108 年委託研究報告

新世代通訊技術發展觀測與監理政策及規範之研究

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會

中華民國 108 年 12 月

108 年委託研究報告

GRB 系統編號：PG10804-0052

新世代通訊技術發展觀測與監理政策及規範

委託研究採購案

受委託單位

財團法人電信技術中心

計畫主持人

陳人傑

研究顧問

鄧添來

協同主持人

蘇炫榮、巫國豪

研究人員

王彥中、邱儀萱、余曜成、周傳凱、李淑華、程致剛、邱于峮、陳冠榮、張簡耀暉、王資寧、黃羿青

研究期程：中華民國 108 年 4 月至 108 年 11 月

研究經費：新臺幣 632 萬元

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 108 年 12 月

目 次

表目次 VIII

圖目次 XII

提 要 XVII

Abstract XX

第一章 緒論 1

第一節 研究主旨 1

第二節 研究架構 2

一、 研究動機、研究目的與問題陳述 2

二、 研究計畫架構 4

第三節 研究方法、施行方式、執行步驟與工作時程 6

一、 研究方法與施行方式 6

二、 執行步驟與工作時程 8

第四節-執行成果與效益 9

一、 掌握全球新世代通訊技術之最新發展趨勢 9

二、 完善我國新世代通訊技術監理政策及相關規範 9

第二章 新世代通訊技術發展趨勢觀測 11

第一節-國際電信聯合會 11

一、 5G 技術標準制定 11

二、 WRC-19 會議議程與討論內容 13

三、 WRC-19 會議成果摘要 22

第二節-第三代行動通訊合作夥伴 23

一、 5G 通訊技術發展時程規劃 23

二、 5G、V2X 及無人載具等新世代通訊技術發展趨勢 27

三、 5G 新世代通訊技術標準制訂內容 32

四、 3GPP Rel-17 業者提案趨勢 39

五、 3GPP 無人載具標準制定內容 45

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第三節–電機電子工程師學會 58
一、 新世代通訊技術發展時程規劃 58
二、 新世代通訊技術發展與技術標準制訂內容 69
第四節–小結與比較 74
第三章 新世代行動通訊（5G）頻譜整備監理政策及監管規範 80
第一節–歐盟 80
一、 5G 政策推動重點 80
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程 87
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 92
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範 96
第二節–英國 110
一、 5G 政策推動重點 110
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程 113
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 119
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範 120
第三節–美國 134
一、 5G 政策推動重點 134
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程 137
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 147
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範 149
第四節–澳洲 159
一、 5G 政策推動重點 159
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程 161
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 174
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範 177
第五節–日本 190
一、 5G 政策推動重點 190
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程 192
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 195

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範.....195
第六節–韓國 205
一、 5G 政策推動重點.....205
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程.....206
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 209
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範.....210
第七節–德國 215
一、 5G 政策推動重點.....215
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程.....217
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 222
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範.....224
第八節–加拿大 231
一、 5G 政策推動重點.....231
二、 5G 頻譜政策發展與釋出時程.....232
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 238
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範.....241
第九節–中國 256
一、 5G 政策推動重點.....256
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程.....258
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 261
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範.....262
第十節–香港 264
一、 5G 政策推動重點.....264
二、 5G 候選頻段發展與釋出時程.....265
三、 因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施 270
四、 候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範.....272
第十一節小結與比較..... 281
一、 5G 候選頻段.....281
二、 WRC-19 整備 281

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

三、 頻率上限(交易、出租或共享).....282
四、 頻率和諧共存措施.....283
五、 頻率共享機制.....283
六、 垂直需求企業專網.....284
第四章 新興技術使用頻譜監理規範..... 287
第一節–歐盟 287
一、 物聯網.....287
二、 車聯網.....289
三、 無人機.....291
四、 智慧醫療.....292
第二節–英國 294
一、 物聯網.....294
二、 車聯網.....297
三、 無人機.....300
四、 智慧醫療.....303
第三節–美國 309
一、 物聯網.....309
二、 車聯網.....311
三、 無人機.....313
四、 智慧醫療.....316
第四節–澳洲 318
一、 物聯網.....318
二、 車聯網.....324
三、 無人機.....329
四、 智慧醫療.....331
第五節–日本 337
一、 物聯網.....337
二、 車聯網.....339
三、 無人機.....341

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、 智慧醫療.....343
第六節–韓國 347
一、 物聯網.....347
二、 車聯網.....351
三、 無人機.....353
四、 智慧醫療.....356
第七節–中國 357
一、 物聯網.....357
二、 車聯網.....358
三、 無人機.....362
四、 智慧醫療.....365
第八節–小結與比較 367
一、 物聯網.....367
二、 車聯網.....368
三、 無人機.....369
四、 智慧醫療.....370
第五章 我國新世代通訊技術頻譜整備政策研析與建議 371
第一節–我國新世代通訊技術頻譜整備與相關規範 371
一、 我國新世代通訊候選頻譜與釋出時程建議.....371
二、 5G 拍賣釋出頻率之彈性運用.....383
三、 5G 候選頻段與既有業務之和諧共用措施建議.....390
四、 創新技術使用執照制度相關監理制度.....397
五、 5G 網路布建義務與監管規範之建議.....400
六、 企業專網規劃與管理制度之建議.....407
第二節–研討會辦理成果與各界意見蒐集 414
一、 新世代通訊技術發展及頻譜監理政策.....414
二、 創新應用發展及頻譜監理政策.....417
第三節–支援通傳會於研究範圍內交辦之臨時性協助事務..... 419

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

附件一：研討會簽到表 420
一、 新世代通訊技術發展及頻譜監理政策研討會.....420
二、 創新應用發展及頻譜監理政策研討會.....426
附件二：中英文名詞對照 431
附件三：期中評審會議委員建議與研究團隊回應對照表 434
附件四：期末評審會議委員建議與研究團隊回應對照表 436
參考文獻..... 439

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（本頁空白）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表目次

表 1：收集用於高解析度影像應用程序的關鍵績效指標 46
表 2：IEEE 802.11bd Task Group 時程計畫 67
表 3：IEEE 802.11 技術代號對應的技術內容 68
表 4：WRC-19 會議結論摘要 74
表 5：IEEE 與 3GPP 技術發展現況彙整表 78
表 6：歐盟主要國家 5G 頻段整備與釋出狀態 91
表 7：歐盟 RSPG 對於 WRC-19 討論議題與建議辦理措施 93
表 8：荷蘭四家電信業者於併購案發生前之頻譜持有狀態 99
表 9：歐盟 ECC 整理之三種執照優缺點 105
表 10：英國頻段釋出彙整表 114
表 11：英國不同技術之頻譜資源 115
表 12：英國頻譜轉移與出租之比較 121
表 13：英國可供租賃之頻譜執照 122
表 14：英國頻譜共享機制彙整表 131
表 15：英國 700MHz 執照技術規範 133
表 16：美國紐約創新實驗區域技術細節 156
表 17：美國鹽湖城創新實驗區域技術細節 157
表 18：澳洲 3.6 GHz 頻段拍賣時程 165
表 19：澳洲 3.6 GHz 頻段的拍賣結果 166
表 20：澳洲 3.6GHz 各區得標者之頻塊數與拍賣金額 167
表 21：澳洲 3.6GHz 得標者於各區之頻率 167
表 22：澳洲 26 GHz 頻段頻譜重整建議草案 183

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 23：澳洲 26 GHz 頻段三種可能的商業模式類型..... 186
表 24：日本 5G 第一階段審查標準 198
表 25：日本 5G 第二階段審議評選基準 199
表 26：日本電信業者自提 5G 布建涵蓋率與基地臺數量 202
表 27：日本 5G NR 技術相關規範..... 203
表 28：日本 5G 垂直場域技術相關規範 204
表 29：韓國 5G 頻譜配置推動時程 207
表 30：韓國網路建設義務 212
表 31：德國 3500MHz 頻段既有使用狀態 219
表 32：參與德國 5G 頻譜競標之電信業者資料 220
表 33：德國 2 GHz 和 3.6 GHz 拍賣結果 220
表 34：德國配合 WRC-15 Res. 238 所進行之頻段調查..... 222
表 35：中國 5G 關鍵能力與技術 256
表 36：中國十三五下之新一代寬頻無線移動通信網專項 257
表 37：中國行動寬頻釋照相關法規 259
表 38：《干擾協調管理辦法》和諧措施彙整表 263
表 39：26/28GHz 臨時執照具體分配表..... 268
表 40：香港 3.5GHz、4.9GHz 頻段拍賣結果彙整 270
表 41：香港候選頻譜使用狀況調查表 271
表 42：香港《電訊條例》32D 節全文(原文)資料..... 279
表 43：5G 候選頻段比較..... 281
表 44：WRC-19 整備狀態比較..... 282
表 45：頻率交易或出租比較 282

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 46：頻率和諧共存措施比較 283
表 47：頻率共享機制比較 284
表 48：企業專網相關政策比較 285
表 49：英國短距離醫療設備執照需求表 307
表 50：澳洲車聯網設備使用頻率 325
表 51：澳洲醫療設備使用頻率 332
表 52：日本聯網車社會實現計畫 339
表 53：日本車聯網主要使用頻譜 340
表 54：日本使用小型無人機所使用的主要無線通訊頻段 342
表 55：日本醫療用特定小功率無線台頻譜 344
表 56：韓國 IoT 頻率供應計畫需求調查 348
表 57：韓國 IoT 頻段一覽 350
表 58：韓國車聯網頻段一覽 352
表 59：韓國無人機頻段一覽 354
表 60：韓國無人機主要使用頻率與功率容許基準一覽 355
表 61：中國車聯網推動核心政策 359
表 62：中國無人機的應用案例 364
表 63：中國醫療植入系統無線電發射設備射頻指標要求 366
表 64：各國物聯網頻段比較 367
表 65：各國車聯網頻段比較 368
表 66：車聯網技術與發展前景比較 369
表 67：各國無人機使用頻段比較 369
表 68：各國智慧醫療使用頻段比較 370

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 69：IMT-2020 的 5G 頻譜速率指標 373
表 70：國際 5G 釋照辦理時程與後續規劃 376
表 71：國際間 3.3-3.4GHz 頻段釋出規劃一覽表 378
表 72：專家學者針對釋照時程看法意見彙整表 379
表 73：通傳會規劃與本計畫建議之第二階段 5G 候選頻段 383
表 74：研究國家 5G 頻譜釋出規範 384
表 75：研究國家頻率交易或出租比較 386
表 76：研究國家頻譜取得上限規範彙整 388
表 77：各國 5G 網路布建情形統整 401
表 78：研究國家布建義務摘要表 405
表 79：我國《行動寬頻業務管理規則》5G 網路布建規範 406
表 80：法國企業專網（2.6GHz TDD）申請概況 408
表 81：各國專網技術標準與發展願景 412
表 82：國際主要國家企業專網政策階段概況 413
表 83：本研究研擬之企業專網規畫建議 413

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

圖目次

圖 1：本研究計畫架構 5
圖 2：本研究工作時程進度 8
圖 3：ITU-R 制定 IMT-2020 系統規格整體期程表 12
圖 4：ITU-R IMT-2020 標準化進程 13
圖 5：ITU-R WRC-19 的 5G 候選頻段 15
圖 6：3GPP Rel-16 發展時程規劃 24
圖 7：3GPP Rel-16 發展時程規劃 25
圖 8：3GPP V2X 技術發展時程 27
圖 9：車輛列隊行駛 28
圖 10：擴展感測器 28
圖 11：先進型駕駛.....29
圖 12：遠端駕駛 29
圖 13：空中接取網路示意圖 31
圖 14：空中接取網路示意圖（增加空中鏈路） 31
圖 15：空中接取網路示意圖（6 GHz 以上頻段） 31
圖 16：二階段隨機存取機制示意圖 36
圖 17：IAB 佈建示意圖.....37
圖 18：3GPP 會議中討論 SCI 可能加入的內容.....39
圖 19：UxNB 當作基地臺.....47
圖 20：UxNB 當作中繼站.....47
圖 21：四種 C2 通訊類型.....49
圖 22：同時支持無人載具和增強型行動寬頻用戶的數據傳輸.....50
圖 23：無人載具運行時間分析 51
圖 24：典型天線為用戶提供的覆蓋範圍 52
圖 25：改變傾斜角度以適應無人機 52
圖 26：增加設備以容納無人機 53

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

圖 27：數據傳輸路徑的用戶通訊優化 54
圖 28：超高可靠性裝置對裝置連接使用情境 56
圖 29：路側元件(RSU)與車輛的使用情境.....57
圖 30：多個路側元件可增強位置判定 57
圖 31：IEEE 802.11 技術發展時程.....59
圖 32：IEEE 802.11 使用頻率與傳輸距離.....62
圖 33：IEEE 技術發展時程.....63
圖 34：IEEE 802.11ax 與 IMT-2020（5G）室內通訊標準比較.....65
圖 35：各國 60GHz 頻譜使用規範.....66
圖 36：體育館中 802.11ax 布建示意圖.....69
圖 37：OFDMA 和 OFDM 對比範例 71
圖 38：BSS Coloring 和舊技術版本比較範例.....72
圖 39：BSS Coloring 實際範例.....73
圖 40：歐盟認為 5G 可應用之領域 80
圖 41：歐盟 5G 政策演進.....82
圖 42：歐盟 5G 行動方案主軸 83
圖 43：泛歐 5G 實驗路徑.....86
圖 44：BEREC 之 5G 整備政策.....87
圖 45：歐盟 5G 頻譜整備路徑規劃 88
圖 46：歐盟 RSPG 之 5G 頻譜整備建議演進 89
圖 47：歐盟 METIS-II 之頻寬需求評估架構 97
圖 48：歐盟 ECC 建議之 3400-3800MHz 協同一致頻率配置方式..108
圖 49：歐盟 ECC 建議之 24.25-27.5 GHz 協同一致頻率配置方式 .109
圖 50：英國 5G 政策歷程.....111
圖 51：英國 5G 候選頻譜規劃圖 113
圖 52：英國 3.4 GHz 頻譜拍賣結果與分配狀態.....116
圖 53：英國 700 MHz 頻段釋出 80 MHz.....117

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

圖 54：英國 3.6 GHz 頻段釋出 120 MHz 118
圖 55：英國行動頻譜持有上限規管歷程 120
圖 56：英國頻譜移轉與出租之關係圖 122
圖 57：英國混合授權方法範例 126
圖 58：英國 3.8-4.2 GHz 既有分配狀態 129
圖 59：英國 3.8-4.2 GHz 規劃分配狀態 129
圖 60：英國 1800MHz 共享頻譜既有分配狀態 130
圖 61：英國 1800MHz 共享頻譜規劃分配狀態 130
圖 62：英國 2300MHz 共享頻譜既有分配狀態 131
圖 63：英國 2300MHz 共享頻譜規劃分配狀態 131
圖 64：美國 5G 政策演進.....135
圖 65：美國 FCC 5G 政策之三大主軸.....135
圖 66：美國 FCC 5G 頻譜整備歷程.....138
圖 67：美國 FCC 24GHz 以上頻段整備歷程 145
圖 68：美國頻譜需求評估流程 150
圖 69：日本 5G 整備頻譜目標 191
圖 70：日本 5G 整備頻譜目標 192
圖 71：日本 5G 候選頻段.....193
圖 72：日本 5G 整備頻譜之時程 194
圖 73：日本 5G 釋出分配圖 194
圖 74：日本 5G 垂直場域頻譜整備情形 203
圖 75：韓國 K-ICT 計畫的 5G 規劃.....206
圖 76：韓國 3.5 與 28GHz 頻段標出情形.....208
圖 77：韓國 WRC-19 準備團組織架構.....209
圖 78：德國 5G 網路應用領域 215
圖 79：德國聯邦網路管理局 5G 政策演進 216
圖 80：德國聯邦網路管理局頻譜拍賣時程規劃 218

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

圖 81：德國 2 GHz 和 3.6 GHz 頻段位置分配結果 221
圖 82：加拿大 2018~2020 頻譜整體規劃一覽表 233
圖 83：加拿大 600MHz 頻段規劃示意圖 234
圖 84：加拿大 600MHz 拍賣結果 235
圖 85：加拿大 3400MHz~3650MHz 頻段規劃示意圖 235
圖 86：加拿大 27.5GHz~38.5GHz 規劃示意圖 236
圖 87：加拿大 37GHz~40GHz 規劃示意圖 237
圖 88：WRC19 在高頻段討論中的頻譜及議程一覽表 240
圖 89：香港通訊局 3.3、3.5、4.9GHz 釋出時程規劃 267
圖 90：香港通訊局 26/28 GHz 釋出時程規劃 268
圖 91：香港使用 C 頻段（3.4 –4.2 GHz）同步衛星的限制區 275
圖 92：香港 3.4-3.6 GHz 限制區 275
圖 93：香港通訊局 26/28GHz 頻段頻塊劃分 278
圖 94：歐盟 RSPG IoT 頻譜接取規劃路徑 289
圖 95：英國 IoT 推動的 4 個大型物聯網專案 295
圖 96：英國 BR 執照規範趨勢圖 296
圖 97：美國與歐洲預留車聯網 5.8/5.9GHz 頻譜分配 299
圖 98：英國機場無人機禁行區域 301
圖 99：澳洲物聯網頻譜 319
圖 100：韓國 IoT 頻率供應計畫頻譜配置表 350
圖 101：韓國 ISM 頻譜的調和 356
圖 102：中國網聯天空展望 363
圖 103：ITU 預估 2020-2030 年全球行動通訊數據傳輸量 371
圖 104：預估 2020-2030 年全球行動通訊數據傳輸量 372
圖 105：我國近兩年行動通訊數據傳輸量 372
圖 106：國際 5G 釋照辦理時程 375
圖 107：國際 5G 釋照後續規劃 376

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

圖 108：降低 5G 與衛星地面站間干擾之各種措施評估表 394

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

提　要

關鍵詞：第五代行動通訊、物聯網、頻譜政策、頻譜整備、頻譜和諧、車聯網、智慧交通系統、無人機、3.3-4.2GHz、28GHz、5G 專網

一、　研究緣起

新世代通訊技術不僅對傳統電信產業帶來影響，5G 影響範疇擴張到許多垂直產業，包括製造業、交通業、能源業、醫療業以及娛樂業等橫跨多個垂直產業，都受到 5G 時代到來而產生變革，也對政府頻譜資源之規劃、整備與釋出，以及既有規管架構帶來挑戰。

二、　研究方法及過程

本計畫旨在於瞭解新世代通訊技術演進與發展趨勢，透過文獻分析、個案研究、比較分析及訪談與舉辦研討會之方式進行研析，具體規劃以國際組織與相關機構對於新世代通訊技術之發展狀態，並且蒐集重點國家對於新世代通訊技術之推動措施、監理政策與相關規範。範圍含括主要國家對於各項新興技術採取的頻譜監理規範、該國新興技術政策推動重心、候選頻段發展與釋出時程及創新應用執照架構規範。借鏡各國相關政策措施，進一步考量我國國情、傳播通訊產業及頻譜使用現況。秉持符合整體業務需求、技術演進與產業政策發展趨勢等原則，協助主管機關完備我國新世代通訊技術監理法規環境與生態體系。

三、　重要發現

本計畫執行階段共完成三大研究目標：第一、掌握全球新世代通訊技術之最新發展趨勢。研析 3 個重要國際組織之新世代通訊技術發展，包括國際電信聯合會（International Telecom Union, ITU）、第三代行動通訊合作夥伴（3rd Generation Partnership Project,3GPP）以及電機電子工程師學會（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）於新世代通訊技術發展狀態，包括技術標準制定時程規劃、技術標準制定內容等，藉以掌握國際組織推動新世代通訊技術發展進程。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

本研究觀察到，三大國際組織持續推動新通訊技術標準制定，ITU 於 2019 年 10 月 28 日至 11 月 22 日在埃及舉辦為期四周之世界無線電通信大會（WRC-19），以頻譜整備相關議題為例，ITU 因應未來無線通訊、創新應用需求大幅成長，研析新無線電頻段、調整頻段業務等方式，提升頻譜資源的使用效率；3GPP 為推動 5G 技術持續演進，積極推動 Rel-16、Rel-17 等標準工作，並著重於結合垂直應用，探討車聯網、無人機、物聯網等應用的技術研發；IEEE 近年推動各項新 802.11 通訊技術標準開發，其中 802.11ax 的研發成果特別豐碩，IEEE 802.11 中的 AANI SC（Advanced Access Network Interface Standing Committee）已經向 ITU 提出聲明，通知 ITU 802.11ax 已經達到 5G 室內通訊的要求。對於標準制定有相當程度的爭取意圖。

第二、蒐集與掌握先進國家之新世代行動通訊和各項新興技術與頻譜整備趨勢，了解各國對於 5G、物聯網、車聯網、無人機和智慧醫療之頻譜整備制度與規管政策研析內容，包括政策推動重心、候選頻段發展與釋出時程、因應 WRC-19 之頻譜整備措施、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施，以及相關執照規管架構等。

本研究發現各國在新世代通訊技術、新興技術政策，雖然因各國國情不同而有所差異，但整體而言皆極為重視 5G 技術特性所帶來的創新應用潛力。因此各國積極推動頻譜整備計畫，採取頻段重整、釋出新頻段等方式，同時嘗試推動新頻譜監管制度，藉此同時達到推動 5G、新興應用發展，以及因應頻譜資源極為有限的挑戰。

第三、蒐集各國新世代通訊技術頻譜監理政策研究成果，有助於作為本研究提出適合我國 5G 與新興技術應用頻譜整備與規管制度之參考，相關議題包括對於 5G 候選頻段之建議標的與釋出時程、頻率釋出之彈性運用、新興技術與既有業務使用頻譜時之和諧共用措施，以及創新技術使用執照制度與監理配套措施。

本研究除了彙整各國資料並進行比較分析，亦參酌國內專家學者之意見和國內情境，逐一研提各項頻譜相關政策之建議。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、 主要建議事項

根據本研究之成果，以下依推動時程將政策建議區分為立即可行、中長期等兩大類別：

（一） 立即可行之建議

- 我國候選頻譜規劃與釋出。參酌通傳會於去年(2018)舉辦之「5G應用與產業創新策略（SRB）會議」之結論，以及交通部頻率供應計畫」，盤點頻譜資源與既有業務，規劃未來可釋出之頻段。
- 企業專網規劃與管理制度。參酌我國專用電信、實驗電臺等相關法規，初期以「實驗先行」及「鼓勵跨業合作」等可立即執行之策略。

（二） 中長期性建議

- 5G 頻率彈性應用措施。持續觀察各國頻率彈性應用政策和通訊技術發展，並因應《電信管理法》通過後之轉軌期，依循新法之規定。
- 既有業務和諧共用措施。觀察各國和諧政策規劃，以及衛星通訊、行動通訊技術演進之趨勢，諮詢國內利害關係人之意見，研擬相關政策措施。
- 創新技術執照制度。創新技術仍處於新興階段，各項新興應用市場成長趨勢未定，持續觀察新興技術成長趨勢，並基於《電信管理法》之精神，研擬符合實際現況之執照制度。
- 5G 網路布建義務與監管規範。5G 網路布建涉及國內眾多利害關係人，且網路布建成本、技術皆影響監管制度之訂定。因而持續觀察各國趨勢，諮詢國內各界意見，滾動式調整監管制度。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Abstract

Keyword: The Fifth Mobile Generation Network (**5G**), The Internet of Things (**IoT**), Spectrum Policy, Spectrum Refarming, Spectrum Harmonization, Vechile-to-Everything (**V2X**), Intelligent Transportation System (**ITS**), Unmanned Aerial Vehicles (**UAVs**), 3.3-4.2GHz, 28GHz, Private Network.

The new-generation communication technology, i.e., 5G communication, not only will affect the traditional telecommunication industry, but also several vertically-linked industries, including manufacturing industry, transportation industry, energy industry, medical industry and entertainment industry.

This research project aims to understand the evolution and development trends of the new-generation communication technologies. Through literature review, case studies, comparative analysis, interviews and conferences, specific plans have been carried out for the development of new-generation communication technology by international organizations and related institutions. In addition, this research already collected the promotion measures, supervision policies and related regulations for new-generation communication technologies in major countries. The scope included the spectrum supervision specifications of various emerging technologies adopted by major countries, the focus of the policy for promoting the country's emerging technologies, the development and release schedules of candidate band, and the specifications for the innovative application license structure. Based on the relevant policies and measures of various countries as a whole, and taking into consideration the situation of Taiwan as well as the current status of the broadcasting & communication industry and the use of spectrum, we assisted national regulator to complete the environment and ecological system for the supervision regulations of new-generation communication technologies, while adhering to the principles of fulfilling the overall business needs, technological evolution, and industrial policy development trends.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

During the implementation of this project, three major research goals were completed: The first one is to understand the latest development trends of global new-generation communication technologies and summarize the development of new-generation communication technologies in 3 important international organizations, including the International Telecom Union (**ITU**), the 3rd Generation Partnership Project (**3GPP**), and the Institute of Electrical and Electronics Engineers (**IEEE**) in the development status of new-generation communication technology, including technical standard development schedule, technical standard development content, etc., in order to grasp the development progress of new-generation communication technologies promoted by the international organizations.

The second one is to collect the new-generation mobile communications and various emerging technologies as well as spectrum development trends in advanced countries, and understand the spectrum preparation systems and regulatory policies for 5G, the Internet of Things, the Internet of Vehicles, drones and intelligent medical care, including focus of policy promotion, the development and release of candidate frequency bands, spectrum preparation measures in response to WRC-19, harmonious sharing measures for the existing services and the candidate frequency bands, and the related license regulatory framework.

The third one is to collect the research results of the new-generation communication technology spectrum supervision policies of various countries, and apply the results as reference to prepare the spectrum and regulatory systems suitable for 5G and emerging technology applications in Taiwan. Related topics include the suggested target of 5G candidate frequency bands and the release schedule, the flexible use of frequency release, the harmonious sharing of frequency bands for new technologies and the existing services, and the license systems as well as the supervision supporting measures for innovative technologies.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（本頁空白）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第一章　緒論

第一節　研究主旨

新世代通訊技術之發展，不僅對全球行動通訊產業帶來發展契機，同時也對各國主管機關的監理制度形成新挑戰。其中，因 5G 行動通訊技術擁有大頻寬、低延遲以及巨量設備連線之特性，具備發展創新應用的龐大潛力。因此，藉由新通訊技術將促進整體社會在食、衣、住、行與育樂等民生產業之轉型，對於我國在數位經濟轉型上扮演重要核心角色。

新世代通訊技術不僅對傳統電信產業帶來影響，5G 影響範疇擴張到許多垂直產業，包括製造業、交通業、能源業、醫療業以及娛樂業等橫跨多個垂直產業，都受到 5G 時代到來而產生變革，也對政府頻譜資源之規劃、整備與釋出，以及既有規管架構帶來挑戰。

本研究旨在於瞭解新世代通訊技術演進與發展趨勢，具體規劃以國際組織與相關機構對於新世代通訊技術之發展狀態，並且蒐集重點國家對於新世代通訊技術之推動措施、監理政策與相關規範。範圍含括主要國家對於各項新興技術採取的頻譜監理規範、該國新興技術政策推動重心、候選頻段發展與釋出時程及創新應用執照架構規範。基於綜整各國相關政策措施，進一步考量我國國情、傳播通訊產業及頻譜使用現況。秉持符合整體業務需求、技術演進與產業政策發展趨勢等原則，協助主管機關完備我國新世代通訊技術監理法規環境與生態體系。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第二節　研究架構

一、研究動機、研究目的與問題陳述

（一） 研究與觀測新世代通訊技術發展趨勢

針對 5G 新世代通訊標準之制定，自 2015 年國際電信聯合會（International Telecommunication Union, ITU）公布 IMT-2020 標準以來，先進國家紛紛積極投入 5G 新世代行動通信、物聯網技術、新興技術與應用的發展，具體包含 5G 標準規格制定、應用情境、產業特性與設備生態體系發展等。經過多年發展，ITU 即將在 2019 年底舉辦 2019 世界無線通訊大會（World Radiocommunication Conference 2019 ,WRC-19），並規劃於會議期間討論與新世代通訊技術所涉頻譜使用之相關議題。從 WRC-15 到 WRC-19 數年間，各國積極投入 5G 相關技術研發，進行中的實驗案例數量不斷成長，反映技術領先國對於 5G 技術掌握度逐年提升，5G 不再只是實驗室中的高深技術，而是可以工程化進行大規模布建應用的實用技術。

預計於 2019 年底舉辦的 WRC-19，將帶來更新一波刺激 5G 與相關新興技術標準發展時程加速，連帶影響商用化時程的縮短。值此 5G 技術走向實用化的關鍵時刻，有必要了解全球對於 5G 技術之演進態勢，以及各國際組織對於新興技術標準訂定時程，據以提出我國在全球新興技術發展之定位與優勢。

本研究認為，藉由掌握全球發展趨勢、聚焦重點國家現況，將有利於我國掌握 5G 發展趨勢，維持在資通訊產業領域的領先地位。因此，本項研究主題包括以下：

- 研蒐重要國際組織近期 5G 技術演進與技術標準發展趨勢。
- 研蒐 WRC-19 會議涉及新世代通訊技術使用頻譜之相關議題發展趨勢。

（二） 研析新興通訊技術頻譜整備與監理規範

5G 網路具備進階型行動寬頻（enhanced Mobile BroadBand，eMBB）、極低延遲與高可靠度通訊（ultra-Reliable and Low Latency

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Communications，uRLLC）以及巨量物聯網通訊（massive Machine Type Communication，mMTC）等三大應用情境，各情境衍伸出眾多創新案例，例如在進階型行動寬頻情境下，可推動高畫質影音、3D、虛擬實境與擴增實境等應用之發展。在極低延遲與高可靠度通訊情境下，則帶動工業自動化、智慧醫療與自駕車等新興技術。巨量物聯網通訊可能之使用案例則包括智慧家庭、智慧辦公室與智慧城市等。由於 5G 具備催生各種新興應用服務的深厚潛力，因而各國均持續推動 5G 與各項新興創新服務如物聯網、車聯網、無人機與智慧醫療之發展，積極整備提供服務所需之頻譜資源，並調整既有規管架構、建立適合新興服務使用之監理架構。

不過，各國電信市場與監管架構均有其各自之政策目標、法規環境與市場結構，對頻譜整備與監管措施上有各自強調之政策重心，如何因應各國特色，擷取與我國國情相近之政策措施，應有助於主管機關健全我國新世代通訊產業之發展。

本研究聚焦於新興技術領域，如 5G、IOT、車聯網、無人機和智慧醫療等，蒐集研究國家於創新技術應用的政策推動重心、候選頻段發展與釋出時程規劃、創新應用執照架構規範等政策規範。

綜上，本項研究主題包括：

- 研蒐各國近期對於 5G 頻譜整備政策與監理規範，掌握政策重心與背景要素，瞭解該國新世代通訊技術與頻譜整備規管政策。
- 研蒐各國對於創新技術應用如 IOT、車聯網、無人機和智慧醫療等頻譜整備與規管制度發展。

（三） 研析我國新世代通訊技術所涉頻譜整備政策及監管規範

5G 大幅改變人與人之間的通訊模式，也刺激物對物通訊（Machine-to-Machine Communications, M2M）技術與應用的蓬勃發展，並更進一步整合新世代之資通訊技術（Information and Communication Technology, ICT），其服務形態滿足不同特性垂直產

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

業之需求，成為引領全球最新科技革命與產業變革的核心。5G 不只推動科技和社會經濟的變革，連帶影響各國監管政策的改變。

為更進一步掌握 5G 網路情境下之監理制度發展，本研究藉由觀測 5G 技術發展趨勢，以及對於先進國家 5G 與創新技術應用頻譜整備政策之研析成果，臚列相關政策與規管特點後，與我國現有 5G 及新興技術發展趨勢相比較，再依據我國國情，提出適合我國創新應用服務與與生態體系發展所需之頻譜政策建議。

綜上，本項研究主題包括：

- 研提我國 5G 技術發展、頻譜整備與規管制度研析。
- 研提我國新興技術發展、使用執照與相關監理制度研析。

二、研究計畫架構

本研究依據委託機關招標文件規範內容執行工作項目如下：

- 工作項目一：研究與觀測新世代通訊技術發展趨勢，整理 3 個重要國際組織之新世代通訊技術發展，以及 WRC-19 中擬討論與新世代通訊技術所涉頻譜使用之相關議題；
- 工作項目二：研析 10 個主要國家與地區於 5G 頻譜整備監理政策及監管規範；
- 工作項目三：研析 7 個主要國家與地區之新興技術使用頻譜與監理規範，應用型態應包括物聯網、車聯網、無人機與智慧醫療等。
- 工作項目四：提出我國新世代通訊技術頻譜使用與整備相關政策規範內容，包括我國 5G 候選頻譜建議標的與時程、對於頻率彈性運用之規管措施建議、頻段使用之和諧共用措施以及創新技術對執照規管制度之相關監理配套與政策建議。
- 工作項目五：針對我國新世代通訊技術所涉頻譜整備相關政策，邀請產、官、學、研等領域專家，辦理 2 場研討會或座談會。

本研究之計畫架構如下。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

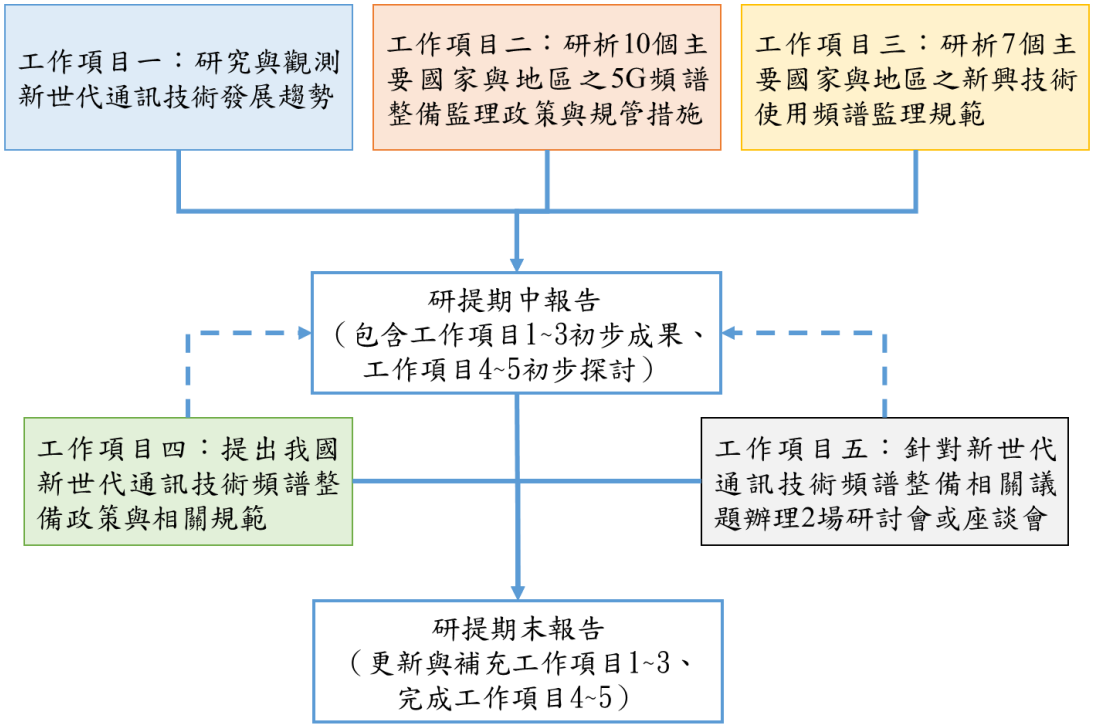


圖 1：本研究計畫架構

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第三節　研究方法、施行方式、執行步驟與工作時程

一、研究方法與施行方式

本研究依據各委託辦理工作項目，透過文獻分析法、個案研究和比較分析法及訪談法與舉辦研討會之方式，綜整分析上述工作項目的產出，相關研究方法分述如下：

（一） 文獻分析法

所謂文獻探討，是指針對某一特定主題持續蒐集與其有關的重要圖書文物資料，並加以整理、分析、歸納、評鑑與彙整的歷程[1]；文獻分析法（Document Analysis）是指根據一定的研究目的或課題，透過蒐集有關市場資訊、調查報告、產業動態等文獻資料，從而全面而精準地掌握所要研究問題的一種方法。蒐集內容儘量要求豐富及廣博，再將四處收集來的資料，經過分析後歸納統整，再分析事件淵源、原因、背景、影響及其意義等。文獻資料可以是政府部門的報告、工商業界的研究、文件記錄資料庫、企業組織資料、圖書館中的書籍、論文與期刊、報章新聞等等。其分析步驟有四，即閱覽與整理（Reading and Organizing）、描述（Description）、分類（Classfying）及詮釋（Interpretation）。[2]

本研究蒐集國際組織與相關機構對於新世代通訊技術之發展狀態，並針對先進國家對於新世代通訊技術之推動措施、監理政策與相關規範發展趨勢進行研析，因此透過蒐集各國政策與規範文件，以瞭解新世代通訊技術演進與各國管理法制之發展趨勢。

（二） 個案研究與比較分析法

彙整國際組織關於新世代通訊技術發展趨勢後，為瞭解各國法制、使用環境與我國頻譜相對環境因素或其他影響因素之間的關係，做深入縝密的研究，廣泛地蒐集個案資料，進行深入探究與分析，以解釋現狀，或描述探索足以影響變遷及成長諸因素的互動情形，確定問題癥結，進而提出我國頻譜整備之建議。

[1]周文欽（2008），空大學訊，研究方法概論補充教材。
[2]朱柔若（譯）（2000）。社會研究方法：質化與量化取向（原作者： Neuman, W. L.）。台北：揚智出版社。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

首先探討各國相關頻譜技術與管理之議題與規範並與現行制度進行比較，每個國家被定義成一個個案，進行資料準備、收集及分析，並找出各因素的關聯性；其次則是需盤點我國既有規範與相關政策，釐清我國擬定新頻譜管理架構所需之政策與法規需求，並配合我國新電信管理法之架構與精神，列出所需議題列出；最後彙整各國研究成果後，配合與我國政策規範之異同分析，提出具體建議及因應措施，以擬定我國管理機制規範政策建議。

（三） 訪談法與舉辦研討會

此方法應用於本研究對國內產官學研意見之蒐集與分析。透過徵詢國內電信業者、實驗室、專業人士或利益相關團體，蒐集關於新世代通訊技術、新興技術應用頻譜整備等重要議題之意見。

研究團隊個別收集與分析各國頻譜管理政策與規範相關資訊，並釐清我國頻譜管理架構之需求，盤點我國現行政策與法規之狀況後，整理訪談題綱後辦理訪談，以獲得參與意義之資料。參與意義指在社會環境中的個人，構思其世界的方式，以及他們解釋生活中的重要事件或賦予意義的方式。[3]訪談在質性研究中佔有很重要的地位，也可以做為量化研究的先導性研究。運用在眾多範圍，從不熟悉的探索性研究，比較成熟的領域，到成熟的領域，都有可以發揮之處。[4]

本研究已舉辦 2 場研討會，諮詢對象包括產業、官方代表、學界與研究機構等單位專家學者，一方面了解受訪者於我國新頻譜管理機制關於技術、管理、政策等不同層面之觀點，以利完善本研究之相關工作項目，其次，在研究團隊歸類、分析、整理出更具象的概念與主題，進而發展出我國新世代通訊技術之頻譜管理規範架構，提出具體政策與管理規範建議後，藉由研討會之舉辦，收集產官學各界對於相關議題之意見與看法，並回饋至本研究計畫，以供主管機關作全面性政策考量之參考。

[3] 王文科（2001）。教育研究法 (第六版)。臺北市：五南。
[4] 萬文隆（2004）。深度訪談在質性研究中的應用。生活科技教育月刊，37（4），17-23。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、執行步驟與工作時程

本研究依委託機關招標文件契約規範，契約生效日（2019 年 4 月 9 日）起次工作日 105 日內（2019 年 7 月 23 日）提出期中報告初稿，內容包含工作項目一至三之初步成果，並提出工作項目四至五之初步研討，以及完成辦理 1 場研討會議之各界意見紀錄綜整等。契約生效次日 210 日內提出期末報告初稿，內容依據期中審查意見修正報告，並持續更新、補充工作項目一至三，以及完成工作項目四至五，與辦理其他場次研討會議之各界意見紀錄綜整。

此外，本案執行過程中，定期向委託機關報告研究進度及報告撰寫情形，並提供委託機關於研究範圍內之業務諮詢及相關資料，並協助辦理本案相關工作，包括工作會議紀錄等事宜。

本研究之整體工作時程進度如下。

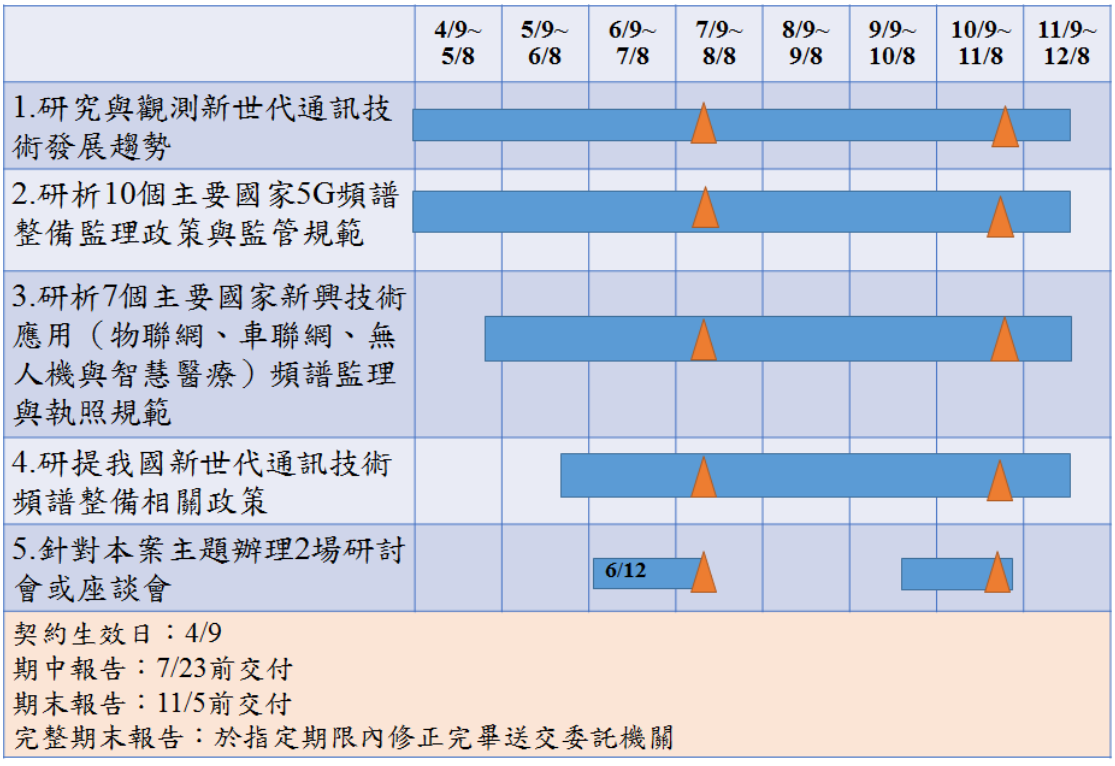


圖 2：本研究工作時程進度

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第四節　執行成果與效益

本計畫為通傳會持續因應 5G、IoT 與新興技術發展，進行技術觀測與研蒐各國頻譜整備政策規範之研究計畫。本計畫研究團隊希冀藉由執行本案，協助通傳會落實行政院「數位國家‧創新經濟發展方案（2017-2025 年）」相關政策目標，持續追蹤、掌握國際間 5G 頻譜整備機制和新興技術應用趨勢。

一、掌握全球新世代通訊技術之最新發展趨勢

整理 3 個重要國際組織之新世代通訊技術發展，包括國際電信聯合會（International Telecom Union, ITU）、第三代行動通訊合作夥伴（3rd Generation Partnership Project,3GPP）以及電機電子工程師學會（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）於新世代通訊技術發展狀態，包括技術標準制定時程規劃、技術標準制定內容等，藉以掌握國際組織推動新世代通訊技術發展進程。

同時，本研究蒐集國際電信聯合會預計於 108 年底舉辦之 2019 世界無線通訊大會（World Radiocommunication Conference 2019 ,WRC-19），會議中擬討論與新世代通訊技術所涉頻譜使用之相關議題，以了解全球發展趨勢；協助主管機關在頻譜監理與產業政策上，緊密跟隨國際趨勢，除有利於我國推動落實具彈性的頻率管理機制，也可及時掌握 5G 和物聯網等新興技術之頻譜需求與設備生態鏈發展的契機。

二、完善我國新世代通訊技術監理政策及相關規範

本研究協助主管機關蒐集與掌握先進國家之新世代行動通訊和各項新興技術與頻譜整備趨勢，了解各國對於 5G、物聯網、車聯網、無人機和智慧醫療之頻譜整備制度與規管政策研析內容，包括政策推動重心、候選頻段發展與釋出時程、因應 WRC-19 之頻譜整備措施、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施，以及相關執照規管架構等。

此外，本研究所蒐集之各國新世代通訊技術頻譜監理政策研究成果，更進一步作為本研究提出適合我國 5G 與新興技術應用頻譜整備與規管制度之參考，相關議題包括對於 5G 候選頻段之建議標的與釋

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

出時程、頻率釋出之彈性運用、新興技術與既有業務使用頻譜時之和諧共用措施，以及創新技術使用執照制度與監理配套措施。

本研究分別於 6 月 12 日、10 月 17 日舉辦 2 場研討會，蒐集國內產業利害關係人對 5G 頻譜整備相關議題之看法。同時，在研究計畫執行過程中，研究團隊持續協助委託機關就研究範圍內之相關業務諮詢，協助主管機關整備新世代通訊頻譜政策，據以提出符合我國市場需求之 5G 新世代通訊與新興技術使用之頻譜監理政策。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第二章　新世代通訊技術發展趨勢觀測

本章節主要介紹新世代通訊技術演進與發展趨勢，整理 3 個重要國際組織之新世代通訊技術發展，包括國際電信聯合會（International Telecom Union, ITU）、第三代行動通訊合作夥伴（3rd Generation Partnership Project, 3GPP）以及電機電子工程師學會（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）於新世代通訊技術發展狀態，包括技術標準制定時程規劃、技術標準制定內容等。

除瞭解以上相關國際組織與相關機構對於新世代通訊技術之發展狀態外，仍需結合後續相關研究內容，考量我國國情環境、通訊傳播產業發展差異及頻譜使用情況後，以符合整體業務需求、技術演進與產業政策發展趨勢，提出適用於我國之新世代通訊技術監理政策及相關規範，完備我國新世代通訊技術監理法規環境與生態體系，促進新世代通訊技術發展能實現預期對產業與公眾帶來之利益。以下依序介紹國際組織上推動新世代通訊技術發展相關重要組織近期推展之重點概要。

第一節　國際電信聯合會

一、5G 技術標準制定

（一） 時程規劃

在 5G 通訊標準化方面，主要工作係在國際電信聯合會（International Telecom Union, ITU）的框架下開展，ITU 於 2012 年開始進行 IMT-2020（5G）通訊系統相關規格制訂工作，並於 2015 年完成 IMT（International Mobile Telecommunication system, IMT）願景—2020 年及之後 IMT 未來發展的框架之報告，根據 ITU-R M.2083 願景，ITU 在 IMT-2020 定義的三個主要應用情境，以滿足特定產業的需求，包括：增強型行動寬頻（enhanced mobile broadband, eMBB），超可靠和低延遲通信（ultra-reliable and low-latency communications, URLLC）以及巨量設備連線通訊（massive machine type communications, mMTC）。ITU 之 5G 技術規劃里程碑如下圖所示。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

