可能難以取得業者的認同（參照表 8.1.3）。

無線電頻譜為全民共享的稀有資源，釋照方式設計需要綜合考量目的、用途、產業與技術發展狀況，除充分反映頻譜價值，也能藉由產業蓬勃發展，提升全民生活品質與社會福祉。無論透過市場機制主導或行政主導方式，都需考量促進競爭、電波涵蓋、服務品質、頻譜使用效率與使用條件、技術與產業發展等面向[805]。

[804] 一般財団法人 マルチメディア振興センター（2021）。諸外国の携帯電話用周波数の割当方式について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778343.pdf (Nov.19, 2021)

[805] 一般財団法人 マルチメディア振興センター（2021）。諸外国の携帯電話用周波数の割当方式について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778343.pdf (Nov.19, 2021)

表 8.1.3　釋照制度機制與適合頻段比較一覽表

制度類型	優點	缺點	採用國家與頻段
拍賣制	● 可藉市場機制得相對有效與公平分配頻譜。 ● 未得標者較能理解與接受未得標理由。 ● 能靈活且有彈性因應變化快速的頻譜技術需求。 ● 有效防止政治干預。 ● 藉市場機制促進競爭，並進一步促進業者提升服務品質與開發新技術。	● 拍賣整體設計至關重要，設計不良將進導致拍賣結果不理想，頻譜無法有效分配。 ● 日益複雜的頻譜監管與研究工作導致拍賣整體複雜化，亦容易導致業者誤判市場與拍賣情勢（尤其是 CCA 制度）。 ● 具少數業者獨占頻譜之風險。 ● 易出現標金過高之狀況，並進一步導致業者為盡快收回執照取得成本而疏於提升服務品質與技術發展。 ● 新進業者較難以參與或取得優勢。	英國、美國、韓國、加拿大等國際多數國家。
行政程序指配－評審制與公開招標制	● 頻譜供過於求時，能較有效分配頻譜。 ● 能依據頻譜有效利用之觀點，明確排除不具使用效率及投機的申請者。 ● 可藉設立適當的審查項目，鼓勵業者提升服務品質，並有計畫的進行長期技術發展。 ● 較不具特定申請者獨占頻譜之風險。 ● 公開招標制較評審制考量市場機制。	● 具政府或監理機關因資訊不完全，導致誤判而無法有效分配頻段。 ● 即使已盡可能將審查標準與機制透明化，仍難以取得申請失敗者的認同。 ● 若無法有效評估頻譜價值，可能導致頻譜價值低估。 ● 以行政指配方式可能導致頻譜零散。 ● 市場家數會取決於人為考量釋出執照張數 ● 監理難度與成本可能相較拍賣制為高。 ● 儘管有明訂的標準，仍可能淪為「作文比賽」，將頻譜分配給承諾越多者。 ● 審核時程可能較為冗長。 ● 易受政治干擾。 ● 過度考量長期技術開發，恐造成固有權利過度強化與競爭停滯等問題。	● 評審制：中國大陸、日本 3.7、4.5 與 28GHz 釋照。 ● 公開招標制：新加坡、日本 1.7 GHz 東名阪以外釋照。

資料來源：本研究彙整。

三、我國行動寬頻頻率釋出機制與配套措施建議

由於現時點國內對下一波釋照尚未見明確需求，研究團隊就 5G 頻譜國際釋照與國內頻率釋出規劃趨勢，探討我國未來高頻段與中低頻段可能採用的頻率釋出機制與配套措施建議。

（一）高頻段

根據行政院 2019 年啟動的「臺灣 5G 行動計畫[806]」，我國未來可能釋出的高頻段為 37-40GHz 頻段，而因為我國第一次 5G 釋照結果，28GHz 頻段尚有 900MHz 頻段未售出。因此將高頻段分為新釋出頻段（如 37-40GHz 頻段）與已有部分頻率釋出頻段（如 28GHz 頻段），進行以下研析。

1. 新釋出頻段（如 37-40GHz 頻段）

5G 高頻段雖極具發展性（GSMA，2021[807]），但因其頻譜特性、技術與設備等問題，市場尚未發展純熟（新通訊，2021[808]；CTIMES，2021[809]）。考量評審制與公開招標制適合供過於求時有效分配頻譜，並綜合考量電信業者、專家與學者意見，團隊建議新釋出高頻段資源（如 37-40GHz 頻段）原則上採拍賣制釋出，若供給較充裕或出現供過於求之情形，亦可將評審制、公開招標制等行政指配方式納入釋出機制考量，惟行政指配方式非國際主流，尚須審慎考慮機制設計與配套措施。

為判斷頻譜的供需情形，建議可於釋照前先對業界或有頻譜需求者進行頻譜需求調查，了解技術應用發展概況與市場供需情形，惟「供過於求」的判定需有明確標準，以確保頻譜公平分配。為使頻譜公平分配，並促使資源有效利用，研究團隊也建議建立公開透明規則，並明訂其義務，確保頻譜使用率和效率，國際上作法如限制執照者需於一定的時間內完成基地臺佈建；涵蓋率或基地臺佈建數量義務等[810]。有鑑於高頻段的佈建性質與中低頻段不同，較著重於特定場域的應用，確保頻譜有效利用的審查標準，存在討論空間[811]。

基於頻譜為國家稀有資源，專家建議衡量非以拍賣制取得頻譜使用權者應負擔的合理社會責任義務和監理方式；而《預算法》第 94 條與《電信管理法》第 54 條之間是否存在法律扞格問題，也為部分學者所擔憂。有業者提出若考慮採

---

806 行政院（2019）。我國 5G 頻譜政策與專網發展。檢自 https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/3d06fd55-f6f2-4743-a6f8-fa44476487cc. (Nov. 18, 2021.)

807 GSMA(2021). The economics of mmWave 5G. Retrieved from https://data.gsmaintelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=59768858&file=210121-Economics-of-mmWave.pdf. (Nov. 18, 2021.)

808 新通訊（2021）。SA/毫米波商轉緊鑼密鼓 5G 產業高速發展不停歇。檢自 https://data.gsmaintelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=59768858&file=210121-Economics-of-mmWave.pdf. (Nov. 4, 2021.)

809 CTIMES（2021）。商機緩著陸 5G 毫米波加速發展看 2024-2025 年。檢自 https://www.ctimes.com.tw/mpc/show-tw.asp?O=HK5349V7WSIEPA0EMS. (Nov. 4, 2021.)

810 財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及 其機制分析委託研究採購案」期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。

811 高田 潤一（2021）。周波数割当て時の審査項目について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000780365.pdf (Dec. 9, 2021.)

行政指配方式不應僅衡量業者承諾的計畫，使評審淪為「作文比賽」，若考慮採用行政指配方式，須擬定完善的機制與配套措施（彙整如表 8.1.4）。考量產業需求與技術發展瞬息萬變，未來高頻段亦可能有突破性發展，因此頻率釋出方式原則上建議維持採拍賣制釋出，並以當時市場、產業環境與目的進行評估與機制設計。

表 8.1.4　高頻段新釋出頻段若考慮採行政指配方式釋照配套措施建議

可採行配套措施建議	理由
建立具體「供過於求」判斷標準	確保頻譜公平分配
建立公開透明規則	確保頻譜公平分配
設置頻譜使用率和效率標準	避免頻譜閒置與浪費
建議可設置履行保證金、回收機制	避免透過行政指配方式取得頻譜資源者不達成相關義務、閒置頻譜或濫用作其他目的
設置合理成本與社會責任義務	頻譜為國家稀有資源
不同於拍賣制釋出頻譜的監理方式	頻譜為國家稀有資源
其他建議	**理由**
考量《預算法》第 94 條規定，或需要與財政機關溝通	《電信管理法》第 54 條已明文規定可採取評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式進行，仍須衡量可能的法律扞格問題

資料來源：本研究彙整。

基於頻譜為國家稀有資源，專家建議衡量非以拍賣制取得頻譜使用權者應負擔的合理社會責任義務和監理方式；而《預算法》第 94 條與《電信管理法》第 54 條之間是否存在法律扞格問題，也為部分學者所擔憂。考量產業需求與技術發展瞬息萬變，未來高頻段亦可能有突破性發展，因此頻率釋出方式仍建議以當時環境與目的進行評估。

2. 已有部分頻率釋出頻段（如 28GHz 頻段）

我國第一次 5G 頻譜拍賣首次釋出高頻段 28GHz 頻段，惟其中 900MHz 未售出，可能成為未來再釋出的頻段選項。28GHz 頻段由於已有部分頻率釋出，若未來考慮釋出未售出部分，原則上建議根據該時點的國際技術、應用與市場發展情形，選擇適宜的釋出方式。因隨著時間與 5G 相關技術快速演進，不同時間點下每個頻段的「供過於求」之狀況會有所不同，應以當時供給與需求的狀況作為判斷基礎。此外，專家學者與業者意見認為考量同一頻段釋出仍應維持市場競爭公平性，尤以釋出方式與成本負擔的一致性備受討論，而無論採用何種釋出方式，皆建議針對頻譜連續性與使用效率設置相關處理機制。有業者認為若將來採拍賣制釋出，則建議設置交易、交換或讓業者先行協調後再競標等機制。研究團隊建議主管機關可參考英國 3.6-3.8GHz 釋照機制，英國 Ofcom 即是考量 5G 需要連續的大頻塊以進行最適佈建，方於位置競價結束至處理投標前，設計為期 4 週協商期，若出現兩位（含）以上得標者僅同意部分頻率或欲進行交易者則簽署協議後進入業者自行協商階段，交易彼此得標的頻段位置。延續過去釋出頻段（如 28GHz 頻段）的釋出機制建議彙整如表 8.1.5。

表 8.1.5　高頻段已有部分頻率釋出頻段釋出機制建議

可採行建議	理由
評估釋出時點的國際技術、應用、市場發展與頻譜資源的供需情形	因隨著時間與 5G 相關技術快速演進，不同時間點狀況會有所不同
須衡量與已釋出頻率釋出方式與成本負擔的一致性	維持市場競爭公平性
設置確保頻譜連續性與使用效率措施	確保頻譜連續性與使用效率

資料來源：本研究彙整。

（二）中低頻段

在中低頻段方面，根據行政院 2019 年啟動的「臺灣 5G 行動計畫」，我國未來可能釋出 4.4-5GHz（其中 4.8-4.9GHz 已規劃供行動寬頻專用電信使用）。另考量設備與技術成熟度較高且較具應用發展潛力的頻段，未來亦可能考慮釋出 n77 頻段，而未來當 4G 頻段屆期，也將面臨再釋出的議題。考量國際釋照趨勢與我國國情，將中低頻段分為新釋出頻段（如 4.4-4.8GHz、4.9-5GHz）、已有部分頻率釋出頻段（如 n77 頻段）與屆期頻段，逐一研析。

1. 新釋出頻段（如 4.4-4.8GHz、4.9-5GHz）

由於 6GHz 以下的中低頻段已於 4G 時代有一定的發展基礎，故基地臺建設相較容易，再加上 Sub-6 頻段物理特性本身涵蓋率廣以及訊號傳送距離長，可為業者節省基礎建設的時間與成本，也使 Sub-6 頻段發展相對純熟（CTIMES，2021[812]）。考量中低頻譜資源稀少性，以及拍賣制本身透過市場機制刺激頻譜有效分配與相關技術和服務發展之特性，並為我國及其他主要國家熟悉且常用的釋照機制，綜合各電信業者、專家與學者意見，團隊建議中低頻段新釋出頻段（如 4.4-4.8GHz、4.9-5GHz），因資源稀少若呈供不應求，原則上建議採取拍賣制。

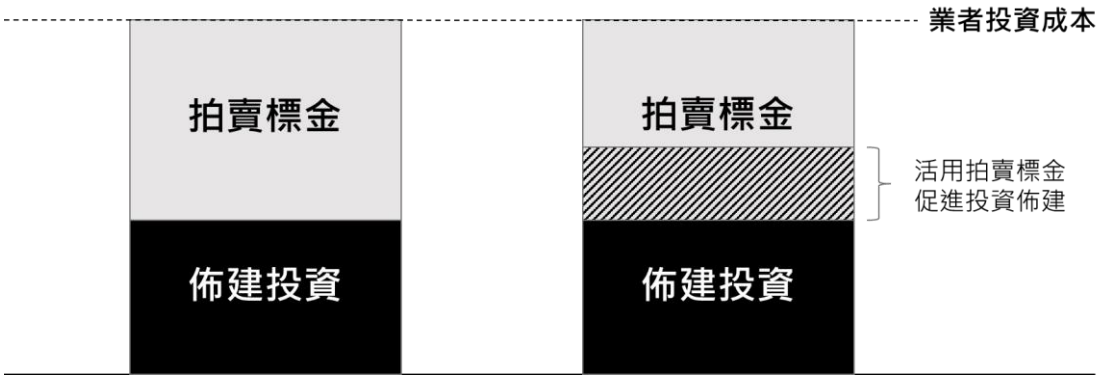
儘管拍賣價金取決於市場供需平衡，考量標金飆高可能造成的負面影響，我國業者與專家學者於本研究案兩場座談會皆提及降溫機制議題，國內專家建議或可思考以底價倍數為基礎設計相關降溫機制。日本多媒體通訊基金會（Foundation for Multimedia Communications）分析國際標金飆高的案例包含四種情形：1. 超額需求且具競爭情形；2. 聯合投標策略；3. 標的頻段資源稀少；4. 未設置頻譜上限；標金未飆高情形則包含：1. 申請者數等於或小於競標頻率區塊數量；2. 設有頻譜上限；3. 設有回合數限制（亦可使競標較早結束）；4. 須與既有執照持有者協調且頻寬小；5. 頻譜資源較不稀缺或非全球性頻段；6. 商業發展不確定高（如毫米波）[813]。此外，日本電信業者 NTT DOCOMO 提出避免標金飆高的方式，包含確保預期需求頻寬及設置頻譜上限[814]。5G 建設成本不同以往，標金飆

[812] CTIMES（2021）。商機緩著陸 5G 毫米波加速發展看 2024-2025 年。檢自 https://www.ctimes.com.tw/mpc/show-tw.asp?O=HK5349V7WSIEPA0EMS. (Nov. 4, 2021.)

[813] 一般財団法人 マルチメディア振興センター（2021）。諸外国の携帯電話用周波数の割当方式について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778343.pdf (Nov.19, 2021)

[814] 株式会社 NTT ドコモ（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会（第 2 回）事業者ヒアリングご説明資料。https://www.soumu.go.jp/main_content/000778345.pdf (Nov. 19,

高恐不利產業發展，進而可能影響服務品質，損及消費者權益。我國政府將 5G 頻譜拍賣標金收益活用於補助電信業者網路基礎設施建設（圖 8.1.1），在鼓勵業者及早於偏鄉與非偏鄉建設的同時，也促進垂直場域應用發展，除減輕電信業者投資負擔，加速加量提高網路涵蓋，也讓民眾儘早享有 5G 新技術。



資料來源：本研究繪製。

圖 8.1.1　政府活用拍賣標金促進佈建投資示意圖

此外，有業者針對拍賣制提出時程過長問題。研究團隊檢視國際 5G 拍賣案例，拍賣時程過長問題可見於葡萄牙在 2021 年 10 月 27 日落幕的多頻段 5G 頻譜拍賣（700MHz、900MHz、1800MHz、2.1GHz、2.6GHz、3.6GHz）。，該次拍賣共經過 1,727 回合、歷時 201 天才完成[815]，因拍賣機制設計導致的時程冗長，也致使葡萄牙 5G 商用化時程延宕，落後於其他歐洲主要國家。究其原因，葡萄牙此次採 SMRA 於多頻段釋出複數區塊，而拍賣制度允許競標者自行選擇回合升價的百分比包含 1%、3%、5%、10%、15%或 20%。在競價過程中，競標者皆選擇最低百分比，即 1%[816]，致使拍賣時程大幅拖延。葡萄牙主管機關為加速拍賣於競價過程數次調整規則，於 2021 年 6 月將縮短回合時數，將單日進行的回合數由 7 回合增加為 12 回合，又於 2021 年 9 月再調整升價百分比，競價者須自 5%開始出價[817]。拍賣機制設計的問題與過程調整規則的作法，皆受到批評與質疑。

研究團隊認為我國第一次 5G 競價並未如葡萄牙發生時程過長問題，且已採用加速機制促進誠實出價。由於國內業者已熟悉第一次 5G 競價加速機制運作方式，未來若欲提高加速效果，或可由提前啟動與減少一期回合數等方面調整；而國際普遍採用的資格點數機制，源於美國 1994 年首度進行頻譜拍賣時，考量拍賣時程而設計之活動規則，旨在促進業者積極參與投標、誠實出價，並具有防止惡意高標或低標等效果，我國亦可考慮在未來競價機制導入資格點數。

2021.)

[815] TeleGeography. (2021). ANACOM approves 5G auction results; companies have ten days to pay for spectrum. Retrieved from https://www.commsupdate.com/articles/2021/11/25/anacom-approves-5g-auction-results-companies-have-ten-days-to-pay-for-spectrum/ (Dec. 10, 2021)

[816] Aetha Consulting Ltd. (2021). Portugal's 5G auction Ten months, two entrants, but moderate prices. Retrieved from https://aethaconsulting.com/portugals-5g-auction/ (Dec. 10, 2021)

[817] TeleGeography. (2021). ANACOM increases bidding increments to speed up sluggish 5G auction. https://www.commsupdate.com/articles/2021/09/21/anacom-increases-bidding-increments-to-speed-up-sluggish-5g-auction/ (Dec. 10, 2021)

2. 已有部分頻率釋出頻段（如 n77 頻段）

n77 頻段（3300-4200MHz）為現行設備發展較成熟且較具應用發展的潛力頻段，也是多數國家主要釋出的頻段，我國亦於 2019 年以拍賣制釋出 3.3-3.57GHz 頻段。考量中低頻資源稀少性、國際釋照趨勢以及產業需求，若未來考慮 n77 頻段之 3.57-4.2GHz 間的頻率資源時，研究團隊建議採用與 3.3-3.57GHz 頻段相同釋出方式，即透過拍賣制進行釋照。惟考量已釋出之 3.3-3.57GHz 頻段，n77 頻段其他部分頻率釋出的相關條件如頻譜取得成本、頻率使用期限、得標義務等，建議與 3.3-3.57GHz 頻段相關規定接軌。而考量頻譜連續性及使用效率，研究團段建議主管機關可借鑑英國 3.6-3.8GHz 釋照，於位置競價階段設置供業者進行頻譜協商交易之機制，讓業者有機會依其需求取得連續頻譜，發揮頻譜最大價值。

3. 屆期頻段

我國電信業者過去取得使用權的頻段將來會面臨頻率使用證明屆期（參見表 8.1.6），考量業者於各頻段經營投資與發展深耕多年，交接時可能對整體產業、業者與消費者造成影響，若採拍賣制重新釋出，須考量配套措施將潛在衝擊降到最低。雖然有業者建議針對屆期頻段採取行政指配方式展期，由政府訂定金額讓業者繳錢延續使用權，最小化頻譜交接時的衝擊，如韓國 MSIT 於 2021 年 6 月將原供 2G-4G 使用之 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz 與 2.6GHz 頻段以再指配的方式分配既有的頻譜持有人 SKT、KT 與 LG U+，然而金額協商存在複雜度與難度[818]。若我國考量採類似的方式協調展期金額，須注意金額擬定方式與公開透明性。未來技術演進與市場需求尚未明確，因此仍建議頻率釋出機制以當下環境與目的進行評估。

表 8.1.6　過去行動寬頻業務管理規則釋出頻段與有效期限

頻段	有效期限
700MHz 頻段： 上行 703MHz~748MHz 下行 758 MHz~803MHz	民國 119 年 12 月 31 日止
900MHz 頻段： 上行 885MHz~915MHz； 下行 930MHz~960MHz	民國 119 年 12 月 31 日止
2500MHz 及 2600MHz 配對區塊頻段： 2500MHz~2570MHz 及 2620MHz~2690MHz	民國 122 年 12 月 31 日止
2500MHz 及 2600MHz 單一區塊頻段： 2570MHz~2620MHz	民國 122 年 12 月 31 日止
1800MHz 頻段： 上行 1710MHz~1775MHz； 下行 1805MHz~1870MHz	民國 119 年 12 月 31 日止
2100MHz 頻段：	民國 122 年 12 月 31 日止

818 IT chosun（2020）。기부는 주파수 할당대가 산정 근거 공개하라출처。檢自 http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2020/11/12/2020111201308.html. (Nov. 4, 2021.)

上行 1920MHz~1980MHz； 下行 2110MHz~2170MHz	
3500MHz 頻段： 3300MHz~3570MHz	民國 129 年 12 月 31 日止
28000MHz 頻段： 27900MHz~29500MHz	民國 129 年 12 月 31 日止

資料來源：本研究彙整自行動寬頻業務管理規則。

第二節 SMRA 改良版資格點數規則研析

一、我國可能採用的資格點數規則設計

有鑑於我國第一次 5G 釋照採用的拍賣機制與英國近期 5G 頻譜拍賣機制最為相似，如皆為兩階段 SMRA 改良版，且皆不允許撤標等，故參考英國 700MHz 與 3.6-3.8GHz 拍賣規則設計我國可能採用的資格點數規則。

（一）資格點數模擬情境

因下一波釋照時程與釋出頻譜尚未明確，而拍賣機制設計須考量特定標的與情境，經與委辦單位溝通，採取「需求大於供給、市場約 4-5 家業者參與競標（三大兩小或三大一小）」之情境設定。研究團隊以我國第一次 5G 拍賣 3.5GHz 頻段數量競價階段規則與情境為基礎，導入資格點數設計並進行模擬，考量如下：

1. 我國第一次 5G 拍賣 3.5GHz 頻段數量競價階段符合「需求大於供給」情境設定（為滿足技術需求，單一業者需求頻寬為 80-100MHz，故 4-5 家業者參與皆屬需求大於供給）。
2. 為讓操作者易於理解資格點數的運作，採用我國業者熟悉的遊戲規則進行改良，並簡化為單一頻段模擬。
3. 我國第一次 5G 拍賣僅於 3.5GHz 頻段設置加速機制，故將加速機制改為資格點數機制，期能進行比較。

我國 3.5GHz 頻段共釋出 270MHz 頻寬，劃分為 10MHz×27 個區塊，每家業者可取得頻寬上限為 100MHz 即 10 個區塊。由於設置情境僅單一頻段，且區塊間無明顯差異，視為同性質標的，故以頻寬設定資格點數。研擬規則如下：

（二）資格點數模擬規則設計

1. 初始資格點數

競價者應額外繳納押標金（額外押標金）以取得初始資格點數。

（1） 單位資格點數：以頻寬設定，每區塊（單位頻寬為 10MHz）資格點數訂為 1。

（2） 額外押標金計算方式:預計取得區塊數量之資格點數乘以每單位資格點數押標金。例如，預計取得 8 區塊，若每單位資格點數押標金為新臺幣 5 億元，則押標金為 8×1×5=40 億元。

（3） 若競價者未於規定期限內繳交額外押標金,則該競價者將被排除於競價程序，且該競價者已繳納之押標金及其利息不予發還。

2. 資格點數上限與使用量

（1） 初始資格點數為第 1 回合資格點數上限。

（2） 第 2 回合開始，資格點數上限計算方式：

I. 資格點數上限為競價者於最近前一回合之資格點數使用量，且最近前一回合未發生資格事件。

II. 若最近前一回合發生資格事件，則資格點數上限為最近前一回合的資格點數上限。

（3） 資格點數使用量

I. 資格點數僅會維持或下降，競價者每回合出價不得超過該回合可用資格點數上限。資格點數使用量計算方式為：

a. 該回合競價者所提出的需求區塊數量乘以單位資格點數，為其該回合資格點數使用量。

b. 若該回合競價者並未提出需求區塊數量或提出之需求區塊數量無效，最近前一回合結束後其暫時得標區塊數量乘以單位資格點數，為其該回合資格點數使用量。

c. 若該回合競價者並未競價任何區塊，且最近前一回合結束後未持有任何暫時得標區塊，其該回合資格點數使用量為零。

II. 競價者每回合出價使用之資格點數若未達該回合資格點數上限之 100%，則下一回合所持有之資格點數將減少。

III. 資格點數減少：下一回合所持有之資格點數為該回合使用之資格點數比例。例如：業者僅使用 40%資格點數，則下一回合資格點數為「當前資格點數上限×40%（=使用之資格點數）」。

3. 資格事件（暫時棄權）

每位競價者具有三次資格事件使用權，發生資格事件的回合 t，競價者將暫時棄權，可將該回合 t 的資格點數上限，延續至下一回合 t+1 使用。

（1） 自行提出申請條件

I. 當該回合競價者用於維持上回合暫時得標區塊的資格點數，小於該回合資格點數上限；且

II. 競價者該回合未提出新的競價；且

III. 尚未使用滿三次資格事件。

（2） 系統自動使用條件（系動自動視為暫時棄權）

I. 競價者該回合未進行有效競價（提出需求區塊無效）；且

II. 該回合維持前一回合暫時得標區塊之資格點數低於該回合資格點數上限；且

III. 尚未使用滿三次資格事件。

4. 資訊揭露

（1）數量競價階段，每回合開始前通知每位競價者：

I. 競標日期與該回合競標開始時間。

II. 該回合各頻段之單位區塊價金（回合價）。

III. 可使用資格事件的剩餘次數。

IV. 該回合資格點數上限。

（2）數量競價階段，每回合結束時（不含最後一回合）通知每位競價者：

I. 其於該回合所提出之有效需求區塊數量及提出時間。

II. 其各頻段該回合結束後暫時得標區塊數量及暫時得標單價。

III. 其累計之資格事件次數。

IV. 其下一回合之資格點數上限。

V. 其財務風險（暫時得標區塊數量 x 暫時得標單價）。

VI. 各頻段之超額需求頻寬，無條件進位以 20 MHz 的最小嚴格正整數倍數為單位呈現。

（3）數量競價階段，每回合結束後公告：

I. 各頻段該回合承諾單價為回合價者之需求區塊數量合計。

II. 各頻段之超額需求頻寬，無條件進位以 20 MHz 的最小嚴格正整數倍數為單位呈現。

III. 各頻段該回合暫時得標區塊數量達第十八條第一項頻寬上限之競價者家數。

IV. 所有競價者資格事件累計總次數。

V. 喪失競價資格總家數。

VI. 全數有權提出需求區塊數量之競價者在同一回合均未提出新的有效需求區塊數量或提出資格事件之累計總次數。

VII. 下回合是否可能為全數有權提出需求區塊數量之競價者連續二次未提出新的有效需求區塊數量或提出資格事件之結束回合。

二、資格點數模擬結果

（一）模擬方式與步驟說明

為了解資格點數是否有效加速促進競價收斂,研究團隊參考我國第一次 5G 拍賣 3.5GHz 頻段數量競價階段的過程，以單一頻段模擬若將加速機制改為資格點數機制的拍賣結果，並將出價單位由頻寬改為區塊數量。研究團隊根據五家電信業者實際出價資料，使用 excel 進行模擬與分析，模擬出價依據以下假設與步驟進行：

1. 假設各業者皆有各自的預算限制，需求頻寬因回合價提升而減少。五家業者皆積極有效出價以維持符合需求頻寬的資格點數，過程無資格事件或無效標的狀況發生。

2. 根據 3.5GHz 頻段實際競價過程資料，以業者提出的每個需求頻寬所對應到的最高回合價為該需求頻寬之最高願付價格，且不採計各業者出價小於最終得標頻寬的出價（參見表 8.2.1）。故模擬過程中，在回合價上升至該最高願付價格之前，業者將積極有效出價該需求頻寬（區塊數量）至該最高願付價格為止。當回合價上升至超過該最高願付價格，則需求頻寬（區塊數量）降低。

3. 若以中華電信為例，出價需求頻寬 100MHz 之最高回合價為 42.47 億元，則於模擬過程中，回合價小於或等於 42.47 億元時，中華電信皆願意有效出價 10 個區塊，當回合價上升至大於 42.47 億元時，中華電信之有效出價降低為 9 個區塊。

表 8.2.1　3.5GHz 頻段數量競價階段各業者需求頻寬與最高回合價

各業者需求頻寬（單位：MHz）					最高回合價（億元）
中華電信	遠傳電信	亞太電信	台灣大哥大	台灣之星	
		60			9.55
			90		10.14
		50			10.45
			80		12.52
		40			13.29
			70		24.88
		30			25.63
	100				40.02
100					42.47
		20		40	49.27
90	80		60		50.75

資料來源：國家通訊傳播委員會，本研究彙整。

4. 當總標金等於 3.5GHz 頻段數量競價階段總標金，各業者承諾單價等於 3.5GHz 頻段數量競價階段各業者承諾單價，即視為競價結束，各業者之得標頻寬（區塊數量）與得標價與 3.5GHz 頻段數量競價階段各業者之得標結果相同。

（二）模擬結果研析

使用 excel 實際模擬結果於第 180 回合結束，模擬競價結束前情形（參見表 8.2.2），說明如下：

1. 在第 171 回合（回合價 49.27 億元）亞太電信出價 2 個區塊，第 173 回合（回合價 49.27 億元）台灣之星出價 4 個區塊，第 176、177、178 回合（回合價 50.75 億元）中華電信、遠傳電信、台灣大哥大分別出價 9、8、6 個區塊。

2. 第 178 回合結束後，亞太電信之暫時得標區塊為 0，其餘 4 家業者暫時得標區塊分別為 9、8、6、4 個區塊，總合等於 27（總競價區塊），之後連續兩回合（第 179、180 回合）無任何業者出價，故第 180 回合拍賣結束。
3. 拍賣結果為中華電信得標 9 個區塊（得標價 50.75 億元）、遠傳電信得標 8 個區塊（得標價 50.75 億元）、台灣大哥大得標 6 個區塊（得標價 50.75 億元）、台灣之星得標 4 個區塊（得標價 49.27 億元），總標金 1,364.33 億元，與 3.5GHz 頻段數量競價階段之總標金、各業者得標頻寬（區塊數量）及各業者得標價相同，但拍賣收斂至 180 回合結束。

表 8.2.2　模擬 3.5GHz 頻段數量競價階段採用資格點數競價結束前出價情形

回合	回合價（億元）	中華電信	遠傳電信	亞太電信	台灣大哥大	台灣之星
171	49.27			2		
173	49.27					4
176	50.75	9				
177	50.75		8			
178	50.75				6	
179	50.75					
180	50.75					

資料來源：本研究彙整。

若比較我國第一次 3.5GHz 頻段拍賣回合數與價格上升情形，我國第一次 3.5GHz 頻段拍賣加速機制分為三個階段實施，歷經 261 回合結束，過程平均 4.58 回合價格上升一次（如表 8.2.3）[819]。研究團隊模擬由競價開始第一回合即改採用資格點數機制，若未發生資格事件等情形，則將會結束於第 180 回合，平均 3.16 回合價格上升一次（如表 8.2.4）。

表 8.2.3　3.5GHz 頻段數量競價階段回合數與價格上升次數

回合數	1-50	51-100	101-150	151-200	201-261	總計
價格上升次數	12	14	12	10	9	57

資料來源：財團法人電信技術中心（2020）。行動寬頻業務拍賣底價、競價機制設計及相關法規擬訂撰寫委託研究採購案期末報告。

表 8.2.4　模擬 3.5GHz 頻段數量競價階段採用資格點數回合數與價格上升次數

回合數	1-50	51-100	101-150	151-180	-	總計
價格上升次數	20	16	15	6	-	57

資料來源：本研究。

本次資格點數模擬僅針對單一頻段設計，且規定競價者每回合出價使用之資格點數若未達該回合資格點數上限之 100%，則下一回合所持有之資格點數將減少，可達到減少 81 回合且加速回合價格提升的效果。

[819] 財團法人電信技術中心（2020）。行動寬頻業務拍賣底價、競價機制設計及相關法規擬訂撰寫委託研究採購案期末報告。

而自第一回合起單一頻段區塊視為一點模擬，其實意等同為將我國第一次 5G 拍賣 3.5GHz 頻段數量競價階段之加速機制，改為第一回合開始且每回合為一期計算，故其能達到相近的減少回合數與加速價格上升過程效果（可參考本章第三節資格點數法規調適建議中，關於加速機制與資格點數機制之說明）。然若多頻段、單位區塊點數有差異下，其效果將有所差異。

第三節 資格點數法規調適建議

經由本章第二節關於我國資格點數規則設計，以及第二次座談會中實際辦理的資格點數模擬競價活動（模擬情境與過程可參考附錄 13），研究團隊彙整業者相關意見後，對於後續法規調適提出最終的研析結果與建議。對於資格點數機制較易混淆或與我國原有釋照規則差異較大之處，以及建議可再研析是否適用我國情況的項目，分別說明如下。

1.加速機制與資格點數機制

前述針對單一頻段設計之資格點數規則，若將我國第一次 5G 拍賣 3.5GHz 頻段數量競價階段之加速機制，改為第一回合開始且每回合為一期計算，亦能達到相近的減少回合數與加速價格上升過程效果。因此也有業者認為，價格收斂速度主要取決於供需與得標上限，若將我國原有之加速機制實施回合提前，並減少每一期的回合數，則未必需要採用資格點數機制，即能達成類似的加速效果，且機制設計上更簡單易懂，可避免將競標規則複雜化。然此方式僅適用相同頻段、相同點數之情境。

此外，我國第一次 5G 拍賣的加速機制未採用與資格事件相仿之設計，因此雖然改為第一回合開始且每回合為一期亦可產生與資格點數機制相似的結果，但若在競價過程中有錯誤或技術上的困難導致無效標或暫時棄權等狀況發生，依照現行行動寬頻業務管理規則第 26 條有關加速機制之規定，則下一回合出價將不得超過該頻段前一期（前一回合）提出之需求頻寬或暫時得標頻寬，亦即競價者可投標的需求頻寬上限可能會減少，甚至可能因為前一期（前一回合）無暫時得標頻寬，或者無效標達到第四次，而直接失去競價資格，且沒有挽回局面的機會。

而資格點數機制雖然在無效標的狀況下，可使用之資格點數上限同樣可能減少，或因前一回合無暫時得標頻寬而使資格點數歸 0，但提供競價者 3 次資格事件使用次數，有維持資格點數上限的可能。另外，當使用滿 3 次資格事件，競價者提出無效標也不會直接失去競價資格，而是透過資格點數上限減少的機制，逐漸減少競價者的出價空間，直到資格點數上限降到 0 為止。

故研究團隊認為若改採資格點數機制，可有效加速競價，且提供競價者在錯誤或技術上困難等狀況發生時維持出價上限的彈性機制，但須提供各業者進行多次模擬與規則說明的機會，以確保業者能熟悉並充分理解規則（表 8.3.1）。

表 8.3.1　單一頻段情境採資格點數與改良版加速機制比較表

比較項目	採用資格點數	將加速機制改為第一回合開始且每回合為一期
優點	• 得有效加速競價 • 機制完整可遵循 • 資格事件可於錯誤或技術上的困難等狀況發生時，提供維持出價上限的彈性機制	• 得有效加速競價 • 規則較簡單易懂 • 業者不須繳交額外押標金
缺點	• 規則較複雜，須讓競價者充分理解	• 若錯誤或技術上的困難等狀況發生，競價者可投標的需求頻寬上限可能會減少，無維持出價上限的彈性機制，甚至可能失去競價資格

資料來源：本研究。

2.無效標次數限制與資格事件

依照我國第一次 5G 拍賣規則，數量競價階段提出之需求頻寬無效（無效標）、或非暫時得標者未提出需求頻寬（無暫時得標頻寬且未出價），將被視為暫時棄權，並以最近一次提出之需求頻寬視為該回合之需求頻寬；暫時棄權總計共達四次者，主管機關廢止其繼續提出需求頻寬之資格。亦即，我國第一次 5G 拍賣之無效標有暫時棄權最多三次之次數上限。

但在資格點數機制中，提出之需求區塊數量無效者（無效標），以前一回合暫時得標區塊數量為該回合需求區塊數量，該回合維持前一回合暫時得標區塊數量之資格點數為下一回合資格點數上限；且無效標無次數限制，不計入暫時棄權次數，只有在該回合維持前一回合暫時得標區塊數量之資格點數小於該回合資格點數上限時，才會被視為暫時棄權（系統自動使用資格事件），原因在於當該回合維持前一回合暫時得標區塊數量之資格點數等於該回合資格點數上限時，其下一回合資格點數上限等於該回合資格點數上限，效力與資格事件相同。前一回合無暫時得標區塊且提出無效標者，因其維持前一回合暫時得標區塊數量之資格點數為 0，故必定發生資格事件。前三次主動及被動暫時棄權將可使用資格事件維持資格點數上限，使用滿三次資格事件後再提出無效標也不會直接失去競價資格，但有可能使資格點數上限下降，只有當使用滿三次資格事件且非暫時得標者提出無效標時，下一回合資格點數將下降至 0，失去競價資格。

前一回合無暫時得標區塊且未提出新的需求區塊數量者（無暫時得標區塊且未出價），因不符合系統自動使用資格事件之條件（前一回合未提出無效需求區塊數量），故下一回合資格點數上限下降至 0（維持前一回合暫時得標區塊數量之資格點數），失去競價資格。

綜上所述，依照我國第一次 5G 拍賣規則，數量競價階段提出無效標、或非暫時得標者未提出需求頻寬將可能使出價上限降低，未提供競價者在錯誤或技術上困難等狀況發生時維持出價上限的彈性措施，且合計共達四次者，將直接失去競價資格。但若改採資格點數機制，則無效標將無次數限制，且有三次維持出價上限之機會，第四次開始則出價上限可能降低；非暫時得標者未提出新的需求則視為競價者主動放棄參與競價，失去競價資格。雖然非暫時得標者未提出需求頻寬

在原訂規則下不會立即失去競價資格，但這是因為原有之加速機制非由第一回合開始，且一期不只一回合的原因，若將加速機制改為第一回合開始且每回合為一期，則非暫時得標者未提出需求頻寬將同樣於下回合失去競價資格（可參照前述加速機制與資格點數機制說明）（比較表如 8.3.2）。且觀察我國第一次 5G 拍賣與英國 700 MHz、3.6-3.8GHz 拍賣結果，可發現各業者暫時棄權次數皆小於三次，故研究團隊認為三次資格事件使用次數應為合理之設定。

表 8.3.2　採我國第一次 5G 拍賣規則與資格點數機制比較表

比較項目	我國第一次 5G 拍賣規則	資格點數機制
資格事件	無。	競價者有三次資格事件使用機會。
無效標次數限制	• 三次。暫時棄權達四次者失去競價資格。 • 無維持出價上限之彈性機制。	• 無次數限制，可持續出價至資格點數上限下降至 0 為止。 • 符合條件者可能發生資格事件，有三次維持資格點數上限的機會。資格事件達三次者，資格點數上限可能下降。
失去競價資格條件	暫時棄權總計達四次。 • 無效標；或 • 非暫時得標者未提出需求頻寬。	資格點數上限下降至 0。 • 使用滿 3 次資格事件，且非暫時得標者提出無效標；或 • 非暫時得標者未提出新的需求區塊數量。

資料來源：本研究。

3.初始資格點數訂價與額外押標金

關於我國可能採用的資格點數規則設計，由於僅以單一頻段情境作考量，且頻段各區塊間無明顯差異，視為同性質標的，故以頻寬設定單位資格點數，在制度設計與取得初始資格點數之額外押標金計算上較為簡單，額外押標金為預計取得區塊數量之總資格點數乘以單位資格點數押標金，每單位資格點數押標金由主管機關另行公告。

另外，有業者認為競價者皆以取得最高需求頻寬作為目標，故在取得初始資格點數時也會以可取得之初始資格點數最大值（每家業者可取得之頻寬上限）為目標，這樣可能會使資金雄厚的大業者取得最多初始資格點數，得標最多頻寬，或者每家業者皆取得初始資格點數最大值，使需求遠大於供給，造成回合價成長過快，使業者須付出過高的成本。

參考主要國家初始資格點數訂價方式，如下表 8.3.3，研究團隊建議若在頻段特性不同、或頻寬較少、競爭較激烈的頻段，可針對不同頻段設定不同單位資格點數，或參考英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻譜拍賣以公式換算的方式，計算單位資格點數押標金。以英國為例，可發現每單位資格點數押標金為遞增的（參考表 8.3.4），欲取得的初始資格點數越多，所須付出的單位成本及取得難度也將逐漸遞增，採行此種方式或可防止業者取得過多之初始資格點數。

表 8.3.3　主要國家初始資格點數訂價方式

執照類型	初始資格點數訂價方式
全國性執照	• 頻段市場需求度： 英國（700 MHz、3.6-3.8GHz）依不同頻段進行市場需求評估，比較國際相似頻段之價值區間，於 700MHz 對稱頻段和 700MHz 非對稱頻段、3.6-3.8GHz 頻段間，採 2：1 的資格點數比率。 • 頻段頻寬： 德國（2GHz、3.4-3.8GHz）方面僅以頻寬作考量，每 10MHz 頻寬為 1 點資格點數。 • 頻譜特性、底價差異： 瑞士（700MHz、1400MHz、2.6GHz、3.5-3.8GHz）則依據不同頻譜特性與底價，給予不同資格點數，2.6 GHz 頻段每 2×5 MHz 頻寬之區塊資格點數 1 點、3.8GHz 頻段每 20MHz 頻寬區塊資格點數 2 點外，其他頻段區塊之資格點數皆為每 5 MHz 1 點。
地方性執照	主要依據各地區（地理區域、經濟區域等）之價值程度，規劃不同區域頻段區塊的資格點數。如美國（28GHz、37 GHz、39 GHz、47 GHz、3.6GHz、3.7GHz）與澳洲（3.6GHz）。

資料來源：本研究彙整。

表 8.3.4　英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻譜拍賣單位資格點數押標金

保證金金額（D）	初始資格點數（E）及公式		平均單位資格點數押標金（D/E）
D＜£400 萬	D/100 萬	E< 4	（D/E）＜£100 萬
£400 萬≦D＜£4.84 億	$4+[\frac{\text{D}-400\text{ 萬}}{2{,}000\text{ 萬}}]$	4≦E＜28	£100 萬≦（D/E）＜ £1,728.57 萬
£4.84 億≦D＜£10.84 億	$28+4\times[\frac{\text{D}-4.84\text{ 億}}{1\text{ 億}}]$	28≦E＜52	£1,728.57 萬≦（D/E）＜ £2,084.62 萬
D≧£10.84 億	-	E=52	（D/E）≧£2,084.62 萬

資料來源：Ofcom. (2019). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz Spectrum Bands - Revised Proposals on Auction Design. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/172648/revised-proposal-auction-design.pdf (Aug. 12, 2021)。本研究彙整。

但研究團隊認為，無論取得多少初始資格點數，競價者最終得標區塊數量與可接受之最高價格仍取決於各競價者本身的預算限制，且即便回合價成長較快，競價者願付之最高價格也不會因此提高，故並不會產生業者所擔心的初始資格點數較多者得標頻寬較多、或最終得標價格高於可接受範圍的問題。

4.資格點數使用比例

參考主要國家在資格點數使用比例方面的規則，可發現多設有該回合資格點數使用量未達比例，下一回合資格點數上限將減少之規定，通常可分為全程使用比例 100%以及分階段設定不同使用比例等兩種。例如英國、瑞士規定於拍賣全程中採 100%之資格點數使用比例，該回合所使用之資格點數總和即為下一回合可使用之資格點數上限;德國、美國則依據不同階段規劃不同資格點數使用比例，若該回合使用之資格點數未達到規定比例，則下一回合資格點數上限將減少（參考表 8.3.5）。

表 8.3.5　德國、美國資格點數使用比例規定

項目	德國 2GHz、3.4-3.8GHz	美國 28GHz
資格點數使用比例	第 1 階段：65% 第 2 階段：80% 第 3 階段：100%	第 1 階段：80% 第 2 階段：95%
下一回合資格點數	• 若達比例，維持不變 • 未達比例： 第 1 階段：該回合資格點數使用量乘以$\frac{100}{65}$ 第 2 階段：該回合資格點數使用量乘以$\frac{100}{80}$ 第 3 階段：該回合資格點數使用量乘以$\frac{100}{100}$	• 若達比例，維持不變 • 未達比例： 第 1 階段：該回合資格點數使用量乘以乘以$\frac{5}{4}$ 第 2 階段：該回合資格點數使用量乘以乘以$\frac{20}{19}$

資料來源：本研究彙整。

關於我國可能採用的資格點數規則設計，研究團隊考量以加速效果最快為目的，故目前以每回合使用比例須達 100%為規定。然有業者認為多頻段同時拍賣的情境可能與目前單頻段拍賣情境不同，需考慮綜效與預算分配問題，業者在競標不同階段投入多少資源於不同頻段會視實際情況考慮，故建議資格點數使用比例規定可依當次競標的實際狀況而定。

5.資訊揭露項目：超額需求

業者模擬時採用的資格點數規則設計，其揭露的超額需求頻寬資訊參考英國，無條件進位（大於超額需求頻寬）以 20MHz 的最小嚴格正整數倍數為單位呈現，例如當超額需求為 50MHz 時，大於 50MHz 之 20MHz 的最小嚴格正整數倍數為 60MHz，故公布<60MHz；超額需求為 20MHz，則公布<40MHz。但有業者提出希望以實際超額需求作呈現，而非僅揭露小於無條件進位之超額需求頻寬。

根據英國前次拍賣諮詢文件（Award of the 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands）[820]，可知 Ofcom 認為揭露實際需求會有造成拍賣提早結束的風險，以有限度的資訊（無條件進位之超額需求頻寬）來公布就足以幫助業者獲得資訊。另外根據 2020 年 3 月公布之 Statement: Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands[821]，可知英國是以投標頻寬的 2 倍為各頻段公布超額需求的單位（參見表 8.3.6）。

[820] Ofcom (2017). Award of the 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands . Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-1/award-of-the-spectrum-bands

[821] Ofcom (2020). Statement: Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. P.85. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/192413/statement-award-700mhz-3.6-

- 5.4 (e): 為緩解 3.6GHz 價格上漲的風險，所以投標人 3.6GHz 最少必須投標 10MHz（2 區塊），但得標時仍有可能會以 5MHz（1 區塊）得標。（可參照英國《無線電信法 2020》第 36 條）
- 5.4 (g): 公布的超額需求資訊將以無條件進位的方式呈現，3.6GHz 是 20MHz 的嚴格正整數倍、700MHz SDL（個別）是 10MHz 的嚴格正整數倍、700MHz FDD（成對）是 20MHz 的嚴格正整數倍。（可參照英國《無線電信法 2020》第 46、47 條）

表 8.3.6　英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻譜拍賣超額需求揭露方式

項目	3.6 GHz	700 MHz SDL（個別）	700 MHz FDD（成對）
區塊劃分	5 MHz	5 MHz	2*5 MHz
投標頻寬限制	2*5 MHz（2 區塊）	5 MHz（1 區塊）	2*5 MHz（1 區塊）
超額需求單位	20 MHz	10 MHz	20 MHz

資料來源：本研究彙整。

研究團隊建議，揭露超額需求時可採取公布範圍的方式來進行，而非僅揭露小於無條件進位之超額需求頻寬，例如當超額需求頻寬為 50MHz 時，公布 40 MHz≦超額需求頻寬<60MHz，當超額需求頻寬為 20MHz 時，則公布 20MHz≦超額需求頻寬<40MHz。這種做法可保留避免拍賣提早結束的優點，同時也能提供業者更具體的參考資訊。另外，也有業者建議可設定一個公布實際超額需求頻寬的門檻，當超額需求頻寬小於門檻時，僅公布小於無條件進位之超額需求頻寬，但若超額需求頻寬大於或等於門檻時，則公布實際超額需求，例如將門檻設定為 40 MHz，當超額需求頻寬為 30MHz 時，公布超額需求頻寬<40MHz，當超額需求頻寬為 50MHz 時，則公布超額需求頻寬等於 50MHz。至於當未來進行其他頻段拍賣時，若區塊劃分不以 10MHz 為單位，研究團隊也建議可參考英國做法，以投標區塊的兩倍頻寬之整數倍數作為公布超額需求的單位。

6.資訊揭露項目：財務風險

業者模擬時採用的資格點數規則設計，其公布之財務風險為該回合結束後暫時得標區塊數量乘以暫時得標單價，也就是若該回合結束數量競價階段，各業者的應付拍賣價金。但有業者認為，財務風險應公布應付拍賣價金扣除押標金及資格點數額外押標金後之金額，以利業者參考；另外也有業者認為，「揭露」應指競標執行單位提供競價者本身無從得知或未知的訊息，但競價者對於自身暫時得標區塊與單價皆有清楚認知，應無是否該揭露的問題。

研究團隊認為，揭露財務風險可提醒各業者其競價成本，以避免過熱問題，但考慮到各業者對於其暫時得標區塊、暫時得標單價及本身預算限制應有明確認知，財務風險的揭露與否降溫效果可能有限，但若揭露則可省下業者須另外計算的不便，故建議可進行保留。

3.8ghz-spectrum.pdf

7.資訊揭露：每回合公布資訊

目前資格點數法規調適建議中，資訊揭露可分為通知各競價者、及公布兩種方式，主管機關將於數量競價階段每回合開始前、數量競價階段每回合結束時通知各競價者，另於主要競價回合結束時通知各競價者其補充競價回合之適格性；並在數量競價階段每回合結束時、及數量競價階段結束時公布資訊。

然參考英國《無線電信法 2020》，可發現英國並未於數量競價階段每回合結束時公布資訊，僅在數量競價階段每天最後一回合及數量競價階段結束時公布資訊。且數量競價階段每天最後一回合結束時僅公布各頻段每日最後一回合之回合價及超額需求頻寬，前者我國於數量競價階段每回合開始前通知競價者，後者則同樣為我國公布資訊之內容。

故考量有業者提出每回合揭露及公布資訊有助於競價者判斷競標情勢，加速價格收斂，且我國原有之資訊揭露內容較為豐富，故無特別理由的情況下，建議可照舊於數量競價階段每回合結束時公布相關資訊。英國之作法僅在此稍作說明，未來若有需要亦可參考（表 8.3.7）。

表 8.3.7　資訊公布比較表

比較項目	我國	英國
公布資訊時間	• 數量競價階段每回合結束時 • 數量競價階段結束時	• 數量競價階段每天最後一回合結束時 • 數量競價階段結束時
公布資訊內容	數量競價階段每回合結束時： • 各頻段該回合承諾單價為回合價者之需求區塊數量合計。 • 各頻段之超額需求頻寬，以 20 MHz 的整數倍數為單位呈現其超額需求頻寬範圍。 • 各頻段該回合暫時得標區塊數量達第十八條第一項頻寬上限之競價者家數。 • 所有競價者資格事件累計總次數。 • 喪失競價資格總家數。 • 全數有權提出需求區塊數量之競價者在同一回合均未提出新的有效需求區塊數量或提出資格事件之累計總次數。 • 下回合是否可能為全數有權提出需求區塊數量之競價者連續二次未提出新的有效需求區塊數量或提出資格事件之結束回合。	數量競價階段每天最後一回合結束時： • 各頻段每日最後一回合之回合價。 • 各頻段每日最後一回合之超額需求頻寬，無條件進位以 20 MHz 的最小嚴格正整數倍數為單位呈現。

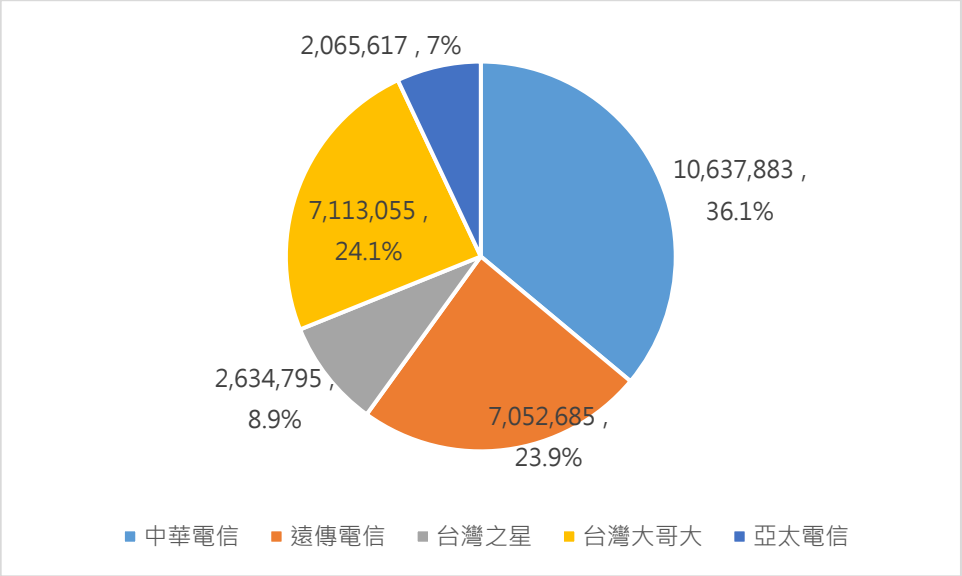
資料來源：本研究彙整。

研究團隊參照英國《無線電信法 2020（The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020）》，並以我國第一次 5G 釋照依據之行動寬頻業務管理規則為基礎，提出未來電信管理法下頻率釋出子法建議條文，可參考附錄 15。

第四節 5G 網路合作業者參與釋照法規調適研析

一、我國電信市場新興 5G 網路合作模式

依據通傳會公告之 110 年 8 月「我國行動寬頻業務用戶數統計」(圖 8.4.1)，我國電信市場中，第三大電信業者遠傳電信市占率為 23.9%，第五大電信業者亞太電信市占率為 7%。