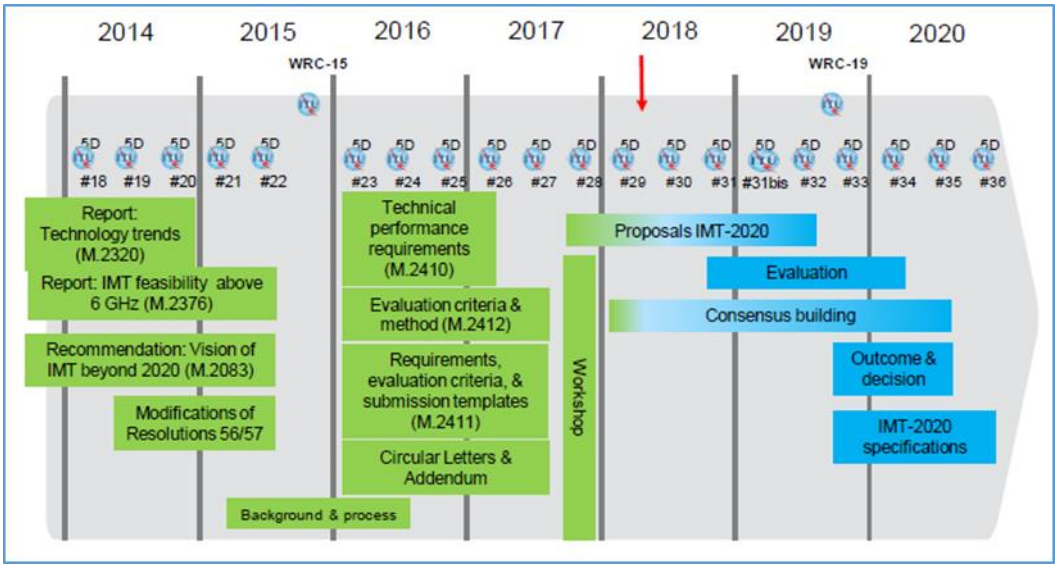


圖 3：ITU-R 制定 IMT-2020 系統規格整體期程表

資料來源：ITU-R

由圖可知，2016 年起 ITU 即著手開始討論技術規範、評估標準與方法，2017 年底則召開工作小組，並提出 IMT-2020 規劃之建議書範本、最低技術需求門檻、評估標準與方法等資訊，並邀集各界提交各自定義之 5G 標準規範，並於今（2019）年 7 月截止收件。各會員國或國際組織提交之建議書將由獨立外部評估小組進行審查與驗證，確認是否達到 IMT-2020 所訂定的技術指標，預計整體時程最晚於 2020 年底完成。

國際電信聯盟-無線電通信部門（ITU Radio communication, ITU-R）是 ITU 關於無線電通信系統制定法規和標準的主要部門，對於確定管理新一代 IMT 之技術及標準至關重要。目前全球所有的 3G、4G 及 5G 行動寬頻系統均基於 ITU-R 制定之 IMT 標準。2012 年 ITU-R 即開始進行 IMT-2020 系統規格制定工作，並透過第 5D 工作組（Working Party 5D, WP 5D）制定未來 IMT 技術發展之工作計劃，同時這些成果也須在 2020 年的時程規劃中完成，進而支持下一代行動寬頻通信系統的發展。WP5D 小組負責設計並研發未來 IMT 系統指標技術、IMT 無線介面、IMT 頻譜配置及其他系統相容性等問題。另外包含制定新 IMT 主題有關的 ITU-R 決議、ITU-R 建議書及 ITU-R 報告，並就 IMT 網路標準化議題與 ITU-T 進行協調。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

目前ITU-R在IMT-2020標準化規劃中進行的工作，正遵循WP5D設定路線進行，完成階段以綠色表示，藍色表示將進行的階段。其中，2018-2019 年標準化階段 ITU-R 正進行關於不同 5G 技術研究和提案的評估及 WRC-19 準備作業，如下圖所示。

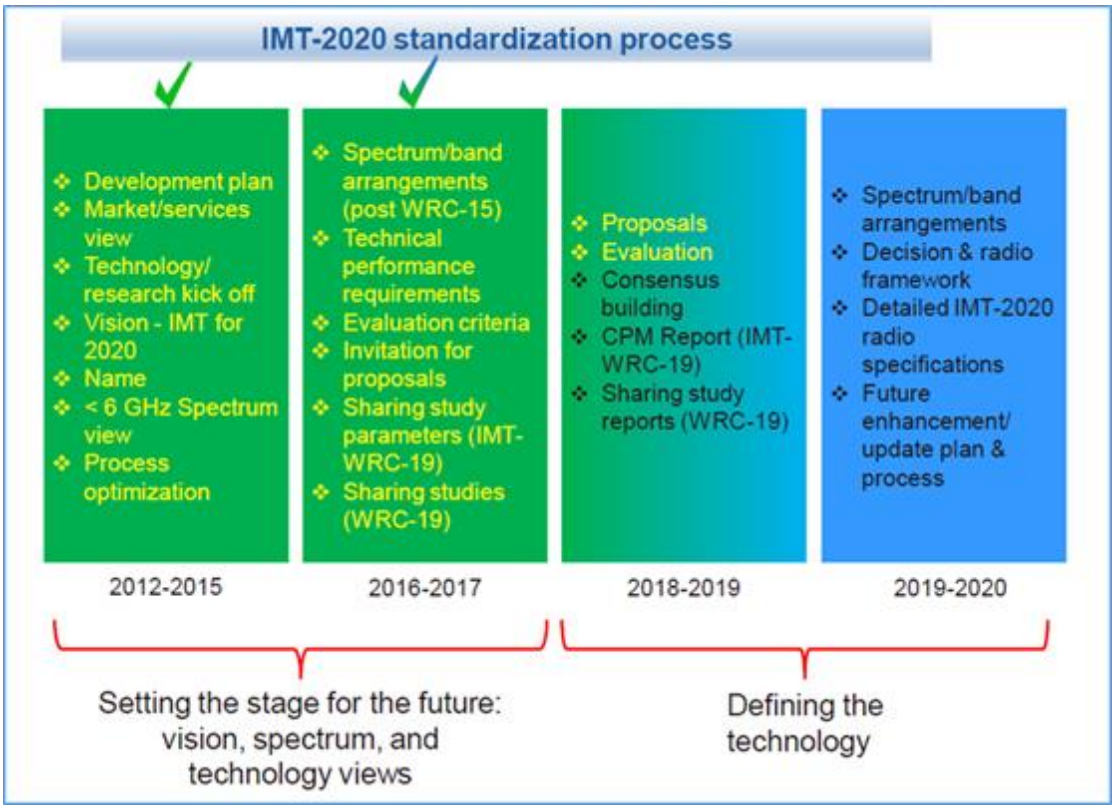


圖 4：ITU-R IMT-2020 標準化進程

資料來源：ITU-R

二、WRC-19 會議議程與討論內容

ITU 於 2017 年日內瓦理事會議上，頒布第 1380 號決議並載明 2019 年世界無線電通信大會（WRC-19）之大會地點、日期及議程。WRC 大會每三至四年召開一次，ITU 成員國共同審議無線電頻譜和衛星的相關資源劃分及使用規則，並修訂國際電信聯盟《無線電規則》。

ITU 於 2019 年 10 月 28 日至 11 月 22 日在埃及舉辦為期四周之世界無線電通信大會（WRC-19），除考慮到 WRC-15 之成果及大會籌備會議的報告，需適當考量相關各頻段中現有及未來業務需求，以

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

下先行概略介紹 WRC-19 大會與頻譜規劃之討論事項與內容[5]，其次再列出所有頻譜相關討論事項。

1. 根據 658 號決議，將 50-54 MHz 頻段劃分給其它業務；
2. 評估在 401-403 MHz 及 399.9-400.05 MHz 頻段內，衛星行動、衛星氣象及衛星地球探測業務使用的地球電臺頻寬功率限值；
3. 評估將 460-470 MHz 頻段內衛星氣象業務由次要業務升級為主要劃分和替衛星地球探測業務提供主要業務劃分之可能性。
4. 根據第 557 號決議，審議相關研究結果。考慮對 WRC-15 修訂版所述限制進行修訂，同時確認保護計畫以及指配和規畫內衛星廣播業務的未來發展，以及現行和規劃中的衛星固定業務網路，且不對其施加額外限制；
5. 評估負責衛星固定業務與對地固定電臺之間通信的地球電臺，對 17.7-19.7 GHz（空對地）及 27.5-29.5 GHz（地對空）頻段的使用並採取適當行動；
6. 根據第 159 號決議進行審議，對可能在 37.5-39.5 GHz（空對地）、39.5-42.5 GHz（空對地），以及 47.2-50.2 GHz（地對空）及 50.4-52.4 GHz（地對空）頻段內操作之非 GSO FSS 衛星系統制定規則框架；
7. 根據第 359 號決議，審議可支援全球水上遇險及安全系統（GMDSS）現代化、為 GMDSS 整合更多衛星系統的各項規則與行動方案；

並在 ITU-R 研究結果考慮以下事項：

1. 根據第 362 號決議，在 156-162.05 MHz 頻段內為保護 GMDSS 和自動識別系統（AIS）的自主水上無線電設備制定規則與行動方案；
2. 修改《無線電規則》，其中包括優先選擇頻段（156.0125 至 157.4375 MHz、160.6125 至 162.0375 MHz），為衛星水上行動業務（地對空和空對地）進行新頻譜劃分。

[5] ITU CPM 19：https：//www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rcpm/Pages/cpm-19.aspx#

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

3. 根據第 767 號決議，探討在 275-450 GHz 頻率內操作的地面行動及固定通訊業務所使用的頻率；
4. 根據第 239 號決議，審議 5150MHz 至 5925MHz 頻段內包括無線局網路的無線接取系統（WAS/RLAN）問題，並採取適當行動，例如為行動業務做出附加頻譜劃分；

ITU-R 同意研究 5G99 的一組全球頻率，這些頻率將在 2019 年的世界無線通訊大會上作出決議（WRC-19），其規劃之 5G 的候選頻段，如下圖所示，包括 24.25–27.5GHz、31.8–33.4GHz、37–40.5GHz、40.5–42.5 GHz、42.5-43.5 GHz、45.5–50.2 GHz、50.4–52.6 GHz、66–76 GH 以及 81–86 GHz。

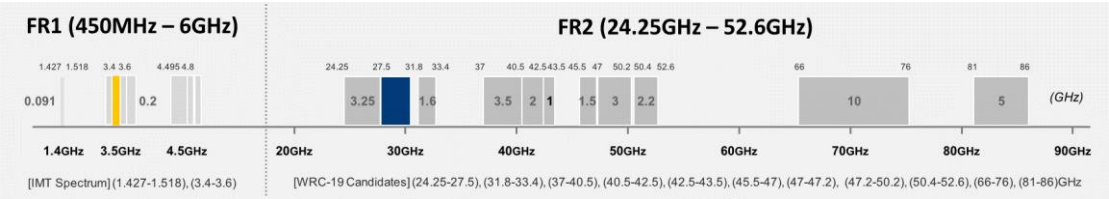


圖 5：ITU-R WRC-19 的 5G 候選頻段

資料來源：ITU。

以下為各討論事項具體細節說明：

1. 業餘無線電服務

在全球或部分地區一致分配 50-54 MHz 頻段，強化業餘無線電業務使用，包括自我訓練，技術調查和出於各種任務的相互通信，包括支持救災的通信。

初步內容：分配 50-54MHz 對業餘無線電業務於第 1 區。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2. 功率限制

地球電臺的輸出功率數值（地對空）可能遠高於數據收集系統（Data Collection System,DCS)服務鏈路所用的中度與低功率標準，進而對 DCS 衛星接收器可能造成潛在的有害干擾。

初步內容：衛星行動業務（mobile-satellite service，MSS)，氣象衛星（meteorological-satellite, MetSat)和衛星地球探測業務（Earth exploration-satellite service,EESS)地球電臺使用 401-403 MHz 和 399.9–400.05 MHz 的頻段內功率限制。

3. 行動式地球電臺（earth stations in motion, ESIM)

ESIM 使用 17.7-19.7 GHz（空對地）和 27.5-29.5 GHz（地對空）與地球同步軌道固定衛星業務（GSO FSS）太空站進行通信。

ESIM 分為三種類型：

- 飛機上的 ESIM（航空 ESIM）
- 船舶上的 ESIM（海上 ESIM）
- 陸地車輛上的 ESIM（陸地 ESIM）

三種類型的 ESIM 均可用於提供寬頻通訊服務，包括網際網路連線。本次 WRC-19 會議對此議題初步規劃，為針對行動式地球電臺與固定衛星業務通信時，使用 17.7-19.7 GHz（空對地）和 27.5 29.5 GHz（地對空）頻段，並根據第 158 號決議（WRC-15）採取適當行動。

4. 非地球同步軌道衛星（non-geostationary satellite orbits, non-GSO）

衛星設計，製造和發射服務能力的進步促使 non-GSO FSS(Fixed Satelite Services)的布建。此外，天線和終端的先進技術開拓 50/40 GHz 頻段應用於 FSS 和非 GSO FSS。但當前缺乏針對非 GSO 系統與 GSO 之間使用 50/40 GHz 頻段的網路頻譜共享監管規定。此外《無線電規則》中欠缺非 GSO 系統協調程序，供 37.5 至 51.4 GHz 頻段適用於 FSS 內運行。加劇非 GSO 潛在業者應用前述頻段之不確定性。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

初步內容：根據 WRC-15 的第 159 號決議，考慮為非 GSO FSS 衛星系統開發在 37.5–39.5 GHz（空對地），39.5–42.5 GHz（空對地），47.2–50.2 GHz（地對空）和 50.4-51.4 GHz（地對空）使用頻段。

5. 1GHz 以下非地球同步軌道衛星（non-GSO satellites）

此項主要討論 1 GHz 以下非地球同步軌道衛星應用於遙測、追蹤與控制法規，以及規劃配置太空中臨時性（低於三年）非 GSO 衛星業務之可能性。

初步內容：研究臨時性非 GSO 衛星在太空中遙測、追蹤與控制的頻譜需求，以評估現有頻段劃分對於太空衛星業務適用性，必要時根據第 659 號決議（WRC15）考慮新的劃分。具體包括以 156.3 MHz、156.525 MHz、156.65 MHz、156.8 MHz、161.975 MHz 和 162.025 MHz 為中心的頻率，以及 406-406.1 MHz 頻段中，使用於生命安全 COSPAS / SARSAT 系統的頻率。

6. 全球海事安全系統（Global Maritime Distress Safety System, GMDSS)

提供位置、導航與時程（Position, Navigation and Timing, PNT）資訊強化海上安全，引入部分新興技術於現代化的 GMDSS。

初步內容：探討採取適當監管措施來支持全球海上安全系統（GMDSS）現代化，並支持在 GMDSS 中引入其他衛星系統。

7. 行動通訊（International Mobile Telecommunications, IMT）

IMT 系統正在發展可供多種使用情境和應用程序的新技術，例如: 增強型行動寬頻（eMBB），巨量設備連線通訊（mMTC）和超高可靠度及低延遲通訊（URLLC），新技術需要更大的連續頻譜寬，遠超過 ITU-R M.2083 建議書中所述的當前版本。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

至於衛星的行動通訊，無線電規則中已確定了 1885-2025 MHz 和 2110-2200 MHz 頻段給 IMT 使用。其中頻段 1980-2010 MHz 和 2170-2200 MHz 的主要共同業務包括 FS(Fixed Service)，MS(Mobile Service) 和 MSS(Mobile-satellite service)。MSS 分配是在 1980-2010 MHz 頻率上的地對空方向，以及在 2170-2200 MHz 頻段的空對地方向。衛星和地面 IMT 已經布建或正在考慮進一步布建於 1980-2010 MHz 和 2170-2200 MHz 頻段內。

8. 地面行動與固定業務

地面行動與固定業務應用 275–450 GHz 頻段。國際標準組織正在討論超過 100 Gbit / s 的高數據速率無線通訊系統，相關技術、多種應用正在快速成長，例如數據中心的無線通訊、近距離無線通訊、設備內部通訊和前傳/回傳鏈路，預計將在 ITU-R SM.2352-0 報告總結，討論 275 GHz 以上頻段。

初步內容：討論地面行動與固定業務運作於 275–450 GHz 頻率範圍內的應用：

- 無線電天文業務：275-323 GHz、327-371 GHz、388-424 GHz 和 426-442 GHz。
- 衛星地球探測業務和太空研究業務：275-286 GHz，296-306 GHz，313-356 GHz，361-365 GHz，369-392 GHz，397-399 GHz，409-411 GHz，416-434 GHz 和 439-467 GHz。
- 為 3 個區域提供 265-275 GHz 的衛星固定（地對空），移動和無線電天文業務的頻段。

9. 區域無線網路

區域無線網路將提供可負擔且無所不在的寬頻無線網路。主管機關使用 2.4 GHz 頻段，隨後擴展到 5 GHz 的部分頻率，區域無線網路（RLAN，特別是 Wi-Fi 設備）現在承載著全球網際網路一半的協議（IP）。實際上，行動業者已經依賴使用 Wi-Fi 進行分流，例如 Wi-

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Fi 語音等。隨著技術發展、性能需求的日益提高、以及寬頻網路流量增加，皆需要使用更大頻寬以支持高數據傳輸通訊，故需要額外頻譜資源。

初步內容：考慮與無線接取系統有關的問題，討論 5150 MHz 至 5925 MHz 之間的頻段，並採取適當的監管措施，包括額外分配頻譜資源給行動業務等。

10. 固定衛星服務（Fixed-Satellite Service）

越來越多衛星系統向用戶提供高數據傳輸率的寬頻服務，以滿足全球用戶需求和期望。下一代衛星網路有望提供更高的數據傳輸率服務，並且不受限於地理位置。

初步內容：FSS（地對空）51.4–52.4GHz 的監管和分配問題：

- 有關頻譜的需求研究，以及可能將 51.4-52.4 GHz 頻段分配給衛星固定業務（地對空）。
- 第 1、2 和 3 區在 40/50 GHz 頻段中，對 FSS（地對空）的主要分配的頻率範圍是 42.5-43.5 GHz，47.2-50.2 GHz 和 50.4-51.4 GHz。

11. 次軌道飛行器上之電臺（Stations on Sub-Orbital Vehicles）

WRC-15 通過第 763 號決議來討論次軌道飛行器上的電臺，並已決定在 WRC-19 期間進行研究：

- 確定電臺安裝在次軌道飛行器上任何必要技術和操作措施，以避免無線電通訊業務之間的有害干擾。
- 確定頻譜需求，並根據這些研究的結果，審議 WRC-23 可能的未來議程項目。

目前，與這些次軌道飛行器的通訊包括遙測（telemetry）)、遙控（telecommand）和控制（control），包含對飛行器進行控制以及與任務相關的通訊。然而，當前空中交通管理（ATM）或空中交通管制

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（ATC）系統與次軌道飛行器之間沒有相互通信。本次會議將討論下列議題：

- 評估目前航空移動業務或太空業務應用是否可用於次軌道飛行器；
- 評估由地面和太空基地臺進行操作的次軌道飛行器，在業務之間產生干擾的可能性。
- 考慮次軌道飛行整合入現行空中交通管理架構。

初步內容：新興的點對點運輸/旅行方式，考慮安全性並將其整合至目前之飛航管理系統。

12. 全球航空飛安系統（Global Aeronautical Distress and Safety System, GADSS）

第 426 號決議（WRC-15）邀請 ITU-R 進行相關研究，同時考量國際民航組織對於 GADSS 地面電臺和衛星通訊的要求。

GADSS 的概念是建立一個“系統間的系統”， GADSS 包括運作於不同頻段的各式設備，提供飛機追踪、自主遇險追踪和飛行定位和恢復等服務，並以類似於全球海上遇險和安全系統（GMDSS）的方式提供各種服務。

WRC-19 建議對《無線電規則》第 30 條進行修改，並提出新的《無線電規則》第 34A 條，以承認《無線電規則》中的 GADSS，並提出決議要求制定 ITU-R 建議書，列出有助於 GADSS 系統的頻段以及其技術特性和保護標準。WRC-19 並指出，對於 GADSS 功能，僅應使用已經基於主要目標且出於安全目的之頻段。

初步內容：提供飛航安全與事故的處理，整合不同頻段與系統，是為”系統間的系統”

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

13. 高空通訊平臺（High-Altitude Platform Stations, HAPS）

國際電信聯盟《無線電規則》第 1.66A 條將高空通訊平臺（HAPS）定義為“固定停留在 20 至 50 km 高空位置的基地臺”。WRC-15 通過了議題 1.14，以根據第 160 號決議審議促進為寬頻應用布建 HAPS 的規管措施。

對於第 2 區 24.25–25.25 GHz 的頻率範圍，美國提議對《無線電規則》“不進行更改”，因為第 160 號決議（WRC-15）要求確認已被分配固定業務頻段的 HAPS。在第 2 區中，該範圍內的頻段並未分配給固定服務。且 ITU-R 尚未進行任何對第 2 區的 24.25–25.25 GHz 頻段，執行添加新固定服務的共享和兼容性評估研究。

初步內容：對 20-50 km 高度提供有效連線方案，目前各區域頻段分配尚未有共識。

14. 智慧運輸系統（Intelligent Transport Systems, ITS）

WRC-19 為協調智慧運輸系統的頻譜，制定議程項目 1.12 和相關的第 237 號決議（WRC-15）。自從國際電信聯盟在 1990 年代開始對 ITS 進行研究以來，ITS 環境發生了許多變化，包括計劃引入新技術和使用各種頻率。

第 237 號決議（WRC-15）規劃在 WRC-19 大會進行“考慮到國際電信聯盟無線電通信部門的研究結果，為在現有行動通訊系統下不斷發展的 ITS，考慮可能的一致性全球或區域頻段配置”。

亞太電訊社群（Asia Pacific Telecommunity, APT)成員支持考慮 5850-5925 MHz 頻段或其一部分作為 ITS 演進的全球一致頻段。APT 成員還認為，ITS 使用頻段不應對已分配於該頻段的其他主要業務造成不利影響，同時不應要求保護 ITS 免受包括 FSS 地球臺上行鏈路在內的其他主要業務干擾。

初步內容：整合整體交通通訊系統，APT 提議採用 5850-5925 MHz 頻段。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

15. 鐵道通訊系統（Railway Radiocommunication Systems between Train and Trackside, Rail RSTT）

火車與路旁設備之間的鐵路無線電通訊系統(Rail RSTT)提供火車控制、命令和操作資訊，以及監控沿路的車載無線電設備和相關無線電基礎設施之間的數據。WRC-19 議程項目 1.11 和相關的第 236 號決議（WRC-15）目的，是協調火車和軌道旁設備之間的鐵路無線電通信系統頻譜，以提供進行指揮和控制。

APT 成員鼓勵在 70-74.8 MHz，75.2-88 MHz，142-144 MHz，146-149.9 MHz，150.05-156.4875 MHz，156.5625-156.7625 MHz，156.8375-161.9625 MHz， 161.9875-162.0125 MHz，162.0375-174 MHz，335.4-399.9 MHz，406.1-430 MHz，440-470 MHz，470-520 MHz，703-748 MHz，758-803 MHz，873-915 MHz，918-960 MHz， 1770-1880 MHz，43.5-45.5 GHz，92-94 GHz，94.1-100 GHz 和 102-109.5 GHz 範圍內的頻段（或其部分），在現有的行動通訊業務核配為基礎，實現第 3 區的 RSTT 頻譜協調，特別是火車無線電應用。

初步內容：眾多協調與統整火車通訊的候選頻段將待會議討論。

三、WRC-19 會議成果摘要

WRC-19 會議結束後，大會組織公告相關決議文件，本研究整理其中關於 5G 與行動通訊之相關成果摘要如下：

- 確認 24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、45.5-47GHz、47.2-48.2GHz 以及 66-71GHz 為行動通訊使用頻譜，共 17.25GHz 頻寬；
- 要求各會員國應採取必要措施，確保對鄰頻使用地球探索衛星業務之適當保障；

WRC-19 會議還作出相關決議，包括針對與 5G 可能相關之元件，將進行研析，另外，也將研析高空行動通訊基地臺，以及可使用之頻譜資源，ITU 將持續制定國際規範，確保 IMT-2020 有足夠的頻譜與適當的標準以及核心網路，成功實現 5G 布建與商轉，確保業者能提供符合 5G 標準的服務給用戶。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

ITU 預計將於 2020 年 2 月完成對各提案技術之評估作業，並著手制定 IMT-2020 標準之定稿版，預計於 2020 年底完成。

第二節　第三代行動通訊合作夥伴

第三代合作夥伴計劃（3rd Generation Project,3GPP）[6] 將七個電信標準開發組織（ARIB，ATIS，CCSA，ETSI，TSDSI，TTA，TTC）統稱為「組織合作夥伴」，作為研究報告研析與技術標準規範定義之用。3GPP 涵蓋蜂巢式電信網路技術，包括無線接取、核心傳輸網路和服務能力，包括編解碼器、安全性與服務品質等相關工作，從而提供完整系統規範。

3GPP 中的三個技術規範組（Technical specification groups (TSG)）包括：無線接取網路（Radio access networks (RAN)），服務與系統層面（Services and systems aspects (SA)），核心網路和終端（Core network and terminals (CT)）。TSG 內的工作組定期召開會議，共同參加季度 TSG 全體會議，會中將討論關於技術標準之相關提案與和表決結果。

一、5G 通訊技術發展時程規劃

3GPP 會發布公告技術規範之版本，稱之為「Release」，提供給相關開發人員參考，了解於特定時間點應達成的功能目標，同時也允許在後續版本中添加新功能。Releases 時程規劃如下。[7]

[6] 3GPP website： https: //www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp
[7] 3GPP：： https: //www.3gpp.org/release-16

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

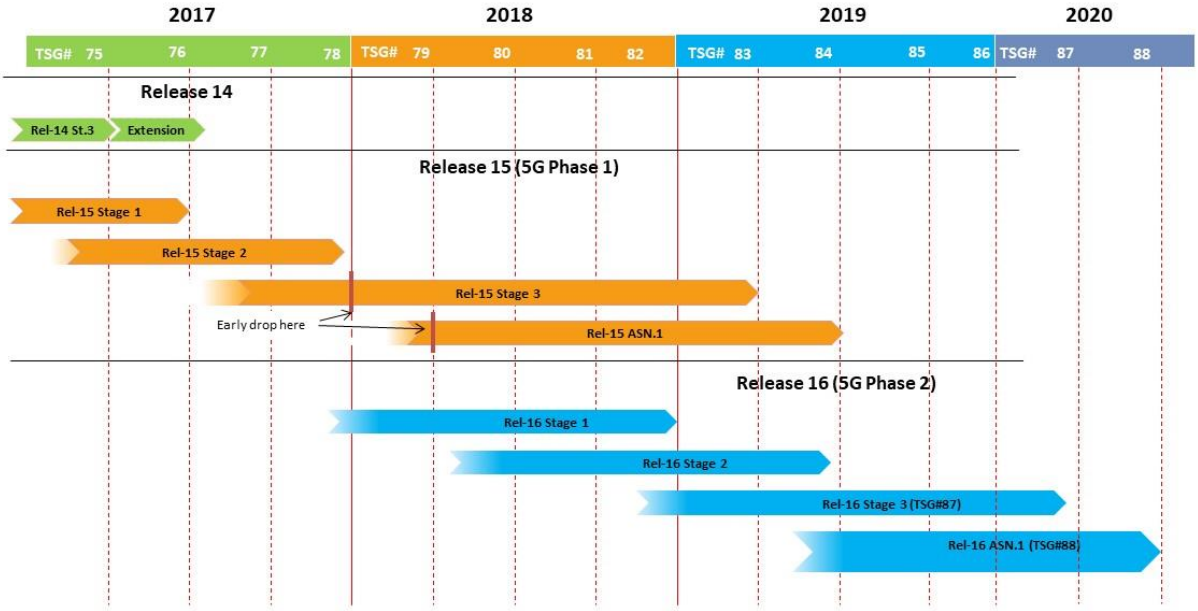


圖 6：3GPP Rel-16 發展時程規劃

資料來源：3GPP。

3GPP 在 2019 年 6 月的工作重點是制定第 16 版（Release 16 ,Rel-16)之訂定，該版本為 5G 新無線電（New Radio (NR)）標準制定的第二階段。Rel-16 是 3GPP 項目的主要版本，該版本作為 3GPP 提交 IMT-2020 之初始且完整的 5G 系統規格。除了正式流程之外，3GPP 還開展了大約 25 項關於 Rel-16 的研究，涉及多個主題：多媒體優先服務、車聯網（V2X）應用層服務、5G 衛星接取、5G 中的區域網路、終端定位、垂直場域通信、網路自動化以及新興無線電技術。目前 3GPP 正在研究的其他項目包括安全性、串流服務、網路切片和物聯網等。另外還包括相關技術報告，例如對非陸地無線電接取（最初的衛星，但也需要考慮空中基地臺）和海上通訊技術（船內，船到岸和船到船）等。

3GPP 於 2019 年 6 月以 Rel-16 的階段成果和 Rel-15 成果，及基於綜合成果所做的系統效能評估，向 ITU-R 提出 IMT-2020 規格文件，

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

3GPP 所制定之 Rel-16 通訊標準預計於 2020 年 3 月正式完成。相關時程如下圖。

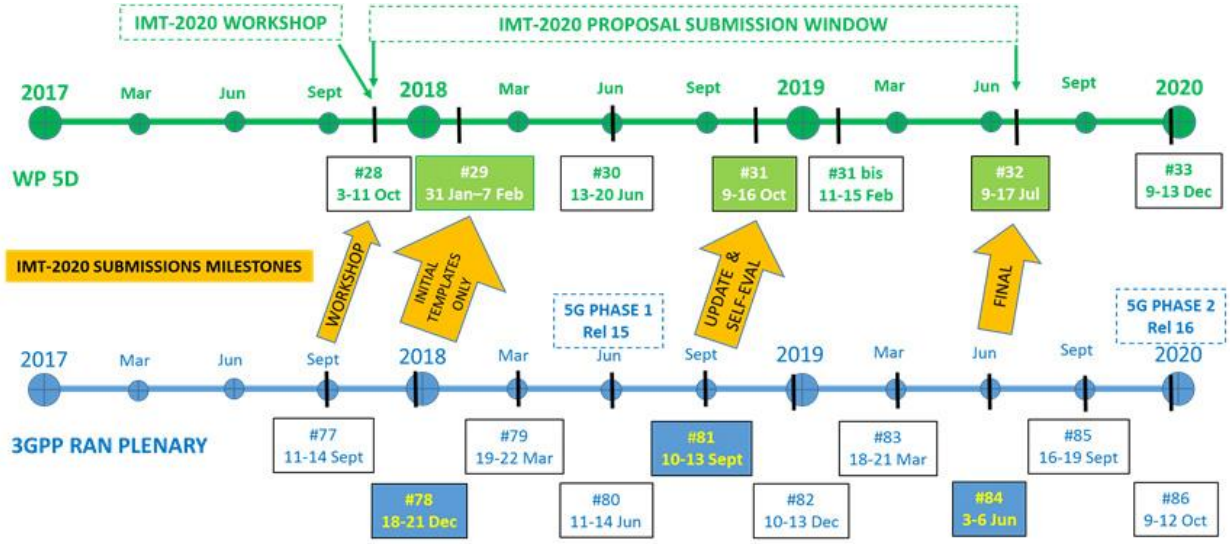


圖 7：3GPP Rel-16 發展時程規劃

資料來源：3GPP。

Rel-16 版本將滿足 ITU IMT-2020 的提交要求標準和時程計劃：第一階段自 2017 年 9 月至 2017 年 12 月，討論、驗證自我評估，準備並確認將提交給 ITU-R 的初始技術規範說明；第二階段從 2018 年初到 2018 年 9 月，預計將針對 eMBB、mMTC 和 URLLC 等規範，以及 NR 和 LTE 功能的測試環境進行性能評估，並更新相關說明；第三階段自 2018 年 9 月到 2019 年 6 月，以 2019 年 6 月的定稿提交版本為目標，更新包括 Rel-15 以及 Rel-16 相關內容。Rel-16 中針對未來 5G 頻譜使用規劃的兩個相關技術，探討如下。

（一） LTE 與 NR 於 6GHz 頻段下之執照及免執照運作技術研究

歐洲郵電管理委員會（European Confederation of European Posts and Telecommunications, CEPT）和聯邦通信委員會（Federal Communications Commission , FCC）都在研究為無線接取系統提供位

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

於 6 GHz 頻率中額外頻譜的可能性。CEPT 建立兩個新的專案團隊，稱作 SE 45 和 FM 57。SE 45 的任務是在 6 GHz 進行和諧共用和共享相關研究工作，FM 57 則是負責定義 6 GHz 頻段之監理規範。相關工作希望於 5.925-6.425 GHz 頻率範圍內導入低功率無線接取系統，使用時以免執照方式使用，故不受干擾保護，確保既有業務的持續運作。

3GPP 技術預計在 6GHz 頻譜中開發免執照頻譜技術，讓 LTE 可以布建於 5.925-6.425 GHz 頻率範圍內。同時，支持更大頻寬的 5G NR 免執照頻譜，可以增加訊務量和網路容量要求。

（二） NR 運作於 52.6GHz 以上頻段

NR Rel-15 已定義 52.6GHz 以下頻段之相關操作。然而，52.6 GHz 以上頻段面臨更困難的挑戰，例如較高的相位噪聲，由於大氣吸收導致的極端傳播損耗，較低的功率放大器效率，以及較強的功率譜密度監管要求相較於低頻段。此外，高於 52.6 GHz 的頻率範圍可能包含更多頻譜分配和更大頻寬，適用於如車聯網（Vehicle-to-anything (V2X)）、整合接取與後置網路（Integrated Access and Backhaul (IAB)）以及 NR 執照及免執照頻譜，以及非地面操作。

52.6GHz 以上頻段的 NR 操作，將與 IEEE 802.11ad / ay 系統等其他無線電接取技術共存。為了實現和最佳化 3GPP NR 系統，以及研究 NR 運作於 52.6 GHz 以上頻段，3GPP 進一步研究實體層通道，包括執照頻譜與免執照頻譜、無線接取網路、專用網路、綜合接取回程（IAB）以及使用車聯網的應用等。

對於 52.6 GHz 至 100 GHz，研究內容包括：確定目標頻譜範圍、了解全球頻譜可用性和主管機關監管態度之調查、確定潛在的案例和布建形態、參考監管規範，確認 NR 設計需求與考慮要素等。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、5G、V2X 及無人載具等新世代通訊技術發展趨勢

(一)5G V2X 通訊技術發展趨勢

3GPP 支援 V2V 服務的初始標準已於 2016 年 9 月完成，更進一步利用行動網路基礎設施之其他 V2X 方案加強版則於 2017 年 3 月完成，且 3GPP V2X 第 1 階段整合 Rel-14 LTE 方案，時程如下圖。在 Rel-14 LTE V2X 中，從 TR 22.885 導出的 TS 22.185 支持 V2X 基本服務要求，3GPP 認為足以用於基本的道路安全服務。車輛（即支持 V2X 應用的 UE）可以透過車側鏈路（sidelink），例如位置，速度和方向了解附近車輛、基礎設施或用路人交換相關資訊。

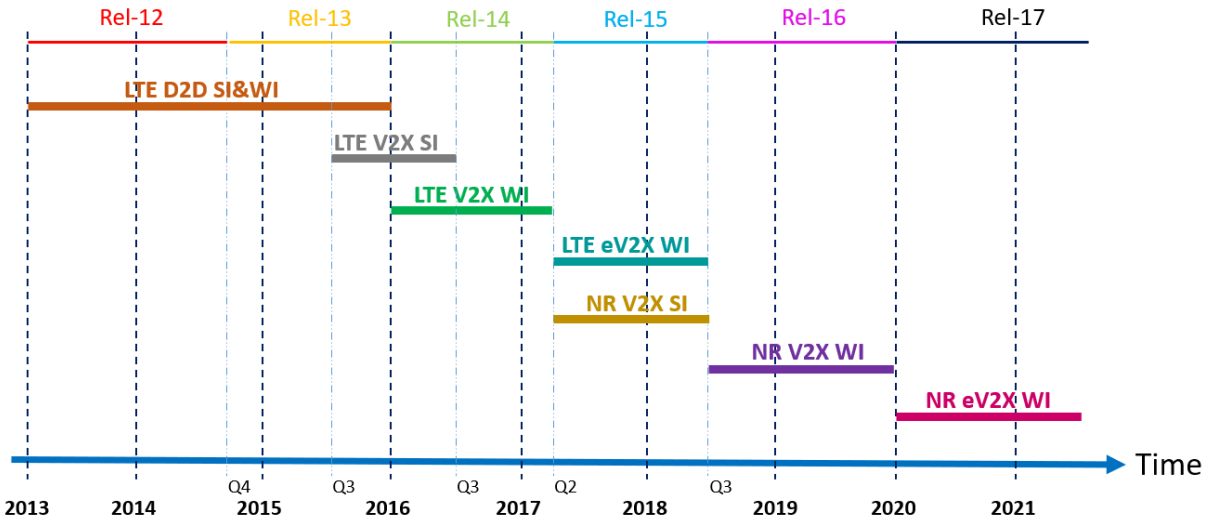


圖 8：3GPP V2X 技術發展時程

資料來源：NTU WMN lab（台大無線行動網路實驗室）

Rel-15 中的 3GPP V2X 階段 2 在車側鏈路中引入了許多新功能，包括：載波聚合（carrier aggregation）、高階調變（high order modulation）、降低延遲，以及車側鏈路中的傳輸分群和短間隔時間傳輸（Transmission Time Interval,TTI）的可行性研究。3GPP V2X 之階段 2 中，以 LTE 技術作為主要基礎，並且與 Rel-14 UE 共存。

SA1 已完成由 3GPP 支持的 Rel-15 標準對 V2X 服務（eV2X 服務）強化版。每個使用案例的綜合規範記載於 TR 22.886 中，並且在 Rel-15 的 TS 22.186 中定義規範要求。SA1 已經確定 25 個用於高級

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

V2X 服務的使用案例，共分為四個群組：車輛列隊、擴展傳感器、高級駕駛和遠端駕駛。每個使用案例的詳細描述如下。

1. 車輛列隊行駛（Vehicle Platooning)

車輛列隊行駛使車輛能夠動態組成一個團體成群移動。隊中的所有車輛都接收來自領頭車輛的定期數據，以進行列隊行駛。該資訊允許車輛之間的距離變得非常小，換言之，轉換為時間的車間距離可以非常低，允許後面跟隨車輛自動駕駛，如下圖。

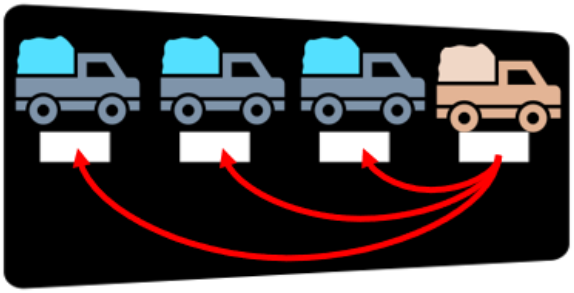


圖 9：車輛列隊行駛

資料來源：NTU WMN lab（台大無線行動網路實驗室）

2. 擴展感測器(Extended Sensors)

擴展感測器可以允許本地感測器收集車輛、路側單位（Road Side Unit, RSU)、行人設備和 V2X 應用服務器之間原始或處理過的數據。加強車輛之環境感知，感測距離可以超越自有感測器可以檢測到的範圍，更全面地了解當地實際情況，如下圖。

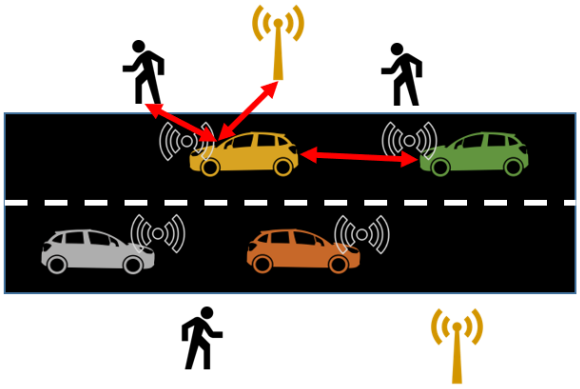


圖 10：擴展感測器

資料來源：NTU WMN lab（台大無線行動網路實驗室）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

3. 先進型駕駛(Advanced Driving)

先進型駕駛可實現半自動或全自動駕駛。假設車輛間距離較長。每輛車或 RSU 與其附近的車輛共享其感測器獲得的數據，從而允許車輛協調駕駛。此外，每輛車還會與附近的車輛共享其駕駛意圖。此應用可以達到更安全的道路駕駛，避免事故和提高交通效率，如下圖。

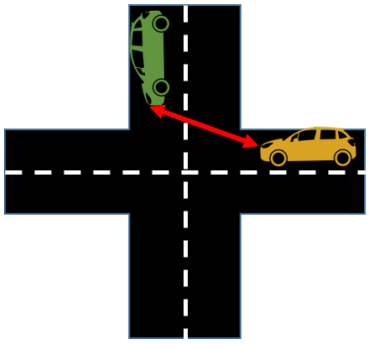


圖 11：先進型駕駛

資料來源：NTU WMN lab（台大無線行動網路實驗室）

4. 遠端駕駛(Remote Driving)

遠端駕駛使遠端駕駛員或 V2X 應用程式能夠為無法駕駛的乘客，或位於危險環境中的車輛進行遠端操作，如下圖。對於變化有限且路線可預測的情況，例如公共交通，可以使用基於雲端計算的駕駛方式。

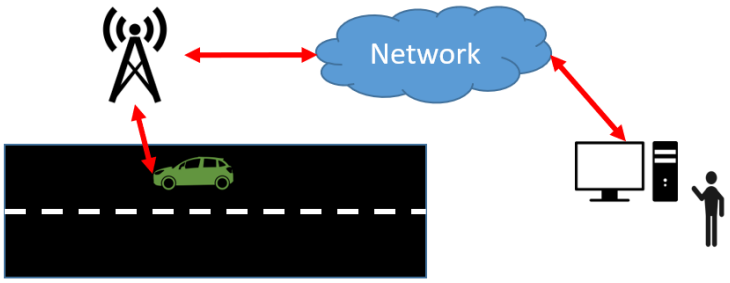


圖 12：遠端駕駛

資料來源：NTU WMN lab（台大無線行動網路實驗室）

SA2 根據 SA1 V2X（TS 22.185）和 eV2X（TS 22.186）中定義的車輛服務要求、識別和評估，進而研議 TR 22.886 關於進階 V2X 服

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

務的系統需求，5G 系統設計的潛在架構強化功能也包含其中，並確定哪些解決方案可納入規範。[8]SA2 目前已完成該項研究，並啟動 V2X 架構解決方案工作。

NR V2X 並非用來取代 LTE V2X 提供的服務。反之，NR V2X 將補充 LTE V2X 架構以實現進階 V2X 服務，同時支援與 LTE V2X 之間互通。從 3GPP RAN 技術開發的角度來看，NR V2X 的重點和範圍是針對進階 V2X 的案例。但是，這並不代表 NR V2X 無法支持基本安全案例。各國主管機關和相關利害關係人（即汽車原始設備製造商和汽車生態系統）負責決定任何服務、使用案例和選擇使用的技術。

NR V2X 是 3GPP V2X 的第 3 階段，目標是支援 LTE Rel-15 V2X 的進階 V2X。進階 V2X 服務需要進一步增強 NR 系統和新 NR 側鏈路功能來滿足技術之嚴格要求。NR V2X 系統預計具備靈活設計、支持低延遲和高可靠性要求的服務。NR 系統還希望具有更高的系統容量和更好的覆蓋範圍。NR sidelink 框架的靈活性將允許擴展 NR 系統，支持未來進一步演進之先進 V2X 服務和其他服務。

RAN WG 已對 NR V2X 進行了可行性研究，並在 TR 38.885 中得出結論，進階 V2X 服務可使用經研究確認的技術來提供。值得注意的是，關於遠端駕駛的使用案例，研究是在 TR 38.824 中進行。當滿足服務要求時，V2X 定義的解決方案也可用於公共安全。

(二) 無人載具技術發展趨勢

無人載具的議題在 3GPP 會議中相較於其他議題比較不受關注，儘管如此，3GPP 在 TR 38.811 技術報告[9]中提到一些對於無人載具的定義，討論議題以平流層高度 8 公里到 50 公里的衛星通訊為主。

對於衛星和空中載具接取網路架構原則，和地面網路接取架構定義具有以下系統元素：

[8] 3GPP TSG RAN Meeting #83 RP-190766-5G-V2X-WID https：//www.3gpp.org/ftp/TSG_RAN/TSG_RAN/TSGR_83/Docs/

[9]3GPP TR38.811 v15.0.0 Study on New Radio (NR) to support non terrestrial networks https：：//portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3234

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 寬頻接取網路服務：非常小之終端固定或安裝在高速移動平台（例如公共汽車，火車，船隻，飛機等）。寬頻標準為下行速率至少 50Mbps，甚至達幾百 Mbps 到幾 Gbps。主要使用 6 GHz 以上衛星和空中業務頻段。

- 配備有全向或半定向天線（例如手持終端）的窄頻或寬頻接取網路服務終端。窄頻指下行速率於 1 或 2 Mbps。服務鏈路通常在 6 GHz 以下的移動衛星或空中業務頻段。對於空中網路，3GPP 考慮將基地臺架在空中飛行器，為手持設備提供 5G 服務。下圖是可能的衛星和空中接取架構，並且說明其使用情境。

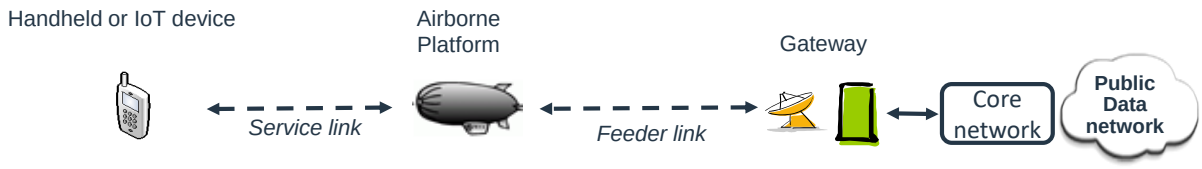


圖 13：空中接取網路示意圖

資料來源：3GPP

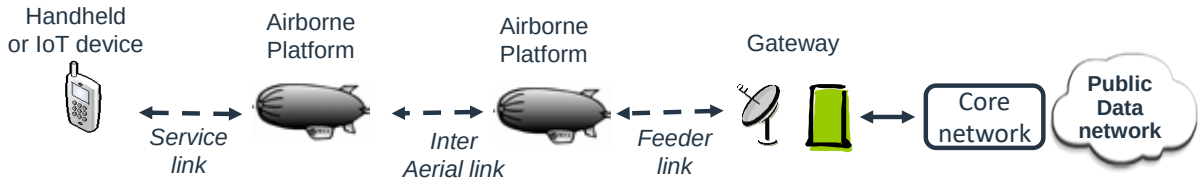


圖 14：空中接取網路示意圖（增加空中鏈路）

資料來源：3GPP

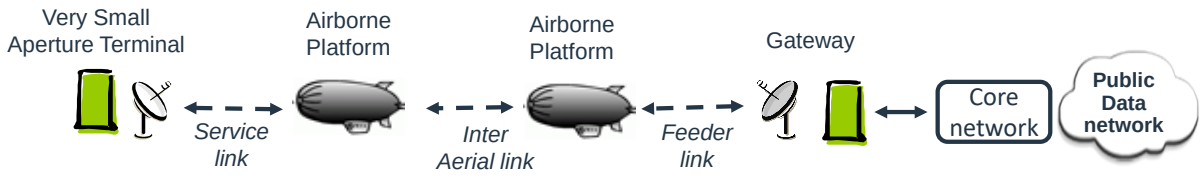


圖 15：空中接取網路示意圖（6 GHz 以上頻段）

資料來源：3GPP

TR 38.811 提出對不同飛行高度載具的各種規範和定義，報告中提供了各項資訊，其中包含飛行載具的高度、使用頻段、使用頻寬等等。其中，無人機則以高度為平流層距海平面 8 公里至 50 公里為主。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

三、5G 新世代通訊技術標準制訂內容

（一） Release 16 制定進度與內容

1. 非正交多重接取

與 LTE 類似，NR 的基本多重存取方案對於下行鏈路（Downlink (DL)）和上行鏈路（Uplink (UL)）之數據傳輸都採正交模式，指不同用戶的時間和頻率物理資源不重疊。另一方面，非正交多重接取（Non-Orthogonal Multiple Access ,NOMA）方案最近引起廣泛興趣。在 Rel-14 NR 研究項目中評估許多非正交多重接取方案。評估結果顯示非正交多重接取在上行鏈路以及傳輸量有顯著優點。

非正交多重接取使用重疊資源的傳輸時可能存在干擾，並隨著系統負載增加而益發明顯。為了處理非正交傳輸之間的干擾，通常採用如擴頻（線性或非線性，有/無稀疏性）和交織的發送端方式改善性能並減輕接收器負擔。一般而言，非正交傳輸可應用於執照頻譜與免執照頻譜之傳輸使用。

在無線電資源控制為非主動（RRC_INACTIVE）狀態下，即使沒有無線電存取通道（Radio access channel (RACH)）過程或 2 步 RACH，仍可以發送數據。節省訊號傳遞自然也節省 UE 的功耗，降低延遲並增加系統容量。

在 RAN1 第 94 次會議中[10]，概要說明上行非正交多重接取的討論議題，並進行系統、鏈路層面的模擬與準則。在傳送端方面，著重於編碼庫設計、調變與相關訊號的處理。至於接收端方面，則列舉需要考慮的效能與複雜度、以及提供模擬的環境設定，考量需要納入的 5G 情境與目前相關會員已進行的初步模擬結果作為參考。

在 RAN1 第 95 次會議中[11]，討論由檢測器、排除干擾和解碼器組成的接收端，以及非正交多重存取的通道結構、同步等問題。在 RAN1 第 96 次會議中[12]，觀察不同情境下的接收器效能，並根據模擬

[10] R1-1812101, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 #94bis, Chengdu, China, October 8-12, 2018.
[11] R1-1901482, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 #95, Spokane, USA, November 12-16, 2018.
[12] R1-1903842, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 #96, Athens, Greece, February 25 - March 1, 2019.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

結果給出在不同情境之效能分析，檢視應用於 eMBB/URLLC/mMTC 的情境下之效能。

2. 因應 NR 升級 MIMO

Rel-15 NR 研析多天線多輸入多輸出（Multiple-input multiple-output (MIMO)）功能，此功能有助於在 6GHz 和 6GHz 以上頻段利用基地臺的大量天線單元。其中一些功能特別包括以下：對多傳輸接收點（Transmission and reception points ,TRP）運作的支持、靈活的通道狀態資訊（Channel state information ,CSI）蒐集和管理。

3GPP 對本項研究主要聚焦 5 個問題，分別為強化 MU-MIMO 技術、多 TRP 面板傳輸功能強化、多波束操作功能強化、全功率上行傳輸、低峰平均功率比訊號之參照值，並針對不同情境及應用參數進行評估。

3. NR URLLC 之實體層升級

在 Rel-15 中，引入低延遲傳輸的時間間隔（Transmission time interval (TTI)）結構及提高可靠性方法實現對 URLLC 的基本支援。至於具有更嚴格要求的其他案例，例如更高的可靠性和 0.5 到 1 毫秒的等待時間，皆被確定為 NR 技術演進的重要領域。Rel-15 開啟新興應用，如 AR / VR（娛樂業）。而 Rel-16 則可實現具更高技術要求的應用，如工廠自動化、運輸業（包括遠端駕駛）以及電力配送等。

此工作項目為強化 URLLC 能力，同時考慮第一頻段（Frequency range ,FR1）和第二頻段（FR2）以及分時雙工（Time-division duplexing ,TDD）和分頻雙工（Frequency-division duplexing ,FDD）。遵循 NR URLLC 實體層強化研究的詳細目標如下：

- PDCCH（Physical Downlink Control Channel）強化規範：
  - ✓ 研究更新下行鏈路控制資訊（Downlink control information ,DCI）格式。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- ✓ 針對至少一個受限制的通道進行估計，至每個時段最大數量的非重疊控制通道單元（Control resource set,CCE）增加實體層下行控制通道的監視能力。

- 上行控制資訊（Uplink control information ,UCI)增強規範：
  - ✓ 於過程中進行混合式自動重送請求確認訊息（Hybrid Automatic Repeat request(HARQ)-ACK）之機制。
  - ✓ 同時建構至少兩個 HARQ-ACK 碼本，支持不同服務類型的 UE。

4. NR 之免執照頻譜接取

由於免執照頻譜之使用品質無法與執照頻譜之品質匹配，預計 5G NR 將提供免執照頻譜作為頻譜補充與執照頻譜之輔助，或純粹基於免執照頻譜運作。免執照頻譜對於改善數據連接性日益重要。

NR 免執照頻譜接取之研究項目主要為評估各種情境下 NR 使用免執照頻譜的可行性。NR 設計的靈活性有助於其在免執照頻譜的布建和操作。

關於頻譜，次研究項目階段關注於 5GHz 免執照頻譜與正在討論的 6GHz 頻段（例如，美國 5925-7125MHz，或歐洲 5925-6425MHz，或其部分）。後續版本則會更進一步考慮 FR2 或 52.6 GHz 以上的其他免執照頻段。為了最大限度地發揮基於 NR 的免執照接取的適用性，該研究項目考慮了以下情境：

- 情境 A：執照頻譜 NR 和免執照頻譜 NR-U 之間的載波聚合，其中 NR-U 可以具有下行（DL）和上行（UL），或僅支援下行（DL）。
- 情境 B：執照頻段 LTE 和免執照頻段 NR-U 之間的雙接取。
- 情境 C：獨立的免執照頻段 NR-U。
- 情境 D：免執照頻段中的獨立 NR 和執照頻段中的上行（UL）。
- 情境 E：執照頻段 NR 和免執照頻段 NR-U 之間的雙接取。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

前述情境可能對應到不同的應用和範例。因此 3GPP 對本工作項目，主要研析 NR 接取免執照頻譜的單一解決方案。在 5 GHz 頻段，NR-U 設計於已布建的 Wi-Fi 與 NR-U 之間、NR-U 和 LTE 之間、以及不同的 NR-U 系統之間實現公平共存。在與 Wi-Fi 的共存性，NR-U 不應該影響已布建的 Wi-Fi 網路，且在功能性上也不作為額外 Wi-Fi 網路。

在 6 GHz 頻段，NR-U 的頻道接取機制將使用功率檢測機制作為共存機制的一部分，以實現 NR-U 與 Wi-Fi 間之共存。

NR-U 對於使用者裝置、基地臺和無線電資源管理的核心規範包括以下：

- 為 5 GHz 和 6 GHz 頻率範圍指定新的免執照頻段。頻段應包括上行和下行操作，並根據美國和歐洲的監管機制發展，更進一步討論規格的實際頻率範圍；
- 為上述頻率範圍內的頻段指定基地臺和使用者裝置射頻核心要求，包括一組有限的示範頻段組合。當至少一個涉及新 NR-U 頻段的頻段組合符合一個會員國之監管架構，則工作項目便宣告完成；
- 研究在其他免執照頻段內增加不同參數、可用通道頻寬及可用實體層資源的可行性。

在 RAN1 第 94 次會議中，提出 NR-U 的基本議題。在模擬上沿用 LTE 的量測機制，並考慮 7GHz 以下的共存性。在架構上鼓勵下行訊號與通道在同一載波上使用相同的參數集；上行亦然，並討論上行的子載波間距與交織設計。在通道接取則討論初始機制設計，混合式自動重送請求（HARQ）使用通道的選擇，配置適當之傳輸資源。

在 RAN1 第 95 次會議，則討論 NR-U 架構中，子載波間距方案之間的優缺點。第 96 次會議，則討論不同頻段運作方式，以及通道接取模式與占用時間。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

在 RAN1 第 AH1901 次會議[13]，則討論初始存取 5GHz 和 6GHz 頻段時，使用 30kHz 的子載波間距之相關議題，以及上行訊號使用 15kHz 和 30kHz 載波間距等。在 RAN1 第 97 次會議，則討論對於 Rel-15 實體層上行控制通道運作格式，以及功率檢測標準。

5. NR 二階段隨機存取通道

3GPP 對於前導碼和數據進行研究並評估二階段隨機存取通道（Random access channel (RACH)）。二階段 RACH 過程可能對通道接取有益，可應用於所有無線電資源控制。該工作項目針對 3 種主要情境（mMTC，URLLC 和 eMBB）以及執照和免執照頻譜提出了通用設計如下。

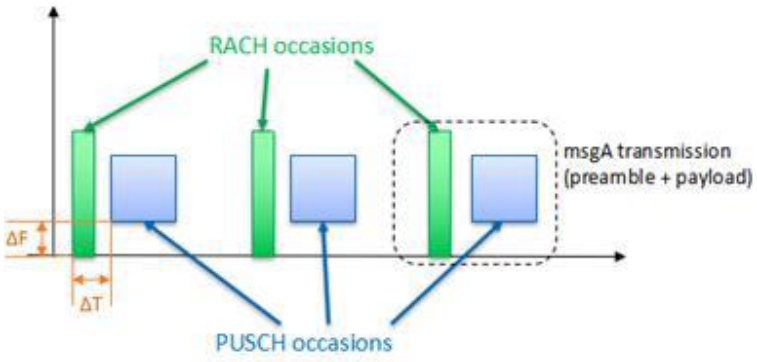


圖 16：二階段隨機存取機制示意圖

資料來源：3GPP

6. NR 整合接取與後置迴路

NR 整合接取與後置迴路（Integrated Access and Backhaul (IAB) for NR）旨在實現未來蜂巢式網路布建方案和應用的潛在技術之一，支持無線後置和中繼鏈路，從而能夠靈活且密集地布建基地臺，而無需按比例布建密集之有線傳輸網路。

[13] R1-1901483, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 #AH_1901, Taipei, Taiwan, January 21-25, 2019.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

與 LTE 相比，NR 使用更大的頻寬（例如 mmWave 頻譜）以及大規模多輸入多輸出（Multiple-input multiple-output ,MIMO）或多波束系統，創造開發和布建整合存取與後端網路的機會。允許以比 LTE 中更集中的方式布建自後端 NR 基地臺的密集網路。其中，中繼節點（IAB 節點）可以依時間、頻率與空間中使用接取和後置鏈路，如下圖。

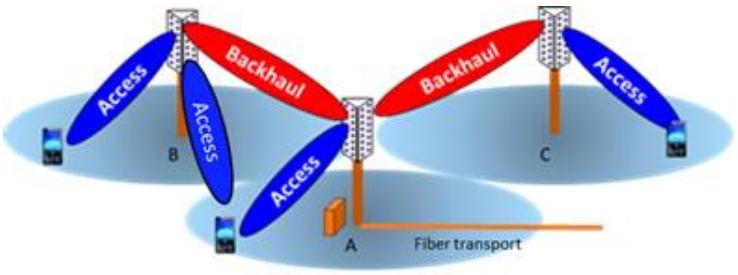


圖 17：IAB 佈建示意圖

資料來源：3GPP

接取和後置端的操作可以在相同或不同的頻率上（也稱為“帶內”和“帶外”中繼）。雖然有效支持帶外中繼對於某些 NR 布建方案很重要，但支持帶內運作更至關重要，需要在相同頻率內運作存取鏈路，進行更緊密的互連以適應雙工技術並避免、減輕干擾。由於毫米波頻譜網路涵蓋範圍較短，因此無線後置端擴展到頻繁切換將是不可或缺的功能。此種機制增加了在密集城市環境中使用後置網路的靈活性。

7. 室內產業情境下之通道模組

3GPP 於技術報告 TR 38.901 中，研析一種常見的通道模型，其中包含特定情境的模型參數和情境設置，例如大都會區（Urban Macro）、次都會區（Urban Micro）、郊區（Rural）與室內熱點（Indoor Hotspot）。室內熱點情境有兩種形態，分別是開放式辦公室情境和混合辦公室情境。相關情境基於 3GPP 標準會議中確定產業有興趣的情境，當時尚未包括任何工業情境。因此，確保工業情境中的傳播特性能被充分理解、掌握，且在後續工作階段中找出解決方案，將有必要。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

本研究項目主要研析工業情境和應用使用極低延遲通訊（URLLC）和工業物聯網（Industrial internet-of-things, IIOT）。該研究項目包含以下目標：

- 確定支持的情境和使用頻段超過 100GHz 的情境說明；
- 審查工業環境中的現有文獻和新的傳播測量方法；
- 評估與現有通道模型相比的主要差異；
- 定義新的工業傳播特性並確定傳播參數；
- 優先考慮 52.6GHz 以下頻率範圍的通道模組。

8. NR 之終端電力節能

使用者裝置（User equipment ,UE）之電池壽命是用戶體驗的一個重要層面，將影響 5G 手機和服務的採用。3GPP 針對 5G NR UE 功率效率的 UE 功率進行研究，找出是否能優於 LTEUE 功率的技術。Rel-15 之 UE 節電方案，採用技術包括非連續接收（Discontinuous reception ,DRX）操作和使用部分頻寬（Bandwidth part ,BWP），以於 NR 操作中節省 UE 功率。與 Rel-15 NR 功能相比，Rel-16 UE 功率節省的研究，顯示出顯著的功率節省。

（二） V2X 標準制定與內容

NR V2X 路側鏈路於 release 16 的討論，與 LTE V2X 最大不同之處，在於使用的訊務不再受限於沒有任何回饋機制的廣播模式。Release 16 版本 NR V2X 討論的重點項目，討論如何加上回饋機制。NR V2X 的議題在會議上被分成 7 個部分分別討論，分別是：實體層結構、資源分配、側鏈路同步（Sidelink Synchronization）、設備內 LTE 與 NR 共存（In-Device Coexistence Between LTE And NR）、實體層程序、服務品質管理以及透過 NR 鏈路控制 LTE 側鏈路。

在實體層結構的部分，側鏈路控制資訊（sidelink control information, SCI）與 PSCCH 的編碼是相關會議的討論重點。針對 SCI

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

的格式與大小，以及可能還需要加入考慮的其他資訊，3GPP 持續進行討論，下圖為會議中討論可能的資訊。

From NR DCI formats	From LTE SCI format 1	From new proposals
- FD resource assignment - HARQ process number - NDI - RV - MCS - CSI request - Antenna port(s) - CBGTI - DMRS sequence initialization - PTRS-DMRS association - CRC	- Priority (QoS) - resource reservation - Time gap between initial transmission and retransmission - Retransmission index - Transmission format	- source ID - destination ID - Zone ID - NACK distance - HARQ feedback indication - Cast type indicator

圖 18：3GPP 會議中討論 SCI 可能加入的內容

資料來源：3GPP

四、3GPP Rel-17 業者提案趨勢

今年 6 月在 3GPP RAN 大會中，國際上重要組織與公司針對第 17 版（Release 17, Rel-17）未來走向提出各自觀點，從討論題目中可以掌握未來可能的技術發展趨勢，然而由於與會成員眾多並且所提建議差異甚大，因此本研究主要挑選華為（Huawei）與三星電子（Samsung）兩家業者為個案，彙整兩家業者在會議各項主題中所提交之報告進行分析。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（一） 華為

1、 NR V2X 的側鏈路升級

3GPP 在第 16 版（Release-16）中藉由 NR V2X 的研究項目和 NR 側鏈(sidelink)的 5G V2X 工作項目，開發側鏈通訊，以支持進階 V2X 服務。通用的側鏈通訊系統將支持 FR1 和 FR2，並可將相同的技術方案應用於公共安全。華為認為，需要進一步考慮 V2X 的其他幾種使用情況，例如弱勢道路使用者（Vulnerable Road User）和相對位置以及更多的增強行動寬頻(eMBB)的室內體驗應用和垂直產業情境，例如無線視訊監控和交互式服務。因應此類情境，需要進一步增強 NR 側鏈路以獲得更高的傳輸速率、更低的延遲和更可靠的數據服務。

華為提出之研究項目包含以下：

- 拓展側鏈通信範圍(拓展至一千公里的覆蓋範圍與99%的可靠度)
- 增加側鏈傳輸量與更高的可用性（傳輸速率高達 1000Mbps）
- 支持車輛與行人（V2P）通信，以提供弱勢道路使用者安全服務
- 支持側鏈相對位置，達到誤差 0.1 公尺以內的準確度
- 研析側鏈路之資源分配，以擴展覆蓋範圍
- 提高側鏈頻譜效率，提高傳輸量並實現更高速率
- 研析側鏈路載波聚合
- 使用 FR2 達成側鏈增強
- 使用多輸入多輸出（MIMO）增強側鏈功能和高階的調變方案
- 節省電力消耗以支持 V2P 通訊

2、 NR 多播與廣播服務

對於 Release 17，華為認為混合模式多播（Multicast），將需要研究廣播和單播之間的平滑切換、混合上下行傳輸、動態配置的傳輸區域（一個到數個基地臺），以解決物聯網和車聯網等垂直應用案例之需求。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

華為建議之研究項目包含以下：

- 通用但彈性的實體層設計，高度通用的單播模式
- 動態控制的傳輸區域
- 研究必要的解決方案以支持服務連續性，尤其是對於需求嚴格的情境
- 研究實現以上功能所需的 RAN 架構。

3、NR URLLC 以及工業物聯網（Industrial IoT, IIoT）

針對 Release-16 之超高可靠超低時延通訊(URLLC)以及工業物聯網（IIoT)，華為認為需要考慮四個關鍵情境：

- AR / VR（娛樂產業）
- 工廠自動化
- 運輸業
- 能源業

經過 Rel-15 的初步評估結果與 Rel-16 的評估結果顯示，目前的可用性仍有很大的改進空間。通過增加可用資源（例如頻寬或更多傳送/接收天線）可以顯著提高可用性，但在某些使用情況下（如 V2X 和輸配電等情境）則必須考慮到移動特性和室外環境很難獲得更多的資源。因此，華為比較建議從提高系統效率的角度著手，對於某些用於室內或區域布建高速率和低延遲的 URLLC 情境，如具有高速率的 AR / VR 或具有高設備密度的工廠自動化，僅使用 FR1 頻段很難同時滿足高速率和低延遲的要求。

使用 FR2 頻段可提高上述情況的可用性，但現階段尚無基於 FR2 的評估成果。因此，對在 FR2 上應用於 URLLC / IIoT 情境之評估將非常有價值。由於 FR2 上的毫米波頻段難以克服波束屏障，因此影響其可靠性。需要考慮可靠的波束管理、波束失敗時的恢復作業以及電波鏈路的監控。同時間使用 FR1 和 FR2（例如通過載波聚合或雙接取）也可以滿足 URLLC 要求。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

華為建議之項目包含以下目標：

- 指定使用 FR1 和 FR2 的 URLLC / IIoT 的進階功能；
- 指定進階功能以提高系統資源效率；
- 應用於分佈式布建的控制機制。

4、3 GHz 以下頻段之 FDD 改善

3GHz 以下頻譜具有穿透損耗小和覆蓋範圍廣的優點，但是通常分配給分頻雙工（FDD)使用頻段為不連續之小區塊。因此透過與其他無線存取技術(RAT)共享頻段之技術將逐漸重新應用於 NR。NR 首先應證明重新使用 3GHz 以下頻譜在性能上是更有效率的。為此，必須檢視兩個關鍵議題，其一是改善 FDD MIMO 性能，其二則為提高多載波操作的效率。

當載波聚合時需要較多的控制訊號，覆蓋範圍與傳輸容量將因此受限。因此，華為認為有必要研析如何減少實體層控制成本。

5、NR mMTC

未來 5G 物聯網應用中，需求將更加多樣化並且優先順序可能會隨情境而不同，因此需要可擴展且兼容的架構。華為認為需要研究一些可行的物聯網情境，其中包含兩種典型型態，分別為視訊監視和工業無線傳感器網路（IWSN）。

與窄頻物聯網（NB-IoT）的設備相比，攝影機是中高端的設備。尤其攝影機通常要求以穩定速率連續上傳。2016 年運作中的監控攝影機數量已達到 200 萬臺，預計到 2021 年將成長至 5 億臺。在治安良好城市中，可能每平方公里有 60 到 200 個攝影機同時工作，每台攝影機至少需要 2Mbps 的速率。

另一個情境是應用於工廠或物流上無線傳感器的網路。SA1 已經指定特定情境，如遠端接取、維護和控制，其中數百個傳感器布建在 50 公尺乘以 10 公尺的房間內。5G 工業和自動化聯盟（5G-ACIA）也

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

致力於確認工業 4.0 的具體要求。在 IWSN 情境中，所需的數據速率可能高達幾 Mbps，並且封包之間的到達時間可能在 1 秒鐘之內，遠高於當前物聯網流量模型。

6、NB-IoT 之提升

自第 13 版（Release-13）引入窄頻物聯網（NB-IoT）無線存取技術，提供物聯網可使用系統頻寬最窄至 200 kHz，並且能為大量設備提供服務。作為大規模物聯網的各種低功耗廣域網（LPWA）情境（例如傳感器、煙霧探測器、共享自行車、路燈和門鎖等），NB-IoT 已成功在全世界商業化，連線設備數量正穩定成長。

第 17 版(Release-17)的發展應滿足各種物聯網服務的市場需求，以持續幫助業者以更有效的方式管理運行不同服務的網路。

華為建議的項目，包含以下：

- 希望 NB-IoT 系統能夠承載現有的 2G M2M 服務，並提供出色的 LPWA 體驗。
- 在與人有關的新使用案例中，看到 NB-IoT 支持更多物聯網應用（例如可穿戴設備，包括健康/健身/緊急 IP 語音等），需要更高的數據速率。
- 在覆蓋範圍、延遲和電池壽命等方面，不同服務可能有不同的要求，支持不同業者不同需求的服務，將有助於系統資源的使用。
- 建立更有效地與 NB-IoT 和其他網路（例如 LTE / NR）同時運作的方案。
- 載波之間的頻率多樣性，將有利於窄頻段系統的性能。
- 低成本且易於設置的 NB-IoT 基地臺，可進一步擴展覆蓋範圍。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） Samsung

1、 NR-Lite

LTE-M 和 NB-IoT 支持最大數據速率約為 1 Mbps 和 160 Kbps，分別具有 15dB ~20dB 的覆蓋範圍和長達 10 年的電池壽命。對於高端物聯網市場，例如 AR / VR 和工業物聯網，NR 對此進行提升，減少延遲並增強可靠性。然而增加容量和減少延遲也增加用戶設備的複雜度。對於智慧手錶和視訊等中端物聯網設備，此類複雜性和成本是無法接受的。

為了解決上述需求，需要擴展 NR 規範以支持更簡單/更輕便的版本，即是所謂的 NR-lite。對於相關情境，所需的數據速率預期與 LTE Cat 1（10 Mbps）相近。服務覆蓋範圍至少應不低於 Release-15 / 16 的標準。電池壽命應比 eMBB 更長，例如一周到幾個月。設備複雜度應該與 LTE Cat-1 或更低版本相當。

2、 NR MIMO 的功能提升

NR Release-16 對 FR1 和 FR2 頻段進行 MIMO 功能的提升，並持續進行多波束操作和多收發節點的工作。針對 FR2 的多波束操作，成本和延遲的減低受到底層實體層結構和從 Release-15 繼承的訊號結構限制。為促進用戶設備的速率更快和滿足更多波束數量的布建，三星電子建議研究成本更低的多波束操作。評估多面板傳輸的額外支持。

3、 NR 整合接取與後置迴路之延伸

Release-16 之整合接取與後置迴路(IAB)討論固定的中繼節點。但在公車或火車運輸過程中，移動性提高了成本，且在路線上布建數量眾多的基地臺有所難度。與室外覆蓋相比，車輛內部的覆蓋品質相對較差。因此，使用移動式的 IAB 節點具有更好的鏈路品質和較大的頻寬，可以提高用戶的服務品質。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

無線後置鏈路很容易受到環境因素影響，流量變化也會使無線後置鏈路上的負載分配不均，從而導致鏈路或節點擁塞。為了提高覆蓋範圍、實現負載平衡和可靠性，Release-16 使用生成樹和有向無環圖作為網路拓樸。當中繼節點的飽和度高時，可使用網格(Mesh)拓樸，例如在緊急服務、災難和軍事等情況下之臨時布建。因此，三星電子建議研究移動 IAB 服務的用戶設備服務連續性、IAB 節點的路由和角色之動態調整機制、逐跳(Hop-by-hop)流量控制以及低延遲調度的最佳化。

4、URLLC 的接取網路改善

低延遲和更高可靠性的要求隨著新的垂直應用不斷增長，例如 V2X 和 IIOT。對於如何減少延遲，Release-15 和 Release-16 開始考慮 URLLC 之空中介面使用，但沒有具體討論如何減少網路端的延遲。三星認為，低延遲的要求是從用戶端到用戶端，不僅是考慮空中介面的延遲，為了減少端到端延遲，使網路側的用戶路徑最短且減少中間處理節點的數量也很重要。因此，三星定義分離式 NG-RAN 架構以支持彈性布建和雲端實作。副作用是可能增加介面上的延遲。

五、3GPP 無人載具標準制定內容

3GPP 於目前 SA 所公開的[14]報告，針對無人載具的使用情境，以及未來希望能達到的規格進行討論，以下為此報告列出的使用情境。

（一） 支持高解析度影像直播應用的無人機使用案例

無人機能與全景 VR 實況轉播相結合，讓使用者能夠像現場觀眾一樣身歷其境。此系統會在無人機上搭載 360 度球面攝影機，擷取與

[14] 3GPP TR 22.829 V17.0.1 (2019-07)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

編碼 4K 影像，然後通過網路系統將其即時上傳到雲中，讓使用者下載影像。

預期此項應用該達到的規格有：

- 網路元件回應時間延遲(RRT)應小於 150 毫秒。
- 由於失敗的後果是財產或生命損失，因而要求高可靠性目標達接近 100%。
- 可靠程度應達目前航空空中交通管制（ATC）之標準。
- 設計優先權（Priority）、優先順序（Precedence）與搶占（Preemption）機制，確保達到足夠的可靠度。
- 位置精準度應在 10 公分以內，避免在人口稠密的地區造成財產損失或生命損失。
- 為處於 10-1,000 公尺低高度的飛行器（最大速度為每小時時速 300 公里）提供連續的無線網路覆蓋，加上至少 20Mbps 的高速上行連線速率。

根據中國 IMT2020（5G）促進小組發布的文件[15]，列出了支持 VR 直播應用的無人機性能指標需求，內容如下表：

表 1：收集用於高解析度影像應用程序的關鍵績效指標

time	Video resolution	Upload data rate(UL)	Remote control data rate(DL)	Video latency	Control latency	Positioning Accuracy	Altitude	Region
2018	1080P	6 Mbps	300 Kbps	500ms	100 ms	1m	<100 m	City Scenic Area
	4K	25 Mbps				1m		
2020	4K	25 Mbps	600 Kbps	200ms	20 ms	0.5 m		
	8K	100 Mbps				0.5 m		

[15] IMT 2020(5G): "Application for UAV in 5G White Paper", September 2018

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 無線電接取節點裝載至無人機

某些應用型態如災難監控、國土邊境監視和緊急援助等，由於無人機易於布建、購置和維護成本低、機動性高且具有懸停能力等優點，因此為具備眾多優勢之選擇。從無線通信的角度來看，於無人機上裝載無線電接取節點正引起廣泛興趣，適用於提升覆蓋範圍、布建於緊急或臨時熱點等。

3GPP TR 38.811 文件記錄了使用包括高空類衛星（HAPS）在內的無人機系統（UAS）作為基地臺的無線電運作資訊。在 TR 38.811 文件中，UAS 的高度介於 8 公里到 50 公里之間。對於高度較低的無人載具 UAV（通常為 100 公尺左右），從覆蓋範圍和快速布建的角度來看，帶有機載基地臺的 UAV（即 UxNB）比 UAS 更為靈活。UxNB 充當基地臺或中繼，如下圖所示。

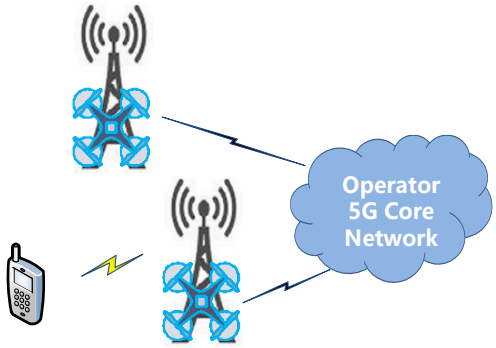


圖 19：UxNB 當作基地臺

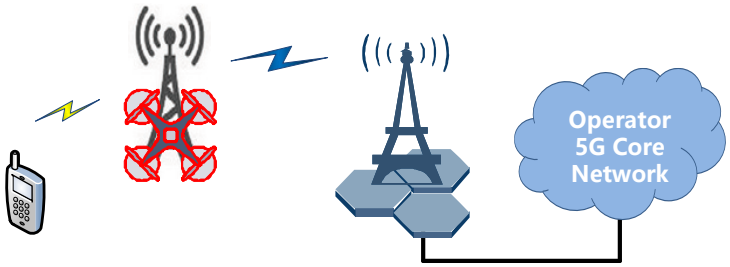


圖 20：UxNB 當作中繼站

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（三） 無人載具系統命令訊號和控制訊號（C2）通訊案例

在 Release 16 UAS 的服務要求中，假定 UAS 由操作員使用 UAV 控制器來控制配對的 UAV，其中 UAV 和 UAV 控制器都通過 3GPP 網路使用兩個單獨連線傳輸訊息，此兩條連線分別用於命令訊號和控制訊號（C2）。但是，Rel-16 中 UAS 服務未考慮 C2 通訊的 KPI。對於 UAS 操作，首先要考慮的是安全問題，包括與另一架無人機發生空中碰撞的風險、失去對無人機控制的風險、故意濫用無人機的風險以及其他各種風險，對於 UAS 用戶來說，包括商務、休閒和其他共享領空都在其考量之中，因此，為避免安全風險，將 5G 網路視為傳輸網路，通過保證 C2 通信的服務品質(QoS)來提供 UAS 服務非常重要。3GPP 對此使用案例提出了四種 C2 的通訊模型：

- 模型 A：直接傳輸 C2(Direct C2)； UAV 控制器和 UAV 建立直接 C2 連線相互通信，且兩者均使用 5G 網路配置用於直接 C2 通信，並且使用無線電頻譜資源。
- 模型 B：網路輔助的 C2； UAV 控制器和 UAV 都註冊並建立到 5G 網路的單播(unicast)C2 通訊連線，並通過 5G 網路相互通訊。而且，UAV 控制器和 UAV 均可通過不同的 NG-RAN 節點註冊到 5G 網路。而且無論如何，5G 網路都需要有機制支持可靠的路由處理 C2 通訊。
- 模型 C：網路輔助雙 C2；遵循 B 型網路輔助 C2 模型，為了確保用於 UAS 操作 C2 通訊服務的可用性和可靠性，特別是當無人機飛離操作者的視線時，其餘的 C2 通訊連線會支援無人機。
- 模型 D：無人機交通管理(UTM)導航 C2；無人機已經為自動飛行提供了預定的飛行計劃，但是 UTM 仍然與無人機保持 C2 通訊連線，以便監視無人機並在必要時進行導航。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

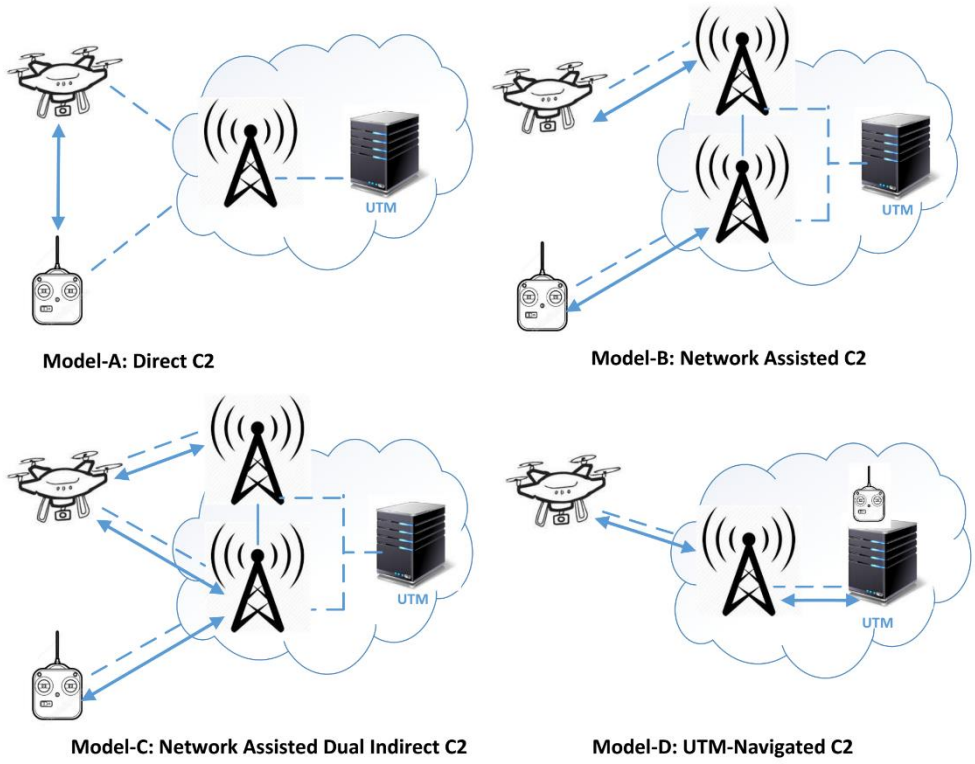


圖 21：四種 C2 通訊類型

（四） 支持無人載具和增強型行動寬頻(eMBB)用戶數據傳輸的案例

在有限的頻寬資源下，基地臺可能需要同時支持空中無人載具和地面增強型行動寬頻用戶的數據傳輸。例如：在直播情境中，高度超過 100 公尺的無人載具需要將擷取的圖片或影像即時傳輸到基地臺，需要高傳輸速率和大頻寬。同時，基地臺還需要為地面用戶（例如 eMBB 用戶）提供所需的服務品質，這兩種通信之間的干擾應最小化。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

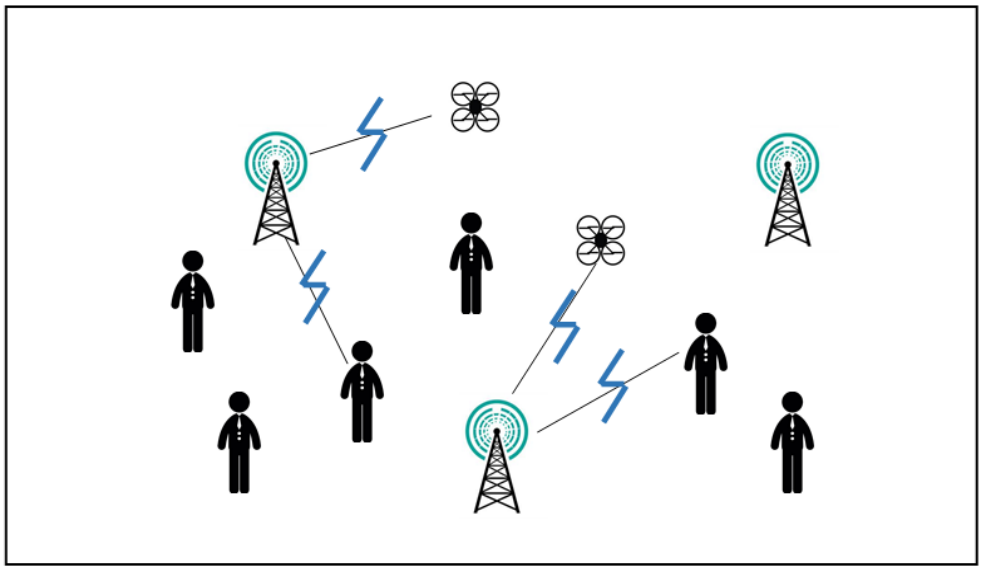


圖 22：同時支持無人載具和增強型行動寬頻用戶的數據傳輸

（五） 通過無人載具進行無線電接取(access)

當前可用的無人載具具有有限的飛行時間，通常在 10 分鐘到 1 小時的範圍內。由於重量、電池電量、有效載荷、空氣動力學、可控制性和法規等之間的複雜關係，飛行時間不能任意或無限地增加。當無人機用作飛行無線電接取網路時，由於無線電接取網路加上設備後，其重量將增加。因此，可能減少無人載具的實際飛行時間。

無人機作為移動式無線接取網路平台的有效性，將進一步受到布建選項的影響。例如，對於不能安裝地面無線電接取網路設備的區域，通常需要飛行無線電接取網路。因此，無人載具必須從主站飛行到偏遠地區，且無人載具必須在功率耗盡之前飛回主站，如下圖所示。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

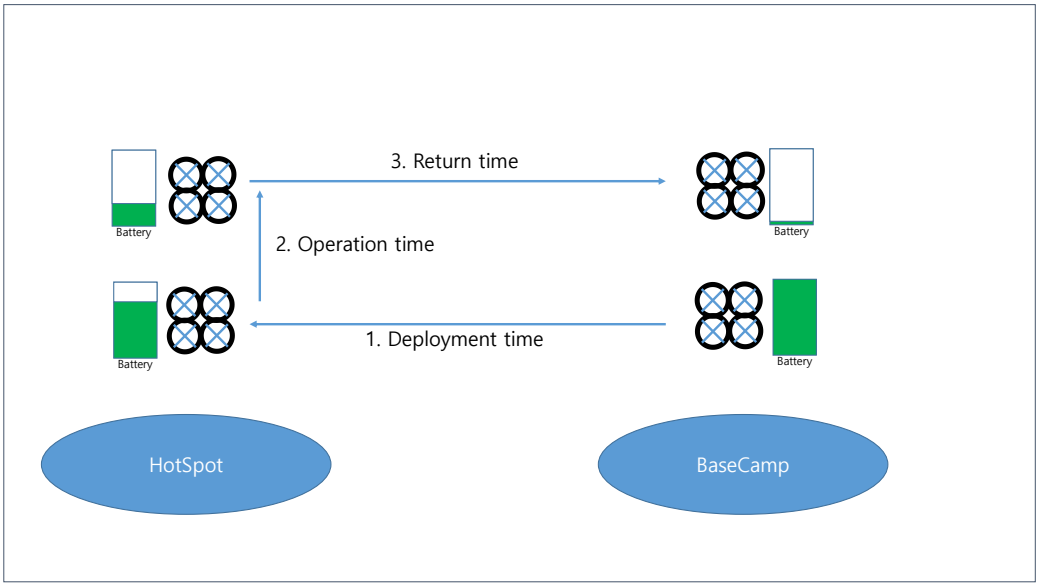


圖 23：無人載具運行時間分析

上圖中每個操作的時間總和，應小於無人機的最大飛行時間，飛行無線電接取網路可操作的實際時間將比無人機純飛航實際時間短。因此，為了透過無人載具提供連續的通訊服務，需要多個無人載具，在懸停中無人載具的電池耗盡之前，替換為其他電源充足的無人載具。

（六） 無人載具服務區域劃分

一般來說，行動通訊網路的天線會安裝在高樓上，並且朝著一定向下的角度傾斜。這是因為使用者通常位於地面或建築物中，如下圖示。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

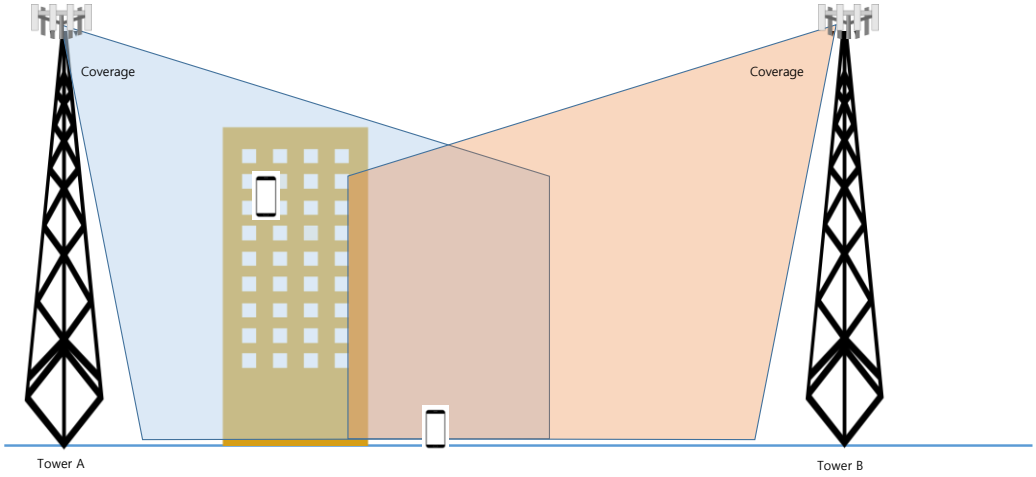


圖 24：典型天線為用戶提供的覆蓋範圍

隨著將通訊服務引入無人載具，一些使用者(無人載具)可能位於常見網路覆蓋範圍之上。因此，需要調整天線系統，讓無人載具操作高度能位於基地臺覆蓋範圍。如下圖。

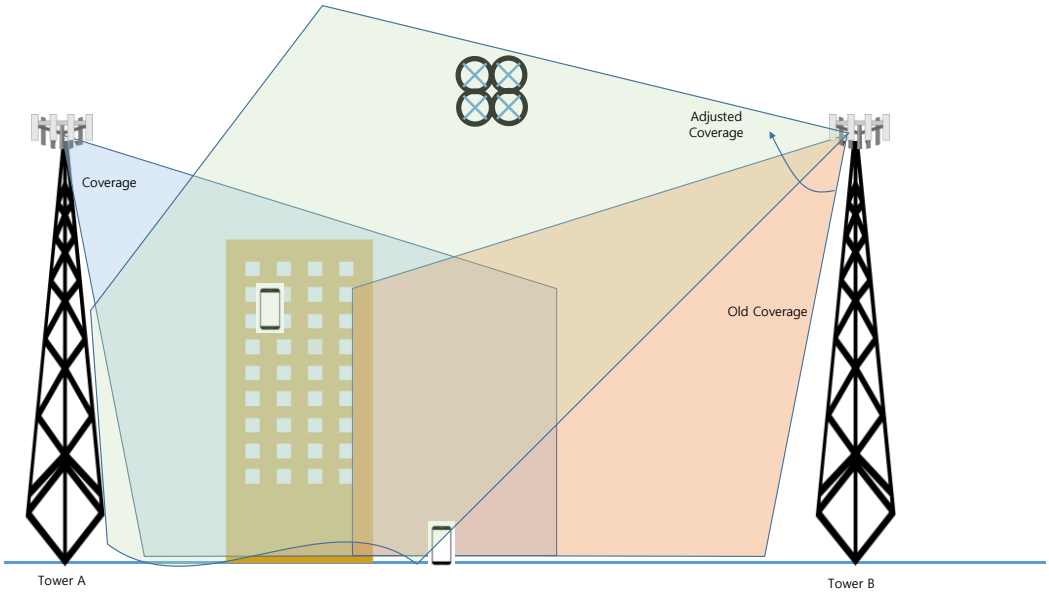


圖 25：改變傾斜角度以適應無人機

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

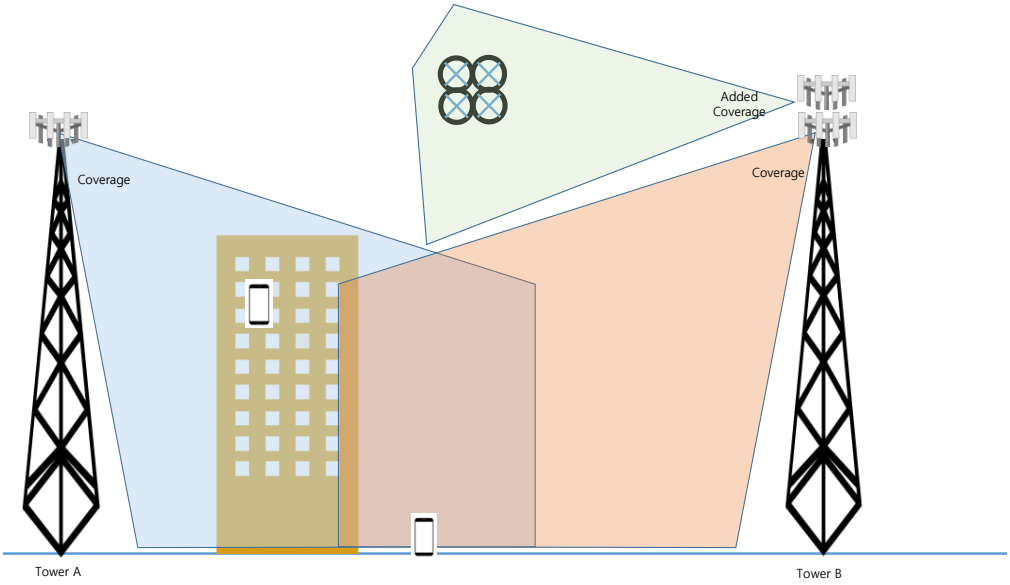


圖 26：增加設備以容納無人機

（七） 保證服務體驗使用案例

作為邊緣雲計算環境和網路功能的開放平台，多接取邊緣計算(MEC)將為業者構建網路邊緣生態系統奠定基礎。在各種應用情境中，無人機的運行需要低延遲、高可靠性的即時控制訊號傳輸。因此，研究 5G 網路中無人載具通信的時延，對於 UAV 的低時延效能具有重要意義。

針對 UAV 和 UAV 控制器之間遠端命令訊號和控制訊號（C2）通訊，點對點 C2 通訊路徑中的延遲要求至關重要，例如遠端控制服務的延遲要求為 50 毫秒或即時遙控器應快速反應，還有必須緊急反應突然出現之鳥群或其他無人機。遠端控制連線的用戶路徑優化是必要的。

此使用案例的服務流程分成三個步驟，以下為文字與圖片描述:

1. 無人載具 A 接取公共區域網路(PLMN)A，並請求具有特定 KPI 的網路資源（例如，請求低延遲）。
2. PLMN A 為往返於該 UAV A 的通訊找到兩條可能的連線。
3. 網路計算出每個通路路徑的點到點等待時間，根據 UAV A 的 KPI

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

要求，決定為此 UAV A 選擇一條等待時間較短的通訊路徑。

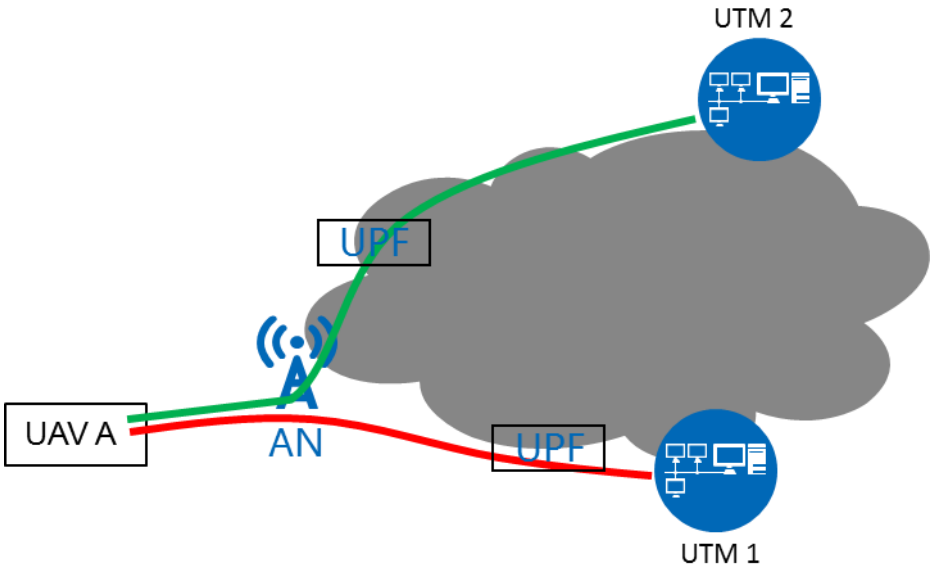


圖 27：數據傳輸路徑的用戶通訊優化

（八） 3GPP 車聯網標準制定內容

Qualcomm 今年（2019）六月在 3GPP plenary 會議中提出了他們對 RAN release 17 的觀點，Qualcomm 對於 Release 16 成果的分析是:

- Rel-16 確實將蜂巢式行動網路擴展到新的垂直領域，垂直領域包括汽車、工業/工廠自動化、廣播、有線業者和衛星通信等；
- 有些規範旨在增強 eMBB，例如 UE 節能 eMIMO 和 IAB 等。
- 資源使用擴展到新頻譜（> 52.6GHz、7-24GHz 或免執照頻譜）；
- 通過 NBIoT / eMTC 繼續使用 LPWA / 5G 大規模 MTC。

Qualcomm 預期 Release 17 能達到的成果包括：

- 應該有效利用 5G 的靈活性；
- 健全的行動寬頻發展路徑；
- 拓展新頻段之適用；
- 擴展新的使用案例。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Qualcomm 認為 3GPP 應該繼續解決並處理汽車/運輸產業正在進行的重大變革。對於 3GPP 車聯網的發展，高通認為：

- Rel-14 是 C-V2X 的第一個版本，解決了基本安全使用案例`;
- Rel-15 包含一組有限的增強功能,這些增強功能為 C-V2X 建立了其發展機制；
- Rel-16 是第一個先進使用案例解決方案的 5G-V2X 版本−多播和單播使能夠實現 99%的可靠性。
- Rel-17 主要處理同頻共存，同時用 Rel-16 的方式繼續解決新的使用情境。

針對 Release 17 的 V2X，Qualcomm 提出了三個增強應用，分別是裝置對裝置連線之超高可靠性(PC5)、行人對車輛的安全性特殊增強，以及基礎建設的特殊增強功能。

1、超高可靠性裝置對裝置連接(PC5)

- Rel-16 將引入相關技術以提高可靠性；
- 部分應用情境，例如協調駕駛目標之可靠度將設為 99.99%或 99.999%。
- 為實現 PC5 的超可靠性，需要進一步提升。

可能的解決方案，則包括將智慧使用者間當作中繼站、採用升級的分散式和集中式（使用者自行配置資源）資源分配。使用情境大致如下圖所示。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