資料來源：通傳會（2021）。行動寬頻業務用戶數統計。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5018&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=46655 (Oct. 28, 2021)

圖 8.4.1　我國 2021 年 8 月行動寬頻業務用戶數統計

而亞太電信與遠傳電信於 2020 年 9 月 4 日宣布兩家公司策略聯盟消息，遠傳將以取得之 3.5GHz 頻段（3340MHz 至 3420MHz 頻率，共 80MHz 頻寬）與亞太共頻共網合作，協力合攻 5G 市場。雙方合作計畫內容分階段敘述如下：

（一）**第一階段**：亞太和遠傳自 2020 年 9 月 4 日至 2040 年 12 月 31 日 5G 的 3.5GHz 頻段共頻共網。亞太將分攤遠傳取得 3.5GHz 頻段九分之二的成本，頻譜費用新臺幣 94.73 億元，以取得遠傳 3.5GHz 頻段九分之二的網路容量使用權[822]；而遠傳將投資 50 億元，以每股新臺幣 10 元，取得亞太私募 5 億股，持股比例為 11.58%[823]（圖 8.4.2）。

[822] 亞太電信。(2020)。亞太電信與遠傳電信共頻共網，亞太電信以新台幣 94.73 億元頻譜費策略結盟遠傳，誠信、互惠、雙贏搶進 5G 市場。檢自 https://www.aptg.com.tw/corporate/news-center/press-releases/PressRelease-000823/ (Aug. 13, 2021)

[823] 數位時代。(2020)。魚肚真好吃！遠傳與亞太電信正式簽 10 年約、結親鴻海，台灣大 5G 佈局遭突襲。檢自 https://www.bnext.com.tw/article/59127/5g-collaborate-fareastone-asia-pacific (Aug. 13, 2021)



資料來源：公平交易委員會。(2021)。國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過。檢自 https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&docid=16798 (Aug. 13, 2021)

圖 8.4.2　遠傳、亞太 5G 共頻共網結合案

（二）**第二階段**：雙方在共頻共網合作上依法核准後，遠傳將先增資亞太新臺幣 50 億元。雙方並同意在 2022 年 6 月 30 日之前，遠傳將發行新股交換鴻海精密工業股份有限公司（簡稱「鴻海精密」）持有之部分亞太股權普通股 527,524,409 股，換發遠傳發行 81,842,616 股（等於 0.1551447 股遠傳換 1 股亞太，以現行股價估算，溢價約 30.27%），經主管機關核准後，預定於 2022 年 6 月 30 日完成股份交換[824]。交易完成後，遠傳與鴻海精密將個別持有亞太股份 23.8%[825]（表 8.4.1）。

[824] 鴻海精密工業股份有限公司（2020）。鴻海精密工業股份有限公司及子公司合併財務報告暨會計師核閱報告（民國 109 年及 108 年第三季）。檢自 https://image.honhai.com/financy_by_quarterly/2020Q3_consolidated_report(c).pdf (Aug. 13, 2021)

[825] 亞太電信。(2020)。亞太電信與遠傳電信共頻共網，亞太電信以新台幣 94.73 億元頻譜費策略結盟遠傳，誠信、互惠、雙贏搶進 5G 市場。檢自 https://www.aptg.com.tw/corporate/news-center/press-releases/PressRelease-000823/ (Aug. 13, 2021)

表 8.4.1　遠傳、亞太 5G 共頻共網 - 兩階段合作

業者名稱	第一階段		第二階段
	成本	結果	
遠傳電信	50 億元	持股亞太 11.58%	遠傳與鴻海精密預定於 2022 年 6 月 30 日完成股份交換，將個別持股亞太 23.8%
亞太電信	94.73 億元	取得遠傳 3.5GHz 頻段九分之二的網路容量使用權	-
鴻海精密	-	-	取得遠傳 2.45%股份，亞太持股降為 23.8%

資料來源：數位時代。(2020)。魚肚真好吃！遠傳與亞太電信正式簽 10 年約、結親鴻海，台灣大 5G 佈局遭突襲。檢自 https://www.bnext.com.tw/article/59127/5g-collaborate-fareastone-asia-pacific (Aug. 13, 2021)

通傳會於 2021 年 3 月 3 日審議[826]遠傳與亞太共用遠傳 3.5GHz 頻段頻率之申請案，通傳會決議以附加條款方式核准，並要求共同申請人提報與補正控管能力文件須符合《公眾電信網路設置申請及審查辦法》第 13 條第 2 款「使用資源之申請者檢具之網路設置計畫審查基準」有關「符合營運計畫之通訊型態、網路架構及性能」規定，若違反此項規定，則通傳會得廢止該案核准。

考量該案涉及行動通信產業發展與公共利益及消費者權益，依《電信管理法》及其授權法規命令如《無線電頻率使用管理辦法》第 19 及 20 條，並針對「頻率使用效率」、「頻率用途及履行義務」、「市場公平競爭影響」、「消費者權益影響」、「營運違規紀錄」、「無線電頻率干擾情形」、「促進新興技術或服務發展」及「國家安全」等審查重點附條款核准該案，同時一併通過兩造合作案涉及之營運計畫及網路設置計畫變更申請。

通傳會要求之附款內容為「要求兩家公司應對該電信網路具有故障管理、組態管理、效能管理、帳務管理、安全管理等管控能力」，除網路管控能力外，須就「服務品質提升」及「涵蓋率提升」等方面補充說明，同時做出「網路獨立控管：雙方共同成立 3.5GHz 網路管理暨資安監督運作小組，定期開會並提出運作報告，報通傳會備查」與「提升涵蓋率：雙方承諾增加建置基地臺數量共計 2,000 臺，擴大綿密訊號涵蓋，提供消費者優質體驗」的具體承諾[827]。

公平交易委員會（簡稱「公平會」）於 2021 年 8 月 4 日第 1555 次委員會議決議，關於遠傳與亞太於 3.5GHz 頻段頻率與網路共用合作結合案，將不禁止雙方結合，但須附加負擔，以維持整體經濟利益大過限制競爭之不利益[828]。

826 國家通訊傳播委員會。(2021)。NCC 基於促進無線電頻率使用效益並維護市場公平競爭，附附款通過遠傳電信及亞太電信申請共用 3.5GHz 頻段無線電頻率。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=45792 (Aug. 17, 2021)

827 國家通訊傳播委員會。(2021)。NCC 基於促進無線電頻率使用效益並維護市場公平競爭，附附款通過遠傳電信及亞太電信申請共用 3.5GHz 頻段無線電頻率。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=45792 (Aug. 17, 2021)

828 公平交易委員會。(2021)。國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過。檢自 https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&docid=16798 (Aug. 13, 2021)

公平會表示，亞太與遠傳之結合案符合公平法第 10 條第 1 項第 3 款「受讓或承租他事業全部或主要部分之營業或財產[829]」所載之結合型態，且該案達到申報門檻，符合公平法規定，故兩家業者提出結合申報。本案為我國首個電信事業間頻率與網路共用合作案，性質屬水平結合，亞太可透過與遠傳共用 3.5GHz 頻段參與 5G 服務競爭，可達到促進頻譜資源共享、節省經營成本、減少重複建構基礎設施的資源浪費，並增加頻譜資源使用效能，同時促進電信服務品質提升，帶動整體產業發展與經濟利益。

惟依據雙方協議內容，除頻率與網路共用外尚包含遠傳投資亞太新臺幣 50 億元、取得亞太 11.58%股份及 1 席董事，公平會經參酌產業與消費者保護主管機關、專家學者及電信同業競爭對手等意見，仍持有對雙方聯合行為或共同經營的疑慮，且遠傳持有亞太股份及擔任董事參與經營將降低雙方競爭壓力，進而可能潛在影響我國行動寬頻服務市場價格競爭力道減損。同時潛在競爭者可能因《電信管理法》規範而受到即時進入市場的障礙，削弱對既有業者的競爭壓力。

考量上述疑慮，公平會指出須附加以下負擔[830]：

1. 參與結合事業不得透過 3.5GHz 頻段頻率與網路共用、持有股份或擔任董事等協議內容，就雙方之行動寬頻業務資費、終端設備補貼、行銷活動、客戶與帳務資料管理等營運事項為共同經營、委託經營、合作研商或交換資訊等行為。
2. 參與結合事業應於實際結合之日起 5 年內，於每年 7 月 1 日前，提供下列資料，送交公平會備查：監督小組組織圖、工作職掌分配及具體工作項目、小組成員名單及所屬公司部門，以及歷次會議紀錄（含與會成員名單及討論事項）、亞太歷次股東會會議紀錄、歷次董事會會議紀錄。

亞太與遠傳合作案事紀彙整如下表 8.4.2。

表 8.4.2　亞太與遠傳合作案事紀

<table>
<tr><th>發布時間</th><th colspan="5">事項</th></tr>
<tr><td rowspan="3">2020 年 9 月 4 日</td><td rowspan="3">第一階段</td><td>亞太</td><td>遠傳</td><td rowspan="3">第二階段</td><td rowspan="3">結合案依法核准後，遠傳將增資亞太 50 億元
預定於 2022 年 6 月 30 日前，遠傳將發行新股交換鴻海精密持有之部分亞太股權普通股 527,524,409 股，換發遠傳發行 81,842,616 股。交易完成後，遠傳與鴻海精密預計將個別持有亞太股份 23.8%</td></tr>
<tr><td colspan="2">亞太與遠傳宣布將以遠傳所取得 3.5GHz 頻段（3340MHz 至 3420MHz 頻率，共 80MHz 頻寬）共頻共網合作</td></tr>
<tr><td>亞太將分攤遠傳取得 3.5GHz 頻段九分之二成本，頻譜費用新臺幣 94.73 億元，取得遠傳 3.5GHz 頻段九分之二的網路容量使用權</td><td>遠傳將投資 50 億元，以每股新臺幣 10 元，取得亞太私募 5 億股，持股比例為 11.58%</td></tr>
</table>

[829] 全國法規資料庫。(2021)。公平交易法。檢自 https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawSingle.aspx?PCODE=J0150002&FLNO=10 (Aug. 13, 2021)

[830] 節錄自公平交易委員會。(2021)。國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過。檢自 https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&docid=16798 (Aug. 13, 2021)

2021 年 3 月 3 日	通傳會決議以附加條款方式核准該頻率共用申請案，並要求共同申請人提報與補正控管能力文件須符合《公眾電信網路設置申請及審查辦法》規定，若違反則通傳會得廢止該案核准，並須做出具體承諾。 附款內容：「要求兩家公司應對該電信網路具有故障管理、組態管理、效能管理、帳務管理、安全管理等管控能力」，且須就「服務品質提升」及「涵蓋率提升」等方面補充說明 具體承諾： 網路獨立控管：雙方共同成立 3.5GHz 網路管理暨資安監督運作小組，定期開會並提出運作報告，報通傳會備查 提升涵蓋率：雙方承諾增加建置基地臺數量共計 2,000 臺，擴大綿密訊號涵蓋，提供消費者優質體驗
2021 年 8 月 4 日	公平會決議不禁止雙方結合，但須附加負擔： 參與結合事業不得透過 3.5GHz 頻段頻率與網路共用、持有股份或擔任董事等協議內容，就雙方之行動寬頻業務資費、終端設備補貼、行銷活動、客戶與帳務資料管理等營運事項為共同經營、委託經營、合作研商或交換資訊等行為 參與結合事業應於實際結合之日起 5 年內，於每年 7 月 1 日前，提供下列資料，送交公平會備查： - 監督小組組織圖、工作職掌分配及具體工作項目、小組成員名單及所屬公司部門，以及歷次會議紀錄（含與會成員名單及討論事項） - 亞太歷次股東會會議紀錄、歷次董事會會議紀錄

資料來源：本研究彙整。

而中華電信於 2021 年 11 月 5 日董事會決議與亞太電信訂立 900MHz 頻段頻率轉讓合作協議，並表示經主管機關核准後，將取得亞太電信 900MHz 頻段上下行各 10MHz 頻寬，以與所持有之頻率形成連續 20MHz 頻寬（圖 8.4.3），透過 900MHz 低頻及連續頻寬特性，及使用所持有之 2.1GHz、3.5GHz、28GHz 等頻段，可提升 5G 網路涵蓋。此外，亞太電信聲明為確保用戶權益，將由中華電信提供亞太電信用戶電路交換回退（CSFB, Circuit Switched Fallback）語音平臺服務，透過合作提升服務品質及網路涵蓋[831]。



資料來源：電腦王阿達（2021）。中華電信購買亞太電信 4G900MHz 頻段及 CSFB 語音合作！檢自 https://www.kocpc.com.tw/archives/411452 (Nov. 18, 2021)

圖 8.4.3　中華電信與亞太電信 900MHz 頻段轉讓前後頻譜持有情形

[831] 自由時報（2021）。雙贏！中華電信買下亞太電信 900MHz 頻段頻率。檢自 https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3727483 (Nov. 18, 2021)

二、我國行動寬頻拍賣競價規則調適

《電信管理法》自 2019 年通過公布後，通傳會尚未制定配套拍賣競價規則，惟因應 5G 佈建成本高昂，我國電信業者逐步開展多元化合作態樣，包含交叉持股、共頻共網等，此等新興合作態樣是否將影響未來對於《電信管理法》下配套制定之新競價規則尚有討論空間。

依據現行《行動寬頻業務管理規則》第 10 條，聯合申請人定義為「一申請人持有他申請人之股份達該申請人資本總額 15%以上」或「相同股東群持有不同申請人之股份達各該申請人資本總額 1/3 以上」。

再依據《電信管理法》第 52 條第 8 項、第 53 條第 3 項、第 57 條第 3 項、第 5 項及第 58 條第 5 項規定訂定之《無線電頻率使用管理辦法》第 12 條，針對「實際可使用頻寬」設限，所謂「實際可使用頻寬」係指「經核准頻率改配、公開招標、拍賣、承用他電信事業頻率及頻率共用等方式取得之合計頻寬」。

設若《電信管理法》仿襲現行《行動寬頻業務管理規則》訂立競價規則，則存在以下幾點隱憂：

（一） 是否設置如本規則第 10 條聯合申請人規範？

（二） 承前，如欲設置聯合申請人規範，是否因應電信市場現狀調修？

（三） 承前，如欲設置聯合申請人規範，《無線電頻率使用管理辦法》第 12 條是否需要進行法規調適？

從而本文眺望主要國家聯合申請規範如表 8.4.3，國際上常見作法係於拍賣規則中訂定相關規則，如同一集團不得複數申請；限制合資公司與母公司不得同時參與競標等。

認定條件則包含持股、重大權益、團隊成員重複與否，如日本於同一集團認定除了 3 分之 1 股東決議權之外，若持有 20%以上股東決議權者，如果是最大股東、或經常性有共同運用頻譜，也會視為同一集團。另外公司有半數以上職員兼任另一家公司或兼任職員擁有雙方代表權之情形，也都視為同一集團。

加拿大的作法分為從屬主體公司與關聯主體公司，從屬主體公司類似我國同一申請人；關聯主體公司則係以合作關係衡量，合作關係包含締結、合資、同意合併或是有任何頻譜獲得或使用相關聯盟、規劃、合意等任何明示性或暗示性形式之行為（不包含漫遊及共用電塔之協議）。關聯主體公司可個別參與投標，但須事前申請分開計算頻譜取得上限，並有資訊揭露相關規範。

國際上同一集團的概念與我國同一申請人的概念較為相似，如日本認定條件股東決議權 3 分之 1 係較我國半數以上之規定嚴格。而在聯合申請人的規範方面，我國採 15%持股，似相較英國認定重大關係人之 25%、香港認定關聯投標者持有 25%重大權益等標準嚴格。我國雖然尚無合資公司案例，但仍可參酌國際作法與我國國情做為未來規範規劃參考。

表 8.4.3　主要國家聯合申請規範彙整

國家	規範概述	內容
英國	同一集團不可複數申請	● 據 2020 年 700MHz 和 3.6-3.8GHz 之頻段授權文件，Ofcom 不允許同一集團複數申請，且投標者須提供集團持有頻譜資訊、重大利害關係人關係與權益。 ➢ 重大利害關係人係指其持有申請業者股東大會 25%以上股份之股東、申請業者展開重要業務必須向其獲得許可之人/組織，或具有任命、罷免申請業者董事會多數成員之權力者。 ➢ Ofcom 並未針對合資公司設下競價限制，惟申請業者之競價團隊成員不得同時為另一申請業者之競價團隊成員，即同一集團不可複數申請，若發生上述情形，將無法參與拍賣[832]。
美國	合資公司被視為單一申請人參與拍賣；全國性供應商不得透過合資公司之形式參與競標	● 據 FCC 2015 年發布的「競爭性投標報告與命令（Competitive Bidding Report & Order）」[833]，合資企業係指根據兩個或多個獨立且不同的法律實體達成的協議，合資公司將被視為單一申請人參與拍賣，往後的頻譜拍賣也多納入該規則。 ➢ 全國性供應商不得透過合資公司之形式參與競標 ➢ 同時為指定實體（Designated entity, DE）的非全國性供應商可選擇透過聯盟或是合資公司之形式參與競標，惟選擇後不得再以其他形式參與該次競標。據聯邦管制法規（Code of Federal Regulations, CFR）競爭性投標程序（Competitive Bidding Proceedings），指定實體係指小型企業、農村電信業者和符合 CFR 第 1 篇第 2110 條之敘述條件的農村服務提供業者[834]。 ➢ 非指定實體的非全國性供應商可透過合資公司參與競標，惟選擇後不得再以其他形式參與該次競標。
加拿大	從屬主體公司只得推派其中一個公司參與投標；關聯主體公司可個別參與投標	● 合資公司需符合從屬與關聯實體（Bidder participation—Affiliated and associated entities）規則 ● 從屬與關聯實體規則係為加拿大政府於 2014 年 700MHz 釋照時，針對貝爾行動、MTS Allstream 與 SaskTel 等集團公司關聯主體公司參與投標之行為所擬定的規則。 ● 從屬主體公司：投標公司若有掌握其他公司或是被

[832] Ofcom, 2020. Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands Process guidance for potential applicants and bidders in the auction. Retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/192474/process-guidance-700mhz-3.6-3.8ghz-auction.pdf (Aug 12, 2021)

[833] FCC, 2015. Competitive Bidding Report & Order. Retrieved from https://www.fcc.gov/document/competitive-bidding-report-order (Aug 12, 2021)

[834] Legal Information Institute, n.d. 47 CFR § 1.2110 - Designated entities. Retrieved from https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/1.2110 (Aug 12, 2021)

		其他公司掌握其控制權之情況，則兩家公司將被認定為有從屬關係。控制係為擁有實體策略決策權，或是管理與運行其日常業務之權利與能力。從屬主體公司只得推派其中一個公司參與投標。 ● 關聯主體公司：主體公司若有與其他公司有合作關係之締結、合資、同意合併或是有任何頻譜獲得或使用相關聯盟、規劃、合意等任何明示性或暗示性形式之行為，於 700MHz 頻譜拍賣中將被視為關聯主體公司，惟不包含漫遊及共用電塔之協議。 ➢ 可個別參與投標 ➢ 可於頻譜拍賣前向加拿大工業部（Industry Canada）申請分開計算頻譜取得上限，須提供但不僅限於與他人共同使用區域中預計提供服務或涵蓋之區域、投資程度與公司將於市場個別提供服務之證明。 ➢ 須公開關聯主體的名稱並提供其所有與頻譜拍賣相關之資訊[835]
日本	不允許同一集團的複數申請	● 總務省考量行動通訊業者集團化之現象，於 2014 年 9 月 4G 釋照指導方針中，針對同一集團之同時申請，進行重新評估與規範，符合下列條件之公司將被視為「同一集團」，不得同時申請頻譜指配 ➢ 持有 3 分之 1 股東議決權者 ➢ 持有超過 20%的股東議決權，同時身為於行使單獨股東權制度之公司中，擁有最多股份的股東（即為「單獨筆頭股東（单独筆頭株主）」） ➢ 持有超過 20%的股東議決權，同時經常性與他人共同運用頻譜 ➢ 公司有超過半數以上的職員兼任另一家公司的職員之狀況 ➢ 兼任的職員擁有雙方代表權之狀況 ● 計算與認定頻譜不足程度時，將考量集團整體的頻譜持有數，若獲頻譜指配者經常性與其他企業共同運用頻譜，該合作企業所持有的契約數與頻譜也將被視為獲頻譜指配者的一部份計算[836]。
香港	有條件允許關聯投標者參與競標	● 相關限制係根據香港通訊事務管理局（Communications Authority, CA）與商務及經濟發展局（Commerce and Economic Development Bureau, CEDB）於 2021 年 3 月 30 日發布「供公共流動服務使用的 2.5、2.6GHz 頻段頻譜在現有指配期屆滿後的安排和相關頻譜使用費」關於關聯投標者(Connected bidders)之申明。

[835] Government of Canada, 2014. Licensing Framework for Mobile Broadband Services (MBS) — 700 MHz Band. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10574.html (Aug 12, 2021)
[836] 總務省（2016）。電波に係る制度の概要について（參考資料）。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000397760.pdf (Aug 12, 2021)

		● 定義：關聯投標者指與另一投標人有實質關係的投標者。實質關係可包括以下 3 項情況： ➢ A 公司持有 B 公司重大權益（例如，持股 25%或以上） ➢ B 公司持有 A 公司重大權益（例如，持股 25%或以上）。 ➢ 某特定人士持有 A 公司及 B 公司之重大權益。 ● 該申明針對香港電訊有限公司（Hong Kong Telecommunications (HKT) Limited, HKT）與和記電話有限公司（Hutchison Telephone Company Limited, Hutchison）共同持有之 Genius Brand 有限公司（Genius Brand Limited, GBL）所提出的只要個別行動網路業者持有頻譜不逾上限，應允許關聯投標者參與競標之建議做回應。 ● 鑒於香港過去拍賣皆有納入關聯投標者限制，CA 認為 HKT 和 Hutchison 應作為兩個獨立實體，或共同透過 GBL 作為一個實體參與競標，然考量 GBL 若因關聯投標者之限制而未能取得可用頻譜，將有可能影響提供兩家母公司網路服務。 ● CA 與 CEDB 原則上允許關聯投標者參與競標，惟需先滿足以下最低條件： ➢ 關聯投標者向政府繳付指定數額的押金，若關聯投標者違反拍賣規定或得標後未接受頻譜執照，則押金將予以沒收 ➢ 關聯投標者需向 CA 證明其有能力提供符合執照義務之服務，且需向 CA 提供相關佐證資料[837]。
瑞典	有密切關聯投標者，只得推派一位參與競標	● 瑞典郵政及電信總局（The Swedish Post and Telecommunication Authority, PTS）於 2019 年 2.3 與 3.5GHz 釋照，以可能參與投標的電信業者 Telenor 與 Tele2，以及兩者的合資公司 Net4Mobiliy 之狀況為基礎，擬定「密切關連團體規則（Closely related parties rule）」 ● 2 個或 2 個以上有密切關聯投標者，只得推派一位參與競標，符合下列情形者將適用於密切關連團體規則。 ➢ 據年度報告法（Annual Reports Act）第 1 章第 4 篇所規定之同一集團內的公司 ➢ 單一公司或公司集團持有另一家公司 50%的股份議決權之情形 ● 據 PTS 舉例可判斷，密切關連團體規則適用於合資

[837] Communications Authority. (2021). Arrangements for the Frequency Spectrum in the 2.5/2.6 GHz Band upon Expiry of the Existing Assignments for the Provision of Public Mobile Services and the Related Spectrum Utilisation Fee. Retrieved from https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/en/upload/556/2_5_2_6_ghz_statement.pdf (Aug 10, 2021)

		公司與母公司之關係，母公司與合資公司不得同時參與競標，然合資公司背後的母公司之間並不視為有密切關聯，因此背後的母公司在合資公司無參與競標之前提下，可各自參與競標[838]。

資料來源：本研究彙整。

惟為避免逸脫現實，研究團隊透過 2021 年 11 月 12 日座談會廣蒐專家學者及業界意見，即便現行《行動寬頻業務管理規則》第 10 條之聯合申請人規範旨在維持競價程序公正，是否仍應於致力推動解除管制、促進競爭之《電信管理法》下設置聯合申請人之規範尚有爭議，有業者認為相互持股並非一定影響競價公平性，因此無須事前規範聯合申請人。

或許設置聯合申請人非屬維持競價程序公正性之唯一手段，且容易陷入將獨立經營之複數電信事業為有罪推定之境地，並可能背離電信管理法鬆綁管制之精神，然而電信市場公益及寡占格局毋寧需要公權力進行特別管制，為避免部分頻段形成頻譜過度集中之結果，適時由公權力介入維持競價程序，減少共謀抬價之機會至關重要，此並未實質減損參與頻譜拍賣競價者之權益，每位電信業者可以預見此等競價規則而選擇是否與其他業者合作，於享受多元合作帶來之綜效同時，亦應承擔競價規則所帶來之程序上不利益，因此本文仍認為國際上既然仍有類似聯合申請人之規範，訂立《電信管理法》配套競價規則時仍應再行制定聯合申請人規定，惟應寬鬆訂立，並參考學者意見，考量頻率使用權屬於財產權，聯合申請如同分管契約，協議選定業者代表參與時，協議應公開透明，避免不當串謀。

然而，即便欲設置聯合申請人規定，因應我國電信市場現狀，是否應完全沿襲《行動寬頻業務管理規則》第 10 條之聯合申請人規範，或應做適當調整，專家學者意見分歧，有業者認為可以維持既有持股限制，亦有業者認為參考《電信管理法》第 26 條第 3 項規定，頻率共用或其他網路緊密合作且持股超過 10%應視為聯合申請人。

觀察我國電信市場 5G 網路合作態樣，遠傳電信現階段對亞太電信持股 11.58%，尚未達 15%，雙方同意在 2022 年 6 月 30 日前，遠傳電信發行新股與鴻海精密交換其持有的部分股權，遠傳電信與鴻海精密將分別持有亞太電信 23.8%。如於 2022 年 6 月 30 日前制定《電信管理法》配套競價規則並啟動拍賣競價程序，在沿襲 15%持股限制情形下，或無須視為聯合申請人，然而為保持與母法電信事業持股變動審查立法一致，似應下調為 10%持股限制。

又《無線電頻率使用管理辦法》第 12 條「實際可使用頻寬」限制是否與聯合申請人規範相牴觸或相互影響，即應再視「實際可使用頻寬」規範合理性，專家及業者咸提出實務上或具前瞻性之意見，概述如下：

（一） 由於頻段特性及價值不一，需求因此相去甚遠，故並非皆能透過拍賣盡數釋出頻寬，因此應以所有釋出頻率為基準。

838 PTS, 2020. Open invitation to apply for licences to use radio transmitters in the 3.5 GHz and 2.3 GHz bands. Retrieved from https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2020/radio/engelska-filer-auktionsinbjudan-35-23/appendix-1---open-invitation.pdf (Aug 12, 2021)

（二） 本條過於僵化，未考量多元合作態樣，應以釋出量進行規範，只要不違反公司法、公平交易法即應寬鬆認定合法，過度強調公平即屬不公平。

（三） 由於本條並未明定算式，故容有重複計算餘地，設若本次拍賣 100MHz，C 業者（具有 60MHz 使用權）與 D 業者（具有 40MHz 使用權）合作，D 業者承租 C 業者 10MHz，D 業者實際可使用頻寬依本條第 2 項為 50MHz，惟 C 業者實際可使用頻寬究係 60MHz 或 50MHz，若為 60MHz 則存在重複評價問題。

針對上開意見，首先，本文認為本條第 3 項提供主管機關架空「實際可使用頻寬」限制之餘地，主管機關得制定與限制牴觸之競價規則，端視本項立法係考量「施行初期，電信業者持有之頻率使用權尚未全數完成權利轉換，故其他有關頻段特性所設定之頻率總量上限，將視市場情況及法規執行情況併做修正。」惟於電信事業陸續轉換過後，本項存廢即有討論空間。

再者，為周延考量避免頻譜資源過度集中之情形，本條「供整體電信事業使用頻率之總頻寬」應調整增加定義闡明為主管機關歷次釋出各該特定無線電頻率時開放特許執照得使用頻段及頻率之合計頻寬，以宏觀角度檢視各業者頻譜資源加以限制業者可取得頻寬。

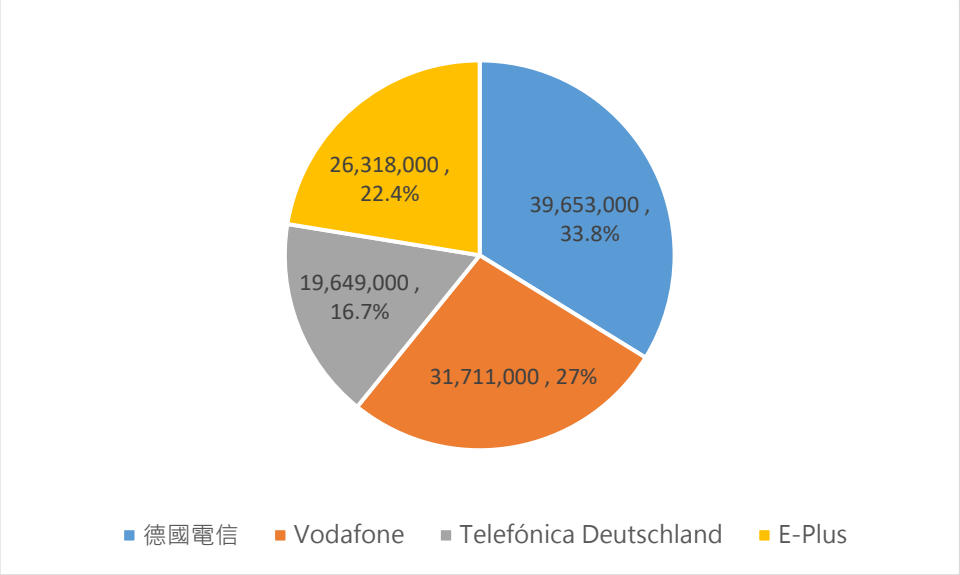
而專家認為本條規定必須承擔未來多元化合作難以明確計算實際可使用頻寬之風險，如同前揭 D 業者將面臨重複計算頻寬之問題，有待闡明算式增加法明確性。

三、我國電信市場 5G 共頻共網合作影響

針對我國遠傳電信及亞太電信合作議題，考量我國現有交叉持股合作型態較異於國外直接合併或成立合資公司的型態，現階段尚未找到相仿的案例；另一方面，考量兩家業者可能朝合併發展，因此先就國際上合併案例作為參考，觀察國際案例多是採零售市場競爭的補救措施，如德國 Telefónica Deutschland 及 E-Plus 合併案（歐盟 M.7018）[839]透過 MVNO 促進競爭，並要求將部分頻譜提供使用。本文將援引 Telefónica Deutschland 及 E-Plus 合併案（M.7018）市場競爭影響評估、補救措施與准駁考量，檢視我國兩家電信潛整體電信市場結構之變化、產業競爭、消費者權益等。

首先觀察德國 2014 年第三季之行動通信市場市占率（圖 8.4.4），第四大電信業者 Telefónica Deutschland 為 16.7%，第三大電信業者 E-Plus 則為 22.4%。

[839] Official Journal of the European Union. (2015). Summary of Commission Decision of 2 July 2014 declaring a concentration compatible with the internal market and the functioning of the EEA Agreement (Case M.7018 — Telefónica Deutschland/E-Plus) (notified under document C(2014) 4443) . Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2015.086.01.0010.01.ENG&toc=OJ%3AC%3A2015%3A086%3ATOC (Oct. 7, 2021)



資料來源：Smart Web. (2019). Q3 2014: E-Plus Übernahme läutet Umbruch auf deutschem Mobilfunkmarkt ein. Retrieved from https://www.smartweb.de/mobilfunk-report-deutschland-q3-2014 (Oct. 28, 2021)

圖 8.4.4　德國 2014 年 Q3 行動寬頻業務用戶數統計

比較合併前德國行動通訊市場及結合前我國行動通訊市場市占率(表 8.4.4)，可知兩家電信業者若合併或結合後之市場結構地位近似，合計市占率皆將位居第二。然而，德國兩家電信業者合併後，行動通訊市場上由四家變成三家電信業者，我國兩家電信業者目前的合作模式，行動通訊市場上仍維持五家電信業者，從而德國電信市場相較於我國電信市場，所面臨之整體電信市場結構、產業競爭、消費者權益等變革應更為劇烈。

表 8.4.4　德國與我國行動通訊市場變革

項目	德國行動通訊市場	我國行動通訊市場
合併方（德國）/結合方（我國）市占率	16.7%	23.9%
被合併方（德國）/被結合方（我國）市占率	22.4%	7%
合計市占率	39.1%	30.9%
合併（德國）/結合（我國）意義	Telefónica Deutschland 將成為德國第二大電信業者	遠傳電信及亞太電信總市占率僅次中華電信

資料來源：本研究彙整。

為進一步對比影響分析層面，本文彙整M.7018及我國公平交易委員會於2021年8月4日公告之遠傳與亞太3.5GHz頻率與網路共用合作案相關新聞稿[840]各對於合併案及結合案提出之競爭或消費者疑慮如表8.4.5。

表 8.4.5　影響分析層面

影響分析層面	M.7018提出之市場競爭影響情狀	我國遠傳電信及亞太電信可能面臨之情狀
合併主體間（德國）/參與結合主體間（我國）之競爭疑慮	●消滅兩者間競爭。 ●消滅E-Plus及Telefónica重要市場競爭力量，改變兩方積極競爭動機。 ●消滅當時零售市場實力相當競爭者間的競爭。	●遠傳倘透過與亞太頻率與網路共用或持有亞太股份及擔任董事，參與亞太經營，會降低彼此競爭壓力。 ●可能就5G業務營運事項交換訊息等聯合行為或為共同經營。
合併後（德國）/結合後（我國）對其他競爭對手之競爭影響	削弱其他兩家MNO（德國電信及沃達丰）積極競爭動力。	●將降低市場競爭程度。 ●可能促發共同效果形成，進而減損國內行動寬頻服務市場價格競爭。
合併後（德國）/結合後（我國）對下游產業之競爭影響	降低其他市場參與者（即MVNO、服務提供商及品牌經銷商）在當時零售市場有限之議價能力。	未提出。
合併後（德國）/結合後（我國）對新MNO影響	未提出。	因電信管理法限制，新MNO不易即時參進市場，故難對既有MNO形成競爭壓力。
其他影響	-	亞太推出促銷頻率或強度可能縮減。

資料來源：本研究彙整。公平會（2021）。國內首宗，遠傳與亞太3.5GHz頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過！檢自https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&docid=16798 (Oct. 28, 2021)
Official Journal of the European Union. (2015). Summary of Commission Decision of 2 July 2014 declaring a concentration compatible with the internal market and the functioning of the EEA Agreement (Case M.7018 — Telefónica Deutschland/E-Plus) (notified under document C(2014) 4443) . Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2015.086.01.0010.01.ENG&toc=OJ%3AC%3A2015%3A086%3ATOC (Oct. 7, 2021)

而為避免損及市場競爭及維護消費者權益，本文彙整M.7018及我國公平交易委員會於2021年8月4日公告之遠傳與亞太3.5GHz頻率與網路共用合作案相關新聞稿中相關對策如表8.4.6。

[840] 公平會（2021）。國內首宗，遠傳與亞太3.5GHz頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過！檢自https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&docid=16798 (Oct. 28, 2021)

表 8.4.6　合併案或結合案對策

對策	M.7018	公平會附加負擔
合併主體間（德國）/參與結合主體間（我國)之競爭疑慮排除對策	因已合併無此疑慮。	● 不得透過3.5GHz頻段頻率與網路共用、持有股份或擔任董事等協議內容，就雙方之行動寬頻業務資費、終端設備補貼、行銷活動、客戶與帳務資料管理等營運事項為共同經營、委託經營、合作研商或交換資訊等行為。 ● 遠傳電信及亞太電信應於實際結合之日起 5 年內，於每年 7 月 1 日前，提供下列資料，送交公平會備查： – 監督小組組織圖、工作職掌分配及具體工作項目、小組成員名單及所屬公司部門，以及歷次會議紀錄（含與會成員名單及討論事項）。 – 亞太歷次股東會會議紀錄、歷次董事會會議紀錄。
合併後（德國)/結合後（我國）對其他競爭對手之競爭疑慮排除對策	未提出相關因應措施。	
合併後（德國)/結合後（我國）對下游產業之競爭疑慮排除對策	**承諾一：確保未來將與合併實體競爭之一或多家 MVNO 短期進入市場或擴張。**Telefónica 承諾在併購完成前以固定支付方式，出售最多 30%合併公司網路容量予德國一或多家（最多三家 MVNO），而網路容量係依據頻寬計算，MVNO 市場進入者將自合併實體網路獲得一條專供語音及數據流量使用之管道，本模式比起當時德國 MVNO 及服務提供商使用之典型即用即付模式更有效，且在德國電信市場具備可行性。	未特設負擔。

合併後(德國)/結合後(我國)對新 MNO 競爭疑慮排除對策	**承諾二：將無線電頻譜及特定資產分離（divest）予新進 MNO 或因承諾一將占用網路容量之 MVNO。** Telefónica 承諾將與新進 MNO 或 MVNO 達成以下協議，以促進第四家新 MNO 進入德國市場： ● 供應頻譜：出租 2.1GHz 及 2.6 GHz 頻段 ● 提供全國漫遊 ● 提供站點分離（divestiture） ● 提供被動式網路共用 ● 提供店鋪銷售（sale of shop）	未特設負擔。
消費者權益保障	**承諾三：延長與兩方合作夥伴（即 MVNO 及服務提供商）現有批發協議，並在未來向所有有意參與者提供 4G 批發服務，並提高批發合作夥伴將旗下用戶轉換至其他 MNO 之能力。** 具體而言，Telefónica 承諾允許其批發合作夥伴將其在 Telefónica 或 E-Plus 網路託管用戶自一商業模式轉換至另一商業模式，且不會受到任何懲罰。此外，Telefónica 承諾在與 Telefónica 或 E-Plus 訂立之批發協議中，刪除 MVNO 或服務提供商將用戶轉至其他 MNO 之限制。	不得透過 3.5GHz 頻段頻率與網路共用、持有股份或擔任董事等協議內容，就雙方之行動寬頻業務資費、終端設備補貼、行銷活動、客戶與帳務資料管理等營運事項為共同經營、委託經營、合作研商或交換資訊等行為。

資料來源：本研究彙整。公平會（2021）。國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過！檢自 https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&docid=16798 (Oct. 28, 2021)
Official Journal of the European Union. (2015). Summary of Commission Decision of 2 July 2014 declaring a concentration compatible with the internal market and the functioning of the EEA Agreement (Case M.7018 — Telefónica Deutschland/E-Plus) (notified under document C(2014) 4443) . Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2015.086.01.0010.01.ENG&toc=OJ%3AC%3A2015%3A086%3ATOC (Oct. 7, 2021)

公平會已依「公平交易委員會對於結合申報案件之處理原則」審理並附加附款核准遠傳電信及亞太電信結合案，而審理過程中已考量結合後衍生之單方效果及共同效果，並透過課與負擔減緩對行動通信市場之衝擊。然而遠傳電信透過股權交換取得亞太電信 11.58%股份，即持有亞太電信股份超過 10%，從而落入我國公司法及證券交易法規範之「大股東」，亦為證券交易法第二十二條之二及第二十五條須向金融監督管理委員會辦理股權申報之「內部人」，而探求內部人規範意旨可知，內部人得為公司之經營者或控制者，對公司財務業務資訊之取得掌握絕對優勢，從而可能利用未發佈之公司內部消息從事交易，損及不知情之公眾權益[841]。

準此，相較於證券交易法旨在保護廣大投資人之利益（如第一百五十七條短線交易禁止及第一百五十七條之一內線交易禁止等規範等），電信市場競爭著重公平競爭、消費者權益及公眾利益之保障，從而遠傳電信得擅用內部人優勢，即便現階段形式上僅取得一席董事，惟善用大股東地位，客觀上仍可輕易掌握亞太電信經營策略及相關資訊，或可能存在以大股東影響力進行共謀之風險，惟「一致性行為（Concerted Action）」[842]發生時，才能判斷兩者合作限制市場競爭。

另關於 700MHz 頻率改配計畫，遠傳電信於改配後將獲得 30MHz 頻寬，相較於第二大業者台灣大哥大於該頻段持有之 40MHz 頻寬仍有差距，對於市場競爭未必構成限制，且遠傳電信透過擴大頻寬及追加投資有助於提升訊號涵蓋，得大幅提升消費者權益。至於 2600MHz 頻段改配計畫，亞太電信於改配後將獲得 40MHz 頻寬，可提升網路速度，雙方透過頻段交換可以達到最大綜效，且雙方並非受惠於特別歷史因素及政府長期持有相當股份之電信事業，固有積極競爭之動機，且未來專網、低軌衛星、HAPS 將步入我國通訊市場，於公平交易法中的相關市場界定或有變數，從而影響市場競爭判斷，亦未必因此損及消費者利益。

此外，檢視亞太電信網路頻率使用情形，其於偏鄉使用台灣大哥大 4G 網路，與遠傳電信 5G 共頻共網，近期更與中華電信於 2021 年 11 月 5 日協議轉讓亞太電信 900MHz 頻段頻率，並由中華電信提供亞太電信用戶電路交換回退語音平臺服務，可見亞太電信與國內三大業者皆有在未持有頻率下的的頻率網路合作關係，類似 MVNO 之商業模式。惟檢視其持有頻段，尚有 4G 頻段（700MHz 頻段中持有 20MHz 頻寬、2600MHz 頻段中持有 50MHz 頻寬）繼續提供 4G 服務，並持有 28GHz 頻段提供 5G 商用服務，可見其仍保有自己的頻譜與網路基礎設施，具備 MNO 業者的優勢，同時能夠透過合作強化用戶服務，並提升合作業者持有資源的應用效率。觀察亞太電信近期商業策略，可見其積極透過先手布局，規劃入主智慧應用領域（智慧製造、智慧交通、智慧醫療、智慧娛樂、智慧能源及智慧零售等，專注於發揮 28GHz 頻段特性，拓展商業用戶市場。

---

[841] 金管會（2015）。公開發行公司內部人股權申報問答集。檢自 https://www.fsc.gov.tw/fckdowndoc?file=/3_4%E5%85%AC%E9%96%8B%E7%99%BC%E8%A1%8C%E5%85%AC%E5%8F%B8%E5%85%A7%E9%83%A8%E4%BA%BA%E8%82%A1%E6%AC%8A%E7%94%B3%E5%A0%B1%E5%95%8F%E7%AD%94%E9%9B%86--20150513.pdf&flag=doc (Oct. 27, 2021)

[842] 一致性行為構成要件為：複數獨立事業參與形成「共謀行為」，制定「共同計畫」，且事業間存在主觀協定（agreement），而事業間具有相互依存（interdependence）之關係。詳參何之邁、朱華君（n. d.）。論一致性行為理論。檢自 http://ja.lawbank.com.tw/pdf2/2406-2422.pdf (Oct. 27, 2021)

根據 Sacoto-Cabrera、Guijarro 與 Maillé（2020）以賽局理論分析 MVNO 於 5G 網路的商業模式，若一 MVNO 使用兩個 MNO 的網路基礎設施會相較於僅使用單一 MNO 的網路基礎設施更能提高收益與用戶效用，且因使用兩家 MNO 的流量若不存在替代效果，則能分別增加網路使用效率，並帶來收益，故就經濟學角度而言，該商業模式中的 MVNO、MNO 與用戶皆能受益[843]。

綜上觀察，研究團隊認為在電信管理法開放共頻共網共建之架構下，鼓勵頻率與網路資源有效利用，提供電信業者合作與多樣經營模式的可能，亞太電信依法與各電信業者開展商業合作。現階段而言，電信管理法甫執行，國際上頻率網路合作尚非常態，在符合現有法規思維下，應持續關注，並觀察電信市場結構變化，是否仍具公平競爭，同時確保消費者權益，並滾動檢討。

[843] Erwin Jairo Sacoto Cabrera, Luis Guijarro, Patrick Maillé. (2020). Game Theoretical Analysis of a Multi-MNO MVNO Business Model in 5G Networks. Retrieved from https://www.mdpi.com/2079-9292/9/6/933 (Dec. 12, 2021)

第九章 研究發現與結論建議

第一節　國際 5G、B5G 技術標準制訂進程研析

一、研究發現

隨無線技術發展，新興技術與應用推升對頻率的需求，在頻率資源有限的情況下，頻譜管理成為各國政府重要課題。ITU 對頻譜管理兩大目標，除了藉由頻譜資源促進社會、經濟發展，也包含達成頻譜使用之效益與效率。針對可能用於行動通訊之額外頻段，WRC-19 決議劃分 24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、45.5-47GHz、47.2-48.2GHz 與 66-71GHz 等連續頻段供 5G 使用，總頻寬 17.25GHz 當中有 85%已達成全球頻譜協同（Spectrum Harmonization）。而 3GPP R16 除了從 R15 提升 5G NR 功能，也將 NR 拓展至新的垂直功能。另外，ITU 於 2019 年 5 月發布 Network 2030 白皮書，也將異質網路設施之共存與新垂直應用整合列為焦點領域之一。當網路與通訊服務日益多元化，帶來更多可能性的同時，也將增加監理與管理的複雜度。

5G 才剛起步，國際間已開始關注並廣泛討論 6G 發展。最早係芬蘭於 2018 年成立「6G Flagship」，並於 2019 年 9 月 9 日發布全球首部 6G 白皮書，而今除歐盟執委會、北美 Next G 聯盟、日本、韓國、中國大陸皆投入 6G 相關開發研究。未來 B5G、6G 以「高涵蓋」、「高密度」、「高頻寬」、「高可靠」、「高精度」與「高智慧」等特色為願景，能夠拓展陸、海、空涵蓋之衛星通訊成為備受矚目焦點。為因應全球衛星通訊技術發展，我國交通部也於 2021 年 8 月公告之無線電頻率供應計畫修正草案規劃 10700-12700、14000-14500、17700-20200、27500-27900、29500-30000MHz 開放予電信事業申請，作為新設置同步/非同步衛星固定通信之公眾電信網路設備接取使用。

近期 NTN 成為各國主管機關重點關注對象，除躍升為 MNO 擴大訊號涵蓋範圍的替代方案外，與現行 5G 網路具潛在佈建綜效，因此除各家低軌衛星業者與 NTN 應用需求者陸續開展商業合作外，國際標準組織 3GPP 聯合多家業者研擬統一相關技術標準，並建立多供應商模式，從而降低製造及佈建成本，並供各國救災及通訊相關單位緊急危難通訊之用。

雖然我國於公私協力下達成 4G 通訊高人口涵蓋率，短期內 NTN 需求相對較低，且因技術發展難以突破電波物理限制，現階段 NTN 較難以與行動通訊業者競爭，惟仍可作為偏遠地區、山區、離島之補充系統。且隨技術進步，我國行動通訊業者將可能與 NTN 開展多元化基礎設施共建或共用合作，降低營運成本，故中長期以觀，我國既有行動通訊市場與商業模式可能將因此劇變。

二、結論建議

我國於通訊技術上係處追隨者的角色，雖非技術領導者，但過去我國 4G 儘管相對國際先進國家較晚導入，卻能於短時間內快速普及、領先國際，顯示我國主管機關與電信業者對於通訊技術發展與服務之充分掌握，民眾也樂於體驗新興服務。於此經驗下，初步建議持續掌握國際通訊技術標準發展、各國推動方向、設備成熟度、產業生態系與商業模式發展情形等，如因 B5G、6G 朝向陸海空通訊開發，促使低軌道衛星、高空平臺電臺（High Altitude Platform Station, HAPS）等新應用興起，瞭望國際組織與主要國家相關頻段釋出規劃、干擾協調情形等，我國也需考量提早研析規劃。

研究團隊檢視現階段國際有關 6G 應用情境與技術發展的討論，就網路涵蓋方面已更強調包含陸海空等立體網路涵蓋，且智慧城市、智慧陸海空交通工具、遠距醫療等新興應用相較現今更需要密集而穩定的網路涵蓋，故隨此趨勢發展，5G 與非地面網路之間的整合勢必將影響既往行動通訊市場與商業模式，未來相關監理機制也需因應調整。

另針對我國引入 NTN 服務之影響，則應先行檢視我國地理環境及通訊環境。我國 3,000 公尺以上之高山多達 268 座[844]，為使國人能安全探索山林秘境，於山域意外發生時，發揮定位救援以保障山友生命安全，通傳會自行政院 2019 年起宣布國家山林解禁後，致力於改善山區行動通信訊號涵蓋，截至 2020 年底改善 5 處山屋及其沿線步道、2 處國家公園轄區、63 處山區行動通信訊號涵蓋[845]，並進一步自 2021 年推動「改善山區行動通訊品質計畫」，加速山區及國家公園等偏遠地區行動通信網路之建置，規劃以經費補助方式，提高電信業者建設意願，於 2022 年 12 月底前完成林務局建議 30 處山區地點之行動通信訊號改善工程[846]。

此外，我國於 2020 年共計多達 95 個鄉鎮市區符合《電信事業普及服務管理辦法》第 2 條第 1 項第 14 款「偏遠地區」及同法第 3 條「視為偏鄉地區」者[847]，而觀通傳會已於 2021 年擬定「補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺計畫」，規劃於 2021 年 1 月至 2025 年 8 月 31 日止補助建置 490 臺行動寬頻基地臺[848]。

---

844 行政院（2019）。台灣的山有夠讚 蘇揆宣布山林解禁政策。檢自 https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/fdeb6f4e-59ed-4aeb-8099-68a46f23e6a9 (Nov. 19, 2021)

845 NCC（2021）。109 年通訊傳播績效報告。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/21092/4196_46646_210922_1.pdf (Nov. 19, 2021)

846 NCC（2021）。國家通訊傳播委員會(基礎設施與資通安全處)「改善山區行動通訊品質計畫」(核定本)。檢自 https://www.ey.gov.tw/File/23ACE0AA74D2E0D5 (Nov. 19, 2021)

847 NCC（2021）。電信事業普及服務管理辦法規定之偏遠地區定義及範圍。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/21011/721_45561_210115_1.pdf (Nov. 19, 2021)

848 NCC（2021）。國家通訊傳播委員會「強化偏鄉地區 5G 寬頻服務與涵蓋-補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺」(核定版)。檢自 https://www.ey.gov.tw/File/987CA5D2AF084951 (Nov. 19, 2021)

然而，即便通傳會與電信業者透過公私協力改善偏鄉、山林等行動通信訊號涵蓋，惟囿於複雜地形限制、經濟效益較低、人力與維運成本較高、電力不易取得等因素，難以達成零死角行動寬頻基地臺建置，從而 NTN 服務引入不僅協助山區管理、消防、警政及通訊等主管機關即刻救援或執法，亦減輕電信業者實務上深入偏鄉、山區廣泛佈建成本之壓力，並為親近山林、偏鄉民眾提供更完善通訊涵蓋，可透過多方合作創造三贏格局，本文進一步以 SWOT 分析（表 9.1.1），顯見引入 NTN 服務雖然可能面臨國安、資安威脅，惟在災難來襲人命關天時刻，利用 NTN 及時保全身體、生命法益至關重要，另亦可帶動我國國內低軌衛星零組件供應鏈[849]，或將帶動更多商機，並搭配現有 5G 網路佈建，智慧城鄉近在咫尺。

表 9.1.1　NTN 服務引進之 SWOT 分析

	優勢（Strength）	**機會（Opportunity）**
正面要素	• 降低電信業者偏鄉、山區佈建成本。 • 協助災害監控、災後網路恢復。 • 可將原設置供緊急危難通訊用之備用頻譜、頻寬，釋出另作他途規劃運用。	• 我國山區及偏鄉眾多，具備 NTN 服務市場需求。 • 3GPP 正逐步整合行動通訊與衛星通訊標準，透過規模化大量生產或共用相關基礎設施或設備，降低地面通訊業者佈建低成本。 • 我國已有廠商加入生產低軌衛星零組件之行列，將創造更多就業機會。 • 不論與行動通訊業者合作或競爭，皆有助於促進市場發展及提升消費者權益。
	劣勢（Weakness）	**威脅（Threat）**
負面要素	• 我國非 ITU 會員國，無法自行發射低軌衛星。	• 容許非本國低軌衛星服務，須考量可能危及國家安全層面的問題。 • 容許非本國低軌衛星落地，應有配套措施以防資訊安全無法掌握。
	內部因素	**外部因素**

資料來源：本研究彙整。

我國行動通訊市場競爭激烈，行動通訊服務涵蓋率高，資費低廉，且就 5G 與 NTN 服務市場現況，不論於寬頻服務下載速率或資費比較上，行動通訊業者

[849] 經濟日報（2021）。天上飛、地下鑽的狂人！馬斯克造福了哪些「台商低軌衛星概念股」？檢自 https://www.gvm.com.tw/article/84160 （Dec. 8, 2021）

皆較 NTN 具競爭力。故短期而言，若 NTN 加入我國市場對行動通訊業者影響有限，兩者間尚未存有經濟學上之替代性，且我國政府長年重視偏鄉網路涵蓋，於短期內兩者間亦無明顯互補性。但隨著行動通訊與 NTN 技術發展，中長期而言，行動通訊業者與 NTN 業者間存有整合基礎設施網路架構，降低營運成本等合作之可能性，勢必存有互補關係，然是否具替代性仍須持續關注技術、成本與市場之發展。

第二節　主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃研析

一、研究發現

研究團隊蒐集研析英國、歐盟、美國、加拿大、日本、韓國、新加坡、中國大陸的 5G、B5G 頻譜釋出規劃，並與我國第一次 5G 頻譜拍賣釋出 3.5GHz 及 28GHz 頻段比較，可見我國較相似於鄰近亞洲國家日本、韓國及新加坡，於一開始釋照規劃時，即同時釋出中頻段與毫米波頻段。歐美國家方面，歐盟確立 700MHz（694-790MHz）、3.6GHz（3.4-3.8 GHz）與 26 GHz（24.25-27.5 GHz）為 5G 先驅頻段，規劃釋照與商用化時程目標；美國則優先釋出高頻段，近兩年才積極規劃與釋出中頻段資源，與其他國家較為不同。然美國先重點釋出高頻段的策略，受制於 5G 技術標準發展進程、設備與產業生態系成熟度不足、尚未出現突破性創新等的限制，且高頻段物理特性不易推廣大範圍涵蓋佈建，也被認為是導致美國 5G 發展初期涵蓋與建設推動較不易之原因之一。5G 高頻段雖極具發展性（GSMA，2021[850]），但因其頻譜特性、技術與設備等問題，市場尚未發展純熟（新通訊，2021[851]；CTIMES，2021[852]）。除美國的經驗以外，尚可觀察到日本總務省原規劃 2021 年度釋出 26GHz 及 40GHz 等 5G 候補頻段，但截至 2021 年 11 月仍未見總務省發布明確釋照規劃資訊。另韓國於 2018 年釋出 28GHz 頻段，但至 2021 年 8 月底為止之建設義務達成率僅約 0.36%，高頻段 5G 應用發展不如預期，也成為政府規劃釋出毫米波頻段供專網使用的契機[853]。

在釋照機制方面，英國、美國、加拿大等國家與我國皆主要透過拍賣釋出 5G 頻譜。新加坡基於頻譜資源不足，為能打造兩座全國性 5G SA 網路之政策目標，採用徵求提案（Call for Proposal, CFP）方式釋照，類似於我國的公開招標制。新

---

850 GSMA(2021). The economics of mmWave 5G. Retrieved from https://data.gsmaintelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=59768858&file=210121-Economics-of-mmWave.pdf. (Nov. 18, 2021.)