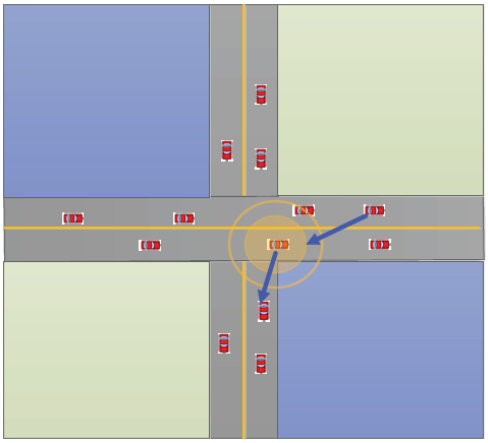


圖 28：超高可靠性裝置對裝置連接使用情境

2、 行人對車輛安全性的特殊提升

本項研究項目主要為幫助弱勢道路使用者(Vulnerable Road Users)的技術，將行人對車輛(P2V)、車輛對行人(V2P)的運作，改為裝置對裝置(PC5)，重新定義行人、設備和車輛成為一個系統。

- 弱勢道路使用者將使用智慧手機、頭盔與腳踏車等，透過 LTE V2X 或 NR V2X，智慧手機的電力消耗啟用 V2P / P2V 的關鍵指標，目前 LTE V2X 已經針對 V2P 應用進行了很好的電源優化。
- 高通提案，認為 3GPP 應該設計增強功能以改善 NR V2X 的功耗。

另外，高通認為 P2V / V2P 受益於精確定位，包括測量距離，讓車輛能夠準確定位行人或移動設備，移動性的範圍和多樣性可用於估計相對位置，計算出碰撞的機率，測量距離需要較寬的頻率，目前 ITS 頻寬不足，故建議考慮免執照頻譜。

- 高通提案，建議設計 V2X 測量距離解決方案，並將免執照頻段用於車聯網測量距離。

3、 基礎建設的特定增強功能

路側元件(Road Side Unit)的增強功能，可幫助訊務傳輸。基於 RSU 的側鏈路定位機制，可提高車輛定位精準度，幫助交通運作，另

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

外，自動駕駛汽車的管理和繁重的城市情境尤其具有挑戰性，例如十字路口，因此，希望藉由 RSU 來判斷車輛與 RSU 的距離，甚至使用多個 RSU 進行測距，以獲得準確的測量距離。

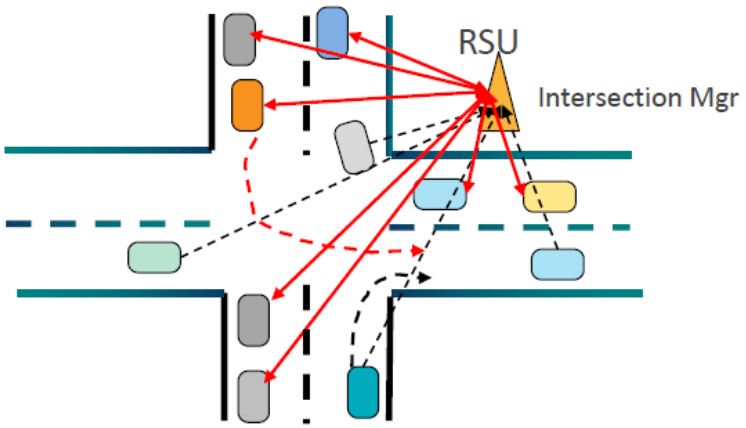


圖 29：路側元件(RSU)與車輛的使用情境

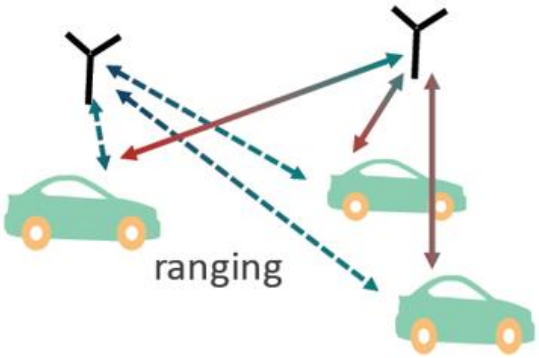


圖 30：多個路側元件可增強位置判定

蒐集各公司於 Release 17 對車聯網的看法，目前比較一致的發展方向是設置路側元件(RSU)處理繁忙的訊務資料，再者是針對弱勢道路使用者，也就是行人或人行道上的腳踏車使用者等，其與車輛間的安全議題，高通和華為都提出相似的提案，在行人的手機或腳踏車上裝載配件，與路上車輛集成一個系統，提升弱勢道路使用者的安全係數，預期後續會有更深的技術細節討論。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第三節　電機電子工程師學會

電機電子工程師學會 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 是世界上最大的技術專業組織，致力於為人類的利益推進技術。IEEE 的核心目標是促進技術創新和卓越，進而造福人類。對全球技術發展和技術專業人員至關重要。

電機電子工程師學會成立於 1963 年 1 月 1 日，由 AIEE (America Institude of Electrical Engineers) 和 IRE (Institude of Radio Engineers) 合併而成。兩個組織在合併時都有各自進行的標準開發項目，後續由 IEEE 標準委員會承擔。IEEE 標準委員會是 IEEE 技術顧問委員會的運作委員會（TAB-OPCOM）。技術諮詢委員會負責向董事會報告。

電機電子工程師學會下轄 IEEE 802.11 組織，其研發設計的標準涵蓋開放系統互連（OSI）模型中之實體層 (Physical Layer) 和資料鏈結層 (Data Link Layer)。定義無線區域網路（WLAN），廣域網路（MAN）和無線網路的標準和協議，包含網路定義特徵、操作過程、協議和服務，並指定兼容設備和設備的開發和處理。

IEEE 802.11 是世界上使用最廣泛的無線計算機網路標準，用於大多數家庭和辦公室網路，允許筆記型電腦，印表機與智慧手機相互通信。相關標準由電機電子工程師學會（IEEE）LAN/MAN 標準委員會（IEEE 802）創建和維護。該標準的基本版本於 1997 年發布，並持續修訂。標準和修訂版本為使用 Wi-Fi 的無線網路產品提供基礎技術標準。

一、新世代通訊技術發展時程規劃

（一） 2016 以前技術發展時程[16]

IEEE 802.11 工作組成立於 1990 年。第一個標準於 1997 年發布（2.4GHz），支援 1 Mbps 和 2 Mbps 傳輸速率。隨後的修訂和更新版

[16] IEEE 802.11 官方網站 http：//www.ieee802.org/11/

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

提升無線電性能和傳輸量。802.11b 11Mbps 標準則是第一個取得商業成功的標準。IEEE 802.11 技術發展時程演進如下圖。

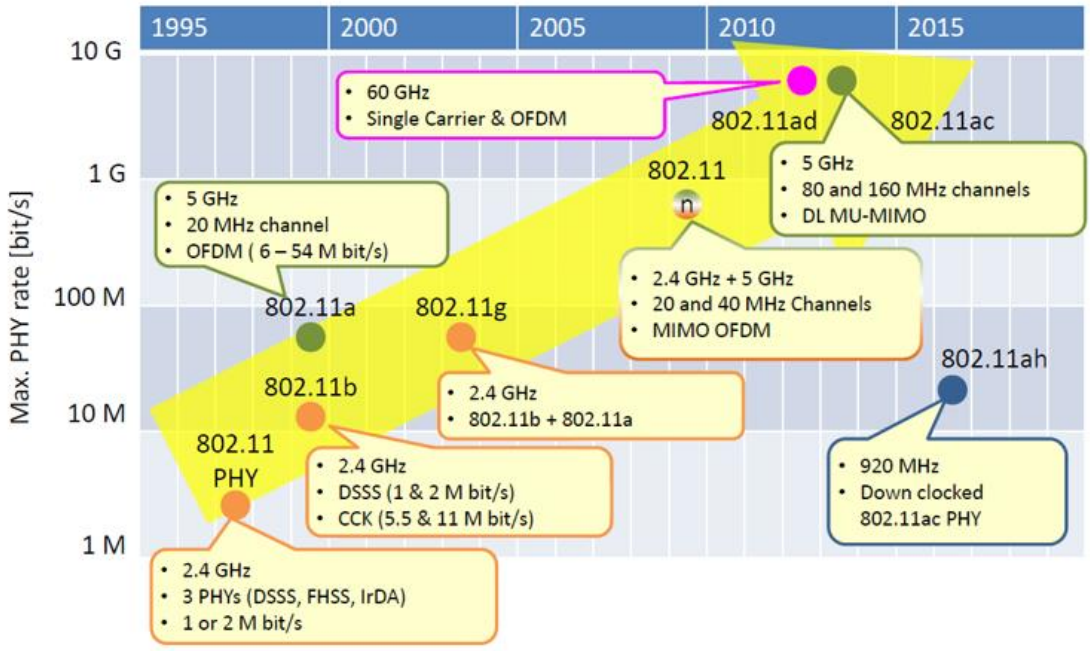


圖 31：IEEE 802.11 技術發展時程

資料來源：IEEE 802.11

1. IEEE 802.11 和 IEEE 802.11a

IEEE 802.11 在 2.4GHz 頻段下提供高達 2 Mbps 的數據速率，可用距離高達 18 公尺的室內通訊（室外 100 公尺），802.11 路由器只能在區域或特定室內空間使用。1999 年 9 月發布的第一個家用路由器是 802.11b，使用 2.4GHz 頻段，提供高達 11 Mbps 的數據速率。802.11a 於 1999 年發布，使用與原始標準相同的資料鏈結層(Data Link Layer)協議和框架格式(Frame Format)，但使用基於 OFDM 的空中介面（實體層）。主要使用 5 GHz 頻段，最大淨數據速率為 54 Mbit / s。

802.11a 在全球被廣泛使用。但由於 2.4 GHz 頻段被大量使用、過於擁擠， 802.11a 使用相對空閒的 5 GHz 頻段而具備顯著優勢。然而，這種高載波頻率也帶來一個缺點：802.11a 的整體有效範圍小於 802.11b / g。理論上 802.11a 信號由於其較短波長而更容易被路徑中

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

的牆壁和其他固體物體吸收，而 802.11b 通常在低速時具有更大傳輸範圍。

2. IEEE802.11b

802.11b 標準最大數據速率為 11 Mbit / s，並使用原始標準中相同的媒體接取(Media Access)方法。802.11b 產品於 2000 年初上市，因為 802.11b 是原始標準中定義的調變技術直接衍伸。802.11b（與原始標準相比）傳輸量的急劇增加以及同時大幅降價，導致 802.11b 迅速成為主要無線區域網路技術。使用 802.11b 的設備會受到 2.4 GHz 頻段內其他產品干擾。運作 2.4 GHz 頻段內的設備包括微波爐、藍牙設備、無線電話和一些業餘無線電設備。作為該 ISM 頻段內免執照的設備，使用時不得干擾，同時必須容忍主要或次要分配用戶干擾。

3. IEEE 802.11g

802.11g 於 2003 年 6 月獲得批准，802.11g 是 802.11b 的後續產品，能夠在 2.4GHz 頻段內實現高達 54Mbps 的速率，實現 802.11a 速度但使用較低頻段。這個標準適用於 2.4 GHz 頻段（如 802.11b），卻基於與 802.11a 相同的 OFDM 傳輸技術方案。最大數據傳輸率為 54 Mbit / s，平均速率約為 22 Mbit / s。

4. IEEE 802.11n

IEEE 802.11n 是第一個採用 MIMO 的標準，透過多輸入多輸出天線（MIMO）改進先前 802.11 標準。IEEE 802.11n 於 2009 年 10 月獲得批准，可在 2.4 GHz 和 5 GHz 頻段運行。5 GHz 頻段是可選頻段，其淨數據速率為 54 Mbit / s 至 600 Mbit / s。無線區域網路供應商使用“雙頻段”指能夠跨 2.4 GHz 和 5 GHz 頻段傳送數據。與 IEEE802.11a/b/g 標準有相同 20 MHz 頻寬，IEEE802.11n 透過合併 IEEE802.11a/b/g 兩個 20-MHz 頻寬，因此能支持 40 MHz 頻寬高速通

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

訊。然而，40MHz 的頻寬在 2.4GHz 頻段時，很容易受到其他通訊系統或 ISM 設備和相鄰 IEEE802.11b/g WLAN 訊號干擾。

5. IEEE 802.11ad

IEEE 802.11ad 為 802.11 網路在 60 GHz 毫米波頻譜中運行的新實體層技術，峰值傳輸速率為 7 Gbit / s。於 2016 年 1 月宣布推出全球首款 802.11ad 路由器。該頻段具有與 Wi-Fi 網路的 2.4GHz 和 5GHz 頻段有明顯不同傳播特性。採用 802.11ad 標準的產品正以 WiGig 品牌名稱推向市場，該認證計劃目前正由 Wi-Fi 聯盟開發。

IEEE 802.11ad 是一種用於非常高數據速率和短距離通信（大約 1-10 公尺）的協議。WiGig 標榜多千兆位(multi-gigabit)通訊和低延遲連接，因此擴展 Wi-Fi 技術應用於需要高速，數據密集型連接的虛擬實境、多媒體串流、遊戲、無線通訊和企業應用。WiGig 允許 Wi-Fi 設備接取 60 GHz 頻段，以每秒數千兆位的速度高效傳輸數據。即使在擁擠的環境中，用戶也可以從擴展容量和設備之間的集中傳輸受益，以減少干擾。

6. IEEE 802.11ac

目前市面的家庭無線路由器可能都是使用 802.11ac 標準，使用 5 GHz 頻率、具備多輸入多輸出（MIMO）發送和接收設備，以減少錯誤和提高速度，該標準支持高達 3.46Gbps 的數據速率。一些路由器供應商透過支持 802.11n 中 2.4GHz 頻率的技術，為具有 802.11b/g/n 無線電的舊用戶端設備提供服務，但也提供額外的頻段提高數據速率。

IEEE 802.11ac-2013 是對 IEEE 802.11 的修訂，於 2013 年 12 月發布，基於 802.11n 的技術。與 802.11n 相異之處包括 5 GHz 頻段中更寬的頻道，從 40MHz 提升到 80MHz 和 160 MHz；更多的資料流，從 4 個提昇到 8 個；更高階調變，從 64-QAM 到 256-QAM；以及多用戶 MIMO（MU-MIMO）的增加。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

7. IEEE 802.11h

802.11ah 也稱為 Wi-Fi HaLow，定義了 1GHz 以下頻段（通常為 900 MHz 頻段）的免執照網路運作。在美國主要於 908-928MHz，其他國家使用不同頻率。802.11ah 的目標是創建超越 2.4GHz 和 5GHz 典型網路範圍，在低頻段能提供較遠傳輸距離，最高速率可以達到 347Mbps（IEEE 802.11ah 的 data rate 的範圍是 0.15 到 347Mbps）[17]。此外，該標準旨在降低能耗，有助於物聯網設備在不使用大量能源的情況下進行遠距離通信。但由於能源需求較低，可能與家庭中的藍牙技術競爭。該協議於 2016 年 9 月獲得批准，並於 2017 年 5 月發布。

無線電波行進的距離直接與運作頻率有關。無線電的物理特性表明該範圍與頻率成反比。換言之，低頻訊號自然比高頻訊號傳播更遠。依據不同使用情境和需求，不同的 802.11 技術所能傳輸的距離也不同，但絕大部分傳輸距離越近、越能達到的資料傳輸量也會越高，反之則越低，如下圖。

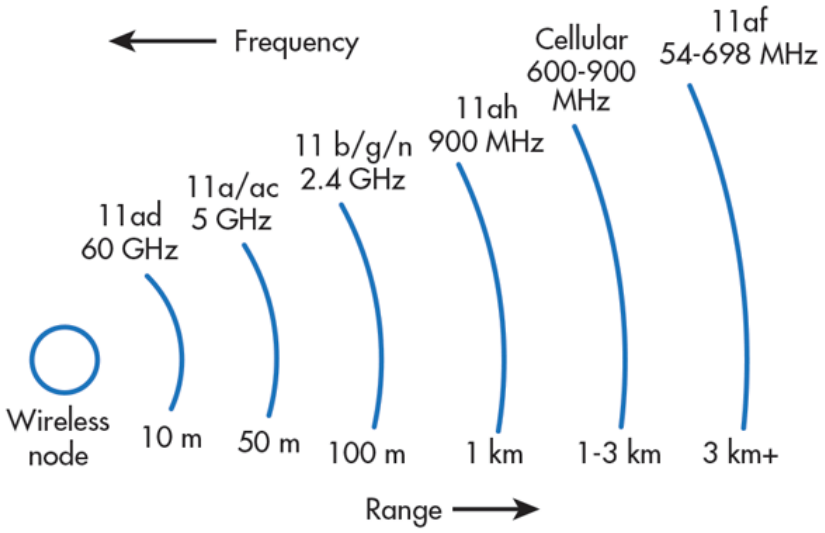


圖 32：IEEE 802.11 使用頻率與傳輸距離

資料來源：ElectronicDesign

[17] IEEE, 802.11ah Throughput and Range Characterization of IEEE 802.11ah, https://arxiv.org/pdf/1604.08625

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 2016 以後技術發展時程

以市場需求為出發點，802.11 技術促進市場對增加資料流量的需求。世界上大多數行動數據都是透過 Wi-Fi 設備進而連接至網路。新使用型態和功能會激發新興設計，如密集布建、室內定位、汽車應用、低功率應用等。技術能力提高也推動新標準制定。MIMO 和 OFDMA 等技術也納入新標準之中。最終為使新標準開發得以實現，法規也跟隨調整。

802.11 官方釋出針對 2016 年以後將新增的技術修訂，包含 2019 年釋出的技術和正在修訂的草案，其草案在官方網站有提供預期之結案計畫，如下圖。

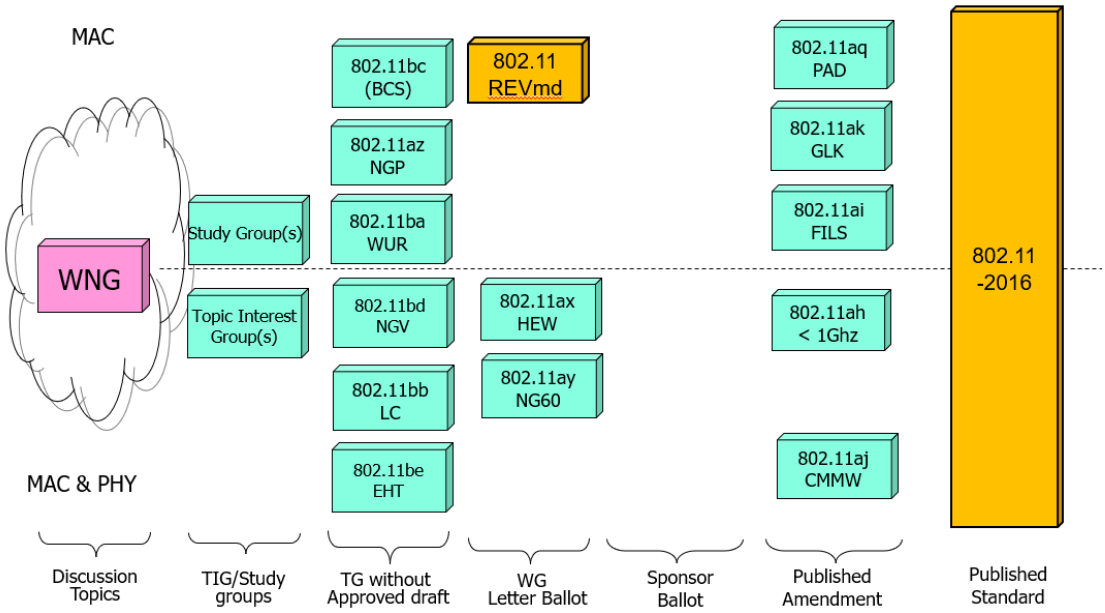


圖 33：IEEE 技術發展時程

資料來源：IEEE 802.11

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

1. IEEE 802.11ax[18]

近年因應 5G 技術熱潮，Wi-Fi 6 通訊技術同樣備受重視。實質上，Wi-Fi 6 是 IEEE 802.11ax 另一個名稱，兩者是同樣的技術。是目前最新的 Wi-Fi 網路標準，同時是手機支援的最新版 Wi-Fi(802.11ac)下一代標準。Wi-Fi 6 進一步使用了 MU-MIMO 技術，讓路由器能同時跟多個手機用戶端設備通訊，利用當前路由器多天線的產品設計做到一對多的通訊服務。相較於舊路由器只能利用到單根天線跟單設備同時溝通的設計，MU-MIMO 提升了手機等用戶端的網路速率。

實際上 802.11ax 從 2014 年開始就有 Task Group 著手設計，預計 2020 年完成且發布，值得注意的是，802.11ax 的效能表現達到 ITU-R IMT-2020（5G）針對室內熱點的要求，且 IEEE 802.11 中的 AANI SC (Advanced Access Network Interface Standing Committee) 向 ITU 提報通知 ITU 802.11ax 已經達到 5G 室內通訊要求。802.11ax 團隊提供量測數據和 IMT-2020 的最低標準做比較，證明技術確實達到標準。

802.11ax 被稱為高效 WLAN，旨在提高在密集情境（如體育場館和機場）中 WLAN 布建的性能，同時仍在 2.4GHz 和 5GHz 頻譜上運行。與 802.11n 和 802.11ac 相比，透過更高效率的頻譜使用率，該技術的資料流通量至少提高了 4 倍。整體比較如下。

[18] IEEE P802.11 - TASK GROUP AX http：：//www.ieee802.org/11/Reports/tgax_update.htm

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	Metric	ITU-R Evaluation Method	Minimum Requirement	802.11ax Performance
1	Peak data rate	Analytical	DL/UL : 20/10 Gbps	DL/UL : 20.78 Gbps [Note 1]
2	Peak spectral efficiency	Analytical	DL/UL : 30/15 bits/s/Hz	DL/UL : 58.01 bits/s/Hz [Note 2]
3	User experienced data rate	Analytical for single band and single layer; Simulation for multi-layer	Not applicable for Indoor Hotspot	Not applicable
4	5th percentile user spectral efficiency	Simulation	DL/UL : 0.3/0.21 bits/s/Hz	DL/UL : 0.45/0.52 bits/s/Hz [Note 3]
5	Average spectral efficiency	Simulation	DL/UL : 9/6.75 bits/s/Hz/TRxP	DL/UL : 9.82/13.7 bits/s/Hz/TRxP [Note 3]
6	Area traffic capacity	Analytical	DL : 10 Mbit/s/m^2	Required DL bandwidth = 170 MHz with 3 TRxP/site. [Note 4]
7	Mobility	Simulation	UL : 1.5 bits/s/Hz	UL : 9.4 bits/s/Hz
8	Bandwidth	Inspection	100 MHz, scalable	20/40/80/80+80/160 MHz
9	User plane latency	Analytical	DL/UL : 4 ms	DL/UL : 80 us [Note 5]

圖 34：IEEE 802.11ax 與 IMT-2020（5G）室內通訊標準比較

資料來源：IEEE 802.11

IEEE 802.11ax 以室內情境為主，並且已達到 ITU 的 5G 室內通訊標準，所以與 5G 技術存在競合關係。在大眾行動通訊應用中，IEEE 802.11ax 與 5G 具有互補效應。但在專網、企業級專網應用情境中，很可能 IEEE 802.11ax（Wi-Fi 6）和 5G 因為同樣具備室內數據傳輸優勢而存在競爭關係。

2. IEEE 802.11ay

IEEE 802.11ay 從 2015 年開始設計，也被稱為下一代 WiFi，是正在開發中的通訊標準。該標準目標是在 60GHz 頻段支援至少 20Gbps 的最大資料流量（802.11ad 目前可達到 7Gbps），以及增加涵蓋範圍和可靠性。該標準預計將於 2020 年獲得批准。主要應用情境包括：室內操作、室外後置迴路和短距離通訊。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

60GHz 頻段具有 14 GHz 的連續頻寬，頻譜資源比其他毫米波頻段豐富。此外，60GHz 頻段目前已具備可商用的芯片組和技術。在美國，可用於 5G 的免執照毫米波頻率主要為 57-71 GHz 頻段，稱為 V 頻段(V-band)或 60 GHz 頻段。因此 60 GHz 頻段成為小型供應商在需執照（licensed）毫米波頻段的絕佳替代品，因為他們可用最低成本達到 5G 性能。60GHz 在各國有不同的頻譜規範，其中以美國制定的頻譜最寬，從 57GHz 到 71GHz 一共六個頻道，如下圖。其他國家逐漸跟進美國方案，而歐洲與日本的規格相同，頻譜為 57GHz-64GHz 一共四個頻道。

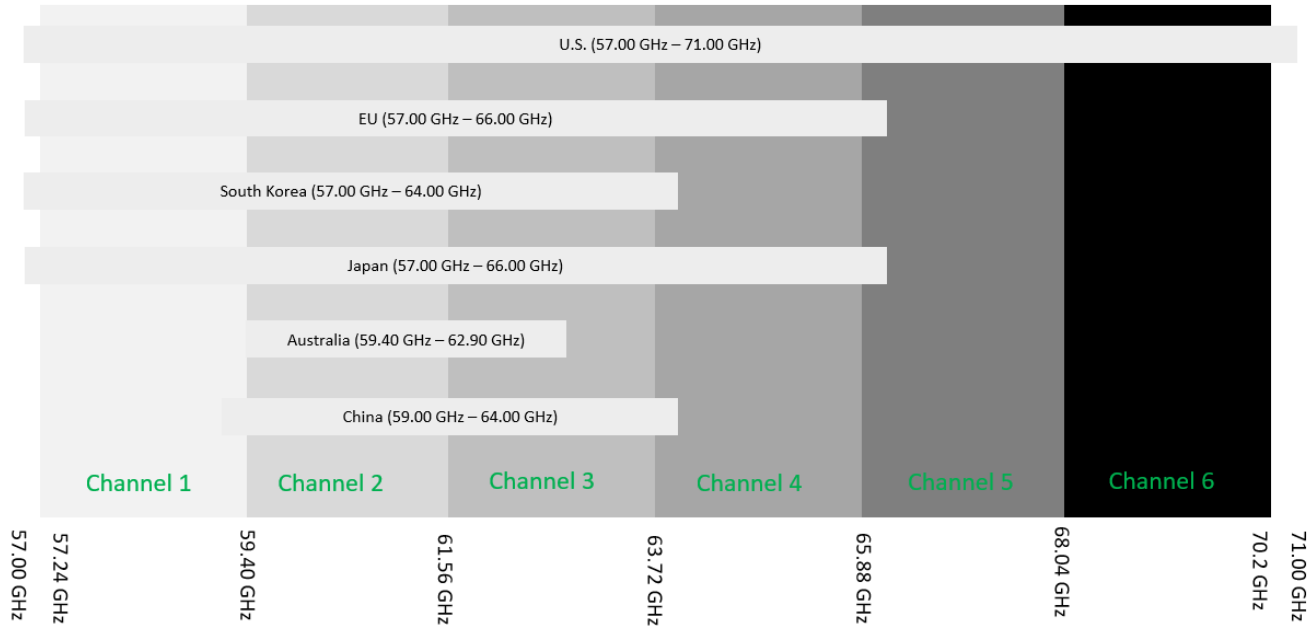


圖 35：各國 60GHz 頻譜使用規範

資料來源：IEEE 802.11

3. IEEE 802.11bd

IEEE 802.11bd 還在起步階段，今年（2019 年）1 月才舉辦第一次會議，討論內容主要為建立對 802.11bd 技術的共識。802.11bd 主要設計目標以車間通訊為主，以 802.11p 為技術基礎。IEEE 802.11p 大致已成熟且適用於 DSRC 應用，802.11p 修改後，802.11 實體層(PHY)和媒體存取控制(MAC)發展許多成熟技術。至於新興車聯網應用，需

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

要採用最新 802.11 技術，用於提升應用程序的數據吞吐量、更高可靠性和效率，還有擴展涵蓋範圍。IEEE 下世代車聯網研究小組(NGV SG)於 2018 年 3 月成立，旨在開發項目授權請求(PAR)和標準制定發展(CSD)以提升 V2X 技術，同時保持與 802.11p 的向後兼容性。項目授權請求和標準制定發展兩份申請在 2018 年 12 月獲得 IEEE-SA 批准。進而成立 IEEE 802.11 工作小組 BD 項目(IEEE 802.11 Task Group BD)，以開發下一代車聯網技術的標準修訂版。工作小組第一次會議於今年 2019 年 1 月舉行，而第一版草案在 2019 年 11 月的信函投票後發布。IEEE 802.11bd 的最終版本預計將於 2021 年 7 月獲得批准，時程及預計完成項目如下表。

表 2：IEEE 802.11bd Task Group 時程計畫

規劃事項	預計時程
項目授權請求核准	2018 年 12 月.
第一次任務組會議	2019 年 1 月
草稿 0.1 版	2019 年 9 月
草稿 0.1 版信件投票	2019 年 11 月
草稿 0.2 版二次信件投票	2020 年 3 月
贊助商投票	2020 年 3 月
草稿 0.3 版第三次信件投票	2020 年 3 月
草稿 0.4 贊助商投票	2020 年 12 月
最終 802.11 工作團隊核准	2021 年 7 月

項目授權請求(Project Allocation Request, PAR)規範標準的涵蓋範圍為區域(local area)性質，同時定義固定式、便攜式和行動基地臺（STAs）在連結時的媒體存取控制（MAC）和幾個實體層（PHY）規範。該修正案定義 IEEE 802.11 對 5.9 GHz 頻段上車聯網（V2X）通訊的媒體存取控制層（MAC）和實體層（PHY）的修訂，如同 IEEE Std 802.11™-2016 中第 E.2.3 條和第 E.2.4 條；以及 IEEE Std 802.11™-2016 第 E.1 條所定義的 60 GHz 頻段（57 GHz 至 71 GHz）。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

另外，該修正案定義可以達到比在 IEEE Std 802.11™-2016 高出至少 2 倍以上的吞吐量(在媒體存取控制層數據服務訪問點測量)的模式，而 IEEE Std 802.11™-2016 則是定義在 5.9 GHz 頻段中最大強制數據速率的吞吐量（12Mbps 且 10MHz 的頻寬），在高速移動情境中，車速最高時速為 250km（會車速度最高為 500 km / h）；該修正案同時定義要達到至少 3dB 的敏感度等級(sensitivity level)以支持遠距離傳輸運用情境，相較於在 5.9 GHz 頻段（3 Mbps 且使用 10MHz 頻寬）下運行的 IEEE Std 802.11™-2016 中定義的最低數據速率; 並且該修正案定義與車聯網結合的定位(position)程序。並且強調該修正案應提供已布署設備之間的相互操作性、共存性、向後兼容性和公平性。

4. 尚處於其他討論階段的標準

IEEE 有幾項技術還處於沒有草案階段，但 Task Group 研究方向已大致確定，包含 TGaz, TGba, TGbb, TGbc, TG be 和 TGmd，研究方向將公布在官方網站，並且每個 Task Group 定期兩個月集合開會，並且將預計討論內容公布在 IEEE 802.11 官方網站，如下表。

表 3：IEEE 802.11 技術代號對應的技術內容

Type	Group	Amendments/Revision
TG	AX	High Efficiency Wireless LAN (HEW)
TG	AY	Next Generation 60 GHz (NG60)
TG	AZ	Next Generation Positioning (NGP)
TG	BA	Wake-up Radio
TG	BB	Light Communication (LC)
TG	BC	Enhanced Broadcast Service (BCS)
TG	BD	Enhancements for Next Gen V2X (NGV)
TG	BE	Extremely High Throughput
TG	MD	Revision (REVmd)

資料來源：IEEE 802.11

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、新世代通訊技術發展與技術標準制訂內容

（一） IEEE 802.11ax 技術發展

1. 802.11ax 發展目標

802.11ax 又稱為「高效率無線」標準(High-Efficiency Wireless，HEW)或是 Wi-Fi 6，旨在實現一項極具挑戰性的目標：將大量使用者聚集的環境中，提升每位使用者平均傳輸率到 4 倍以上。這項全新標準著重於機制的實作，期待在人潮眾多的環境中，能為更多使用者提供一致且穩定的資料流(平均傳輸率)。802.11ax 不只是在室內，許多戶外空間也納入其考量。由於很多地區，壅塞已成為嚴重問題。例如繁忙的機場、火車站和大型球場，密集的公寓大樓甚至學校和大學校園。都是使用者高度重疊的特徵，802.11ax 團隊於 2019 年三月在亞特蘭大舉辦的橄欖球超級盃進行實際場域測試，透過在觀眾席布建許多 AP，最終獲得理想的實驗結果，如下圖。

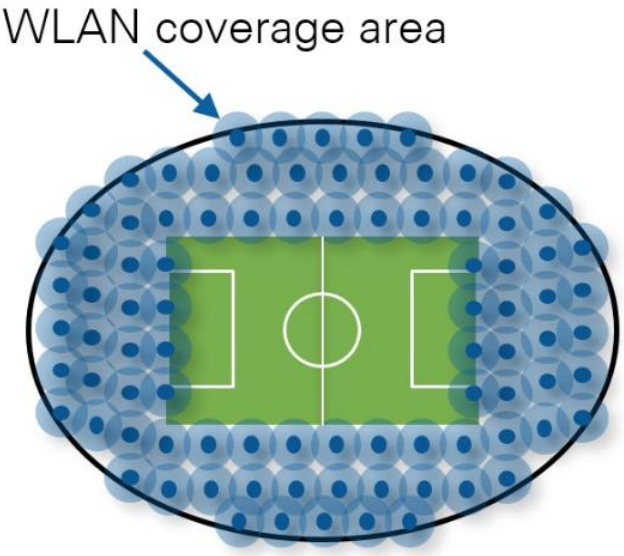


圖 36：體育館中 802.11ax 布建示意圖

資料來源：National Instrument Website

重疊的特徵來自許多接取點覆蓋範圍密集重複，無論是否使用相同或不協調的網路，都是為高使用量用戶端裝置提供服務的情境。所以 IEEE 和 Wi-Fi 聯盟就開始設計提高個別終端的使用效能，特別著

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

重在重疊覆蓋情境:在某些區域,干擾信號可透過協調接取點而減少,並且其他通訊協議可以使 Wi-Fi 訊號有更多抗干擾能力。

由於手機和個人電腦並不是唯一會使用 Wi-Fi 的服務。在網際網路不斷擴張的趨勢下，感測器在許多情境中與 Wi-Fi 連接，但仍存在許多使用限制。802.11ax 的功能允許有效分配低數據速率的連接，改善物聯網感測器的電池壽命，以及擴展 Wi-Fi 訊號範圍。無線網路服務供應商也使用 Wi-Fi 進行戶外點對點連結，802.11ax 不只擴展傳輸範圍、增加了數據速率，同時減少干擾影響。

2. 正交分頻多址

正交頻分多址（Orthogonal Frequency Division Multiple Access，OFDMA）是兩種 802.11ax 多用戶模式中的其中一種，另一種是 MU-MIMO（僅使用於下行通道）。 OFDMA 技術已被用於其他系統，如蜂巢式 LTE，如下圖。工作原理是劃分傳輸的主頻道頻率維度，提供子通道或資源單元（RU，Resource Unit）進行收發訊號。提供接取點 AP（用於下行通道 OFDMA）在固定相鄰的子通道間有獨立訊號傳輸通道，而接收方只需調整子通道頻率對應各自獨立的傳輸訊號。

乍看之下，OFDMA 對於全頻道的單用戶 OFDM（仍在 802.11ax 中可用）並沒有太大優勢。然而考慮到發送鏈路速度沒有差異，長時間覆蓋許多傳輸，每一站點傳輸相同數量數據的特定情境：研究證明當 OFDMA 分配的通道為 1/2 時，效率的數量級有所提升。

在 802.11 CSMA / CA 通道接取協議中，每個傳輸協議之爭用將減少實際傳輸時間，降低整體容量和頻譜效率。使用 OFDMA 時，多方傳輸需求被捆綁在一起傳送，減少在不同資訊傳送方移動的次數進而提高效率。此外，CSMA / CA 的執行效率也侷限使用者增加的數量，舉例來說，如果 5 個用戶中每個人可以達到 100 Mbps，50 個用戶並無法達到 10 Mbps，因此大規模提高密集用戶群效能的布署成為 802.11ax 一個重要目標。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

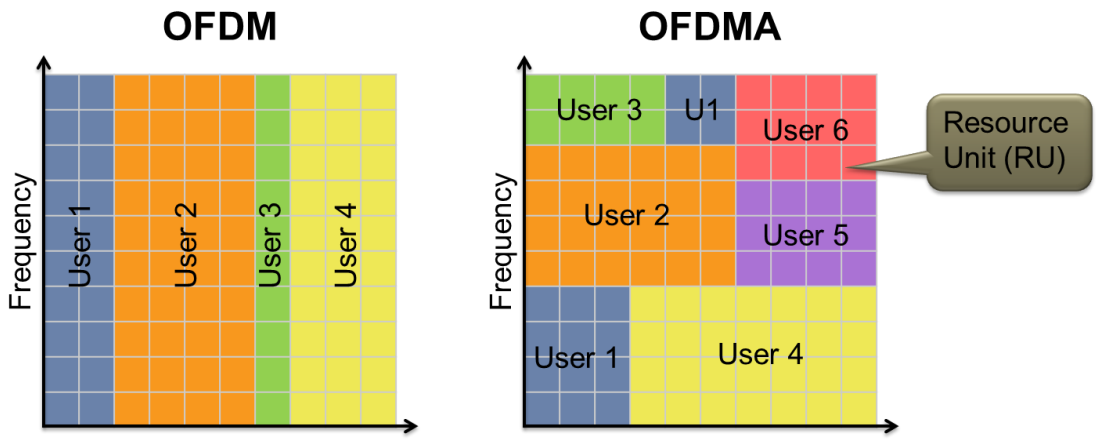


圖 37：OFDMA 和 OFDM 對比範例

資料來源：IEEE 802.11

此外，OFDMA 特別適用於公平管理大量用戶，並且減少過量的競爭(contention)階段。OFDMA 還提供應用 QoS 的機會，特別是對於需要低延遲或抖動（Dither）的流量。相比在單一使用者 OFDM 系統的傳輸機會中裝置可能必須久候，OFDMA 可讓裝置「微量且頻繁」地進行傳輸，進而降低延遲和抖動。另外，如 OFDMA 子頻道必須保留一或兩個子載波供導航子載波使用，無法用於資料傳輸。因此存取點必須計算 OFDMA 的理想使用情況，採納其緩衝中提供的負載和訊框，以及用戶端分配和連結速度。

3. 基本服務集著色技術（Basic Service Set（BSS）Coloring ）

BSS 著色是最初在 802.11ah 中引入的一種機制，用於為每個 BSS 分配不同的“顏色”。為了增加密集環境中的傳輸容量，需要增加 BSS 之間的頻率重用。然而，利用現有的 MAC 規則，一個 BSS 將造成另一個同頻道的 BSS 延遲現象，因而無法增加網路容量，如下圖。

對於 802.11ax 技術，BSS 著色是用於解決由於重疊基本服務集（OBSS）和空間重用而產生傳輸媒介爭用過度(overhead)的方案。802.11ax 無線電可以透過向 PHY 標頭(header)添加數字（顏色）來區分 BSS，並且將基於偵測到的顏色分配新通道進行接取。相同顏色表示位於同一 BSS 內，而不同顏色位表示在 BSS 之間。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

BSS 著色的目標是增加重覆利用，同時不會因干擾而導致選定 MCS 的顯著失誤。

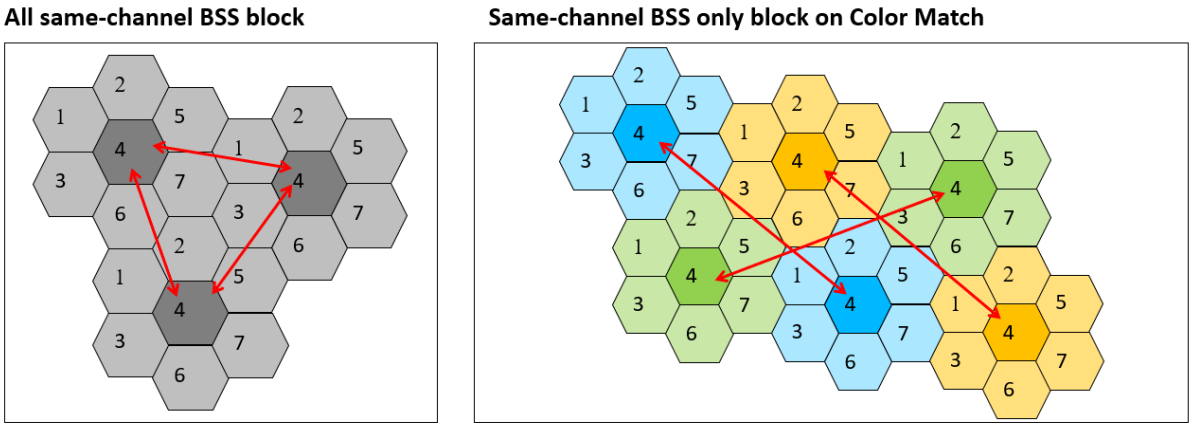


圖 38：BSS Coloring 和舊技術版本比較範例

資料來源：IEEE 802.11

當其他無線電在同一通道上傳輸時，802.11ax 無線電能夠使用 BSS 顏色標識符區分 BSS。如果顏色相同，則認為這是在 BSS 內傳輸。換句話說，發送無線電屬於與接收器相同的 BSS。如果檢測到的訊框具有與其自身不同的 BSS 顏色，則 STA 將該訊框視為來自重疊 BSS 的 BSS 間訊框。如果 802.11ax AP 檢測到使用相同顏色的 OBSS，則它能夠更改其 BSS 顏色。 OBSS 的複製顏色檢測也稱為顏色碰撞。如果 802.11ax AP 聽到來自 AP 或具有相同顏色的不同 BSS 中的用戶端的傳輸，則可以檢測到顏色衝突。

如果用戶端檢測到顏色衝突，則相關聯的 802.11ax 用戶端可以向其關聯的 AP 發送顏色衝突報告。AP-1 無法聽到 AP-2，但 AP-1 的關聯用戶端可以聽到相同顏色的 OBSS，然後可以發送顏色衝突報告。用戶端站點的自治報告將包括用戶端能夠檢測到的所有 OBSS 的 BSS 顏色資訊，如下圖。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

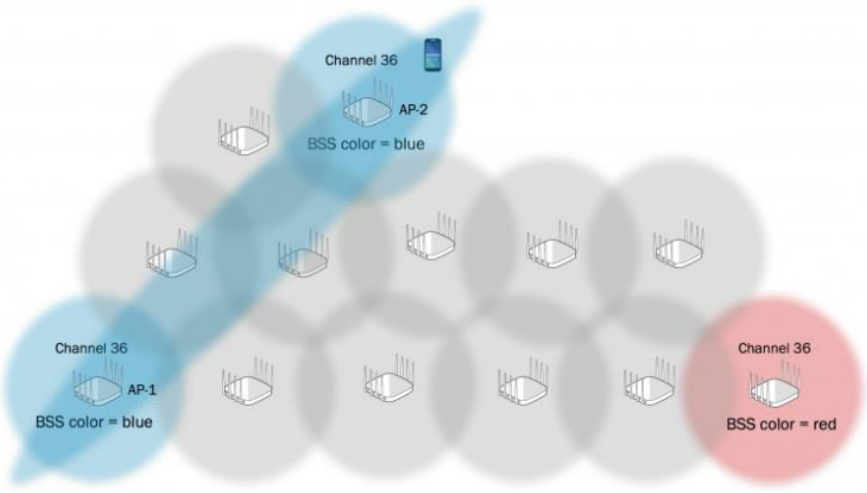


圖 39：BSS Coloring 實際範例

資料來源：IEEE 802.11

4. 更高階調變

目前新的 802.11 實體層最高調變基準的修正案 802.11ax，在 802.11ac 之上增加到 1024-QAM 的速率。從 256-QAM 到 1024-QAM 的移動，增加數據傳輸速率。

（二） IEEE 802.11ay 技術發展

IEEE 技術 802.11ay 有望於 2020 年將開發一項修正案，定義對 IEEE 802.11 實體層（PHY）和 IEEE 802.11 媒體進接控制層（MAC）的標準化修改，使至少一種操作模式能夠支持最大傳輸量達每秒至少 20 千兆位元率（在 MAC 數據業務進接點測量），同時保持或提高每站的功率效率。此修訂還定義了 45 GHz 以上免執照頻段的操作，同時確保了在同一頻段內運行的基地臺向後兼容性和共存性。

IEEE 802.11ay 是一種支持更強功能的標準，在免執照 60 GHz 頻段運作。IEEE 802.11ay 支持最大數據速率 100 Gb / s，使其成為應用的重要標準，像是提供虛擬實境(VR)等。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第四節　小結與比較

本研究聚焦於 5G 新世代通訊技術發展的觀測和研析。首先、介紹 ITU 預計於 WRC-19 討論之議題。並且因應會議於近期結束，將更新會議進度結果於下表。

表 4：WRC-19 會議結論摘要

項目	內容重點摘要
行動業務中的頻段應用	• 增加的頻譜需求以及其衍伸而來的頻譜共享與兼容性等規範。 • 為了支持多種使用場景和應用，行動通訊系統(IMT)頻率範圍規劃在 24.25 GHz 至 86 GHz 之間、無線存取系統(WAS/RLAN)頻率範圍規劃於 5,150 MHz 至 5,925 MHz 之間以提供更多的頻譜資源，以及共享和兼容性研究，更考慮了對頻段所在業務的保護。並利用頻譜和諧等方式來實現窄頻和寬頻機器類型通信的基礎設施。
衛星業務	• 增加的頻譜需求以及發展各地區地球電臺與衛星的通訊架構。 • 對於不同衛星應用除了擴增頻譜資源，並發展各地區衛星廣播和衛星固定業務的網路架構與頻段規範。運動中的地球電臺可分為航空/陸地/海上，需考慮其與非 GSO FSS 或 GSO FSS 通訊的頻譜共享與兼容性等因素。
科學業務	• 考慮擴增頻段分配以及其頻段內已存在系統的程序問題和功率限制等。 • 由於干擾的因素，地球電臺於衛星移動業務、氣象衛星業務和衛星地球探測業務在頻段內的功率等限制。非 GSO 衛星短時任務於太空運行服務中

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	遙測，跟踪和指揮的新增頻譜需求並且考慮已存在系統共存等問題。
陸地移動和固定業務	• 在火車與鐵軌之間的鐵路無線電通信系統(RSTT)項目中，為了技術與應用的持續演進，會議完成國際標準和使用頻譜的統一。對於智能運輸系統(ITS)，會議制定頻段的國際標準以利往後ITS 的布建與商轉，並研究在頻段中對既有業務的保護。對於高空平台站(HAPS)，會議決議使用27.9-48.2 GHz 中的頻段供固定業務使用，區域 2 使用 21.4-27.5 GHz 內的頻段，並訂定相關監管措施。考慮擴增 275-450 GHz 頻段作為陸地移動和固定業務使用。
海上，航空和業餘服務	• 基於安全考量，全球海上遇險安全系統(GMDSS)和全球航空遇險安全系統(GADSS)正在不斷演進，會議制定相關的無線電規範以協助這些系統現代化。對於海上的衛星移動業務，會議將特高頻(VHF)內的頻率進行分配使用。對於次軌道飛行器上的通信，由於目前尚無一致的規範，且現有陸地、太空通信系統無法完美用於次軌道飛行器，因此會議研究制定相對應的規範。
其他事項	• 對於電動汽車的無線電力傳輸（WPT），由於會產生帶內和帶外的干擾，會議制定相對的措施以保護無線電業務免受影響。對於未經授權(unauthorized)的地球電臺上行傳輸，對其建立適當的度量基準以便進行限制與管控。

針對 3GPP 通訊標準制定組織，本研究先介紹 3GPP 對於 5G 新無線電（New Radio,(NR）行動通訊標準制定的時程規劃，目前討論中的 Rel-16 版本，預計於 2019 年年底將送至國際電信聯盟，作為 5G 商轉之主要依據。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

關於在 3GPP Rel-16 所探討的頻譜使用議題，分別是 LTE 與 NR 使用之 6GHz 頻段和 NR 使用之 52.6GHz 以上頻段。對於 6GHz 的頻段使用，3GPP 希望世界各國的組織都能提供一個可用頻段範圍供參考，以期更有效率地運用零散的頻段，且整合整體通訊系統的設計；對於 52.6GHz 以上頻段使用，是非常有挑戰性的，以無線射頻的硬體設計為例，即存在諸多困難，如功率放大器的使用，射頻電路的雜訊。此外，高頻段通訊將會面臨很大的傳輸衰減，如何設計一個好的傳輸波形且考量頻段上散射狀況，將會是 52.6GHz 頻段使用的首要議題。