851 新通訊元件雜誌（2021）。SA/毫米波商轉緊鑼密鼓　5G 產業高速發展不停歇。檢自 https://data.gsmaintelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=59768858&file=210121-Economics-of-mmWave.pdf. (Nov. 4, 2021.)

852 CTIMES（2021）。商機緩著陸 5G 毫米波加速發展看 2024-2025 年。檢自 https://www.ctimes.com.tw/mpc/show-tw.asp?O=HK5349V7WSIEPA0EMS. (Nov. 4, 2021.)

853 businessnetwork.jp（2021）。＜特集＞ローカル 5G NEXT 韓国でローカル 5G が解禁 28GHz 帯活用の「苦肉の策」。檢自 https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/8536/Default.aspx (Nov. 18, 2021.)

加坡於 2020 年 6 月完成釋出 3.5GHz 與毫米波頻段組合釋照後，新加坡電信已於 2021 年 5 月推出 SA 架構之 5G 網路服務。中國大陸、日本長年皆以評審制釋照，值得注意的是，日本在 2019 年 10 月《電波法》修法後，全國性頻譜釋照須納入考量釋出頻段相應之經濟價值，故 2021 年 4 月 1.7GHz 頻段（東名阪以外）審查標準新增「特定基地臺開臺費」制度，可觀察到其釋照機制朝向具公開招標制的精神發展。為因應規劃 2.3GHz 頻段將以動態頻譜接取共用方式釋出給行動電話業務使用，日本總務省自 2021 年 10 月中旬開始開辦「有關新的行動電話用頻譜指配方式檢討會」，主要參考國際經驗檢討日本頻譜指配方式並探討未來可行之行動電話用頻譜釋出方式，如拍賣制亦被納入考量選項之一[854]，詳細業者與專家學者意見可參考第三章表 3.5.9。

此外，韓國的釋照機制做法也朝向更有彈性方向設計，韓國 800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz 與 2.6GHz 頻段原供 2G-4G 業務使用之 310MHz 頻寬，因原使用期限陸續於 2021 年內屆滿，主管機關與業者經多次協商，最終採再指配方式將頻段重新釋出給三家業者，並依據三家業者截至 2022 年的 5G 基地臺佈建情形訂定再指配價格，以期反映再指配頻率的經濟價值，而在頻率使用期限方面，除了 2.6GHz 頻段訂為 5 年以外，MSIT 授權電信業者可根據頻率特性與使用情形，彈性選擇 5-7 年，並可於使用 2.1GHz 或 2.6GHz 三年後，擇一縮短使用期限。

二、結論建議

回顧我國第一次 5G 頻譜拍賣，因市場結構與中頻段資源供不應求，在 5G 中頻段需要至少 80-100MHz 頻寬才得以充分發揮的技術前提下，五家業者競標僅 270MHz 頻寬的中頻段，以取得進入下世代行動通訊的入門票，勢必競爭激烈，最終導致標金超乎預期。拍賣標金的決定終究取決於市場上的供需平衡，如何釋出更充裕的頻譜資源、提升已使用頻譜的使用效率，也是各國政府努力的課題。如德國主管機關 BnetzA 檢討前一次 5G 頻譜釋出供不應求，也認為未來應擴大頻譜釋出並確保競爭程序[855]。

我國業者、專家、學者皆建議為避免業者財務負擔過重，可設置避免標金過高之機制，有學者建議可考慮參考《行動寬頻業務管理規則》第 21 條之 3 第 3 款增設「降溫」、「暫停」或「終止競價作業」等舒緩機制，並依競標金額進展程度，授權主管機關於競價過程中得適時檢視競標者之資金及財務能力，避免策略性墊高標金的情形發生。有業者建議可設置預繳標金機制以抑制標金過高，惟

[854] 総務省（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/mobile_new_alloc/index.html (Nov. 19, 2021.)

[855] BnetzA. (2020). Frequenzkompass 2020. Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/Frequenzkompass2020.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Nov. 19, 2021)

預繳標金機制可能使規模不同業者在資金上的困難或不對等問題產生，若考慮採行則需要審慎評估。惟降溫機制啟動、運作方式等細節須謹慎衡量。

研析國際上探討標金飆高的情形（參見表 9.2.1），通常源於供需失衡與競爭環境，另外若未設置頻譜上限，或有申請者濫用聯合投標策略，也可能導致標金高漲。另一方面，若供給能滿足需求或供過於求、需要新取得頻段資源使用須與既有執照持有者進行協調且頻寬較少，則不會發生標金高漲。除了可以透過設置頻譜上限因應，透過設置回合數上限也可抑制標金飛揚，且若設有回合數上限也可以避免競標時程過於冗長。而 5G 發展初期的毫米波頻段因商業發展仍有高度不確定性，亦不會發生標金飆高的情形。

表 9.2.1　標金飆高相關探討彙整

項目	概述
標金飆高案例情況	• 超額需求且具競爭情形； • 聯合投標策略； • 標的頻段資源稀少； • 未設置頻譜上限
標金未飆高之案例情況	• 申請者數等於或小於競標頻率區塊數量； • 設有頻譜上限； • 設有回合數限制（亦可使競標較早結束）； • 須與既有執照持有者協調且頻寬小； • 頻譜資源較不稀缺或非全球性頻段； • 商業發展不確定高（如毫米波）
可避免標金過高方式	• 確保預期需求頻寬 • 設置頻譜上限

資料來源：一般財団法人 マルチメディア振興センター（2021）。諸外国の携帯電話用周波数の割当方式について。檢自 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778343.pdf (Nov.19, 2021)
株式会社 NTT ドコモ（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会（第 2 回）事業者ヒアリングご説明資料。https://www.soumu.go.jp/main_content/000778345.pdf (Nov. 19, 2021.)

由於我國政府長年重視通訊基礎設施佈建，積極縮短城鄉數位落差，在第一次 5G 頻譜拍賣後，政府透過將 5G 拍賣標金活用於補助業者佈建基礎設施，減輕業者佈建負擔，有助於 5G 網路基礎設施加速加量，發揮頻譜經濟價值與社會效益。

此外，第一次釋照於 3.5GHz 頻段採行的加速機制類似資格點數，但因供需不平衡致使加速機制難發揮效果，也有業者點出多回合為一期之設計讓業者存在操作空間，未來的加速機制可朝收斂方向設計。儘管主要國家於兩階段拍賣廣泛採行之資格點數與次高價格等機制設計，其立意亦獲得肯定，但若考慮於我國實施，則須進一步研析於我國環境的適用性及所需配套措施，須讓參與投標者得以充分了解，並確保主管機關易於監理，避免因機制設計過於複雜導致不必要成本增加與實施上窒礙難行的窘境。

資格點數與活動規則的操作，從美國首度採用拍賣制釋出頻譜資源之際即採用，以促進業者積極出價、加速拍賣，國際上除有學術探討，也已發展因應不同

拍賣方式（如 CCA）作法，實務上有多國經驗可供我國考量導入時作為參考，惟國內尚無相關先例，需要讓申請者認識與熟悉其運作方式。由於我國業者能接受且熟悉第一次 5G 拍賣時類似資格點數的加速機制設計，若無法一步到位引進資格點數，則未來亦可以先改良既有加速機制，逐步調整至與國際作法接軌。為使既有加速效果得以更顯著發揮，建議或可先從提早啟動與減少每一期回合數等方向改良。惟當每一期回合數減少，若競價過程發生狀況或申請者遇到技術困難或失誤時，則可能會喪失因此可競價的頻寬數量甚至競價資格，故若減少每一期回合數，則或須考量設計搭配的機制。主要國家所使用的資格點數與活動規則機制，即有資格事件的機制可因應上述狀況，可做為未來改良加速機制時的重要參據。

由於 5G 關鍵應用尚未出現，5G 技術標準尚在發展中，3GPP Release17 也因疫情影響延至 2022 年 6 月凍結[856]，而現時點國內未有下一波釋照的明確需求，研究團隊建議可專注於提升既有頻率之效率，中長期可繼續關注技術與標準發展，並選擇釋出設備成熟度較高、較具應用發展潛力的頻段（參見表 9.2.2 分析），如 n40（2300-2400MHz）、n77（3300-4200MHz）、n79（4400-5000GHz）等。

表 9.2.2　建議中長期待需求出現再釋出較具應用潛力頻段之 SWOT 分析

	優勢（Strength）	**機會（Opportunity）**
正面要素	• 短期內可專注於提升基礎設施建置。 • 5G 技術標準尚在發展中，可以滾動式調整政策因應。	• 可藉機會盤點國內頻率實際應用與需求情形。 • 《電信管理法》下可以透過市場機制，由業者自行合作或二次交易調整資源分配。
	劣勢（Weakness）	**威脅（Threat）**
負面要素	• 具應用潛力頻段可能需要清頻或發展和諧共用的機制。 • 應用潛力頻段資源可能較有限（如 n77）。	• 技術發展瞬息萬變，須留意 B5G、6G 與其他無線電系統技術發展的影響（如低軌衛星、高空平臺等）。 • 可回收投入成本且明確獲利的 5G 商業模式尚未出現。
	內部因素	**外部因素**

資料來源：本研究彙整。

我國第一波釋出 3300-3570MHz，下一波釋照得參考國際如韓國 2018 年釋出 3420-3700MHz；英國 2018 年釋出 3.4-3.6GHz，2021 年釋出 3.6-3.8GHz 及 3.8-4.2GHz 共享接取執照（Shared Access Licence）；日本 2019 年釋出 3600-4100MHz；新加坡 2020 年釋出 3450-3650MHz；美國 2020 年釋出 3550-3650MHz，2021 年

[856] 新通訊元件雜誌（2020）。疫情衝擊標準規畫　3GPP R17 凍結時程推遲半年。檢自 https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/market/D3FB8C5F466D4870B12DF397956FCC77 (Dec. 12, 2021)

釋出 3.7- 3.98GHz，建議於頻譜釋出規劃上可優先考量 n77 頻段，並或可於釋照機制中參考英國今年釋出英國 700MHz 及 3.6-3.8GHz 之位置競價階段，讓得標者可於 3.4-3.8GHz 之既有頻段與新得標頻段進行頻譜交易，使持有頻段更集中。未來我國釋照也可參採類似作法，確保頻率得以連續。

我國《電信管理法》實施後，頻譜釋出機制更具彈性，可採拍賣制以外方式，如評審制、公開招標制、其他適當方式，國際上也觀察到多年採行拍賣制國家採用行政指配方式釋照的嘗試，以及多年採行評審制的國家，將頻譜經濟價值納入評分標準，並探討引進拍賣制的可能性。國際上不同釋照機制嘗試案例亦可作為我國未來釋照時的前車之鑑，惟各國國情存在差異須審慎考量。各種機制固然有其優缺點，可從制度設計與後續監理配套措施著手改善，故頻率釋出機制的選擇應回歸頻率釋出目的與目標，針對釋出標的性質擇取兼顧公平與效率的適當方式。

第三節　主要國家 5G 網路建設、合作、應用發展研析

一、研究發現

研究團隊盤點英國、歐盟、美國、加拿大、日本、韓國、新加坡、中國大陸的 5G 網路建設、5G 網路合作與交易議題、5G 應用發展及垂直場域相關政策措施和推動情形。

（一）主要國家 5G 網路建設研析

主要國家推動 5G 基礎設施佈建採取之作法主要可分為「提高基礎設施佈建程度」、「降低建設成本與佈建障礙」、「促進網路升級」等，三類作法皆為我國可參採的方向。

1. 提高基礎設施佈建程度策略

在提高基礎設施佈建程度方面，大多數國家於執照條件設置涵蓋與普及率義務，如我國採人口涵蓋率與基地臺建設數量、加拿大以人口涵蓋率、日本以 5G 基礎整備率、韓國採基地臺數量、新加坡採涵蓋率作為衡量標準。歐盟「5G Action Plan」規範所有歐盟成員國須在 2020 年底前至少在一個主要城市推出 5G 商用，並於 2025 年底前持續建置城市地區和主要交通幹道 5G 網路建設，達成 5G 全面涵蓋。而當未能透過建設義務滿足用戶需求時，政府或可採取其他政策改善服務品質，如韓國雖然執照包含基地臺建設義務，但 5G 商用化以後，5G 涵蓋範圍不足及訊號不佳的問題引發消費者不滿，故韓國政府自 2020 年開始實施「5G 行動通訊業務頻段涵蓋檢查及品質評估」，針對首爾及六大都市圈森林以外的公共區域（如地鐵、百貨公司、行政大樓、多功能中心等）進行 5G 網速監測及品質評估，供電信業者檢討及改善。而英國 700MHz 和 3.6-3.8GHz 頻段拍賣，於諮詢階段擬設置農村地區涵蓋率義務換取折扣，但基於行動網路業者皆已根據 Ofcom 建議制定「共享農村網路」，該次拍賣未納入涵蓋率義務。

而提升偏遠地區或條件較差地區之網路建設，向來是各國主管機關關注焦點之一。加拿大廣播電視及通訊委員會於 2021 年 4 月 15 日公告的 CRTC 2021-130 電信監管政策，於政策方向規劃在加拿大包含農村與偏鄉地區的所有區域提供可負擔的合理價格之高品質電信服務。伴隨網路成為人們生活不可或缺之要素，5G 更不同於過去主要用於打電話與上網用途，5G 亦為發展創新應用與垂直場域的重要基礎設施，其應用可能改善地方經濟生產與提升社會福祉，美國與日本在提升偏鄉網路基礎建設的作法上，已看到新的作法。美國於 2020 年 10 月設置美國農村 5G 基金，反向拍賣方式補助，即將促進採用精準農業技術作為基金用途之一。日本為加速全國 5G 網路佈建，透過「ICT 基礎設施區域發展總體計畫」，促進居住區與非居住區條件不利地區的基地臺整備，非居住區包含過去未規劃行動電話服務地區與觀光地區的網路涵蓋；而日本的 Local 5G 制度，亦著眼於地方創生與 Society5.0 之願景。

為促進 5G 普及，許多國家推動光纖網路整備的促進政策，如英國與日本。英國 DCMS 於 2018 年發布「未來電信基礎建設評論（Future Telecom Infrastructure Review, FTIR），目標在 2025 年前使 1,500 萬個場所可連結至全光纖網路（Full Fibre），2033 年前達成全光纖涵蓋全國領土之目標，同時期許 2027 年前 5G 涵蓋達大部分的國土範圍。日本則透過活用高度無線環境整備事業，針對業者於條件不利地區架設基傳輸設備（光纖等）、通訊中心（含內部設備），補助部分事業費，以促進 5G 基地臺為主的光纖整備。

2. 降低建設成本與佈建障礙

在降低建設成本與佈建障礙方面，主要國家採取作法包含「財務支援與租稅優惠」、「法規調適與申請流程簡化」、「開放公有資產作為佈建載體」、「推動共用避免重複投資」、「推動協調合作」。

有鑑於 5G 網路基礎設施建設所費不貲，透過「財務支援與租稅優惠措施」，可減輕業者建設成本，如我國活用標金收入，推動補助 5G 網路建設計畫與「補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺」，透過補助同時兼顧非偏鄉與偏鄉 5G 網路建設。租稅優惠方面，日本與韓國皆有相關措施，日本在 5G 發展初期以 5G 投資促進稅，分別對全國性電信業者與 Local 5G 執照持有者設備投資給予稅額免除或是特別折舊措施。韓國自 2018 年實施 5G 投資抵減稅，因應民間 5G 投資狀況滾動式調整抵減對象及比例，其政策設計具靈活度，可因時因地制宜。

「法規調適與申請流程簡化」方面，如我國「臺灣 5G 行動計畫（2019-2022）」主軸之一即為「調整法規以創造 5G 發展有利環境」；美國政府立場上較尊重市場機制，因此在促進基礎設施佈建方面，主要透過減少佈建障礙以及簡化審查流程與縮短所需時間等。而「開放公有資產作為佈建載體」的作法，亦為政府可以協助佈建的重要措施之一，國際上作法如美國制定基本方針、英國開放國有資產供網路佈署、日本則嘗試將 5G 與交通號誌結合。其中，美國 FCC 以更新相關網

際網路設備連結到電線桿的管理規則為方針，以達降低成本並加快 5G 骨幹網路佈署之目的。日本總務省與警察廳跨政府單位合作，研究運用交通號誌佈署微型基地臺的機制，針對設立地點、設立條件、申請程序和制度、所需技術、裝置等進行討論。此外，韓國與中國大陸「推動共用避免重複投資」，自 5G 發展初期，就開始推動共用基礎設施的政策，降低業者投資成本並避免重複投資發生。「推動協調合作」方面，英國政府促進地方業者與配電網業者對話，以及與地方政府、能源提供業者、地主間合作，加速行動後端網路（Backhaul）的線路佈建，同時降低成本。

3. 促進網路升級

有鑑於 5G 技術逐漸成熟，5G 獨立組網（Standalone, SA）將是發展 B5G 不可或缺的一環，新加坡 IMDA 考量 5G SA 是完全發揮 5G 特性的基礎，要求取得 3.5GHz 頻段執照業者必須在兩年內達成室外 5G SA 涵蓋率 50%，並以期許 2025 年底前實現全國 5G 室外涵蓋率 100%。中國大陸 2020 年的《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》，亦可見工信部支持電信業者以 5G SA 為目標。

（二）主要國家 5G 網路合作議題研析

行動通訊技術演進增加更多網路共用合作型態可能性，且合作可做為 5G 投資佈建成本高、物理空間不足等限制與困難的解決方案之一。我國《電信管理法》具前瞻性，對電信事業合作與頻率二次交易朝向彈性開放，當網路合作型態多元化，主管機關認定判斷準則，以及合作業者申請參與頻譜競標或指配的配套措施成為須探討之議題。研究團隊初步檢視主要國家網路共建、網路共用、網路漫遊、MVNO 等政策規範與案例，初步發現概述如下。

研究團隊在研析過程中發現網路共建與網路共用並不易區分，在網路共建議題方面，觀察到許多國家將網路共建與共用作為提升偏鄉等條件不利地區基礎設施建設的策略，如韓國農村 5G 共同使用計劃，三家業者於農村共同建設，並以 MOCN 方式共同使用基地臺。英國則發展出利於促進新投資並有解決 5G 佈署困難潛力的中立主機模式，該模式也被認為有助於提升偏遠地區、高密集都會、辦公室與工廠的網路涵蓋。日本總務省透過指導方針闡明網路基礎設施共用的法規適用，而 KDDI 集團與 Softbank 集團已於 2020 年成立合資公司 5G JAPAN，以促進地方 5G 網路佈建。此外，歐美國家也出現鐵塔公司商業模式發展趨勢，如歐洲跨國電信業者 Vodafone 於 2019 年宣布將鐵塔資產分離成立鐵塔公司。

在網路共用方面，根據歐盟電子通傳監理機構（BEREC）2019 年發布之「行動網路基礎設施共用之共同立場」，網路基礎設施共用利於降低成本、提升效率，因業者得以拓展營運範圍可增加消費者選擇權，也有助於公共利益。然而共用協議也可能導致投資誘因減少、競爭能力降低；且當參與者協商必要性增加，可能增加默契性聯合行為及違反競爭法的風險；若決策過程複雜化，可能使佈建延遲；也可能為了拆除站點與多餘設備，增加額外佈建成本。

而歐盟 BEREC 提出的第一個行動網路基礎設施共用之共同立場，即基礎設施共用類型，包含被動式共用、主動式共用、核心網路共用與後端網路共用，其中被動式共用又包含共構、共站、天線桅杆共構；主動式共用包含無線接取網路共用、MORAN、MOCAN、以及國內漫遊等。據此，研究團隊認為廣義而言，網路漫遊、MVNO 皆屬於網路共用一環。

BEREC 亦指出歐盟成員國評估網路共用協議時應以高效基礎設施競爭、服務導向競爭、優化連接與高效頻譜使用為目標，並考量市場競爭力與業者市占率，避免共用者間之負面競爭，或致生進入市場障礙、網路擴建障礙，同時也應評估共用相關技術、人口密度、地理範圍與期間範圍。

（三）主要國家 5G 應用發展研析

5G 超高速行動頻寬、巨量機器通訊、超可靠低延遲通訊三大特性，5G 技術標準漸成熟，不只初期 eMBB 的超高畫質影像傳輸、AR /VR 相關應用，mMTC、URLLC 的特性，能夠發展 IoT、智慧城市、智慧家庭、遠距操作、遠距醫療、無人車駕駛等更智慧化應用領域。5G 應用方為社會經濟產業發展與創新機會，為鼓勵 5G 應用，各國無不透過 5G 試驗與測試平臺、開放實驗頻段、發展 5G 垂直應用、投入重點領域、培養人才、公私協力、跨國技術合作等方式。此外，隨著資安網安受到重視，各國也積極發展 Open RAN，提倡網通設備供應鏈多元化。

早於 2019 年英國、德國、日本即規劃開放供專網及垂直應用之頻段，隨後德國與日本也增加開放更多區域性 5G 使用頻段；美國透過 CBRS 機制釋出 3.5GHz 頻段供創新應用；韓國較晚推動專頻專網，2021 年 1 月 26 日釋出的「5G 專網政策方案」首度發布專頻專網資訊，即快馬加鞭於 2021 年 6 月 29 日發布「5G 專網頻率釋出方案」，規劃釋出 4.72-4.82GHz 與 28.9-29.5GHz 作為 5G 專網專用頻段，並於同年 10 月 28 日已開放申請。韓國過去企業專網係由電信業者主導，然而 5G 商用化以來，於 B2B 領域的發展並未如政府預期，僅公共組織或大財團企業導入 5G，而未能於中小企業推廣，再加上高頻段 28GHz 發展遲滯，韓國電信業者至 2020 年底才開始進行 28GHz 頻段實證，且於 28GHz 頻段建設發展蝸行牛步，故韓國政府也希望藉由開放專網頻段，活化高頻段應用[857]。

二、結論建議

（一）主要國家 5G 網路建設研析

5G 網路基礎設施是延伸發展創新應用與垂直場域的根基，5G 網路的佈建普及，有助於改善地方經濟生產與提升社會福祉。近年全球受 COVID-19 疫情肆虐，通訊網路成為人們聯繫社交距離之間的重要媒介，遠距教學、線上會議、遠距工作、遠距醫療、零接觸經濟等應用需求，皆有賴無線通訊網路維持社會經濟活動

[857] businessnetwork.jp（2021）。＜特集＞ローカル 5G NEXT 韓国でローカル 5G が解禁 28GHz 帯活用の「苦肉の策」。檢自 https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/8536/Default.aspx (Nov. 18, 2021.)

暢行無阻。美國白宮因應疫情提出的美國就業計畫即援引 1936 年的鄉村電力法案，將現今寬頻網路資源的重要性視同 1930 年代的電力資源，投入 1,000 億美元（約為新臺幣 2 兆 7,782 億元）於寬頻網路的基礎建設，以解決偏鄉因寬頻網路資源缺乏而可能導致無法基本生活需求問題。日本總務省為因應 COVID-19 疫情，也透過 2020 年度補正預算，將地方上的光纖整備補助預算擴充約 10 倍規模，以支援遠距教學、遠距醫療與遠距工作等對資通訊基礎設施的需求。

觀察國際間主要國家針對 5G 網路建設採取的策略，主要可分為「提高基礎設施佈建程度」、「降低建設成本與佈建障礙」、「促進網路升級」等三類作法。而在「提高基礎設施佈建」與「降低建設成本與佈建障礙」程度方面，我國前瞻基礎建設計畫的「數位建設 2.0」，即協助電信業者加速 5G 普及建設、縮短數位落差，並鼓勵 5G 應用落地，不但加速 5G 網路的涵蓋率，也擴大 5G 垂直場域應用，同時強化資安防護能量，支持我國未來的數位國家創新經濟。大多數國家於釋出 5G 頻率時，皆賦予取得頻率使用權者涵蓋率與普及率等建設義務，我國第一次 5G 頻譜釋出亦要求得標業者達成建設義務。且我國透過活用 5G 首次釋照標金收入，補助同時兼顧非偏鄉與偏鄉 5G 網路建設，促進全國 5G 網路建設。通傳會推動補助 5G 網路建設計畫，補助電信業者建設 5G 基地臺，同時促進公眾電信網路與垂直場域的 5G 網路建設，除能滿足民眾上網需求，也能於發展 5G 應用潛力地區建設，提升整體 5G 網路涵蓋率。針對偏鄉地區，亦透過補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺計畫，加速 5G 網路建設與應用服務推廣，彌平數位落差。此外，有鑑於 5G 基地臺佈建需求相較以往需要更加密集，我國亦多年來持續推動「公有建物及土地設置基地臺政策」，釋出公有建物與土地協助電信業者建置基地臺，亦有利降低建設成本與佈建障礙。參考韓國 5G 投資抵減稅政策作法保留彈性，能因時因地滾動式調整抵減對象及比例，因應民間 5G 投資狀況調整政策，惟此彈性使政策存在不確定性，其成效尚有待觀察。因此，研究團隊認為我國現行政策已促使電信業者積極佈建 5G 網路，建議可持續落實推動。

在「促進網路升級」方面，觀察到新加坡與中國大陸為儘早展開 5G SA 網路佈署，皆從政策層面促進業者採用 5G SA。然而隨著 5G 技術標準進展與設備成熟度提升，為能推出全面發揮 5G 性能的創新應用服務，電信業者基於個別商業規劃與應用發展，應會自行評估規劃朝向 5G SA 網路發展的時程，故不盡然需要透過政策輔助，應可尊重市場機制發展。

（二）主要國家 5G 網路合作議題研析

我國 5G 釋照後，國內電信市場競合關係也發生新的變化。未取得 3.5GHz 頻段的亞太電信，藉由與遠傳電信的共頻共網推出 5G 服務，以分攤九分之二頻譜成本取得遠傳 3.5GHz 頻段九分之二的網路容量使用權。而在獲主管機關核准前，亞太電信先作為遠傳電信的 MVNO，以遠傳電信的 5G 網路推出 5G 服務，而在 2021 年 3 月經通傳會有條件方式核准後，亞太電信計畫以 MOCN 方式於

2021 年第三季正式推出。有鑑於兩家業者合作也涉及持股比例變動，遠傳電信目前對亞太電信持股 11.58%，而 2021 年 8 月初兩家公司的結合案已通過公平交易委員會決議以附加負擔方式不禁止雙方結合，預計 2022 年 6 月底前遠傳電信將持有亞太電信股份 23.8%。

針對合作業者申請參與頻譜競標或指配的配套措施，研究團隊就「同一申請人、聯合申請人」申請條件進行研析，主要國家的作法係將聯合申請相關規定訂定於各次拍賣或申請規則中，如英國與日本規定同一集團不得複數申請；美國限制全國性業者不得透過合資公司參與競標；加拿大分為從屬主體公司與關連主體公司，前者類似我國同一申請人概念，後者為有合作關係的公司，可個別參與投標；香港有條件允許關聯投標者參與競標；瑞典限制母公司與合資公司不得同時參與競標。我國現行《行動寬頻業務管理規則》第 10 條以持股比例 15%認定聯合申請人的規定，其實已經是相較其他研究對象國家嚴格的作法，在持股比例的數值上或暫不需要調整，惟因應業者合作型態除涉及股權交易之外，尚有職員兼任對方公司董事之情形，可能為現行制度未納入衡量的狀況，且《電信管理法》轉軌後的制度接軌，規範適用宜更明確化，或可於下一次釋照前，以現行作法為基礎訂定具體規範，研析成果詳見本章第六節。

（三）主要國家 5G 應用發展研析

1. 專網專頻機制

專網專頻機制改變以往頻譜近用以電信業者為主導的方式，如日本東京大學中尾教授所提倡之「通訊民主化」概念，Local 5G 機制可讓各產業業者不必受制於公眾 5G 網路，得以依自身需求運用 5G，然 Local 5G 的推動關鍵還尚須降低基地臺成本與透過基地臺軟體化實現設計客製化解決方案[858]。根據韓國 5G 發展經驗，雖然韓國 5G 商用化起步早，然而發展至今三大電信業者推動 5G 企業專網成果未能深入 B2B，且高頻佈建遲滯情形已與建設義務目標嚴重脫節，觸動韓國政府的危機意識，急於 2021 年初開始規劃專網專頻，並於年內完成制度訂定並開放申請[859]。韓國 MSIT 考量 5G 專網僅限規模網路營運，與公眾電信網路指配審查不同，以最低限度審查申請者的財務能力，並將頻率干擾管理與釋出適當頻寬列為重點審查項目。MSIT 自 2021 年 10 月 28 日受理 5G 專網申請，受理申請 1 個月內進行頻率指配審查以迅速指配頻率，並讓韓國廣播通信傳播振興院與韓國電子通信研究院參與審查程序也提供諮詢服務，以期穩定提供與活化 5G 專網服務。在審查程序上也將資格審查與使用計畫書審查合併，將申請文件量減半，

[858] businessnetwork.jp（2020）。「ローカル 5G に価格破壊を」中尾東大教授インタビュー。https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/7417/Default.aspx (Nov 15, 2021)

[859] businessnetwork.jp（2021）。＜特集＞ローカル 5G NEXT 韓国でローカル 5G が解禁 28GHz 帯活用の「苦肉の策」。檢自 https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/8536/Default.aspx (Nov. 18, 2021.)

必要時才進行現場實地勘查。無論是簡化申請程序、加速審核流程與提供專家諮詢的作法，皆可見韓國政府促進企業採用 5G 網路的政策目的。

我國也規劃釋出 4.8-4.9GHz 供行動寬頻專用電信使用，建議或可參考韓國的制度優點，將簡化申請程序、加速審核流程與提供專家諮詢協助等納入考量，讓有意願者更順暢導入 5G 專網（如表 9.3.1），同時也可確保頻譜的和諧使用、公平使用與有效應用。此外，根據 2020 年經濟部工業局發布之「通訊產業 2021-2023 專業人才需求推估調查」，2020 年可能因物聯網、5G 應用服務及產品的增加，帶動通訊產業人才需求約 4 千 2 百人，且將隨 5G 產業發展而在未來三年逐年成長[860]。預期我國行動寬頻專用電信開放，也有助於培養 5G 專業人才。

表 9.3.1　我國行動寬頻專用電信推動建議 SWOT 分析

	優勢（Strength）	**機會（Opportunity）**
正面要素	• 簡化申請程序、加速審核流程，讓 5G 應用能儘早因應需求落地。 • 建議提供專家諮詢，以穩定提供與活化 5G 專網。	• 申請者應樂見簡化申請程序、加速審核流程與專家諮詢等作法。 • 可培養我國 5G 專業人才。
	劣勢（Weakness）	**威脅（Threat）**
負面要素	• 將審查程序與文件簡化，需考量我國國情評估申請程序中可簡化與不可簡化的部分。 • 為加速審核流程，可能因審核時間不足，導致未能確實審核，或增加行政成本。	• 若由參與審查程序者提供專家諮詢，或有賄賂等不當行為發生風險。 • 由政府提供專家諮詢，可能未能全面滿足企業需求，或可讓民間自由發展。
	內部因素	**外部因素**

資料來源：本研究整理。

2. 美國創新區對我國的啟示

美國 FCC 設置的創新區與大學合作，透過實驗場域的執照許可，使範圍內的使用者可運用頻譜資源進行低延遲無線通訊的邊緣計算、無人機系統、機器學習等先進無線通訊與網路相關技術。在執行細節方面，美國推廣的創新區實驗計畫清楚劃分實驗場域的地理位置，以經緯度界定範圍，並有規劃干擾防治中心，協調創新區內的頻譜使用與干擾問題，另外因美國創新區計畫已推行多年，實驗場域的應用範圍已推廣至校園外周邊地區[861]。

[860] 經濟部工業局（2020）。通訊產業 2021-2023 專業人才需求推估調查。檢自 https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/relfile/6037/9315/397a0ca5-69fe-493e-bb19-2fdd54595cdb.pdf (Dec. 12, 2021)

[861] FCC. (2021). FCC FACT SHEET, Innovation Zone. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-374118A1.pdf (Nov 15, 2021)

我國教育部目前推廣的 5G 校園實驗網即為類似概念，各大學可提出 5G 實驗計畫，申請經費進行 5G 實驗場域建置與應用[862]。我國未來或可參考美國創新區設置干擾防治中心的作法，促進頻譜和諧使用，亦可向校園周遭推廣發展。

第四節　主要國家關閉 3G 或 UMTS 網路服務及替代性技術研析

一、研究發現

國際上關閉 2G、3G 技術汰舊換新的進程，可略分為三波階段：第一波階段，北美、紐澳及東北亞自 2020 年代中期開始停用 3G。第二波階段，西歐國家因較仰賴 2G 技術，故現階段逐步關閉 3G，至接近 2030 年才會關閉 2G；而東南亞、其他北美地區也將會停用舊技術。至第三波階段，東歐、非洲、中東、其他東南亞地區則因 4G 與 5G 普及率尚低，仍須使用 3G，因此待接近 2030 年才會逐步停用 2G 與 3G[863]。

綜觀美國、韓國、德國、丹麥與挪威關閉 3G 網路作法，主要由電信業者宣布及自行推出相應措施，較少見政府主動之政策作為，但必然具維護消費者權益之前提。電信業者為有效利用持有之頻率資源，網路升級提供消費者更高品質服務下，往往主動採取關臺措施；另亦有可能在主管機關要求業者提升行動寬頻網速涵蓋率等政策推動下，促使業者進行關臺與網路升級。電信業者採取的作法，可歸納為事前通知、階段性關閉、免費升級、免費更換 SIM 卡或優惠措施，幫助用戶平順轉移至 4G 或 5G；歐洲國家多保有 2G 網路，在 3G 關閉後可提供原 3G 用戶使用，惟通訊品質會降低，彙整如表 9.4.1。

表 9.4.1 美國、韓國、歐洲三個國家 3G 關臺作法彙整

國家	業者	3G 關臺時程	採取措施
美國	AT&T	2022 年 1 月起逐步關閉 3G	提供原 3G 用戶優惠方案
	Verizon	2022 年 12 月 31 日完全關閉 3G	規劃 3G 用戶轉移方案，確保用戶平順轉至 4G 或 5G
	T-Mobile	2022 年 7 月 1 日關閉 3G；併入 T-Mobile 的 Sprint 則預計 2022 年 3 月 31	T-Mobile 提供原先使用 3G 設備之 Sprint 用戶免費升級通訊設備、更換為 T-Mobile SIM 卡，以與 T-Mobile 用戶相同或更低資費轉換合

[862] 教育部（2019）。教育部補助 5G 校園實驗網示範場域計畫申請。檢自 https://ws.moe.edu.tw/Download.ashx?u=C099358C81D4876CA89ABD8A8B76D9997C8CD1ED0B5A2F1B40BAE01A90CFCBA02D586270D9C30C36BF7E04BD8B60A27EF8E253A9A47331A532BA4822160F4F326A8C1426D9A2A6A40CDC74AFF98206E8&n=8F5A7AC9AE9CA8564A8D45DB8C9C93D8B0CD0DFD82819486AB459FF970C30AB19BC53382FD1FC04A&icon=..pdf (Nov 15, 2021)
教育部 5G 行動寬頻人才培育計畫（2021）。5G 校園實驗網示範場域計畫。檢自 https://5gmb.nchu.edu.tw/?page_id=1209 (Nov 15, 2021)

[863] Ericsson（2021）。愛立信行動趨勢報告 2021 年 11 月。檢自 https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/mobility-report/reports/ericsson-mobility-report-nov2021 (Dec. 10, 2021)

國家	業者	3G 關臺時程	採取措施
		日停用 3G 網路	約
韓國	KT	2012 年 3 月 19 日完全關閉 CDMA2000 服務（即韓國 2G 服務）	-
	SK Telecom	2019 年向 MSIT 申請廢止 CDMA2000（即韓國 2G 服務）	MSIT 考量消費者權益保護，針對 SKT 廢止 2G 忘錄制定「用戶補償」與「轉換支援」兩項保護方案。MSIT 以「誠實告知」、「階段性終止」、「保護措施延續」條件，核准 SKT 的廢止申請
	LG U+	經 MSIT 於 2021 年 5 月 25 日附條件核准 CDMA2000（即韓國 2G 服務）廢止申請	LG U+制定保護原 2G 用戶的三種方案以；MSIT 另要求 LG U+「透過 2 種以上方式告知用戶」、「階段性終止，各階段皆應設置用戶保護期間（至少於設備拆除 14 日前告知）」，條件核准 2G 服務廢止申請
德國	Deutsche Telekom	2021 年 6 月 30 日關閉 3G	3G 用戶可免費轉換合約使用 4G 或部分 5G 服務；用戶仍可用 2G 通話
	Vodafone Germany	2021 年 6 月 30 日關閉 3G	Vodafone Germany 提供免費更換不支援 LTE 的 SIM 卡；2G 用戶仍可語音通話與發送簡訊
	O2	2021 年 7 月 1 日起大規模關閉 3G	原 3G 用戶可享優惠轉換手機資費或設備，並可免費汰換 3G SIM 卡
丹麥	Telenor Denmark、Telia Denmark	2021 年 4 月起逐步淘汰 3G 服務	
	Hi3G Access	2020 年 1 月發布資訊，計劃逐步關閉主要城市的 3G 服務，未說明確切關閉日期	
	TDC	2022 年底前逐步終止 3G	TDC 將繼續提供 2G 語音和數據服務
挪威	Telenor Norway	2019 年開始逐步關閉 3G 網路，並於 2020 年完成	Telenor Norway 先於 2019 年階段性關閉小區域及鄉村 3G 網路，2020 年再關閉城市及大城鎮 3G 網路，而 3G 網路關閉後，3G 手機將自動連接 2G 網路
	Telia Norway	2021 年開始逐步終止 2100 MHz 頻段所支援的 3G	3G 用戶會在所屬地區關閉 3G 網路前收到通知，若用戶未轉換為 4G 或 5G，則將會降為 2G

資料來源：本研究彙整。

針對業者關閉 3G 網路，美國主管機關僅於消費者指南網頁提供多國語言的

資訊，提供 3G 網路關閉目的、影響、各電信業者關閉時程、消費者如何因應等資訊供消費者參考。而此次研析對象亞洲國家之韓國，主管機關對電信業者申請廢止 CDMA2000（即韓國 2G 服務）係採有條件核准。觀察 MSIT 對 SKT 與 LG U+要求的條件，皆屬消費者權益保護措施，如「誠實告知」用戶、「透過 2 種以上方式告知用戶」、採「階段性終止，各階段皆應設置用戶保護期間（至少於設備拆除 14 日前告知）」進行、將「保護措施延續」等。LG U+為韓國最後一家仍提供 CDMA2000（即韓國 2G 服務）之業者，隨著 LG U+將其停用後，CDMA2000 於韓國正式落幕。

此外，由國際案例可見雖然 3G 用戶可能已占業者極少部分用戶比例，但仍有其他因素可能導致關閉時程延後，如美國 Verizon 自 2016 年即開始便對外聲明將規劃終止 3G 服務，但實務上時程不斷延後，目前最新規劃係於 2022 年 12 月 31 日完全關閉 3G 網路；T-Mobile 原宣布 2021 年 10 月關閉 3G 網路，也延後至 2022 年 7 月 1 日關閉。在美國，3G 網路關閉可能導致未能及時升級設備的年長者與低收入者，將因此無法撥打 911 或使用其他緊急服務。且在美國仍有許多服務使用 3G 網路，如醫療警報裝置、追蹤校車的地點感測器（location sensors）、警察用以監控酒醉駕駛連接的呼氣酒測器等。在 COVID-19 疫情影響下，更難讓業者替年長者與患者更新緊急警報設備。美國的消費者權益保護團體與警報產業交流委員皆敦促 FCC 介入，以延後 3G 網路關閉時程。

二、我國 3G 網路關閉 SWOT 分析

以下為我國 3G 網路關閉之 SWOT 分析（表 8.4.2），分述如下：

（一） 優勢（Strength）

1. 有效使用頻譜

業者可將原用於 CSFB 頻譜資源釋出用於新技術，提升頻譜使用效率。

2. 降低營運成本

隨著 3G 使用率降低的趨勢，業者維運的成本將不符合比例原則，故汰換舊網路，可降低維運成本，將資源投注於新網路技術與服務發展，如韓國電信業者 SKT 有鑑於 3G 用戶僅占行動網路用戶數 5.9%，且需求下降但維運成本不便，因而著手探討發展 5G 與終止 3G 之必要性，亦將與同業共享 3G 網路納入評估。

3. 移轉至 VoLTE 可作為 VoNR 的基礎

VoLTE 為 IMS 基礎，可銜接 5G 及往後技術。

（二） 劣勢（Weakness）

1. 需配套措施以因應入境旅客與漫遊服務

若完全關閉 CSFB，將影響到未持有 VoLTE 功能手機的入境旅客，也需考量漫遊服務問題，須有相關配套措施因應，例如在機場換機服務處提供 VoLTE 功能手機。

2. 民眾非主動自願更換設備

民眾必須配合 CSFB 關閉時程更換設備，才可繼續使用語音通話服務。在日本因部分民眾習慣使用 3G 款式手機，因應 3G 關臺，電信業者為避免流失原有客戶，主動開發與 3G 款式手機造型與介面相仿的智慧型手機，提升更換意願[864]。

（三） 機會（Opportunity）

1. 服務升級，民眾享有新技術體驗

民眾可享有語音通話 4G 不斷網、高音質與低延遲的語音服務體驗。

2. 帶動創新應用服務

電信業者可利用技術升級，推出創新加值應用服務。而未來發展 VoNR，也可帶動視訊會議、虛擬實境（virtual reality, VR）與擴增實境（Augmented Reality, AR）等創新應用[865]。

3. 業者可透過裝置與服務升級活動或優惠爭取新客戶

業者可透過裝置與服務升級的機會，推出活動或促銷優惠吸引新客戶。

4. 主管機關提供業界注意事項指引，亦可能發展最佳實作（best practices）提供外國借鏡參考

我國主管機關可提供業界可依循的注意事項指引，由於國際間亦面臨 3G 關臺過渡期，如 GSMA 於 2021 年 6 月也已發布第一版 2G-3G 落日指導方針（2G-3G Sunset Guidelines Version 1.0）[866]。國際顧問公司 Gartner 在 2016 年即針對網路服務供應商關閉 2G、3G 與 4G 網路，提出 7 點最佳實作（best practices），其中包含至少提前兩年宣布關閉日期；提升下世代網路涵蓋與容量；積極鼓勵與說服用戶轉換等[867]。若我國作法能發展為國際標竿，可將技術平順移轉的臺灣模式推廣給外國借鏡參考。

（四） 威脅（Threat）

1. 可能尚有其他需要使用 3G 的設備

如美國仍有大量裝置使用 3G 網路，如美國警報產業交流委員會（Alarm Industry Communications Committee, AICC）的成員公司仍有 400 至 500 萬個系統尚需要時間更換，以美國情況作為借鏡，或亦須留意國內是否尚有使用 3G 的設備尚未更換。

2. 民眾可能因來不及更換設備而喪失權益

---

[864] Yahoo Japan（2021）。3G 終了で始まる「ガラケー難民」争奪戦　第 1 幕の au ユーザーはどう動くか。檢自 https://news.yahoo.co.jp/articles/25a2b79c8497d325f4f187bb845bf0f6ab6ea63e?page=2 (Nov. 19, 2021)

[865] GSA. (2021). GSA Market Report: Global Progress to Voice over New Radio (VoNR) – October 2021. Retrieved from https://gsacom.com/paper/global-progress-to-voice-over-new-radio-vonr-october-2021/ (Dec. 6, 2021)

[866] GSMA. (2021). 2G-3G Sunset Guidelines Version 1.0. Retrieved from https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/NG.121-v1.0-2.pdf (Dec. 6, 2021)

[867] Gartner. (2016). Seven Best Practices for CSPs' Network Shutdown of 2G, 3G and 4G. Retrieved from https://www.gartner.com/en/documents/3253517/seven-best-practices-for-csps-network-shutdown-of-2g-3g- (Dec. 6, 2021)

若 CSFB 關閉，則尚未更換新設備與開通新服務的民眾將無法使用語音通話服務，須留意確保高齡者與弱勢族群的消費者權益。日本 MMD 研究所於 2021 年 8 月針對日本 10,000 名 60~79 歲高齡者進行 3G 服務終止實態調查，發現超過四分之一（26.4%）受訪者並不知悉 3G 服務將會結束，且在知道 3G 服務將結束的受訪者中，近四分之三（73.6%）表示持舊款功能型手機（feature phone），而知道 3G 服務將終止且持舊款功能型手機者超過三成（34.1%）並不知道 3G 關閉的內容，大多數以為還能使用電話、簡訊或網路[868]。

表 9.4.2　我國 3G 網路關閉 SWOT 分析

	優勢（Strength）	機會（Opportunity）
正面要素	• 有效使用頻譜 • 降低營運成本 • 移轉至 VoLTE 可作為 VoNR 的基礎	• 服務升級，民眾享有新技術體驗 • 帶動創新應用服務 • 業者可透過裝置與服務升級活動或優惠爭取新客戶 • 主管機關提供業界注意事項指引，亦可能發展最佳實作（best practices）提供外國借鏡參考
	劣勢（Weakness）	**威脅（Threat）**
負面要素	• 需配套措施以因應入境旅客與漫遊服務 • 民眾非主動自願更換設備	• 可能尚有其他需要使用 3G 的設備 • 民眾可能因來不及更換設備而喪失權益
	內部因素	**外部因素**

資料來源：本研究整理。

二、結論建議

過去我國 2G 服務於 2017 年 6 月 30 日終止，通傳會即有規劃「因應行動電話業務終止用戶權益保障行動方案」；3G 服務於 2018 年 12 月 31 日終止，亦有規劃「因應第三代行動通信業務終止用戶權益保障行動方案」，在確保消費者權益下，鼓勵服務平順移轉，無縫持續享有便利之行動寬頻服務，成效卓著。團隊初步建議，目前我國已有業者宣布於 2024 年關閉 3G 網路，主管機關可比照過去執行方式，邀集電信業者商討平順移轉措施。

技術面而言，現行我國 5G 網路佈署方式以 NSA 為主，此架構下採 4G 核心網路仍可支援電路交換回退（CSFB），隨著 5G 在將來逐漸成為網路通訊技術主流，當電信業者逐步改採用 5G SA 網路，5G 核心網路將不繼續支援 CSFB，原

[868] MMD 研究所（2021）。「3G サービス」終了することについて知らないと回答したフィーチャーフォン利用者は 26.4% 知っている人のうち、自分が利用している通信会社の終了時期を約 3 割が知らない。檢自 https://mmdlabo.jp/investigation/detail_1994.html (Nov. 10, 2021)

採電路交換回退（CSFB）者勢必需要轉換至 VoLTE 及 VoNR。市場面而言，我國至 2020 年第二季，LTE 用戶中持有支援 VoLTE 手機比率約占 50.61%，LTE 用戶中實際開通 VoLTE 的用戶數約占 3.13%，用戶尚未全面採用具備 VoLTE 功能終端，VoLTE 服務啟用也尚未全面普及，尚需要業者間協議互連，並推動 VoLTE 裝置換機與服務啟用相關措施配合，逐步移轉至 VoLTE。

現階段尚屬於過渡期，除上述技術、終端設備與現行服務提供狀況外，也可能需要考量全球 VoLTE 發展概況。根據 Ericsson（2021）的預測，全球 IMS 語音用戶數將於 2021 年底超過 38 億，並於 2027 年底達 69 億，在整體 LTE 與 5G 用戶數中約占 90%，而 2G 與 3G 的退場亦將加速 VoLTE 的採用與業者間漫遊協議[869]。因此在過渡期間，若維持 CSFB，可因應入境旅客與漫遊服務需求。

在技術中立下，業者可決定採用技術，但為提升頻譜使用效率，因應 5G 網路升級需要，勢必會考量是否繼續投入成本同時維運 3G、4G 與 5G 網路，抑或採取措施促進 VoLTE 終端與服務採用。在 2021 年 6 月主管機關修正無線電頻率使用管理辦法部分條文後，電信業者也可共用 2100MHz 頻段用於 CSFB，並有業者已達成 CSFB 語音平臺的合作協議。

大部分業者認為其 3G 網路關閉的時程有各自商業考量，希望主管機關尊重其規劃。主管機關已透過修法讓業者可以透過共用 CSFB 語音平臺合作，維護消費者權益、降低成本、提升頻譜效率。因此，短期內建議主管機關或可參考關閉 2G 作法，提供業者關閉 3G 網路相關注意事項引導業界遵循方向。從國際案例研析可觀察到主要國家皆面臨汰換舊技術升級新技術轉換的過渡期，如韓國儘管電信業者於 2015 年 7 月早已完成 VoLTE 互連，但為因應國際漫遊與偏鄉網路涵蓋需求，至今尚未關閉 3G 網路，而過去研究報告也指出，我國電信業者 VoLTE 互連將可能發生於 2023 年後[870]。故中長期而言，隨著 VoLTE 逐漸成為各國語音通話主流，我國業者也將不落人後，主管機關可視轉換期各階段滾動式調整相關政策措施，持續確保消費者權益並鼓勵服務平順移轉。

第五節　低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析

一、研究發現

（一） 我國衛星服務之使用頻率

近期交通部修正我國的「無線電頻率供應計畫」，並徵詢公眾意見，規劃第一階段將釋出 10700-12700、14000-14500、17700-20200、27500-30000MHz 等頻段，作為 GSO/NGSO 衛星固定通信業務之公眾電信網路設備接取使用，以因應新的通訊技術與提供我國市場所需。由上述頻段可知，我國係參考國際釋出低軌衛星使用頻段。

---

[869] Ericsson. (2021). Voice and communications services trends and outlook. Retrived from https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/voice-services-outlook (Dec. 10, 2021)

[870] 台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司（2019）。「行動通信網路接續費成本模型及 VoLTE 互連」委託研究案期末報告（公開版）。檢自 https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/20031/5138_42867_200316_1.pdf (Dec. 7, 2021)

（二） 各國落地執照條件需遵循 ITU 與各國之干擾規範

衛星業者必須符合 ITU 之功率規範，包括 NGSO 地球電臺須符合 ITU《無線電規則》第 22 條等量功率通量密度（Equivalent Power Flux-density, EPFD）之限制。此外，衛星業者亦需符合當地主管機關之監理規範，以英國為例，地球電臺之無線電傳輸設備需符合《無線電設備指令（Radio Equipment Directive, RED）》與《英國國家接取要求（UK National Interface Requirement）》等相關技術規範。

觀察在美國、德國、英國與澳洲主管機關核發給 Starlink 執照條件中，皆有不得對既有使用者造成不當干擾之類似規範，且對既有使用者之保護優先於低軌衛星服務業者。

二、我國低軌衛星產業 SWOT 分析

以下為我國低軌衛星產業之 SWOT 分析（表 9.5.1），分述如下：

（一） 優勢（Strength）

1. 我國資通訊產業、精密製造業產業鏈完整

我國資通訊產業、精密製造業之產業鏈完整，具備技術能量，在全球產業鏈中占有重要地位。尤其臺灣擁有完整的機械業供應鏈、出口排名全球第四的工具機產業和資通訊產業創造亮眼成績，皆是我國開創低軌衛星產業之重要基礎[871]。