本階段也探討了數個 5G NR 最主要的技術發展內容，其中非正交多重存取（Non-Orthogonal Multiple Access）是最能區分 5G 和 4G 不同的關鍵技術，在 5G 通訊系統中，為了支援更大量的裝置能同時進行無線通訊，在給定的時頻資源上將允許多個使用者同時使用，如此一來頻譜使用效率能大幅提升，技術層面上來說，傳送端該如何對每個使用者進行適當的編碼，接收端該如何正確地解調出每個使用者資料，這些是從實體層通訊設計觀點來說，最為重要也值得通訊領域研究的事情。

天線多輸入多輸出的增強（Enhancements on MIMO for NR）也是 5G NR 的重要議題，除了相較於 4G 通訊系統的天線數更多以外，因 5G 還考慮了使用高頻段進行無線通訊，多天線系統的設計變得更為重要，若能適當地利用巨量天線所形成的波束成形技術，將能克服因高頻段嚴重電波傳遞衰減的特性，此外，通道狀態資訊的取得方式，也是在這種巨量天線系統下一個不可避免的討論。實體層的 URLLC 增強（Physical Layer Enhancements for NR URLLC）以支援更多垂直的及時應用如工廠自動化和運輸工業，其資料訊號格式、控制訊號、和隨機存取訊號都是值得設計的。

免執照頻譜接取（NR-based Access to Unlicensed Spectrum）的探討提升了 5G NR 系統使用的廣度，搭配免執照頻譜的使用，可以讓資料的連接性更強。其他主題像是二步隨機存取通道設計（Two-step RACH for NR），網路存取和回程技術整合（Integrated Access and Backhaul for NR），室內工業情境的通道模型（Channel Modeling for

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Indoor Industrial Scenarios），及使用者裝置省電機制（UE Power Saving for NR），相關內容均於本報告詳盡說明。

NR V2X 在 3GPP 會議中是各公司討論的重要議題，Rel-16 加入了側鏈路（sidelink）的設計廣為大家所討論，不同於以往的 mode 1 依靠基地臺來做資源分配，mode 2 只能靠車和車之間的通訊協定來進行溝通，這也是其中設計較為困難的地方。

除此之外，各公司對於新的 V2X 使用情境大致有一些共識，一共分成四個，車子列隊駕駛，除了可以讓車子之間靠得更近以提升整體交通運輸效率，還能讓個別車子達到省油的效果，因為有效的隊形是可以降低風阻。再者，由於車隊採列隊行駛，車子之間的通訊中繼可以使整體傳輸距離增加。針對自動駕駛，車子之間彼此能交換訊息，可以減低一些交通事故，由於車子訊息互通能讓車子提前做出反應避免悲劇發生，甚至還能提升整體交通運輸效果。如果能在路邊的基礎設施布建通訊裝置，除了將可以提供路上車子有用訊息外，還能作為車子之間的溝通媒介，比如擔任資源分配的角色，或是增加傳輸範圍。這些都是在 Rel-16 中被討論到的議題。

IEEE 802.11 從早先的 Wi-Fi 開始，目前漸漸往更多元的方向發展，IEEE 802.11p 車間通訊的標準設計到現在正要起步的 802.11bd，最受重視的 802.11ax 還達到 IMT-2020 5G 的標準，並且經由 AANI SC 寄送郵件給 ITU，說明團隊之研究成果，對於 IEEE 802.11 團隊來說是個非常重要的一個突破。不僅如此，802.11ay 雖然還在討論階段，WiGig 在 60GHz 的標準研究相當受到重視，除了應用方面是使用在最流行的裝置，如虛擬實境這些短距離但需要高數據傳輸量的使用情境，從頻譜規範的角度來看，美國對於此頻段特別重視，在各國之間，美國分配 60GHz 頻寬最多，預期會跟 802.11ax 一樣，在明年（2020）推出其自訂標準。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 5：IEEE 與 3GPP 技術發展現況彙整表

單位	技術發展現況
IEEE	• 電機電子工程師學會近期最大的突破點是 802.11ax 的研發成果，IEEE 802.11 中的 AANI SC (Advanced Access Network Interface Standing Committee) 已經向 ITU 提出聲明，通知 ITU 802.11ax 已經達到 5G 室內通訊的要求。對於標準制定有相當程度的爭取意圖。
3GPP	• 車聯網的部分，SA1 已完成 Rel-15 中對 V2X 服務（eV2X 服務）3GPP 支持。SA1 已確認 25 個用於高級 V2X 服務的使用案例，並將其區分為四個群組：車輛隊列、擴展傳感器、高級駕駛和遠端駕駛。
	• 因應 NR 升級 MIMO，3GPP 提出 5 個研究項目，分別為增強 MU-MIMO 支持、多 TRP 面板傳輸的增強功能、多波束操作的增強功能、全功率上行傳輸和低峰均功率比的參考訊號。針對不同的情境以及應用參數都需要進行評估。
	• NR URLLC 之實體層升級，對於 PDCCH 增強規範，為了加強傳送效率，主要探討 PDDCH、UCI 等等不同格式的影響與評估。總結是對於增強型 UE 間傳送器優先級排序多工，探討 URLLC 與 eMBB 使用者的優先權與相對可能的方法，如功率控制等等。對於增強型上行配置授權傳輸，靈活配置 BWP。室內產業情境下之通道模組，該研究項目旨在開一個通道模型，以支持對工業情境和應用的 URLLC 和工業物聯網（Industrial internet-of-things (IIOT)）增強研究。
	• NR 之終端電力節能模擬出功耗模型，並以此模型提出電力節能方法和觸發時機。
	• **Rel-16**

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	NOMA 本研究項目將關注於上行鏈路的非正交多重存取方案的評估方面進一步發展，並提供關於稍後將指定的非正交多重存取方案的推薦。討論議題包括用於非正交多重存取的發送器側信號處理方案、非正交多重存取接收機、從 Rel-14 確定的性能指標繼續進行非正交多重存取的鏈路和系統級性能評估與分析和與非正交多重存取相關的程序。 Unlicensed Access 本研究項目基於 NR 的非授權頻譜存取研究項目已經確定了在所有考慮的情景中 NR 運行在非授權頻譜中的可行性。關於頻譜，次研究項目階段關注於 5GHz 非授權頻段和正在討論的 6GHz 頻段。在後來的版本中可能考慮在第二頻段（FR2）頻段或 52.6 GHz 以上的其他非授權頻段 Integrated Access and Backhaul 整合存取與後端網路旨在實現未來蜂巢式網路部署方案和應用的潛在技術之一，支持無線後端和中繼鏈路，從而能夠靈活且非常密集地部署細胞，而無需按比例密集有線傳輸網路。通過構建用於提供存取的控制和數據通道過程，允許以比 LTE 中更集中的方式部署自後端 NR 細胞的密集網路。 Two-Step RACH 本研究項目旨在將二步 RACH 指定為涵蓋實體層和更高層方面的一般過程。對二步 RACH 僅註明基於競爭的 RACH 過程。除了連接建立、恢復過程的一般增強之外，還得出結論，兩步 RACH 過程可能對通道存取有益。四步 RACH 的觸發也適用於二步 RACH，因此二步 RACH 可以應用於所有無線資源控制狀態。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第三章　新世代行動通訊（5G）頻譜整備監理政策及監管規範

第一節　歐盟

一、5G 政策推動重點

（一） 政策歷程與目標

1、 政策背景

歐盟將 5G 視為建構未來十年數位經濟與社會最關鍵區塊之一，因此採取許多重要措施，以達到全球領導地位。歐盟認為 5G 可以提供超高速率、無所不在以及極低延遲的服務，因此 5G 基礎設施將廣泛應用於各專業領域及相關應用，包含聯網汽車、電子醫療、能源管理以及相關安全應用等。歐盟認為 5G 可應用之領域如下圖。



圖 40：歐盟認為 5G 可應用之領域

歐盟執委會很早就開始探詢 5G 可能帶來之各種契機，2013 年成立 5G 公私協力夥伴組織（Public Private Partnership on 5G, 5GPPP），開始進行 5G 技術之研究與創新。歐盟透過 Horizon 2020 專案計畫（Horizon 2020 Programme）投入將近 7 億歐元支持 5GPPP 的相關活動，同時也鼓勵歐盟產業投入資金共同推動 5G 技術研究與標準制定。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

為了確保歐洲及早導入 5G 基礎設施之布建，歐盟執委會於 2016 年公告歐洲 5G 行動方案（5G Action Plan for Europe），5G 行動方案設定以下目標：[19]

- 各會員國應於 2018 年底前達成 5G 網路初期運作，至遲於 2020 年底前達成 5G 服務商業化的目標；
- 鼓勵各會員國於 2017 年底前，將該國 5G 發展藍圖訂為國內寬頻網路政策之一；
- 確保各會員國於 2020 年底前，該國內至少有一個主要城市已擁有 5G 服務，2025 年國內主要都會區與主要交通要道均由完整不中斷的 5G 網路覆蓋。

為了掌握歐盟 5G 行動方案之推動情形，歐盟執委會於 2018 年發布歐盟 5G 觀測平臺（European 5G Observatory），藉以掌握歐盟主要市場發展狀態，同時蒐集各會員國採取之相關整備措施與施行進度，例如頻譜拍賣或制定國家 5G 計畫等。

2、 政策演進歷程

歐盟整體之 5G 相關政策演進，除了執委會成立 5GPPP 推動 5G 相關創新技術實驗發展外，另有包括頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）針對 5G 頻譜提出相關整備政策建議，歐洲郵政與電信監管會議（European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT）與歐洲電子通訊委員會（Electronic Communications Committee, ECC）因應 5G 技術發展持續推動相關研究與處理措施，ECC 早於 2014 年訂定「2015-2020 策略計畫（ECC Strategic plan for 2015-2020）」時就將 5G 列為策略計畫之重點項目之一，並於 2016 年 11 月批准 CEPT 進行「CEPT 5G 發展規劃（CEPT roadmap for 5G）」，CEPT 針對頻譜和諧共用、WRC-19

[19] EC (2016), 5G for Europe: An action plan, https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-588-EN-F1-1.PDF (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

大會中 24GHz 頻段以上議題、垂直場域應用與其他頻譜使用相關挑戰等議題持續整備，目前已更新、修正至第七版。

另外，歐洲電子通訊監理者團體（Body of European Regulators for Electronic Communications）也於 2018 年 6 月發布相關 5G 規管政策文件，針對 5G 所涉及之行動網路布建義務規範、頻譜整備與基礎設施共享規範等議題，進行公眾諮詢與政策制定作業。歐盟更進一步於 2018 年底通過電子通訊管理規章（EECC），讓整體電子通訊規管架構更符合 5G 時代下之法制環境需求。

綜整歐盟各相關機制對於 5G 政策、頻譜整備與監理規範之相關演進過程如下。

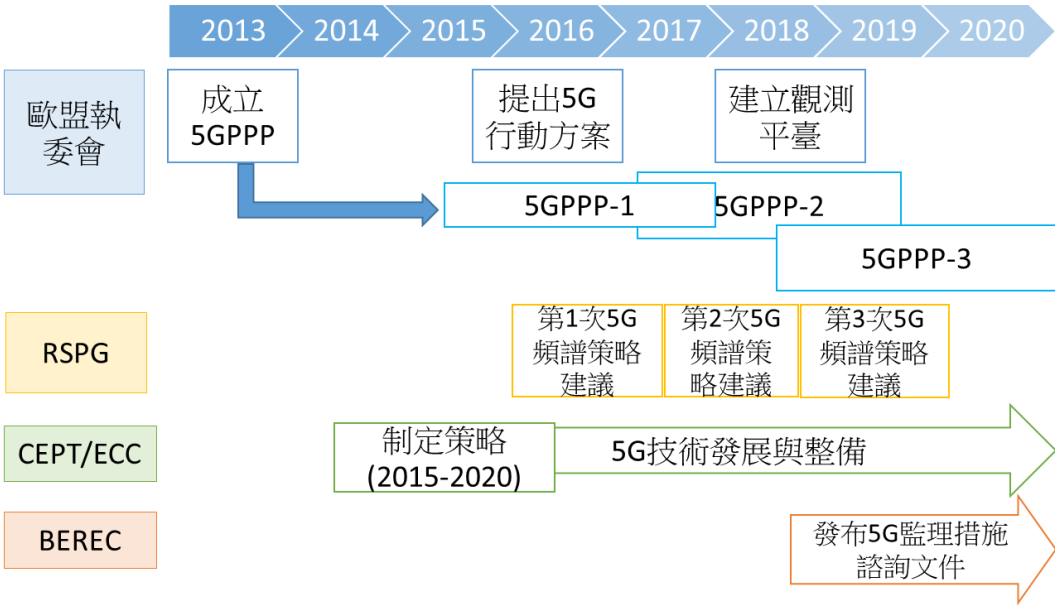


圖 41：歐盟 5G 政策演進

資料來源：本研究整理

（二） 政策重心

1、 歐盟 5G 行動方案

2016 年歐盟公布之 5G 行動方案，主要目標在於確保 5G 網路布建具備跨會員國之一致性方法，計畫之關鍵要素包括建立橫跨所有會員國之溝通協調，盡速提供可用頻譜資源與提出適合 6GHz 以上頻段

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

之執照架構、促進 5G 及早布建於主要都會區與重要交通幹道、促進泛歐跨產業之 5G 試驗、導入創投基金於 5G 創新，聯合主要參與者努力促進全球標準。歐盟 5G 行動方案具備五大主軸，如下圖。

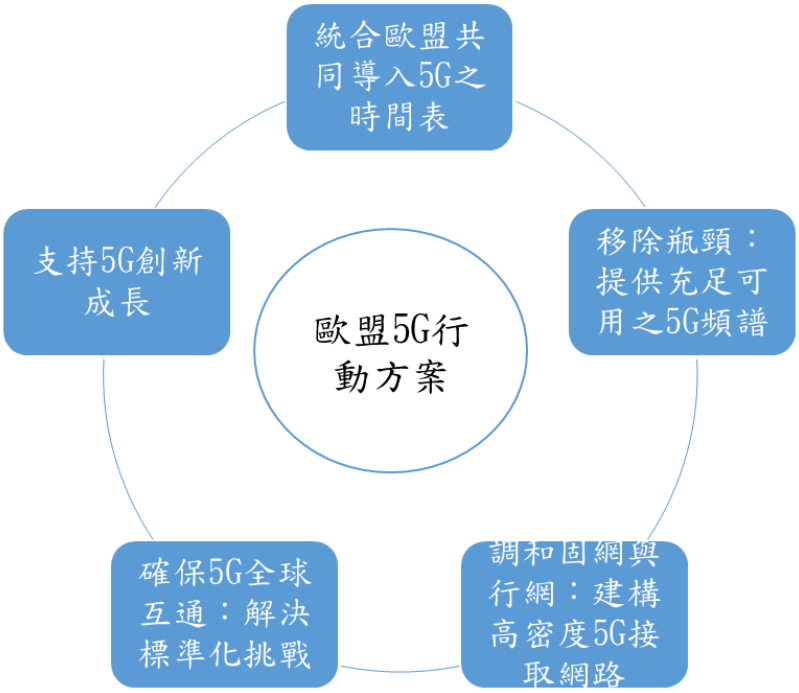


圖 42：歐盟 5G 行動方案主軸

資料來源：EU 5G 行動方案，本研究整理

歐盟 5G 行動方案包括以下八項重點工作：[20]

- 行動措施 1：執委會將與各會員國、產業利害關係人共同建立 5G 布建時間表，預計於 2018 年底完成 5G 先期網路布建，而後於 2020 年底完成歐洲 5G 商用網路服務推動。歐盟執委會的時程表將由以下關鍵目標驅動，包括：
  - 促進 5G 實驗，藉由 5GPPP 之規劃，自 2017 年開始核發相關補助，希望從 2018 年起歐洲境內各項商轉前之試驗能逐步啟動；

[20] EC (2016), 5G for Europe: An action plan, available at: https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-5g-europe-action-plan-and-accompanying-staff-working-document (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 鼓勵各會員國於 2017 年底前完成國內 5G 之時程規劃，並納入各國國家寬頻網路計畫之中；
- 確保每一個會員國於 2020 年底前，至少一個主要城市能實現 5G，2025 年各會員國境內所有都會區以及主要交通要道均能擁有訊號不間斷的 5G 網路覆蓋。

- 行動措施 2：執委會將與各會員國合作，共同於 2016 年底前完成 5G 先導頻段之建議清單。執委會將考慮 RSPG 對候選頻段的相關意見，包括 1GHz 以下頻段、1-6GHz 頻段以及 6GHz 以上頻段，以滿足 5G 網路與應用所需之頻譜資源。

- 行動措施 3：執委會將與各會員國合作完成以下頻譜整備事宜：
  - 2017 年底前，達成歐盟境內各會員國對於 5G 商用網路完整頻譜資源清單之一致性，作為初期導入 5G 布建所需之用。相關候選頻段清單將參考 RSPG 提出之 5G 頻譜建議。
  - 對於 6GHz 以上適合 5G 使用的頻譜資源，將持續研析，以找出合適的執照規管架構。執委會將參考 RSPG 與歐洲電子監理者團體（Body of European Regulators for Electronic Communications, BEREC）之看法。
  - BEREC 陸續於 2018 年 6 月 14 日發布監督行動網路覆蓋義務規範報告草案[21]，6 月 20 日發布公眾對該份報告看法之諮詢文件，藉此掌握各界對 5G 網路規管制度之意見。[22]

- 行動措施 4：作為各國 5G 發展路徑規劃之一部分，執委會將與產業、各會員國與其他利害關係人完成以下措施：

[21] BEREC (2018), Draft Common position on monitoring mobile coverage, https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/public_consultations/8165-draft-common-position-on-monitoring-mobile-coverage (last visisted :2019/3/09)

[22] BEREC (2018), Notice for the launch of the public consultation for the common position on monitoring mobile coverage, available at: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/public_consultations/8166-notice-for-the-launch-of-the-public-consultation-for-the-common-position-on-monitoring-mobile-coverage (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 設定網路布建與品質目標，以檢視關鍵光纖與基地臺布建情境的演進趨勢，據以實現 2025 年所有都會區與主要交通要道均可擁有不間斷 5G 網路覆蓋的目標。
- 識別立即可行的實務方案，增加行政管理作業與時程之一致，促進更密集之基地臺布建，相關規範更作為歐洲電子通訊法（European Electronic Communications Code）的條文參考。

- 行動措施 5：執委會將召集各會員國與產業界代表，承諾實現制定標準的相關目標，包括：
  - 確保規劃於 2019 年底完成全球 5G 標準制定的可能性，達成 5G 商轉時程目標，讓超高速寬頻網路有更多種連線選項。
  - 促進無線接取網路與核心網路整體標準化的推動，納入考慮各種破壞性使用案例與開放式創新。
  - 2017 年底前將建立適當的跨產業組織，藉由相關產業使用者的試驗，協助訂定產業支持的標準。
- 行動措施 6：加速 5G 網路數位生態系統誕生，執委會將召集產業推動下列措施：
  - 2017 年初進行關鍵技術實驗，藉由 5GPPP 測試新的終端與應用，展示 5G 對各重點產業帶來的優點。
  - 2017 年 3 月前提交詳細的時程規劃，讓進階型試營運測試能夠推廣到全歐洲層級，確保歐洲導入 5G 的領先地位。
- 行動措施 7：執委會鼓勵各會員國藉由使用未來的 5G 基礎設施，改善公共安全與國安通訊服務的運作成效。
- 行動措施 8：執委會將和產業與歐洲投資銀行集團（European Investment Bank, EIB Group）共同合作，確認創投機構的目標、配置與模式。執委會於 2017 年 3 月底前評估其可行性，並考慮增加其他公共資金來源的可行性，例如從歐洲戰略投資基金（European Fund for Strategic Investments, EFSI），或來自其他歐盟金融機構的投資。

2、 歐盟 5GPPP

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

歐盟 5GPPP 主要任務為促進 5G 創新實驗之推動作業，將與 5G 基礎設施協會（5G Infrastructure Association, 5G-IA）共同推動泛歐 5G 實驗路徑（5G Pan-europen trials roadmap）之發展，此一時程主要目標如下：

- 支持歐洲於 5G 技術、網路布建與營利事業的全球領導地位；
- 驗證 5G 對垂直產業之利益，包含公部門、民間企業與消費者；
- 激發一條明確路徑，通往歐洲 5G 成功且及時發展之路。

泛歐 5G 實驗路徑將定期檢討、修正，截至 2018 年，目前 5GPPP 已公告第四版之 5G 實驗路徑規劃。隨著時間演進而調整規劃內容，目前第四版主要著重於歐盟重點都市及早導入 5G 布建，藉由各項 5G 先導實驗專案，促進 5G 研發並確保研發平臺之可用性。泛歐 5G 實驗路徑如下圖。

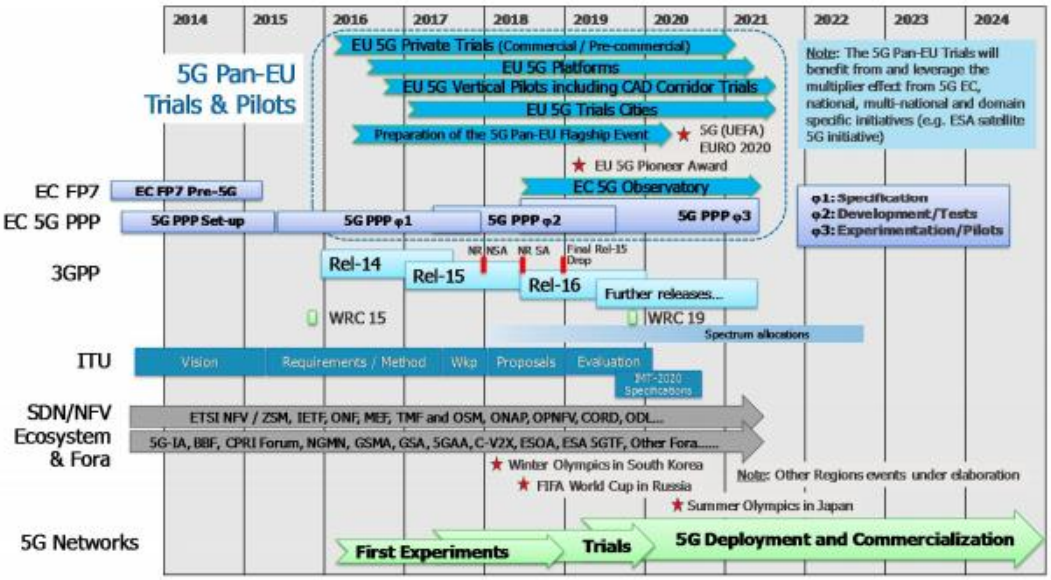


圖 43：泛歐 5G 實驗路徑

資料來源：5GIA

3、 BEREC

BEREC 為促進 5G 網路能於歐盟境內快速且順利布建，因此針對不同階段訂定相關政策措施與規範建議，包括環境整備（基礎設施共享）階段、播種（頻譜資源整備與釋出）階段、協助 5G 成長（制

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

定 5G 步建義務）、監督 5G 發展（檢視行動網路布建狀態）以及收穫階段。整體概念如下圖。



圖 44：BEREC 之 5G 整備政策

資料來源：BEREC

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

1、 整體規劃

歐盟 5G 行動方案中，要求各會員國應將國內 5G 發展時程整理於國家寬頻計畫之中，此一方針將得以建立頻譜可用時程之透明度，確保投資之可預期性。歐盟執委會建立了歐盟層級之 5G 頻譜發展時程，內容包括 RSPG 對於 5G 頻譜之策略時程、執委會對 CEPT 之規範、歐盟層級制定之相關決議與措施，以及規劃制定電子通訊管理規章中關於 5G 先導頻段能於相同期限前釋出之相關措施。

執委會規範於 2020 年底前，各會員國應准許 3.6GHz 之使用，以及確保 26GHz 有足夠的比例釋出供 5G 布建之用。同時，也額外要求

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

各會員國應於 2020 年 6 月底前釋出 700MHz 之期限。執委會之 5G 頻譜整備時程如下。

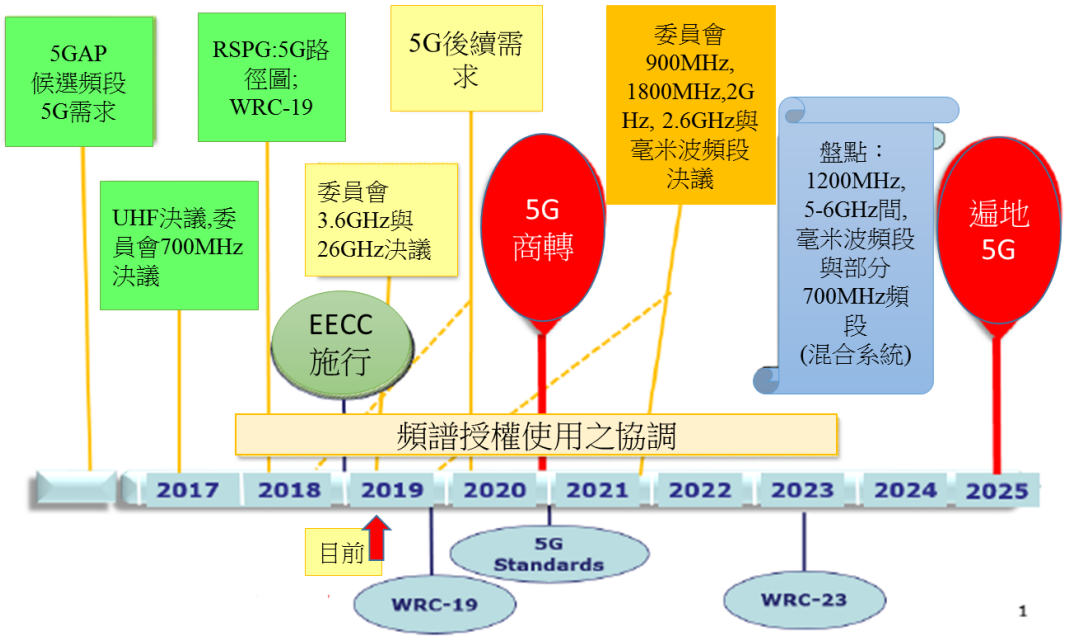


圖 45：歐盟 5G 頻譜整備路徑規劃

資料來源：COCOM

2、 候選頻段整備狀態

歐盟執委會下轄之無線頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）於 2016 年 6 月發布公眾諮詢文件，擬定歐洲 5G 頻譜策略藍圖，提出適用於 5G 之候選頻段，並徵詢公眾意見。2017 年 11 月，RSPG 發布第二次歐洲 5G 頻譜策略藍圖草案（Strategic Spectrum Roadmap towards 5G for Europe: Draft RSPG Second Opinion on 5G Networks），並於 2018 年 2 月正式公告，第二次意見書主要著眼於 5G 頻譜之釋出頻寬、彈性化執照許可、網路布建義務以及跨境服務績效等議題提出政策建議。[23] 2018 年 10 月，RSPG 發布對於 5G 布建之第三份意見書草案（RSPG Opinion on 5G implementation challenges, （RSPG 3rd opinion on 5G）），更進一步針對 5G 中頻段

[23] RSPG (2017), Strategic spectrum roadmap towards 5G for europe: draft RSPG second opini on on 5G networks, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/b7f85cbb-5155-4268-abbb-fa83113b3ed4/RSPG17-034final_2nd_draft_opinion_on_5G.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

頻譜碎裂化(Defragmentation)與垂直應用之連線需求辦理公眾諮詢。RSPG 對於 5G 頻譜之整備歷程如下。

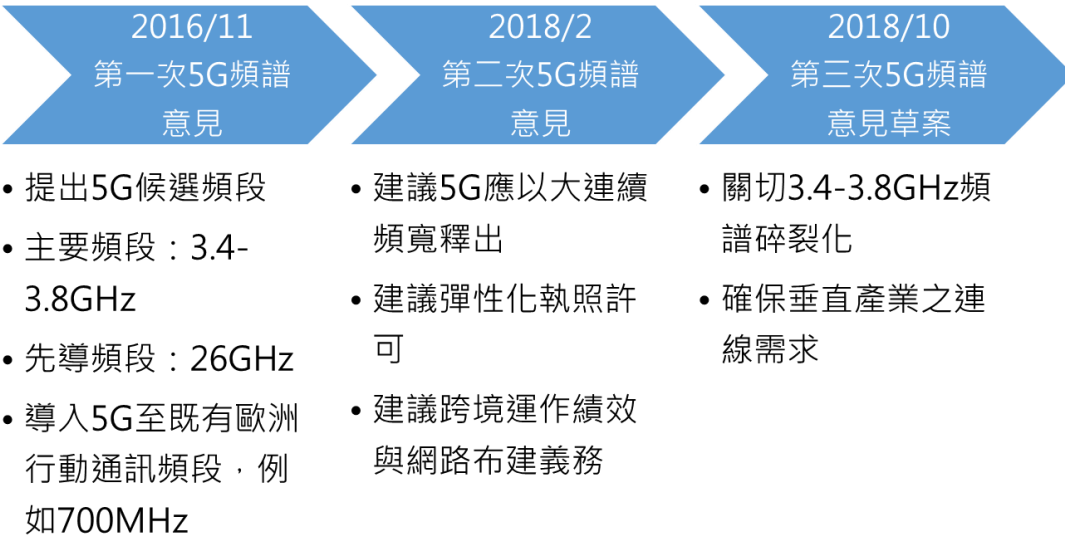


圖 46：歐盟 RSPG 之 5G 頻譜整備建議演進

資料來源：本研究整理

RSPG 於 2018 年 2 月發布第二份 5G 頻譜策略意見時，針對 5G 候選頻段提出更進一步之策略建議供各會員國政策機構參考，包括：[24]

- 3.4-3.8GHz 應於 2020 年釋出足夠頻寬；
- 採取彈性執照規管制度；
- 應定義跨國境服務的運作績效；
- 根據各國市場特性，制定網路覆蓋義務；
- 26GHz 於 2020 年應可釋出連續頻寬（例如 1GHz）；以及
- 66-71GHz 頻段應採取一般許可制（免執照使用）。

RSPG 於 2018 年 10 月發布對於 5G 布建之第三次意見書(RSPG 3rd opinion on 5G)，討論 5G 布建議題。第三次意見書內容主要著重於以下兩點：

- 3.4-3.8GHz 頻段碎裂化（Defragmentation）；

[24] RSPG (2018), Strategic spectrum roadmap towards 5G for Europe, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/fe1a3338-b751-43e3-9ed8-a5632f051d1f/RSPG18-005final-2nd_opinion_on_5G.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 確保垂直應用產業的連線能力。

RSPG 建議各會員國於設計頻譜釋出機制時，應確保得標者有機會獲得大連續頻寬，方能提供 5G 的超高速服務。RSPG 認為，拍賣結果可能會讓各得標者持有不同大小的頻譜，因而可考慮透過頻譜交易與出租機制，作為解決頻譜碎裂化政策工具之一。RSPG 建議各會員國可參考 ECC 第 287 號報告中對於解決頻譜碎裂化的指導原則。

RPSG 建議為了促進 5G 使用主要頻段，若該頻段內存在傳統電子通訊服務，技術條件上無法達到與 5G 之協同共用時，各會員國可考慮淘汰傳統使用該頻段的電子通訊服務。

RSPG 注意到 5G 將在許多垂直產業扮演重要角色，其網路通訊功能能符合不同產業所需。RSPG 認為垂直產業所需要的連線能力，可以由行動網路業者提供、由第三方業者提供或由垂直產業自行提供，甚至透過垂直產業的專用頻譜提供。

RSPG 建議若企業或特定垂直應用的需求無法為行動通訊業者滿足時，各會員國可考慮其他的頻譜解決方案，例如專用或共享頻譜。此種方法可以從歐盟和諧共用技術條件頻譜的經濟規模與生態系統獲益。

RSPG 認為，為符合不同垂直應用之需求，故可能對於採取技術中立的專用歐盟協同頻譜資源有需要。RSPG 建議以個案的方式評估需求，方能在適合的時間或地點提供。

（二） 候選頻段整備與釋出規劃

在法規整備上，基於促進 5G 布建進度的目標，歐盟立法訂定 5G 使用期限，力促各會員國遵守，其中依頻段差異分別對 700MHz、3400-3800MHz 及 26GHz 頻段訂定商轉期限如下：

- 依據歐洲議會於 2017 年 5 月發布之第 2017/899 號決議（Decision (EU) 2017/899），各會員國應於 2020 年 6 月 30 日前，允許使用 700MHz 於地面無線寬頻通訊服務。
- 依據 2018 年底通過之歐洲電子通訊法指令（European Electronic Communications Code），各會員國應於 2020 年 12

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

月 31 日前，重新組建和允許 3400-3800MHz 能使用連續大頻寬、26GHz 頻段能使用至少 1GHz，以滿足需求，且處理既有使用者移頻或清頻的相關限制。

歐盟 RSPG 於 2019 年 10 月公告歐洲 5G 頻段整備與釋出狀態，本研究摘要重點國家於 5G 低頻段、中頻段與高頻段之整備狀態，如下表。

表 6：歐盟主要國家 5G 頻段整備與釋出狀態

會員國	700MHz		3.4-3.8 GHz		24.25-27.5GHz	
	公眾諮詢時間	釋出時程	公眾諮詢時間	釋出時程	公眾諮詢時間	釋出時程
奧地利	2019/9	2020/春	2018/2	2019/3	2019/6	2020 年後
捷克	2019/7	2019-20	2019/7	2019-20		
法國		2015/11	2019/7	2019/9	2020	
德國		2015/6		2019/6	2020	
愛爾蘭	2019/6	2020/Q4	2015/7	2017/5		
義大利	2018/3	2018/10	2018/3	2018/10	2018/3	2018/10
荷蘭	2019/Q4	2020/Q2	2019/3	2021-22		
瑞典	2018/7	2018/12	2019/7	2020/3		
英國	2018/12	2020/5	2016/11; 2018/12; 2019/6	2018/4; 2020/5	2018/12	2019/7

資料來源：RSPG

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

（一） WRC-19 相關議題與政策方針

RSPG 於 2018 年 10 月發布對於 2019 年世界無線通訊大會（WRC-19）之策略意見，針對 WRC-19 會議提出以下建議[25]：

- 分析 WRC 議程項目，包含目前規劃，以及其決議是否會影響歐盟整體規範；
- 提出適當之建議行動，包括以下三種型態：
  - 型態 A：若 WRC 決議可能影響歐盟整體共同規範，則需由執委會提出相關歐盟層級之政策文件，並由議會通過採納；
  - 型態 B：基於 RSPG 之觀點，建議由執委會提出相關歐盟層級之政策文件，並由議會通過採納；
  - 型態 C：RSPG 標記該議題為新興發展狀態，惟尚不需要歐盟層級之政策文件。
- 關於特定產業之頻譜政策相關議題，例如電子通訊、交通運輸與科技研發等，或水平層級之議題，例如共同市場、競爭或交易等。
- 各會員國對相關議題之一致性政策方法；
- 針對相關議題辦理公眾諮詢。

針對 WRC-19 中可能涉及歐盟相關政策規範之議題，RSPG 列出以下相關議題，包括：

- WRC-19 議程第 1.5 項：移動地球站臺（earth stations in motion, ESIM）之運作；
- WRC-19 議程第 1.6 項：非地球同步軌道（non-geostationary satellite orbit, non-GSO）固定衛星系統（Fixed Satellite system, FSS）運作於 Q/V 頻段；

[25] RSPG (2018), RSPG Opinion on the ITU-R World Radiocommunication Conference 2019, http://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2018/10/RSPG18-038final-RSPG_opinion_on_WRC19.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- WRC-19 議程第 1.7 項：輕量小型或微型衛星（Nano-/Picosatellites）；
- WRC-19 議程第 1.8 項：全球海難安全系統（Global Martime Distress Safety Systems, GMDSS）；
- WRC-19 議程第 1.9 項：自動化海事設備與 VDES 衛星（autonomous maritime devices and VDES satellite）；
- WRC-19 議程第 1.10 項：全球航空遇險與安全系統（Global Aeronautical Distress and Safety System, GADSS）；
- WRC-19 議程第 1.12 項：智慧交通系統（Intelligent Transport Systems, ITS）；
- WRC-19 議程第 1.13 項：第 5 代行動通訊（IMT 2020 / 5G）；
- WRC-19 議程第 1.14 項：高空飛行平臺站（High Altitude Platform Stations, HAPS）；
- WRC-19 議程第 1.16 項與第 9.1.5 項：RLAN 5GHz；
- WRC-19 議程第 10 項：2023 年 WRC 大會（WRC-23）之新議程。

（二） 因應措施

RSPG 對於前述 WRC-19 討論議題可能涉及歐盟政策或頻譜和諧共存決策之相關因應措施與建議，整理如下表。

表 7：歐盟 RSPG 對於 WRC-19 討論議題與建議辦理措施

WRC-19 議題	RSPG 建議措施	策略型態
第 1.5 項（ESIM）	建議各會員國支持延伸 ESIM 使用頻率範圍至 17/7-19.7GHz 與 27.5-29.5GHz	C
第 1.6 項（Non-GSO FSS 使用 Q/V 頻段）	建議各會員國發展對於非地球同步軌道固定衛星（non-GSO FSS）之規管架構，以利與地球同步軌道衛星系統共存於 37.5-39.5GHz、39.5-42.5GHz、47.2-50.2GHz 與 50.4-51.4GHz	C

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第 1.7 項（Nano-/Picosatellites）	支持繼續針對短效期型輕量衛星進行頻譜需求之技術條件研析	C
第 1.8 項（GMDSS）	建議參考國際海事組織（International Martime Organization, IMO）之觀點，革新 GMDSS，包括可能的監管措施，以及與既有使用服務間之共存可用性。	C
第 1.9 項（自動化海事設備與 VDES 衛星）	建議自動化海事設備應納入規管，並與無線電管理規則（Radio Regulation）一致。建議執委會對此議題發布歐盟層級的相關文件。	A
	建議各會員國未來應藉由導入 VDES 衛星元件的方式，支持歐洲海洋事務領域之發展。建議各會員國支持核配 156-162MHz 給海洋衛星服務使用。	C
第 1.10 項（GADSS）	由於國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）仍在考慮此一系統之發展，故 RSPG 建議暫不採取更進一步行動。	A
第 1.12 項（ITS）	歐盟已核配 5875-5905MHz 作為與安全相關之 ITS 使用頻段，RSPG 建議歐盟執委會對此議題表達「不改變」之意見。	A
第 1.13 項（5G）	RSPG 建議歐盟執委會提出歐盟立場，支持 24.25-27.5GHz 作為行動通訊使用頻段。	A
	RSPG 建議各會員國應支持將 40.5-43.5GHz 與 66-71GHz 作為行動通訊頻譜。	B
	RSPG 建議各會員國應反對將 27.5-29.5GHz 納入第 1.13 議題之提案。	B

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第 1.14 項（HAPS）	各會員國應針對此議題之研究結果，確認對於 HAPS 全球通訊頻段之需求，以及基於保護既有服務之相關條件。	C
第 1.16 項與第 9.1.5 項（RLAN 5GHz）	RSPG 建議歐盟執委會應提出歐盟層級對相關議題之意見給歐洲議會，包括： ● 支持不更動無線電管理規則中涉及 5250-5350MHz、5350-5470MHz 以及 5850-5925MHz 頻段之規範。 ● 支持不變動 5725-5850MHz，除非確保其他服務和應用的可運作性，例如電子收費系統合法使用 5795-5815MHz。 ● 建議因應無線接取服務之需求，將 5150-5250MHz 納入 RLAN 使用範圍。 ● 支持若對 5250-5350MHz 與 5470-5725MHz 有任何修正，則不應影響 RLAN 與其他服務之共存條件。	A
第 10 項（WRC-23）	各會員國應支持 2015 年 WRC 大會（WRC-15）提出之第 810 號決議相關內容，其中將檢視既有服務於第一區使用 470-960MHz 時之頻譜使用狀況及頻譜使用需求，並在符合 2015 年 WRC 大會第 235 號決議的基礎下，檢視 470-694MHz 可能之監管措施。 RSPG 建議各會員國於 2019 年大會時應支持 470-694MHz 不調整。建議不修正第 235 號決議。	A

資料來源：RSPG，本計畫製表

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

歐盟 RSPG 並未針對 5G 頻譜取得上限設定特定規範，針對 3.4-3.8GHz 頻段，RSPG 更關切頻譜碎裂化之問題。依據 BEREC 於 2018 年 12 月 6 日發布探討 5G 頻譜執照、釋出程序與布建義務之報告文件，目前歐盟各國對於 5G 中頻段頻譜上限之規範各有差異，例如義大利釋出 3600-3800MHz 時，併同考量先前於 2008 年釋出之 3400-3600MHz，規範一家業者於 3400-3800MHz 可持有頻寬上限為 100MHz。西班牙拍賣 3600-3800MHz 時，同樣併同既有已核配之 3400-3600MHz 頻譜合計考量持有上限，規範 3400-3800MHz 總持有上限為 120MHz。[26]

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

歐盟成立之 5GPPP 中，有一項計畫：行動與無線通訊協助 2020 資訊社會專案（Mobile and wireless communications Enablers for the Twenty-twenty Information Society-II, METIS-II），其中一工作項目為分析 5G 對歐盟未來 2020 年於經濟面之影響評估。該項專案中，針對 5G 所需要之頻寬需求，制定相關評估方法。

METIS-II 提到，評估 5G 服務之頻寬需求，會有許多參考要素，包括使用案例、應用型態、布建情境以及頻段等。METIS-II 定義三個 eMBB 情境案例以及一個 mMTC 情境案例，初步估算在「都會密集區資訊社會」情境下，對於 5G 使用案例之總頻寬需求將介於 2.4-7.1GHz 之間。至於對「聯網車輛－效益與安全」則估算通訊範圍介於 500 至 1,000 公尺時，所需頻寬約為 400-800MHz。

METIS-II 評估 5G 服務頻寬需求之方法，主要考量 5G 網路需要同時滿足多種應用情境之不同網路效能需求，例如訊務量密度或消費者體驗速率等，且由於不同網路切片與服務差異大，因此各種應用之

[26] ECC (2018), Report 287: Guidance on defragmentation of the frequency band 3400-3800MHz, https://www.ecodocdb.dk/download/3a143dbe-7cbc/ECCRep287.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

服務品質標準差異也大，故 5G 網路將需要能依照不同應用之優先權與需求效能有效管理頻譜資源，是以評估 5G 服務頻寬需求時，會考量多種應用情境之需求，以及多個頻段分別用以滿足網路覆蓋或高速傳輸之需要，同時還需要考慮到傳播模型特色、技術元件（如巨量 MIMO）等。

METIS-II 所提評估 5G 頻寬需求之分析架構，概念上，會先評估對 5G 系統之整體需求，然後再依照不同之需求集合分類，再細分為各子項需求，依照不同子項需求評估布建情境，以推估不同情境下各子需求之所需頻寬，統整各所需頻寬後，及彙整出對於 5G 網路之整體頻寬需求，如下圖。

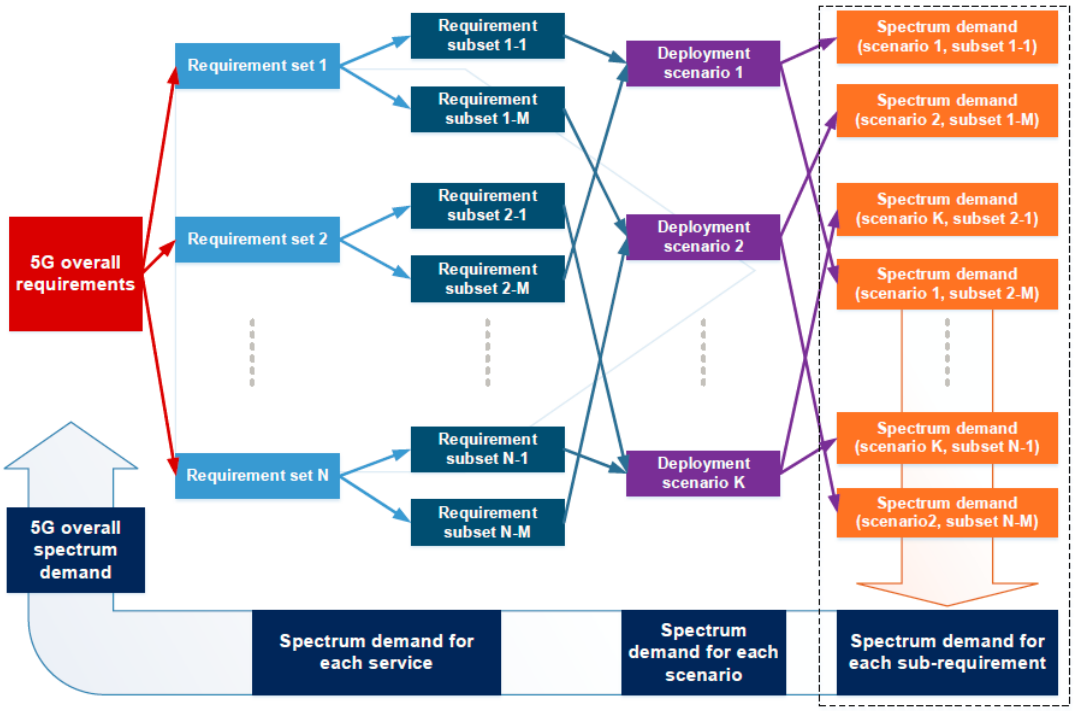


圖 47：歐盟 METIS-II 之頻寬需求評估架構

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（三） 頻譜交易與出租

歐盟於 2018 年 12 月 11 日通過歐洲電子通訊法（European Electronic Communications Code, EECC），通盤檢討、修正既有之電子通訊規管架構與法規措施，讓頻譜管理制度能更符合技術與服務演進現狀之需。為了避免造成市場進入障礙，確保頻譜持有者更有效率的使用頻譜資源，因而 EECC 導入頻譜交易與出租規範，於第 51 條中明訂頻譜使用權的交易或出租規範，要求各會員國應該確保企業擁有能夠交易或出租其個別使用頻譜之權利。

EECC 第 51 條規範，若頻譜交易或出租後，其原先附加於使用權的相關條件仍持續維持，同時也要符合第 52 條中對於競爭之相關規範。第 51 條要求會員國應該依循以下原則：[27]

- 盡可能的提出較不繁重的交易與出租程序；
- 若出租人仍有責任滿足最初附加於頻率使用權的相關條件，則不得拒絕出租其頻譜使用權；
- 除非明確存在新持有者無法滿足最初附加於頻率使用權相關條件之風險，否則不得拒絕交易其頻譜使用權。

同時，第 51 條認為主管機關應考慮適時調整附加於使用權利之相關條件，以促進頻率使用權之交易或出租，讓相關無線頻譜資源得以最理想以分區或拆分進行交易或出租。

對於頻譜交易或出租，第 51 條認為主管機關於建立相關權利時，應以標準化之電子格式讓相關交易訊息公開可得，並且在使用權持續存在時保留相關細節。

RSPG 於 2019 年 10 月公告對於歐洲頻譜策略報告，基於及早開展創新服務與加速成長之理由，鼓勵頻率交易與出租，讓創新業者更易於取得市場上已核發之頻譜資源。[28]

[27] EU, DIRECTIVE 2018/1972 of the European parliament and of the council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code, article 51.
[28] RSPG (2019), RSPG Report on European Spectrum Strategy, https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2019/10/RSPG19-031final_report_on_spectrum_strategy.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

本研究檢視歐盟執委會近期審查歐盟會員國境內之電信業者併購案例，其中以 2018 年 5 月由 T-Mobile 荷蘭子公司（T-Mobile NL）收購 Tele 2 荷蘭子公司（Tele2 NL）為近期知名案例之一。

歐盟執委會對本案進行深度調查，從市場結構、推出之產品與使用技術、持股狀態與擁有資源等不同層面進行檢視，以下將著重於探討執委會於本案中對頻譜資源集中之評量結果。合併案發生前，荷蘭行動通訊市場共有四家業者，分別為 T-Mobile NL、Tele2 NL、KPN 以及 Vodafone Ziggo 等，本次併購案涉及之 T-Mobile NL 與 Tele2 NL 分別為市占率第三與市占率第四之業者，各業者持有頻譜狀態如下表。

表 8：荷蘭四家電信業者於併購案發生前之頻譜持有狀態

	800 MHz FDD	900 MHz FDD	1800 MHz FDD	2100 MHz FDD	2600 MHz FDD	2600 MHz TDD
TMNL	-	2x15	2x30	2x20	2x5	20
Tele2 NL	2x10	-	-	-	2x20	-
KPN	2x10	2x10	2x20	2x20	2x10	20
VodafoneZiggo	2x10	2x10	2x20	2x20	2x30	-

資料來源：歐盟執委會

歐盟執委會對於本案審查併購對頻譜資源集中的潛在影響時，針對併購案後頻譜不對稱之影響進行分析。分析結果，執委會認為本次 T-Mobile NL 併購 Tele2 NL 之案例，與先前審查 H3G 義大利子公司與 Wind 公司成立聯合控股公司之評估邏輯相似，認為併購案後之頻譜資源集中，對市場競爭尚不至於造成顯著影響，原因包括：

- 併購案後，各業者持有頻譜與市場現行狀態相同，現階段各業者即以此頻譜持有狀態進行競爭，併購案通過後並不會有所改變；

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 聯合控股公司需要維運兩家業者的網路，直到整併為一個網路，因此初期會比僅維運一個網路的 MNO 擁有更多的頻譜資源；
- 頻譜不對稱並不必然對競爭帶來負面影響，反之，因為合併業者頻譜資源組合的擴大，可能改善其服務提供，進而迫使競爭業者改善其產品與服務，縱而刺激競爭；
- 由於併購後改善實體網路，且其他競爭業者也持有足夠的頻譜資源，故併購後依然能充分競爭。

經由深度調查與分析後之結果，歐盟執委會認由就本案併購後導致之頻譜資源集中議題，尚不至於影響另外兩家既有業者 KPN 與 Vodafone Ziggo 之競爭能力。

最終，經通盤考量市場結構、產品與服務、使用技術、相關市場以及頻譜資源集中等各項層面後，執委會批准 T-Mobile NL 併購 Tele2 NL。

2019 年荷蘭主管機關消費者與市場管理局（Authority for Consumers and Markets, ACM）設定單一業者之頻譜持有上限為總釋出頻寬之 40%、1GHz 以下持有頻譜資源上限為 1GHz 以下總釋出頻寬之 40%，另外針對 3.5GHz 頻段亦設定持有上限為 40%。[29]

（五） 頻譜和諧共用措施

RSPG 於 2018 年發布之第二次 5G 頻譜策略報告中，提到 5G 候選頻段 3.6GHz 與 26GHz，均仍有既有使用者提供服務。[30]部份國家於 3.6GHz 頻段之既有使用者為固定鏈路服務或衛星地球電臺接收站，26GHz 之既有使用者則有固定無線服務以及衛星固定業務等。

[29] ACM (2019), ACM to Ministry of Economic Affairs: set caps on mobile frequencies to maintain competition, available at: https://www.acm.nl/en/publications/acm-ministry-economic-affairs-set-caps-mobile-frequencies-maintain-competition

[30] RSPG (2018), Strategic spectrum roadmap towards 5G for Europe, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/fe1a3338-b751-43e3-9ed8-a5632f051d1f/RSPG18-005final-2nd_opinion_on_5G.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

針對 3.6GHz 頻段既有使用者為衛星地球電臺接收站之情況，歐洲郵政與電信管理協會（European Conference of Postal and Telecommunications Administration, CEPT）發布該頻段內固定無線服務與 5G 共存之技術報告（ECC Report 254），建議各會員國確保 5G 使用與衛星業者接取該頻段權利之平衡，另外，也建議考慮透過技術規範，促進 5G 網路得使用該頻段布建。

3.4-3.8GHz 頻段之既有使用者為固定衛星業務或固定通訊業務，因而該頻段轉換供行動通訊網路時，需依照不同業務共存之情境進行個別檢視，難以制定適用所有狀況之保護距離、護衛頻段或電場強度限制。

ECC 於 2018 年 10 月發布針對行動/固定通訊網路(Mobile / Fixed communications networks, MFCN）使用 3400-3800MHz 之決議文件 ECC/DEC/(11)06 中，對於 MFCN 基地臺與固定衛星地球臺之共存協調，制定關鍵原則如下：[31]

- 頻率協調主要考慮當地布建狀況、當地傳播條件以及共享頻段之當地頻譜使用，因此最好由國家監理機關來處理此權責；
- 主管機關應考慮保護按照現行執照規範取得合法執照與運作許可之執照業者；
- 許多主管機關已實施有效之協調機制，該國主管機關可自行決定是否施行此原則中對於最低限度技術條件之規範；
- 協調過程的關鍵目標是使可用頻譜資源之使用效益最大化，並保護既有與未來此頻段之使用者；
- 協調過程與相關保護措施應僅適用於合法註冊或執照頻譜使用者；
- 資料交換與協調過程應讓所有頻段使用者互惠；
- 關於頻段註冊之使用資訊應在法律保護與保密義務規範下，提供給頻段內之所有使用者；

[31] ECC (2018), ECC Decision (11)06, Harmonised frequency arrangements and least restrictive technical conditions (LRTC)for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the band 3400-3800 MHz, available at: https://www.ecodocdb.dk/download/34f57e2a-1c04/ECCDEC1106.PDF(last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 協調過程必須兼具精準與迅速，讓所有業者均能有效規劃頻譜使用與網路布建；
- 業者有權接取其已註冊之頻段，最大化其成功協調之頻譜資源，無需在規劃階段進行實際量測；
- 所有利害關係人均具備有效使用頻譜之責任，布建新的 MFCN 基地臺與新的 FSS 基地臺時，業者應盡量減少對其他業務的限制；
- 對於跨國邊界之協調，位處不同國家的 MFCN 基地臺與 FSS 電臺，其雙邊協議應參考本原則制訂，加快跨境協調時程；
- 所有利害關係人應合理推動，盡快完成協調工作；
- 如果無法達成協議，任一方均有權將協調事宜提交給該國主管機關。

針對 26GHz（24.25-27.5GHz）頻段之干擾共存議題，ECC 於 2019 年 7 月發布第 303 號報告：管理 26GHz 頻段 5G 與固定通信鏈路和諧共存之指導綱要，協助各 CEPT 會員國制訂於 26GHz 導入 5G 之相關政策。ECC 對於 26GHz 頻段上之共存方式，提供以下幾種建議，包括：[32]

- 空間上之隔離
  - 於特定區域設定干擾保護距離；
  - 設定 5G 與固定通訊系統間之地理隔離；
  - 使 5G 室內熱點與 FS 戶外站臺分隔運作；
- 頻率上之隔離
  - 相鄰頻率範圍；
  - 設定護衛頻段；
- 角度上之隔離，
  - 天線指向性；

[32] ECC (2019), ECC Report 303:Guidance on administrations for Coexistence between 5G and Fixed Links in the 26 GHz Band (“Toolbox”, available at: https://www.ecodocdb.dk/download/09bce05a-999a/ECC%20Report%20303.pdf (last visisted :2019/10/26)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 5G 系統波束成形運作方式
- 基地臺高度與涵蓋範圍。

各國可依照國內情境，選擇以上的方式，包括國內固定通信鏈路的密集度、頻率配置情況以及 FS 練陸之擁有對象等，藉以評估最適合該國情境之和諧共存方法。

（六） 頻譜重整機制

對於頻譜重整機制，RSPG 認為，若部份國家於 3.6GHz 頻段存在之固定無線服務業務使用者時，CEPT 已訂定相關技術規範管理固定服務的共存議題。不過，監理機關應考慮促進 5G 網路的布建，必要時藉由頻譜重整機制，讓該頻段可以完整提供給行動通訊業者。

以往 CEPT 國家將 3400-4200MHz 核配給固定衛星服務之太空對地球鏈路（下行鏈路）使用。ECC 為了盡早讓 3.4-3.8 GHz 頻段可使用 5G，並處理既有使用者之問題，故於 2018 年 10 月提出第 287 號報告，以解決 3.4-3.8GHz 面臨之頻譜碎裂化問題。[33]

為了盡早讓 3.4-3.8GHz 頻段可供 5G 使用，ECC 建議各會員國主管機關可考慮以下頻譜重整選項，包括：

- 選項 1：提早終止既有業者執照使用，終止時間設定為 2020 年之前；
- 選項 2：既有業務使用者移頻至替代頻段；
- 選項 3：放寬 2020 年後屆期之執照使用，允許該執照可使用於 5G 服務，並允許該頻段之頻譜交易或出租，讓對該頻段有興趣之業者可透過商業方式取得頻率使用權；
- 選項 4：將既有業務使用者之執照，移頻至頻段內特定區塊，讓核配給 5G 使用的頻譜資源，能達到最大連續釋出頻寬。

[33] ECC (2018), ECC Report 287: Guidance on defragmentation of the frequency band 3400-3800 MHz ,available at: https://www.ecodocdb.dk/download/3a143dbe-7cbc/ECCRep287.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

針對前三種選項，ECC 建議可能會影響監管明確性。至於選項 4，ECC 則認為需要考量移頻所需時間，並提供資金補償。

至於 26GHz 頻段，現階段既有使用者大多為固定無線鏈路。CEPT 研析 26GHz 頻段固定無線業務（如點對點通訊及點對多點通訊）與 5G 的干擾共存議題。若無法共存時，RSPG 建議將既有固定無線服務重整後供 5G 使用，可採取之措施例如移頻或變更站臺地理位置。RSPG 認為，建構頻譜重整機制可能會比發展 5G 與固定無線接收站共存的複雜技術，來得更具成本效益與可行性。長期而言，26GHz 頻段將不再提供給固定無線服務使用。

根據 ECC 於 2018 年 3 月 2 日發布之決議指出，原先應用 24GHz 頻段之車用短距離雷達（Automotive Short Range Radars, SRR），長期而言將轉向使用 79GHz 頻段，原先使用 24GHz 頻段之車用雷達，自 2018 年 1 月 1 日，只能使用 79GHz 頻段。[34]

因此，原先使用 24.25-26.65GHz 的汽車雷達，自 2018 年後，已不得再使用 24GHz。

（七） 執照管理與規範架構

1、 執照架構

RSPG 於 2018 年發布之 5G 頻譜策略中，建議各會員國應採取具彈性化之執照制度，包括適當之執照地理範圍（按各國需求區分為全國、區域、縣市或特定場域如工廠），或採個別執照及免執照制度等。

RSPG 建議 5G 使用 26GHz 頻段時，應採個別執照制，若頻段內存在其他使用者時，則可考慮採免執照架構，藉由設定共享條件以保護其他使用者。至於 66-71GHz 則可採取免執照制度，促進創新應用。

ECC 針對執照型態則區分為三種執照架構進行討論，分為全區執照、區域執照及個別傳輸執照。個別傳輸執照指特定位置、高度與傳輸功率之執照架構，通常以個案申請方式處理，申請者之傳輸型態

[34] ECC (2018), ECC Decision (04)10, The frequency bands to be designated for the temporary introduction of Automotive Short Range Radars,(SRR), available at: https://www.erodocdb.dk/download/fad2673d-260c/ECCDec0410.pdf (last visisted :2019/10/25)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

則會依其商業模式而有差異，通常為企業專用行動網路，採先申請先取得之申請制核配頻譜資源。[35]ECC 整理三種執照型態之優缺點如下。

表 9：歐盟 ECC 整理之三種執照優缺點

執照地理範圍	優點	缺點
全區執照	● 減少監管負擔 ● 適合全區網路與業者	● 限制小型企業接取 ● 若缺乏布建義務，則業者於偏鄉區域進行布建之誘因低
區域執照	● 業者可更靈活對有意願之區域出價 ● 推動區域型業者 ● 讓既有區域業者能繼續維運 ● 促進競爭與其他行動通訊服務	● 需於執照邊界設立緩衝區，避免不同用戶間之同頻干擾； ● 對監理機關管理、定義與核發執照造成額外負擔，也會影響業者網路規劃與維運； ● 無法促進區域、專網之發展
個別傳輸執照	● 適合只對特定時間、特定區域有需要的專網型態	● 對業者而言，布建整體網路將是負擔 ● 不適合有超額需求之特定區域

資料來源：ECC

2、布建義務規範

[35] Id, p.22.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

BEREC 於 2018 年底調查各會員國對於 700MHz、3400-3800MHz 以及 26GHz 頻段，其各自設定之布建義務規範內容。BEREC 發現，各會員國原則上對於 3400-3800MHz 與 26GHz 偏好設定一般性布建義務規範（家戶或人口涵蓋率以及基地臺數量），不過，在 5G 時代，針對主要交通要道與鐵路設定布建義務之情形有增加之趨勢。至於對低頻如 700MHz 之布建義務規範，則會特別設定偏遠地區與交通路線之布建義務要求。

BEREC 統計各會員國在 5G 時代可能設定之布建義務規範型態如下：

- 一般性布建義務；
- 主要交通要道（高速公路、主要道路以及鐵路等）；
- 偏鄉地區義務；
- 特定區域義務；
- 區域涵蓋義務（例如每一省需達到布建區域之規範）；
- 主要城市的增強型行動寬頻義務；
- 偏遠地區的寬頻覆蓋；
- 針對缺乏寬頻連線之家戶，提供網路布建；
- 與傳統行動通訊技術相似的布建義務；
- 與 4G 相似之布建義務；
- 3400-3800MHz 之布建義務會與 2600MHz 及 2100MHz 相似，但會加上 5G 品質需求；
- 一般性或特殊 PPDR 義務。

BEREC 提到對毫米波頻譜課予布建義務之難度較高，通常會取決於執照地理範圍，如果執照範圍為全國，則透過布建義務可鼓勵頻譜使用效率。許多會員國認為現階段對於 5G 之布建義務仍處在早期發展階段。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

與前述 ECC 分析執照型態之分析結果相似，針對垂直應用可能採用之執照型態，較偏向區域執照或個別傳輸執照。兩種執照型態各有優缺點，現階段歐盟層級並未特定訂定垂直應用頻譜，而主要採取以實驗先行之角度，透過 5GPPP 對各種創新應用實驗案例之補助，推動垂直應用發展。

RSPG 於 2019 年 10 月公告對於歐洲頻譜策略報告，考量創新業者需要盡早獲得頻譜資源以投入市場並發展商業模式，並回應中小企業對於頻譜資源之需求，因此擬訂對於垂直創新應用之建議包括：[36]

- 測試與實驗執照

  除了原有技術研究之測試外，放寬商業布建試驗，讓創新業者得以取得頻譜資源，以說服投資人支持創新。惟此種商業實驗不代表能長期獲得頻譜資源，僅為驗證該商業模式之可行性，非長期性透過頻譜資源取得營收。

- 頻譜與監理沙盒

  針對技術實驗或商業驗證提供特定目的之實驗頻譜，讓實驗業者得以接取頻譜資源，驗證商業模式，另外也有機會暫時免除一般常態性監管規範，以評估長期而言該應用是否具備發展潛力，同時，也需要評估監管架構是否能支持長期投資。

- 頻譜共享機制

  藉由創新頻譜共享機制，協助創新業者得以接取頻譜資源，需要評估執照制度是否需要調整，以及是否具備足夠的監管彈性。

[36] RSPG (2019), RSPG Report on European Spectrum Strategy, https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2019/10/RSPG19-031final_report_on_spectrum_strategy.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（九） 技術規範與其他

歐盟對於 5G 中頻段之技術規範報告，主要依循 ECC 第 281 號報告，針對 3400-3800MHz 頻段作為 1-6GHz 頻段中最主要之 5G 頻段提出相關分析。

1、 中頻段（3400-3800 MHz）頻段劃分

ECC 於 2014 年發布 ECC 決議(11)06 修正文件中，曾建議各位會員國將 3400-3600MHz 與 3600-3800MHz 視為個別頻段，分別考慮適當之頻率配置，不過，隨著 5G NR 技術演進，3GPP 已將 3400-3800MHz 視為單一頻段之部分（例如 NR 頻段 n77 與 n78 配置），因此，ECC 建議在 5G 情況下，各會員國應將 3400-3800MHz 視為單一頻段進行整備。ECC 建議 3400-3800MHz 頻段之區塊劃分應以 5MHz 為單位，僅管外界預期 5G 需要更大頻寬，惟區塊單位為 5MHz 時，能更有效處理既有業務頻譜移頻重整事宜，同時也讓各業者於競價時能更容易依據自身需求競標、組合頻譜資源。ECC 建議 3400-3800MHz 頻段之頻率劃分方式如下。[37]

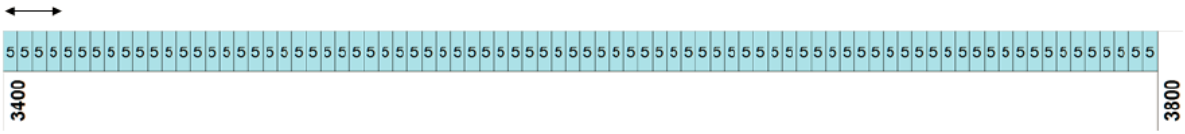


圖 48：歐盟 ECC 建議之 3400-3800MHz 協同一致頻率配置方式

資料來源：ECC

CEPT 參考 ECC 第 281 號報告內容後，發布第 67 號報告，發展歐盟境內之 5G 系統相關規範，並檢視 3.4-3.8GHz 頻段適用之協同技術條件，考量 5G NR 規格支持最大頻寬為 100MHz，故 CEPT 建議各會員國釋出 3.4-3.8GHz 頻段時，應釋出至少 3x50MHz 連續頻寬。[38]

[37] ECC (2018), Report 281: Analysis of the suitability of the regulatory technical conditions for 5G MFCN operation in the 3400-3800MHz band, available at: https://www.ecodocdb.dk/document/3360 (last visisted :2019/3/09)

[38] CEPT (2018), Report 67: Review of the harmonized technical conditions applicable to the 3.4-3.8 GHz ('3.6 GHz') frequency band, available at: https://www.ecodocdb.dk/download/561367fd-1ac6/CEPT%20Report%2067.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2、 高頻段（24.25-27.5 GHz）頻段劃分

ECC 決議(18)06 文件建議 24.25-27.5 GHz 頻段應採 TDD 配置，並以 200MHz 為單位。若相鄰頻段有其他業務既有使用者，則可適度調整為 50MHz 的倍數釋出，藉以完整使用全頻段。若遇可能涉及其他業務使用者重整移頻狀況時，則可改以 10MHz 為區塊，如下。

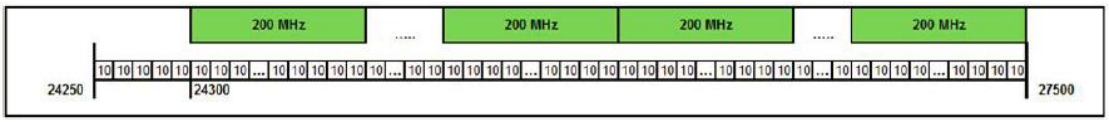


圖 49：歐盟 ECC 建議之 24.25-27.5 GHz 協同一致頻率配置方式

資料來源：ECC

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第二節　英國

一、5G 政策推動重點

（一） 政策歷程與目標

1、 英國 5G 政策歷程

英國 5G 政策重心為確保英國在 5G 的開發與布建居於全球領先地位。2016 年秋季，英國政府宣布投資全國性 5G 試驗平台和試驗（G Testbeds and Trials Programme，5GTT）計畫。英國政府認為，此計畫將加速 5G 網路布建、提高生產力和效率，帶來創新商機，讓英國成為 5G 網路和服務之全球領導者。

英國數位、文化、媒體暨體育部（Department for Digital, Culture, Media & Sport, DCMS）於 2017 年 3 月 1 日公布「數位策略」政策[39]，該政策將為英國打造數位基礎建設，計畫投入超過 10 億英鎊進行下一個世代數位基礎設施布建，包括光纖網路與 5G，預計將於 2020 年以前完成 4G 與高速網路的鋪設工程。

英國政府已於 2016 年秋季報告書宣布投資 7 億 4,000 萬在數位基礎建設的項目，英國政府預計從中撥款挹注一項整合光纖與 5G 的試驗計畫。從 2017 年開始，英國政府投資 2 億英鎊於市內全光纖網路計畫之驗證，英國政府認為接取光纖將是 5G 布建的關鍵因素。

英國文化媒體暨體育部（Department for Digital, Culture, Media and Sport, DCMS）於 2018 年 3 月公布 5G 測試平台及試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme）中之都市聯網計劃（Urban Connected Communities Project）政策文件，將推動大規模 5G 試驗，投資各項前瞻領域，例如機器人和無人駕駛。同年 9 月 4 日，英國政府宣布其 5G 試驗團隊正與西密德蘭郡聯合管理局（the West Midlands Combined Authority, WMCA）以及相關產業夥伴合作，準備正式推出商業案例，預期於 2019 年推行第一個計畫項目。

該計劃項目側重醫療與汽車產業如下

[39] DCMS(2017), UK Digital Strategy 2017, https://www.gov.uk/government/publications/uk-digital-strategy/uk-digital-strategy(last visisted :2019/7/10)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 透過視訊方式進行遠距醫療諮詢和緊急醫療情況諮詢，而影像內容除可回放外，可供家人與看護間進行共享查看，用以提升醫療照護之品質。
- 聯網救護車：發生事故時，輔助醫療人員可以即時在現場獲得專家建議，例如與顧問或其他臨床專家進行視訊，在前往醫院途中，在救護車上能即時傳送患者資訊，有助於在患者抵達醫院時能快速進行妥適處理。
- 即時傳輸公共巴士閉路電視（CCTV）畫面，以便能立即採取行動制止犯罪行為。使用具有人工智慧（AI）並能識別事件的“智慧相機”，可提供比目前一般相機更大涵蓋範圍。[40]

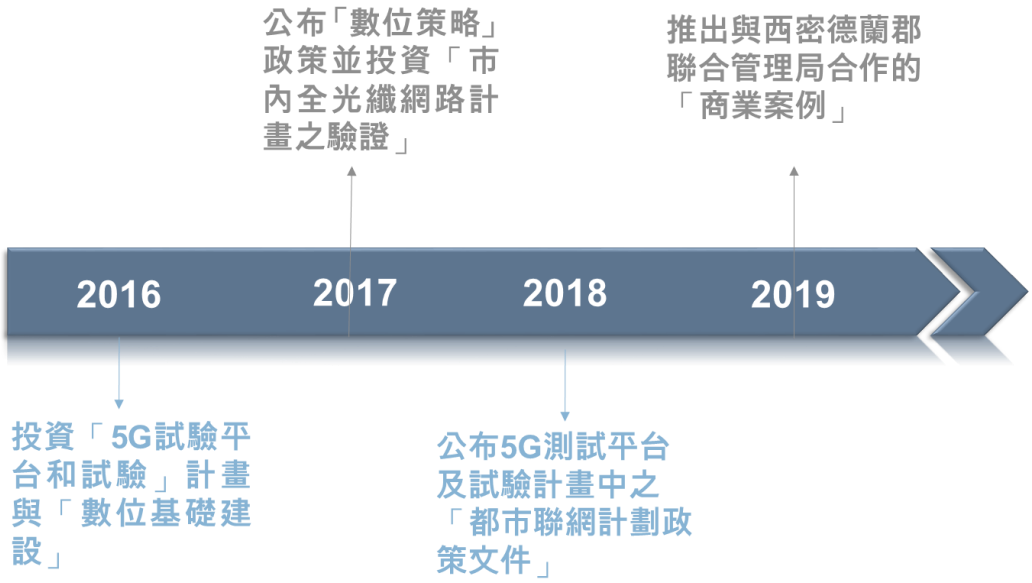


圖 50：英國 5G 政策歷程

資料來源:本研究整理

[40] DCMS(2018), West Midlands to become UK's first large-scale 5G testbed, https://www.gov.uk/government/news/west-midlands-to-become-uks-first-large-scale-5g-testbed(last visisted :2019/7/10)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 政策重心

1、 政策目標：提升 5G 基礎建設與網路涵蓋

DCMS 於 2018 年 7 月 23 日發布「檢視未來電信基礎設施(Future Telecoms Infrastructure Review）」政策文件，希冀推動全光纖及 5G 網路發展。DCMS 希望至 2025 年時，全光纖化連線至少可涵蓋達 1,500 萬個建築物；預期 2027 年時，5G 網路可涵蓋境內大多數居民，至 2033 年時，5G 網路涵蓋範圍能橫跨整個英國。英國政府期望英國人民在生活、工作及旅行上都能擁有高品質之行動網路連線。

現階段英國許多區域仍存在網路死角（not-spots）之問題，有必要提升各城市之網路容量，改善英國主要道路與鐵路之網路連線。因此，英國政府已開始針對電子通訊法規（Electronic Communications Code），及英國規劃法（planning laws）進行長遠（far-reaching）的變革，推動行動網路基礎設施布建更容易且成本更低。

英國想要成為 5G 世界的領導者，並藉由新技術取得領先者利益，為推動 5G 投資與創新，DCMS 定義四項優先領域：

- 推動行動基礎設施之布建與擴大市場，使網路布建更簡便且成本更低，改革和站臺布建有關之相關實施措施；
- 推動基礎設施成長，提升網路密集度，並擴大競爭及投資；
- 藉由 5G 測試平台及試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme），資助 5G 可行範例，降低 5G 初期之創新風險；以及，
- 釋出與核配頻譜資源，使既有業者或新參進者能推廣新浮現之 5G 服務。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

Ofcom 於 2015 年公眾諮詢文件時表示，未來 6GHz 以上將能夠滿足更大頻寬的使用需求，並用來推動英國 5G 網路潛在應用與服務，使其成為全球 5G 通用標準。[41]

Ofcom 於 2017 年 2 月發布頻譜整備計畫文件，希望藉以滿足對 5G 行動服務日益成長的需求。該份文件中確立低、中及高頻段之不同特性，可用於滿足不同需求。如下圖。

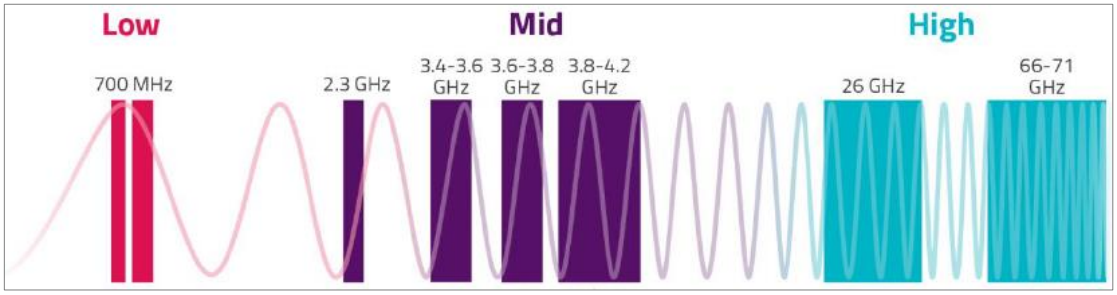


圖 51：英國 5G 候選頻譜規劃圖

資料來源:Ofcom

Ofcom 認為低頻段將可改善行動網路覆蓋範圍，提升用戶使用品質，Ofcom 於 2019 年 5 月發布年度計畫[42]，規劃於 2019 年開始進行 700 MHz 清頻整備作業，並預計於 2019 年 12 月開始拍賣該頻段。700 MHz 頻段也將納入網路布建義務作為執照條件之一。現階段 Ofcom 已持續徵詢該頻段之釋出條件及義務。

中頻段則用以滿足對於 5G 的傳輸容量需求，歐盟已明定 3.4-3.8GHz 頻段為 5G 主要頻段。英國則於 2018 年 4 月完成 2.3GHz 和 3.4GHz 頻段之拍賣作業，預計於 2019 年 12 月拍賣 3.6 至 3.8 GHz 頻段，預計釋出 116 MHz 於行動通訊業務。

[41] Ofcom(2015), Spectrum above 6 GHz for future mobile communications,https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/69422/spectrum_above_6_ghz_cfi.pdf (last visisted :2019/3/09)
[42] Ofcom(2019), Annual Plan 2019/20, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/141914/statement-ofcom-annual-plan-2019-20.pdf(last visisted :2019/7/11)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

高頻段將可支持未來 5G 的新興應用，特別是需要超高速傳輸容量以及極低低延遲的應用型態。Ofcom 正積極推動 26 GHz 頻段成為全球一致的毫米波頻段。

Ofcom 於 2019 年 2 月發布其對英國產業扮演支持無線創新的角色相關政策報告[43]，規劃開放 57-71GHz 共 14GHz 頻寬做為免執照設備使用，同時延伸 WiFi 使用 5GHz 之頻率範圍。目前英國頻段釋出概況如下表所示。

表 10：英國頻段釋出彙整表

Low	700 MHz	預計 2019 年 12 月拍賣，目前正徵詢此頻段之競價機制設計與相關執照規範義務。
Mid	2.3 GHz 及 3.4-3.6 GHz	已於 2018 年 4 月完成拍賣
	2.4 GHz	規劃作為免執照頻段
	3.6-3.8 GHz	預計 2019 年 12 月拍賣
	3.8-4.2 GHz	規劃作為 5G 共享及創新頻段
	5.8 GHz	規劃作為免執照頻段
High	26 GHz	規劃做為試驗及創新頻段
	57-71 GHz	規劃作為免執照頻段

資料來源:本研究整理

英國免執照包括 2.4 GHz、5.8 GHz 以及 57 – 71 GHz，用戶不需要執照就可使用這些頻譜，但需要確保設備符合某些標準並按照規定運作，例如，WiFi 是以低功率發射並使用技術來避免干擾到其他用戶，並允許多個設備在相同位置共享的基礎上運行，大多數連結 WiFi 的用戶設備都是免許可證的。下表為概述英國不同的頻段使用於不同商業模型和技術服務。

[43] Ofcom(2019), Supporting the expanding role of wireless innovation in UK industry, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/135362/supporting-role-wireless-innovation-uk-industry.pdf(last visisted :2019/7/11)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 11：英國不同技術之頻譜資源

技術		商業模式	服務提供	頻譜資源
行動網路	4G	•支持公眾網路與專用網路 •MNO 通常布建大範圍公眾網路 •區域業者可選擇布建公眾網路或專用網路	高速與高頻寬網路	•行動通訊頻段 •徵詢中之區域接取頻段（1.8GHz、2.3GHz、3.8-4.2GHz）
	5G	•5G 將可實現彈性化端到端虛擬網路	超高速與超高頻寬網路、低延遲與高可靠度	
區域網路	WiFi	支持特定區域之公眾網路與專用網路	範圍較廣	2.4GHz 與 5GHz
	MuLTEFire			5GHz
	WiGig		超高速但短距離	57-71GHz
低功率廣域網路	Sigfox	廣域公眾網路	網路涵蓋佳、低功率	868MHz
	LoRa	適用公眾網路與專網		
	NB-IoT	以行動通訊頻譜提供公眾網路或專用網路	網路涵蓋佳、低功率，能整合行動網路	行動通訊頻段

資料來源:Ofcom

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

1、 已拍賣頻段：2.3 GHz 及 3.4-3.6 GHz 頻段

Ofcom 於 2018 年 4 月完成 2.3 GHz 及 3.4-3.6 GHz 頻段之拍賣作業。2.3 GHz 頻段（2350-2390 MHz）共釋出 4 個 10 MHz 頻塊；3.4 GHz 頻段（3410-3480 MHz 及 3500-3580 MHz）則釋出 30 個 5 MHz，總計釋出 150 MHz。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

五家業者申請參與此次競標，分別為 Airspan Spectrum Holdings、EE（Everything Everywhere）、Hutchison 3G UK（H3G UK）、Telefónica UK（O2）、以及 Vodafone。除 Airspan Spectrum Holdings 未得標外，其餘 4 家業者均有得標，且所有頻塊均售出。

加上原先於該頻段中存在之既有使用者 UK Broadband，其持有 3480-3500 MHz 及 3580-3600 MHz，整體拍賣後之 3.4 GHz 頻段分布如下圖所示。

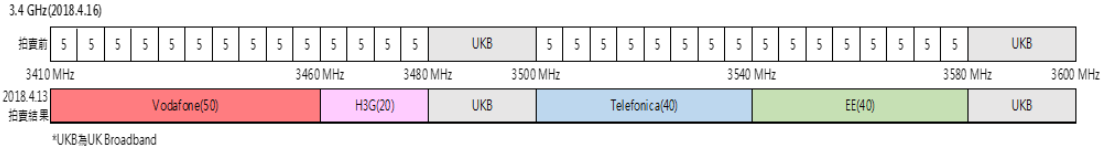


圖 52：英國 3.4 GHz 頻譜拍賣結果與分配狀態

資料來源：Ofcom

2、 規劃中頻段：700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 頻段

對於 700MHz，Ofcom 目前持續整備、清理既有使用業務，讓其得早日供 5G 行動通訊使用。原先 Ofcom 於 2014 年 11 月發布決議，將既有使用業務：數位地面電視（Digital Terrestrial Television, DTT）和節目製作與特別活動(Programme Making and Special Events, PMSE)移頻，清空後該頻段即可用於行動寬頻服務。[44]

Ofcom 提出之 700 MHz 清頻計畫，除了必須確保該措施不對 DTT 觀眾造成不適當的干擾外，並提供 960 至 1164 MHz 的額外頻段供 PMSE 業務使用。Ofcom 目前持續頻譜重整作業，希望讓此頻段於 2020 年第二季前可開放供行動寬頻業務使用。

針對 3.6-3.8GHz 頻段，Ofcom 於 2017 年 10 月發布決議[45]，將調整現有永久地球電臺(Permanent Earth Station, PES)執照和接收地球電臺的核可頻譜接取(Recognised Spectrum Access for Receive Only Earth

[44] Ofcom (2014), Decision to make the 700 MHz band available for mobile data – statement, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0024/46923/700-mhz-statement.pdf (last visisted : 2019/3/09)

[45] Ofcom(2017), Improving consumer access to mobile services at 3.6GHz to 3.8GHz, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/107371/Consumer-access-3.6-3.8-GHz.pdf(last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Stations, RSA for ROES)的。預計從 2020 年 6 月 1 日起，撤銷既有固定鏈路執照。

Ofcom 於 2018 年 12 月 18 日發布 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz 頻段之諮詢文件[46]，探討此頻段釋照機制、頻塊大小、覆蓋義務與頻譜上限等相關議題，並預計於 2020 年春季拍賣，將釋出 200MHz 頻寬，包含 700MHz 頻段之 80MHz，以及 3.6-3.8GHz 頻段之 120MHz。頻率執照範圍為全國，且 3.6-3.8GHz 頻段將與 3.4-3.6GHz 採取一致之技術條件，未來將增加額外的彈性措施以促進 5G 主動式天線系統布建。

Ofcom 對於釋出此二頻段之主要目的如下：

- 改善行動通訊網路覆蓋範圍；
- 確保頻譜核配效益；
- 維持強而有力的行動通訊市場競爭；
- 確保頻譜可用時間。

700 MHz 頻段將分別以 FDD 頻塊(703-733 MHz / 758-788 MHz)與 SDL 頻塊（738-758 MHz）釋出，共計 80 MHz；3.6 GHz 頻段將釋出 120 MHz（3680-3800MHz），如下圖所示。

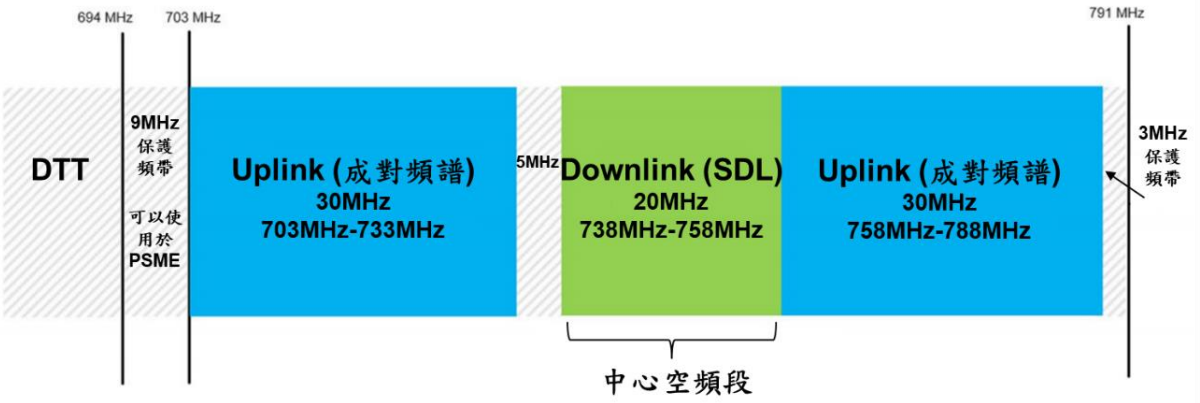


圖 53：英國 700 MHz 頻段釋出 80 MHz

資料來源:Ofcom[47]

[46] Ofcom(2018), Award of the 700 MHz and 3.6-3.8GHz spectrum bands , 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(last visisted :2019/3/09)

[47] Ofcom(2018), Award of the 700 MHz and 3.6-3.8GHz spectrum bands , 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(last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

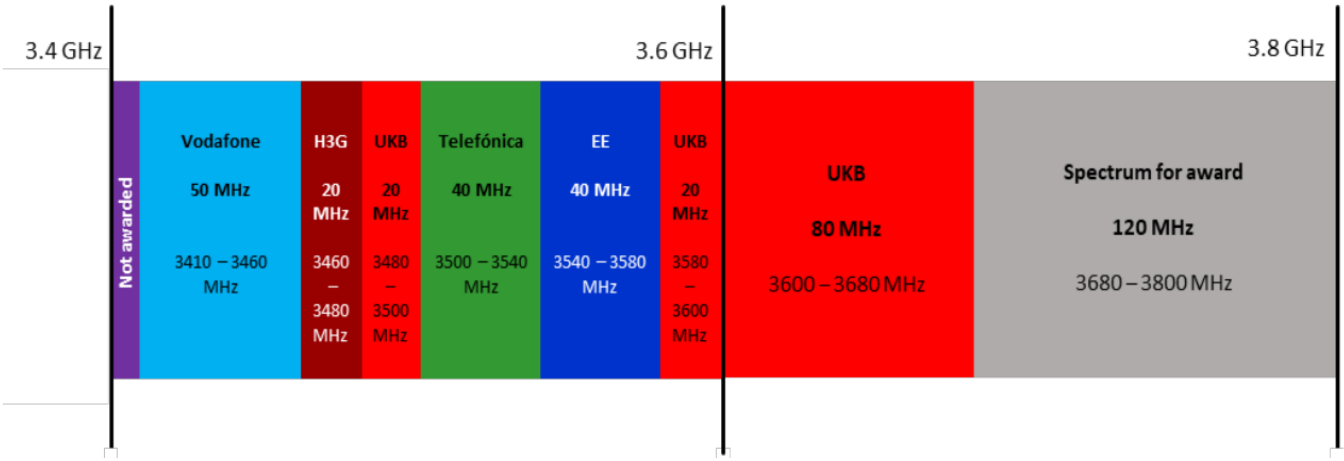


圖 54：英國 3.6 GHz 頻段釋出 120 MHz

資料來源:Ofcom

根據 2018 年 12 月諮詢文件中，行動網路業者的回覆意見表示，此次頻譜拍賣不需加入覆蓋義務，因此，拍賣形式需重新考慮採用組合價格鐘拍賣（Combinational Clock Auction, CCA）或同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multi-Round Auction, SMRA）形式，故 Ofcom 於 2019 年 10 月提出修改拍賣設計諮詢文件[48]，將拍賣機制修正為與前次拍賣 2.3GHz 與 3.4GHz 相同的 SMRA 機制，Ofcom 後續將徵詢公眾意見，以制定最終決議。

3、 60GHz 釋出規範

Ofcom 於 2009 年之決議中，說明將開放固定無線系統使用 59-64GHz。[49]60GHz 頻段可實現高傳輸衰減的技術條件，適用各種應用（例如 FWS，ITS，無線 HD 等）之共享。

[48] Ofcom(2019), Revised proposals on auction design, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/172648/revised-proposal-auction-design.pdf(last visisted :2019/12/16)

[49] Ofcom(2009), Release of the 59 – 64 GHz band, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0016/40516/statement.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Ofcom 於 2018 年 11 月 8 日發布相關決議，自 2018 年 11 月 27 日起，符合免執照條件之使用者均得使用 60GHz。[50]此頻段可應用於 5G 以及固定無線接取服務等，為其他垂直領域帶來創新契機。

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

2017 年 7 月，Ofcom 發布徵求意見書（call for inputs, CFI），收集所有利害關係人應用 26 GHz 頻段於 5G 的投入需求。在該份文件中，期望於 WRC-19 會議中正式決定將 26 GHz 頻段確定為 IMT 全球通用頻段。

除 26 GHz 頻段外，Ofcom 打算推廣 40.5-43.5 GHz 和 66-71 GHz 同樣被列為 IMT 頻譜。Ofcom 認為 37-43.5 GHz 很有可能成為 5G 頻段。至於 66-71 GHz，則可利用相鄰頻段內之無線系統經驗，發展此頻段可用設備。66-71 GHz 頻段目前於英國無既有使用者，不過已經被美國列為免執照頻段。另一個 Ofcom 討論到的頻段則為 32 GHz 頻段（31.8 - 33.4 GHz），儘管該頻段之影響力很小。

Ofcom 將支持 IMT 將以下三個頻段定義於無線電管理規範(RRs)之中：

- 24.25-27.5 GHz
- 40.5-43.5 GHz
- 66-71 GHz。

除了前述討論的 26 GHz 頻段議題外，英國於 WRC-19 之另一個重要議題，為短期衛星任務的監管條件及其頻譜可用性。隨著全球經濟不斷成長且技術不斷創新，將可採用新的設計技術，以更低的成本生產更小的衛星。英國熱切希望確保監管條件與對頻譜之需求，不會阻礙相關技術的持續發展。同時，也需要考慮頻段內既有業務的需求。

[50] Ofcom(2018), Making it easier to launch new wireless services and 5G technology, https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/features-and-news/wireless-services-5g-technology (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

英國對於 WRC-19 的第三個重要議題，也與衛星有關，主要為衛星地面站（ESIM）在無線電規則中的可用頻段。2015 年世界無線電通訊大會（WRC-15）時，修正衛星業務頻段的規範。

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

2013 年釋出的 800 MHz 以及 2.6 GHz 頻段，其頻譜上限考量當時業者頻譜持有數量，Ofcom 當時訂定總持有上限 2x105MHz。2018 年釋出 2.3GHz 和 3.4GHz 時，其頻譜釋出上限繼續參考 2013 年的經驗，規範釋照後得標者頻譜持有上限不得超過總頻寬的 37%。

針對預計於 2020 年春季釋出之 700MHz 和 3.6-3.8GHz 頻段，Ofcom 對於其頻譜持有上限規範將繼續沿用，要求釋照後各業者持有之行動通訊頻譜不得超過 416MHz。（總頻寬上限 37%），這將意味著英國擁有最多頻譜的業者 BT/EE 在此次拍賣中不得持有超過 120MHz，如下圖。



圖 55：英國行動頻譜持有上限規管歷程

資料來源:本研究整理

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

5G 的頻寬標準不像過去 4G 技術具有一致性，各個國家，甚至是電信業者彼此之間使用的頻段差異也有很大的不同，針對不同的 5G 應用服務伴隨著不同的技術與頻寬需求。頻寬越寬傳輸速率越快，乘

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

載的容量也越大，但 5G 頻寬要求仍存在不確定性。Ofcom 認為在中頻段需要至少 80MHz 頻寬才能滿足 5G(IMT-2020)的要求。[51]然而根據制定全球 5G 技術標準的聯合國國際電信聯盟（ITU），電信業者必須使用 100MHz 以上的頻寬，才能真正發揮 5G 的效用。[52]

（三） 頻譜交易與出租

英國 Ofcom 於 2005 年發布頻譜執行計劃報告[53]，表明英國頻譜政策將從以往的管制政策轉向市場管理機制，鼓勵頻率使用更有效率，具體措施包括了導入拍賣制度、開放頻譜自由買賣與解除頻率使用限制等。2011 年 Ofcom 針對頻譜交易議題，訂定 Trading Guidance Notes[54]（交易指引），使外界更易於瞭解「頻譜轉移」與「頻譜租賃」，並根據其需求選擇。兩種交易相關規定如下表所示。

表 12：英國頻譜轉移與出租之比較

頻譜轉移	頻譜租賃
● 讓原始執照持有者放棄現有的頻譜權利 ● 該過程需要 Ofcom 參與並授權新的執照	● 原執照持有者繼續擁有頻譜使用權。提供被許可人的執照中有註明租賃條款。 ● Ofcom 未參與
雙方皆會從 Ofcom 擁有執照，並授權可以使用頻譜。	租賃者未有自己的執照，但可使用租約中的頻譜

資料來源:Ofcom

[51] Ofcom(2017), on improving consumer access to mobile services at 3.6GHz to 3.8GHz, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/103355/3-6-3-8ghz-statement.pdf(last visisted :2019/7/11)
[52] ITU(2017), Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface, https://www.itu.int/md/R15-SG05-C-0040/en.(last visisted :2019/7/11)
[53] Ofcom(2005), Spectrum Framework Review: Implementation Plan, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/34148/sfr-plan.pdf (last visisted :2019/3/09)
[54] Ofcom(2018), Trading Guidance Notes, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

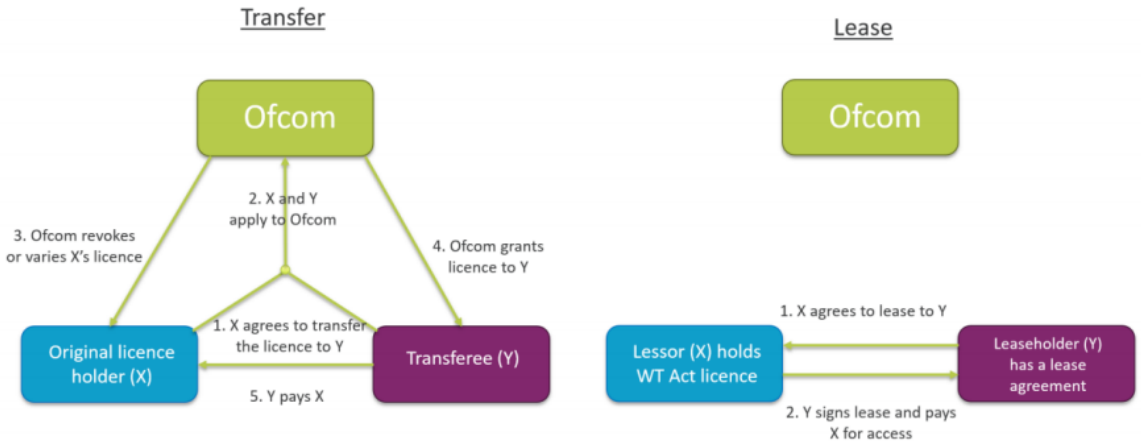


圖 56：英國頻譜移轉與出租之關係圖

資料來源:Ofcom

Ofcom 於釋出 700MHz 與 3.6-3.8GHz 之政策諮詢文件中，規劃限制此頻段得標者之頻譜交易權利，若為保留給新進業者之頻塊，限定為自核配後 48 個月方可移轉；其他頻段則為核配後 24 個月方得移轉。

目前英國大部分執照(包括行動通訊執照)尚未開放出租，但可根據具體狀況而定，僅某些商業無線電與接取頻譜可進行頻譜出租，如下表所示。頻譜出租與頻譜交易不同，出租不須對現有執照進行任何更改。為因應外界對於頻譜彈性使用之趨勢，Ofcom 開始研議開放行動通訊頻譜出租相關事宜[55]，本計畫將持續掌握後續發展。

表 13：英國可供租賃之頻譜執照

頻譜執照名稱	執照類型
商業無線電(Business Radio)	區域執照 Area Defined
	輕度執照 Suppliers Light
接取頻譜((Spectrum Access)	除行動交易管理規則與 CSA 執照(Concurrent Spectrum Access licences)所涵蓋的執照之外的所有交易執照

資料來源:Ofcom[56]

[55] Ofcom(2018), Enabling opportunities for innovation, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf(last visisted :2019/7/10)
[56] Ofcom(2018), Trading Guidance Notes,

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

2015 年 2 月，英國電信(British Telecom,BT)宣布以 125 億英鎊購買 EE，並向主管機關提交併購申請。併購後，BT/EE 擁有 39%可立即使用的頻譜，為了避免通訊傳播市場失衡，Ofcom 針對 2.3GHz 與 3.4GHz 頻譜拍賣，於 2017 年 7 月宣布「2.3GHz 與 3.4GHz 頻譜競爭與拍賣規則」，並提出意見諮詢。該文件中就 2017 年 11 月進行的 2.3GHz 與 3.4GHz 頻譜拍賣設計頻譜上限之規範，主要重點有二：其一，投標者在此次頻譜拍賣結束後，所持有的可立即使用頻譜不得超過 255MHz，此限制讓 BT/EE 不得競標 2.3GHz 頻段。其二，單一行動寬頻業者於此次頻譜拍賣結束後，總計持有的行動通訊頻譜不得超過 340MHz，此舉讓 BT/EE 僅能於 3.4GHz 頻段競標 85MHz。[57]

（五） 頻譜和諧共用措施

對於 2020 年即將釋出的 3.6-3.8GHz 頻段，Ofcom 於 2018 年底提出的諮詢文件，針對中頻段進行基地臺與其他業務的和諧共存評估。其中衛星地球臺與基地臺之間有下列兩種方式可降低發生相互干擾：