2. 我國衛星製造與地面設備廠商技術有一定實力

我國業者具有部分零組件、組裝之生產能力，包括台陽、金寶、昇達科、同欣電、公準等業者皆躋身 Starlink 供應鏈行列[872]。

3. 我國廠商成本控制能力優異

基於我國產業鏈完整與技術基礎下，更具有優秀的成本控制能力，對於打入國際供應鏈更具優勢。

（二） 劣勢（Weakness）

1. 欠缺系統統合、技術研發能力與經驗

我國業者欠缺衛星系統整合的能力與經驗，且過去實際執行經驗相較較少，主要集中於國家級的衛星計畫，積蓄的衛星技術研發能力較弱。

2. 在衛星產業鏈中，衛星服務、衛星發射領域，我國廠商較無切入點

在衛星產業鏈中，我國在衛星服務與發射領域著墨較少且缺乏相關技術，因此對我國欲發展衛星產業相對較無著力處。

（三） 機會（Opportunity）

1. 衛星產業鏈商機龐大

---

[871] 科技部全球事務與科學發展中心（2021）。「智慧機械帶領臺灣邁向亞洲高階製造中心」專訪行政院科技會報辦公室產業創新組王英裕主任、國研院台灣儀器科技研究中心楊燿州主任。檢自 https://gase.most.ntu.edu.tw/articles/85?locale=zh-TW （Dec. 8, 2021）

[872] 經濟日報（2021）。天上飛、地下鑽的狂人！馬斯克造福了哪些「台商低軌衛星概念股」？檢自 https://www.gvm.com.tw/article/84160 （Dec. 8, 2021）

根據美國衛星產業協會（Satellite Industry Association, SIA）資料顯示，2020年全球衛星產業規模達 2,710 億美元（約新臺幣 8.02 兆元）[873]，以地面接收設備、衛星服務為大宗，規模各為 1,353 億美元（約新臺幣 4 兆元）（50%）、1,178 億美元（44%）；衛星製造、衛星發射服務規模相對較小，規模僅 122 億美元（約新臺幣 3,608.52 億元）（5%）、53 億美元（約新臺幣 1,567.63 億元）（2%）[874]。

2. 以衛星接收設備為發展契機

現正值低軌衛星發展初期，我國廠商切入低軌衛星產業鏈時機點適切，加上我國資通訊產業之基礎，地面接收設備是較適宜之切入點。

（四） 威脅（Threat）

1. 低軌衛星技術層次高，國際團隊具有新的技術能力

低軌衛星技術層次高，新創團隊具有新的技術能力，例如 OneWeb 與空中巴士（Airbus Defence and Space）合資成立之 OneWeb Satellites 負責衛星設計、研發與製造，將衛星系統採取模組化方式，在生產線導入大量的自動化設備，俾利加速衛星商品化與量產，降低生產衛星之成本。

表 9.5.1 我國低軌衛星產業之 SWOT 分析

	優勢（Strength）	機會（Opportunity）
正面要素	• 我國資通訊產業、精密製造業產業鏈完整 • 我國衛星製造與地面設備廠商技術有一定實力 • 我國廠商成本控制能力優異	• 衛星產業鏈商機龐大 • 以衛星接收設備為發展契機
	劣勢（Weakness）	**威脅（Threat）**
負面要素	• 欠缺系統統合、技術研發能力與經驗 • 在衛星產業鏈中，衛星服務、衛星發射領域，我國廠商較無切入點。	• 低軌衛星技術層次高，國際團隊具有新的技術能力
	內部因素	**外部因素**

資料來源：本研究整理。

[873] 外幣換算：依據中央銀行我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料，以 2019 年平均匯率美元：新臺幣＝1：29.578 計算。

[874] Satellite Industry Association. （2021）. State of the Satellite Industry Report. Retrieved from https://sia.org/news-resources/state-of-the-satellite-industry-report/ （Dec. 9, 2021）

三、結論建議

（一） 研議低軌衛星第二階段頻段釋出規劃

我國交通部已針對第一階段釋照頻段提出新的「無線電頻率供應計畫」以及頻率分配表，俟國際衛星業者提出申請參進我國市場，觀察並評估其對我國市場之影響，作為開放第二階段頻段釋出規劃之參考。觀察國際上，如美國 FCC 核准低軌衛星業者 Starlink 使用 V 頻段，作為下行鏈路（衛星到用戶終端）或（衛星到閘道器），其頻率範圍為 37.5-42.5 GHz；上行鏈路(用戶終端到衛星)或（衛星到閘道器），其頻率範圍為 47.2-50.2 GHz 及 50.4-52.4 GHz。為及早因應衛星釋出頻段，我國主管機關應持續關注各國釋出衛星通訊之頻段與相關做法。

（二） 我國低軌衛星執照釋出方式

國際上如英國、德國、在釋出低軌衛星執照主要採審議制，建議我國主管機關亦可採審議制。過去我國於 2G 時，亦曾採用審議制。

（三） 我國可參考主要國家，採短執照效期以增加政策彈性

除澳洲頻譜執照（AWL-Only FSS）效期為 5 年、部分電臺執照為 5 年、美國電臺為 15 年之外，其餘各國授予之電臺執照多為 1 年期。基於各國政府對低軌衛星發展前景與實際成效不明，為保留未來動態調整頻譜政策之彈性，故各國授予執照效期多以短期為主。德國 BNetzA 於釋照中敘明，Starlink 無線電頻率使用權為 1 年。屆滿前，BNetzA 將審核 SpaceX 是否符合指配條件、技術參數或相關執照條款，作為換照之審核標準。

我國主管機關可參考德國作法，核發短年期執照，如 2 年期，除預留政策決策彈性空間外，也藉此觀察低軌衛星業者可帶來之經濟效益，或是否衝擊國內電信市場，輔以消費者權益、電信服務品質等因素予以綜合考量，據以訂定長期政策。

（四） 國際衛星業者申請條件與流程之建議

國際衛星業者 Starlink 與 AERKOMM Inc.已透過不同方式與我國主管機關進行接觸，表示有意參進我國衛星通訊市場。我國正研擬相關開放政策與配套措施，作為日後開放 GSO/NGSO 衛星業者之監理法規。目前我國政府擬採取評審制，衛星服務業者遞交資料之完整性將是協助審查流程與時程之重要關鍵。觀察各國之執照申請流程皆有一套完整的申請方式，建議可參考美國、英國、加拿大等國之申請書格式與申請流程，以完善我國執照申請之作法。

這些國家的申請文件，當中部分項目是各國中皆有的共同項目，包括申請者詳細資訊、申請類別、服務類型、站臺資訊、系統描述，以及外國所有權等項目。或是如英國在申請程序中提供核對清單，以確認申請文件、附件、相關聲明書或副本等是否完備，並確保申請書資料的正確性與完整性，避免資料欠缺導致流程延遲或退件，若後續發現資料錯誤而使執照無效。

（五） 國內現行衛星相關法規調適建議

過去我國監管衛星通信業務，係依循《電信法》第 14 條第 6 項規定訂定《衛星通信業務管理規則》進行規管，包括經營特許、營運管理等相關規定。若為新的電信事業，則遵循《電信管理法》與其子法之規定，而涉及管理衛星事業之子

法，包括《電信事業申請無線電頻率核配辦法》、《無線電頻率使用管理辦法》、《公眾電信網路基地臺設置使用管理辦法》、《公眾電信網路設置申請及審查辦法》、《公眾電信網路審驗辦法》、《公眾電信網路檢驗辦法》、《衛星地球電臺設置使用管理辦法》、《電信事業資通安全管理辦法》等。

檢視現行法規是否有需調適之處，衛星執照類型方面，就目前各國釋出之衛星執照多為衛星固定業務（FSS）執照，如 Starlink、OneWeb 與 Telesat 皆獲 FSS 服務。唯獨 Amazon 的 Kuiper 衛星系統，獲 FCC 授予 FSS 外，亦獲准衛星行動業務（Mobile Satellite Service, MSS）。而 SpaceX 亦向 FCC 申請行動式地球電臺（ESIM）通用執照（Blanket License）授權，欲佈署和操作終端用戶地球電臺。因此，我國主管機關可將 FSS 執照作為第一階段的開放範圍，而將 MSS 作為下一階段之開放範圍。

（六） 干擾處理原則

觀察各國主管機關核發給 Starlink 執照條件中，皆有不得對既有使用者造成不當干擾之類似規範，且對既有使用者之保護優先於低軌衛星服務業者。換言之，各國提供給 Starlink 頻段並非專用頻段，故須與其他衛星業者共用頻段。另外，不得干擾既得使用者。若以 28GHz 為例，美國 FCC 要求低軌衛星業者須先與地面通訊業者獲得協議，以確保降低干擾情形。

根據學者預估，以 Starlink 第一階段核准 4,409 顆衛星規模，即需要 123 個地面站址（ground-station locations）和約 3,500 個閘道器天線（gateway antennas）才得以實現最大流通量[875]。若國際低軌衛星業者參進我國市場，據估計需設立兩個閘道器天線，則可能需要與地面通訊業者進行協調，以避免造成對既有使用者不當干擾。

建議我國政府在接受新進的低軌衛星業者申請書時，可參照 Ofcom 之作法，根據 NGSO 新進業者的閘道器，主管機關應避免授權與既有閘道器距離太近的新申請案，例如 10 公里或以上。不同 NGSO 系統的閘道器地球電臺可能需要較大的間隔距離，以避免有害干擾。

（七） 用戶終端上鏈干擾處理

目前我國在 14.0-14.5GHz 分配用途，包括衛星固定通信、衛星廣播電視（上鏈頻段）、移動式地球電臺，既有使用者如中華電信、侑瑋、華人衛星等業者。未來我國開放國際衛星業者進入我國市場，在服務鏈路上鏈（用戶終端至衛星）可能對既有業者產生干擾。是以，建議用戶終端上鏈（14.0-14.5 GHz）傳輸防止干擾之具體作法，可參考英國核發給 Starlink 的 NGSO 網路執照規範，NGSO 用戶終端須符合傳輸功率等效全向輻射功率（EIRP）不得超過 55 dBW 之條件，且運作在核准頻段上之用戶終端得免申請執照，前述 EIRP 條件應於我國驗證訂定。

（八） 未來開放 MSS 或 ESIM 之干擾處理

為滿足 ESIM 對無線電頻譜日益成長的需求，同時保護其他和現有服務，ITU 的世界無線電通信會議（WRC-19）規劃針對 ESIM 與衛星固定業務（FSS）進行

[875] Mckinsey & Company.（2020）. Large LEO satellite constellations: Will it be different this time? Retrieved from https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/large-leo-satellite-constellations-will-it-be-different-this-time （Nov. 15, 2021）

通信時，使用 Ku 頻段的 17.7-19.7GHz（空對地）和 27.5-29.5 GHz（地對空）。另外，預備 WRC-23 的準備會議報告草案已擬定完成，報告的結論與建議，將作為 WRC 議題的討論基礎與決議參考。其中，根據第 173 號決議（WRC-19），酌情研究和制定技術、操作和規則措施，以推動 non-GSO FSS 地球電臺使用 17.7-18.6GHz、18.8-19.3GHz、和 19.7-20.2GHz（空對地）、27.5-29.1GHz 和 29.5-30GHz（地對空）等頻段，同時確保對上述頻段內現有業務提供應有的保護，亦包含 ESIM 的部分。

建議參考 ITU 處理 ESIM 干擾方式，係針對不同服務設定優先權順序、設定等效全向輻射功率（EIRP）與功率通量密度（PFD）等電波特性進行規範，以及設定船載 ESIM 最小使用距離、或訂定機載 ESIM 最低使用高度，或另從限制 ESIM 天線尺寸以改善通訊干擾問題。

（九） 衛星通信市場需求調查或競爭分析

NCC 每年皆進行通傳市場之統計調查，未來可考慮將低軌衛星通訊之市場需求、服務品質、滿意度或網速量測等納入調查範圍，或另案獨立調查。此外，與我國既有通訊服務業者之市場競爭分析及衛星通訊市場產值推估等經濟分析議題，相關研究實能提供主管機關推行新政策之參考依據。

（十） 掌握低軌衛星之未來趨勢議題

近年低軌衛星發展迅速，尤其低軌衛星業者動向，備受各界矚目，包括國際組織如 ITU 或 3GPP 也針對低軌衛星相關議題進行探討。建議我國主管機關，應持續關注國際組織對此議題之最新探討，例如規劃未來使用頻率、干擾規範或與 5G 地面通訊整合等相關議題。此外，當未來開放國際衛星業者參進我國市場，也應持續追蹤各國主管機關核發低軌衛星業者衛星行動業務（MSS）或移動式地球電臺（earth stations in motion, ESIM）執照情形，以及各國主管機關對上述議題之釋照規劃。

（十一）修訂我國衛星頻率使用費之計價公式，以符合市場現況

現行頻率使用費係以商業及非商業之廣播電視衛星地球電臺進行分類，且以衛星固定地球電臺及衛星行動地球電臺之電臺數作為計費基礎，主管機關應審思頻率使用費之收費標準與計算公式是否合宜，有無需要調整計價機制，以符合市場現況，並建立對產業之友善環境與維護業者之競爭公平性。

第六節　未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析

一、研究發現

（一）未來行動寬頻頻率釋出機制研析

國際常見行動寬頻頻率釋出機制，主要可分為市場機制主導與行政主導兩大類型，對應我國《電信管理法》第 54 條中的拍賣制屬市場機制主導，評審制與公開招標制等則屬於行政主導，惟公開招標制申請者亦須針對申請頻段提出願付價格，故相較於評審制更具市場導向性質。但若採公開招標制，其他審查標準仍占有相當比重，願付價格僅審查標準之一，且提出價格方式類似單次密封拍賣，

並不具有多回合拍賣制的價格發現功能。市場機制主導的釋出頻率機制較為公開透明，且能避免由行政裁量決定分配結果，拍賣制藉市場機制得以有效與公平分配頻譜，並促使業者開發服務與新技術。我國多年來採拍賣制釋照，於法規及釋照規則皆設置有避免頻譜過度集中的機制，如競標取得頻寬上限以及持有頻譜上限規定，故長年來皆能確保市場公平競爭，而未發生獨占及資源過度集中等拍賣制可能存在的問題。且隨著我國《電信管理法》施行，電信業者得以二次交易、合作等方式，可更有彈性運用頻譜資源。

電信業者與專家學者的意見都認為頻率資源供給較充裕或供過於求時，或可以考量非拍賣制的頻率釋出方式，惟機制設計須考量公平性與頻率使用效率，除釋出機制應確保規則公開透明，也須考量透過履行保證金或使用義務等措施，避免不履行或頻譜資源閒置的風險。此外，實務面是否得採用拍賣制以外方式釋出，也可能需要考量《預算法》第 94 條規定，或需要與財政機關溝通。頻率供過於求時採非拍賣制方式釋出之 SWOT 分析如表 9.6.1。

表 9.6.1　頻率供過於求時採非拍賣制方式釋出之 SWOT 分析

	優勢（Strength）	**機會（Opportunity）**
正面要素	• 評審制與公開招標制皆適用於供過於求狀況。 • 行政指配可透過制度與監理機制，排除不具使用效率及投機的申請者 • 較不具單一業者獨占頻譜之情形。	• 可藉設立審查項目或明定義務，促進業者開發與使用，帶動市場與社會發展。 • 較容易因應頻譜連續性問題。 • 可藉設立保證金、頻譜回收等機制，促進業者有效使用。
	劣勢（Weakness）	**威脅（Threat）**
負面要素	• 行政指配易受政治等人為干擾。 • 若考量不足而可能未能有效分配。 • 即使盡可能將標準與機制透明化，結果仍難以取得申請者的認同。 • 市場家數會取決於人為考量釋出執照張數。 • 我國過去經驗以行政指配曾導致頻譜零散。 • 審核時程可能較為冗長。 • 若無法有效評估頻譜價值，可能導致頻譜價值低估。	• 須視釋照當下產業需求與技術發展等慎重考量適用性。 • 若未課與適當義務與設立完善監理措施等，可能成閒置或浪費等。 • 儘管有明訂的標準，仍可能淪為「作文比賽」，將頻譜分配給承諾越多者。 • 監理難度與成本可能相較拍賣制為高。 • 僅少數國家採用，非國際主流。 • 與行之有年的拍賣制釋出頻譜之間產生公平性問題。
	內部因素	**外部因素**

資料來源：本研究整理。

儘管行政主導作法適合供過於求時分配頻譜，並可透過行政方式促進業者間公平競爭、頻譜使用效率，確保公共性與公益性，但行政指配方式存在較多人為影響因素如政治干擾、資訊不對稱等，若考量不足將可能使頻譜未能有效分配，如未能有效評估頻譜價值，或淪為「作文比賽」。且主管機關或審查者於審查標準、審查評分、結果判定等各流程的裁量權較大，即使盡可能將標準與機制透明化，結果仍可能不易取得申請者的認同。若未課與適當義務與設立完善監理措施等可能造成頻譜閒置或浪費等，且也須考量如何與行之有年的拍賣制釋出頻譜之間銜接以維持公平性，使監理難度與監理成本更高。目前行政指配方式僅少數國家採用，非國際主流釋照方式，故仍須視釋照當下產業需求與技術發展等慎重考量適用性。

（二）SMRA 改良版資格點數規則研析

我國第一次 5G 釋照採用兩階段 SMRA 改良版拍賣機制，並在 3.5GHz 頻段數量競價階段採用加速機制，雖然在規則上較為容易理解，但由於當時中頻段資源供不應求，且加速機制設計為多回合一期，自第 50 回合才開始啟動，業者有充足的操作空間，導致加速機制效果不彰。有鑑於兩階段拍賣搭配資格點數機制在世界主要國家已行之有年，研究團隊針對採行資格點數機制的主要國家進行研析，觀察到各國關於初始資格點數訂價方式與資格點數使用比例之規定較為不同。

參考主要國家初始資格點數訂價方式，在單位資格點數的部分，地區性執照由於各地區之區域價值不同，故通常會根據不同區域頻段區塊規劃不同的單位資格點數，例如美國（28GHz、37 GHz、39 GHz、47 GHz、3.6GHz、3.7GHz）與澳洲（3.6GHz）；全國性執照則可能根據各頻段之市場需求程度、頻段頻寬、或頻譜特性與底價，訂定不同的單位資格點數，例如英國（700 MHz、3.6-3.8GHz）即依照不同頻段進行市場需求評估，比較國際相似頻段之價值區間，於 700MHz 對稱頻段和 700MHz 非對稱頻段、3.6-3.8GHz 頻段間，採 2：1 的單位資格點數比率，德國（2GHz、3.4-3.8GHz）則以頻段頻寬 10MHz 設定單位資格點數為 1。而在單位資格點數押標金的部分，英國以公式計算方式進行押標金與初始資格點數的換算，可發現其每單位資格點數押標金遞增，德國則以固定頻寬設定單位資格點數押標金。

在資格點數使用比例方面，主要國家多設有該回合資格點數使用量未達比例，則下一回合資格點數上限將減少之規定，通常可分為全程使用比例 100%以及分階段設定不同使用比例等兩種規定。例如英國、瑞士規定於拍賣全程中採 100%之資格點數使用比例，該回合所使用之資格點數總和即為下一回合可使用之資格點數上限；德國、美國則依據不同階段規劃不同資格點數使用比例，若該回合使用之資格點數達到規定比例，則下一回合資格點數上限維持不變，反之，將依比例減少。

研究團隊整理類似我國採兩階段拍賣，且於數量競價階段設有加速機制（資格點數）之案例，發現以英國（700MHz、3.6-3.8GHz）、德國（2GHz、3.4-3.8GHz）與我國最為相近，皆採改良版之 SMRA，且英國與我國同樣不允許撤標，故研究團隊將主要以英國 700MHz 與 3.6-3.8GHz 拍賣規則做為參考。而觀察加速機制與資格點數機制之異同，可發現若將加速機制改為第一回合開始且每回合為一期計算，亦能達到和資格點數類似的加速效果，且機制設計上更簡單易懂，但因加

速機制未有類似於資格事件之設計，因此若在競價過程中有錯誤或技術上的困難導致無效標或暫時棄權等狀況發生，則競價者可投標的需求頻寬上限可能會減少，甚至失去競價資格，且沒有挽回的機會。

（三）5G 網路合作業者參與釋照法規調適研析

我國 5G 釋照後，國內電信市場競合關係也發生新的變化，未取得 3.5GHz 頻段的亞太電信，藉由與遠傳電信的共頻共網推出 5G 服務，以分攤九分之二頻譜成本取得遠傳 3.5GHz 頻段九分之二的網路容量使用權。而在獲主管機關核准前，亞太電信先作為遠傳電信的 MVNO，以遠傳電信的 5G 網路推出 5G 服務，而在 2021 年 3 月經通傳會有條件方式核准後，亞太電信計畫以 MOCN 方式於 2021 年第三季正式推出。有鑑於兩家業者合作也涉及持股比例變動，遠傳電信目前對亞太電信持股 11.58%，而 2021 年 8 月初兩家公司的結合案已通過公平交易委員會決議以附加負擔方式不禁止雙方結合，預計 2022 年 6 月底前遠傳電信將持有亞太電信股份 23.8%。

而本文將遠傳電信及亞太電信結合與歐盟 M.7018 合併案自市場面與競爭主管機關決定面交叉比較，可知德國電信市場相較於我國電信市場，所面臨市場結構、產業競爭、消費者權益等變革更為劇烈，德國透過合併方三大承諾逐步排除主管機關對於合併案將影響市場競爭之疑慮，舉重以明輕，我國既然已由公平會課與相關負擔，特別要求亞太電信獨立經營，且表明將時刻事後審查（即觀參與結合主體間是否影響市場競爭），難認可以直接損害市場結構、產業競爭、消費者權益等。

縱使遠傳電信將躍升為證券交易法規範之「大股東」，有機會獲取亞太電信經營策略資訊，惟本文認為不應做有罪推定，應隨時觀察其是否透過大股東影響力形成一致性行為，影響市場競爭。在數位匯流時代，毋寧於市場競爭或消費者權益等公益仍可維持甚或因綜效而擴大之前提下，容許電信業者開展多元合作態樣，以響應電信管理法鬆綁管制精神。

另針對合作業者申請參與頻譜競標或指配的配套措施，研究團隊就「同一申請人、聯合申請人」申請條件進行研析，主要國家的作法係將聯合申請相關規定訂定於各次拍賣或申請規則中，如英國與日本規定同一集團不得複數申請；美國限制全國性業者不得透過合資公司參與競標；加拿大分為從屬主體公司與關連主體公司，前者類似我國同一申請人概念，後者為有合作關係的公司，可個別參與投標；香港有條件允許關聯投標者參與競標；瑞典限制母公司與合資公司不得同時參與競標。我國現行《行動寬頻業務管理規則》第 10 條以持股比例 15%認定聯合申請人的規定，其實已經是相較其他研究對象國家嚴格的作法。

我國專家學者及業界意見紛呈，是否仍應於致力推動解除管制、促進競爭之《電信管理法》下設置聯合申請人之規範尚有爭議，考量電信市場公益及寡占格局毋寧需要公權力進行特別管制，為避免部分頻段形成頻譜過度集中之結果，適時由公權力介入維持競價程序，有助於減少共謀抬價之機會，且聯合申請人選定業者代表參與競價之協議應公開透明，避免不當串謀。

二、結論建議

（一）未來行動寬頻頻率釋出機制研析

無線電頻譜為全民共享的稀有資源，釋照方式設計需要綜合考量目的、用途、產業與技術發展狀況，除充分反映頻譜價值，也能藉由產業蓬勃發展，提升全民生活品質與社會福祉。由於現時點國內對下一波釋照尚未見明確需求，研究團隊就 5G 頻譜國際釋照與國內頻率釋出規劃趨勢，探討我國未來高頻段與中低頻段可能採用的頻率釋出機制與配套措施建議，如表 9.6.2。

表 9.6.2　未來行動寬頻頻率可能採用的頻率釋出機制建議

分類	頻段類型	行動寬頻頻率釋出機制建議
高頻段	新釋出頻段（如 37-40GHz 頻段）	• 建議評估釋出時點的國際技術、應用、市場發展與頻譜資源的供需情形 • 原則上建議採拍賣制，有鑑於高頻段的佈建方式以特定場域為主，建議從點狀涵蓋思考促進頻譜有效利用的義務設計。
	已有部分頻率釋出頻段（如 28GHz 頻段）	• 建議評估釋出時點的國際技術、應用、市場發展與頻譜資源的供需情形 • 建議衡量與已釋出頻率釋出方式與成本負擔的一致性，原則上採用拍賣制釋出 • 建議設置確保頻譜連續性與使用效率措施
中低頻段	新釋出頻段（如 4.4-4.8GHz、4.9-5GHz）	• 因中低頻段資源稀少，原則上建議採取拍賣制。 • 拍賣價金取決於市場供需平衡，建議主管機關盡可能釋出更充裕的頻譜資源、提升已使用頻譜的使用效率。 • 建議可於拍賣規則優化加速機制或採用資格點數，促進積極、誠實出價，加速收斂。
	已有部分頻率釋出頻段（如 n77 頻段）	• 原則上建議採拍賣制。 • 釋出的相關條件如頻譜取得成本、頻率使用期限、得標義務等，建議與 3.3-3.57GHz 頻段相關規定接軌。 • 設置確保頻譜連續性與使用效率措施，可參考英國做法。 • 建議可於拍賣規則優化加速機制或採用資格點數，促進積極、誠實出價，加速收斂。
	屆期頻段	• 資源稀有之中低頻段，可採拍賣制重新釋出，惟交接時須衡量對整體產業、業者與消費者造成影響。 • 建議可於拍賣規則優化加速機制或採用資格點數，促進積極、誠實出價，加速收斂。 • 未來技術演進與市場需求尚未明確，因此仍建議頻率釋出機制以當下環境與目的進行評估。

資料來源：本研究整理。

（二）SMRA 改良版資格點數規則研析

由於我國第一次 5G 釋照採用兩階段 SMRA 改良版拍賣機制，與英國近期 5G 頻譜拍賣機制最為相近，為有效解決業者觀望或延遲出價策略，導致加速效果不彰的問題，研究團隊參考英國 700MHz 與 3.6-3.8GHz 拍賣規則，以我國第一次 5G 拍賣 3.5GHz 頻段數量競價階段規則與情境為基礎，進行我國未來可能採用的資格點數機制規則設計，並透過與業者進行實際模擬後彙整相關意見，提出最終的研析結果與未來具體政策建議如下：

- **採行資格點數機制：**雖然改採每回合一期、第一回合開始的加速機制亦可達到與資格點數機制相同之加速效果，但考量加速機制並未提供競價者維持出價上限的彈性措施，故仍建議第一回合起即採行資格點數機制，且每回合出價須達資格點數上限 100%來維持資格點數上限，以有效達成加速收斂效果。但由於機制設計與操作上較為複雜，且國內未有可供參照的實施案例，為避免在實際採用時有窒礙難行之處，故須確保業者可熟悉且完全了解相關規則，例如舉辦相關說明會提供業者充足資訊、定期提供業者模擬競價機會等。
- **三次資格事件次數：**觀察我國第一次 5G 拍賣與英國 700 MHz、3.6-3.8GHz 拍賣結果，可發現各業者暫時棄權次數皆小於三次，故三次資格事件使用次數應為合理之設定。
- **資格點數訂價（單位資格點數與單位資格點數押標金）：**若頻段各區塊間特性相似或釋出頻寬足夠，建議以頻寬設定單位資格點數，在制度設計與取得初始資格點數之額外押標金計算上較為簡單；若頻段特性不同，或釋出頻寬較少、競爭較激烈，建議可針對不同頻段設定不同單位資格點數，或以公式來計算單位資格點數押標金，使每單位資格點數押標金遞增，降低競爭程度。
- **資格點數使用比例 100%：**考量以加速效果最快為目的，建議規定每回合使用比例須達 100%。然有業者認為多頻段同時拍賣情境與單頻段拍賣不同，需考慮綜效與預算分配問題，故未來亦可依當次競標實際狀況而定。
- **超額需求以投標區塊的兩倍頻寬之整數倍數為單位，公布其範圍：**為避免拍賣提早結束，同時提供業者更具體的參考資訊，建議以投標區塊的兩倍頻寬之整數倍數作為公布超額需求頻寬的單位。具體公布方式則建議可採取公布範圍的方式來進行，而非僅揭露小於無條件進位之超額需求頻寬；或可設定門檻，當超額需求頻寬小於門檻時，僅公布小於無條件進位之超額需求頻寬，若超額需求頻寬大於或等於門檻時，則公布實際超額需求，亦為可考慮的方式之一。
- **公布財務風險扣除押標金及資格點數額外押標金後之金額：**雖然各業者對其暫時得標區塊、暫時得標單價及本身預算限制應有明確認知，揭露財務風險的降溫效果可能有限，但建議可保留資訊揭露的財務風險項目，並改公布財務風險扣除押標金及資格點數額外押標金後之金額，以利業者參考。

我國採行資格點數機制之 SWOT 分析如表 9.6.3，分述如下：

表 9.6.3　我國採行資格點數機制之 SWOT 分析

	優勢（Strength）	機會（Opportunity）
正面要素	• 有效加速競價過程 • 促進誠實出價，避免出價狙擊 • 增加資訊 • 可於錯誤或技術上的困難等狀況發生時，提供維持出價上限的彈性措施 • 機制完整可遵循 • 具有學術理論基礎	• 國際間行之有年，不同拍賣機制下皆有相應的規則與實際拍賣經驗可供研析參考
	劣勢（Weakness）	**威脅（Threat）**
負面要素	• 我國無採用先例可循 • 規則與操作較複雜，須讓競價者充分理解	• 業者受我國前次拍賣經驗影響，對規則更動有先入為主排斥的心理，難以推行
	內部因素	**外部因素**

資料來源：本研究整理。

1. 優勢（Strength）

（1）有效加速競價過程；促進誠實出價，避免出價狙擊；增加資訊

根據 2020 年諾貝爾經濟學獎得主 Milgrom 於 2000 年發表的學術論文[876]，競價者提出新競價活動的資格（eligibility）由活動規則（activity rule）所決定（資格點數規則：出價不可超出其資格，出價未達比例則下回合資格減少），其目的為加速競價過程，並提供更多資訊給競價者。

當競價者對特定頻譜有預算限制時，便可能隱藏對該頻譜之偏好及支付能力，或以拖延觀望態度觀察對手的願付價格，進行策略競價，導致拍賣時間拖延。透過資格點數規則的限制，早期不積極誠實出價者於之後的回合將因資格減少而無法以真實需求出價，故資格點數機制可使競價者於早期就開始誠實出價，避免出價狙擊，有效加速競價過程，而促進誠實出價亦可揭露更多競價者對頻譜價值衡量與偏好的資訊，以供推測頻譜的真實價值。此外，當拍賣官要求競價者使用之資格點數比例越接近 100%時，代表需求量與供給量越相近，競價者可得知拍賣接近結束。

（2）可於錯誤或技術上的困難等狀況發生時，提供維持出價上限的彈性措施

透過 3 次資格事件（暫時棄權）使用權的措施，使競價者於錯誤或技術上的困難等狀況發生時，有維持資格點數上限的可能。

[876] Milgrom (2000). “Putting Auction Theory to Work: The Simultaneous Ascending Auction.” *Journal of Political Economy*, 108, no. 2 (2000). Retrieved from https://web.stanford.edu/~milgrom/publishedarticles/Putting%20Auction%20Theory%20to%20Work.pdf (Dec. 8, 2021)

（3）機制完整可遵循；具有學術理論基礎

資格點數規則緣自 Milgrom 於 2000 年發表的學術論文中對於同步提價拍賣（simultaneous ascending auction）的機制介紹中，以經濟學賽局理論為基礎，說明競價者在不同狀況下可能產生的不同競價策略。

2. 機會（Opportunity）

（1）國際間行之有年，不同拍賣機制下皆有相應的規則與實際拍賣經驗可供研析參考

美國於 1994 年第一次使用 SMRA 模式進行頻譜拍賣時，即導入資格點數的概念作為競價機制。此後，許多國家皆於多回合拍賣機制中，加入資格點數或類似概念之作法，以避免競價者刻意隱匿需求進行技巧性競價、拖延拍賣整體時程，並提升競價者資訊量、維持拍賣公平性。近年採行多回合拍賣與資格點數機制的國家彙整如下表 9.6.4：

表 9.6.4　主要國家多回合拍賣與資格點數機制彙整

時間	國家/頻段	執照類型	數量競價階段
2021	英國 700 MHz、3.6-3.8 GHz	全國性 執照	兩階段競價，主要階段採取： SMRA 改良版 + 資格點數
2019	德國 2GHz、3.4-3.8GHz	全國性 執照	SMRA 改良版+ 資格點數
2019	瑞士 700MHz、1400MHz、 2.6GHz、3.5-3.8GHz	全國性 執照	兩階段競價，主要階段採取： 時間鐘拍賣（Clock Auction）+ 資格點數
2019	美國 28GHz	地方性 執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
2020	美國 37 GHz、39 GHz、47 GHz	地方性 執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
2020	美國 3.5GHz	地方性 執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
2020	美國 3.7GHz	地方性 執照	兩階段競價，主要階段採取： 多輪提價拍賣（ACA）+ 資格點數
2018	澳洲 3.6GHz	地方性 執照	兩階段競價，主要階段採取： 進階多回合同時上升競價法（ESMRA） + 資格點數

資料來源：本研究彙整。

3. 劣勢（Weakness）

（1）我國無採用先例可循

我國過去頻譜拍賣皆由競標者以「價格」競標，最高價者為暫時得標者。2019 年至 2020 年第一次 5G 釋照則採用兩階段 SMRA 拍賣機制，以「數量」競標，並於 3.5GHz 頻段採加速機制，自第 50 回合開始以多回合為一期分階段實施，同樣為促進業者誠實出價、加速拍賣之作法，但並無採用資格點數規則之先例。

（2）規則與操作較複雜，須讓競價者充分理解

資格點數機制出價需同時考慮資格點數使用與上限、以及財務風險等問題，尤其在多頻段或單位資格點數不為 1 的狀況下，計算將更為複雜，故須讓競價者充分理解其規則與操作方式，以確保拍賣順利進行。

4. 威脅（Threat）

（1）業者受我國前次拍賣經驗影響，對規則更動有先入為主排斥的心理，難以推行

根據座談會中的意見，業者普遍希望設有降溫機制以免標金過高，也同意應促使業者誠實出價、加速收斂並增加資訊量。而資格點數機制雖可達到上述目的，但業者對未來採用資格點數機制的看法多半為「雖願配合，但仍希望以原本的加速機制回合數減少或開始時間提前」較好，認為保持原有的規則較易理解與操作，若機制太複雜，較難向高層說明解釋，接納資格點數的意願相對較保守。

採行資格點數機制具有可有效加速競價、促進誠實出價、增加資訊、機制完整可遵循、提供維持出價上限之彈性措施與具學術理論基礎等優點，但由於其規則與操作較我國第一次 5G 拍賣的加速機制複雜，故若我國未來欲採行資格點數機制，則短期建議應定期舉辦多次實際競價模擬供業者實際參與，亦可舉辦說明會以提供業者充足資訊，並根據業者回饋意見與我國環境之適用性進行彈性調整，以確保參與競價之業者皆可充分理解其規則與操作方式。另由於本次資格點數規則研析主要針對單一頻段情境，中長期則建議可針對多頻段等較複雜的情境進行進一步研析。

（三）5G 網路合作業者參與釋照法規調適研析

綜上，因應我國電信市場多元合作態樣，而我國既然尚未針對《電信管理法》制定配套競價規則，因而有機會檢視既有《行動寬頻業務管理規則》，並觀察《無線電頻率使用管理辦法》現行規制，訂立符合《電信管理法》鬆綁管制精神之新配套競價規則，而以下就 5G 網路合作所涉競價規則制定提出短中長期建議。

1. 短期建議：

針對《無線電頻率使用管理辦法》第 12 條「實際可使用頻寬」限制，阻檔業者就現行持有頻譜資源開展更多合作態樣之腳步，因此本文認為有立即調修之必要，參考實務面臨困境，為避免本條第 2 項透過「經核准頻率改配、公開招標、拍賣、承用他電信事業頻率及頻率共用等方式取得」衍生頻寬計算爭議，建議應就每項合作態樣明定算式，以增加法明確性。

2. 中期建議：

鑑於未來或將依據《電信管理法》第 54 條授權制定新配套競價規則，而究否參考現行《行動寬頻業務管理規則》第 10 條將聯合申請人納入規管，以維持競價秩序公正，茲研析如表 9.6.5。

由此觀之，縱使《電信管理法》秉持鬆綁管制之精神，惟透過聯合申請人股權限制此等程序上不利益，實能避免競價場上共謀抬價之情形，及利於口袋較淺之小型電信事業加入競標，且觀美國 FCC 亦曾針對 AWS-3 頻段拍賣發動調查認為聯合方式投標將不利於市場競爭[877]，故考量避免頻譜過度集中及維持競價致序公正，仍有制定聯合申請人之必要性。而為因應未來新興 5G 網路合作態樣，考

[877] TTC（2015）。美國 FCC 擬修訂有關聯合投標規則。檢自 https://www.ttc.org.tw/News/more?id=263409336 (Nov. 19, 2021)

量與《電信管理法》第 26 條第 3 項規定一致性：「同一人或同一關係人取得符合第 1 項第 1 款或第 2 款之電信事業有表決權之股份總數達 10%以上者，應向主管機關申請核准」，則若將參照現行《行動寬頻業務管理規則》第 10 條訂定聯合申請人，建議或可考慮針對有緊密合作關係業者下修持股比例至 10%。

表 9.6.5　聯合申請人設置 SWOT 分析

	優勢（Strength）	機會（Opportunity）
正面要素	• 維持競價秩序公正，避免共謀抬價 • 避免頻譜資源過度集中	• 我國尚未制定《電信管理法》配套競價規則，可以從零設計制定，注入鬆綁管制之思維
	劣勢（Weakness）	威脅（Threat）
負面要素	• 將電信業者有罪推定	• 具有市場顯著地位之電信業者可能杯葛立法
	內部因素	外部因素

資料來源：本研究彙整。

3. 長期建議：

低軌衛星、HAPS 等新興通訊方式強勢來襲，除電信業者積極陸續開展 5G 頻譜資源多元合作外，跨足新興通訊合作亦可能影響行動寬頻釋照立法，為確保頻譜資源不過度集中，需更加緊密觀察整體通訊市場脈動，誠如專家學者所慮，過度公平即為不公平，與其追求齊頭式平等，建議盡量觀察各家電信事業實際可利用之頻譜資源，以對最小電信業者頻譜釋照權益影響最小的情況創造最大消費者權益方向，謹慎滾動式調整相關電信法規實為不二法門。

附錄

附錄 1. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議逐字稿

- **會議時間**：110 年 8 月 19 日 14:00-17:00
- **會議地點**：台灣經濟研究院 會議室 T401、T403
- **與會人員**：如簽到表
- **會議主持人**：台灣經濟研究院研究四所陳主任思豪
- **會議議程**：

議　　程	
13:45-14:00 14:00-14:05 14:05-14:10 14:10-14:25 14:25-17:00	-報到 -主持人開場 -台經院研究四所 劉柏立 所長 致詞 -引言報告 -議題討論
指導單位	國家通訊傳播委員會
執行單位	財團法人台灣經濟研究院

- **會議內容**：

一、**主持人陳主任思豪開場**（略）
二、**台經院研究四所劉所長柏立致詞**（略）
三、**台經院蔡助理研究員孟珂引言報告**（略）

- **會議紀錄**：

❖ **主持人簡介議題討論**

今日欲討論議題，包含 5G/B5G 頻譜需求與發展趨勢、未來頻率釋出機制建議、5G 網路合作議題等，要請各位專家學者與先進給予建議與指教。

❖ **台灣之星潘主任科諺發言**

先就議題 2 討論，我國上一次 3.5GHz 頻段拍賣的加速機制類似資格點數，但其實不見成效。業者間的競爭過度激烈，且供給少於需求，最終演變成世界前幾名高額標金的狀況，若政府訂定拍賣機制目的是為避免流標或是高額標金，那其實可以不必參考國外制度，國外制度目標為社會福利最大化，而非高額標金。拍賣機制設計原則和邏輯，應讓業者以合理價格取得頻譜，競標頻寬上限設置過高、供給量少，導致最後遺憾的結果。

議題 3 的部分，聯合申請目前股份總數為 15%，但我認為有向下調整的空間。《電信管理法》通過後，電信事業應申報已發行有表決權之股份總數或資本總額達一定比率之變動情形，單一股東持有之股份或出資額達 3%以上，即需要經過

核准，又第 26 條規定同一人或同一關係人股份總數達 10%以上，也應向主管機關申請核准。上述規範表示政府認為在 3%到 10%內，對企業營運就有一定的影響力，所以我認為可以向下調整，在 3%到 10%內做一個選擇。

（主持人作結並請亞太電信李經理明峰發言）

❖ 亞太電信李經理明峰發言

針對議題 2，現在的 5G 商用還在發展並未成熟，從業者的角度看，希望盡可能降低頻譜成本，把資源放在網路建設。而拍賣機制不應過於複雜，要讓業者易於評估和進行操作，同時也可讓主管機關容易監理。

議題 3 的聯合申請問題，從持股比例上做分析，新法《電信管理法》規範包含設定 3%、10%持股變動的時候要提報給主管機關，目的在於觀察業者財務狀況，跟競標無關。目前我國 15%之規範與其他國家相比是相對嚴格的，若以我國業者目前比例套用於他國，大多是符合資格的。對於 5G 合作和交易部分，目前各業者執照上的權利義務來自《電信法》和舊法規範，轉軌至《電信管理法》後，權利義務透過營業計劃包進去，換一個包裝但內容相同，希望新法可以具體化、數量化，並簡化程序讓業者遵循。

（主持人作結並請遠傳電信黃經理漢臣發言）

❖ 遠傳電信黃經理漢臣發言

議題 1 方面，我國未來對頻譜釋照上應先有明確的規劃，接續的問題討論才會較聚焦。

頻率釋出機制上，韓國的評審制不知道有無可能套用至我國。而加速機制部分有考慮到資格點數和次高價規則，若可以降低競價標金，個人認為業者應該都會歡迎。只是目前國內未採用過上述做法，採用後的問題都要考慮，例如資格點數會不會讓過程變複雜或標金變更高等。大致來說方向是好的，惟細節尚須討論。

聯合申請部分，我認為同一申請人或聯合申請人實質上與競價無直接相關，目前相關規範都是事前預防，仍有違反競價公平性的問題，應事後看比較公正客觀，且事後監理以事實證據認定，才會是比較妥當的方式。

（主持人請台灣大哥大吳處長忠志發言）

❖ 台灣大哥大吳處長忠志發言

頻譜釋出應以基地臺設備和終端做考量，才能帶動整個應用服務發展。目前 n40（2300-2400MHz）、n77（3300-4200MHz）兩個頻段已可支持 80%終端支援，而 n79（4400-5000GHz）可以列為未來中長期的標的，5G 終端普及度較高的情形下，5G 頻譜一取得即可直接使用，而釋出頻率若有載波聚合（Carrier Aggregation, CA）就可提升網路效能和速率。目前單一頻寬也要有至少 60MHz 才可達到 5G 特性。

釋照方法每年都在討論，但還是一樣，其實已經沒有太大信心，如果有其他方式可降低標金價格當然很好，若 5G 頻譜需求大於供給，主管機關應設置熔斷機制。次高價的部分可做一些評估，也建議下一次釋照時在位置競價部分，可考慮透過協商方式，讓業者之前的頻率連續起來，使 5G 使用上有更高效價值。

（主持人作結並請中華電信張科長維儒發言）

❖ 中華電信張科長維儒發言

參與幾次競標後發現頻譜需求大於供給絕對是一個問題，未來 5G 釋照供給面要多注意充足的整備，以避免標金衝高的現象。而競價機制 50-100 回中，競價者因為需求所以還是有些操作的空間，會讓價格變得不理性，機制不論如何設計，目的都應著重於收斂。資格點數的設計上，若頻段差異過多，建議可直接分成兩場獨立的拍賣，就不會有資格點數於不同頻段轉換的問題。至於如何降溫標金，預繳標金的機制可以考慮，意指競標到達一定程度後讓業者先繳標金，讓大家緩和一下，但問題核心依舊得回歸於需求上。

聯合申請部分，市場穩定下法規希望能維持穩定性，我認為可維持現有規範，但若有調整的必要，須小心處理且應具有合理的訴求與原因。

（主持人作結並請台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋發言）

❖ 台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋發言

就議題 1 來看，我與大家想法一致，從過往的 2G 到現在快來臨的 6G，臺灣一直以來都不是領導者，而是觀察國際發展的追隨者，國際發展愈成熟，其對應的設備使用價值才會出來，對於臺灣而言，應注意國際設備和機制的成熟程度。

討論釋照機制，過去 4G 頻段拍賣即有失速的狀況，主管機關當時認為要有降溫機制，但現在 5G 又一次失速，讓我納悶政府立場與政策目的究竟是傾向充盈國庫，還是傾向產業發展成熟，完整市場服務，營造全民利益。因為需求大於供給，業者得走下去。高額標金失速的狀況下，若突然有業者棄標，對應措施又該如何？至於預繳對應標金方式，可能會致使大小業者在資金上的困境和運用不對等。產業發展上不應出現供給小於需求的狀況，這也是為什麼大家關注韓國頻譜釋出機制的發展，韓國意識到拍賣市場產生產業劣化所以轉型為評審制，另外，我國應在第二次 5G 釋照上設有橋接制度，讓第一次釋照和第二次釋照之頻段銜接，這很困難但也是很必須的問題。

過往 2G、3G 的電信服務為一條鞭模式，自從 4G 以後多數服務型態已不是一條鞭。過往沒有電信以外的業者對頻譜產生興趣，服務斷裂碎化後，電信業者成為其中一個服務元素，開始有許多非電信服務業者思考是否可以近用頻譜，整合基礎層、服務層、應用層，打造自己的垂直服務鏈。小業者考慮運用地方性頻段經營自己的服務，過往全區釋照干擾問題相對小，但小區域頻率的干擾問題會顯現出來，干擾問題與終端用戶的權益皆應被規劃於釋照評估中。

除此，低軌衛星成為 6G 主流標準，我們以往外資比例受到強烈限制，現在政策方向也應考慮頻譜近用者身分是否仍為本國業者、有無外資限制，需思考 6G 市場轉變、頻譜進用者身分與未來市場越加複雜與碎裂化等等問題。

（主持人作結並請元智大學資訊傳播學系葉教授志良發言）

❖ 元智大學資訊傳播學系葉教授志良發言

釋照機制上，各業者都有提到我國未來機制要及早規劃，目前我國都採取拍賣制，沒想過要採用評審制或公開招標，然而日本、韓國在頻譜釋出都有新的機制，我也認為應針對基地臺評估頻譜經濟價值。降溫機制方面，產業發展和成本

有緊密關係，過高的標金對業者來說相當沉重，競爭激烈的頻段採拍賣制或許可以繼續考慮，但針對需求較少，或鼓勵用於創新發展的高頻段，即可考慮採評審或公開招標。過去的加速機制雷同資格點數，是否採取資格點數規則，其最初宗旨在於業者是否可以透過這個機制獲得更多資訊，若業者缺乏可預測方向，標金會下得很痛苦。

聯合申請部分，15%或 1/3 以上之標準或許可以調動，惟調整理由須清楚公告，且消費者與終端用戶權益也需一併考量。最後提到如何確保消費者與終端用戶權益，《電信管理法》第 58 條第 4 項、無線電頻率使用管理辦法第 19 條與第 20 條有相關規定，我國共用案例還不多，可參考國際相關案例評判。

（主持人作結並請台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋發言）

❖ 台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋發言

補充說明，彈性使用部分，通常新應用出來會去思考新頻譜。電信特許環境下，我國都會將頻譜執照綁建設，業者過去都有很高比例的建設義務，跟歐美國家完全不同，因此臺灣基礎建設在世界評比上都是前三名，也受惠於我國人口稠密的環境。建議未來可考慮彈性使用既有頻譜以滿足新的應用，不要為了一個新應用就舉辦一次釋照，可以讓業者橫向合作，充分利用既有頻譜效應，規劃中長期的進程。

（主持人作結並請台灣通訊協會程秘書長法彰發言）

❖ 台灣通訊協會程秘書長法彰發言

我這邊僅個人意見不代表學會。

政策出來前要有中長遠規劃，贊成劉副秘書長所言，不要一個新應用就出一個新釋照，建議對頻譜運用的管制前鬆後緊，大方向讓業者尋求合作，應降低競價焦慮感，增加大家的合作可能性。頻譜的釋出本就是一困難的政策考量，在釋出前對於其所欲達成的政策目的，建議應有充分的說明與未來的預期，尤其對於頻譜拍賣的時機點，亦應有審慎的考量。

依據《電信管理法》第 54 條的規定，評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式，都是法條明定的可行選項，若是為特定目的或服務而具有重要的社會公益性，如因應車載資通訊的頻譜釋出，或甚至認為該次頻譜的釋出，具有重要的社會公益性，則拍賣制即非為最適選項，因此尚須回歸到前述頻譜釋出的政策目的加以決定適當的釋出機制。

即使採用拍賣制作為頻譜釋出的機制，在頻譜指配的過程結束後，我國對於頻率共用、提供使用、轉讓、相互投資、甚至於事業計畫書，依據《電信管理法》與相關子法如《無線電頻率使用管理辦法》、「行動寬頻業務管理規」的規範，主管機關對其仍有核准與否的權利，因此在前階段頻譜指配的過程中，建議應可考量較為簡易的競價，尤其在技術應用面尚未成熟，而我國的行動寬頻市場競爭亦相當激烈的情況下，業者在面對複雜的多回合競價制度，未必能真正反應市場價值，反而可能因為對前景的不明與焦慮，衝高標金的價格，超過當初一開始反而是較理性的判斷。同時雖然類似金融管制的熔斷機制，亦是輔助標金不致過度衝高的選項，但是發動的時機點則必須審慎考量。

簡報中所提出《公平交易法》第 10 條結合規範的適用，個人持較為存疑的態度。同時對於頻譜的競標與後續管制是否有《公平交易法》的適用，個人亦持較為否定的態度。雖然《公平交易法》第 46 條帝王條款的規定如同美國的 Federal Trade Commission Act 第五條的概括性規定，但是美國在面對其聯邦通訊委員會與聯邦貿易委員會在職權上的可能重疊時，美國聯邦最高法院在 2009 年的 Pacific Bell Telephone Co.（Pacific Bell Telephone Co., dba AT&T California v. Linkline Communications, Inc., 129 S. Ct. 1109）一案中，說明電信費率不公平競爭行為管制者的權限競合而言，其認為反托拉斯法對於電信費率管制此一複雜議題，不宜再增加新的行為規範類型，而應將其他的管制可能性留給美國聯邦通訊委員會處理。由前述的說明，個人提出看法認為對於傳統非屬於《公平交易法》規範的類型，如本研究所為的對於頻譜使用的規管，基於通傳會的專業，似乎由其加以規範即可，亦可以減少業者在行政管制上的成本與可能通傳會與公平會不同管制所為的扞格，此外美國的作法也與其傳統上獨立機關對於其權力行使的自我約束有關，對於我國或許值得參考。

在消費者保護的議題上，未來在頻譜共同擁有或使用的情況下，對於個人資料的保護，應如何加以規範與所產生的影響，可能亦應一併加以考量。同時我國目前對於個人資料保護的政策主導在國發會，但在實際執行上各機關似乎處於各自為政的狀態，未來如果在數位發展部成立後，甚至於若有可能成立個人資料保護的獨立監理機關，則在前述的機關成立後，對於個人資料的保護政策與監理會產生如何的變化，在消費者的保護面向上，值得進一步的關注。

（主持人作結並請臺北大學經濟學系劉教授崇堅發言）

❖ 臺北大學經濟學系劉教授崇堅發言

目前 5G killer application 仍未出現，現今宜以提升已釋出之頻率使用效率為優先考量。在需求未明的情況下推動二次釋照，欠缺明確誘因。隨 5G/B5G 技術發展，可參考國際發展趨勢，依據「中華民國頻率分配表」配合釋出合適的頻段，包含低、中、高頻段（600 MHz、2.3-2.4 GHz；4.7-5 GHz；24-27 GHz、37-40 GHz）。有鑒於過去 Wi-Max 的釋照經驗，衛星頻帶的清、移頻問題以及後續的干擾預防問題皆應納入考量。目前為止的實務顯示，5G 中頻段至少需有 80 MHz 的頻寬才會有較好的發揮，將來如持續釋出中頻段，宜審慎考量此頻率特性。

對於評審制、拍賣制或公開招標制等未來 5G 不同釋照方式之間的比較，目前無特別建議。惟若仍採取拍賣制，則應避免最近兩次競標金額高騰，甚至不理性局面的發生，造成類似「贏家的詛咒（winner's curse）」結果，也就是得標者反而吃虧的情形，甚至可能造成得標業者虧損，或是將高額競價成本轉嫁給消費者，讓通信成本大幅上揚，這些情況都不是政府所樂見的事情。

雖然同步多輪拍賣制度（simultaneous multi-round auctions, SMRA）理論上可解決「贏家的詛咒」問題，我國 4G、5G 皆採用近似於 SMRA 之制度，但標金還是過高，應該是我國在釋照時的參與競標條件與 SMRA 的設計有所出入。為避免將來再發生標金過高的問題，或可考慮於「行動寬頻業務管理規則」第 21 條之 3 第 3 款增設舒緩機制，可採取的方式包括「降溫」、「暫停」或「終止競價作業」等，同時，依競標金額之進展程度，授權主管機關於競價過程中得適時檢視競標者之資金及財務能力，避免部分競標者非以得標為目的，藉機拉抬標金，而使得標者被迫墊高成本。