1. 地理間隔：將基地臺與衛星地球臺間隔 8 公里;
2. 加裝濾波器：透過加裝濾波器來降低衛星接收器受到基地臺的干擾。

然而，因中頻段的固定鏈路與基地臺之間的相互干擾程度較大，無法使用地理區隔的形式降低相互之間的干擾，該評估報告中建議加裝濾波器方式較佳。

https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf(last visisted :2019/7/12)

[57] Herber tsmith freehills (2017), Ofcom imposes double cap in forthcoming 2.3 and 3.4 GHz spectrum auction https://sites-herbertsmithfreehills.vuturevx.com/71/14308/compose-email/ofcom-imposes-double-cap-in-forthcoming-2.3-and-3.4-ghz-spectrum-auction.asp (last visisted :2019/7/10)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Ofcom 已針對即將釋出的 3.6-3.8GHz 頻段進行一套干擾評估測試，但實際預防干擾機制仍待 Ofcom 於 2019 年底公告 3.6-3.8GHz 頻段之決議而定。

（六） 頻譜重整機制

Ofcom 於 2014 年 11 月開始討論 700 MHz 頻段既有業務之頻譜重整議題，包括數位地面電視（Digital Terrestrial Television, DTT）與節目製作與特別活動（Programme Making and Special Events, PMSE）。Ofcom 於 2016 年 10 月發布加速 700 MHz 頻譜清頻整備計畫之政策決議。英國政府也決定針對 PMSE 設備使用者提供補貼，Ofcom 則於 2017 年 4 月 20 日諮詢受補貼者的申請資格及補貼費用，而後於 2018 年 8 月 23 日發布「PMSE 設備持有者於 700 MHz 頻段清頻整備作業[58]（PMSE clearing the 700 MHz band：Support for PMSE equipment owners）」聲明及諮詢文件。

本項補貼計畫的目的，在於補償 PMSE 設備持有者，在未獲得頻譜回收通知日之前 5 年，即被 Ofcom 要求於 2021 年 9 月之前不得再使用 700 MHz 頻段，所導致相關設備損失的補償。

補貼計劃的資格標準如下：

- 設備持有者必須在 2014 年 10 月 17 日至 2018 年 8 月 23 日期間持有 700 MHz 執照；或必須能夠提出可檢驗的證據，說明其業務為出租而非使用 PMSE 設備，因此無需持有 700 MHz 執照。
- 申請者僅能對自有設備申請補貼，且該設備必須為正常運作狀態。
- 申請補貼的設備，須為 2018 年 8 月 23 日前購買的設備
- 申請補貼的設備之調頻範圍（tuning range）應涵蓋 700 MHz 頻段。

[58] Ofcom(2018), PMSE clearing the 700 MHz band, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/130243/PMSE-clearing-the-700-MHz-band-Participating-in-the-funding-scheme.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 因上述補貼設備無法使用，連帶讓輔助設備也無法使用時，滿足前述標準之輔助設備亦包含在補助範圍之內。

基於市場相關利害關係人於 2017 年 4 月諮詢意見中之回覆意見[59]，認為補貼計畫也應考量清頻整備計畫所引發的其他成本，例如 PMSE 設備重新規劃與安裝等成本，故 Ofcom 於 2018 年 8 月諮詢各界看法[60]後於 2018 年 10 月發布聲明[61]表示對於符合條件的補貼設備再加成支付 10%之補貼。

（七） 執照管理與規範架構

1、 執照架構

Ofcom 於 2017 年 7 月 28 日發布「5G 頻譜接取 26 GHz 與 30GHz 以上頻段之更新」諮詢文件[62]，討論毫米波頻譜之接取特性及其潛在應用，可能較不適合以傳統執照方式核發頻譜資源，僅使用一種執照制度，可能難以滿足所有利害關係人的需求，也無法讓消費者利益最大化。

Ofcom 認為，較適合的方法為混合授權方法，在高需求區域，可以區域執照方式釋出 26GHz 頻段，其餘頻率則供業者以共享方式協調使用；至於非高需求之區域，則可全數開放供業者以協調方式共用。此種方式可以更有效的鼓勵創新及促進競爭，也讓業者保有投資的確定性及高需求地區的服務品質。如下圖所示。

[59]Ofcom(2017), PMSE clearing the 700 MHz band , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/100965/700mhz-band-pmse-funding.pdf(last visisted :2019/7/10)

[60] Ofcom(2018), PMSE clearing the 700 MHz band , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/118831/PMSE-700-MHz-statement-and-consultation.pdf(last visisted :2019/7/10)

[61] Ofcom(2018), PMSE clearing the 700 MHz band , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/130243/PMSE-clearing-the-700-MHz-band-Participating-in-the-funding-scheme.pdf(last visisted :2019/7/10)

[62] Ofcom(2017), 5G spectrum access at 26 GHz and update on bands above 30 GHz, , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0014/104702/5G-spectrum-access-at-26-GHz.pdf (last visisted :2019/7/10)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

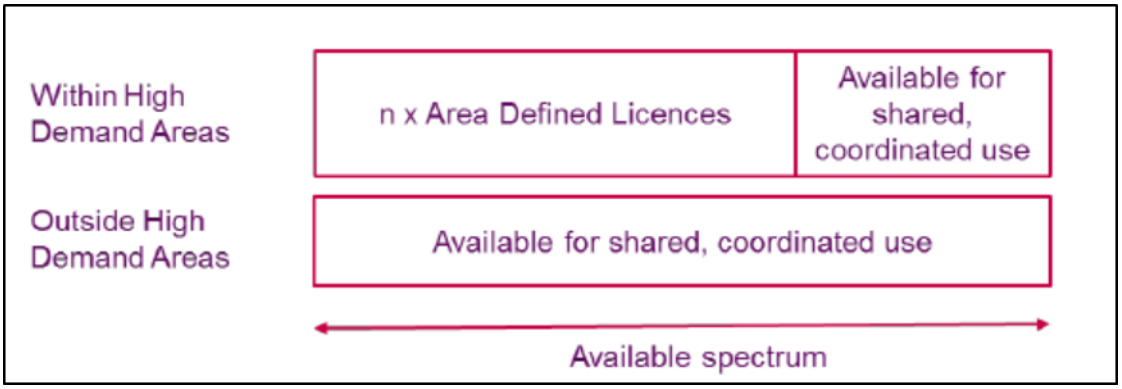


圖 57：英國混合授權方法範例

資料來源：Ofcom

2、布建義務規範

Ofcom 於 2018 年 12 月提出的 700MHz 與 3.6-3.8GHz 頻譜釋出諮詢文件中提到有關布建義務建議[63]，業者在被授予頻譜許可證的四年內需要達到以下兩點布建義務規範：

- 英國行動服務覆蓋率需達到至少 90%，包括至少 90%的英格蘭，90%的北愛爾蘭，74%的蘇格蘭和 83%的威爾斯。
- 為至少 140,000 個場所提供優質的室外訊號
- 布建至少 500 個新的行動站點

Ofcom 於 2019 年 10 月提出修改拍賣設計諮詢文件，此次頻譜拍賣將不需加入覆蓋義務，然而最終諮詢結果至今尚未公布，本研究團隊將會持續追蹤。

2014 年 12 月，英國四家行動網路業者（MNO）與政府簽署協議[64]，承諾在 2017 年 12 月 31 日之前英國行動服務覆蓋率需至少達到 90%。2015 年 1 月，Ofcom 制定了遵守此義務的方法，根據協議條款，行動業者必須在 2017 年 12 月 31 日之前自行驗證是否達成，目

[63] Ofcom(2018), Award of the 700 MHz and 3.6-3.8GHz spectrum bands , 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(last visisted :2019/3/09)

[64] Ofcom(2018), Mobile coverage obligation, https://www.ofcom.org.uk/spectrum/information/cellular-coverage (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

前英國四家行動網路業者（MNO）均已達到 90%的覆蓋要求。因此可以確認四家行動網路業者均遵守語音覆蓋義務。

Ofcom 於 2019 年 1 月提出關於 700MHz 與 3.6-3.8GHz 頻譜的覆蓋義務諮詢文件[65]，當中建議業者於偏鄉地區建置新的基地臺規範如下：

- 應建置 500 個新的基地臺；
- 新的基地臺應與既有的基地臺至少相距 1-2Km，以避免新的基地臺於既有基地臺處於同一站點；
- 每個基地臺最低發射功率應大於 43dBm。

3、頻率啟用義務

歐盟電子通訊法（the European Electronic Communications Code, ，簡稱 EECC）於 2018 年 12 月正式更新通過。會員國需於 2020 年 12 月 31 日前將其納入該國之法律。

DCMS 於 2019 年發布一篇實施歐盟電子通訊法的諮詢文件[66]，討論如何落實歐盟電子通訊法之規範於其英國法律之中，其中歐盟電子通訊法第 47 條中表示主管當局應設定頻譜執照條件使用基準，以確保頻譜能夠最有效率地被使用，該條文也鼓勵行動業者和執照持有者能透過頻譜共享(租賃或交易)機制積極使用頻譜；頻譜共享可以提供機會給新進業者進入市場的契機，以助於推出更多新的創新服務並能確保行動業者之間的競爭平衡。

英國為促進頻譜使用效率，Ofcom 欲將頻率啟用義務(Use-it-or-lose-it)納入執照條件之中並實施於 700MHz 與 3.6GHz 頻譜執照中，

[65] Ofcom(2019), Coverage obligations in the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum award, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/135157/Consultation-Coverage-obligations-in-the-700-MHz-and-3.6-3.8-GHz-spectrum-award-Ofcoms-approach-to-verifying-compliance.pdf (last visisted :2019/10/16)

[66] DCMS(2019), Implementing the European Electronic Communications Code, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/819964/EECC_Consultation_-_Publication_Version__4_Updated_.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

若得標者標得頻譜後一段期間內未啟用，Ofcom 將考慮收回該得標頻段。

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

Ofcom 並未特別對垂直應用設定專用頻譜，主要藉由頻譜共享機制，促進垂直應用得擁有使用更多頻譜資源之機會。2018 年 12 月 18 日，Ofcom 發布拓展創新應用契機之諮詢文件[67]，擬藉由頻譜共享機制推動創新應用發展。Ofcom 規劃適用頻譜共享機制的頻段，包括 3.8-4.2GHz、1800MHz 以及 2300MHz 頻段，讓閒置區域的頻譜資源可供有需求之使用者使用。潛在需求使用者可向 Ofcom 提出申請，確認特定頻段之特定區域是否可供潛在需求者使用。

本次諮詢時間自 2018 年 12 月 18 日起至 2019 年 3 月 12 日止，Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日發布政策決議，同時申請者在決議發布後即可申請，並規劃在 2019 年年底釋出新執照。Ofcom 預期未來頻譜共享機制將逐步演進至動態頻譜接取（Dynamic spectrum access, DSA），因此將持續探究本次擬開放作為頻譜共享機制適用之三個頻段，未來採用 DSA 之可能性。

1、 共享候選頻段：3.8-4.2 GHz

該頻段在英國目前使用於衛星電視台、點對點的固定網路和無線接取應用（固定）。該頻段的配置在技術上由 Ofcom 按先到先得的原則取得。Ofcom 已在年度計劃中[68]指出，在此頻段內可實現更好的共享存取，目的在於保護現有寬頻的用戶，同時也促使新用戶能夠存取。該頻段可用於私人網路，或者工業上的自動化生產流程，並可更廣泛地支持物聯網。目前有幾個國家正期待此頻段可以用於 5G。除了許

[67] Ofcom(2018), Enabling opportunities for innovation, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf(last visisted :2019/7/12)

[68] Ofcom, Annual Plan 2018/19, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/112427/Final-Annual-Plan-2018-19.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

多現有頻段之外，該頻段也提供偏鄉寬頻連接使用。各候選頻段之際有使用業務配置如下圖。

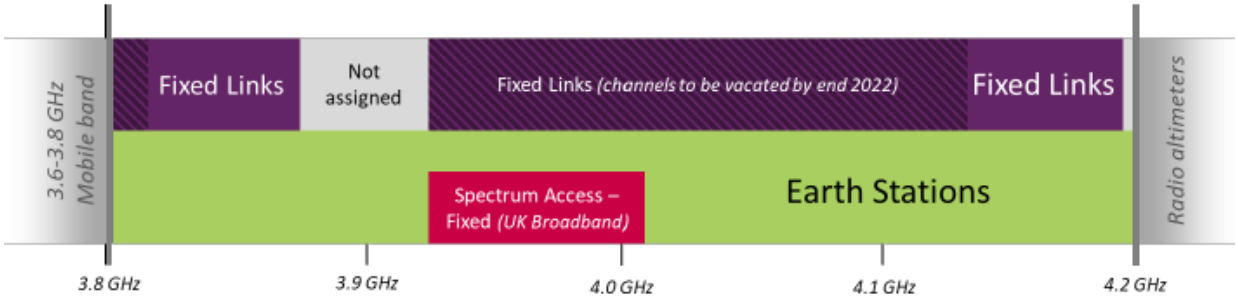


圖 58：英國 3.8-4.2 GHz 既有分配狀態

資料來源:Ofcom

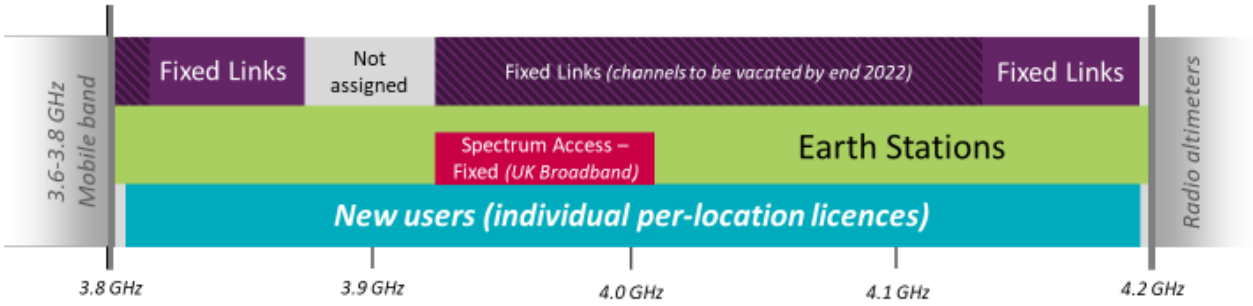


圖 59：英國 3.8-4.2 GHz 規劃分配狀態

資料來源:Ofcom

2、 共享候選頻段：1800MHz 共享頻譜

此頻段主要頻率位置為 1781.7-1785 MHz / 1876.7-1880 MHz 成對式頻段。2006 年 4 月拍賣後，Ofcom 發出 12 張共用頻譜接取執照（Concurrent Spectrum Access Licensees, CSA）允許共享該頻段，如下圖。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

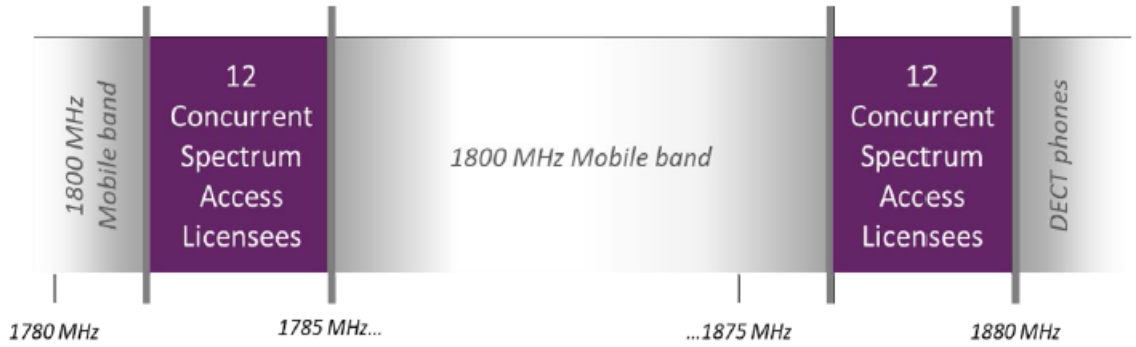


圖 60：英國 1800MHz 共享頻譜既有分配狀態

資料來源:Ofcom

Ofcom 正在考慮此頻段之接取權限擴張給更多用戶。由於此頻段為行動通訊網路常用頻段，因此代表可立即用於提供語音、文件傳輸和低資料傳輸應用，作為第三方尋求擴展偏鄉地區、建築物或私人行動網路的行動網路覆蓋，如下圖。



圖 61：英國 1800MHz 共享頻譜規劃分配狀態

資料來源:Ofcom

3、 共享候選頻段：2300 MHz 共享頻譜

頻率範圍為 2390-2400 MHz 頻段，此頻段由軍方（Ministry of Defense, MOD）使用。Ofcom 認為可以考慮讓該頻段以特定地點之個別執照共享使用，如下圖。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

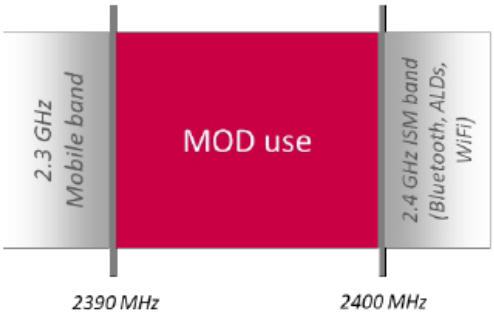


圖 62：英國 2300MHz 共享頻譜既有分配狀態

資料來源:Ofcom

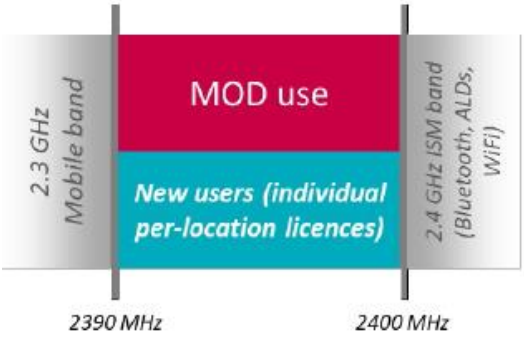


圖 63：英國 2300MHz 共享頻譜規劃分配狀態

資料來源:Ofcom

表 14：英國頻譜共享機制彙整表

頻譜共享機制之適用頻段	● 3.8-4.2GHz 共享頻段 ● 1800MHz 共享頻段（1781.5-1785MHz/1876.7-1880MHz） ● 2300MHz 共享頻段 2390-2400MHz
頻譜取得方式	● 採申請制，先到先得 ● Ofcom 將評估申請人使用頻段之執照與地區，和其他執照使用者之干擾狀況。
執照型態	● 低功率特定區域執照：針對特定區域連線使用之低功率執照。允許使用者在一特定地區（半徑 50 公尺以內範圍），且該區域無其他 Ofcom 核發許可執照之使用者布建基地臺。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	● 中功率長距離連線基地臺執照：最初限定用於布建基地臺於偏鄉地區。
共享頻譜收費機制	Ofcom 規劃收取以成本計價之執照費，回收管理執照流程之成本。費用採年費計收，並區分為以下兩種： ● 適用於 3.8-4.2GHz 與 2300MHz 共享頻譜：每 10MHz 酌收 80 英鎊。 ● 適用於 1800MHz 共享頻譜：每 2x3.3MHz 酌收 80 英鎊。
執照效期	● 三年
頻譜共享機制運作方式	Ofcom 規劃頻譜共享機制於該頻段之作法為： ● 使用者依其自身需求，申請特定區域、頻段與頻寬； ● Ofcom 評估此需求，包括是否會遭遇來自頻段內其他使用者之干擾，或干擾其他使用者； ● Ofcom 針對需求區域、頻段與頻寬，採先到先得制指派個別執照，此執照不得干擾其他使用者； ● Ofcom 酌收以成本計價之執照費，以回收主管機關管理執照之成本。

資料來源:本研究整理

（九） 技術規範

Ofcom 對於基地臺每個天線頻段內（In-block）功率限制在 64 dBm /（5 MHz）EIRP，但對於下行鏈路頻段內功率並無強制性的限制。在 700 MHz 委員會決議書中表示對於終端站執照技術規範了上行鏈路頻段內和頻段外發射限制， Ofcom 建議將其強制限制於 700MHz 執照條件中，對終端站發射功率限制如下表 14 所示，但這些限制不適用於大多數消費型行動設備。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 15：英國 700MHz 執照技術規範

頻段內(In-block)功率限制	無線電設備	最大平均功率限制
	基地臺(Terminal station)	23 dBm
頻段外(Out-of-band)功率限制	頻率範圍	最大平均功率限制
	470–694 MHz	-42 dBm / 8 MHz
	470–694 MHz	-7 dBm / 4 MHz
	698–703 MHz	2 dBm / 5 MHz

資料來源:Ofcom

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第三節　美國

一、5G 政策推動重點

（一） 5G 政策歷程與目標

1、 政策背景

美國總統唐納德 • 川普於 2018 年 10 月發布總統備忘錄：「發展適當之頻譜策略以因應美國未來（Developing a sustainable spectrum strategy for America's future）」，認為美國若為 5G 的先行者，則可以在經濟領域與公共領域中的不同產業中帶來創新契機，發展具彈性且可預期之頻譜接取政策，將可讓聯邦使用者能夠達到目前與未來使用通訊系統之頻譜需求。為了鼓勵聯邦機構對於滿足任務所需通訊系統之投資，美國政府將採取適當措施以維護美國關鍵基礎設施與太空系統運作所需之無線電頻率環境。[69]

美國聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）針對 5G 發展，於 2018 年 9 月公布其促進美國 5G 優先計畫（Facilitate America's Superiority in 5G Technology, 5G FAST Plan），根據 FCC 主席 Pai 對此計畫之規劃，認為將包括以下三大成份：（1）向市場提供更多頻譜；（2）革新基礎設施政策；（3）改革過時的規管。[70]

2、 政策演進歷程

FCC 之 5G 政策演進，最早於 2014 年時就開始探詢毫米波頻譜做為 5G 使用之可能性，其後陸續發布多次 5G 候選頻段之整備與釋出相關政策文件。2018 年，FCC 進一步制訂 5G 優先計畫，將 5G 政策從頻譜資源整備擴大到革新基礎設施政策與更新相關監理制度等。2018 年 10 月，美國總統發布因應美國未來之頻譜策略，更進一步從商用頻譜拓展到聯邦使用之頻譜資源整備。2019 年 1 月，FCC 完成 28GHz 拍賣作業，成為美國首個釋出之 5G 頻譜，其後陸續於 3 月辦

[69] Donald Trump (2018), Presidential Memorandum on developing a sustainable spectrum strategy for Americas Future.
[70] FCC (2018), The FCC's 5G FAST Plan, https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354326A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

理 24GHz 頻段拍賣，規劃於 12 月啟動 37、39 與 47GHz 頻段拍賣作業。政策演進如下圖。

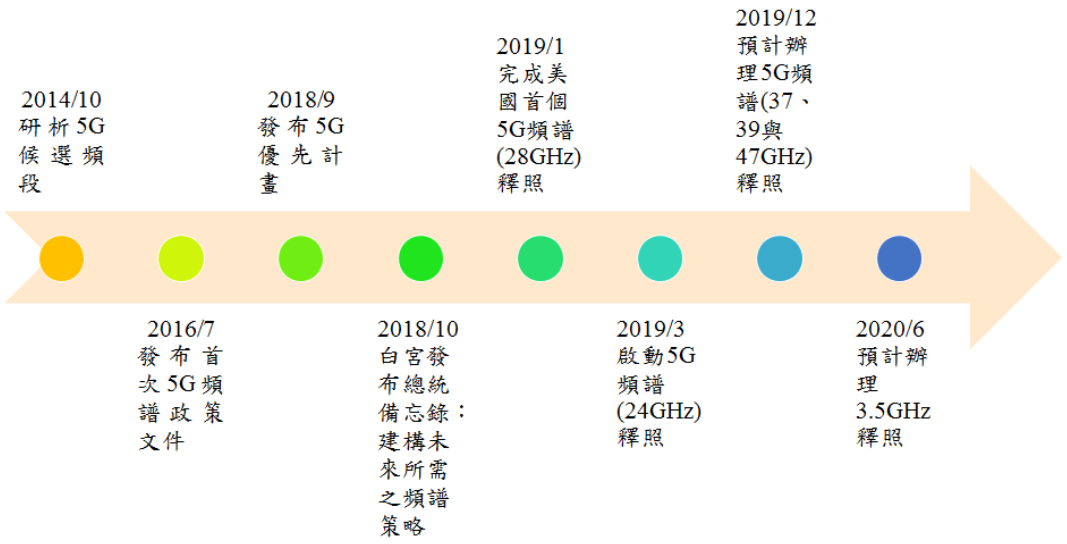


圖 64：美國 5G 政策演進

資料來源：本研究整理

（二） 政策重心

FCC 主席 Pai 之美國 5G 優先計畫（Fast Plan）具備三大重心，分別為頻譜、基礎設施政策與監理制度等，如下圖。

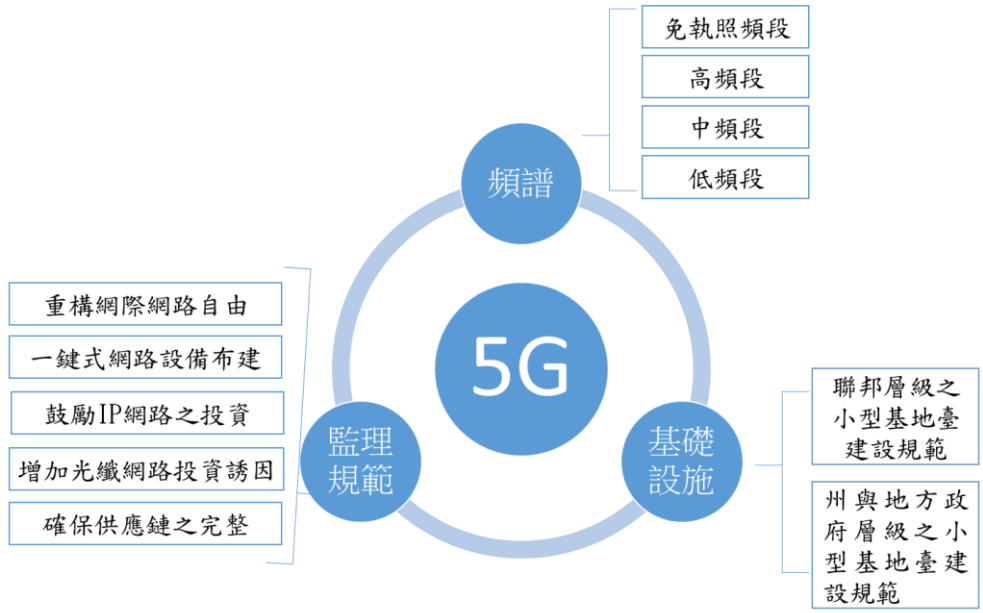


圖 65：美國 FCC 5G 政策之三大主軸

資料來源：FCC，本研究編繪

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

FCC 5G 優先計畫下之三大政策重心細節如下：

1、 頻譜：FCC 將採取行動，使有足夠的頻譜資源供 5G 使用。

- 高頻段：FCC 會優先拍賣毫米波頻段，已於 2019 年 1 月完成 28GHz 頻段拍賣，完成後接續啟動 24GHz 頻段拍賣。預計 2019 年 12 月進行 37GHz、39GHz 與 47GHz 頻段拍賣，總計將可釋出近 5GHz 頻寬供市場使用 5G。同時，FCC 正致力於整備 26GHz 與 42GHz，預期將可再整理出額外 2.75GHz 頻寬。
- 中頻段：中頻段將可做為達成 5G 布建範圍與傳輸特性之平衡選擇，FCC 正整備 2.5GHz、3.5GHz 與 3.7-4.2GHz 頻段，預期將可整備 844MHz 頻寬供 5G 布建。
- 低頻段：FCC 對於 5G 低頻段之整備，主要聚焦於改變 600MHz、800MHz 與 900MHz 之執照使用，使其可應用於 5G。
- 免執照頻段：FCC 認知到免執照頻段對於 5G 之重要性，正探詢下世代 WiFi 使用 6GHz 以及 95GHz 以上頻段之機會。

2、 基礎設施政策：FCC 正革新其基礎設施政策，鼓勵民間企業投資 5G 網路。

- 加速聯邦層級審查小型基地臺布建：FCC 將採取新的規範，減少聯邦對於小型基地臺基礎設施布建的時程與成本，協助加快拓展 5G。
- 加速州與地方政府層級審查小型基地臺布建：FCC 將修正過時對於小型基地臺之規範，讓州政府與地方政府能在合理時限內批准或否決業者對於布建小型基地臺所提出之申請。

3、 革新監理規範

- 重構網際網路自由：FCC 認為，美國應鼓勵投資與創新，因而需要保護網際網路的開放與自由度，因而針對網際網路服務供應商制訂國家政策。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 一次申請完成：FCC 革新網路設備安裝於電杆之相關規範，降低布建成本與加速 5G 後置迴路布建的程序。
- 鼓勵 IP 網路投資：FCC 修訂相關規範，讓公司更容易投資下世代網路與服務；
- 增加光纖網路投資誘因：為提升產業對於升級至下世代光纖網路之誘因，FCC 修正對於高速專線服務之規管措施；
- 確保供應鏈完整：FCC 規劃防止納稅人的錢被拿去購買可能對美國國家安全造成威脅的公司所生產之設備或提供之服務，因而有必要確保通訊網路或通訊產業供應鏈的完整。

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

FCC 對於 5G 頻段之整備，可追溯自 2014 年時就提出對於 5G 候選頻段之諮詢文件，針對 24GHz 以上頻段，探詢適合作為 5G 網路使用之候選頻段，當時 FCC 討論頻段包括 24GHz、27.5-28.35GHz、29.1-29.25GHz、31-31.3GHz、39GHz、37/42GHz、60GHz 以及 70/80GHz。[71]2016 年 7 月時，FCC 發布對於毫米波頻譜做為 5G 使用之報告、命令與法規制訂公告草案，宣布將提供總頻寬達 11GHz 之毫米波頻譜供 5G 使用，其中包括執照頻段 28GHz、39GHz 以及 37GHz 等總計 3.85GHz 頻寬，以及免執照頻譜 64-71GHz 頻段約 7GHz 頻寬。[72]

FCC 於 2017 年 10 月發布第二份毫米波頻段之政策文件，主要討論 24GHz 與 47GHz 做為毫米波頻譜使用之政策規劃；FCC 於 2018 年 6 月發布第三次毫米波頻譜之政策文件，針對 37GHz 之釋出區塊、28GHz、37GHz 及 39GHz 之頻譜持有上限，以及 26GHz 與 42GHz 納為 5G 整備頻段之可能性；FCC 於 2018 年 8 月發布第四次毫米波頻

[71] FCC (2014),Use of spectrum Bands above 24GHz for Mobile radio services, available at : https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-14-154A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[72] 電信技術中心（2018），國內外 B4G/5G、IoT 新興技術使用頻段與技術發展趨勢研究，頁 115。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

譜政策法規修正文件，探詢 37GHz、39GHz 與 47GHz 之釋出規劃，並於 2018 年 12 月發布報告命令，將以誘因拍賣機制（Incentive Auction）釋出前述毫米波頻段。2018 年 11 月，FCC 啟動 28GHz 拍賣作業，該次拍賣持續進行到 2019 年 1 月 24 日結束，同時於 2019 年 6 月 3 日公告最終拍賣結果；其次 FCC 於 2019 年 3 月啟動 24GHz 頻段拍賣作業，4 月 17 日公告數量階段得標結果，最終拍賣結果則於 5 月 28 日公告。預計第三波釋出之 5G 毫米波頻譜，則規劃於 2019 年 12 月啟動 37、39 與 47GHz 頻段拍賣作業。

針對中頻段部分，FCC 於 2018 年 5 月諮詢 2.5GHz 頻段導入 5G 使用之可能性，並於 2019 年 7 月發布決議，將轉變 2.5GHz 應用於 5G，並規劃於 2020 年以拍賣方式釋出；2018 年 7 月探討 3.7-4.2GHz 頻譜使用現狀與蒐集既有電臺架設資訊，並要求各衛星接收站應於期限內繳交相關電臺資料；2018 年 10 月修正 3.5GHz 頻段之相關執照規範，希冀讓該頻段及早導入於 5G 使用，其後 FCC 於 2019 年 9 月公告 3.5GHz 頻段競價規則，預計於 2020 年 6 月啟動 3.5GHz 頻段拍賣作業。

有關免執照頻段，FCC 於 2018 年 2 月探討開放 95GHz 以上頻段之法規修正草案，2018 年 10 月發布 6GHz 頻段以免執照頻段方式開放供 5G 使用之法規修正草案，目前尚未公告對於 6GHz 頻段是否適用免執照頻譜之最終決議。

FCC 對於 5G 頻譜整體發展歷程如下圖。

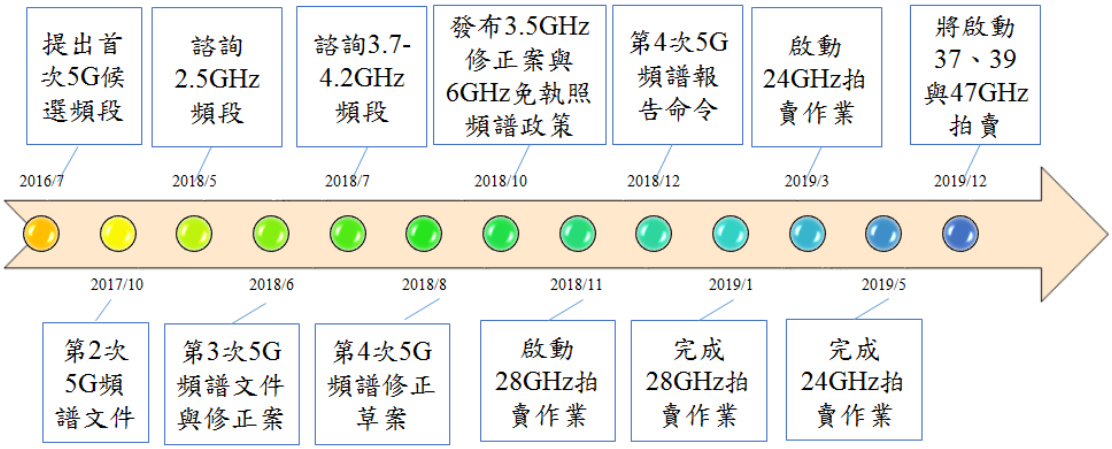


圖 66：美國 FCC 5G 頻譜整備歷程

資料來源：本研究編繪

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

FCC 對於 5G 候選頻段之整備，分列於不同時間點發布之法規修正與報告命令，以下摘要 FCC 對各候選頻段之規劃與整備。

1、 2.5GHz 頻段

FCC 於 2018 年 5 月發布討論 2.5GHz 頻段作為 5G 之法規修正草案文件。該頻段頻率範圍為 2496-2690MHz，原本由教育寬頻服務（Educational Broadcast Service, EBS）使用。FCC 規劃將該頻段轉為 5G 使用之理由，為促進頻段使用效率以及增加 5G 可用頻譜資源。FCC 徵詢各界對於該頻段之既有執照條件之修正、導入新執照架構之可能性，以及制定新執照規範等。[73]

FCC 而後更進一步於 2019 年 7 月 11 日發布移轉 2.5GHz 頻段之報告與命令文件，讓該頻段明確可做為 5G 使用。FCC 採取之作法，包括修正原限制該頻段僅能做為 EBS 使用，放寬使用業務之資格限制，以及該頻段之出租限制，並修正既有執照區域等。另外，FCC 亦將針對該頻段內無既有業務使用之區域，以拍賣方式釋出該空白頻段區域等。FCC 預期藉由重整 2.5GHz，提供更多中頻段資源供 5G 網路布建之用。[74]

FCC 主席於 2019 年 10 月的演講中提到，FCC 將致力於在 2020 年啟動 2.5GHz 頻段拍賣。

2、 3.5GHz 頻段

3.5GHz 頻段過往為 FCC 規劃使用於公眾寬頻無線服務（Citizens Broadband Radio Service, CBRS），頻率範圍為 3550-3700MHz。FCC 設計三層式頻譜共享機制使用該頻段，除保證既有使用者（軍方雷達）使用不受干擾外，於可使用之時間與地點，開放可供電信業者使用之優先接取執照（Priority Access Licenses, PAL）。不過，由於業者對於

[73] FCC (2018), Transforming the 2.5 GHz Band , available at: https://transition.fcc.gov/Daily_Releases/Daily_Business/2018/db0511/FCC-18-59A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[74] FCC (2019), Transforming the 2.5 GHz Band , Report and Order, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-19-62A1.pdf (last visisted :2019/7/12)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

該頻段之執照規範效期、換照機制、執照地理區域與競價機制等議題提起訴願，且該頻段為國際間重要之 5G 中頻段。基於促進頻譜使用效率與鼓勵產業投資之理由，FCC 於 2017 年 10 月發布 3550-3700MHz 之修正草案。

2018 年 10 月，經過政策評估與產業諮詢後，FCC 發布 3.5GHz 頻段之法規修正決議，希望藉由增進產業運用該頻段布建 5G 之意願，確保美國繼續保有下世代技術與服務之優先地位。[75] 本次決議重點包括：

- 修正優先接取執照業者（PAL）的執照區域，從原先地理涵蓋較小的人口普查區，修正為範圍較大的郡（country）；
- 將 PAL 執照年限由 3 年且不可換照，修正為可換照之 10 年執照效期；
- 建立屆期前的績效評估機制，藉以評估是否准許換照；
- 確保執照區域內有 7 張 PAL 執照可用；
- 允許業者於偏鄉地區與原住民保留區之出價可享競價優惠；
- 開放 PAL 得出租與轉讓；
- 更新資訊安全以保護註冊資訊；
- 保障其他業務使用之時，仍確保有足夠的頻寬可供傳輸。

3.5 GHz 頻段修正後之規則，將與 FCC 原先對於促進 4G 與 LTE 布建之規範一致，藉以吸引產業對於 5G 之投資，有助於提升頻譜使用效率，且加快於美國境內實現 5G 網路布建。[76]

FCC 於 2019 年 9 月公告 3.5GHz 頻段競價諮詢文件，徵詢外界對於競價機制之看法。FCC 規劃採上升時鐘型競價（Clock Auction），競價者表達對欲取得頻寬數量之需求，並由 FCC 決定每回合競價頻塊之單價。FCC 預計於 2020 年 6 月開始啟動 3.5GHz 競價作業。

[75] FCC (2018), FCC Takes action to encourage increased investment and deployment in the 3.5 GHz band, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354694A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[76] FCC (2018), Report and Order: promoting investment in the 3550-3700 MHz band, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-149A1.pdf (last visited: 2019/03/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

3、 3.1GHz、3.45GHz、3.7-4.2GHz 頻段

關於 3.7-4.2 GHz 頻段，由於此頻段尚存在既有衛星業務地球電臺使用，故 FCC 於 2018 年 7 月發布對 3.7-4.2GHz 頻段之調查資訊文件，藉以掌握 3.7-4.2GHz 頻段內，既有業務使用者之基地臺設置狀態，FCC 要求所有運作於 3.7-4.2GHz 頻段之既有業者，應提交其地球電臺與太空電臺之相關資訊。[77]

FCC 主席於 2019 年 4 月 30 日之演講提到，將針對 3.1GHz、3.45GHz 以及 5.9GHz 等頻段之既有聯邦使用者，討論以共享方式釋出前述頻段之可能性。

針對 3.7-4.2GHz 頻段是否釋出供行動通訊使用，各產業意見不一，衛星產業建議該頻段可釋出供行動通訊使用之頻寬為 200MHz，行動通訊業者組成之協會則認為應可考慮釋出 370MHz。FCC 主席於 2019 年 10 月份的演講中提到，對於 3.7-4.2GHz 頻段應釋出多少頻寬供行動通訊使用，目前 FCC 尚未定案，不過 FCC 主席認為該頻段釋出頻寬之政策決議，應符合以下四點政策目標，包括：1、確保有充分可用之 5G 頻譜資源；2、確保相關頻段盡快可應用於 5G；3、為聯邦政府提供收入；4、確保使用 C 頻段之既有業務能持續提供服務給美國國民。FCC 主席認為，該頻段為 5G 關鍵頻段，將審慎處理。

4、 6GHz 頻段

FCC 於 2018 年 10 月發布開放 6GHz 得以免執照方式使用之政策草案，該頻率範圍為 5.925-7.125GHz，預計提供 1200MHz 頻寬做為免執照頻譜。使用免執照頻譜之相關設備如 WiFi 等，將可運用此頻段提供低成本的網路連線，讓全體美國消費者獲益。[78]

6GHz 頻段原先部分頻率位置由固定點對點微波線路使用，FCC 允許免執照設備得透過自動化頻率協調系統使用該頻段。至於其他部分頻率則有廣播輔助服務（Broadcast Auxiliary Service）與有線電視中

[77] FCC (2018), Order and Notice of Proposed Rulemaking: Expanding Flexible use of the 3.7 to 4.2 GHz Band, available at: https://www.fcc.gov/document/fcc-expands-flexible-use-mid-band-spectrum (last visited: 2019/03/09)

[78] FCC (2018), Unlicensed Use of the 6 GHz band, available at: https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2018-12-17/pdf/2018-26013.pdf (last visited: 2019/03/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

繼服務（Cable Television Relay Service）使用，FCC 規劃在該類頻段範圍內，免執照設備僅允許以低功率方式於室內使用。[79]

現階段 FCC 尚未公告 6GHz 頻段是否做為免執照使用之最終決議，不過，能源部於 2019 年 9 月表達意見，認為 FCC 原先規劃採用自動頻率協調系統（Automated Frequency Coordination system, AFC），尚處概念驗證階段，而與此系統相似、應用於 5.8GHz 頻段，處理氣象雷達系統之動態頻率選擇（Dynamic Frequency Selection）系統，現階段運作效果不佳。因此，若貿然開放 6GHz 於免執照使用，恐對關鍵基礎設施（能源與水資源產業）的日常運作產生影響。因此，能源部提出兩種方案如下：

1：開放其他頻段給免執照使用（保留 6GHz）

2：建立專用頻譜給關建基礎設施使用，並提供合理資金補貼供關鍵基礎設施產業移頻。

能源部認為，若因應無線通訊需求，而使免執照頻譜使用頻率範圍持續擴大，進而擴張至 6GHz 頻段時，中長期而言有必要考慮是否對關鍵基礎設施之應用設置專用頻譜。

5、 24GHz 以上頻段

(1) 整備作業

FCC 最早於 2016 年 7 月即開始討論與規劃 24GHz 以上頻段之規管制度[80]。該次政策文件內容對於毫米波頻譜（24GHz 頻段以上）建立高頻微波彈性使用業務執照（Upper Microwave Flexible Use Service, UMFUS），此執照即為美國之 5G 高頻段執照。另外也將 28GHz、37GHz 與 39GHz 列為 5G 執照頻段，64-71GHz 頻段則作為新開放之免執照頻段。

[79] FCC (2018), FCC proposes more spectrum for unlicensed use, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354692A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[80] FCC (2016), Use of spectrum bands above 24GHz : Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-16-89A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第二次報告、命令與法規修正預告，則由 FCC 在 2017 年 10 月發布[81]。報告內容新增加 24GHz 與 47GHz 頻段為 5G 毫米波頻譜，此次釋出之達 1,700MHz。同時也討論 70/80GHz 頻段以免執照方式開放使用之可能性。

FCC 對於 24GHz 以上頻段之第三次報告、命令與法規修正預告於 2018 年 6 月發布。[82]此次政策文件探討後續釋出頻譜資源與規管架構，37GHz 頻段（37-37.6GHz）之釋出區塊單位將為 100MHz，總計釋出 6 個區塊，釋出頻寬 600MHz。另外，也規劃以共享方式，讓 24GHz 部分頻段（24.75-25.25GHz）允許 UMFUS 業務與固定衛星業務（FSS）共存。

第三次政策文件一併取消對 28GHz、37GHz 與 39GHz 頻段總釋出頻寬設定持有上限 1250MHz 之規範，讓業者於拍賣中能有充分機會取得所需頻譜資源，不過為了避免業者藉由二次交易之方式，過度掌握頻譜資源，故第三次政策文件取消拍賣時之事前頻譜持有上限規範，改針對 5 個規劃釋出之毫米波頻譜資源（24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 與 47GHz）訂定頻譜二次交易之總持有上限不得超過 1,850MHz。

另外，更進一步增加討論 26GHz 頻段（24.75-25.25GHz）與 42GHz（42-42.5GHz）頻段做為 5G 頻段之可能性，其執照架構可能採取之模式包括頻譜執照、共享頻譜執照架構或免執照頻譜等。

FCC 對於 5G 毫米波頻譜之第四次法規修正草案內容主要探討 37GHz、39GHz 與 47GHz 頻段之執照區塊修正與釋照方式之討論，此份文件於 2018 年 8 月 3 日公告。原先 FCC 對於 37 GHz 高頻部分（37.6-38.6 GHz）、39 GHz（38.6-40GHz）與 47 GHz（47.2-48.2GHz）規劃以 200 MHz 做為執照區塊，為考慮到 39GHz 頻段部分區域仍有既有業者使用中，為促進既有業務之頻譜重整，以及確保頻譜連續性，

[81] FCC (2017), Use of spectrum bands above 24GHz : Second Report and Order and Second Further Notice of Proposed Rulemaking Order on reconsideration and Memorandum opinion and order, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-347449A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[82] FCC (2018), Use of spectrum bands above 24GHz : Third Report and Order, Memorandum Opinion and Order, and Third Further Notice of Proposed Rulemaking, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-73A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

故 FCC 將原先 200MHz 之規劃調整為較小頻寬之 100MHz，以利後續重整作業。[83]

另外，基於保障既有業者使用權益與盡早實現該頻段可用 5G 之考量，因此 FCC 規劃對 37GHz、39GHz 與 47GHz 以誘因拍賣機制釋出，此一規劃已於 2018 年 12 月公告之 24GHz 以上頻段之第四次報告與命令政策文件中通過施行。

FCC 之誘因拍賣機制將採取二階段方式，第一階段讓執照業者表達其預取得頻塊數量之意願，第二階段指配階段則決定第一階段得標者之實際得標頻率範圍。有意繳回頻率使用權之既有業者，可獲得誘因拍賣之誘因付款，加速新使用者取得頻率使用權之機會。[84]

FCC 於 2019 年 4 月 15 日發布 5G 毫米波頻譜之第五次報告與命令，此次命令針對固定衛星業務業者使用 50GHz 頻段時，可採用與 24GHz 頻段相近的技術規範，讓 FSS 業者能運用該頻段提供服務給終端用戶。同時，FCC 也建立以共享方式運用軍方 37GHz 頻段之程序，藉由本次報告與命令，讓 FCC 得於今年底進行 37GHz、39GHz 與 47GHz 頻段之拍賣作業。

本研究綜整 FCC 對於 24GHz 以上頻段之頻譜整備政策發展歷程如下。應可發現 FCC 認為有必要持續檢討、修正 5G 毫米波頻譜之規管制度、競價機制、執照範圍與相關權利義務規範等，確保頻譜資源有效利用且能滿足產業需求。

[83] FCC(2018), FCC Proposes steps towards auction of 37 GHz, 39 GHz, and 47 GHz, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-353229A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[84] FCC (2018), Fourth Report and Order :Use of spectrum bands above 24 GHz for Mobile radio service, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-180A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

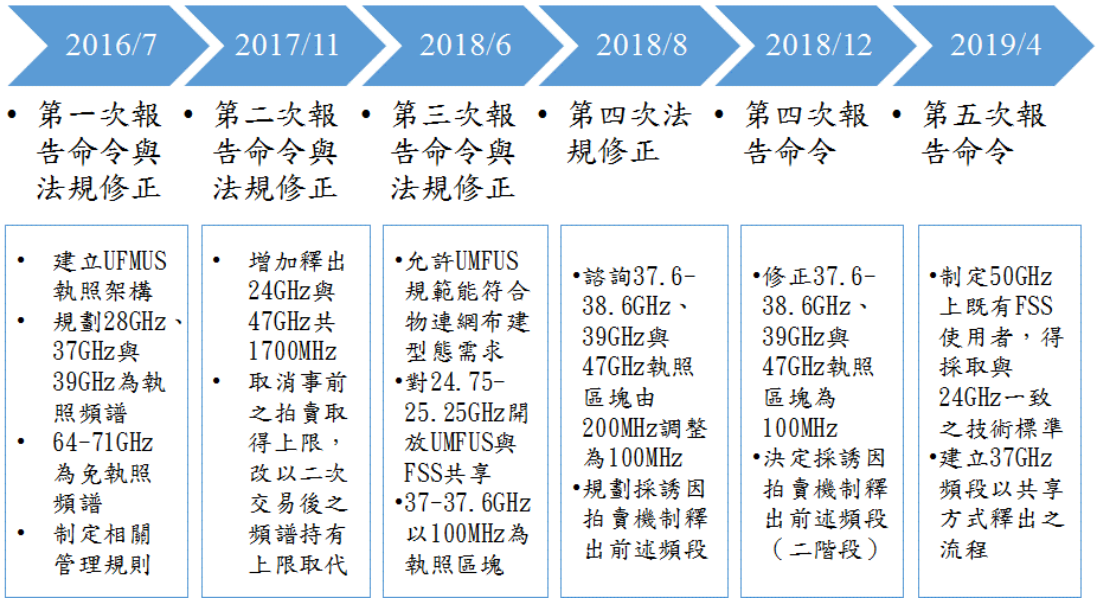


圖 67：美國 FCC 24GHz 以上頻段整備歷程

資料來源：本研究編繪

FCC 更進一步於 2019 年 6 月 5 日發布 39GHz 頻段重規劃作業，針對該頻段既有使用者，FCC 設計三種重規劃選項，包括：

- 接受 FCC 依照頻譜持有狀態，主管機關重新修正之執照；
- 由執照持有人自行呈報後，接受修正後執照；
- 所有 39GHz 頻段既有執照均參與誘因拍賣。

(2) 釋出作業

FCC 已於 2018 年 11 月啟動 28GHz 頻段拍賣作業，拍賣於 2019 年 1 月 24 日結束，其後於 3 月 14 日啟動 24GHz 頻段拍賣作業，上升鐘回合階段於 4 月 17 日結束，指派階段則於 5 月 28 日結束，為避免過早公告 28GHz 拍賣結果導致影響 24GHz 拍賣作業，故 FCC 最終於 6 月 3 日公告兩頻段之最終拍賣結果。