為避免競標機制成為另外一種型態的套利機制，先以較低資金成本取得稀有資源再囤積以尋求高價接手者，從中獲取轉收支利益，可考慮提高參與競標之財務條件，例如採用資格點數機制、取消得標金之分期付款機制等，於個別頻段設置加速機制或可加速競標流程的收斂，而資格點數機制可減少資金不足者過度擴張其資金運用而參與競標的問題，或有助於減緩長期財務結構待改進業者參與競標對產業正常發展的影響。大部分國家的作法係以各個頻段的底價為基礎，計算並預置資格點數，再由參與競標之業者於競標前先行購買點數，以參與競標，此機制尚未導入國內，操作細節仍待釐清，宜於相關運作方向與實行細節明確後再研商討論，確認該機制在國內之可運作性後再予推動。而次高價格機制，宜再深入探討，目前尚無建議。

針對 5G 網路合作議題，《電信管理法》的兩大精神之一為「進一步解除市場管制」，為利於新業者之參進市場，避免頻率等稀有資源與既存業者網路之使用成為參進障礙，開放多種分享模式，包括「共用」、「共享」等合作模式，使得稀有頻率資源與既存業者網路之利用更具彈性與效率。《電信法》體制下之「行動寬頻業務管理規則」第 9 條「同一申請人」及第 10 條「聯合申請人」之相關規定，於既存業者均已轉換適用《電信管理法》之後應如何適用，宜及早議定，避免爭議。

頻率競價必須維持公平、公正與公開之原則，否則無法建立行動通信市場公平合理的競爭與經營環境。由於「同一申請人」及「聯合申請人」之資格認定與參與競價者的「勾結行為」之間，並無充分必要的邏輯關係，故對於參與競標業者是否有影響競價之公平、公正性甚或違法之行為，必須依證據認定，事前之規範效果不大，僅能於競標前，強調提醒參與競價者之資格限制與得標後之義務負擔。

針對主管機關在 5G 網路合作、頻譜二次交易的案例認定上，應依據法規命令辦理，以排除競價者之不確定性或風險所造成的成本負擔，其也可能牽涉跨機關之共同監管範圍，機關之間應建立協商機制，以加速案件之審理。

而現行《電信管理法》及相關法規對於定型化服務契約條款、電信服務品質維持、電信消費爭議處理機構、以及暫停或終止營業前之消費者保護處置方式等，都已訂嚴格要求，對於 5G 市場環境變化中之消費者及終端用戶權益，應已提供充分的保障。反之，在目前的消費者權益保護機制之下，存在不少重複申訴、藉申訴獲益的案例，特別是「慣性申訴類型」的存在，此等爭議案例耗用大部分的服務資源及量能，損及其他電信消費爭議案件的處理時效，甚或延宕產業進化的時程，對此，亦應在相關法規體制下做合理的規範。

（主持人作結並請臺北大學經濟學系郭教授文忠發言）

❖ 臺北大學經濟學系郭教授文忠發言

臺灣三大兩小的電信市場在國際上屬於十分競爭之電信服務市場，此較為競爭結構下形成主流 3.5GHz 中頻段的供給相對不盡充足，亞洲的亞熱帶國家均存有既有衛星使用頻段的衝突問題，臺灣已很努力規畫釋出此頻段 270MHz 頻寬，和南韓釋出 280MHz 相當，臺灣的 3.5GHz 中頻段供給已屬極限，即使再晚兩年釋照也仍同樣為 5 家業者競爭 270MHz。因此，儘管外界質疑競價結果之標金太

高，然而此為市場競爭結構使然。通傳會於當時也呼籲競價要理性。此外，政府近期也已陸續編列相當之預算透過補助等方式鼓勵業者做建設。

個人偏好的發展為於未來的 5G 頻率釋出為照顧到既有衛星業者之權益與國安需求下，於 3300-4200MHz 再往右開。GSMA 今年 7 月的報告顯示 5G 服務需求將於 2025-2030 年帶動榮景，頻譜的需求應該還得及早規劃適當的增加，多開一些主流頻段。我個人沒有那麼悲觀，然而 5G 初始時期電信業者十分辛苦，也特別感謝業者努力進行 5G 基站和網路建設，5G 發展需要一些時間和關鍵應用之開展，相信再過幾年將柳暗花明。

在國際評比上，目前臺灣 5G 做得很好，網速全世界第二名，訂閱率一年就達到 10%，韓國釋照近兩年半到現在也才達到 23%之訂閱率。我國的 5G 發展已遠比先釋照的歐美許多國家發展快速。

消費者保護方面，韓國的許多消保個案相信可作為台灣的參考，基於公開、透明、資訊揭露等原則供消費者理性選擇其適合個人之電信服務。

釋照機制方面，《電信管理法》第 54 條中說明可以評審、公開招標、拍賣或其他適當方式進行，個人認依法並無和預算法之扞格問題，個人也不反對評審制，重點是資源分配該如何兼顧公平與效率。不反對加速機制加入冷卻條款或者積點制度，以及而第二階段位置競價採行第二順位得標制，然而以競價學理而言，頻譜上限和市場競爭性才是關鍵。這些改變未必有明顯助益，也需注意參與者必須充分理解競價制度，避免因為不了解競價遊戲規則而衍生種種問題。

個人認為 5G 之應用較為具效率的方式為由電信業者扮演建設與應用，未來 B5G 應扮演與國內電信業之互補角色，而非取而代之。此外，垂直應用應因地制宜，以英國為例，因為電信業者涵蓋率太低，所以政府規劃採用 Local 5G，然而臺灣涵蓋率高，其實沒有這個需求，各種產業應用可再觀察其成效進行相關政策之滾動檢討與調整。

（主持人作結並請前交通部郵電司鄧司長添來發言）

❖ 前交通部郵電司鄧司長添來發言

未來 B5G 及 6G 將會有高涵蓋、高密度、高頻寬、高可靠、高精度與高智慧等特色，頻譜使用除依 ITU RR 規定外，必須考慮廠商設備的成熟度，600MHz 有考慮過開放，但沒有設備。頻譜管理複雜，過去經驗各國對頻譜管理機制的想法皆回歸到通訊政策。而頻譜的取得最難在於現用者讓出，尤其是政府單位，建議以 FMA 電路先作備援，習慣後才會願意開放出頻譜。

依據預算法 94 條，配額、頻率及其限量或定額特許執照之授予，除法律另有規定外，應依公開拍賣或招標方式為之，其收入歸屬於國庫。目前釋照機制要回到評審制困難重重，若將來考慮評審，需要想好因應方法，過去 2G 用評審制，未取得頻譜的業者每天在交通部外面抗議評審不公，並沒有一個制度是最好或最壞的。

而在網路合作上，其涉複雜因素，包含業者意願、建設成本及環境、最適經營家數等，建議尊重市場機制，若法規定太死將無法調整。

低軌衛星 LEO 建置成本及技術過高且需向 ITU 申請及協調，建議小型國家發展 HAPS，我們也適合作零組件的供應，將來 LEO 進來還是需再做研究。而未

來 HAPS 使用 1.8G 及 2.1GHz 與現在行動電話用的頻譜相同，頻譜的釋出及使用將可能是主管機關一大難題。

（主持人作結並請交通部吳技正昆諺發言）

❖ 交通部吳技正昆諺發言

今年 LEO 開放的主體是電信事業，要符合《電信管理法》第 36 條的外資持股比例規定，今年 LEO 進來應該是走評審制的方式進行。

隨著下世代行動通訊發展，如 3GPP R17、18 已開始朝向多元垂直應用擴展與深化技術，同時目前專網設備日漸成熟、2022 年網路切片技術開始商轉及免執照網路技術持續演進，如 WiFi 6E，未來異質網路整合勢必成為趨勢，而頻率使用則僅需符合 3GPP 定義之 5G NR（New Radio）頻段，或是其他網路技術所規範之頻段，並有可能形成商用、專用及免執照頻譜之混用情形。因此，我國下世代行動通訊使用頻譜之規劃開放，是否仍要如果同過去必須先完成清移頻作業，並釋出足夠頻寬供各家電信業者都能取得一定使用頻寬，將有待研究與討論。

在《電信管理法》施行後，頻譜釋出除原有競標方式外，尚有審議制及開放和諧共用等方式，其中目前有明確規定之 3.5GHz 及 28GHz 仍僅限行動通信間進行共用，但未來針對多元垂直應用將可能會有許多不同通信用途，如何在有限的無線電頻率資源下，讓各頻譜使用需求者都能夠滿足，並使之得以和諧有效使用，將成為國內下世代行動通訊發展的一個重要議題。

而韓國今年 1 月開放 5G 專網，其實頻率使用費很低，但我們不是看他們怎麼做，而是看為什麼有這麼大的轉變，為什麼決定要去做 5G 開放，其背後原因以及應用服務開始普及後可能會遇到的問題。

（主持人作結並請台灣之星潘主任科諺發言）

❖ 台灣之星潘主任科諺發言

我還是補充應該保護消費者和終端權益，在競爭環境下，維護市場競爭環境是保護用戶權益的方式，但也需考量競爭會持續到什麼時候。現在《電信管理法》只有電信事業，只要符合電信事業身分都可以透過共用租用參進頻率使用。現在開放的彈性空間大，使用頻寬設定上限可避免過度集中，競標設定比較低的上限可降溫，無線電頻率使用管理辦法這邊有限制可使用頻寬規定，但現在主管機關目前修訂好像有朝脫鉤的方向走，脫鉤基本限制會讓業者困惑。另外，交通部長官提到的問題，《電信管理法》下非以業務別，而是電信事業之身份，故應無僅限行動通信間進行共用的問題。

（主持人作結並請前交通部郵電司鄧司長添來發言）

❖ 前交通部郵電司鄧司長添來發言

實際上頻譜管理國外經驗只能做參考，頻譜的管理沒有最佳方案，只有最適方法，不同國情方法不同，最難是我國該採用的方式，隨時間變動，第一次開放 2G 八家業者，最後整併成三家，4G 開放變成五家，臺灣最適經營規模是幾家，業者數量規模、時序、資源都是考慮因素，管理機制講理論輕鬆，但實際套用處處是難題。

（主持人作結並宣布散會）

附錄 2. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議簽到表

「國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制 與相關法制研析委託研究」座談會 簽到表	
時間：民國 110 年 8 月 19 日 下午 2:00-5:00 地點：台經院台泥大樓 T401+T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	簽名處
劉莉秋 副秘書長	
葉志良 教授	
鄧添來 司長	
劉崇堅 教授	
郭文忠 教授	
中華電信股份有限公司	
台灣大哥大股份有限公司	

1

台灣之星電信股份有限公司	
亞太電信股份有限公司	
遠傳電信股份有限公司	
台灣經濟研究院	

「國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制 與相關法制研析委託研究」座談會 簽到表	
時間：民國 110 年 8 月 19 日 下午 2:00-5:00 地點：台經院台泥大樓 T401+T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	簽名處
交通部	吳昆諺
國家通訊傳播委員會	吳政達 廖以文
台灣通訊學會	彭淑芬

附錄 3. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第一次座談會會議照片



附圖 3.1　各界踴躍參加第一次座談會



附圖 3.2　台經院陳副研究員思豪主持

附錄 4. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議逐字稿

- **會議時間**：110 年 11 月 12 日 14:00-17:30
- **會議地點**：台灣經濟研究院 本棟 208 會議室
- **與會人員**：如簽到表
- **會議主持人**：台灣經濟研究院研究四所陳副所長思豪
- **會議議程**：

議　　程	
13:45～14:00 14:00～14:05 14:05～14:15 14:15～15:00 15:00～17:30	❖ 報到 ❖ 主持人開場 ❖ 引言報告 ❖ 上半場議題討論 ● 頻譜釋出機制研析 ● 5G 網路合作業者參與釋照相關議題 ● 3G 網路關閉議題 ❖ 下半場議題討論 ● SMRA 改良版拍賣機制導入資格點數規則建議
指導單位	國家通訊傳播委員會
執行單位	財團法人台灣經濟研究院研究四所

- **會議內容：**

四、**主持人陳副所長思豪開場**（略）

五、**台經院蔡助理研究員孟珂引言報告**（略）

❖ **會議紀錄：主持人簡介議題討論**

（主持人請台灣之星潘主任科諺發言）

❖ **台灣之星潘主任科諺發言**

針對議題一，無論是哪個頻段都需要看當下的目的、用途或產業、技術發展狀況做綜合考量，看要用哪種方式。建議研究團隊考量一種非常適合行政指配的方式－既有已投入的行動通訊頻率，將既有頻譜屆期用展期的方式，訂出一個金額讓業者繳錢，延續他的使用權，用 renewal 方式展期，例如現在已釋出的 4G 頻率就可能碰到這種問題，它可以最小化頻率交接時對產業、業者和消費者所產生的衝擊，有很多國家都用這個方式，可回想當初 2G 和 3G 轉 4G 的時候，經過一次拍賣發生複雜交換或訴訟等情形，這是可以避免的，故建議研究團隊可蒐集是否有展期的國際案例可以參考。

議題二的部分，想再次確認可使用頻寬上限和競價公正性之間的關聯，就我們的認知，無論是同一申請人還是聯合申請人，他們在競價時都有這樣的限制，目的其實是限制頻率不要過度集中在單一個業者，或使兩個以上具有共同相同利

益以及實際可能沒辦法實際互為競爭對手的手中，避免資源過度集中去影響到市場公平競爭和消費者權益，所以才會有同一申請人和聯合申請人的限制，過去電信法是放在行動寬頻業務管理規則，規定持股 15%，但現在電信管理法已經開放，在彼此已經有共頻共網，又有持股，原本沒有合作的 15%標準應該要往下修，因為在電信管理法的框架下，主管機關已對電信事業股東有審查的標準，也就是 10%，主管機關認為持股超過 10%就要做審查，所以建議有頻率共用合作、其他網路上的緊密合作、持股超過 10%應該落入聯合申請人的定義，推派一個代表參與競標。

議題三的部分，雖 3G 早就屆期，早就沒有業務，但現在電信管理法採取的是技術中立，且業者本須繳交計畫 3 個月前消費者權益保護計畫供主管機關審查，因此認為在現在的框架下沒問題。因為技術中立，業者可選擇適合自己的網路規劃，以及語音服務解決方案，所以沒有提早關閉的計畫。

（主持人作結）

議題一的部分提到釋照須考量目的、用途、產業技術的發展，另外建議既有執照屆期然後 renewal 的部分能不能看其他國家的案例。研究團隊之前看到韓國 2G-4G 是這樣處理。

議題二主要是考量避免頻譜過度集中，並且現階段產業有許多合作，建議達 10%以上即可視為聯合申請人。議題三提到 3G 屆期上既有的框架下就有 3 個月前權利保障的措施，消費者權利保障會由主管機關審核後才會去做，所以應該可以確保消費者的權利。技術使用方面為技術中立，還是看各業者的規劃去做執行，研究團隊在國際上也沒看到政策上說要甚麼時候去關，像美國也原本說今年要，但是又延了，還是有實務上的考量與困難。

（主持人請台灣大哥大吳處長忠志發言）

❖ 台灣大哥大吳處長忠志發言

第一個議題，頻譜釋出方式從頻譜稀有性來看，Sub 6GHz 以下相對較少較為競爭，維持現行競價機制，mmWave 部分可以考慮行政指配，覺得千萬不要讓業者提出 proposal 給主管機關去審，承諾比較多就給你，遊戲規則建議公開透明，可以去丟想要多少 MHz 然後明訂義務，假設 3000MHz 、40%、一家最多 1200MHz，建設義務是甚麼。萬一數量超過的話，再看看有沒有甚麼規劃，看是共同打折或是用其他機制另外處理，避免讓大家寫一堆企劃，做 Interview，然後給主管機關一堆裁量空間，過去的經驗覺得這樣不是不好。

第二個議題，當初電信法底下行動寬頻業務管理規則立法目的如台星先進所言，雖說是兩個營運人，但產生頻譜集中的現象。共頻共網或其他合作型態是必須納入考慮，看如何把他視為一個因素考慮進去，百分比上目前 15%尊重主管機關，但若有其他合作態樣應該要考慮進去。聯合申請的部分，想確認 C 和 D 是否可以由 C 代表競標？如果延續剛剛電信管理法的邏輯，不太了解 C 業者若代表 CD 業者標到頻譜，到底頻譜是 C 業者還是 D 業者還是 C 和 D 業者？雖然營運上獨立，但在標的時候股權上有關連性，所以希望維持 C 業者只算 C，然後 D 就不能參與。

第三個議題的部份，3G 關臺最大的問題是 VoLTE 終端，去年到這段時間主管機關嘗試跟我們要一些數字，業者大都有提供，還有 CSFB 的分鐘數。如果要關，網路端和行銷端要業者去努力，主管機關不一定不會讓你關。還有一個點，CSFB 全關掉的話，須考慮到 Inbound 和 Roaming 的部分。機場的換機服務處須提供 VoLTE 的手機，以防萬一現在很多國家還是用 3G，屬於 CSFB，宣導跟業者要配合執行。

（主持人作結）

釋照制度方面，Sub 6GHz 底下建議拍賣制，如果要行政程序的話，也建議要說清楚遊戲規則，不是你來提案我來審查。可是目前看日本和新加坡會希望達到一些政策目的，所以會希望業者達到一些效果再看各業者提的狀況，比較沒看到清楚的遊戲規則，但這也是詬病之處，會有不公平的情形。

聯合申請人的部分提到應該是要由一家業者的上限去看，團隊內部也針對他們這次競標後是不是一起經營做討論，比如說第一波釋照規劃 100MHz，會去考慮適用的頻寬大概是多少，可能 5G 是 80-100MHz，所以我們去訂了一個上限，那這次拍賣後，臺灣合作的業者有幾家，業者需要取得上限是多少，如果兩家業者合作最後他們只能標到 100MHz，即使最後平分也是只能 50 MHz 和 50 MHz，可能就沒辦法達到頻譜有效使用，所以討論合作後是分開經營或是有合作關係，合作關係的話可能會影響到，但分開經營的話才考慮例如 C 和 D 業者合作，然後 C 代表人投標，那他的上限可以多少？假設這次是 100 MHz，那他們是 100 MHz 嗎？還是可以到 200 MHz？為了避免頻譜過於集中，可能他們就要去跟主管機關報告他們要怎麼去分配這個頻段，以上為研究團隊現階段想法，之後會視情況做調整。3G 關臺的部分，則是考量 VoLTE，考量一些國際旅客仍需要支援 VoLTE 的情形。

（主持人作結並請中華電信張科長維儒發言）

❖ 中華電信張科長維儒發言

針對議題一，供需的平衡，供給比較充裕的話，也許採用評審制可以考慮，競標前先做底價訂定需求調查，不需要競標，則可以用評審制做有效頻率分配。

議題二，針對 12 條上限，這次有做一些修正，例如 mmWave。然而，從競標到事後管理使用頻寬部分，感覺無法對齊，必須要修法。像中華第一次 28GHz，要釋出 2500MHz，一家上限，上限一家 1/3 可以拿 800MHz，中華標到 600MHz 沒到上限，但問題在於有 900MHz 沒釋出，變成總釋出只有 1600MHz，中華拿 600MHz 超過 1/3 的問題。所以計算上可能要回歸釋出的頻率，因為已經透過一個拍賣的過程分配頻率，頻率如果分不出去代表需求滿足，也就不會有影響市場或頻率過度集中的問題，因此建議使用頻寬和當初釋出頻寬應該要有對其規管的過程。

議題三，淘汰舊技術往新技術發展，3G 關網是必然。關掉舊技術往新技術發展，同時維運多個網路是沒有效率的行為，2G-4G 的過程中維持大概 3 到 4 年的重複情形。現在看 3G 大概是 6、7 年，5G 過程中 3G 要結束算是合理的。要把大家手機終端改成有 VoLTE 的功能是必要的過程，現行民眾持有的手機支援 VoLTE 的有 7、8 成以上，之後也大概會形成這種狀況。

（主持人作結）

議題一的部分，如果供需充裕的話可以考慮評審制的方法，並提前作底價訂定和需求調查，第 2 個議題提到主要是釋出頻寬和使用頻寬有出現沒辦法對齊的情形，所以需要做一致的考量。第 3 個議題提到，3G 關臺符合發展進程，另外主要還是要考慮設備普及情形。

（主持人請遠傳電信黃經理漢臣發言）

❖ **遠傳電信黃經理漢臣發言**

第一個議題跟先面先進意見相近，供過於求可考慮評審制，如果供不應求須採用競標制時，須考慮競標的標金是否有機制可以不過高和縮短時程等機制。

就第二個議題分兩個部分，第一個考慮競標前的規定，關於同一申請人和聯合申請人，過去電信法下的子法是有規定的，但現在電信管理法相關子法都沒訂定，應不需要予以維持。而且同一申請人和聯合申請人之機制是為了防止競價的不公平性，基於這樣考慮以事先有投資的百分比來做認定的話需要再考慮，因為依照這樣邏輯，例如：政府機關持有某個業者股份，政府釋出頻率然後再讓這樣的業者可以參與競爭頻譜，這樣是不是違反競價公平性？但從前幾次釋照看起來，似乎沒什麼問題與顧慮，所以相互持股不代表一定會影響競價公平性，不需要事先做相關規範。

第二個部分關於持有頻率計算問題，像上次 3.5GHz 因為有數量限制，且競標前已告知可以共用，所以有特殊限制，才有一個實際可使用頻寬的定義，但是下次競標未必如此，目前還不知道是那些頻段或會不會有這樣的限制，或有其他可以合作形式的考量，所以現在就討論是否要比照 3.5GHz 這樣定義討論還過早，而且每次競標釋出的頻段特性和應用可能不同，應該就每次競標有相關規定要求。另就實際持有頻率問題，我們單純認為實際持有之頻率數量是不是應該要用業者所擁有的頻率使用證明上的頻率來計算，基本上只要符合無線電頻率使用管理辦法第 12 條規定，符合 1GHz 以下、3 GHz 以下、6 GHz 以下的 1/3 限制，照理就不會有頻率過度集中的問題。

因各業者就 3G 網路關閉想法及時程不同，所以希望主管機關尊重業者的規劃。如果有業者想關閉，希望主管機關提出一些相關注意事項讓業者有所依循，類似像當初關閉 2G 網路時，其實是有些可以依循的，這樣會比較好處理。2G 網路關閉時已經處理過，到時候 3G 網路關閉也可以比照 2G 模式處理。

（主持人作結）

議題一的部分同樣提出供給大於需求可以採評審制，拍賣制的部分則需考量標金不要過高還有時程的問題。第 2 個議題提到 3.5GHz 當初因當時的背景有設一些數量的限制，因還不知道下次的拍賣背景，所以需要等明確點的時候去做討論。3G 關閉因為各業者的時程不同，所以還是尊重業者的規劃，也建議主觀機關可以提供一些注意事項。

（主持人請亞太電信何經理伯陽發言）

❖ **亞太電信何經理伯陽發言**

先進說很多不贅述，頻譜釋出機制，現在行動業者基本適用電信管理法，這部分法條下有評審制跟公開招標制可考量，譬如說用需求面與供給面的對應關係去做適當措施是可行的想法，但對 28GHz 頻段沒釋出的 900MHz 的部分，是否同一頻段兩種不同競價方式要再做考量。

第二部分，每次釋照都有因應當下的作法，印象中某次釋照曾經有不可取得當初釋照頻寬 1/2，但時間久遠，記得可能是潛規則，業者配合那個當下去取得頻譜。延續到今天，感覺昨是今非，這部分包括現在，頻譜各種頻段組合、網路組合都要主管機關審查，可是開放競標的標的、業者擬想競標取得及實際標得、及主管機關審核釋出的頻段不見得一致，中間有太多不確定性和思考的機制，所以要在標的物不明確的情況下去訂定的標準的話，真的需要仔細考量。另外，業者頻段固定，這時候去申請共頻共網的頻段可能是跨越不同釋照時程，業者申請共頻共網作之際也會有 DOUBLE COUNT 問題，這代表這些頻段是業者因應競價結果後進行頻譜規劃所需，只是需要透過合作業者去使頻率使用效率更高，但後面對這件事去做限制感覺有點怪，主管機關可以進行適度規管但要視當下的狀況調整，現階段討論可能有點早。我記得 108、109 年行政院公告 5G 釋照，目前最近的一次，4.8GHz 和 4.9GHz 是申請制以因應企業專網申請，目前仍在做清頻，後續釋出之競標頻段也被切割成左右兩側，有太多想像空間，目前不宜做一個不確定的限制，可以再做觀察。

3G 網路關閉，主管機關針對消費者有完善的措施，做了很多很多的事情。亞太提前終止 3G 服務，也付出了很大的代價做終止。CSFB 現有各業者擬終止服務時間點不同，業者要報相關計畫審查，主管機關要有一套完整的邏輯運作，尊重業者的想法。

（主持人作結）

第一個提到從供需考量看釋照的平衡是一個方式，第二個跟剛剛遠傳先進提到的一樣，不同情境或是技術發展下情況會不同，現在沒有明確標的物的情況下討論可能過早，需要再去聚焦真正有幫助的。第三個提到 3G 關臺的部分亞太之前的一些經驗，以及大家都是花了很多錢在做這件事，可是主管機關其實有一套標準和邏輯，需要去尊重業者。當要面臨去關臺的時候，透過既有經驗、標準、邏輯去做審查，以確保消費者的權益。

（主持人請元智大學資訊傳播學系葉助理教授志良發言）

❖ **元智大學資訊傳播學系葉助理教授志良發言**

針對三個題目回應。第 1 點依目前供需狀況，供大於需可以考慮採取拍賣制以外的其他方式，但國內預算法 94 條規定，除其他法律另有規定，不是拍賣制方式的話可能需要去跟主計室溝通，現階段是蠻困難的。第 2 點將缺點和優點列出來後，就比較清楚評審制與拍賣制的好壞，關於為什麼當初不採評審制，吳處長已經講很多了。第 3 點用不是拍賣制釋出的頻率跟其他方法釋出頻率的處理方式應該有所不同，因為畢竟業者已經有投入龐大的資金去取得，所以應該要有所區別。

頻率使用與共頻共網，當初設定上限之目的主要是避免過度集中於少數業者，而聯合申請人則是處理競價程序的公正性，這兩個相異目的之措施如果混在一起談，會讓人感到很混亂，原因是業者有提出成本。頻率使用權是類似財產權的概念，因此當我們將頻率取得上限這個議題，把租用或是其他共用等狀況混在一起談，會顯得非常詭異，這是因為在界定可使用的頻寬上限時，把使用權和實際取得頻寬上限混在一起談，非常不妥。按經濟學寇斯定理(Coase Theorem)，當財產權被清楚界定時，不管法律規定如何分配，只要有交易的可能，財產的配置就會達到最有效率。如果可以把頻率的權利訂得很清楚，比如說它就像是財產權的時候，其實後面有很多問題都可以被解決，不管是頻率取得上限還是聯合申請人。以聯合申請人來講，民法物權編關於共有財產的規定，在共有關係中，原則上要「所有」共有人同意才能處分財產，如果私底下雙方有分管契約，就按分管契約處理，而聯合申請人的規定就很像是訂了一個分管契約，分管契約代表誰參與，就依分管契約的協議去處理，但重點是，這個協議必須要被揭露，以避免不當串謀。所以說，我們一直把實際可使用頻寬上限和取得頻寬混在一起談，會很困擾。

3G 關閉與否，要考量到技術演進、終端設備是否充足、以及目前服務提供，包含業者剛才提到國外 Roaming 所遺留的問題，這些業者都必須加以考量。我覺得這會是一個政策選擇(public choice)的問題，但如果說要照顧消費者多一點，需要考量的面向可能會多更多，時程上要考慮的點也較多。

（主持人作結）

議題一提到現實面要考量主計那邊。第二個議題上提到如果在權益上定義清楚的話，在現在整個申請上都可以，只是在事前揭露上要說清楚。第三個議題比較偏向政策選擇，可是在消費者權益上會付出比較多。

（主持人請前交通部郵電司鄧司長添來發言）

❖ 前交通部郵電司鄧司長添來發言

第一議題：頻譜釋出機制若可採評審制，為確保執行需有保證金，保證金在完成後退回。未來會有三種樣態不易標售：第一個是專網，專網在廠區內自用要怎麼標售？如視為專用電信其頻率使用費，若按鄰近頻段的標售價格除以 3 萬 6 千平方公里，因其使用面積極小就會很便宜，怎麼算宜詳細研究。第二個是低軌衛星，低軌衛星頻譜是 ITU 配的，為全球性使用,實際投落使用是依照用戶數及服務需求，並不會整段全部用完，不同於國內頻譜使用樣態要怎麼標？頻寬不定、使用的地區也不定，甚至在使用中跨國。個人認為只能用評審制的方式，並建議要有個履行保證金，預防業者中途放棄。第三個是未來的 HAPS 高空平臺，這是照顧偏遠地區，總要有人去做，這個平臺誰來建置誰來維護？各業者可用頻寬如何決定，這都是麻煩的問題，需要慎重考慮。個人傾向參採隧道共構共用的模式去思考，這三種新樣態必須說服主計處說不能採用競標方式。另目前的競標機制，可以研究稍做修改，不要因沒辦法煞車釀成災難。但基本上成交價還是供需問題。

第二議題：電信管理法第 12 條寫得太死，那些比例最好不要訂在法條內，只需做原則性的規定授權在管理規則處理，因為有幾個變數存在，經營家數如果增加或減少的話不易調整；另剛才討論的問題，比例的母數要按照釋出量還是實際

得標量？我覺得要以釋出量才合理，因為萬一有人放棄或股權調整，得標量會變動。至於業者合作部分，個人覺得合作樣態太多，沒辦法預先知道，現在已有業者出租 10 年至 20 年，未來可能只租某個地區，所以 12 條寫得比較死，我認為要給較大的彈性，主觀認為，只要不違反公司法、公平交易法宜給業者彈性，過度強調公平反而不公平。我比較傾向將國內作為試煉場，以後一起到去國外拼市場，所以宜多給點合作彈性，總之,整個頻譜釋出不應只強調公平合理，還要考慮國家政策，比如說現在 5 家業者，是否是最佳的經營規模，在有競爭原則下政策可稍微調整；特別是低軌衛星、HAPS 等新技術將會帶來未知的衝擊。

第三議題：業者維持 3G、4G 和 5G 是增加成本，將來不具 VoLTE 手機會越來越少，應授權給業者衡量，考慮維持 3G 網或是送手機哪個比較划算，可參考以往關 2G 的作法，當初關閉時做得很好，值得再借鏡。

（主持人作結）

第一個議題提到專網、低軌衛星、HAPS 頻率可能要再去思考其他釋出的方式和相關費用收取。議題二的部分，建議只要不違反公司法和公平交易法的話，盡量增加業者的彈性去做發展。第三個議題，提到建議主管機關授權業者。

（主持人請台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋發言）

❖ 台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋發言

第一個部分與業者想法一致，越高頻的，相信釋出方式可以做多元討論，像沒釋出的 37GHz 就樂見可以有多種釋出方式的討論，但對於已經釋出的 28GHz 的頻段，既然同樣都是 28GHz，代表在國際上的技術發展或應用方式是鄰近甚至相同的，既然政府當初同意用拍賣的方式，那未拍出的也要相同方式會比較合理。但如果政府認為因上次 28GHz 沒拍完就被視作供過於求，這就不會是大家的想法。供過於求應該要有一個具體標準，像當初 28GHz 沒有被完全取得很大的原因是臺灣 5G 釋照時間本來就過早，5G 技術標準到今年都還在不斷演進當中，28GHz 在未來技術相對成熟時，他的供給和需求才會相對比較平衡。所以我同意供過於求應該要有不同釋照方式的討論，但供過於求應該要有基本的標準去討論，例如現在和五年後的供過於求概念不一樣，觀察國際市場發展方向和投入市場應用的型態是不是相近去做判斷後，才可以思考 28GHz 應不應該用不同方法釋出。

另外，頻譜是全民共用、全民共同資產，如果是用非拍賣方式取得，因為拍賣是代表這個全民共有的資產你付出一定的成本代價去取得、去做創新應用，但如果用的是評審制、審議制或其他方式，那他應該要付出相對應附帶的條件，像例如剛剛司長提到的保證金。另外，非拍賣取得的頻譜，頻譜使用率和效率，達到什麼樣的使用效率你才可以繼續使用，沒有的話就要有回收機制，以免頻譜在評審或審議的狀況下被閒置或浪費。第三，如果不是用拍賣取得，照理他負擔的社會責任義務和監理方式也就應該要比拍賣取得的還要多，才會相對合理。頻譜取得方式可以很多元，但要有公平性。

第二點的部分，從剛才的討論可以發現大家的想法是比較不一樣的，我只有對釋照部分有比較深的想法，其實從 3G 到 5G，每次釋照拍賣都出現過熱現象，每一次主管機關都認為拍賣標金過熱，應該要有降溫機制，但每一次都沒有。照

理來說，主管機關做釋照規劃，標金會不會漲上去，其實還沒有標之前就知道，因為這次會釋出多少頻寬、市場上有多少業者、技術上需要多少量，隨便用小學的加法減法都能看出會不會過熱或溢價拍出。所以政府在釋照時要想清楚，做釋照是要去賺取國庫收入？還是推展或創造產業的蓬勃發展？如果沒想清楚，寫再多都會變成多家去搶一小塊，所有理性判斷全部都斷裂。所以希望研究單位把我們心心念念期待的降溫機制可以放進去，至於怎麼放，我覺得每一次主管機關在做拍賣時都會訂底價，而這底價是參考國際上頻段拍賣的標金的合理性做 Benchmark，換句話說，如果拍賣的價金已經超過底價兩倍，是不是就該啟動第一波降溫機制？超過三倍是不是該啟動第二波？那超過幾倍之後就應該廢標？這才是應該投入研究的東西。

第三題，我記得 2018 年 12 月 31 日，3G 業務執照就已經不存在，而 3G 是 4G 的異質網路，印象中 2018 年就為了 3G 用戶的消費者權益一整年不斷開會，提供非常多促銷方案、誘因、保護消費者機制，讓 400 多萬戶 3G 用戶到 12 月 31 日時只剩下 9 萬多，也就是說消費者權益保護的問題我們在 2018 年 12 月 31 日其實就已經做完了，剩下使用 3G 手機的用戶，其實在 2020 年業者推出的綁約手機就全部有 VoLTE 功能，更別說現在市面上根本找不到 3G 手機，所以我覺得他不存在消費者保護問題，2018 年早就做完了。3G 剩餘不到的九萬用戶，經過 2019-2020 兩年時間，經過市場手機跟續約換照洗禮，現在應該找不到純 3G 手機了。

所以我覺得 CSFB 是商業機制，CSFB 著重市場根本不在臺灣，而在漫遊市場，維運一個 3G 系統取得漫遊市場營收到底合不合算，這是業者的商業評估判斷，且相信 NCC 只在乎拿有中華民國身分證的消費者用戶，拿中華民國身分證以外的用戶應該都不在關照範圍內，所以 NCC 為什麼要關注網路關不關閉？如果只要有一個客戶用 3G 就不能關的話已經不合比例原則，且臺灣關閉不同系統已經不是第一次了。像剛剛提到的 2G，還有以前的 PHS 我參與較深，當年 PHS 活的用戶還有六萬戶，但終究因為法規上他就是不存在服務提供的狀態，而且臺灣替代性服務太多，消費者權益沒有憲法的通訊自由不被保障的問題。所以不理解為何還要去拘泥於這種不符合比例原則的事情，而且 WIMAX 也關了，他也是好幾萬用戶，光現在純 3G 的用戶有沒有 1 萬都值得懷疑，所以我還是認為這是市場商業機制，自己決定要不要爭取 CSFB 或漫遊市場。

（主持人作結）

第一個提到要考量公平性，已釋出頻譜的部分需要去做考量。第二個議題上提到過熱的降溫機制，過去一直有過熱情形但是主管機關沒有過多處理，所以有思考廢標的機制。第 3 個議題提到還是回歸商業機制。

（主持人請臺北大學經濟學系劉教授崇堅發言）

❖ 臺北大學經濟學系劉教授崇堅發言

先講第三題，消費者機制在歷屆關機過程中都做得非常徹底。這點我覺得我們法規很周詳，主管機關很盡責，業者很配合，但消費者很不滿意。肯定在座所有人的努力，關閉一個系統的過程中大家都很辛苦也仁至義盡。網路要不要關，同意剛剛幾位的看法，把 3G 作為異質網路的一部分，最好交給業者自己判斷。

第一點，評審、競標方式，無論哪種機制基本上都是希望頻率價值可以充分凸顯出來，如果技術可行，供不應求，最好的方式就是競標；如果頻譜不是每個人都想要，例如偏鄉；特殊用途或技術困難，再來採用指配、評審等。主管應該觀察供需狀態，以及了解底價，要詳細了解它有甚麼樣的價值，不管國內還是 ITU 的頻段，理過就會知道甚麼樣的制度會比較好。另外，3.5GHz 和 28GHz 曾經標過的頻段，之後用行政處理的話，有個前提是如果還有人想要進來，但不大可能這樣。相同頻段，前後用不同制度釋出的話，負擔成本要一樣，才會在市場上競爭有公平性。

第二點，現行法規不夠完整，取得過程跟實用規範不一致，我建議研究團隊直接請委託單位重擬。寇斯定理主要是說讓市場機制下去搶，標出的頻譜在使用期限內賦予他財產權與定位，如果標出的頻譜在使用期限內賦予他財產權的時候，明確的財產權可在有效的期限內掌控或使用的話，就不要管太多，盡量從寬處理。因為條文細節牽涉電信法與電信管理法落差，且聽起來大家意見紛歧，所以短期內先放置但頻譜不能過度集中這個大原則是不能放的。在現在情況不是很清楚的狀況下硬處理的話，反而會讓事情更複雜。

（主持人作結）

第一題提到公平，供需狀態要去做考量。議題二提到大原則不變，但現在有些規範不一致的情形，主管機關應該去做思考。議題三的部分，關臺建議由業者去做判斷。這邊補充，關於議題一的 3 其實是期中審查時有委員詢問沒拍完的地方要再釋出的話要怎麼釋出，像剛剛劉副秘書長提到說當時第 1 次拍賣的狀況下是供給大於需求沒錯，但是幾年過後情況比較不同，所以團隊初步想法是建議說，當有人提出需求或是政府主管機關要去做釋出的話，要先去了解大家的需求情形，然後如果在需求範圍內大家都可以去做分配的話，可以不用拍賣的方式做釋出，可是成本考量比照第一波金額成本做計算，這是我們目前的想法。

❖ 台灣大哥大吳處長忠志補充發言

快速補充一下，關於 28GHz 的部分贊同劉老師和秘書長，針對以前釋出的，採取一樣作法和條件。另一個點可請研究團隊考量，因為 3.5GHz 和 28GHz 如果再標，後續會產生不連續的問題，所以應該要有機制至少可以交易或交換，可能先協調再競標的方式，讓這頻率可以連續且最有效率。

（主持人作結）

有看到英國最近一次拍賣可以讓業者在位置競價階段和既有相鄰頻段得標者進行交易。

（進入 SMRA 模擬拍賣，結束後主持人宣布散會）

附錄 5. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議簽到表

台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research

「國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制 與相關法制研析委託研究」第 2 次座談會　簽到表	
時間：民國 110 年 11 月 12 日 下午 2:00 地點：台經院 208 會議室（台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
台灣電信產業發展協會 劉莉秋 副秘書長	
元智大學資訊傳播學系 葉志良 教授	
前交通部郵電司 鄧添來 司長	
國立臺北大學經濟系 劉崇堅 教授	
中華電信股份有限公司	
台灣大哥大股份有限公司	
台灣之星電信股份有限公司	

1

亞太電信股份有限公司	
遠傳電信股份有限公司	
財團法人台灣經濟研究院	

附錄 6. 國際行動寬頻發展趨勢暨頻譜釋出機制與相關法制研析委託研究第二次座談會會議照片



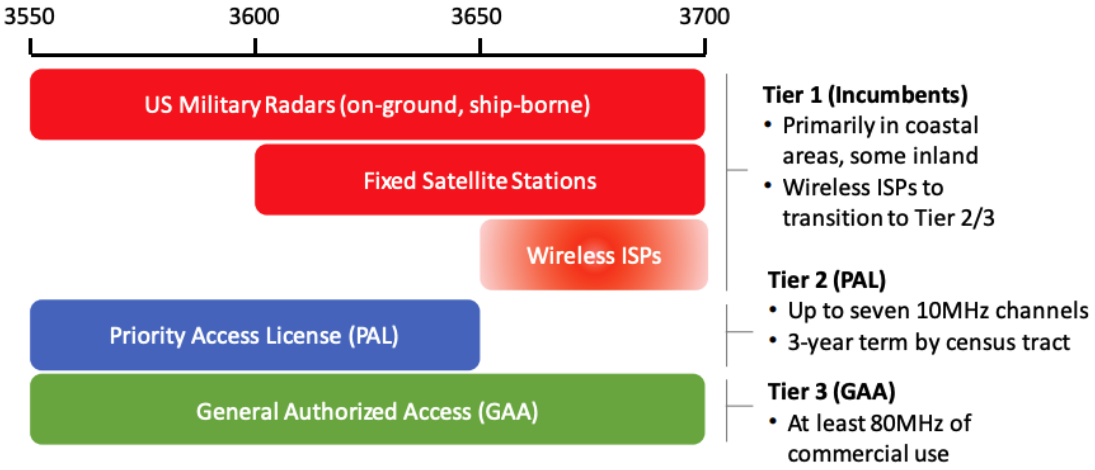
附圖 6.1　各界踴躍參加第二次座談會



附圖 6.2　資格點數模擬活動現場情形

附錄 7. 美國 3.5GHz 共用頻譜執照架構

頻譜接取系統（Spectrum Access System, SAS）[878]將為執照持有者動態分配通道。PAL 執照持有者可於拍賣後要求 SAS 分配特定通道或頻段，但 SAS 無法保證取得，SAS 可能會配合既有使用者（Incumbent Access User）而分配給 PAL 執照持有者不同的通道。既有使用者[879]包含 3550-3700MHz 之聯邦授權使用者、3600-3650MHz 頻段之固定衛星服務(太空對地球)地球電臺，以及 3650-3700MHz 頻段之傳統式無線寬頻（Grandfathered Wireless Broadband）執照持有者，既有使用者得免受 PAL 執照持有者與一般授權接取（General Authorized Access）執照持有者的頻率干擾。在可行的範圍內，SAS 將「分配同一 PAL 執照持有者所持有的連續頻段至每個地理區域的相同通道中」，以及「分配同一 PAL 執照持有者所持有的多個通道至同執照區域之連續頻率中」。然而 SAS 仍可能暫時重分配個別 PAL 至非連續通道，以避免既有使用者運作受干擾（附圖 7.1）。



資料來源：OnGo Alliance. (2018). OnGo: New Shared Spectrum Enables Flexible Indoor and Outdoor Mobile Solutions and New Business Models.

附圖 7.1　共用頻譜執照架構

[878] FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band. Retrieved from https://www.fcc.gov/auction/105/factsheet (May 28, 2021)
[879] FCC. (2020). 3.5 GHz Band Overview. Retrieved from https://www.fcc.gov/35-ghz-band-overview (May 27, 2021)

附錄 8. 美國 3.5GHz 合格申請人名單與 Auction 107 得標者、得標執照數量與標金

附表 8.1　Auction 107 合格申請人名單

合格申請人
8538 Green Street LLC
Agri-Valley Communications, Inc.
AMA Communications, LLC
AT&T Spectrum Frontiers LLC
Bluegrass Consortium
C&C Wireless Holding Company, LLC
C494C17Y Co.
Cal.net, Inc.
California Internet, L.P. dba GeoLinks
Canopy Spectrum, LLC
Carolina West Wireless, Inc.
Cellco Partnership
Cellular South Licenses, LLC
Central Texas Telephone Investments, LP
Cox Communications , Inc.
Cross Telephone Company, L.L.C.
East Kentucky Network, LLC
Etheric Networks Incorporated
FTC Management Group, Inc.
Grand River Communications, Inc
Granite Wireless LLC
Hilliary Acquisition Corp 2016, LLC
Horry Telephone Cooperative, Inc.
InfoWest, Inc
Leap Communications, LLC
LICT Wireless Broadband Company, LLC
Little Bear Wireless L.L.C.
Mark Twain Communications Company
MB License Co LLC
Mountain West Technologies Corporation
NE Colorado Cellular, Inc.
NewLevel II, L.P.
Nex-Tech Wireless, L.L.C.
Northern Valley Communications, LLC
Nsight Spectrum, LLC
Pine Cellular Phones, Inc.
Pioneer Telephone Cooperative, Inc.
Poka Lambro Telecommunications, Ltd.
PVT Networks, Inc.
Radius Broadband Holdings, LLC
Resound Networks, LLC
SAL Spectrum, LLC
Skylake Wireless, LLC

Smith Bagley, Inc. Starwood Holdings LLC T-Mobile License LLC Tarkus Enterprises, LLC dba Zumacom Uintah Basin Electronic Telecommunications, LLC Union Telephone Company United States Cellular Corporation Universal Electrical Contractors W.A.T.C.H. TV Company Whitewater Wireless, L.P. Widespread Wireless, LLC Wisper ISP, LLC Wu, Wanning ZIRKEL Wireless, LLC

資料來源：FCC. (2020). Auction 107 (3.7 GHz Service) Qualified Bidders—Attachment A. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-20-1333A2.pdf (May 28, 2021)

附表 8.2　Auction 107 得標者、得標執照數量與標金

得標者	標得執照數量	支付標金（美元）
Agri-Valley Communications, Inc.	2	4,915,460
AT&T Spectrum Frontiers LLC	1,621	23,406,860,839
Canopy Spectrum, LLC	84	197,021,760
Carolina West Wireless, Inc.	7	18,565,480
Cellco Partnership	3,511	45,454,843,197
Cellular South Licenses, LLC	8	49,850,284
East Kentucky Network, LLC	1	8,675,753
Grand River Communications, Inc.	2	1,590,200
Granite Wireless LLC	1	170,510
Horry Telephone Cooperative, Inc.	3	7,638,336
LICT Wireless Broadband Company, LLC	5	4,267,485
Little Bear Wireless L.L.C.	1	2,510,020
NewLevel II, L.P.	10	1,277,395,688
Nex-Tech Wireless, L.L.C.	5	12,164,043
Nsight Spectrum, LLC	3	5,424,123
Pioneer Telephone Cooperative, Inc.	4	23,652,000
Smith Bagley, Inc.	4	6,635,510
T-Mobile License LLC	142	9,336,125,147
Union Telephone Company	2	3,123,600
United States Cellular Corporation	254	1,282,641,542
Widespread Wireless, LLC	14	64,606,668

資料來源：FCC. (2021). FCC Announces Winning Bidders of 3.7 GHz Service Auction—Attachment A. Retrieved from https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-21-207A2.pdf (May 28, 2021)

附錄 9. 加拿大 600MHz 競標底價與資格點數費用表

附表 9.1　加拿大 600MHz 競標底價與資格點數費用表

服務區域	覆蓋人口數	競標底價（加幣）	
		每人 1MHz 價格（$/MHz/人）	每 10 MHz 區塊價格
Southern Ontario	10,609,746	0.804	85,302,000
Southern Quebec	5,895,985	0.804	47,404,000
British Columbia	4,647,973	0.539	25,053,000
Alberta	4,070,844	0.539	21,942,000
Eastern Ontario and Outaouais	2,435,880	0.539	13,129,000
Eastern Quebec	1,699,378	0.360	6,118,000
Manitoba	1,278,016	0.360	4,601,000
Saskatchewan	1,094,705	0.360	3,941,000
Nova Scotia and Prince Edward Island	1,066,470	0.360	3,839,000
Northern Ontario	778,449	0.360	2,802,000
New Brunswick	745,596	0.360	2,684,000
Newfoundland and Labrador	520,176	0.360	1,873,000
Northern Quebec	193,926	0.360	698,000
Northwest Territories	41,668	0.133	55,000
Nunavut	35,975	0.133	48,000
Yukon	35,928	0.133	48,000
每 10MHz 區塊合計	**35,150,715**	**0.625**	**219,537,000**
		全部區塊合計	**1,536,759,000**

資料來源：ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band (p.6). Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf/$FILE/SLPB-002-18-600MHz-decision-e.pdf (Jun. 8, 2021)

附錄 10. 加拿大 3500MHz 頻段釋照作業之競價者名單

附表 10.1　加拿大 3500MHz 頻段釋照作業之競價者名單

競價者名單
Bell Mobility Inc.
Bragg Communications Inc.
CityWest Cable and Telephone Corp
Cogeco Connexion Inc.
Comcentric Networking Inc.
ECOTEL inc
Iristel Inc.
1085459 Ontario Ltd. O/A Kingston OnLine Services
Lemalu Holdings Ltd.
Multiboard Communications Inc
508896 Alberta Ltd. O/A NETAGO
Nexicom Inc.
Rogers Communications Canada Inc.
Saskatchewan Telecommunications
Sogetel inc.
Star Solutions International Inc.
TBayTel
TELUS Communications Inc.
TerreStar Solutions Inc.
Thomas Communications Ltd.
Valley Fiber Ltd.
Vidéotron ltée
Xplornet Communications Inc.

資料來源：ISED. (2021). Applicants — Auction of Spectrum Licences in the 3500 MHz Band. Retrieved from https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11695.html (Jun. 8, 2021)

附錄 11. EECC 涉及網路共建與共用的相關條文彙整

- EECC 第 47 條，主管機關將對個別無線電頻譜的使用權施加附加條件，以優化及促進頻譜有效使用、拓展涵蓋率，相關措施可能為：
  - 被動式共用、主動式共用或頻譜共用；
  - 簽訂商業漫遊協議；
  - 共同建設基礎設施，以提供需要使用頻譜的網路或服務。

  此條文精神乃是重視頻譜有效使用、促進網路涵蓋範圍。因此主管機關在頻譜使用權附加條件上，不應禁止頻譜共用，且附加條件的執行仍應遵守競爭法。
- 第 52 條，主管機關在決定授予、修改或更新無線電頻譜使用權時，應促進有效競爭並避免扭曲市場競爭。為實現此目標，主管機關應進行市場評估、採取適當措施，例如強制採取漫遊措施以協助市場參進。
- 第 44 條，為實現保護環境、公共衛生、公共安全或達成城鎮和國家規劃的目標，基於通行權（rights of way）的基礎設施建設，主管機關可採取設施共用措施。
- 第 61 之 4 條，主管機關在下列情況有權施加被動式共用、主動式共用，或締結區域漫遊協議等義務：
  - 對於仰賴於頻譜利用的區域服務，有必要進行被動式共用或區域漫遊。
  - 企業無法以公平合理的條款和條件提供可行的替代接取方案予終端用戶。
  - 授予頻譜使用權時已明確指出設施共用的可能性。
  - 市場驅動的基礎設施受制於無法克服的經濟或實體面障礙，導致用戶接取網路服務有所不足，且被動式共用不足以解決上述情況時，可強制要求主動式設施共用。

附錄 12. 美國頻譜管理者、實質轉讓之出租、轉租應用目的與報備責任

附表 12.1　頻譜管理者出租應用目的與報備責任

應用目的	報備責任
新租約或延長租賃期限	由執照持有方完成，執照持有方和承租方確認，並由執照持有方提交到 ULS。
租賃修改或更新	由執照持有方完成，承租方確認，並由執照持有方提交到 ULS。
租賃撤銷	由執照持有方完成、確認，並提交到 ULS。
承租人轉移 （備核與非備核）	由執照持有方完成，轉讓方與受讓方確認，並由被許可方提交到 ULS。

資料來源：FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

附表 12.2　頻譜管理者轉租應用目的與報備責任

應用目的	報備責任
轉租的新分租或期限延長	由執照持有方完成，承租方和轉租方確認，並由承租方提交到 ULS。
轉租修改或更新	由執照持有方完成，透過轉租方確認並由承租方提交給 FCC。
轉租撤銷	由執照持有方完成，透過承租方確認並由承租方提交給 FCC。
轉租人轉移 （備核與非備核）	由執照持有方完成，轉讓方與受讓方確認，並由承租方提交給 FCC。

資料來源：FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

附表 12.3　實質轉讓出租應用目的與報備責任

應用目的	報備責任
新租約或延長租賃期限	由執照持有方和承租方完成，經雙方確認並由被許可方提交到 ULS。
租賃修改或更新	由承租方完成後、確認，並提交到 ULS。
租賃撤銷	由執照持有方完成後、確認，並提交到 ULS。
由承租人控制的轉讓 （核備）	由承租方和轉讓方完成，轉讓方與受讓方確認，並由轉讓方提交到 ULS。
由承租人控制的轉讓 （非核備）	由承租方、轉讓方和受讓方完成，經轉讓方與受讓方確認，並由轉讓方提交到 ULS。

資料來源：FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

附表 12.4　實質轉讓轉租應用目的與報備責任

應用目的	報備責任
轉租的新分租或期限延長	由承租方、轉租方完成，經雙方確認由承租方提交給 FCC 的。
轉租修改或管理更新	由承租方完成後，經過確認並提交給 FCC。
轉租撤銷	由承租方完成後，經過確認並提交給 FCC。
由承租人控制的轉租（核備）	由轉租方和轉讓方完成，經轉讓方與受讓方確認，並由承租方提交給 FCC。
由承租人控制的轉租（非核備）	由轉租方、轉讓方和受讓方完成，經轉讓方與受讓方確認，並由承租方提交給 FCC。

資料來源：FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

附表 12.5　頻譜執照私有公共化（Private Commons）

應用目的	報備責任
頻譜租賃—新增、延長期限，或取消私有公共化模式	由承租方完成後、認證，並提交給 FCC。
頻譜管理者出租—新增、延長期限，或取消私有公共化模式	由執照持有方完成，經承租方確認並提交給 FCC。
頻譜管理者出租—新增、延長期限，或取消私有公共化模式	由執照持有方完成後，由轉租方確認，並由承租方提交給 FCC。
實質轉讓出租—新增、延長期限，或取消私有公共化模式	由承租方完成後、認證並提交給 FCC。
實質轉讓出租—新增、延長期限，或取消私有公共化模式	由承租方完成後，經過確認並提交給 FCC。

資料來源：FCC (2021). Spectrum Leasing. Retrieved from https://www.fcc.gov/spectrum-leasing#block-menu-block-4 (Jul. 23, 2021)

附錄 13. 資格點數模擬說明參考資料（以甲業者為例）

一、模擬情境設定

競價者 5 人，共競價 27 個區塊，每人限競價 10 個區塊，每個區塊資格點數 1 點。

二、模擬腳本規劃

前 8 回合採既定腳本進行，過程中安排一次主動使用資格事件、一次無效標、以及一次主動降低需求區塊數量；最後 2 回合則自由出價。

三、模擬競價過程展示

甲業者　　初始資格點數：10

回合	回合價(億元)	出價				資格點數				Out	暫時得標		財務風險(億元)
		出價	有效性	有效需求區塊	承諾單價(億元)	使用(出價或維持)	下回合上限	資格事件			區塊	價格	
							10	使用次數	剩餘次數				
1	9.27	10	有效	10	9.27	10	10	0	3		2	9.27	18.54
2	9.55	W		2	9.27	2	10	1	2		2	9.27	18.54
3	9.55	10	有效	10	9.55	10	10	1	2		10	9.55	95.5
4	9.55	3	無效	10	9.55	10	10	1	2		10	9.55	95.5
5	9.84		有效	10	9.55	10	10	1	2		10	9.55	95.5
6	9.84		有效	10	9.55	10	10	1	2		10	9.55	95.5
7	9.84		有效	10	9.55	10	10	1	2		2	9.55	19.1
8	9.84	9	有效	9	9.84	9	9	1	2		9	9.84	88.56

9	10.14	9	有效	9	10.14	9	9	1	2		9	10.14	91.26
10	10.14	9	無效	9	10.14	9	9	1	2		9	10.14	91.26
	10.45												

資料來源：本研究彙整。

四、模擬競價各回合說明

第一回合

出價 10 個區塊，本回合使用之資格點數 = 10*1=10 <= 本回合資格點數上限 = 10，為有效標，有效需求區塊 = 10。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 = 10。

第二回合

主動使用資格事件（維持上回合結束後暫持得標區塊之資格點數 = 2*1 = 2 < 本回合資格點數上限 = 10，且上回合結束後資格事件使用次數 <3，符合條件），本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊 = 2*1 = 2，有效需求區塊 = 上回合結束後暫時得標區塊 = 2。

下回合資格點數上限 = 本回合資格點數上限 = 10。

第三回合

出價 10 個區塊，本回合使用之資格點數 = 10*1 = 10 <= 本回合資格點數上限 = 10，且出價區塊 = 10 > 上回合結束後暫時得標區塊 = 2，為有效標（本回合之回合價 9.55 億元 > 上回合結束後之暫時得標價 9.27 億元，升價回合出價區塊應 >= 上回合結束後暫時得標區塊），有效需求區塊 = 10。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 = 10。

第四回合

出價 3 個區塊，本回合出價使用之資格點數 = 3*1=3 <= 本回合資格點數上限 = 10，但出價區塊 = 3 < 上回合結束後暫時得標區塊 = 10，為無效標（本回合之回合價 9.55 億元 = 上回合結束後之暫時得標價，平價回合出價區塊應 > 上回合結束後暫時得標區塊），故本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10*1 = 10，有效需求區塊 = 上回合結束後暫時得標區塊 = 10。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10。

第五回合

本回合不出價，本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10*1=10 <= 本回合資格點數上限 = 10，為有效標，有效需求區塊 = 10。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10。

第六回合

本回合不出價，本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10*1=10 <= 本回合資格點數上限 = 10，為有效標，有效需求區塊 = 10。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10。

第七回合

本回合不出價，本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10*1=10 <= 本回合資格點數上限 = 10，為有效標，有效需求區塊 = 10。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 = 10。

第八回合

出價 9 個區塊，本回合使用之資格點數 =9*1=9 <= 本回合資格點數上限 =10，且出價區塊 =9 >= 上回合結束後暫時得標區塊 =2，為有效標（本回合之回合價 9.84 億元 > 上回合結束後之暫時得標價 9.55 億元，升價回合出價區塊應 >= 上回合結束後暫時得標區塊），有效需求區塊 =9。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 =9。

第九回合

出價 9 個區塊，本回合使用之資格點數 =9*1=9 <= 本回合資格點數上限 =9，且出價區塊 =9 >= 上回合結束後暫時得標區塊 =9，為有效標（本回合之回合價 10.14 億元 > 上回合結束後之暫時得標價 9.84 億元，升價回合出價區塊應 >= 上回合結束後暫時得標區塊），有效需求區塊 =9。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 =9。

第十回合

出價 9 個區塊，本回合使用之資格點數 =9*1=9 <= 本回合資格點數上限 =9，但出價區塊 =9= 上回合結束後暫時得標區塊 =9，為無效標（本回合之回合價 10.14 億元 = 上回合結束後之暫時得標價，平價回合出價區塊應 > 上回合結束後暫時得標區塊），故本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 =9*1 = 9，有效需求區塊 = 上回合結束後暫時得標區塊 =9。

下回合資格點數上限 = 本回合使用之資格點數 = 維持上回合結束後暫時得標區塊之資格點數 =9。

五、模擬競價過程展示欄位說明

本次模擬各回合出價、資格點數與財務風險的判斷與計算方式說明如下表：

出價								資格點數			財務風險
出價	說明		條件		有效性	有效需求區塊	承諾單價	該回合使用量（出價或維持）	下回合上限	資格事件使用次數	
數字≠0	出價	有效	1. 回合價 > 上回合結束後暫時得標價；且 2. 該回合資格點數上限 >= 該回合出價區塊 x 單位資格點數 3. 該回合出價區塊 >= 上回合結束後暫時得標區塊	1. 回合價 = 上回合結束後暫時得標價；且 2. 該回合資格點數上限 >= 該回合出價區塊 x 單位資格點數 3. 該回合出價區塊 > 上回合結束後暫時得標區塊	有效	該回合出價區塊	該回合之回合價	該回合出價區塊 x 單位資格點數	該回合使用量	上回合資格事件使用次數	暫時得標區塊數 x 暫時得標單價
		無效	1. 回合價 > 上回合結束後暫時得標價；且 2. 該回合出價區塊 x 單位資格點數 > 該回合資格點數上限 3. 該回合出價區塊 < 上回合結束後暫時得標區塊	1. 回合價 = 上回合結束後暫時得標價；且 2. 該回合出價區塊 x 單位資格點數 > 該回合資格點數上限 3. 該回合出價區塊 <= 上回合結束後暫時得標區塊	無效	上回合結束後暫時得標區塊	上回合結束後暫時得標價	上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數	該回合使用量	上回合資格事件使用次數	

	不出價	上回合結束後暫時得標區塊 = 0	1. 該回合未出價；且 2. 上回合結束後暫時得標區塊 = 0	有效	上回合結束後暫時得標區塊 = 0	上回合結束後暫時得標價	上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數 = 0	該回合使用量 = 0	上回合資格事件使用次數	
		上回合結束後暫時得標區塊 ≠ 0	1. 該回合未出價；且 2. 上回合結束後暫時得標區塊 ≠ 0	有效	上回合結束後暫時得標區塊	上回合結束後暫時得標價	上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數	該回合使用量	上回合資格事件使用次數	
	資格事件	系統自動使用	1. 該回合無效標；且 2. 上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數 < 該回合資格點數上限；且 3. 上回合結束後資格事件使用次數 < 3	無效	上回合結束後暫時得標區塊	上回合結束後暫時得標價	上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數	該回合上限	上回合資格事件使用次數 + 1	
W		主動申請使用	1. 上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數 < 該回合資格點數上限；且 2. 上回合結束後資格事件使用次數 < 3		上回合結束後暫時得標區塊	上回合結束後暫時得標價	上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數	該回合上限	上回合資格事件使用次數 + 1	
	失去競價資格（out）		資格點數上限 = 0	無效	上回合結束後暫時得標區塊	上回合結束後暫時得標價	上回合結束後暫時得標區塊 x 單位資格點數	0	上回合資格事件使用次數	

資料來源：本研究彙整。

附錄 14. 資格點數模擬 3.5GHz 頻段拍賣過程（完整 180 回合模擬情形）

回合	回合價（億元）	中華電信	遠傳電信	亞太電信	台灣大哥大	台灣之星
1	9.27	10	10	6	9	4
2	9.55	10				4
3	9.55		10	6		
4	9.84				9	4
5	9.84		10	5		
6	10.14	10				4
7	10.14		10		9	
8	10.45	10		5		
9	10.45				8	4
10	10.77		10			
11	10.77	10			8	
12	11.1			4	8	4
13	11.1	10				
14	11.1		10			
15	11.44	10		4		4
16	11.44		10			
17	11.79		10		8	
18	11.79	10				
19	12.15		10	4		4
20	12.15	10			8	
21	12.52			4	8	
22	12.52		10			
23	12.52	10				4
24	12.9	10		4		
25	12.9		10			4
26	13.29			4	7	
27	13.29		10			
28	13.29	10				4
29	13.69		10			
30	13.69				7	4
31	13.69	10		3		
32	14.11				7	
33	14.11		10			
34	14.11	10				4

35	14.54		10	3		
36	14.54	10				
37	14.54				7	4
38	14.98	10				
39	14.98				7	4
40	14.98		10	3		
41	15.43	10		3		
42	15.43		10			4
43	15.9				7	
44	15.9	10		3		
45	15.9		10			4
46	16.38	10				
47	16.38				7	4
48	16.38		10			
49	16.88			3	7	
50	16.88		10			
51	16.88	10				
52	17.39			3		4
53	17.39				7	
54	17.39		10			
55	17.39	10				
56	17.92	10				
57	17.92			3	7	
58	17.92		10			
59	18.46	10				4
60	18.46		10			
61	18.46			3	7	
62	19.02	10				
63	19.02				7	4
64	19.02		10			
65	19.6		10	3		
66	19.6	10				
67	19.6				7	
68	20.19				7	4
69	20.19	10				
70	20.19		10			
71	20.8	10		3		

72	20.8				7	4
73	20.8		10			
74	21.43			3		4
75	21.43		10			
76	21.43	10				
77	22.08				7	
78	22.08	10				4
79	22.08		10	3		
80	22.75	10				
81	22.75		10			
82	22.75			3		4
83	23.44				7	
84	23.44		10			
85	23.44	10				
86	24.15			3		4
87	24.15	10				
88	24.15				7	
89	24.15		10			
90	24.88				7	
91	24.88	10				
92	24.88		10	3		
93	25.63	10				4
94	25.63				6	
95	25.63		10	3		
96	26.4				6	4
97	26.4		10	2		
98	26.4	10				
99	27.2		10			
100	27.2	10				
101	27.2				6	
102	27.2			2		4
103	28.02	10				4
104	28.02			2	6	
105	28.02		10			
106	28.87	10				
107	28.87			2	6	
108	28.87		10			

109	29.74			2		4
110	29.74				6	
111	29.74	10				
112	29.74		10			
113	30.64			2		4
114	30.64		10			
115	30.64	10				
116	30.64				6	
117	31.56	10				
118	31.56				6	4
119	31.56		10			
120	32.51	10		2		
121	32.51				6	
122	32.51		10			
123	33.49	10				4
124	33.49			2	6	
125	33.49		10			
126	34.5		10			
127	34.5	10				
128	34.5			2	6	4
129	35.54		10			
130	35.54	10		2		
131	35.54				6	4
132	36.61				6	4
133	36.61	10				
134	36.61		10	2		
135	37.71				6	
136	37.71			2		4
137	37.71		10			
138	37.71	10				
139	38.85	10		2		
140	38.85		10			
141	38.85				6	4
142	40.02		10			
143	40.02				6	
144	40.02	10				4
145	41.23		8	2		

146	41.23	10				
147	41.23				6	4
148	42.47					4
149	42.47	10				
150	42.47			2	6	
151	42.47		8			
152	43.75					4
153	43.75			2		
154	43.75	9				
155	43.75				6	
156	43.75		8			
157	45.07			2		
158	45.07	9				
159	45.07					4
160	45.07				6	
161	45.07		8			
162	46.43	9				
163	46.43					4
164	46.43		8			
165	46.43				6	
166	47.83			2		
167	47.83					4
168	47.83		8			
169	47.83				6	
170	47.83	9				
171	49.27			2		
172	49.27		8			
173	49.27					4
174	49.27	9				
175	49.27				6	
176	50.75	9				
177	50.75		8			
178	50.75				6	
179	50.75					
180	50.75					

附錄 15. 資格點數法規調適建議

條文	修正條文	現行條文	說明
§2	十五、資格點數：指競價者於數量競價階段每回合用以提出需求區塊數量之點數。 十六、資格事件：可維持資格點數上限之機制，競標者發生資格事件之回合將暫時棄權，資格事件可由電子報價系統於滿足條件後自動發生或由競價者於滿足條件下主動申請。	十五、（本款新增） 十六、（本款新增）	將現行法規納入資格點數機制，本條新增第十五項、第十六項有關於資格點數及資格事件之名詞定義。
§14	4. 申請人應額外繳納押標金(額外押標金)以取得初始資格點數。若申請人未於主管機關規定期限內繳交額外押標金，該申請人將被排除於競價程序外，且已繳納之押標金及其利息不予發還。 一、單位資格點數以每區塊為單位設定，每區塊單位資格點數訂為X。 二、額外押標金計算方式如下： 預計取得區塊數量之資格點數乘以單位資格點數押標金。每單位資格點數押標金由主管機關另行公告。 三、額外押標金應以電匯方式匯入主管機關指定帳戶，匯款時應填寫申請人之公司名稱、地址及電話。	4. （本項新增）	本條新增第 4 項有關取得初始資格點數、計算及繳納額外押標金之相關規定。
§25	1. 主管機關於數量競價階段每一回合開始十分鐘前通知各競價者下列資訊： 一、競標日期與該回合競標開始時間。 二、該回合各頻段之單位區塊價金（以下簡稱回合價）。 三、其可使用資格事件的剩餘次數。	1. 主管機關於每一回合開始十分鐘前公布該回合各頻段之單位頻寬價金（以下簡稱回合價）。 2. 前項所稱單位頻寬指： 一、1800MHz 頻段為上下行各 10MHz。 二、3500MHz 頻段為 10MHz。	一、為配合資格點數機制，將條文中之「頻寬」概念改為「區塊數量」概念。 二、本條第 1 項於數量競價階段每一回合開始前通知各競價者

	四、其該回合資格點數上限。 2. 前項所稱單位區塊指： 一、1800MHz 頻段為上下行各 10MHz。 二、3500MHz 頻段為 10MHz。 三、28000MHz 頻段為 100MHz。 3. 每一回合競價者得對其需求頻段提出需求區塊數量；該回合之回合價為其承諾單價。 4. 競價者於該回合未提出需求區塊數量或提出需求區塊數量無效時，其最近前一回合結束後之暫時得標區塊數量為該回合之需求區塊數量；其最近一次提出需求區塊數量之回合價視為該回合之承諾單價。 5. 每一回合各頻段之回合價依下列情形定之： 一、當前一回合承諾單價為回合價者之需求區塊數量合計大於或等於競價區塊數量時，該回合之回合價為前一回合回合價之一點零三倍，計算至新臺幣一百萬元，未滿新臺幣一百萬元者無條件進位計算。 二、無前款情形者，該回合之回合價為前一回合之回合價。 三、第一回合之回合價為底價之一點零三倍，計算至新臺幣一百萬元，未滿新臺幣一百萬元者，無條件進位計算。	三、28000MHz 頻段為 100MHz。 3. 每一回合競價者得對其需求頻段提出需求頻寬；該回合之回合價為其承諾單價。 4. 競價者於該回合未提出需求頻寬或提出需求頻寬無效時，其最近一次提出之需求頻寬視為該回合之需求頻寬；其最近一次提出需求頻寬之回合價視為該回合之承諾單價。 5. 每一回合各頻段之回合價依下列情形定之： 一、當前一回合承諾單價為回合價者之需求頻寬合計大於或等於競價頻寬時，該回合之回合價為前一回合回合價之一點零三倍，計算至新臺幣一百萬元，未滿新臺幣一百萬元者無條件進位計算。 二、無前款情形者，該回合之回合價為前一回合之回合價。 三、第一回合之回合價為底價之一點零三倍，計算至新臺幣一百萬元，未滿新臺幣一百萬元者，無條件進位計算。	之資訊，補充與資格點數相關之資訊。
§25-1	1. 每一回合主管機關依下列順序由先至後排列競價者之序位： 一、競價者之承諾單價等於該回合之回合價。有二以上競價者合於本款規定時，以電腦抽籤方式決定之。 二、競價者之需求區塊數量等於前一回合暫時得標區塊數量。有二以上競價者合於本款規定時，以電腦抽籤方式決定之。	1. 每一回合主管機關依下列順序由先至後排列競價者之序位： 一、競價者之承諾單價等於該回合之回合價。有二以上競價者合於本款規定時，以電腦抽籤方式決定之。 二、競價者之需求頻寬等於前一回合暫時得標	為配合資格點數機制，將條文中之「頻寬」概念改為「區塊數量」概念。

	三、其他前一回合取得暫時得標區塊數量之競價者。 2. 主管機關依前項規定於每一回合依序分配競價者之暫時得標區塊數量；序位為第一者依其需求區塊數量分配，分配後之餘數再依序分配予其他競價者，至序位最後一位，或分配之暫時得標區塊數量累計達競價區塊數量止。 3. 獲分配暫時得標區塊數量者為暫時得標者，其承諾單價為暫時得標單價。	頻寬。有二以上競價者合於本款規定時，以電腦抽籤方式決定之。 三、其他前一回合取得暫時得標頻寬之競價者。 2. 主管機關依前項規定於每一回合依序分配競價者之暫時得標頻寬；序位為第一者依其需求頻寬分配，分配後之餘數再依序分配予其他競價者，至序位最後一位，或分配之暫時得標頻寬累計達競價頻寬止。 3. 獲分配暫時得標頻寬者為暫時得標者，其承諾單價為暫時得標單價。	
§26	1. 競價者應依下列規定提出需求區塊數量： 一、競價者得同時對各頻段提出需求區塊數量，其提出之需求區塊數量應符合第十八條頻寬限制之規定。 二、競價者每回合之資格點數使用量不得超過該回合可用資格點數上限。資格點數使用量依以下方式計算： （一）該回合競價者提出之需求區塊數量乘以單位資格點數，為其該回合資格點數使用量。 （二）若該回合競價者並未提出需求區塊數量或提出之需求區塊數量無效時，最近前一回合結束後其暫時得標區塊數量乘以單位資格點數，為其該回合資格點數使用量。 （三）若該回合競價者並未競價任何區塊，且最近前一回合結束後未持有任何暫時得標區塊，其該回合資格點數使用量為零。 三、競價者提出之需求區塊數量應大於或等於其前一回合之暫	1. 競價者應依下列規定提出需求頻寬： 一、競價者得同時對各頻段提出需求頻寬，其提出之需求頻寬應符合第十八條頻寬限制之規定。 二、第一百回合前以十回合為一期，第一百零一回合起以五回合為一期。第五十一回合起，3500MHz 頻段每期各回合提出之需求頻寬，不得超過該頻段前一期提出之需求頻寬或前一期各回合之暫時得標頻寬之最大值；前一期各回合均未提出有效需求頻寬時，不得超過該頻段前一期各回合之暫時得標頻寬之最大值。 三、競價者提出之需求頻寬應大於或等於其前一回合之暫時得標頻寬。但其前一回合暫時得標單價等於該回合之回合價時，提出	一、為配合資格點數機制，將條文中之「頻寬」概念改為「區塊數量」概念。 二、本條第 1 項第 2 款之加速機制，改為第一回合開始之資格點數機制，每回合之資格點數使用量不得超過該回合資格點數上限，並說明資格點數使用量計算方式。 三、本條新增第 2 項有關資格點數上限之計算方式。

	時得標區塊數量。但其前一回合暫時得標單價等於該回合之回合價時，提出之需求區塊數量應大於其前一回合之暫時得標區塊數量。 四、競價者每次提出之需求區塊數量須以第二十五條第二項單位區塊為單位；電子報價系統採列舉方式，供競價者勾選需求區塊數量。 2. 資格點數上限僅會維持或下降。初始資格點數為第一回合資格點數上限；第二回合開始，資格點數上限依下列方式計算： 一、若最近前一回合未發生資格事件，該回合資格點數上限為競價者於最近前一回合之資格點數使用量。 二、若最近前一回合發生資格事件，該回合資格點數上限為最近前一回合之資格點數上限。 三、若失去競價資格，資格點數上限為零。 3. 競價者任一頻段提出之需求區塊數量不符前二項規定，其提出視為無效。	之需求頻寬應大於其前一回合之暫時得標頻寬。 四、競價者每次提出之需求頻寬須以第二十五條第二項單位頻寬為單位；電子報價系統採列舉方式，供競價者勾選需求頻寬。 2. （本項新增） 3. 競價者任一頻段提出之需求頻寬不符前項規定，其提出視為無效。	
§30	1. 主管機關應於數量競價階段每回合結束時（不含最後一回合），通知各該競價者下列資訊： 一、其於該回合所提出之有效需求區塊數量及提出時間。[880] 二、其各頻段暫時得標區塊數量及暫時得標單價。 三、其累計之資格事件次數。[881] 四、其下一回合之資格點數上限。 五、其財務風險扣除押標金及資格點數額外押標金後之金額。 六、各頻段之超額需求頻寬，以 20 MHz 的整數倍數為單位呈	1. 主管機關應於每回合結束時，通知各該競價者下列資訊： 一、其於該回合所提出需求頻寬、提出時間及提出有效性判定。 二、其各頻段暫時得標頻寬及暫時得標單價。 三、其累計之暫時棄權數。 四、第五十一回合起，其依第二十六條第一項第二款計算之上限。	一、為配合資格點數機制，將條文中之「頻寬」概念改為「區塊數量」概念，「暫時棄權」概念改為「資格事件」概念。 二、本條第 1 項於數量競價階段每回合結束時（不含最後一回合）通知各競價者之資訊，新增第 5 款若該回合結束數量競

[880] 參考英國僅通知競價者該回合有效競標區塊數量。

[881] 參考英國公布之資訊為競價者可使用資格事件的剩餘次數，與我國規定的概念相同，故不進行調整。

	現其超額需求頻寬範圍。 2. 主管機關應於主要競價回合結束時，通知各該競價者其補充競價回合之適格性。 3. 主管機關應於數量競價階段每回合結束時，公布下列資訊[882]： 一、各頻段該回合承諾單價為回合價者之需求區塊數量合計。 二、各頻段之超額需求頻寬，以 20 MHz 的整數倍數為單位呈現其超額需求頻寬範圍。[883] 三、各頻段該回合暫時得標區塊數量達第十八條第一項頻寬上限之競價者家數。 四、所有競價者資格事件累計總次數。 五、喪失競價資格總家數。 六、全數有權提出需求區塊數量之競價者在同一回合均未提出新的有效需求區塊數量或提出資格事件之累計總次數。 七、下回合是否可能為全數有權提出需求區塊數量之競價者連續二次未提出新的有效需求區塊數量或提出資格事件之結束回合。	五、（本款新增） 六、（本款新增） 2. 主管機關應於主要競價回合結束時，通知各該競價者其補充競價回合之適格性。 3. 主管機關應於每回合結束時，公布下列資訊： 一、各頻段該回合承諾單價為回合價者之需求頻寬合計。 二、各頻段該回合承諾單價為回合價者之需求頻寬及承諾單價未達回合價者之前一回合暫時得標頻寬等各頻寬之總和。 三、各頻段該回合暫時得標頻寬達第十八條第一項頻寬上限之競價者家數。 四、所有競價者暫時棄權累計總次數。 五、喪失競價資格總家數。 六、全數有權提出需求頻寬之競價者在同一回合均未提出有效需求頻寬之累計總次數。 七、下回合是否可能為全數有權提出需求頻寬之競價者連續二次未為有效提出之結束回合。	價拍賣競價者尚須支付之價金差額（財務風險扣除押標金及額外押標金）、與第 6 款超額需求頻寬範圍。 三、本條第 3 項二公布之資訊為「該回合所有有效競需求頻寬＋所有未提出競價者前一回合暫時得標頻寬」，扣除競價頻寬即可得出超額需求頻寬，故改為公布超額需求頻寬。 四、本條第 1 項及第 3 項之超額需求頻寬，改以 20 MHz 的整數倍數為單位揭露其範圍。 五、數量競價階段結束條件，因未出價以維持上回合暫時得標區塊數量屬於提出有效需求，故「未提出有效需求頻寬」改為「未提出新的有效需求區塊數量或提出資格事件」。
§31	1. 競價者於第一回合未提出或為無效提出者，主管機關廢止其競	1. 競價者於第一回合未提出或為無效提出者，主	一、為配合資格點數機制，將條文

[882] 英國並未於數量競價階段每回合結束時公布資訊，僅在數量競價階段每天最後一回合及數量競價階段結束時對外公布資訊。

[883] 英國公布之資訊為「該頻段以 20 MHz 的最小嚴格正整數倍數（大於超額需求頻寬）呈現的超額需求頻寬」，非準確超額需求頻寬，其準確超額需求頻寬計算方式為「（所有有效競標區塊數＋所有未提出競價者前一回合暫時得標區塊數－競價區塊數量）x10MHz」。而我國規定的公布資訊為「該回合所有有效競需求頻寬＋所有未提出競價者前一回合暫時得標頻寬」，只要扣除競價頻寬即可得出超額需求。此處超額需求頻寬呈現方式為研究團隊建議之版本。

	價資格。 3. 自第二回合開始，電子報價系統於滿足條件時將於該回合自動使用資格事件，將該回合之資格點數上限維持至下一回合。自動使用之條件如下： 一、競價者於該回合提出之需求區塊數量無效；且 二、競價者於該回合維持前一回合暫時得標區塊之資格點數低於該回合資格點數上限；且 三、尚未使用滿三次資格事件。 4. 自第二回合開始，競價者可於該回合主動申請使用資格事件，將該回合資格點數上限維持至下一回合。申請使用之條件如下： 一、競價者該回合用於維持前一回合暫時得標區塊之資格點數低於該回合資格點數上限；且 二、競價者該回合未提出需求區塊數量。 三、尚未使用滿三次資格事件。 5. 競價者於數量競價中，擬放棄繼續提出時，應於第二十四條第二項規定時間內，利用電子報價系統向主管機關表示放棄。但競價者已於該回合提出需求區塊數量者，不得於該回合為之。 6. 暫時得標者於數量競價進行中，因第二項規定喪失繼續提出資格或第四項放棄繼續提出之情事者，仍保留其暫時得標者之資格，至無暫時得標區塊數量為止。	管機關廢止其競價資格。 2. 競價者於數量競價中，暫時棄權達四次者，主管機關廢止其繼續提出需求頻寬之資格（本項廢止）。 3. 有下列情形之一者，視為暫時棄權： 一、每一回合之非暫時得標者未於該回合提出。 二、經認定於回合中之提出需求頻寬無效。 4. （本項新增） 5. 競價者於數量競價中，擬放棄繼續提出時，應於第二十四條第二項規定時間內，利用電子報價系統向主管機關表示放棄。但競價者已於該回合提出需求頻寬者，不得於該回合為之。 6. 暫時得標者於數量競價進行中，因第二項規定喪失繼續提出資格或第四項放棄繼續提出之情事者，仍保留其暫時得標者之資格，至無暫時得標頻寬為止。	中之「頻寬」概念改為「區塊數量」概念，「暫時棄權」概念改為「資格事件」概念。 二、因改採資格點數機制與「資格事件」概念，故廢止本條第 2 項原暫時棄權達四次者喪失繼續提出需求頻寬資格之相關規定。 三、本條第 3 項暫時棄權認定條件改為電子報價系統自動使用資格事件條件，並新增第 4 項主動申請使用資格事件條件。

註：其他條文文字建議修改如下：

§21-1：頻寬數量競價改為區塊數量競價。

§26-1、§27、§31-1、§31-2、§31-3、§33：頻寬改為區塊數量。

資料來源：本研究改自行動業務寬頻管理規。

附錄 16. 其他工作項目執行情形

一、定期報告進度辦理情形

第一次進度報告工作會議（三月）	
時間地點	2021 年 3 月 11 日（四）下午 3 時 30 分 於交通通訊傳播大樓 404 會議室
會議大綱	1.Starlink 相關議題研析 2.非地面網路（NTN）定義與議題研析 3.NTN 網路發展對我國影響研析 4.瑞典及芬蘭合資公司相關議題研析 5.3G 關臺資料彙整 6.工作項目執行規劃 7.研究預期成果、研究報告大綱 8.低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析
會議要點（另透過電話或郵件以電子檔回覆諮詢問題）	1.持續追蹤 Starlink 於英國、德國、澳洲監管細節與日本、韓國服務情況，以及其他後續發展。 2.持續追蹤各國對 Starlink 設立之市場進入（market access）障礙或限制。 3.彙整各國功率、天線開口角、仰角等地球電臺限制。 4.SpaceX 於英國設立登記 Starlink Internet Service Limited 資本額為 1 英鎊是否僅係象徵性登記？ 5.持續追蹤 3G 關臺後續補償措施。 6.報告撰寫上，參考評選會議委員建議如建立國際比較架構、以議題別撰寫而非單一國家撰寫，及與通傳會相關之問題熱點以做為政策參考。
第二次進度報告工作會議（四月）	
時間地點	2021 年 4 月 19 日（一）下午 3 時 30 分 於交通通訊傳播大樓 404 會議室
會議大綱	1.Starlink 於法國及紐西蘭發展情形研析 2.Starlink 用戶終端相關議題研析 3.Starlink 於日韓發展情形追蹤
會議要點（另透過電話或郵件以電子檔回覆諮詢問題）	1.研析法國核准執照效期為 10 年之原因？ 2.法國與紐西蘭地球電臺設置點與涵蓋範圍是否限制於偏鄉？ 3.Starlink 用戶終端設備是否限制服務位置？ 4.持續追蹤德國位置執照詳細狀況。 5.持續追蹤 Starlink New Zealand 於紐西蘭用戶終端頻段執照狀況。 6.Starlink 行動式地球電臺（ESIM）使用頻段與執照干擾問題解決方式？ 7.持續追蹤日本 Starlink 執照核發進度與核發類型，以及 Starlink 於日本之商業合作模式。

第三次進度報告工作會議（五月）	
時間地點	2021 年 5 月 17 日（一） 基於防疫考量，與委辦單位達成共識，以電子檔提供。
會議大綱	1.Starlink 相關議題研析 2.德國位置執照 3.英國 5G 釋照近況 4.香港 5G 釋照最新規劃 5.丹麥 2.1GHz 頻段涵蓋義務相關議題研析
會議要點（另透過電話或郵件以電子檔回覆諮詢問題）	由於疫情關係，進度報告改以電郵方式提問。 1.請問英國法規中是否有合作（或代理）申請的規定？需要準備什麼資料？ 2.請問英國的允許頻譜交易是否有閉鎖期（不允許交易之期限）規定？ 3.請問香港競標時，關於合資公司的規定為何？如何認定？ 4.有關國外授權 Starlink 案例，還請瞭解：是否限於偏鄉服務？各國核給 Starlink 的頻段不一，請問考量是什麼？Starlink 最小需要多少頻寬？ 5.Starlink 與地方業者合作契約的案例中，主管機關需要審核些什麼資料？ 6.之後也歡迎提供契約中其他議題的進度報告
第四次進度報告工作會議（六月）	
時間地點	2021 年 6 月 22 日（二） 基於防疫考量，與委辦單位達成共識，以電子檔提供。
會議大綱	1.世界主要國家 5G 釋照近況 2.國際低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析 3.國際低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析 4.英國頻譜交易議題研析 5.香港合資公司議題研析 6.Starlink 相關議題研析
會議要點（另透過電話或郵件以電子檔回覆諮詢問題）	由於疫情關係，進度報告改以電郵方式提問。 1.有關英國拍賣機制中，單位資格點數訂定「700MHz FDD 一頻塊為 4 點、700MHz SDL 一頻塊為 1 點，3.6-3.8GHz 頻段一頻塊為 1 點」其考量因素為何？ 2.有關美國拍賣 3.45GHz 頻段 (Auction 110)，其頻段上限設定為「在拍賣結束的前四年內，執照持有者可以在任何時間點、任何 PEA 內，持有最多 4 個 3.45GHz 的 10MHz 區塊。」其考量因素為何？ 3.有關美國 3.45GHz 頻段合作共享模式？優先權？ 4.美國 Auction107、110 的底價訂定為何？考量因素為何？（建議可以加入與 Auction105、107、108、110 綜整比較） 5.建議在介紹拍賣機制的時候（例如美國的 Auction 105~110），遇到比較特殊機制設計介紹的時候，可以適當地帶入圖說或流程圖之類的（像介紹英國那樣），增進瞭解！ 6.有關加拿大 3.5GHz 頻段拍賣的「從屬與關聯實體規則」，提到「認

	定為關聯實體之申請人，經 ISED 審查確認此參加競價行為不會對競價作業產生負面影響，始得單獨參加競價」，這邊『對競價作業產生負面影響』有進一步的定義或解釋嗎？ 7.有關 P.100 的國際 4 大低軌衛星服務業者之佈署情形的「衛星系統數量」是否皆為 ITU 核准的數量？因為 Starlink 也是計畫發射 4 萬多顆，但已經 ITU 核准為 1 萬 2000 顆。 8.在 P.114 英國低軌衛星執照規範中「執照持有者應記錄網路中所有終端之營運特性（如固定安裝位置）或行動通訊營運之車輛、飛機、船隻或火車終端裝設細節、相關路線及 Ofcom 可能基於行政目的而欲接取之營運區域。」，這邊的「終端」指的是什麼？包括用戶終端設備(天線)嗎？ 9.有關 Starlink 於英國獲准之使用頻段，在 28GHz 的部分似乎是間斷的（27.5-27.8185GHz、28.4545-28.8265 GHz），請瞭解未釋出的部分用途與期限？ 10.請再瞭解德國相關法規衛星執照屆期換照程序與條件。 11.另外，西班牙最近將 5G 頻譜底價調降，請再瞭解原因為何？
第五次進度報告工作會議（七月）	
時間地點	2021 年 7 月 30 日（五） 基於防疫考量，與委辦單位達成共識，以電子檔提供。
會議大綱	1. 第一次座談會規劃 2. 主要國家 5G 網路建設政策 3. 主要國家 5G 網路合作議題 4. 主要國家 5G 應用發展情形 5. 標竿國家 5G 人口涵蓋率研析 6. 美國及加拿大低軌衛星通訊服務監理機制 7. 低軌衛星相關議題研析
會議要點（另透過電話或郵件以電子檔回覆諮詢問題）	由於疫情關係，進度報告改以電郵方式提問。 1. 目前 GSO 衛星用途？ 2. 國外監理機關是否衡量相關的效益才開放衛星服務？然後什麼面向的效益？ 3. 開放衛星帶來的影響（國安、資安方面） 4. 國際上是否有同步衛星海事行動通訊（MSS）相關監理情形。
第六次進度報告工作會議（八月）	
時間地點	2021 年 8 月 30 日（一） 基於防疫考量，與委辦單位達成共識，以電子檔提供。
會議大綱	1. 主要國家聯合申請規範彙整 2. 英國 700MHz、3.6-3.8GHz 拍賣資格點數案例 3. 日韓固定網路普及率與資費現況 4. 第一次座談會辦理情形
會議要點（另透過電話或郵件以電子檔回覆諮	由於疫情關係，進度報告改以電話或電子方式提問。 1. 近期我國 2 家行動業者對外揭露資訊顯示，後續尚涉及 700MHz 及 2600MHz 頻段之頻率改配計畫、700MHz 頻段是否開放作共頻共網使用、遠傳電信與鴻海集團股權交換，請針對相關合作模式涉及的頻率改配或頻率共用、實際可使用頻寬上

詢問題）	限、消費者權益、下一階段 5G 頻率釋出之申請資格等相關議題預為研析因應。 2. 近期我國 2 家行動業者之合作，除共頻共網外，尚包括取得 11.58%股份，並擔任 1 席董事，雖未有顯著單方效果，惟可能影響亞太電信資費定價策略，有促發共同效果之形成，致減損行動寬頻服務市場價格競爭之虞，後續涉及整體電信市場結構之變化、產業競爭、消費者權益，以及本會電信市場競爭政策等議題，請蒐集及研議國際電信監理機關處理此等議題之相關案例，以作為擬定相關監理政策之參考。 3. 建議參酌近期英國與美國 5G 拍賣方式，研擬相關競價規則並模擬其適合我國下階段競標機制。
期中報告後工作會議（九月）	
時間地點	2021 年 9 月 14 日（二） 交通通訊傳播大樓 2001 會議室。
會議大綱	後續研析方向如下： 1. 參考英國、美國研析競價規則 2. 模擬資格點數操作 3. 遠傳亞太合作案例啟示與因應策略 4. 衛星與行動通訊技術演進之關聯 5. 3G 關閉技術需要注意的地方如何因應未來技術
會議要點	遵照上述方向調整後續期末報告研析重點
第七次進度報告工作會議（十月）	
時間地點	2021 年 10 月 29 日（五） 基於防疫考量，與委辦單位達成共識，以電子檔提供。
會議大綱	1. SMRA 改良版資格點數規則研析 2. 遠傳與亞太合作議題研析
會議要點（另透過電話或郵件以電子檔回覆諮詢問題）	由於疫情關係，進度報告改以電話或電子方式提問。 持續研析以下議題，納入座談會主題蒐集並彙整各界意見： 1. 競價規則的部份，希望看到像如何對業者介紹這套規則的優點；觀察業者操作起來有沒有什麼窒礙難行的地方；後續可以再優化、更平易進人之處，並納入報告。 2. 分析的部份，希望可以看到量化的敘述，例如引用 OO 分析或觀察國際拍賣經驗... ，預期執行 30 回合、50 回合以後...，逐步收斂、超額需求降至原本的 XX...等等，達到 OO 的預期成效。

資料來源：本研究彙整。

二、諮詢服務辦理情形

詢問日期	協助辦理事項	執行情形
2021/2/25	研析 Starlink 網路服務情形	諮詢回覆併於第一次工作會議簡報。
2021/2/25	研析以下議題： 1. Starlink 英國、德國及澳洲釋照方式與主管機關准駁考量 2. 瑞典電信業者合資公司後續發展 3. 芬蘭電信業者合資公司後續發展	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/3/2	研析非地面網路（Non-terrestrial Networks, NTN）	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/3/5	研析以下議題： 1. NTN 對我國市場之影響 2. StarLink 外資持股比例限制	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/3/8	國際 3G 關臺作法簡報製作	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供分析簡報。
2021/3/11	研析外國低軌衛星進入美國市場限制	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/3/12	研析以下議題： 1. Y!mobile 使用 SoftBank 情形 2. StarLink 日本與韓國釋照方式與主管機關准駁考量	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/3/12	研析 StarLink 加拿大釋照方式與主管機關准駁考量	諮詢回覆併於第五次工作會議簡報
2021/3/24	蒐集 Starlink Internet Services Pte. Ltd 相關資訊	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電話提供諮詢回覆
2021/3/24	研析以下議題： 1. StarLink 法國與紐西蘭釋照方式與主管機關准駁考量 2. 澳洲 AWL 釋照程序	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/3/25	研析 Starlink 澳洲執照類型	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/3/30	研析英國、德國、澳洲及美國執照制度差異	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/4/8	研析 Starlink 用戶端設備各國頻率授權作法	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/4/12	研析 Starlink 用戶終端業務類別及審驗規管程序	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/4/19	研析以下議題： 1. 法國 Starlink 執照效期 2. 法國與紐西蘭地球電臺設置	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。

詢問日期	協助辦理事項	執行情形
	點與涵蓋範圍 3. Starlink 用戶終端設備服務位置 4. Starlink 行動式地球電臺（ESIM）使用頻段與執照干擾解決方式	
2021/4/20	研析以下議題： 1. Starlink 執照效期屆滿、展延規定 2. 有關 Starlink 英國 gateway 地球電臺建置與取得執照之法規範	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/4/20	統整近期將 600MHz 頻段規劃變更為 5G 使用之國家	研究團隊以電子郵件提供諮詢回覆。
2021/4/27	研析以下議題： 1. 香港 600MHz 頻段、4.9GHz 頻段釋照規劃 2. 丹麥 2.1GHz 頻段釋照涵蓋義務	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/4/28	依委辦單位提供資料，摘述「聯合申請人」與「頻譜共用」	研究團隊以電子郵件提供諮詢回覆。
2021/5/12	研析英國 BT／EE 合併案與拍賣制度	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/5/18	研析以下議題： 1. 英國關於衛星合作（或代理）申請之相關規範與審核要件 2. 英國頻譜交易規定 3. 香港頻譜拍賣合資公司相關議題 4. Starlink 偏鄉服務案例 5. 各國主管機關核發 Starlink 衛星寬頻服務之考量因素與審核要件	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/5/19	研析國際第二波釋照頻段與方式，並提供我國下波釋照建議	諮詢回覆併於第四次工作會議簡報
2021/6/2	研析法國、德國及英國低軌衛星執照屆期換照條件	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/6/10	研析國際低軌衛星執照屆期換照條件	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/6/21	蒐集國際衛星通訊之異地備援與個資隱私保護政策	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/6/25	釋疑第四次工作會議有關釋照與國際低軌衛星議題	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。

詢問日期	協助辦理事項	執行情形
2021/7/5	研析 Starlink 落地國家衛星地球電臺執照規範	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/7/8	統整標竿國家 5G 人口涵蓋率	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/7/14	研析我國地球同步軌道衛星（GSO）市場需求與產業效益	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/7/16	研析地球同步軌道衛星（GSO）開放服務研析	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供諮詢回覆。
2021/8/5	協助擬定活動使用稿件	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供。
2021/8/17	製作我國行動基礎建設排名簡報	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供。
2021/9/14	研析國際合併案處理作法	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供。
2021/9/15	研析日本 Starlink 落地議題追蹤	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供。
2021/10/1	研析 Starlink 取得執照效期概況	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供。
2021/11/2	製作衛星頻寬與消費者使用之關係議題簡報	研究團隊依委辦單位需求辦理，並以電子檔提供。

附錄 17. 期中報告審查意見之修正對照表

工作小組意見	意見內容	修正說明
工作項目二	部分敘述過於瑣碎，建議整體可再檢視、潤飾。例如： – P.122-127 韓國競價「規則與相關事項」看起來是翻譯直貼，建議重點呈現。 – P.210-212 美國「頻率交易」，敘述重複，建議寫法上可以再收攏、重點呈現。	感謝工作小組建議，期末報告已修正第三章與第四章各國內容進行精簡潤飾，韓國競價與 美國「頻率交易」皆已修正。另將第三章關於專網頻段釋照內容移至第四章應用部分，如第四章第一節 英國、第五節 日本、第六節韓國，皆於三、應用發展政策重點暨垂直場域、Local 5G 或企業專網應用措施與案例（一）應用推動措施與執行情形，彙整專網頻段釋照相關介紹，並調修為一致的標題。
	建議章節最末宜有小結，進行各國重要議題比較表，用字精簡、重點呈現。	感謝工作小組建議，期末報告已於第三章與第四章各國小節新增比較表於「小結」
	本案蒐集國家眾多，建議可於頁眉標示國家，便於查詢閱讀。	感謝工作小組建議，已於期末報告第三章與第四章各國小節新增頁眉標示國家
工作項目三	受託單位依契約，研析美國、韓國及歐洲 3 個國家案例。– 惟 P.299 寫道：盤點美國、加拿大、荷蘭、瑞士、挪威、澳洲、日本、中國大陸等國家，但內容未見前述國家，不知是否誤植或敘述未完成?	已修正為美國、韓國、德國、丹麥與挪威等主要國家
	建議章節最末宜有小結，進行各國重要議題比較表，用字精簡、重點呈現。	感謝工作小組建議，研究團隊已於期末報告第五章第一節與第二節新增小結，並新增各國比較表於第五章第二節「六、小結」
工作項目六	建議本章內容可更充實，在第八章每一個主題後，就我國國情研提具體政策建議、切實可行方案，相關分析經由 SWOT 分析等等。	感謝工作小組建議，已充實期末報告第九章內容，就我國國情研提具體政策建議、切實可行方案，並經由 SWOT 分析。
審查委員意見	**意見內容**	**修正說明**
陳委員文字	（一）資料蒐集完整，內容相當豐富。惟報告仍需進一步整理、分析，以得出具體可行的建議。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已進一步整理分析，並於第九章針對內文各章節依序提出研究發現與建議。
	（二）於頻譜釋出規劃中，建議加強說明各國既有用戶頻譜使用現況，及政策上處理既有用戶之作法。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已新增主要國家 5G 頻段既有用戶頻譜使用現況及處理作法，相關章節請參照第三章第九節的「既有用戶頻譜使用現況及政策上處理作法」。
	（三）於低軌衛星之研究，加強說明各國處理上鏈干擾之作法，並提出我國因應之作法，特別是用戶端(Terminal)上鏈頻段部分。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已新增處理上鏈干擾之作法項目及內容，相關章節請參照第六章第四節。

	（四）針對低軌衛星業務進行定位或歸類，並分析對我國現有通信服務之影響。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已定位低軌衛星業務並分析對我國現有通信服務之影響，相關章節請參照第二章第六節與第九章第五節。
	（五）請檢視 P.73 倒數第 5 行「-35dBm/m2...+35dBm/m2 」是否正確。	已修改為-35dBm/㎡及+35dBm/㎡
郭委員文忠	（一）第三章各國 5G、B5G 頻譜釋出規劃內容結構應整理成一致性結構，研析深入可再加強，釋出頻譜的考量因素和配套措施研析略單薄。	感謝委員建議，研究團隊乃依據工作項目設立各章節標題與子標題，以維持報告一致性結構。研究團隊於期末報告已加強分析各國頻譜釋出機制與配套措施，相關章節請參照第三章。
	（二）第四章也可就前述再加強。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已加強分析 5G 網路建設、合作及應用發展，結構部分，5G 網路建設依序分析政策措施、基礎建設、執行情形；5G 網路合作及交易依序分析政策、市場、交易機制；應用發展則分析各國 5G 網路垂直場域及專網應用。相關章節請參照第四章。
	（三）與我國釋照比較著重於釋出頻段、評審或招標制，數量競爭和加速機制，然和同章節各國之頻譜釋出考量因素和配套措施的比較宜再補充。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已針對各國頻譜釋出規劃的考量因素與基本差異，以及釋照機制與配套措施和我國進行分析比較，相關章節請參照第三章第九節。
	（四）第五章再補強各國比較和對本國之政策建議。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已補強各國比較和對本國之政策建議，相關章節請參照第三章第九節、第八章與第九章。
	（五）可進一步預想可能釋出頻段提供研析，和他國經驗可供參考地方。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已分析國際經驗並提出研究發現與結論建議，相關章節請參照第八章第一節與第九章第二節與第六節。
	（六）能否找到幾個領先釋出國家，如德國、韓、中、日本等，對前波 5G 頻譜釋出的檢討研析和未來規劃。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已針對各領先釋照國家的檢討進行研析，並提出研究發現與未來規劃建議，相關章節請參照第九章。感謝委員建議，研究團隊經查閱後僅有德國公開相關檢討資料，BnetzA 於 Frequenzkompass 2020 的資料上表示前次頻譜釋出因供不應求，未來應擴大頻譜釋出並確保競爭程序。（請參照：BnetzA. (2020). Frequenzkompass 2020. Retrieved from https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/Frequenzkompass2020.pdf?__blob=publicationFile&v=1）
	（七）期待受託單位儘可能提供務實可行、符合我國環境之政策建議，以助於主管機關	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已針對我國未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策研析並提出法規調適與政策建議，

	後續規劃合宜之下波釋照規劃。	相關章節請參照第八章及第九章。
王委員立達	（一）資料蒐集研讀相當豐富，有助於主管機關瞭解國際動態。惟對於國內具體建議還相當簡略，無法提供委託單位有力參考，應充分運用剩餘計畫執行期間妥善統整分析國外各議題動態對我國之啟示，對我國可採之具體作法提供有用建議。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已針對我國環境進行研析，提出未來行動寬頻頻率釋出之相關措施及監理政策建議，並統整國際各議題動態提出研究發現與建議，相關章節請參照第八章及第九章。
	（二）頁 134-137 韓國再指配頻率之對價認定，敘述似有矛盾，請予查證釐清。	已修正相關敘述，將第三章第六節之四、800MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz 與 2.6GHz 釋出機制與配套措施的（四）得標者義務，修正為「三大電信業者如欲以 3 兆 1,700 億韓元（約新臺幣 788.17 億元） 指配對價取得頻率使用權，業者應各別設置或共用 120,000 個以上 5G 基地臺」
	（三）美國 FCC 在城市設置 Innovation Zone，對我國推廣 5G 應用試驗有何啟示，及美日提升偏鄉網路基礎建設，有無因應新冠疫情而有新作法，均請再作補充研析。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已整理美國日本因應新冠疫情的偏鄉基礎建設相關政策，以及分析美國的創新區對我國推廣 5G 應用試驗之啟示。相關章節請參照第四章第三節第一項的「美國就業計畫改善偏鄉地區寬頻網路基礎設施」、第四章第五節第一項的「ICT 基礎設備整備」，以及第九章第三節。
陳委員玟良	（一）本計畫為 5G 第 1 波競標結束，後續推動 B5G 及行動通訊市場變化快速，預為因應研析策略。期中報告完成國際資訊蒐集，惟尚需就研究主題提出更具體方案或歸納推動方針，建議依委託計畫各議題需求，於期末報告分析提出，俾供下階段頻譜釋出機制參考。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已分析國際資訊並依據研究主題提出各項議題之研究發現與建議，相關章節請參照第八章與第九章。
	（二）第二章 B5G 與技術標準制定部分，建議參考 R16 以後版本規劃行動通訊與衛星研析其競合趨勢與影響。	依審查意見於第二章加入「第六節 行動通訊與衛星研析其競合趨勢與影響研析」並比較 R15、R16、R17 的研究主題與相關議題分析。相關章節請參照第二章第六節。
	（三）3G 網路關閉議題，建議就技術趨勢與、消費者服務與行動市場，思考後續 circuit switch 替代與影響評估。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已針對技術趨勢、消費者服務與行動市場分析各國 3G 網路關閉議題的替代與影響評估，相關章節請參照第五章與第九章第四節。
	5G 下階段釋照機制與行動市場分析等議題建議：	

	1.近期我國 2 家行動業者對外揭露資訊顯示，後續尚涉及 700MHz 及 2600MHz 頻段之頻率改配計畫、700MHz 頻段是否開放作共頻共網使用、遠傳電信與鴻海集團股權交換，請針對相關合作模式涉及的頻率改配或頻率共用、實際可使用頻寬上限、消費者權益、下一階段 5G 頻率釋出之申請資格等相關議題預為研析因應。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已整理遠傳電信、亞太電信及鴻海集團的 5G 網路合作模式，並提出下一階段 5G 頻率釋出機制調適之建議。相關章節請參照第八章第四節第一項及第二項。
	2.近期我國 2 家行動業者之合作，除共頻共網外，尚包括取得 11.58%股份，並擔任 1 席董事，雖未有顯著單方效果，惟可能影響亞太電信資費定價策略，有促發共同效果之形成，致減損行動寬頻服務市場價格競爭之虞，後續涉及整體電信市場結構之變化、產業競爭、消費者權益，以及本會電信市場競爭政策等議題，請蒐集及研議國際電信監理機關處理此等議題之相關案例，以作為擬定相關監理政策之參考。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已整理遠傳電信、亞太電信及鴻海集團的 5G 網路合作模式，並分析未來 5G 共頻共網合作對我國電信市場競爭與消費者權益之影響，援引德國案例分析我國政策影響評估。相關章節請參照第八章第四節第三項。
	3.建議參酌近期英國與美國 5G 拍賣方式，研擬相關競價規則並模擬其適合我國下階段競標機制。	感謝委員建議，考量美國 5G 拍賣方式屬地方性執照，資格點數與活動規則設計考量層面與我國差異較大，且為將資格點數與我國第一次 5G 釋照採用之加速機制進行比較研析，故研究團隊於期末報告參酌與我國較相似英國案例作為參考，研擬我國 SMRA 改良版拍賣制度及規則，並於座談會進行模擬活動。相關章節請參考第八章第二節、第三節與附錄 13。
林委員慶恒	（一）研究團隊蒐集整理行動寬頻技術發展趨勢、各國頻譜釋出及規劃、5G 建設、5G 專網頻率釋出、關閉 3G 及替代技術方案、低軌衛星發展趨勢與監理制度及下一階段 5G 頻譜開放初步建議，內容豐富完整，值得肯定。惟後續研析並提出可行之建議方案仍要強化。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已針對各研究主題，提出研究發現與結論建議，相關章節請參照第八章與第九章。
	（二）因每章資料龐大及豐富，建議每章最後均有一小結，能用圖表比較各國監理機制，儘量以圖表呈現，以增加可閱讀性。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已於各章節結尾新增小結與彙整圖表，相關章節請參照各章節結尾。

	（三）第三章主要國家 5G 頻譜釋照頻段案例狀況，有關高頻段(24G、26G、28G、37G、39G)頻譜釋照極少使用頻譜拍賣制，惟我國上一階段釋照仍使用拍賣制，建議研究團隊研析原因及比較各種釋照方式優缺點，提出未來高頻段可行釋照方式，以供主管機關參考。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已針對各國各頻段頻譜釋照機制與我國第一次釋照進行比較與分析，並提出研究發現與建議。相關章節請參照第三章第九節、第八章第一節，以及與第九章第二節與第六節。
	（四）P1 第二節問題陳述，錯摘錄至頻率使用費研究案之內容，請修正。	已移除誤植段落，改於第一節 研究主旨新增圖 1.1.1 研究主旨與目的、圖 2.2.2 研究架構。
	（五）研析國際關閉 3G 或 UMTS 網路服務及發展替代性技術之具體作法初步研析成果缺韓國相關機制，請補齊。	經檢視韓國三大業者已關閉 CDMA2000 服務（於韓國被視為 2G），已於第五章第二節主要國家關閉 3G 網路作法，補充韓國相關機制。
鄭召集人泉泙	（一）資料蒐集豐富，值得肯定，惟論述格式宜一致，並請摘要重點，較詳細內容可考慮置於附錄。	感謝委員建議，研究團隊乃依據工作項目設立各章節標題與子標題，維持論述格式之一致性，已於期末報告調整將各章重點摘要於小結，併將補充內容置於附錄。
	（二）請就所蒐集資料宜進一步整理、研析。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已進一步整理、研析，並提出各研究主題之研究發現與結論建議。
	（三）5G 產業應用(含垂直)及檢討等資料之蒐集。	感謝委員建議，研究團隊於期末報告已蒐集各國 5G 產業應用及垂直場域等案例進行分析，補充於第四章英國（第一節、三、（三））、美國（第三節、三、（三））、加拿大（第四節、三、（一））、日本（第五節、三、（一））、韓國（第六節、三、（一））、中國大陸（第八節、三、（一）），並提出研究發現與結論建議。

附錄 18. 期末報告初稿審查意見之修正對照表

工作小組意見	意見內容	修正說明
工作項目一	受託單位已依本案工作項目進行研析，綜整國際技術發展情形。	感謝工作小組意見。
	P.I 請更新對照表頁碼。	感謝工作小組建議，已根據建議更新調整。
工作項目二	受託單位已依工作項目進行研析，蒐集分析主要國家案例。	感謝工作小組意見。
	P.78、P.86 請更新美國 3.45GHz 頻段(即 Auction 110) 的拍賣結果。	感謝工作小組建議，已於第三章第三節的六（3.45GHz 釋出機制與配套措施）、七（小結），以及第三章第九節的二（釋出機制與配套措施)，更新美國 3.45GHz 頻段(Auction 110）第一階段拍賣相關資訊。
	P.155- 第三章第九節，頁眉標示錯誤。	感謝工作小組提醒，第三章第九節為小結，已修改錯誤頁眉標示。
	受託單位已針對主要國家 5G 網路建設、合作及應用發展研析。	感謝工作小組意見。
	P.272 請補充韓國 5G 網路佈建最新情形。	感謝工作小組意見，已於第四章第六節一、5G 網路建設政策，補充韓國 5G 佈建最新情形。
	P.237 第四節加拿大、P294 新加坡，頁眉標示錯誤。	感謝工作小組提醒，第四章第四節頁眉已修正為「加拿大 5G 網路建設、合作、應用發展研析」，第四章第七節頁眉已修正為「新加坡 5G 網路建設、合作、應用發展研析」。
工作項目三	受託單位已針對技術趨勢、國際 3G 網路關閉的作法，及我國國情等進行研析。	感謝工作小組意見。
工作項目四	受託單位已依工作項目進行研析，除美國、英國外，另包含加拿大、德國、澳洲、新加坡等國家，並已加強說明國際處理上鏈干擾，提出我國因應之作法。	感謝工作小組意見。
	P.346 國際衛星業者落地現況，建議可進一步更新。	感謝工作小組意見，研究團隊已更新衛星業者落地情形於第六章第二節。
工作項目五	受託單位依契約規定，於 110 年 8 月 19 日及 11 月 12 日完成兩場座談會，並提出彙整意見、會議摘要及逐字稿。	感謝工作小組意見。
工作項目六	受託單位已針對前述內文各章節研提研究發現與建議。	感謝工作小組意見。
	P.433 (二)資格點數模擬結果研析，建議可補充完整回合模擬情形於附錄。	感謝工作小組建議，資格點數模擬 3.5GHz 頻段拍賣過程之完整 180 回合模擬情形已補充在附錄 14。
工作項目七	受託單位依契約提供諮詢服務與進行進度報告。	感謝工作小組意見。
提出依本會期中報告審查意見之修正對照	符合契約規定。	感謝工作小組意見。

表。		
審查委員意見	**意見內容**	**修正說明**
陳委員文字	（六）對低軌衛星監理部份，請補充用戶端上鏈(14.0-14.5 GHz)傳輸，對防止干擾之具體作法	感謝審查委員意見，研究團隊已增補防止用戶端傳輸干擾之具體作法於報告第九章第五節。
	（七）對 5G/B5G 頻譜釋出方式，研究團隊建議在較不具競爭或需求之高頻段等，可考慮採評審制或公開招標方式釋出。這是和過去行動通訊頻譜釋出方式有很大的不同，對頻譜價值有低估之疑慮，請研究團隊提供更進一步分析。	感謝審查委員建議，已根據審查意見檢視內文，並修正第八章第一節與第九章第六節。
	（八）對低軌衛星下一階段，若要開放 MSS 或 ESIM，對干擾之避免有何建議?	感謝審查委員意見，研究團隊已增補防止 MSS 或 ESIM 干擾避免之具體作法於報告第九章第五節。
	（九）本研究相關的 SWOT 分析，皆以質性方式論述，建議強化量化數據，以支持分析結果。	感謝審查委員建議，已於第九章第六節 SWOT 分析的內容補充文獻與量化數據參考。
	（十）澳洲之 Space Object 建議翻譯為太空物體(或物件)。	感謝審查委員提醒，已檢視報告全文，已修改。
郭委員文忠	（一）第二章末著重於 B5G 研析結論，宜對 5G、及非 B5G 之 6G 技術推動再整理小結出對我國 5G、6G 技術推動之建議。	感謝審查委員建議，已於第二章新增第七節小結，補充我國 5G、6G 技術推動相關建議。
	（二）第三章於列舉各國及我國釋出規劃之後，宜再加上適當整理和建議。	感謝審查委員建議，已在第三章第九節進行本章內容整理與建議。
	（三）第四章也類似第三章，宜於章末加上適當整理和建議。	感謝審查委員建議，已在第四章第十節進行本章內容整理與建議。
	（四）第五章關閉 3G 或 UMTS 議題結論和 VoLTE 推動可再清楚具體。	感謝審查委員建議，已修正第五章第二節六、小結之內容。
	（五）第八章 SMRA、資格點數細節可移至附錄。	感謝審查委員建議，已將第八章第三節資格點數法規調適建議的彙整表格移至附錄 15。
	（六）評審制僅少數國家採用，非國際主流，且於我國若實施以過往經驗恐流於頻譜零散結果，於結論中不宜過於強調。	感謝審查委員建議，已根據審查意見檢視內文，並修正第八章第一節與第九章第六節。
	（七）期中報告其中一項意見對國際 5G 釋照檢討分析加強，目前偏重於 BnetzA(2020)有關頻譜供不應求之檢討，建議加強其他檢討研析。	感謝審查委員建議，已在第三章第五節、第六節，以及第九章第二節，補充日本、韓國對於其釋照的檢討內容。
王委員立達	（一）亞太遠傳案為國內 5G 合作最重要案例，宜作仔細全面研究。2021 年 11 月亞太將部分 900 MHz 頻譜轉讓予中華電信，交換使用中華電信語音平臺。此次交易之後對亞太作為經常與同業合作的 4G、5G 業	感謝審查委員建議，研究團隊已於第八章第四節三（我國電信市場 5G 共頻共網合作影響）最後補充亞太電信個案相關論述，現階段僅先就經濟面向研析亞太商業策略。從國際上探討以賽局理論分析 MVNO 於 5G 網路的商業模式之文獻（Sacoto-Cabrera、Guijarro、Maillé，2020），可知 MVNO 使用

	者而言，其競爭力究係提升還是下降(越來越無獨立性)，值得加以討論。尤其在此之後，亞太用戶語音用中華、4G上網用亞太、5G上網用遠傳、偏鄉用臺哥大網路，是否讓亞太越來越接近純粹MVNO業者?假如亞太轉讓3大部份頻譜，交換取得大比例的他業者網路使用權，可否准許?如果准許，是否係以頻譜轉售所得資金(轉售價差)發揮部分補貼小競爭對手的功能?凡此若可適度加以探討，相信對國內業者合作可提供更清楚全面的瞭解。	兩家MNO網路提供服務，對其本身、用戶與MNO皆有效益，惟該文章未探討若該MVNO亦同時具備MNO身分時的情境，亦未分析市場競爭影響。本議題涉及研析層面廣泛，研究團隊期許將來有機會能夠進行更深入個案探討。
	（二）本計畫對於5G應用發展情形，集中於5G專用或5G時代才出現的應用。對於5G加快上網速度與頻寬，對於一般行動應用(例如：洗衣、遊戲及其他手機上的日常生活應用)的加速推廣效果，如何在政策法規上能夠予以加強，也值得略加探討，在行動應用的討論涵蓋層面會更完整。	感謝審查委員意見，本計畫研究範疇之5G應用發展係根據工作項目二（三）之第3點「在垂直場域、Local 5G及企業專網應用上之推動措施與執行情形、是否有相關扶植政策案例介紹。」撰寫，故內文論述以5G專用及5G時代的應用為主軸。一般行動應用的發展亦需要國家社會數位轉型為基礎，期待我國未來將成立之「數位發展部」作為「國家數位發展領航者」，加速一般行動應用推廣效果。
	（三）頁136韓國頻譜再指配價格，基地台合計較高頻段的價格反而較低，其理由是否如同韓方所稱係以價格反應頻譜價格，還是事實上並非如此，背後邏輯可能係在鼓勵基地台建設投資，應在報告中予以釐清。	感謝審查委員建議，韓國MSIT訂定再指配價格係綜合考量導入5G的技術變化、市場環境、頻譜使用現狀等，以期反映頻譜經濟價值。由於隨5G投資建設，用戶轉換至5G，則LTE頻段經濟價值會下降，因而電信業者於從拍賣取得之3.5GHz頻段建設越多5G基地臺則可以較低價格獲LTE頻段再指配。其中隱含之「促進轉換5G」的政策目的，研究團隊也已於第三章第六節四(一)補充說明。
陳委員玟良	（一）期末報告格式與國際資料蒐集部分之建議： • 英文縮寫例如WRC等，建議加註英文全名，亦可於報告附錄另建對照表整理。 • 各國資料蒐集簡明，為利閱讀分頁另標註所蒐集國家(P.294蒐集國家為新加坡，應為誤植)。 • 美國頻譜釋照情形，近期已完成2.5GHz相關頻段第一階段釋照，建議可補充。	感謝審查委員建議， • 已於第二章第一節首次提到WRC時加註英文全名，並於報告最後附上中英對照表。 • 第四章第七節頁眉已修正為「新加坡5G網路建設、合作、應用發展研析」。 • 美國近期完成的頻譜拍賣應為3.45GHz頻段（Auction 110）第一階段釋照，已於第三章第三節的六（3.45GHz釋出機制與配套措施）、七（小結），以及第三章第九節的二（釋出機制與配套措施）補充相關資訊。
	（二）分析頻譜釋出方式列舉拍賣缺點，例如「業者誤判頻譜價值」、「頻譜獨佔」、「資金豐厚者獨佔頻譜風險」等，本會歷次是出頻譜資源皆設頻譜取得上限，應無類似缺點；另列舉拍賣缺點行政指配部	感謝審查委員建議，已根據審查意見檢視內文，並修正第八章第一節與第九章第六節。

	分，其缺點尚需考量釋出執照張數(決定市場家數)、頻譜價值低估、監理成本大幅提高(業者獲得頻率卻不建設)等風險。	
	（三）建議思考亞太電信經營方式，檢視我國 MVNO 經營環境。	感謝審查委員建議，研究團隊已於第八章第四節三（我國電信市場 5G 共頻共網合作影響）最後補充亞太電信個案相關論述，現階段僅先就經濟面向研析亞太商業策略。從國際上探討以賽局理論分析 MVNO 於 5G 網路的商業模式之文獻（Sacoto-Cabrera、Guijarro、Maillé，2020），可知 MVNO 使用兩家 MNO 網路提供服務，對其本身、用戶與 MNO 皆有效益，惟該文章未探討若該 MVNO 亦同時具備 MNO 身分時的情境，亦未分析市場競爭影響。本議題涉及研析層面廣泛，研究團隊期許將來有機會能夠進行更深入個案探討。
林委員慶恒	（一）研究內容豐富每章及主要國家 5G、B5G 頻譜釋出規劃、5G 網路建設合作應用發展研析、關閉 3G 網路及低軌衛星發展趨勢等，均有小結及圖表整理，增加閱讀性，值得肯定。	感謝審查委員肯定。
	（二）P22 及 P23「表 2.3.2」表格內容重覆。	感謝審查委員提醒，已刪除重複表格。
	（三）P26「Nokia 於 2020 年 12 月宣布成為 6G 計畫…6.可信度（Trustworthiness）確保溝通過程以及資料傳輸的機密性及安性。」與 P24、P25 內容重覆。	感謝審查委員提醒，已刪除重複內容。
	（四）第六章低軌道衛星通訊發展趨勢與監理制度研析:專有名詞很多用「地面站」，請用搜尋功能修正為「地球電臺」。	感謝審查委員提醒，已檢視報告全文，並加以修正。
	（五）P345 第 19 列突然跑出「錯誤! 找不到參照來源。」請修正。P373 第 6 列、P389 倒數第 8 列亦有此情形。	感謝審查委員提醒，已將「錯誤! 找不到參照來源。」更正為正確參照圖表。
	（六）P429「表 8.1.7 過去行動寬頻釋出頻段及有效期限」第七列格，1800MHz 頻段上行頻寬 5MHz、下行頻寬 10MHz(不對稱)有誤，請釐清修正。	感謝審查委員提醒，研究團隊已修正表格（修正後標號為表 8.1.6）內容，1800MHz 頻段欄位，更正為上行 1710MHz~1775MHz；下行 1805MHz~1870MHz。
	（七）P442~P448 有關「表 8.3.8 資格點數法規調適建議」之修正後條文及原條文比較，相關修正部分請畫底線並增列說明欄，以利閱讀。	感謝審查委員建議，「資格點數法規調適建議」表格已將修正部分畫底線、增列說明欄，並移至附錄 15。
	（八）P478 表 8.3.1 我國行動寬頻專用電信推動建議 SWOT 分析，正面要素及負面要素均列出「提供專家諮詢，以穩定提供	感謝審查委員提醒，我國行動寬頻專用電信推動建議 SWOT 分析（修正後標號為表 9.3.1），劣勢（Weakness）欄位中之「提供專家諮詢，以穩定提供與活化 5G 專網」為

	與活化 5G 專網」似有矛盾，請修正。	誤植，已將其移除。
	（九）第 5 章主要國家關閉 3G 網路服務或替代性技術分析，請研析提供美、韓、德、丹麥、挪威關閉 2G 或 3G 網路後，是否直接使用 VoLTE 技術替代，或仍有 3G 或 2G 網路之一可使用，並提供該等國家 VoLTE 互連情況。2020 年台灣用戶支持 VoLTE 手機比例僅 50.6%，如貿然關閉 3G 網路，對未支援 VoTLE 手機用戶語音通信如何解決？後續 VoLTE 互連如何推動？或改為推動 3G 共同語音平台可能面對的問題及解決方案？	感謝審查委員建議，已修正第五章第二節六、小結之內容。研析對象國家中，美國主要電信業者將會關閉 2G、3G，而韓國三大電信業者皆已關閉 2G 網路，SKT 擬與競爭對手共享 3G 網路的措施並進行評估。而西歐國家較仰賴 2G 網路，因此在德國、丹麥與挪威等歐洲國家，儘管業者關閉 3G 網路，原 3G 用戶仍可使用 2G 通訊服務。2021 年 11 月的愛立信行動趨勢報告指出全球關閉 2G、3G 網路汰舊換新可分為三波階段，目前尚為第一波中期（2016 年至 2025 年）與第二波初期（2020 年至 2030 年），且世界許多地區 4G 仍未普及，尚須仰賴 2G 或 3G 網路。根據 Ericsson（2021）的預測，全球 IMS 語音用戶數將於 2021 年底超過 38 億，並於 2027 年底達 69 億，在整體 LTE 與 5G 用戶數中約占 90%，而 2G 與 3G 的退場亦將加速 VoLTE 的採用與業者間漫遊協議。因此在過渡期間，若維持 CSFB，可因應入境旅客與漫遊服務需求。而國內過去相關研究亦指出，韓國電信業者早於 2015 年 7 月即完成 VoLTE 互連，也為因應國際漫遊與偏鄉網路涵蓋需求，尚未關閉 3G 網路，我國電信業者 VoLTE 互連將可能發生於 2023 年後（台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司，2019）。由於 CSFB 關閉時程須考量國際市場、技術、終端設備與現行服務提供狀況，故本研究建議主管機關原則上可尊重商業機制運作，亦可提出相關注意事項供業界依循，確保技術平順轉移。
	（十）第十章其他工作項目執行情形僅為委託工作項目之一，內容較少建議移列附錄。	感謝審查委員建議，已將第十章其他工作項目執行情形移至附錄 16。
	（十一）錯、漏、贅字修正： • P5 第 5 頁第 9 列：全球航空遇險與安全系統之英文縮寫 GMDSS 修正為 GADSS。 • P14 倒數第 12 列 「全為杜-MIMO」修正為「全維度-MIMO」 • P326 第 12 列「4 程用戶」修正為「4 成用戶」、第 14 列「平順已轉」修正為「平順移轉」。	感謝審查委員提醒，已修正錯、漏、贅字。 • 全球航空遇險與安全系統之英文縮寫修正為 GADSS。 • 「全為杜-MIMO」修正為「全維度-MIMO」 • 「4 程用戶」修正為「4 成用戶」、「平順已轉」修正為「平順移轉」。
鄭召集人泉泙	（一）研究團隊業依期中審查委員建議修正委託研究報告內容，並依委託契約規定完成期末報告(初稿)。	感謝審查委員意見。
	（二）本研究報告內容蒐集豐富，並作廣泛分析論述，惟有部分誤植或錯別字之處，請再詳細檢	感謝審查委員建議，已對報告內容重新進行檢視、確認與修正。

	視、確認與修正。	
	（三）有關國際衛星 SpaceX 內容論述，請補充更新資料。	感謝審查委員建議，已更新國際衛星業者 SpaceX 之內容於第六章第二節。
	（四）請依審查委員建議事項修正期末報告(初稿)內容，並送工作小組檢視確認。	感謝審查委員意見，研究團隊已根據建議事項修正期末報告(初稿)內容，並送工作小組檢視確認。

參考書目

- 中文文獻

1. CTIMES（2021）。商機緩著陸 5G 毫米波加速發展看 2024-2025 年。
2. Ericsson（2021）。愛立信行動趨勢報告 2021 年 11 月。
3. Hi 科技（2019）。5G 要商用：中国移动或要加速关闭 3G 网络。
4. T 客邦（2020）。自動駕駛的電動巴士就在你身邊！淡海新市鎮 5G 智慧交通場域正式啟用。
5. Yahoo 新聞（2019）。亞太電信偏鄉地區借網台灣大哥大「漫遊」NCC 准了。
6. 中國大陸科學技術部（2019）。我國正式啟動第六代移動通信技術研發工作。
7. 中國政府網（2021）。2021 年中國政府報告。
8. 中國新聞網（2020）。中國信通院：預計到 2025 年 5G 網路投資累計達 1.2 萬億元。
9. 中國無線電管理（2016）。中華人民共和國無線電管理條例。
10. 中國無線電管理（2018）。三大運營商獲 5G 試驗頻率使用許可！頻譜分配皆大歡喜。
11. 中國無線電管理（2020）。工業和信息化部為中國廣電許可 4.9GHz 頻段 5G 試驗頻率。
12. 中國移動有限公司（2021）。中國移動有限公司與中國廣播電視網絡有限公司訂立之有關 5G 共建共享的具體合作協議。
13. 中國聯合網路通信集團有限公司（2019）。中國聯合網路通信股份有限公司關於與中國電信進行 5G 網路共建共享合作的公告。
14. 中時新聞網（2020）。5G 溢增標金將補貼購機、資費。
15. 中華人民共和國中央人民政府（2011）。工業和信息化部關於鼓勵和引導民間資本進一步進入電信業的實施意見。
16. 中華人民共和國中央人民政府（2021）。中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要。
17. 中華人民共和國中央人民政府（2021）。國常會部署推進網路提速降費：中小企寬帶平均資費再降 10%。
18. 中華人民共和國中央人民政府（2021）。工業和信息化部關於印發《“雙千兆”網路協同發展行動計畫（2021-2023 年）》的通知。
19. 中華人民共和國國防部（2016）。中華人民共和國無線電管理條例。
20. 中華人民共和國工業和信息化部（2013）。工業和信息化部關於開展移動通信轉售業務試點工作的通告。
21. 中華人民共和國工業和信息化部（2015）。《工業和信息化部主要職責內設機構和人員編制規定》。
22. 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。公開徵集在毫米波頻段規劃第五代國際移動通信系統（5G）使用頻率的意見。
23. 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部向四家企業頒發 5G 牌照。
24. 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部批復新增 5G 技術試驗用頻。
25. 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部發布 5G 系統在 3000-5000MHz 頻段內的頻率使用規劃。
26. 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。工業和信息化部關於第五代移動通信系統使用 3300-3600MHz 和 4800-5000MHz 頻段相關事宜的通知。
27. 中華人民共和國工業和信息化部（2017）。無線電頻率使用許可管理辦法。
28. 中華人民共和國工業和信息化部（2018）。工業互聯網發展行動計畫（2018-2020）。
29. 中華人民共和國工業和信息化部（2018）。工業和信息化部向基礎電信運營企業頒發為期十年的 5G 中低頻段頻率使用許可證。
30. 中華人民共和國工業和信息化部（2018）。工業和信息化部關於移動通信轉售業務正式商用的通告。
31. 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業互聯網創新發展行動計畫（2021-2023）。
32. 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部為中國廣電許可 4.9GHz 頻段 5G 試驗頻率。
33. 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部許可中國電信、中國聯通、中國廣電共同使用 5G 系統室內頻率
34. 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知。

35. 中華人民共和國工業和信息化部（2020）。工業和信息化部關於調整 700MHz 頻段頻率使用規劃的通知。
36. 中華人民共和國工業和信息化部（2021）。【重磅】一圖懂中國廣電 5G 700MHz！
37. 中華人民共和國工業和信息化部（2021）。工業和信息化部無線電管理局發布《2100MHz 頻段 5G 移動通信系統基站射頻技術要求（試行）》
38. 中華人民共和國工業和信息化部（2021）。無線電管理局發布《2100MHz 頻段 5G 移動通信系統基站射頻技術要求（試行）》。
39. 中華人民共和國工業和信息化部（2021）。關於 2400MHz、5100MHz 和 5800MHz 頻段無線電管理有關事宜的通知（徵求意見稿）。
40. 亞太電信（2020）。亞太電信與遠傳電信擴大頻譜資源合作 5G 再創新猷。
41. 亞太電信（2021）。亞太電信與中華電信簽訂 900MHz 頻段頻率轉讓合作協議。
42. 交通部（2021）。「無線電頻率供應計畫」及「中華民國無線電頻率分配表」草案。
43. 交通部（2021）。中華民國無線電頻率分配表(修正草案)。
44. 何之邁、朱華君（n. d.）。論一致性行為理論。
45. 公平交易委員會（2021）。國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過！
46. 台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司（2019）。「行動通信網路接續費成本模型及 VoLTE 互連」委託研究案期末報告 (公開版)。
47. 國家通訊傳播委員會（2019）。政府與業者協力合作積極投入寬頻建設，平衡城鄉數位落差，並妥善整備 5G 頻譜資源，加速我國進入 5G 世代。
48. 國家通訊傳播委員會（2020）。NCC 於 109 年完成 5 處山屋與其沿線步道，以及 2 處國家公園區域之行動通信訊號涵蓋改善，並完成 63 處山區地點之行動通信訊號優化並提升山區通信能力。
49. 國家通訊傳播委員會（2020）。通傳會今(3)日通過「補助 5G 網路建設作業要點」，將加速完備國家數位競爭力基礎，提供全民更優質的智慧生活。
50. 國家通訊傳播委員會（2021）。NCC 通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正，持續精進頻率使用管理。
51. 國家通訊傳播委員會（2021）。補助業者於偏鄉地區建置行動寬頻基地臺作業要點。
52. 國家通訊傳播委員會（2021）。補助第五代行動通信網路建設作業要點總說明。
53. 國家通訊傳播委員會（2021）。設置公眾電信網路與共用無線電頻率審查考量事項。
54. 山西省通信管理局（2013）。移動通信轉售業務試點政策解讀。
55. 工業互聯網產業聯盟（2019）。5G 與工業互聯網融合應用發展白皮書。
56. 搜狐（2020）。中国电信：6 月 1 日起逐渐关闭云南 3G 网络。
57. 搜狐（2020）。中國廣電獲頒 4.9GHz 頻段建 5G，與中國移動共建共享已成定局？
58. 搜狐（2020）。特急！《2020 年推進電信基礎設施共建共享》文件發布，重點加快 5G 建設發展！
59. 搜狐（2020）。重磅！工信部批准，中國廣電 700M 5G 穩了！
60. 搜狐（2021）。【重磅】一圖懂中國廣電 5G 700MHz！
61. 數位時代（2020）。牽手遠傳後，亞太電信終於開台！7 級距資費、獨有高頻 5G 網路，3 大重點一次看。
62. 新通訊元件雜誌（2021）。SA/毫米波商轉緊鑼密鼓　5G 產業高速發展不停歇
63. 新通訊元件雜誌（2018）。縮短城鄉行動網路落差，歐洲力推電信基礎建設共享。
64. 新通訊元件雜誌（2020）。疫情衝擊標準規畫　3GPP R17 凍結時程推遲半年。
65. 林淑惠（2021）。國內先例，電信三雄 3G 共用網路。工商時報。
66. 楠木軒（2021）。中國聯通一季度 5G 使用者達 9185 萬戶。
67. 科技新報（2020）。「星鏈計畫穩了？60 顆 Starlink 衛星再升空，馬斯克放話 6 個月內公測衛星網路」。
68. 科技部全球事務與科學發展中心（2021）。「智慧機械帶領臺灣邁向亞洲高階製造中心」專訪行政院科技會報辦公室產業創新組王英裕主任、國研院台灣儀器科技研究中心楊燿州主任。
69. 科技部新聞稿（2019）。「臺灣：從太空科研計畫，進軍全球太空產業」。
70. 經濟日報（2020）。NCC：中華電信 3G 網路 2024 年關閉。
71. 經濟日報（2021）。亞太電信：5G 共網 Q3 上路不做價格破壞者。

72. 經濟日報（2021）。天上飛、地下鑽的狂人！馬斯克造福了哪些「台商低軌衛星概念股」？
73. 經濟部國際貿易局駐新加坡代表處經濟組(2015)。新加坡 2025 資通訊媒體總體規畫。
74. 經濟部工業局（2020）。通訊產業 2021-2023 專業人才需求推估調查。
75. 網易（2021）。81.9 萬個！三大營運商戰果公布：5G 基站占比超全球 70%。
76. 網易（2021）。中國廣電正式改名，第四大營運商 5G 建設加速。
77. 網易汽車（2019）。聚焦數字化技術創新 華晨寶馬全面推進智能製造升級。
78. 總統府新聞與活動（2019）。「出席未來科技展　總統：下一個 4 年臺灣將進軍太空產業並研議設立數位發展主管機關」。
79. 胡媛（2021）。企業自建 5G 專網還需多久？
80. 自由時報（2021）。雙贏！中華電信買下亞太電信 900MHz 頻段頻率。
81. 行政院（2019）。臺灣 5G 行動計畫（2019-2022 年）（核定本）。
82. 行政院（2020）。「積極推動我國太空科技發展」。
83. 行政院（2020）。補助 5G 網路建設計畫。
84. 行政院科技會報（2018）。2018 年行政院「5G 應用與產業創新策略會議」。
85. 財團法人台灣經濟研究院（2019）。「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案」期末報告。國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG10804-0217）。臺北市：國家通訊傳播委員會。
86. 財團法人台灣經濟研究院（2019）。「國際 5G 基礎設施與網路共用專題分析-英國、日本、韓國、中國大陸、新加坡」財團法人資訊工業策進會委託研究報告（編號：BI19110078、BD19100286）。臺北市：財團法人資訊工業策進會。
87. 財團法人台灣經濟研究院（2020）。「因應 5G 發展下微型基地臺佈建及法規調適之委託研究」國家通訊傳播委員會委託研究報告（編號：PG 10905-0044）。臺北市：國家通訊傳播委員會。
88. 財團法人台灣經濟研究院（2020）。韓國科學技術情報通信部（MSIT）公布「310MHz 頻寬再指配詳細政策計畫」。
89. 財團法人台灣經濟研究院（2021）。韓國科學技術情報通信部（MSIT）敦促行動通訊業者履行 28GHz 頻段之 5G 商用基地臺建設義務。
90. 邱雯琪（2020）。全球 VoLTE 發展與應用概況。
91. 金管會（2015）。公開發行公司內部人股權申報問答集。
92. 電腦王阿達（2021）。中華電信購買亞太電信 4G900MHz 頻段及 CSFB 語音合作！
93. 黃建軒（2020）。VoLTE 語音網路互連研析。

- 外文文獻

1. MIST（2018）。5G 무선망 구축을 위한 무선설비 기술기준 마련。
2. 3GPP. (2021). Releases.
3. 5G Americas. (2020). Mobile Communications Beyond 2020 – The Evolution of 5G Towards Next G.
4. 5G Americas. (2020). the 5G Evolution: 3GPP Releases16-17.
5. 5G Rural Dorset. (2021). Coastal Cliff Monitoring.
6. 5G-CARMEN. (2021). Use cases.
7. 5GMF（2020）。ローカル 5G 免許申請支援マニュアル 2.0 版。
8. 5GPP. (2021). 5G-CARMEN.
9. 6G Waves Magazine. (2020). 6G Channel.
10. ACMA. (2019). Update to Foreign Space Objects Determination.
11. ACMA. (2020). Communication with a space object class licence.
12. ACMA. (2020). Earth licence.
13. ACMA. (2020). Earth receive licence.
14. ACMA. (2020). Federal Register of Legislation Radio communications Act 1992.
15. ACMA. (2021). Apparatus licences.
16. ACMA. (2021). Market study Australian space sector.
17. ACMA. (2021). Spectrum Licences.
18. ACMC. (2021). Register of Radiocommunications Licences.
19. Aetha Consulting Ltd. (2021). Portugal's 5G auction Ten months, two entrants, but moderate prices.
20. America Tower. (2020). Introduction to the Tower Industry and American Tower.

21. Androidpolice. (2021). T-Mobile's 3G shutdown is back on schedule for October.
22. ARCEP. (2020). Décision n 2020-0744.
23. ARCEP. (2020). Décision n 2020-0884.
24. ARCEP. (2020). Décision n 2020-1452.
25. ARCEP. (2021). Décision n 2021-0116.
26. ARCEP. (2021). Fréquences.
27. AT&T Business. (2020). Prepare for the upcoming 2G/3G sunsets now.
28. AT&T Business. (2020). State of the network: an introduction to 2G and 3G sunset.
29. AT&T. (2019). AT&T and Samsung Bring 5G to Life for the Manufacturing.
30. AT&T. (2020). AT&T Enables 5G Roaming for U.S. Customers in Japan.
31. AT&T. (2020). Get ready, 3G is going away in 2022.
32. AT&T. (2021). Act now - 3G is going away in 2022.
33. ATIS. (2020). ATIS Launches Next G Alliance to Advance North American Leadership in 6G.
34. ATIS. (2021). ATIS' Next G Alliance Launches Technical Work Program Setting 6G Roadmap into Action.
35. Au（2008）。au の 3G サービスが終了するんですか？
36. Australian Government Federal Register of Legislation. (2005). Australian Communications and Media Authority Act 2005.
37. Australian Government Federal Register of Legislation. (2015). Radiocommunications (Interpretation) Determination 2015.
38. Australian Government Federal Register of Legislation. (2015). Radiocommunications (Receiver Licence Tax) Determination 2015.
39. Australian Government Federal Register of Legislation. (2021). Radiocommunications (Foreign Space Objects) Determination 2014.
40. Australian Government Federal Register of Legislation. (2021). Radiocommunications Act 1992.
41. Australian Government Foreign Investment Review Board. (2021). General guidance.
42. BBC. (2021). Mobile roaming charges in Europe: What you need to know.
43. Beltrán, Fernando; Massaro, Maria (2018) : Spectrum management for 5G: assignment methods for spectrum sharing, 29th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Towards a Digital Future: Turning Technology into Markets?", Trento, Italy, 1st - 4th August, 2018, International Telecommunications Society (ITS), Calgary.
44. Ben Bronston. (2015). MVNO Licensing.
45. BGR. (2020). Your T-Mobile phone might stop working in January.
46. BLOTER（2021）。LGU+, 2G 서비스 6 월말 종료…대한민국 2G '굿바이'。
47. BLOTER（2021）。LGU+, 2G 서비스 6 월말 종료…대한민국 2G '굿바이'。
48. BnetzA. (2018). 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018
49. BNetzA. (2020). Amtsblatt 24.
50. BOSCH. (2019). Bosch applies for local 5G licenses.
51. Bundesnetzagentur. (2010). Administrative Regulations for the Assignment of Frequencies for Satellite Communications, VVSatFu.
52. Bundesnetzagentur. (2020). Application satellite services.
53. Bundesnetzagentur. (2020). Frequenzzuteilung für breitbandiges Internet via Satellit.
54. Bundesnetzagentur. (2020). Notification of satellite systems (orbit segment).
55. Bundesnetzagentur. (2020). Spectrum assignment for broadband internet via satellite.
56. Business Korea. (2020). LG Electronics, KRISS and KAIST Team Up for 6G Development.
57. Business network.jp（2020）。ソフトバンクが「プライベート 5G」を 2022 年に提供へ。
58. businessnetwork.jp（2021）。＜特集＞ローカル 5G NEXT 韓国でローカル 5G が解禁 28GHz 帯活用の「苦肉の策」。
59. Businessnetwork.jp（2021）。KDDI とソフトバンクが日本初の共有型無線アクセス網構築へ、エリクソンの 5G 製品を採用。
60. Canadian Radio-television and Telecommunications Commission. (2020). Telecom Commission Letter addressed to Bret Johnsen (Space Exploration Technologies Corp.)
61. CapitaLand. (2021). Singapore Science Park.
62. CC. (2021). PUBLIC NOTICE: AUCTION OF FLEXIBLE-USE SERVICE LICENSES IN THE 2.5 GHz BAND FOR NEXT-GENERATION WIRELESS SERVICES, COMMENT SOUGHT ON COMPETITIVE BIDDING PROCEDURES FOR AUCTION 108.
63. CCS. (2018). Pre-5G Neutral Host Backhaul Network in London's Square Mile.
64. CNBC. (2021). SpaceX says Starlink has about 90,000 users as the internet service gains

subscribers.
65. CRTC. (2020). BROADBAND FUND.
66. CRTC. (2021). Telecom Regulatory Policy CRTC 2021-130.
67. DCMS. (2018). 5G Rural Integrated Testbed (5GRIT).
68. DCMS. (2018). 5G Testbeds and Trials Programme.
69. DCMS. (2018). AutoAir: 5G Testbed for Connected and Autonomous Vehicles.
70. DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review (p. 55).
71. DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review.
72. DCMS. (2018). Future Telecom Infrastructure Review.
73. DCMS. (2018). Worcestershire 5G Consortium - Testbed and Trials.
74. DCMS. (2020). 5G Supply Chain Diversification Strategy.
75. DCMS. (2021). 5G Testbeds and Trials Programme.
76. Deutsche Telekom. (2020). Bye bye 3G - now LTE is coming for everyone.
77. Digital Catapult. (2021). 5G solution providers sign up to SONIC.
78. Ericsson. (2020). Worcester Bosch launches the UK's first 5G factory.
79. Ericsson. (2021). Voice and communications services trends and outlook.
80. ETNews（2020）。KT-삼성서울병원, 5G 로 '스마트 병원' 만든다。
81. ETNews（2021）。과기정통부, 5G 품질평가 대상지역 확대。
82. EUR-Lex. (2018). DIRECTIVE (EU) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code.
83. EUR-Lex. (2018). European Electronic Communications Code.
84. European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 11.
85. European 5G Observatory. (2021). 5G Observatory Quarterly Report 12.
86. European Commission. (2016). 5G Action plan.
87. European Commission. (2017). End of roaming charges: EU negotiators agreed on wholesale prices, the final piece to make it happen.
88. European Commission. (2018). Digital Single Market-Spectrum in the European Union.
89. European Commission. (2019). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Accompanying the document Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the review of the roaming market.
90. European Commission. (2020). Commission Recommendation on a common Union toolbox for reducing the cost of deploying very high capacity networks and ensuring timely and investment-friendly access to 5G radio spectrum.
91. European Commission. (2020). The Commission adopts Implementing Regulation to pave the way for high capacity 5G network infrastructure.
92. European Commission. (2020). Towards 5G.
93. European Commission. (2021). Europe's Digital Decade: digital targets for 2030.
94. European Commission. (2021). Europe's Digital Decade: digital targets for 2030.
95. European Commission. (2021). New Roaming Regulation – Questions and Answers.
96. European Commission. (2021). The Connectivity Toolbox.
97. Eurospace TF New Flagship secure Connectivity. (2020). Amazon Kuiper - Information Note.
98. FCC (2019). OFFICE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY ANNOUNCES FIRST INNOVATION ZONES FOR PROGRAM EXPERIMENTAL LICENSES.
99. FCC (2020). 3.5 GHz Band Overview.
100. FCC (2021). FCC DESIGNATES NEW INNOVATION ZONES FOR ADVANCED WIRELESS TECHNOLOGY RESEARCH AND INNOVATION.
101. FCC (2021). FCC FACT SHEET* Innovation Zones.
102. FCC (2021). FCC TO VOTE ON DESIGNATING BOSTON AND RALEIGH AS NEWEST FCC INNOVATION ZONES.
103. FCC (2021). Forum on 5G Open Radio Access Networks.
104. FCC (2021). Open RAN Solutions Showcase – Day 1.
105. FCC (2021). Spectrum Leasing.
106. FCC (2021). WIRELESS TELECOMMUNICATIONS BUREAU GRANTS ADDITIONAL AUCTION 105 PRIORITY ACCESS LICENSES.
107. FCC. (1996). 1 SECOND REPORT AND ORDER AND TIDRD NOTICE OF PROPOSED RULEMAKING.
108. FCC. (1996). 1 SECOND REPORT AND ORDER AND TIDRD NOTICE OF PROPOSED RULEMAKING.
109. FCC. (2000) FCC 03-113.

110. FCC. (2000). Principles for Promoting the Efficient Use of Spectrum by Encouraging the Development of Secondary Markets.
111. FCC. (2015). 18th Mobile Wireless Competition Report.
112. FCC. (2015). Competitive Bidding Report & Order.
113. FCC. (2017). FCC 17-122.
114. FCC. (2018). Accelerating Wireline Broadband Deployment by Removing Barriers to Infrastructure Investment.
115. FCC. (2018). Application for Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX V-band NGSO Satellite System.
116. FCC. (2018). Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz.
117. FCC. (2018). Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHz.
118. FCC. (2018). Auction 103: Spectrum Frontiers–Upper 37 GHz, 39 GHz, and 47 GHz
119. FCC. (2018). SMALL ENTITY COMPLIANCE GUIDE
120. FCC. (2018). The FCC's 5G Fast Plan.
121. FCC. (2019). FCC Seeks Comment on Bidding Procedures for PALs in 3.5 GHz Auction.
122. FCC. (2019). FCC Transforms 2.5 GHz Band for 5G Services.
123. FCC. (2019). IBFS SAT-LOA-20190704-00057. Attachment Legal Narrative.
124. FCC. (2019). Roaming for Mobile Wireless Services.
125. FCC. (2019). WIRELINE COMPETITION BUREAU ANNOUNCES EFFECTIVE DATE OF ORDER INSTITUTING "ONE-TOUCH-MAKE-READY" REGIME FOR POLE ATTACHMENTS.
126. FCC. (2020). 2.5 GHz Rural Tribal Window. CC. (2021). PUBLIC NOTICE: AUCTION OF FLEXIBLE-USE SERVICE LICENSES IN THE 2.5 GHz BAND FOR NEXT-GENERATION WIRELESS SERVICES, COMMENT SOUGHT ON COMPETITIVE BIDDING PROCEDURES FOR AUCTION 108.
127. FCC. (2020). Application for Authority to Deploy and Operate a Ka-band Non-Geostationary Satellite Orbit System.
128. FCC. (2020). Auction 105 (3.5 GHz) Application Status.
129. FCC. (2020). Auction 105 (3.5 GHz) Qualified Bidders.
130. FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band.
131. FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band.
132. FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz.
133. FCC. (2020). Auction 107 (3.7 GHz Service) Qualified Bidders.
134. FCC. (2020). Auction 107: 3.7 GHz.
135. FCC. (2020). Fact Sheet on Proposed 12 GHz Band NPRM
136. FCC. (2020). FCC 20-153.
137. FCC. (2020). FCC Authorizes Kuiper Satellite Constellation.
138. FCC. (2020). FCC ESTABLISHES 5G FUND FOR RURAL AMERICA.
139. FCC. (2020). FCC Establishes Bidding Procedures for December C-Band Auction—Public Notice
140. FCC. (2020). FCC Establishes Procedures for 3.5 GHz Band Auction.
141. FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G.
142. FCC. (2020). FCC Expands Flexible Use of the C-band for 5G—Report and Order.
143. FCC. (2020). FCC FACILITATES WIRELESS INFRASTRUCTURE UPGRADES FOR 5G DEPLOYMENT.
144. FCC. (2020). FCC STREAMLINES LICENSING RULES FOR MANY SATELLITE OPERATORS.
145. FCC. (2020). FCC STREAMLINES LICENSING RULES FOR MANY SATELLITE OPERATORS.
146. FCC. (2020). Further Streamlining Part 25 Rules Governing Satellite Services.
147. FCC. (2020). SAT-MPL-20200526-00053, Attachment Exh_4_Legal_Narrativ.
148. FCC. (2020). SAT-MPL-20200526-00062, Attachment Legal Narrative.
149. FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet.
150. FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet.
151. FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet.
152. FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service—Fact Sheet.
153. FCC. (2021). Auction 108 Technical Guide.
154. FCC. (2021). E-CFR.
155. FCC. (2021). FCC Announces Winning Bidders of 3.7 GHz Service Auction—Public Notice.
156. FCC. (2021). FCC FACT SHEET, Innovation Zone.

157. FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order
158. FCC. (2021). FCC Opens 100 Megahertz of Mid-Band Spectrum for 5G—Report and Order.
159. FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Mid-Band Spectrum Auction—Public Notice .
160. FCC. (2021). FCC Seeks Comment on Procedures for 2.5 GHz Auction.
161. FCC. (2021). File No. SAT-MPL-20210112-00007. Attachment Legal Narr Amend.
162. FCC. (2021). International Bureau Satellite Division. 1)
163. FCC. (2021). Plan Ahead for Phase Out of 3G Cellular Networks and Service.
164. FCC. (2021). Procedures established for Auction 110 (3.45-3.55 GHz Band) —Public Notice
165. FCC. (2021). PUBLIC NOTICE: AUCTION OF FLEXIBLE-USE SERVICE LICENSES IN THE 2.5 GHz BAND FOR NEXT-GENERATION WIRELESS SERVICES, COMMENT SOUGHT ON COMPETITIVE BIDDING PROCEDURES FOR AUCTION 108.
166. FCC. (2021). PUBLIC NOTICE: AUCTION OF FLEXIBLE-USE SERVICE LICENSES IN THE 2.5 GHz BAND FOR NEXT-GENERATION WIRELESS SERVICES, COMMENT SOUGHT ON COMPETITIVE BIDDING PROCEDURES FOR AUCTION 108.
167. FCC. (2021). Rules & Regulations for Title 47.
168. FCC. (n.d.). n. d. America's 5G Future.
169. FCC.report. (2019). SAT-LOA-20190704-00057. Attachment Legal Narrative.
170. FCC.report. (2019). SAT-LOA-20190704-00057. Attachment Legal Narrative.
171. Federated wireless. (2021). Bringing Private 5G To Life.
172. Frequenzverordnung (FreqV). (2021). Anlage Frequenzzuweisungstabelle für die Bundesrepublik Deutschland.
173. FUDGE-5G. (2021). About us.
174. Gartner. (2016). Seven Best Practices for CSPs' Network Shutdown of 2G, 3G and 4G.
175. Gesetze im Internet. (2021). Telekommunikationsgesetz.
176. GOV.UK. (2016). Autumn Statement 2016.
177. GOV.UK. (2018). Telecoms Supply Chain Review Term of Reference.
178. GOV.UK. (2018). Urban Connected Communities.
179. GOV.UK. (2019). 5G Testbeds and Trials Programme.
180. GOV.UK. (2019). Applying for the 5G Rural Connected Communities Project.
181. GOV.UK. (2019). UK Telecoms Supply Chain Review Report.
182. GOV.UK. (2020). Giant leap for UK spaceflight programme as consultation launches.
183. GOV.UK. (2020). Spaceport and spaceflight activities: regulations and guidance.
184. GOV.UK. (2020). UK SPACE AGENCY About us.
185. GOV.UK. (2021). £28 million to trial innovative new uses of 5G to improve people’s lives.
186. GOV.UK. (2021). 5G Testbeds and Trials Programme: complete list of 5G projects.
187. Government of Canada. (2021). List of foreign satellites approved to provide fixed-satellite services (FSS) in Canada.
188. GSA. (2021). GSA Market Report: Global Progress to Voice over New Radio (VoNR) – October 2021.
189. GSMA(2021). The economics of mmWave 5G.
190. GSMA. (2016). Guidelines for IPX Provider networks.
191. GSMA. (2018). Enabling Neutral Host Network Economics: CCS Case Study.
192. GSMA. (2021). 2G/3G Sunset & VoLTE Roaming.
193. GSMA. (2021). 2G-3G Sunset Guidelines Version 1.0.
194. Hexa-X. (2020). Releases.
195. ICAO. (2019). Global Aeronautical Distress & Safety System（GADSS）– ICAO.
196. IEEE Spectrum. (2020). Amazon’s Project Kuiper is More Than the Company’s Response to SpaceX.
197. IMDA. (2015). Infocomm Media 2025.
198. IMDA. (2019). 5G Maritime Trial.
199. IMDA. (2019). Code of Practice for Info communication Facilities in Buildings.
200. IMDA. (2019). EXECUTIVE SUMMARY - POLICY FOR FIFTH-GENERATION (5G) MOBILE NETWORKS AND SERVICES IN SINGAPORE.
201. IMDA. (2019). IMDA and Microsoft Collaborate to accelerate the Development of Singapore’s 5G Innovation Ecosystem.
202. IMDA. (2019). Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore.
203. IMDA. (2019). Satellite Communication Station Licence.
204. IMDA. (2019). Spectrum Management and Coordination.
205. IMDA. (2020). 5G Call for Proposal (“5G CFP 2020”) - 3.5 GHz Spectrum Rights, mmWave Spectrum Rights.

206.IMDA. (2020). Frequency Allocation & Assignment.
207.IMDA. (2020). GRANTED BY THE INFO-COMMUNICATIONS MEDIA DEVELOPMENT AUTHORITY UNDER REGULATION 6 OF THE TELECOMMUNICATIONS (RADIOCOMMUNICATION) REGULATIONS JOINTLY TO M1 LIMITED AND STARHUB MOBILE PTE LTD ON 1 JANUARY 2021.
208.IMDA. (2020). Spectrum Management Handbook.
209.IMDA. (2021). NEXT WAVE OF 5G GROWTH & DEPLOYMENT IN SINGAPORE: POLICY ISSUES & PROPOSED REGULATORY DESIGN FOR 2.1GHZ BAND .
210.Inmarsat. (2021). Orchestra.
211.Insider. (2021). Elon Musk's Starlink satellite internet service has been approved in the UK, and people are already receiving their beta kits.
212.Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2021). resolución P/IFT/070721/319.
213.ISED. (2015). CPC-2-6-01 — Procedure for the Submission of Applications to License Fixed Earth Stations and to Approve the Use of Foreign Satellites in Canada.
214.ISED. (2018). Canadian Table of Frequency Allocations (2018 Edition).
215.ISED. (2018). Spectrum Outlook 2018 to 2022.
216.ISED. (2018). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 600 MHz Band.
217.ISED. (2019). High-Speed Access for All: Canada's Connectivity Strategy.
218.ISED. (2020). Communications Monitoring Report.
219.ISED. (2021). Applicants — Auction of Spectrum Licences in the 3500 MHz Band.
220.ISED. (2021). Technical, Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band.
221.IT chosun（2020）。기부는 주파수 할당대가 산정 근거 공개하라출처。
222.IT Media news（2021）。プライベート 5G の先取り、「KDDI 5G＋AWS Wavelength」に注目せよ！
223.ITU. (2016). WRC-15 and ITU-R studies related to SMALL SATELLITES.
224.ITU. (2017). 1 st ITU INTER-REGIONAL WORKSHOP ON WRC-19 PREPARATION.
225.ITU. (2018). Collaboration on ITS Communication Standards.
226.ITU. (2018). ETSI TC INT Status of VoLTE Interconnection Test Specification.
227.ITU. (2019). A revolution in railway communication.
228.ITU. (2019). Guidelines for Preparation of Proposals to WRC-19 – ITU.
229.ITU. (2019). WRC-19 identifies additional frequency bands for High Altitude Platform Station system.
230.ITU.(2016). Guidelines for the review of spectrum pricing methodologies and the preparation of spectrum fee schedules.
231.KCME.jp（2021）。NTT ドコモ、法人にフォーカスした 5G グループを主導。
232.KDDI (2021). KDDI selects SpaceX's Starlink for cellular backhaul.
233.KDDI（2020）。KDDI とソフトバンク、地方における 5G ネットワークの早期整備を推進する合弁会社を設立。
234.KDDI（2021）。山手線と大阪環状線の全駅ホームで 5G サービスが利用可能に。
235.KDDI（n.d.）。3G は 2022 年に提供終了今こそ Android スマートフォンに機種変更を!
236.KDDI 株式会社（2021）。Beyond 5G 時代を見据えた周波数割当方式の検討について。
237.KDDI 株式会社（2021）。SpaceX の衛星ブロードバンド「Starlink」と業務提携、au 通信網に採用する契約に合意。
238.Kris Joseph. (2018). Analysis of Canadian Wireless Spectrum Auctions: Licence Ownership and Deployment in the 700 MHz, 2500 MHz and 3500 MHz Frequency Ranges.
239.Legal Information Institute. (2020). 47 CFR § 1.946 - Construction and coverage requirements.
240.Legal Information Institute. (2020). 47 CFR § 96.25 - Priority access licenses.
241.Legislation.gov.uk. (2006). Wireless Telegraphy Act 2006- Chapter 3- NO. 30 Spectrum trading.
242.Legislation.gov.uk. (2019). The Mobile Roaming (EU Exit) Regulations 2019.
243.Light Reading. (2020). Goodbye 3G: Here's when T-Mobile, AT&T and Verizon will shut it off.
244.Marine Insight. (2019). Introduction to Global Maritime Distress Safety System （GMDSS） – What You Must Know.
245.Marion surgical. (2021). SIMULATORS.
246.MCI. (2021). INFOCOMM MEDIA 2025.
247.Medium. (2020). Streamlining shipping for land, air and sea.
248.Medium. (2020). The Next Medical Frontier — Teaching Surgery in Virtual Reality.
249.Milgrom (2000). Putting Auction Theory to Work: The Simultaneous Ascending Auction. *Journal of Political Economy*, 108, no. 2 (2000).

250.MMD 研究所（2021）。「3G サービス」終了することについて知らないと回答したフィーチャーフォン利用者は 26.4% 知っている人のうち、自分が利用している通信会社の終了時期を約 3 割が知らない。
251.Mobile Europe. (2021). Ofcom concludes UK auction, O2 and Vodafone plan spectrum swap to boost 5G.
252.Morgan Stanley. (2020). Space: Investing in the Final Frontier.
253.MPA. (2021). Launch of Singapore's Maritime Drone Estate as Test Bed for Drone Technologies.
254.MPIRICAL. (2019). Delivering 5G Voice Services.
255.MSIT（2016）。4 차 산업혁명에 대응한 중장기 주파수 종합계획인 「K-ICT 스펙트럼 플랜」확정。
256.MSIT（2018）。5G 무선망 구축을 위한 무선설비 기술기준 마련。
257.MSIT（2018）。5 세대（5G） 이동통신 주파수 할당。
258.MSIT（2018）。5 세대(5G) 이동통신용 주파수 경매 최종 결과。
259.MSIT（2018）。세계 최초 5G 상용화를 목표로 통신사, 손 맞잡는다!。
260.MSIT（2018）。이동통신(IMT)용 주파수할당 공고。
261.MSIT（2019）。5G+ 스펙트럼 플랜。
262.MSIT（2020）。SKT 2G 서비스 폐지 승인
263.MSIT（2020）。SKT 2G 서비스 폐지 승인。
264.MSIT（2020）。과기정통부, 2020 년도 상반기 5 세대(5G) 이동통신 서비스 품질평가 결과 발표。
265.MSIT（2020）。과기정통부, 2020 년도 상반기 5 세대(5G) 이동통신 서비스 품질평가 결과 발표。
266.MSIT（2020）。과기정통부, 농어촌 5 세대 이동통신(5G) 로밍 전담반(T/F) 발족。
267.MSIT（2020）。과기정통부, 알뜰폰 활성화 대책 추진。
268.MSIT（2020）。무선 통신서비스 통계 현황。
269.MSIT（2020）。이동통신주파수 재할당 세부정책방안 확정。
270.MSIT（2020）。전기통신사업법 시행령 개정안 국무회의 의결。
271.MSIT（2020）。통신재난 발생해도 로밍 통해 이동통신서비스 이용한다。
272.MSIT（2021）。（2021 년 5 월말 기준） 무선통신서비스 가입자 통계。
273.MSIT（2021）。「망 중립성 및 인터넷 트래픽 관리에 관한 가이드라인」등 개정·시행 알림。
274.MSIT（2021）。5 세대（5G） 특화망 정책방안 수립。
275.MSIT（2021）。5 세대（5G） 특화망 주파수 공급방안。
276.MSIT（2021）。5 세대(5G), 알뜰폰 더 싸진다。
277.MSIT（2021）。5 세대(5G)+ 전략위원회 개최。
278.MSIT（2021）。MEC 기반 5G 융합서비스 활성화。
279.MSIT（2021）。농어촌 5 세대(5G) 공동이용 계획 발표。
280.MSIT（n. d.）。비전·소관업무。
281.Namu（2021）。CDMA。
282.NGMN. (2019). Non-Terrestrial Networks Position Paper.
283.NTT DOCOMO（2019）。2018 年度 総務省「5G 総合実証試験」の成果について～5G を活用した遠隔診療の高度化に関する実証試験（1-3-①）～。
284.NTT DOCOMO（2020）。「ミリ波」を利用した 5G サービスの提供を開始。
285.NTT DOCOMO（2020）。5G 国際ローミングインサービスの提供を開始＜2020 年 9 月 14 日＞。
286.NTT DOCOMO（2021）。5GEC（海外法人 5G ソリューションコンソーシアム）。
287.NTT DOCOMO（2021）。瞬速 5G の基地局数が累計 1 万局を突破＜2021 年 6 月 30 日＞。
288.NTT. (2019). What's IOWN?
289.NTT. (2020). NTT Technology Report for Smart World 2020.
290.NTT ドコモ（2019）。「FOMA」および「i モード」のサービス終了について。
291.Ofcom. (2006). Wireless Telegraphy Act 2006.
292.Ofcom. (2006). WIRELESS TELEGRAPHY GENERAL LICENCE CONDITIONS BOOKLET.

293.Ofcom. (2011). Fees for Satellite Earth Station licences.
294.Ofcom. (2015). Spectrum above 6 GHz for future mobile communications.
295.Ofcom. (2016). Mobile Data Strategy.
296.Ofcom. (2017). UK Frequency Allocations for Satellite Earth Stations.
297.Ofcom. (2018). Award of 2.3 and 3.4 GHz spectrum by auction.
298.Ofcom. (2018). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands.
299.Ofcom. (2018). Enabling opportunities for innovation.
300.Ofcom. (2018). Licensing Procedures Manual for Satellite (Earth Station Network) Applications.
301.Ofcom. (2018). Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual.
302.Ofcom. (2019). Enabling wireless innovation through local licensing.
303.Ofcom. (2019). Local Access Licence.
304.Ofcom. (2019). Shared access licences.
305.Ofcom. (2020). Applying for Satellite Earth Station licences.
306.Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands Annexes.
307.Ofcom. (2020). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands.
308.Ofcom. (2020). Ofcom confirms plans for spectrum auction early next year.
309.Ofcom. (2020). Radiocommunications licences.
310.Ofcom. (2020). Satellite (Earth Station Network).
311.Ofcom. (2020). Statement on the final regulations for the award of spectrum in the 700 MHz and 3.6- 3.8 GHz frequency bands.
312.Ofcom. (2020). The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020.
313.Ofcom. (2020). Trading Guidance Notes 2020.
314.Ofcom. (2021). Award of 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum by auction.
315.Ofcom. (2021). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands – Notice under regulation 121 of the Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020 (“the Regulations”).
316.Ofcom. (2021). MVNO – Mobile Virtual Network Operators.
317.Ofcom. (2021). Ofcom’s plan of work 2021/22.
318.OneWeb. (2020). OneWeb and Arianespace to restart launches in December 2020.
319.OneWeb. (2021). Company.
320.OneWeb. (2021). OneWeb Completes its ‘Five to 50’ Mission to Cover Regions North of 50 Degrees Latitude including UK, Canada, Alaska and Arctic Region.
321.OnGo Alliance. (2021). OnGo Forward – CBRS, 5G and Beyond 2021.
322.Phnom Penh Post（2021）。South Korean group of mobile subscribers to file class action suit over quality of 5G services。
323.RADIO SPECTRUM MANAGEMENT. (2021). Search Licences.
324.Radio Spectrum Policy Group. (2016). Opinion on spectrum related aspects for next-generation wireless systems (5G).
325.Rakuten mobile（2021）。楽天モバイルと米リガードネットワークス社、「Rakuten Communications Platform」を活用したプライベート 5G ネットワークの商用化試験に関する覚書を締結。
326.Rcrwireless. (2021). M1 launches 5G Standalone network in Singapore.
327.Rethinkresearch. (2020). Danish telcos ring the starting bell for 3G shutdown.
328.Reuters. (2021). Canada's Telesat takes on Musk and Bezos in space race to provide fast broadband.
329.Rinaldi, F., Määttänen, H-L, Torsner, J., Pizzi, S., Andreev, S., Iera, A., Koucheryavy Y., & Araniti, G. (2020). Non-Terrestrial Networks in 5G & Beyond: A Survey.
330.Rogers. (2021). Drone delivery takes flight with IoT network reliability.
331.Rogers. (2021). Rogers for Business First National Carrier to Launch a Managed Solution for Wireless Private Networks.
332.Rogers. (n.d). IoT Network Updates.
333.RRA（2018）。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。
334.Samsung Newsroom. (2020). Samsung’s 6G White Paper Lays Out the Company’s Vision for the Next Generation of Communications Technology.
335.Samsung. (2021). IBM, IMDA, M1 AND SAMSUNG TO COLLABORATE ON SINGAPORE’S FIRST 5G INDUSTRY 4.0 TRIAL.
336.Select Spectrum. (2021). Wireless Spectrum Licenses in the 2.5 GHz Band Ideal for Broadband Mobile & Fixed Data Applications.
337.Singtel. (2021). Accelerating in a post-crisis world with GENIE.

338. Singtel. (2021). Singtel all set for 5G Standalone.
339. Softbank（2019）。ソフトバンクと KDDI、基地局資産の相互利用により 地方における 5G ネットワークの早期整備で協争。
340. Softbank（2021）。国内通信事業者初！ 5G 国際ローミングを提供開始。
341. SoftBank（n.d.）。3G サービス終了のご案内。
342. Space Exploration Holdings, LLC. (2016). Application for Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX NGSO Satellite System.
343. Space Exploration Holdings, LLC. (2018). Application for Approval for Orbital Deployment and Operating Authority for the SpaceX NGSO Satellite System.
344. Space Exploration Holdings, LLC. (2019). Request for Modification of the Authorization for the SpaceX NGSO Satellite System.
345. Space Exploration Holdings, LLC. （2021）. Re: IBFS File Nos. SAT-LOA-20200526-00055 and SAT-AMD-20210818-00105.
346. SpaceNews. (2021). SpaceX breaks annual launch record as it deploys 48 more Starlink satellites.
347. SpaceNews. (2021). SpaceX's Starlink broadband to be available in Japan's remote areas next year.
348. Statistics Canada. (2012). Household.
349. Statistics Canada. (2021). Census Program.
350. Subsecretaria de Telecomunicaciones. (2021). Chile será el primer país de América Latina con servicios de internet satelital de Starlink.
351. Swisscom. (2020). Bye Bye 2G.
352. TDC Group. (2020). TDC NET fremtidssikrer Danmarks bedste mobilnet yderligere – øger pladsen til hurtigere 4G og 5G-netværk ved udfasning af 3G.
353. Telecomtv. (2020). Telia, Telenor to close Denmark 3G network to build 5G soon...ish.
354. Telefónica. (2021). Mach's gut 3G – hallo verbessertes O2 4G-Netz: Telefónica Deutschland / O2 startet bundesweite Abschaltung des 3G-Netzes.
355. TeleGeography. (2021). ANACOM approves 5G auction results; companies have ten days to pay for spectrum.
356. TeleGeography. (2021). ANACOM increases bidding increments to speed up sluggish 5G auction.
357. Telekommunikationsgesetz. (2021). § 56 Orbitpositionen und Frequenznutzungen durch Satelliten.
358. Telenor. (2020). Telenor og Telia gør klar til 5G.
359. Telesat. (2018). Telesat Begins Deploying Its Global Low Earth Orbit (LEO) Constellation with Successful Launch of Phase 1 Satellite.
360. Telesat. (2020). Telefónica Puts Telesat's Phase 1 LEO Satellite to the Test.
361. Telesat. (2020). Telesat and the Government of Canada Finalize $600M Agreement to Bridge Canada's Digital Divide with Telesat's Low Earth Orbit Satellite Constellation.
362. Telesat. (2020). Telesat to Become Public Company through Agreement with Loral Space & Communications and PSP Investments.
363. Telesat. (2021). Telesat to Redefine Global Broadband Connectivity with Telesat Lightspeed, the World's Most Advanced Low Earth Orbit (LEO) Satellite Network.
364. Telia. (2019). UTFASING AV 3G-NETTET – HVA BETYR DET FOR DEG?
365. Telia. (2020). OPGRADERING AF NETVÆRKET FRA 2021.
366. Telstra. (2020). 3G Service Closure.
367. Telus. (n.d). CDMA network shut down.
368. The Fast Mode. (2019). Telenor Norway to Start Shutting Down 3G Network in 2019; to Maintain 2G for Now.
369. The Korea Herald. (2021). SK Telecom eyes sharing 3G network with rival carrier.
370. T-Mobile. (2021). T-Mobile Network Evolution.
371. TR 38.811
372. UK 5G. (2021). What you should know about the highly-awaited SONIC Labs.
373. UK.GOV. (2019). UK and South Korea go underground for innovative new 5G partnership.
374. UK5G Innovation Network. (2018). 5G Rural First: Phase 1.
375. UK5G Innovation Network. (2018). 5G Smart Tourism.
376. UK5G Innovation Network. (2018). Liverpool 5G Testbed & Trial for Health and Social Care.
377. UK5G. (2020). Industrial 5G Testbeds & Trials.
378. UK5G. (2020). New £65 million package for 5G trials.

379.UK5G. (2020). Worcestershire 5G testbed report shows productivity gain with 5G applications.
380.Verizon. (2020). CDMA Network Retirement.
381.Verizon. (2020). Verizon is the first US wireless network to secure 5G global roaming service.
382.Verizon. (2021). 3G CDMA Network Shut off date set for December 31, 2022.
383.Vodafone Germany. (2020). Bye Bye 3g Vodafone Setzt Kuenftig Noch Mehr Auf Lte Und 5G.
384.Vodafone UK News Centre. (2019). Vodafone and O2 finalise 5G network agreement in the UK.
385.Vodafone UK News Centre. (2021). Why we're moving towards a fairer way to charge for roaming in Europe.
386.Vodafone. (2020). Groei mee naar 4G.
387.WM5G. (2020). WM5G awards O2 contract to launch UK's first 5G accelerators in three major cities.
388.Y!mobile（n.d.）。3G サービス終了のお知らせ。
389.ソフトバンク株式会社（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会-事業者ヒアリング資料 -。
390.아이뉴스 24（2021）。5G 기지국 장비 수도권에 집중。
391.채수웅（2020）。[단독] 단순합산에 경매 최저가 100% 반영…주먹구구식 재할당대가 산식。
392.一般財団法人マルチメディア振興センター（2021）。諸外国の携帯電話用周波数の割当方式について。
393.一般財団法人情報通信振興会（2020）。電気通信事業法第 29 条 。
394.世界情報通信事情（2019）。シンガポール。
395.住友商事（2019）。５G 基地局シェアリング事業の実証実験を開始 東急電鉄と住友商事が渋谷にて実施。
396.住友商事（2020）。日本初、鉄道トンネル内 5G 基地局シェアリングの実証実験を開始 ～Osaka Metro 御堂筋線なんば駅―心斎橋駅間で実施～。
397.佐野 隆司（2021）。周波数オークションのスタンダードとデメリットへの対応。
398.朝鮮日報（2021）。28 ㎓ 5G 기지국 목표 달성 불가능… 통신 3 사 제재 수위 주목。
399.株式会社 NTT ドコモ（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会（第 2 回）事業者ヒアリングご説明資料。
400.楽天モバイル株式会社（2021）。新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会事業者ヒアリング ご説明資料。
401.每日經濟日報（2020）。LG 유플러스, 구미시-구미산단 '5G 특화도시'로 탈바꿈。
402.石津健太郎（2018）。5G の同時多数接続を活用した実証試験とその関連研究。
403.第五代行動通訊推動論壇（5GMF）（2020）。ローカル 5G 免許申請支援マニュアル 2.0 版。
404.総務省（2004）。電気通信事業法の消費者保護ルールに関するガイドライン。
405.総務省（2011）。周波数オークションに関する懇談会 報告書。
406.総務省（2015）。電気通信事業法等の一部を改正する法律について。
407.総務省（2019）。移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン)。
408.総務省（2020）。Beyond 5G 推進戦略-6G へのロードマップ-。
409.総務省（2020）。Beyond 5G 推進戦略 (概要)。
410.総務省（2020）。ICT インフラ地域展開マスタープラン 3.0 -Society5.0 時代における ICT インフラを活用した地域課題解決。
411.総務省（2020）。ICT インフラ地域展開マスタープラン 3.0 -Society5.0 時代における ICT インフラを活用した地域課題解決。
412.総務省（2020）。モバイル市場の競争環境に関する研究会最終報告書。
413.総務省（2020）。ローカル 5G 導入に関するガイドライン。
414.総務省（2020）。交通信号機を活用した第 5 世代移動通信システムネットワークの整備に向けた調査検討報告書(令和元年度)概要版。
415.総務省（2020）。周波数再編アクションプラン(令和 2 年度改定版)。
416.総務省（2020）。電気通信事業分野における市場検証(令和元年度)年次レポート。
417.総務省（2020）。高度無線環境整備推進事業(二次補正予算)の概要。

418.総務省（2021）。「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会」の開催。
419.総務省（2021）。MVNO に係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン。
420.総務省（2021）。令和 2 年度 地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証実証成果概要。
421.総務省（2021）。令和 3 年度「課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」に係る実証提案の公募及び公募説明会の実施。
422.総務省（2021）。令和 3 年度「高度無線環境整備推進事業」に係る公募及び補助要望調査。
423.総務省（2021）。令和元年度電波利用料の事務の実施状況。
424.総務省（2021）。情報通信業基本調査結果 2020 年情報通信業基本調査（2019 年度実績）。
425.総務省(2021)。特定基地局開設料制度について。
426.総務省（2021）外国法人等が電気通信事業を営む場合における電気通信事業法の適用に関する考え方。
427.警察庁（2020）。令和元年度警察庁検討委員会の結果概要。
428.韓國 MVNO 協會（2020）。알뜰폰 스퀘어。
429.韓國中央行政機關（2019）。세계최초 ‘대한민국 5G’, 세계 1 등 향해 5G+ 전략 발표。
430.韓國中央行政機關（2019）。제 1 차민·관합동「5G+ 전략위원회」개최。
431.韓國中央行政機關（2021）。알뜰폰 5G 활성화 지원방안。
432.韓國中央行政機關（2021）。이통 3 사 5G 망 조속한 구축 위해 지속적 점검 및 독려。
433.韓國中央行政機關（2021）。제 4 차 5G+ 전략위원회 개최 관련 사전 브리핑。
434.韓國國家法律訊息中心（2020）。전파법。
435.韓國國家法律訊息中心（2021）。전기통신사업법 시행령。
436.韓國資訊通訊報（2021）。알뜰폰 스퀘어’ 현장 개통지원 업무 개시。
437.高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（ＩＴ総合戦略本部）（2020）。交通信号機を活用した 5G ネットワークの構築ロードマップ。
438.高田 潤一（2021）。周波数割当て時の審査項目について。
439.鬼木甫（2017）。電波割当制度の改革 電波資源の利用に市場制度の導入を(意見表明)。

中英對照表

外文全名	簡稱	中文
3rd Generation Partnership Project	3GPP	第三代合作夥伴計畫
5G Core Network	5GC	5G 核心網路
5G Fast Plan		5G Fast 計畫
5G Innovation Zone		5G 創新園區
5G Pioneer Bands		5G 先驅頻段
5G Rural Integrated Testbed	5GRIT	5G 農村整合
5G Ruralfirst		5G 鄉村優先
5G Smart Tourism		5G 智慧旅遊
5G Talent		5G 人才
5G Testbeds And Trials Programme	5GTT	5G 試驗計畫
5G+ 전략		5G+戰略
5G+ 전략위원회		5G+戰略委員會
6g Wireless Summit		6G 高峰會
Academy Of Finland		芬蘭科學院
Accelerated Relocation Payments		加速遷移費用
Accounting And Corporate Regulatory Authority	ACRA	新加坡會計與企業管理局
Accredited Person		認可的從業人員
Activity Index		活動指數
Activity Requirement		活動要求
Activity Rule		活動規則
Activity Rule Waivers And Reducing Eligibility		活動規則豁免及資格縮減
Activity Upper Limit		活動上限
Additional Deposit		額外保證金
Administrative Regulations For The Assignment Of Frequencies For Satellite Communications	VVSatFu	衛星通信頻率指配管理規則
Advanced Driving		先進駕駛
Advanced V2X		前瞻車聯網
Aeronautical Mobile		航空行動通訊
Affidavit		宣誓文件
Affiliated And Associated Entities		從屬與關聯實體
Agreements To Merge		合併協議
Air Interface Technologies		空中介面技術
Airport Authority		機場管理局
Alarm Industry Communications Committee	AICC	美國警報產業交流委員會
Alliance For Telecommunications Industry Solutions	ATIS	電信工業解決方案聯盟

Allocation Stage		分配階段
America's Mid-Band Initiative Team	AMBIT	美國中頻段倡議團體
Ancillary Terrestrial Component	ATC	輔助地面零件
Anlage Frequenzzuweisungstabelle Für Die Bundesrepublik Deutschland		頻率分配表
Apparatus Licenses		設備執照
Application Programming Interface	API	應用程式介面
Area-Wide Apparatus License	AWL	全區域設備執照
Area-Wide Licence		區域執照
Arrangements, Agreements Or Understandings		約定、協議或默示協議
Artificial Intelligence	AI	人工智慧
Ascending Clock Auction	ACA	昇冪時間鐘拍賣
Assigned Licence		指配執照
Assignment Phase		指配階段
Assignment Stage		位置競價
Assistive Listening Devices	ALDs	聽力輔助器具
Association Of Radio Industries And Business	ARIB	電波產業學會
Augmented Reality	AR	擴增實境
Australian Communications And Media Authority	ACMA	澳洲通訊及媒體管理局
Australian Communications And Media Authority Act		澳洲通訊與媒體管理局法
Australian Space Agency	ASA	澳洲太空局
Automated Guided Vehicle	AGV	自動化偵測與無人搬運車
Automated Optical Inspection	AOI	自動光學檢測
Automatic Identifications System	AIS	自動辨識系統
Automatic Meter Reading	AMR	自動讀表
Autonomous Maritime Radio Devices	AMRD	海事無線電裝置
Autonomous Vehicles		自主無人載具
Backhaul		後端網路
Base Stations		基地臺
Basic International Telecommunications Services	BITS	基本國際電信服務
Beamforming		波束成形
Best Practices		最佳實作
Beta Test		公開測試
Bid Amounts		投標金額
Bid Removal And Bid Withdrawal		取消與撤回投標
Bidding Activity And Eligibility		拍賣活動與資格
Bidding Credit Cap		拍賣折扣上限
Blanket License		通用執照
Body Of European Regulators For Electronic	BEREC	歐盟電子通傳監管機

Communications		構
Broadband		寬頻
Broadband Radio Service	BRS	寬頻廣播服務
Broadband Wireless Access	BWA	無線接入技術
Broadcast Distribution Undertaking Subscriptions		廣播發行機構訂閱
Broadcast/Multicast		廣播/多播
Broadcasting-Satellite Services	BSS	廣播衛星業務
Bundesnetzagentur	BNetzA	德國聯邦網路局
Business Of 6G		6G 商務
Cable Duct		電纜管線
Cable-Based Carriers		有線電信業者
Call For Proposal	CFP	徵求提案
Call To Action		行動呼籲
Canadian Radio-Television And Telecommunications Commission	CRTC	加拿大廣播電視和電信委員會
Capacity		網路容量
Carrier Aggregation	CA	載波聚合
Cellular Networks		行動網路
Cellular Telecommunications Technologies		行動通訊技術
Cellular-Vehicle To Everything	C-V2X	蜂巢式車聯網
Central Unit	CU	中央單元
Centralized RAN	C-RAN	無線存取網路
Changeable Message Sign	CMS	電子看板動態引導系統
Channel Estimation		通道估計
China Academy Of Information And Communications Technology	CAICT	中國信息通信研究院
China Communications Standards Association	CCSA	中國通訊標準化協會
Circuit Switch	CS	交換機網路系統
Circuit Switched Fallback	CSFB	電路交換回退
Citizen Broadband Radio Service Device	CBSD	已註冊公民無線寬頻服務設備
Citizens Broadband Radio Device		公民無線寬頻裝置
Citizens Broadband Radio Service	CBRS	公民無線寬頻服務
Civil Aviation Authority	CAA	民航局
Class Licenses		類別執照
Client Procedures Circular	CPC	客戶程序通知
Climate Neutral		氣候友善
Clock Ascending Auction	CAA	昇冪時鐘拍賣
Clock Auction		時間鐘拍賣
Clock Phase Mock Auction		時間鐘階段模擬拍賣
Clock Price		時鐘價
Closed-Circuit Television	CCTV	閉路電視

Closely Related Parties Rule		密切關連團體規則
Cloud Gaming		雲遊戲
Cloud Native And Microservice		雲端原生與微服務
Cloud-Native		雲端原生
Code Domain		代碼域
Code Of Federal Regulations	CFR	聯邦管制法規
Codes Of Practice		業務法規
Coherent		連結
Collective Dwelling		集合住宅
Colosseum Network Emulator		競技場網路仿真器
Combinatorial Clock Auction	CCA	組合時間鐘拍賣
Commerce And Economic Development Bureau	CEDB	香港商務及經濟發展局
Commerce Spectrum Management Advisory Committee	CSMAC	商業頻譜管理諮詢委員會
Commercial Cellular / Mobile Systems		商用手機/行動系統
Commercial Mobile Broadband Spectrum		商業行動寬頻頻譜
Commercial Mobile Radio Service	CMRS	商業行動無線電服務
Commercial Mobile Services		商業行動服務
Commercial Public Safety		商業公共安全
Communications Authority	CA	香港通訊事務管理局
Companies House		公司註冊處
Company Law		公司法
Competition Check		競爭檢查
Competitive Bidding Proceedings		競爭性投標程序
Competitive Bidding Report & Order		競爭性投標報告與命令
Compound Services		複合服務
Concurrent Spectrum Access	CSA	並存頻譜接取
Concurrent Total Trades		併存全部轉移
Concurrently Partial Transfer		併存部分轉移
Concurrently Total Transfer		併存全部轉移
Concurrently Transfer		併存轉移
Conference Preparation Meeting	CPM	通信大會準備會議
Connected And Automated Mobility	CAM	連結且自動化移動
Connecting Intellgence		智慧連結
Connectivity For Remote Areas		偏遠地區連接性
Connectivity Solution		連結方案
Connectivity Toolbox		最佳實作工具箱
Context-Aware		情境感知
Contingent Bidding Limit		競價上限
Continuing Uncertainty		持續不確定性
Cooperative Planning Areas		合作規劃區

Cooperative Sharing		合作共享
Cooperative-Intelligent Transport System	CITS	合作式智慧運輸系統
Core Network		核心網路
County		郡
Coverage		網路涵蓋率
Critical Infrastructure		關鍵基礎設施
Crossborder Coordination		跨境協同
Cross-Border Corridors		跨境走廊
Customer Proprietary Network Information	CPNI	客戶專有網路訊息
Cyber-Physical-System	CPS	虛擬空間實體系統
Data Center Interconnection	DCI	數據中心互聯
Data Collection System	DCS	數據收集系統
Data Driven		數據驅動決策
Data Insights		資料洞察
Data Points		數據點
Data Terminals		資料終端
De Facto Transfer Leases		實質轉讓出租
Declaratory Ruling		執行命令
Defence-In-Depth		深度防護
Defense Advanced Research Projects Agency	DARPA	美國國防高等研究計劃署
Delay-Critica		延遲關鍵
Densification Of Distributed Edges		分散式邊緣緻密化
Department For Digital, Culture, Media & Sport	DCMS	英國數位、文化、媒體暨體育部
Department Of Defense	DOD	美國國防部
Department Of Justice	DOJ	美國司法部
Department Of State	DOS	美國國務院
Designated Entity	DE	指定實體
Device-To-Device	D2D	設備對設備
Digital Audio Broadcasting	DAB	數位音訊廣播
Digital Avatars		數位化身
Digital Catapult		數位策進中心
Digital Food Sampling		數位食物取樣
Digital Intensity		數位強度
Digital Replica		數位複製
Digital Terrestrial Television	DTT	數位無線電視
Direct Broadcast Satellite	DBS	直播衛星
Disable Transmission		禁用傳輸
Distributed Unit	DU	分布單元
Distribution Network Operator		配電網業者
Dorset Council		多塞特郡議會
Down Payment		首款給付

Downlink		下行
Downlink Spatial Multiplexing		下行空間多工
Downlink-Quality		下行品質
Duplex Gap		收發間隔
Dynamic Spectrum Access		動態頻譜接取
Dynamic Spectrum Sharing		動態頻譜共用
Early-Data Transmission		資料提前傳輸
Earth Exploration Satellite Service	EESS	地球探測衛星服務
Earth Licence		地球電臺執照
Earth Receive		地面接收
Earth Station Aboard Aircraft	ESAA	機載地球電臺
Earth Station In Motion	ESIM	移動地球電臺
Earth Station Networks		地球電臺網路
Earth Station On Vessel	ESV	船載地球電臺
Earth-Exploration Satellite Services - Passive	EESS - passive	被動式地球探索衛星
Economies Of Scale		規模經濟
Edge Intelligence		邊緣智慧
Edge Nodes		邊緣運算節點
Educational Broadband Service	EBS	教育寬頻服務
Electromagnetic Field	EMF	電磁場
Electromagnetic Interference	EMI	電磁干擾
Electronics Telecommunications Research Institute	ETRI	韓國電子通訊研究院
Eligibility Event		資格事件
Eligibility Limit		資格上限
Eligibility Points		資格點數
Eligibility Rule		資格規則
Enabling Wireless Innovation Through Local Licensing		區域性執照實現無線創新
Encumbered Spectrum		受限頻譜
End-To-End		端對端
Energy Consumption		能量消耗
Enhanced Beam Forming	EB	強化波束成形
Enhanced Mobile Broadband	eMBB	增強行動寬頻
Enhanced Service-Based Architecture	eSBA	發展服務導向架構
Enterprise Singapore		新加坡企業發展局
Entity		實體
Environmental Sensing Capability	ESC	環境感知能力
Equalization		均衡化
Equivalent Isotropically Radiated Power	EIRP	等效全向輻射功率
Equivalent Power Flux-Density	EPFD	等量功率通量密度
European 5G Observatory		歐洲 5G 觀測站
European Commission	EC	歐盟執委會

European Telecommunications Standards Institute	ETSI	歐洲電信標準協會
Evolved Packet System Fallback	EPS FB	演進數據封包系統回退
Exclusive Use		獨家使用許可
Extended Reality	XR	延展實境
Extended Sensors		擴充感測器
Extreme Experience		極致體驗
Facilities-Based Providers		基礎設施提供者
Falcon 9		獵鷹 9 號
Falcon Heavy		重型獵鷹
Federal Communications Commission	FCC	美國聯邦通信委員會
Fees For Satellite Earth Station Licences		衛星地球電臺執照費用
Feuerbach		費爾巴哈
Financial Exposure		財務風險
First Come, First Served		先到先得
First Performance Benchmark		第一性能基準
Fixed Earth		固定地面執照
Fixed Earth Stations		固定地球電臺
Fixed Links		固定通信鏈路
Fixed Point-To-Point Service		固定點對點服務
Fixed Satellite		固定式衛星
Fixed Satellite Service	FSS	衛星固定業務
Fixed Wireless Access	FWA	固定無線接取設備
Ford Motor		福特汽車公司
Foreign Investment Review Board		澳洲外資審議委員會
Foreign Space Objects		外國太空物體
Forum On 5G Open Radio Access Networks		5G Open RAN 論壇
Frequency Division Duplex	FDD	分頻雙工
Frequency Usage Plan		頻率使用計畫
Frequenzplan		頻率計畫
Frequenzverordnung	FreqV	頻率條例
Frequenzzuteilung		頻率分配
Full Adjacency Agreement		完全鄰近協議
Full Fibre		全光纖網路
Full-Dimension-Mimo	FD-MIMO	全維度-MIMO
Full-Stack Communications		全端通信
Gateway Link		閘道器鏈路
General Authorized Access	GAA	一般授權接取干擾
Generalized Axiom Of Revealed Preference	GARP	基於廣義公理顯示性偏好
Generic Blocks		通用區塊

Generic Lot		虛擬區塊
Geostationary Orbit	GSO	地球同步軌道衛星
Geostationary Satellite		地球同步衛星
Gesetz Betreffend Die Gesellschaften Mit Beschränkter Haftung	GmbHG	股份有限公司法
Gigabit Connectivity		超高速網路連接
Gigabit Passive Optical Network	G-PON	被動式光纖網路
Gigabit Society		千兆社會
Global Aeronautical Distress And Safety System	GADSS	全球航空遇險與安全系統
Global Equipment Ecosystem		全球設備生態系統
Global Maritime Distress And Safety System	GMDSS	全球海上遇險安全系統
Global Navigation Satellite System Repeaters	GNSS Repeaters	全球衛星導航系統增波器
Global Service Coverage		全球服務範疇
Gnodeb	gNB	5G 基地臺
Grandfathered Wireless Broadband		傳統式無線寬頻
Greenfield		綠地
Grid-Cell Licences		網格細胞執照
Global mobile Supplier Association	GSA	全球行動通訊供應商協會
Groupe Speciale Mobile Association	GSMA	全球行動通訊系統協會
Guard Band		護衛頻段
Harmonizing		協同一致
Head-Mounted Display	HMD	頭戴顯示裝置
Heterogeneous Network Management Systems		異質性網路管理系統
Hierarchical Cell Identification Scheme	HCIS	層級式網格單元識別架構
Hierarchical Cell Identification Scheme	HCIS	層級化網格單元
High Altitude Platforms	HAPS	高空平臺
High-Altitude Platform Systems	HAPS	高空通訊平臺
High-Capacity Mobile Broadband Services		高容量行動寬頻設備
High-Fidelity Mobile Hologram		高逼真行動全像圖
Holographic Type Communications		全像式通訊
Holoportation		全像傳送
Hong Kong Telecommunications （Hkt） Limited, Hkt		香港電訊有限公司
Host Operator		合作業者
Hosted Operator		行動通信服務業者
Human Health And Potential	HHP	人類健康與潛能開發
Hybrid Automatic Repeat Request	HARQ	混合式自動重送請求

In-Band		頻段內
In-Building Penetration		室內穿透
Incumbent Access User		既有使用者
Incumbent National Carriers		現有國家服務提供者
Industrial 5G Testbeds & Trials		5G 產業試驗計畫
Industry Canada		加拿大工業部
Info-Communications Media Development Authority	IMDA	新加坡資訊通信媒體發展局
Information And Communication Technology	ICT	資通訊
Initial Deposit		初始保證金
Initial Period		初始期
In-Line Event		重疊事件
Innovation, Science And Economic Development	ISED	加拿大創新、科學與經濟發展部
Institute For Telecommunication Sciences		電信科學研究所
Integrated Access And Backhaul	IAB	無線接取和後端網路整合
Intelligent Transport System	ITS	智慧交通系統
Interdepartment Radio Advisory Committee	IRAC	跨部會無線電諮詢委員會
Interim		臨時
Interim Assignment		臨時指配
International Bureau		國際局
International Bureau Filing System	IBFS	國際局申請系統
International Civil Aviation Organization	ICAO	國際民用航空組織
International Frequency Information Circulars		國際頻率資訊通報
International Mobile Telecommunication	IMT	國際行動電信
International Telecommunication Union	ITU	國際電信聯盟
Internet Residential Subscriptions		家戶網路訂閱
Interoperability		互通性
Interoperable		可互相操作性
Intra-Round Bids		回合內競價
IP Exchange	IPX	IP 交換
Ip Multimedia Subsystem	IMS	IP 多媒體子系統
Joint Venture		合資公司
Key Enabling Technologies		關鍵促成技術
Killer Application		關鍵應用
Korea Communications Commission	KCC	韓國通訊傳播委員會
Korea Information Society Development Institute	KISDI	韓國情報通信政策研究院
Korea Research Institute Of Standards And Science	KRISS	韓國標準與科學研究所
Korea Telecommunications Operators Association	KTOA	韓國電信協會

Korean Advanced Institute Of Science And Technology	KAIST	韓國科學技術高等研究院
Lacking Service-Network Interaction		缺乏服務與網路間的互動
Land Mobile Systems		陸地行動系統
Leading Vehicle		主導車輛
Letter Of Intent		意向書
Licence-Exempt		免執照
Licence-Exempt Applications		免執照應用
Licene-Exempt Medical Telemetry		免執照醫療遙測
Light-Licensing Models		輕度執照模型
Light-Touch Leasing Procedure		簡易租賃程序
Link		鏈接
Liverpool 5G Testbed		利物浦 5G
Local Access Licence		地區接取執照
Local Connectivity Group		地方連結團體
Local Full Fibre Network		地方光纖網路計畫
Long Term Evolution	LTE	長期演進技術
Long-Form Applications		長格式申請
Lot Rating		資格點數
Low And Remote Density Area		低密度與偏遠地區
Low Earth Orbit	LEO	低軌
Low Power Licence		低功率執照
Low Power Wide Area	LPWA	低功耗廣域網路
Low-Mobility		低行動性
Low-Power Wide Area		低功率廣域
Machine Learning	ML	機器學習
Machine Type Communication	MTC	機器類通訊
Machine-To-Machine Communications		機器對機器的通訊
Macro-Cell Sites		大型基地臺站點
Manufacturing, Trade And Connectivity	MTC	製造、貿易與連結性
Maritime And Port Authority Of Singapore	MPA	新加坡海事港務管理局
Maritime Operations		海事營運
Market Expansion Model		市場擴張模型
Market Readiness		市場整備
Marketing Intelligence	MI	營銷情報
Massive Machine Type Tommunications	mMTC	巨量機器型態通訊
Massive Machinetype Communication	mMTC	超高速頻寬
Mast		桅杆
Mast Sharing		共用桅桿
Master International Frequency Register	MIFR	頻率指配登錄
Maximum Percentage		最大百分比

Medium Earth Orbit		中軌道
Medium Power Licence		中功率執照
Memorandum Of Understanding	MOU	諒解備忘錄
Mesh		網格
Meteorological Aids		氣象輔助
Meteorological Satellite Service	MetSat	氣象衛星服務
Meteorological-Satellite		氣象衛星
Milestones		里程碑
Minimum Acceptable Bid Amounts		最低可接受投標金額
Minimum Bids And Reserve Prices		最低標與保留價格
Minimum Essential Spectrum Package		最小頻譜需求
Minimum Opening Bid		最低開標
Minimum Percentage		最小百分比
Ministry Of Communications And Information	MCI	新加坡新聞通訊及資訊部
Ministry Of Industry And Information Technology	MIIT	中華人民共和國工業和信息化部
Ministry Of Internal Affairs And Communications		日本總務省
Ministry Of Science And ICT	MSIT	韓國科學技術情報通信部
Mitigation Measures		緩解措施
Mixed Reality	MR	5G 混合現實
Mmwave		毫米波
Mobile Broadband	MBB	行動寬頻
Mobile Broadband Internet Access Service	MBIAS	行動網路存取服務
Mobile Data Plan Subscriptions		行動數據方案訂閱
Mobile Data Strategy		行動數據戰略
Mobile Edge Computing		行動邊際運算
Mobile Installation Space	MIS	行動安裝站點
Mobile Network Operator	MNO	行動網路業者
Mobile Number Portability	MNP	攜碼轉臺
Mobile Satellite Service	MSS	衛星行動業務
Mobile Subscriptions		行動網路訂閱
Mobile Virtual Network Operator	MVNO	行動虛擬網路業者
Mobile World Congress	MWC	世界行動通訊大會
Mobile-Broadband Access		行動寬頻接取
Mobile-Terminated		行動終止
Moving Beyond Best Effort And Coarse-Grained Qos		改善服務品質以求更卓越的績效
Multi-Access Edge Computing	MEC	多接取邊緣運算
Multi-Input Multi-Output	MIMO	多輸入多輸出
Multi-Operator Core Network	MOCN	多營運商核心網
Multiple-Input Multiple-Output	MIMO	多輸入多輸出

Multipoint Communications Systems		多點通訊系統
Multi-Sense Networks		多感網路
Multi-Transport-Block		多傳輸區塊
Multi-User		多用戶
Narrowband		窄頻
Narrowband Iot	NB-IoT	窄頻物聯網
Narrowband-PCS		窄頻個人通訊系統
National Cyber Security Centre		國家網路安全中心
National Incumbent Service Providers		國家現有服務提供者
National Infrastructure Commission	NIC	英國國家基礎建設委員會
National Institute Of Information And Communications Technology	NICT	日本國立研究開發法人情報通信研究機構
National Mobile Service Providers	NMSPs	國家行動服務提供者
National Radio Research Agency	RRA	韓國無線電研究所
National Research Council	NRC	加拿大國家研究委員會
National Science Foundation	NSF	美國國家科學基金會
National Telecommunications And Information Administration	NTIA	美國國家電信暨資訊管理局
National Telecoms Lab		國家電信實驗室
National Wireless Subscriber Market Share		全國無線用戶市占率
Nearest Vickrey		最近核心價格
Negotiation Period		協商期
Network Control And Monitoring Center	NCMC	網路控制和監控中心
Network Of Networks		網路中的網路
Network Sharing		網路共享
Network Slicing		網路切片
Neutral Host		中立主機
Neutral Host Model		中立主機模式
Neutral Host Platform		中立主機平臺
New Network Architectures		新網路架構
New Radio	NR	行動通訊技術
New Verticals		新垂直整合
Next G Alliance		Next G 聯盟
Non-3GPP		非 3GPP
Non-Assigned Licence		非指配執照
Non-Geostationary Satellite Orbits	non-GSO	非同步衛星
Non-Geostationary Satellite Orbits FSS	non-GSO FSS	非同步衛星固定通信業務
Non-Geostationary Satellite Systems: Licensing Updates		非地球同步軌道衛星

		系統：執照更新
Non-Lease-Specific Eligibility		非租賃特定資格
Non-Radio Access		非無線接取
Non-Standalone	NSA	非獨立組網
Non-Terrestrial Networks		非地面網路
Non-U.S.-Licensed		非美國許可
Notice Of Proposed Rulemaking	NPRM	法規制訂通告
Office Of Communication	Ofcom	英國頻譜監理機關係通訊管理局
Office Of Engineering And Technology	OET	工程技術辦公室
Office Of Spectrum Management	OSM	頻譜管理辦公室
Office Of The U.S. Trade Repre-Sentative	USTR	美國通商代表部
On-Board Unit	OBU	車內通訊設備
Ongo Alliance		OnGo 聯盟
Ongoing Power Or Ability		經常力量或能力
Open		公開頻段
Open Product		公開產品
Open Radio Access Network	Open RAN	開放式無線接取網路
Operator-To-Operator		營運商對營運商
Orthogonal Frequency Division Multiplexing		正交頻分多工
Outright Partial Transfer		完全部分轉移
Outright Total Trades		完全全部轉移
Outright Transfer		完全轉移
Overlash		過度綁紮
Package Bidding		組合投標
Packet		封包
Packet Switching	PS	封包交換
Paging		呼叫
Part		編
Partial Adjacency Agreement		鄰近協議
Partial Economic Area	PEA	局部經濟區域
Partnerships		合夥
Passive Facilities		被動式設備
Pay-As-Bid Pricing Rule		投標金額結算定價原則
Periodic Use Areas		定期使用區
Permanent Earth Station	PES	永久地球電臺
Permit-Exempt		豁免許可
Physical Cell		實體基地臺
Physical Layer		物理層
Pinpoint Area		精確地點
Point-To-Multipoint		單點對多點

Point-To-Multipoint Service		單點對多點服務
Point-To-Point		端到端
Point-To-Point Fixed Links		點對點固定鏈路
Policy For Fifthgeneration （ Services 5G ） Mobile In Singapore		《新加坡 5G 行動政策》
Policy For Fifth-Generation（5G）Mobile Networks And Services In Singapore		《新加坡 5G 行動網路與服務政策》
Preamble Detection		前置碼檢測
Pre-Approval		事前批准
Precision Of Time In Services		服務的時間精確性
Price Discovery		價格發現
Principal Stage		數量競價
Priority Access Licenses	PAL	優先接取執照
Private Commons Arrangement		頻譜執照私有公共化
Private Dwelling		自有住宅
Private Entity Operations		私人實體使用
Programme Making And Special Events	PMSE	節目製作和特別活動
Prohibition Of Certain Communications		禁止特定交流
Proliferation Of Private Transits		私人傳輸氾濫
Proof Of Business	PoB	商業實證
Prototype Networks		原型網路
Provisionally Winning Bid		暫時得標金額
Public Examination Rooms		公共檢查室
Public Notice		公告
Public Sector Pension Investment Board		PSP 投資委員會
Public Service Commission / Public Utilities Commission	PSC / PUC	公用事業委員會
Pulmonary Endarterectomy	PEA	肺動脈血栓內膜切除手術
Purely Terrestrial Networks		純地面網路
Qualitative Communication Services		定性通訊服務
Radio Access Network		無線接取網路
Radio Access Technology	RAT	無線電接取技術
Radio Access Technology Fallback	RAT FB	無線接取技術回退
Radio Astronomy		無線電天文
Radio Detection And Ranging	RADAR	無線電偵測與定距
Radio Emissions		無線電發射
Radio Frequency	RF	射頻
Radio Interface		無線電介面
Radio Local Area Networks	RLANs	無線電波區域網路
Radio Regulations, Rr		無線電規則
Radio Spectrum Policy Group	RSPG	歐盟無線頻譜政策小組

Radio Unit	RU	無線電單元
Radio-Access		無線接取
Radiocommunication Act		無線電通訊法
Radiocommunication And Broadcasting Antenna Systems		《無線電與廣播天線系統》
Radiolocation		無線電定位
Radionavigation		無線電導航
Railway Radiocommunication Systems Between Train And Trackside	RSTT	火車與軌邊之鐵路無線電通訊系統
Random-Access		隨機存取
Readiness For Holographic And Multi-Sense Media		全像與多感媒體的穩定性
Receive-Only Earth Stations	ROES	僅接收地球電臺
Receivers		接收器
Recognised Spectrum Access		認證頻譜接取
Reduced Capability Nr		降低容量 NR
Regional Economic Area Grouping	REAG	地區經濟區域群組
Relocation Expenses		遷移支出
Remote Driving		遠距駕駛
Remote Holographic Presence		遠端全像投影
Remove		取消
Renewable License Terms		屆期可再換發執照
Renewal		續期
Renewal Statements		換照聲明
Report And Order		報告與命令
Report From The Commission To The European Parliament And The Council On The Review Of The Roaming Market		漫遊市場的全面性評估報告
Repurposing		重整
Reseller		轉售者
Reserve Price Or Minimum Opening Bids		保留價格及最低標
Rights Of Way		通行權
Road-Side Unit	RSU	路側設施
Roaming Between Countries		國際漫遊
Rural Tribal Priority Window		偏鄉部落優先窗口
Safe Harbors		安全港
Safety Code 6		安全法規 6
Samsung Austin Semiconductor		三星奧斯丁半導體公司
Satellite Earth Stations		衛星地球電臺
Satellite Services		衛星業務
Science Information Network	SINET	學術資訊網路
Sealed Bid Auction		密封競價拍賣

Seamless Coexistence Of Heterogeneous Network Infrastructures		異質網路基礎設施無縫共存
Second Performance Benchmark		第二性能基準
Second Price Rule		次高價格得標規定
Security Deposit		保證金
Self-Operating Factories		自動化工廠
Separaete Cores		獨立核心網路
Service Areas For Competitive Licensing		競爭執照服務區域
Service Capabilities		服務能力
Service Territory		服務領域
Serving-Cell		服務基地臺
Session Initiation Protocol		會話初始化通訊協定
Set-Aside		保留頻段
Set-Aside Product		保留產品
Setup Time		啟動時間
Shared Access Licence		共用頻段接取執照
Short Message Service	SMS	簡訊服務
Shared Rural Network		共享農村網路
Short Range Device	SRD	短距離裝置
Short Range Devices		短距離通訊設備
Short-Form Applications		短式申請文件
Signaling Protocol		網路信令協定
Signaling System Number 7		第七號信令系統
Significant “Common” Value		明顯的一般價值
Simple Make-Ready		簡單準備就緒
Simplifying Service Delivery		簡化服務交付
Simultaneous Ascending Auction		同步提價拍賣
Simultaneous Multiple Round Ascending	SMRA	同步多回合上升拍賣制
Simultaneous Multi-Round Auction	SMRA	同時多回合上升拍賣
Simultaneous Stopping Rule		同時停止規則
Simultaneous Voice And LTE	SVLTE	同步語音與 LTE
Singapore Science Park	SSP	新加坡科學園區
Single Bidding Round Auction		單回合拍賣制
Small Cell		微型基地臺
Smallest Licensing Area		最小執照區域
Smart Nation		智慧國家
Smart Nation And Digital Economy	SNDE	智慧國家與數位經濟
Software As A Service	SaaS	軟體即服務
Software Defined Networking	SDN	軟體定義網路
Sounding Reference Signal	SRS	探測參考訊號
South Korea Telecom	SKT	韓國電信
Space Communications		太空通訊

Space Industry Act 2018		2018 年太空產業法
Space Infrastructure Fund		太空基礎設施基金
Space Licence		太空執照
Space Receive Licence		太空接取執照
Space Research Service	SRS	太空研究服務
Spatial Separation		空間分流
Spectral Efficiency		頻譜效率
Spectrum		頻譜
Spectrum Access System	SAS	頻譜接取系統
Spectrum Act		頻譜法
Spectrum Aggregation		頻譜聚合
Spectrum Harmonization		頻譜協同
Spectrum Licenses		頻譜執照
Spectrum Management Handbook		頻譜管理手冊
Spectrum Manager Lease		頻譜管理者出租
Stand Alone	SA	獨立組網
Standalone	SA	獨立組網
Statistics Canada		加拿大統計局
Sub-Divided Licences		再分割執照
Subframe		子時框
Sublease Arrangements		轉租
Subordinate Licensing		從屬執照
Subpart		子編
Sustainability		可持續性
System Architecture 1	SA1	系統架構 1
Telecommunications Service Providers	TSPs	通訊服務提供者
Telecommunications Standards Development Society, India	TSDSI	印度電信標準開發協會
Telecommunications Technology Association	TTA	韓國電信技術協會
Telecommunications Technology Committee	TTC	電信技術委員會
Telecoms Single Market		電信單一市場
Telemetry、Tracking And Command	TT&C	遙測、追蹤、與控制
Telepresence		遠距臨場
Tele-Surgery		遙控手術
Terahertz Communications		太赫茲通信
Term		使用期限
The Agency For Science, Technology And Research	ASTAR	新加坡科技研究局
The City Of London		倫敦市法團
The Department Of Commerce		商務部
The FCC’s 5G FAST Plan		5G FAST 計畫
The Fifth Generation Of Mobile Technologies	5G	第五代行動通信
The Info-Communications Media Development	IMDA	新加坡資訊通信媒體

Authority		發展局
The License Issue Date		執照核發日
The National 6g Roadmap Working Group		6G 藍圖工作小組
The Office Of Economics And Analytics	OEA	經濟與分析辦公室
The Smartran Open Network Interoperability Centre	SONIC	智慧無線接取網路開放式網路創新中心
The Strategic European Partnership		歐洲戰略合作夥伴關係
The Swedish Post And Telecommunication Authority	PTS	瑞典郵政及電信總局
The Telecommunications Act		電信法
Threedimensional Connectivity		三維連接
Throughput		傳輸量
Tiered Approach		分層方法
Time Division Duplex	TDD	分時雙工
Time Engineered Applications		時間工程化應用
Time Engineered Communications Services		時間工程化服務
Time-Division Duplex	TDD	時分雙工
Time-Frequency Resource		時頻資源
Total Radiated Power		總輻射功率
Traffic		流量
Transmission Layers		傳輸層
Transmission Time Interval	TTI	傳輸時間區間
Transmitters		發送器
Transport And Security		運輸安全計畫
Transportable Earth Station	TES	移動式地球電臺
Trunked Radio Service	TRS	中繼無線通訊服務
Tsg Radio Access Network	TSG RAN	TSG 無線接取網路
Ubiquitous Wireless Intelligence		無所不在的無線智慧
Uk National Interface Requirement		英國國家接取要求
Ultra-High Frequency Bands		超高頻段
Ultra-Reliable And Low Latency Communications	URLLC	超高可靠度低延遲
Unencumbered Spectrum		未受限頻譜
Unified Licensing Framework		統一許可框架
Universal Licensing System	ULS	通用執照系統
Unlicensed Band		免執照頻段
Unlocking Bottlenecks		解除瓶頸
Upfront Payment		押標金
Uplink		上行
Urban Mobility		城市交通
Urban Mobility And Smart Estates		城市交通與智慧不動產
Urban Solutions And Sustainability	USS	城市解決方案與永續

		發展
User Equipment		用戶設備
User Link		用戶鏈路
User Scheduling		用戶排程
User-Controlled Applications		用戶控制應用程式
User-Defined Package Bidding		使用者自訂組合拍賣
Utility Poles		電線桿
Varying Granularities		變動粒度
Vehicle To Everything	V2X	未來車聯網
Vehicle-Mounted Earth Station	VMES	車載地球電臺
Vehicles Platooning		車隊行駛
Vehicle-To-Everything	V2X	車聯網
Very Low Earth Orbit	VLEO	極低軌道
Virtual Reality	VR	虛擬實境技術
Virtualized 5G Packet Core		5G 虛擬化核網
Voice Over LTE	VoLTE	LTE 語音服務
Voice Over Wi-Fi	VoWiFi	
Voice Transcoding		語音轉碼
Voluntary Peer Review		自願性同儕檢視
Voting Shares		表決權股份
VTT Technical Research Centre Of Finland Ltd		芬蘭 VTT 技術研究中心
Waiver		棄標
Wake-Up Signaling		喚醒訊號
Wayleave		路權
West Of England Combined Authority		西英格蘭聯合市政府
Wholesale-Only Model		僅做批發之電信業者模式
Wide Channel Bandwidth		廣域頻道頻寬
Winner’s Curse		贏家的詛咒
Wireless Backhaul		無線後端網路
Wireless Backhaul Services		無線後端服務
Wireless Broadband Access	WBS	無線寬頻接取
Wireless Broadband Communication		無線寬頻通訊
Wireless Private Networks	WPN	無線專用網路
Wireless Telecommunications Bureau	WTB	美國無線通訊局
Wireless Telegraphy Act 2006	WT Act	2006 年無線通信法
Wireline Backhaul		有線回傳網路
Wireline Telephone Subscriptions		有線電話訂閱
Withdraw		撤回
Worcestershire 5G Consortium		伍斯特郡 5G 聯盟
Worcestershire Local Enterprise Partnership	WLEP	伍斯特郡當地企業夥伴關係

Working Groups		工作組
World Radiocommunication Conference	WRC	世界無線電通信大會
World Trade Organization	WTO	世界貿易組織
Zeetta Networks		Zeetta 網路
Zero-Trust Environment		零信任環境
モバイル市場の競争環境に関する研究会		行動通訊市場競爭環境研究會
リビング・テストベッド		生活測試平臺
전파 제도 정비 토론회에		無線電波系統維護討論會
地域広帯域移動無線アクセスシステム		地方廣域移動無線連接系統
株式会社 5G Japan		5G JAPAN 股份有限公司
株式会社レイヤーズ・コンサルティング		日本 Layers Consulting 股份有限公司
株式会社日本経済研究所		日本經濟研究所股份有限公司