28GHz 頻段總共有 33 個得標者取得 2,965 張頻譜執照，總價金達 702,572,410 美元，若扣掉小業者競價優惠，則總價金達 700,309,809 美元；24GHz 頻段總共有 29 個得標者取得 2,904 張頻譜執照，總價

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

金 2,024,268,941 美元，若扣掉小業者或偏鄉業者競價優惠，則最終價金為 2,022,676,752 美元。[85]

FCC 於 2019 年 7 月公告 37GHz、39GHz 以及 47GHz 頻段之拍賣作業細節，本次拍賣代號為第 103 號（Auction 103），預計於 2019 年 12 月 10 日開始拍賣。[86]

FCC 對於第 103 號拍賣之申請時程規劃如下：

- 8 月 2 日：公告拍賣申請書指導文件；
- 8 月 26 日：開放各業者提交申請文件；
- 9 月 9 日：申請文件繳交截止日期；
- 10 月 22 日：合格競價者預付一次性預儲金；
- 11 月 19 日前：公告拍賣系統文件；
- 12 月 2 日前：模擬競價；
- 12 月 10 日：競價開始。

6、95GHz 以上頻段

對於 95GHz 以上頻段，FCC 於 2018 年 2 月發布相關法規修正草案，討論該頻段應用於創新服務與技術時可能面臨之頻譜整備相關議題。FCC 探究 95GHz 至 3THz 頻段範圍內可開放之頻率，在諮詢文件階段，FCC 徵詢各界對於開放 95-100GHz、102-109.5GHz、111.8-114.25GHz、122.25-123GHz、130-134GHz、141-148.5GHz、151.5-158.5GHz、174.5-174.8GHz、231.5-232GHz 以及 240-241GHz 頻段之看法，FCC 於草案中希望以固定點對點執照方式釋出 102.2GHz 之頻寬，另外提供總頻寬達 15.2GHz 之免執照頻譜。同時也考慮建立高頻實驗執照（Spectrum Horizons Experimental Radio Licenses）供創新技術與服務驗證之用。[87]

[85] FCC (2019), Auction of 24GHz UPPER microwave flexible use service licenses closes, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-485A1.pdf (last visited: 2019/7/12)
[86] FCC (2019), FCC Establishes Procedures for 5G Incentive Auction, available at: https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-procedures-5g-incentive-auction-0 (last visited: 2019/7/12)
[87] FCC (2018), FCC proposes to open spectrum horizons for new services & technologies, available at : https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-349378A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

經過將近一年的意見徵詢，FCC 於 2019 年 2 月 22 日發布第一次報告與命令草案，預計於 2019 年 3 月委員會議討論初步決議。FCC 初步決定針對 95GHz 至 3THz 建立高頻實驗執照，此種執照類別將提供更彈性的規管條件，包括更長的實驗執照效期、執照移轉能力以及實驗期間銷售設備之能力。根據 FCC 的規劃，高頻實驗執照使用期限將達十年，但不能換照。同時，實驗執照可移轉站臺許可，並行銷其開發之服務或設備。

同時，FCC 也規劃提供總頻寬達 21.2GHz 之免執照頻譜，可使用 116-123 GHz、174.8-182GHz、185-190GHz 以及 244-246GHz 頻段，相關使用規則與目前 FCC 對於 57-71GHz 之免執照規管架構一致。[88]

7、 後續釋出時程規劃

有關 5G 中頻段釋出時程規劃，FCC 預計於 2020 年 6 月啟動 3.5GHz 頻段競價作業，至於 2.5GHz 頻段也同樣將於 2020 年釋出，惟目前尚未決定釋出日期，3.7-4.2GHz 頻段則尚在討論釋出頻寬數量。

高頻段部分，根據 FCC 之頻譜釋出時程規劃，2019 年 12 月 10 日將進行 37GHz、39GHz 與 47GHz 頻段拍賣作業。

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

（一） WRC-19 相關議題與政策方針

FCC 依據聯邦顧問委員會法案（Federal Advisory Committee Act, FACA），於 2016 年即開始整備 WRC-19 相關議題之公眾諮詢與整備建議相關作業，成立 WRC-19 諮詢委員會（WRC-19 Advisory Committee），依據業務類別，WRC-19 諮詢委員會更進一步區分為 4 個非正式工作小組（Informal Working Groups, IWG），包括：

- 第 1 工作小組（IWG-1）：負責海洋、航空與雷達業務；
- 第 2 工作小組（IWG-2）：負責衛星業務；
- 第 3 工作小組（IWG-3）：負責太空業務；
- 第 4 工作小組（IWG-4）：負責監理相關議題。

[88] FCC (2019), Spectrum Horizons: First Report and Order, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-356297A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

從 2016 年 8 月第一次會議以來，WRC-19 諮詢委員會截至目前已召開七次會議，針對美國政府預計於 WRC-19 大會中提出之相關建議進行整備。諮詢委員會通過決議後，會提交給 FCC，FCC 再辦理公眾諮詢，以了解各界對 WRC-19 諮詢委員會所提相關建議之看法。

以 2019 年 3 月 11 日第七次會議議程為例，該次會議所探討之議題包括下列：

- WRC-19 議程第 1.2 項：考慮移動衛星業務、氣象衛星與地球探索衛星地球電臺使用 401-403MHz 與 399.9-400.05MHz 時之同頻功率限制；
- WRC-19 議程第 1.3 項：考慮將 460-470MHz 頻段內之氣象衛星業務，從次要分配提升至主要分配業務；
- WRC-19 議程第 1.8 項：全球海難安全系統（GMDSS）；
- WRC-19 議程第 1.9.1 項：使用 156-162.05MHz 於自動化海事無線設備以保護 GMDSS 與自動識別系統（automatic identifications system）；
- WRC-19 議程第 1.9.2 項：修正無線電管理規則以及核配新頻段 156.0125-157.4375MHz 及 160.6125-162.0375MHz 於海事移動衛星服務（martitime mobile satellite service）等；
- WRC-19 議程第 1.13 項：第 5 代行動通訊（IMT 2020 / 5G），探討之頻率包括 45GHz、52GHz 與 70/80GHz；
- WRC-19 議程第 9 項與第 9.1.9 項：關於分配 51.4-52.4GHz 給固定衛星服務之可能性與頻譜需求，所進行之相關研析；
- WRC-19 議程第 10 項：2023 年 WRC 大會（WRC-23）之新議程。

（二） 因應措施

現階段美國各界對於 WRC-19 會議之相關建議仍持續檢討中，各方產業提出各自認為較有利之方案，尚未達成整體共識，後續將持續掌握相關議題之發展。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

FCC 主席於 2019 年 10 月之演講指出，FCC 將持續關注 WRC-19 會議所涉及的各項技術與頻譜資源相關議題，讓美國國民能享受頻譜資源釋出所帶來更高階服務應用之利益。

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

有關 5G 毫米波頻譜之持有規範，FCC 於 2016 年發布之第一次政策文件中，原先規劃採取拍賣時之事前上限規範，限制 28GHz、37GHz 及 39GHz 之得標頻譜上限門檻為 1,250MHz，此一限制同樣適用於以二次交易取得此三個頻段頻譜資源之持有上限。

不過，FCC 於 2017 年對 5G 毫米波頻譜之政策文件中，考量競價時設定之事前管制上限，可能造成業者競價時不必要之限制，因此決定取消事前管制上限，改為競價後各執照業者欲透過二次交易取得頻譜資源時之持有數量上限，並於 2018 年第三份政策文件正式通過此案。因此，電信業者透過頻譜交易後，所持有 5 個毫米波頻段（24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 與 47GHz）之總上限為 1,850MHz。

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

FCC 於 2010 年制定國家寬頻計畫時，針對行動寬頻所需頻寬數，制定頻寬需求之評估方法。FCC 從行動通訊訊務量成長趨勢，來預測頻譜需求，包括對於網路密度、頻譜使用效率、網路容量等要素，進一步分析新技術可能之頻寬需求。

FCC 預測訊務量成長與頻寬需求模型，所需輸入參數包括數據需求、網路密度、頻譜使用效率以及頻譜使用基準。藉由分析總體訊務量成長需求，推估各基地臺之數據訊務量成長狀態，再細分使用不同技術時，對頻譜使用效率之影響，最終評估未來之頻譜需求。整體概念如下圖。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

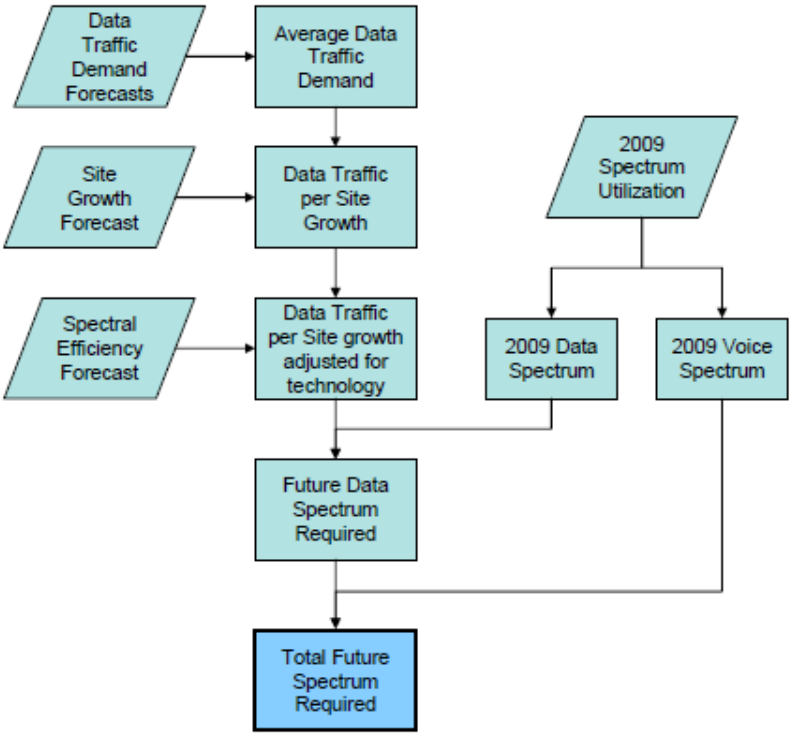


圖 68：美國頻譜需求評估流程

資料來源：FCC

FCC 於 2014 年 10 月發布公告調查 24GHz 以上頻段做為行動通訊服務之調查文件，評估適合未來行動通訊使用之候選頻段。FCC 主要考量技術發展，其中則包含天線技術、頻寬、分工型態、網路效能、網路架構以及技術規範等，最終於 2016 年發布第一波適用 5G 之毫米波候選頻譜。

（三） 頻譜交易與出租

FCC 對於 5G 毫米波頻譜之頻譜交易與出租規範，最早於 2016 年第一份政策文件中即有設定，允許 28GHz、37GHz 及 39GHz 頻段之得標者可適用於頻譜地理分區(partitioning)及分解(disaggregation)規範，讓執照持有人可將頻譜分解給其他執照持有人。FCC 認為允許交易能確保提升頻譜使用效益，讓頻譜指派能更貼近市場需求，也增加新進業者進入市場的機會，增加競爭，以及加快服務提供速度。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

另外，FCC 也允許 28GHz、39GHz 之持有業者能出租其頻譜資源，並允許 37GHz 頻段之頻譜持有人能以地理執照區域為單位，部分出租其頻譜資源。FCC 認為頻譜出租規範能促進頻譜使用效率、創新服務的提供、動態使用頻譜、擴張無線服務與設備的使用範疇與可用性，進而推動接取頻譜所帶來的經濟機會，促進業者間的競爭。

FCC 於 2017 年 5G 毫米波第二次政策文件中，將頻譜持有上限與二次交易規範連動。FCC 目前規劃釋出之 5 個 5G 毫米波頻段：24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 與 47GHz，總頻寬達 4950MHz，業者透過頻譜二次交易所取得之總頻寬上限不得超過 1850MHz，占整體 5G 毫米波釋出頻寬之 37.3%。

為更進一步簡化頻譜出租相關作業，FCC 於 2019 年 3 月發布頻譜分區、分解以及出租之法規草案，對於分區或分解之頻率執照，FCC 規劃讓透過分區、分解取得頻譜，並於偏鄉區域布建網路的業者，其布建時間能延長一年，以加速進階行動寬頻網路與服務於偏鄉區域之布建。

另外，對於頻率移轉給小業者之執照條件，FCC 則透過徵詢公眾意見，邀集各界提出對於頻率移轉給小業者所設定執照條件之看法。FCC 亦邀集各界提出對於鼓勵出租或售予小業者誘因之相關建議。

從前述趨勢，應可發現 FCC 對於放寬頻譜出租、部分頻率或部分執照地理區域交易之監管態度。

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

2018 年 4 月，美國第三大與第四大電信業者 T-Mobile 及 Sprint 宣布將透過股權交易方式合併，並於同年 6 月向 FCC 提交申請文件，尋求將 Sprint 目前持有之執照許可移轉給 T-Mobile，並將新成立一家子公司。

為尋求獲得 FCC 批准合併案之申請，T-Mobile 與 Spirint 向 FCC 自願承諾將致力於縮短美國偏鄉地區之數位落差，以及提升美國於 5G 之領導地位。兩家公司自願承諾事項包括：

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 於合併案結束後三年內布建5G網路之範圍達全國人口97%，六年內達全國人口99%；
- 針對偏鄉區域之5G網路，三年內達涵蓋偏鄉美國人口85%、六年內達涵蓋偏鄉美國人口90%之目標；
- 傳輸速率上，將保證90%美國人可接取速率至少達100Mbps、99%美國人可接取速率至少達50%；
- 為降低公眾對於主管機關若允許其併購案，可能降低市場競爭程度之關切，業者自願承諾三年內不漲價；

基於兩家業者自願承諾提升美國 5G 網路訊號涵蓋與傳輸速率，且自願於三年內不漲價以降低合併案對影響市場競爭之關切，故 FCC 主委於 2019 年 5 月表示，此一合併案應可具備公眾利益，故其個人表達批准合併之立場，最終 FCC 委員於 10 月 16 日投票表決，通過此合併案，惟 FCC 尚未公告正式決議文件。

美國司法部則於 2019 年 7 月 26 日公告對此合併案之決議，允許 T-Mobile 與 Sprint 合併，惟決議中附帶要求必須將 Sprint 的預付業務（包括 Boost Mobile、Virgin Mobile 以及 Sprint Prepaid）售出給 DISH 網路業者，同時要求售出特定頻譜資源給 DISH。此外，T-Mobile 與 Sprint 應讓 DISH 能使用其至少 2 萬個基地臺以及數百個零售門市位置，同時 T-Mobile 應提供 DISH 可接取其網路的機會，讓 DISH 以虛擬行動網路業者（MVNO）方式租借 T-Mobile 的網路，協議期間應達七年，以利 DISH 布建其自有 5G 網路。

司法部的決議中要求 T-Mobile 應自 FCC 核准之日起 5 個工作日內，完成 800MHz 頻率執照移轉給 DISH。同時，司法部也要求 DISH 應將其閒置或使用效率低的 600MHz 頻譜出租給 T-Mobile，讓 T-Mobile 能使用 600MHz 提供 5G 行動網路給其用戶。

除此之外，司法部也要求 T-Mobile、Sprint 以及 DISH 必須能支持 eSIM 技術，以利遠端登入 SIM 卡。

綜上所述，應可發現美國政府於業者間合作或併購案發生時之頻譜集中議題，會評估合併方之頻譜資源是否過度集中，若過度集中，

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

則要求其出售給其他全國型電信業者，以維持市場競爭情形。由於美國電信市場中原有四家業者：Verizon、AT&T、Sprint 與 T-Mobile，若第三大與第四大業者合併，則可能不利市場競爭，故司法部藉由要求合併業者售出預付卡業務、售出頻譜資源以及簽訂 MVNO 協議等，降低合併業者之市場力量與所持有之頻譜資源，提升市場中競爭業者 DISH 之競爭力量，以確保合併後仍能維持市場充分競爭之程度。

（五） 頻譜和諧共用措施

FCC 於 2016 年第一次 5G 毫米波文件中，規劃釋出之 28GHz、39GHz 與部分 37GHz 頻段，都存在既有固定衛星業務使用狀況，由於各自頻段使用狀態不同，因此 FCC 採取不同的機制，讓固定衛星業務執照持有人升級其地球電臺，以避免顯著干擾。在 28GHz 頻段中，衛星業務為次要業務，行動則為主要業務，因而衛星業務需忍受來自行動業務之干擾。

至於 39GHz 頻段（38.6-40GHz），FCC 則允許非聯邦衛星地球電臺能夠以先到先服務機制，提出對於保護區域之申請。首先，FCC 要求地球電臺申請者必須定義保護區之範圍，此定義必須經工程證明為合理。其次、FCC 於每張執照地理區域範圍內，最多允許設定三個保護區；第三、地球電臺申請者所證明之保護區範圍，整合後不得超過執照區域人口的 0.1%；第四、地球電臺申請者之保護區不得影響主要活動場所、主要街道、州際公路或高速公路、都會區轉運站、鐵路車站或港口；最後，當固定或行動業者得網路與衛星地球電臺之保護區重疊時，衛星地球電臺申請者應與固定或行動業者協調。

為了保護 37GHz 頻段內之聯邦使用者，FCC 採取共享機制，確保既有聯邦業務繼續運作該頻段，同時也讓非聯邦之固定或行動業者能使用該頻段。依據國家電信資訊局（National Telecommunications and Information Administration, NTIA）之資訊，該頻段內只有少數地球電臺需額外保護，因此 FCC 參考 NTIA 的建議，建立協調區域，以保護特定區域之地球電臺使用。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

FCC 於 2017 年第二次 5G 毫米波文件中，針對 24GHz 頻段之整備作業，由於該頻段鄰近氣象衛星使用頻段（23.6-24.0GHz），故有呼聲認為 FCC 應保護此此一被動式氣象衛星運作，以利氣象狀態之預測與告警。然而，針對 24GHz 頻段內 5G 與氣象衛星運作之議題不僅僅是在美國，而是共通性出現在全球各地。由於關於 24GHz 之 5G 與衛星業務干擾共存相關研究持續進行中，FCC 認為若只於美國限制 24GHz 不得運作 5G，並無意義，且反而不利國內產業導入 5G 之進度，因此 FCC 決定以先完成 24GHz 頻段釋出供 5G 使用列為其優先政策目標，待全球共通性 5G 與氣象衛星技術研究確認，且落實於全球無線電規則後，再行檢討。

FCC 於 2018 年第三次 5G 毫米波文件中，探討釋出 26GHz 頻段之可能，該頻段目前主要由由聯邦與非聯邦太空研究衛星業務（Space Research Service, SRS）太空對地球電臺使用，另外也有部分由非聯邦的地球探索衛星（Earth exploration-satellite service, EESS）使用。經過 FCC 初步調查，使用 26GHz 頻段時若要避免行動通訊業務基地臺干擾 SRS 電臺與 EESS 電臺，則必須距離 SRS 電臺 52 公里，EESS 電臺 7 公里。FCC 考量 SRS 電臺與 EESS 電臺周圍保護區人口涵蓋僅占整體美國人口密度很小的比例。因此，可能採取之措施為透過頻譜共享機制，讓非聯邦使用者有機會取得頻譜使用權以提供行動通訊業務。對此，FCC 徵詢各界對於保護既有使用者與透過頻譜共享方式讓新服務得使用該頻段等二項議題之看法。

（六） 頻譜重整機制

FCC 於 2016 年發布之 5G 毫米波頻譜第一份文件中，為了讓 39GHz（38.6-40GHz）頻段能擁有較大之連續頻寬，因此修訂相關執照規範，讓既有執照業者能夠移至新的頻率配置。

此頻段內存在既有已核發之頻譜，故導致拍賣前將存在頻譜碎裂劃之問題，可能導制拍賣缺乏效率的風險，因此，FCC 決定讓拍賣前允許既有業者得以交換執照，以清出連續頻寬供行動業者競標。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（七） 執照管理與規範架構

1、 執照架構

FCC 於 2016 年第一次 5G 毫米波頻譜政策文件中，建立毫米波頻譜適用之執照架構：高頻微波彈性使用服務（Upper Microwave Flexible Use Service, UMFUS）。此執照架構已列為 FCC 管理規章第 30 章。FCC 整備之 5 個 5G 毫米波頻段：24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 與 47GHz 頻段均將適用此一執照架構。FCC 認為，將同性質之毫米波頻段歸類為同一執照架構，較能建立明確的規管制度，並適用多樣化的服務運用，讓執照業者有更明確遵循之規管架構。

2、 布建義務規範

FCC 於 2016 年第一次 5G 毫米波政策文件中，規範 UMFUS 執照業者應提供穩固、有品質的網路涵蓋，同時也避免得標者囤積頻譜資源，並促進新技術與服務之投資，故規範執照業者應達到合理之網路運作績效，建立以人口涵蓋為基準之指標，設定為執照區域內涵蓋 40%人口，必須達成此要件，方得於執照屆期後能夠通過換照。

惟後續 FCC 於 2017 年 10 月第二次 5G 毫米波政策文件中，考量未來物聯網布建型態特性對網路的影響，因此規劃增加另一個判斷要件，增設執照涵蓋地理區域之指標，訊號涵蓋應至少達執照地理區域之 25%。FCC 於 2018 年 6 月第三次 5G 毫米波政策文件中落實此一規劃修正，讓 UMFUS 執照持有人有兩種網路布建義務規範要件，實際查核時將依所提供服務型態以個案方式審驗。

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

FCC 積極整備與釋出 5G 頻譜資源，然對於垂直應用，並未刻意劃分專用頻譜供 5G 垂直應用業者。由於現階段 FCC 釋出之毫米波頻譜資源，均採分區執照方式釋出，故相較於其他國家，並未有刻意保留頻譜資源給垂直應用業者之政策設計。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

FCC 並未劃定垂直應用頻譜，而改以建構創新區域的方式鼓勵垂直應用之實驗。2019 年 9 月 18 日，FCC 公告建立首個創新實驗區域，供專案實驗執照使用。首波創新執照區域地點為紐約市與鹽湖城市之部份區域，FCC 透過其實驗系統網頁，揭示各創新區域之技術細節，包括可使用之實驗頻段與發射功率等。FCC 採取實驗先行的目標，在於藉由開放實際場域測試環境，提供產業界一個可供測試先進技術與網路原型之創新實驗區域。

FCC 設定紐約市創新實驗區域可使用頻段包括 2500-2690MHz、3700-4200MHz、5850-5925MHz、5925-7125MHz、27.5-28.35GHz 以及 38.6-40GHz，至於等效全向輻射功率（Equivalent Isotropically Radiated Power，EIRP）最大值為 20 分貝，相關與技術細節如下。

表 16：美國紐約創新實驗區域技術細節

Frequency Band	Type of operation	Allocation	Maximum EIRP (dBm)
2500-2690 MHz	Fixed	Non-federal	20
3700-4200 MHz	Mobile	Non-federal	20
5850-5925 MHz	Mobile	Shared	20
5925-7125 MHz	Fixed & Mobile	Non-federal	20
27.5-28.35 GHz	Fixed	Non-federal	20
38.6-40.0 GHz	Fixed	Non-federal	20

鹽湖城之創新實驗區域可使用頻段包括 698-763MHz、914.87-915.13MHz、1710-1780MHz、2110-2180MHz、2390-2483.5MHz、3300-3600MHz、3700-4200MHz、5650-5850MHz、5850-5925MHz 以及 5925-7125MHz 等。固定臺之等效全向輻射功率（EIRP）最大值分為 55 分貝與 65 分貝，行動臺之 EIRP 最大值為 20 分貝。該區域可使用之實驗頻段與技術細節如下。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 17：美國鹽湖城創新實驗區域技術細節

Frequency Band	Type of operation	Allocation	Fixed Station Maximum EIRP (dBm)	Mobile Station Maximum EIRP (dBm)
698-763 MHz	Fixed & Mobile	Non-federal	65	20
914.87-915.13 MHz	Fixed & Mobile	Shared	65	20
1710-1780 MHz	Mobile	Shared	65	20
2110-2180 MHz	Fixed	Non-federal	65	20
2390-2483.5 MHz	Fixed & Mobile	Shared	65	20
3300-3600 MHz	Fixed & Mobile	Shared	65	20
3700-4200 MHz	Mobile	Non-federal	65	20
5650-5850 MHz	Fixed & Mobile	Shared	55	20
5850-5925 MHz	Fixed & Mobile	Shared	65	20
5925-7125 MHz	Fixed & Mobile	Non-federal	65	20

（九） 技術規範與其他

FCC 對於 5G 毫米波頻譜之技術規範，包括設定天線高度限制、基地臺傳輸功率限制與最小頻寬等議題之討論。

有些利害關係人建議 FCC 應規範 UMFUS 執照持有人之基地臺天線高度應設定 305 公尺為門檻，惟 FCC 考量不同頻段所需天線高度有所差異，故暫無設定天線高度限制之需要。

至於執照取得之最小頻寬議題，有部分利害關係人建議持有頻段數量最小頻寬應為 20MHz，惟 FCC 考量不同應用型態設備所需頻寬大小差異很大，例如物聯網之讀表系統，其每月傳輸數量很小，而行動影音串流服務之傳輸數據很大，故所需頻寬有明顯差異。考量現階段仍為 5G 發展初期，FCC 認為無必要課予過多管制規範，確保設備開發商有足夠的彈性依市場需求設計，因此，FCC 最終決定不對 UMFUS 設備課予最小頻寬限制。

有關 5G 資安議題，FCC 於 2016 年 12 月曾發布 5G 資安調查公告，徵求公眾對於 5G 資安議題之意見。FCC 調查 5G 網路對於資安保護之需求，包括身分識別、加密機制、設備安全性、5G 網路如何預防阻斷服務攻擊（Denial-of-Service ,DoS)或分散式阻斷服務攻擊（Distributed Denial of Service ,DDoS）等議題。[89]

[89] FCC (2016), Fifth Generation Wireless Network and Device Security, https://www.fcc.gov/document/5g-security-noi

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

FCC 於 2017 年發布第二次 5G 毫米波文件時，則認為考量 5G 網路布建成本，故當時尚無積極考慮 5G 資安議題之必要，但有必要持續研究，故將 5G 資安議題交由 FCC 下轄由各技術專家組成之通訊安全、信賴與互通專家委員會（Communications Security, Reliability, and Interoperability Council, CSRIC），由 CSRIC 持續研析 5G 資安議題。

FCC 主席於 2019 年 5 月之演講時指出，5G 網路資安議題將涉及國家安全，包括對於整體通訊產業供應鏈等亦十分重要，故從 FCC 的業務職掌，將規範可能對美國國家安全造成威脅之公司，包含其提供服務或設備產品之能力與資格。因此，FCC 拒絕中國移動提出於美國境內提供國際電信服務之申請。FCC 主席認為，要保障 5G 資安，跨國資安合作應屬重要之工作項目之一。[90]

[90] FCC (2019), Remarks Of Chairman Ajit Pai At The Prague 5G Security Conference, https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-357288A1.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第四節　澳洲

一、5G 政策推動重點

（一） 5G 政策歷程與目標

1. 政策背景

澳洲政府認為 5G 不僅僅是行動通信的量化改變，5G 將進一步為澳洲各個領域的經濟帶來下一波的創新與成長。澳洲政府認為 5G 是無線行動通信的技術發展有望改善連接性，提高網路速度，以及降低延遲性。

澳洲政府於 2017 年 10 月 12 日發布了 5G 的指引文件—「5G 促進未來經濟」[91]，澳洲政府希望創造環境，使澳洲電信業者能夠在全球的經濟環境中抓住 5G 的優勢，該文件概述政府將採取的行動措施，確保澳洲及時推出 5G，相關的行動措施包括：

- 積極參與國際標準化進程；
- 精簡規劃，以允許行動業者可以更快速地部署 5G 基礎設施；
- 及時提供可用頻譜；
- 審查現有的電信監理規劃，以確保其符合目的所需。

澳洲政府同時宣布將召集一個工作小組來推動 5G 行動技術的布建，該小組將召集政府和產業界的代表，並就 5G 問題展開持續協商。

有關及時提供可用頻譜的部分，澳洲政府認為透過一個明確、高效及靈活監管架構來管理頻譜接取，對支持澳洲及時部署 5G 網路至關重要。

[91] Australian Government （2017）, 5G—Enabling the future economy, available at: https://www.communications.gov.au/departmental-news/5g-enabling-future-economy

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2. 政策重心

ACMA 除了積極拍賣 3.6 GHz 頻段，以作為 5G 的使用頻段之外，並持續考量將 24.25–27.5 GHz 毫米波頻段（26 GHz 頻段）作為 5G 的第二候選頻段，並將 3400–3575 MHz 頻段和 28 GHz 頻段列入未來的候選頻段。

有關 3.6 GHz 頻段的部分，ACMA 於 2017 年 6 月發布未來使用 3.6 GHz 頻段的公開諮詢[92]，以徵求業界相關意見，及了解如何最好地重新規劃該頻段。檢視利害關係人的意見後，ACMA 於 2017 年 8 月 11 日發布未來使用 3.6 GHz 頻段的決議及初步意見文件[93]。在決議文件中，ACMA 建議通信部長（Minister for Communications）在澳洲的特定都會區和區域地區（regional areas）重新分配 3.6 GHz 頻段，並建議釋照方式採用頻譜執照的配置。

ACMA 於 2017 年 10 月發布 3.6 GHz 頻段頻譜重分配建議草案[94]諮詢文件，其中 ACMA 對頻譜配置採用 5 MHz 頻寬的配置方式，獲得各界廣泛支持，然而仍有許多觀點支持地理配置的方式，因此 ACMA 將會檢視地理選擇性配置，作為 3.6 GHz 頻譜分配的備選方案。

澳洲通訊部長於 2018 年 3 月 5 日正式聲明將透過頻譜執照的釋照方式，重分配特定都會區和區域地區 3575-3700 MHz（3.6 GHz 頻段）的頻譜。[95]ACMA 並根據 1992 年無線電通信法第 60 條的規定，正準備透過基於價格分配的拍賣程序重分配 3.6 GHz 頻段的頻譜執照。

---

[92] ACMA （2017）, Discussion paper: Future use of the 3.6 GHz band—Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/media/8C4B47BE6C4B48EC860D24B8ED058D31.ashx (last visisted :2019/3/09)

[93] ACMA （2017）, Future use of the 3.6 GHz band—Decisions and preliminary views paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/link.aspx?_id=17BFF36784FF4151B1217647D6957112&_z=z (last visisted :2019/3/09)

[94] ACMA （2017）, Spectrum reallocation for the 3.6 GHz band, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-reallocation-for-the-3-6-ghz-band (last visisted :2019/3/09)

[95] ACMA （2018）, 3.6 GHz auction system format Information paper, available at: https://www.acma.gov.au/-/media/Spectrum-Monitoring-and-Analysis/Information/Word-Document/3-6-GHz-band-auction-system_information-paper-docx.docx?la=en (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

鑑於國內和國際上日益增加對毫米波頻段的興趣，以及毫米波頻段中既有使用者的限制問題，將相關建議用於制定 5G 初期毫米波頻段的政策參考。有關 26 GHz 頻段的部分，2017 年 9 月 5 日，ACMA 主辦 5G 頻譜使用毫米波頻段的頻譜磋商會議[96]，進一步在澳洲推動毫米波頻譜發展。隨後 ACMA 發布 5G 頻譜使用毫米波頻段的諮詢文件[97]，ACMA 建議使用頻譜磋商會議所蒐集到之意見，透過公眾諮詢程序加速研議 24.25-27.5 GHz 頻段（26 GHz 頻段）作為 5G 初期使用。

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

ACMA 除了積極拍賣 3.6 GHz 頻段，以作為 5G 的使用頻段之外，並持續考量將 24.25–27.5 GHz 毫米波頻段（26 GHz 頻段）作為 5G 的第二候選頻段，並將 3400–3575 MHz 頻段和 28 GHz 頻段列入未來的候選頻段。

有關 3.6 GHz 頻段的部分，ACMA 於 2017 年 6 月發布未來使用 3.6 GHz 頻段的公開諮詢[98]，諮詢於 2017 年 8 月 4 日截止，以徵求業界相關意見，及了解如何最好地重新規劃該頻段。

ACMA 於 2017 年 10 月發布 3.6 GHz 頻段頻譜重分配建議草案[99]諮詢文件，該諮詢截止於 2017 年 11 月 27 日，其中 ACMA 對頻譜配置採用 5 MHz 頻寬的配置方式，獲得各界廣泛支持，然而仍有許多觀點支持地理配置的方式，因此 ACMA 將會檢視地理選擇性配置，作為 3.6 GHz 頻譜分配的備選方案。

---

[96] ACMA （2017）, Spectrum tune-up: Spectrum for 5G broadband in mmWave bands, available at: http://www.acma.gov.au/Home/theACMA/~/link.aspx?_id=5C6E9FA9517844359BD38DCBD2F85423&_z=z

[97] ACMA （2017）, Spectrum for broadband in mmWave bands, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-for-broadband-in-mmwave-bands

[98] ACMA （2017）, Discussion paper: Future use of the 3.6 GHz band—Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/media/8C4B47BE6C4B48EC860D24B8ED058D31.ashx (last visisted :2019/3/09)

[99] ACMA （2017）, Spectrum reallocation for the 3.6 GHz band, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-reallocation-for-the-3-6-ghz-band (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

檢視利害關係人的意見後，ACMA 於 2017 年 8 月 11 日發布未來使用 3.6 GHz 頻段的決議及初步意見文件[100]。在決議文件中，ACMA 建議通信部長（Minister for Communications）在澳洲的特定都會區和區域地區（regional areas）重新分配 3.6 GHz 頻段，並建議釋照方式採用頻譜執照的配置。

澳洲通訊部長於 2018 年 3 月 5 日正式聲明將透過頻譜執照的釋照方式，重分配特定都會區和區域地區 3575-3700 MHz（3.6 GHz 頻段）的頻譜。[101]

ACMA 並根據 1992 年無線電通信法第 60 條的規定，正準備透過基於價格分配的拍賣程序重分配 3.6 GHz 頻段的頻譜執照。

有關 26 GHz 頻段的部分，2017 年 9 月 5 日，ACMA 主辦 5G 頻譜使用毫米波頻段的頻譜磋商會議[102]，進一步在澳洲推動毫米波頻譜發展。鑑於國內和國際上日益增加對毫米波頻段的興趣，以及毫米波頻段中既有使用者的限制問題，透過本次會議和磋商過程，將相關建議用於制定 5G 初期毫米波頻段的政策參考。

隨後 ACMA 發布 5G 頻譜使用毫米波頻段的諮詢文件[103]，ACMA 建議使用頻譜磋商會議所蒐集到之意見，透過公眾諮詢程序加速研議 24.25-27.5 GHz 頻段（26 GHz 頻段）作為 5G 初期使用。

ACMA 於 2018 年 9 月 26 日發布 26 GHz 頻段用於無線寬頻的意見文件[104]，以期提供更短距離，更高容量的無線寬頻服務，並補充更高密度區域的覆蓋。該文件指出，在澳洲 26 GHz 頻段內目前雖有既有頻譜使用業者，包括太空研究、固定式衛星服務（FSS），以及國

[100] ACMA （2017）, Future use of the 3.6 GHz band—Decisions and preliminary views paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/link.aspx?_id=17BFF36784FF4151B1217647D6957112&_z=z (last visisted :2019/3/09)

[101] ACMA （2018）, 3.6 GHz auction system format Information paper, available at: https://www.acma.gov.au/-/media/Spectrum-Monitoring-and-Analysis/Information/Word-Document/3-6-GHz-band-auction-system_information-paper-docx.docx?la=en (last visisted :2019/3/09)

[102] ACMA （2017）, Spectrum tune-up: Spectrum for 5G broadband in mmWave bands, available at: http://www.acma.gov.au/Home/theACMA/~/link.aspx?_id=5C6E9FA9517844359BD38DCBD2F85423&_z=z

[103] ACMA （2017）, Spectrum for broadband in mmWave bands, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-for-broadband-in-mmwave-bands

[104] ACMA （2018）, Wireless broadband in the 26 GHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/15EF7BCEB00E4297B99953C9CDC27125.ashx (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

家寬頻網路（NBN），但業務數量有限，而且迄今為止的研究顯示，未來無線寬頻與既有業務之間的共存應該是可行的，不需要約束或修改既有業務。因此考量與其他頻譜重整相比，加速考量將 26 GHz 頻段重整劃分的風險被認為是較低的。

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

1. 3.6GHz 頻段

繼澳洲通訊部長於 2018 年 3 月 5 日聲明將透過頻譜執照的釋照方式，重分配特定都會區和區域地區 3575-3700 MHz（3.6 GHz 頻段）的頻譜之後，ACMA 於 2018 年 5 月發布都會區和區域地區 3.6 GHz 頻段編配辦法草案之諮詢文件[105]。

ACMA 於草案中描述拍賣所提供的產品，以及制訂相關規則與程序，以管理這些頻段編配的拍賣過程，希望利害關係人能提供相關意見。

該草案說明 ACMA 傾向採用頻譜執照進行拍賣，並依澳洲通訊部長指示將分三個地理區域，分別是 Adelaide, Brisbane, Canberra, Melbourne, Sydney 等都會區，Perth 都會區，以及區域地區，其重分配的時限分別是 2 年，5 年，以及 7 年，均從 2018 年 3 月 30 日開始計算，既有業者應於時限內完成頻譜重整繳回執照。

在向市場提供頻譜之前，頻譜需要分成許多頻塊，頻塊配置的方式主要有兩種，即頻寬和地理位置。在決定頻譜分配的配置時，ACMA 會考慮一系列的因素，包括需求來源和頻譜的技術特性。

ACMA 認為任何單獨拍賣的最佳方式將取決於所提供產品的特性，依據 3.6 GHz 頻段的情況，因此認為三階段的 ESMRA 拍賣機制最適合 3.6 GHz 頻段的重分配。[106]

[105] ACMA （2018）, Consultation paper: Draft allocation instruments for 3.6 GHz band （3575–3700 MHz） metropolitan and regional lots auction, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/9FD3C5CAFE4C444C988BD30C45555329.ashx (last visisted :2019/3/09)

[106] ACMA （2018）, Spectrum tune-up: 3.6 GHz band auction system, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-tune-up-3-6-ghz-band-auction-system (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

頻段編配辦法草案也就頻譜執照費（Spectrum Licence Tax, SLT）提出相關建議。根據 2014 年無線電通信頻譜執照費決定[107]的要求，ACMA 每年 10 月 11 日將會收取頻譜執照費。執照持有者必須支付這項費用，以支持頻譜管理的間接成本，例如國際協調、國內規劃、干擾調查和政策制定。

隨著 3.6 GHz 頻段將指定用於頻譜執照，ACMA 建議將此頻段納入該決定收取頻譜執照費。因此 ACMA 建議進一步更新頻譜執照費決定的作法，使其包含 3575-3700 MHz 頻段，頻寬為 125 MHz，以及基本金額為 69,180 美元。

ACMA 於 2018 年 8 月 6 日公告 3.6 GHz 頻段拍賣的指引文件[108]，正式進入 3.6 GHz 頻段的拍賣程序。該文件說明，依據 3.6 GHz 頻段的情況，將採用三階段的 ESMRA 拍賣機制。2018 年 8 月 31 日下午 5 時為申請的最後截止時間，申請人必須於期限前提供相關申請文件，並繳交 10,000 澳幣申請費。

2018 年 9 月 27 日為資格截止日期（eligibility deadline），申請人必須於期限前提供完整的資格提名表（eligibility nomination form），並向 ACMA 支付資格費用，或支付財務擔保契約，或兩者兼具。ACMA 於 2018 年 10 月或 11 月舉行模擬拍賣，以使註冊投標人熟悉拍賣系統。

ACMA 於 2018 年 11 月初期向註冊投標人通知拍賣第一階段（primary stage）第一輪和第二輪的開始日期和時間，2018 年 11 月後期拍賣正式開始。3.6 GHz 頻段拍賣時程整理如下表所示。

[107] Radiocommunications （Spectrum Licence Tax） Determination 2014, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2014L00957 (last visisted :2019/3/09)
[108] 3.6 GHz band auction, November 2018, Auction guide, available at: https://www.acma.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 18：澳洲 3.6 GHz 頻段拍賣時程

日期	重要事項
2018 年 8 月 6 日	公告 3.6 GHz 頻段拍賣的指引文件
2018 年 8 月 31 日	申請的最後截止日期
2018 年 9 月 27 日	資格截止日期
2018 年 10 月或 11 月	舉行模擬拍賣
2018 年 11 月初期	向註冊投標人通知拍賣第一階段第一輪和第二輪的開始日期和時間
2018 年 11 月後期	拍賣正式開始

資料來源：ACMA，本計畫整理

拍賣的頻譜將以 5MHz 為單位進行拍賣。除了 Perth 都會區之外，Adelaide, Brisbane, Canberra, Melbourne, Sydney 等都會區的頻譜配置如下：

25 x 5 MHz lots（3575–3700 MHz）

在 Perth 都會區，頻譜配置分為兩個類別。較低的 16 個頻塊（80 MHz），由既有 3.6 GHz 頻段的執照持有者使用，但有五年重分配期限制，即 2023 年 3 月 30 日須繳回執照。因此 Perth 都會區頻譜配置的兩個類別分別如下：

16 x 5 MHz lots（3575–3655 MHz）

9 x 5 MHz lots（3655–3700 MHz）

依澳洲通訊部長指示，各地區重分配的時限均從 2018 年 3 月 30 日開始計算，大都會區兩年重新分配的時限是 2020 年 3 月 30 日，因此 3.6 GHz 頻段的頻譜執照將於 2020 年 3 月 30 日開始，到期日為 2030 年 12 月 13 日，以對齊相鄰 3.4 GHz 頻段內既有頻譜執照到期日，因此 3.6 GHz 頻譜執照的效期約為 10 年 8 個月。

單一註冊投標人在 3.6 GHz 頻段拍賣中可以獲得的頻譜數量將會受到限制，這些限制將考量 3400-3700 MHz 頻段內投標人持有的執照。當投標人在 3400-3700 MHz 頻段內的都會區持有超過 60 MHz，或在區域地區持有超過 80 MHz，則在 3.6 GHz 頻段的拍賣中，可能無法獲得 3.6 GHz 頻段的頻譜執照。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

ACMA 為每個地區的頻譜設定底價，頻譜底價依據以下公式標準化價格，四捨五入至最接近的 1,000 澳幣：

- 大都會地區頻譜（不包括 Perth）

  $0.08/MHz/pop— 25 x 5 MHz (3575–3700 MHz)

- Perth 地區頻譜

  $0.0531/MHz/pop— 16 x 5 MHz (3575–3655 MHz)

  $0.08/MHz/pop— 9 x 5 MHz (3655–3700 MHz)

- 區域地區頻譜

  $0.03/MHz/pop— 25 x 5 MHz (3575–3700 MHz)

ACMA 於 2018 年 12 月 10 日完成 3.6 GHz 頻段的拍賣作業[109]，四家公司在此次的頻譜拍賣中贏得澳洲的 5G 頻譜。該頻譜在國際上被公認為 5G 業務的關鍵頻段，ACMA 認為及時發布 5G 頻譜將有助於促進澳洲提供下一代的 5G 服務。拍賣中出售所有的頻塊（lots），實現總收入約 8.53 億澳幣。

四家公司在此次的頻譜拍賣中贏得的頻塊數與拍賣金額如下表所示。

表 19：澳洲 3.6 GHz 頻段的拍賣結果

公司	頻塊數 (lots)	拍賣金額
Dense Air Australia Pty Ltd	29	$18,492,000
Mobile JV Pty Limited	131	$263,283,800
Optus Mobile Pty Ltd	47	$185,069,100
Telstra Corporation Limited	143	$386,008,400

資料來源：ACMA，本計畫整理

[109] ACMA (2018), Australia's 5G auction concludes, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/australias-5g-auction-concludes (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

每家公司在各地區贏得的頻塊數與拍賣金額如下表所示。

表 20：澳洲 3.6GHz 各區得標者之頻塊數與拍賣金額

地區	編配頻塊數 (lots)				拍賣金額
	Dense	Mobile	Optus	Telstra	
Adelaide	6	12	0	7	536,000
Brisbane	7	12	0	6	880,000
Canberra	7	12	0	6	184,000
Melbourne	1	12	0	12	1,898,000
Sydney	1	12	0	12	2,164,000
Perth lower band	7	3	0	6	538,000
Perth upper band	0	9	0	0	811,000
North Queensland	0	8	7	10	481,400
Central Queensland	0	8	7	10	1,137,700
Regional Northern NSW/Southern Queensland	0	8	7	10	7,998,800
Regional Southern/Western NSW	0	6	6	13	11,269,900
Regional Victoria	0	8	7	10	2,685,600
Tasmania	0	8	7	10	860,100
Regional South Australia	0	4	6	15	2,912,100
Regional Western Australia	0	9	0	16	127,800

資料來源：ACMA，本計畫整理

每家公司在各地區贏得的頻率如下表所示。

表 21：澳洲 3.6GHz 得標者於各區之頻率

地區	編配頻率			
	Dense	Mobile	Optus	Telstra
Adelaide	3670 MHz–3700 MHz	3610 MHz–3670 MHz	N/A	3575 MHz–3610 MHz
Brisbane	3665 MHz–3700 MHz	3605 MHz–3665 MHz	N/A	3575 MHz–3605 MHz
Canberra	3605 MHz–3640 MHz	3640 MHz–3700 MHz	N/A	3575 MHz–3605 MHz
Melbourne	3695 MHz–3700 MHz	3635 MHz–3695 MHz	N/A	3575 MHz–3635 MHz
Sydney	3635 MHz–3640 MHz	3640 MHz–3700 MHz	N/A	3575 MHz–3635 MHz
Perth lower band	3605 MHz–3640 MHz	3640 MHz–3655 MHz	N/A	3575 MHz–3605 MHz

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Perth upper band	N/A	3655 MHz–3700 MHz	N/A	N/A
North Queensland	N/A	3625 MHz–3665 MHz	3665 MHz–3700 MHz	3575 MHz–3625 MHz
Central Queensland	N/A	3625 MHz–3665 MHz	3665 MHz–3700 MHz	3575 MHz–3625 MHz
Regional Northern NSW/Southern Queensland	N/A	3625 MHz–3665 MHz	3665 MHz–3700 MHz	3575 MHz–3625 MHz
Regional Southern/Western NSW	N/A	3640 MHz–3670 MHz	3670 MHz–3700 MHz	3575 MHz–3640 MHz
Regional Victoria	N/A	3625 MHz–3665 MHz	3665 MHz–3700 MHz	3575 MHz–3625 MHz
Tasmania	N/A	3625 MHz–3665 MHz	3665 MHz–3700 MHz	3575 MHz–3625 MHz
Regional South Australia	N/A	3650 MHz–3670 MHz	3670 MHz–3700 MHz	3575 MHz–3650 MHz
Regional Western Australia	N/A	3655 MHz–3700 MHz	N/A	3575 MHz–3655 MHz

資料來源：ACMA，本計畫整理

各地區重分配的時限均從 2018 年 3 月 30 日開始計算，大都會區兩年重新分配的時限是 2020 年 3 月 30 日，因此 3.6 GHz 頻段的頻譜執照將於 2020 年 3 月 30 日開始，到期日為 2030 年 12 月 13 日。如果不會對既有頻譜使用者造成干擾，ACMA 可以安排在 2020 年 3 月 30 日之前進入該頻段。

2. 26 GHz 毫米波頻段

ACMA 考量 24.25–27.5 GHz 毫米波頻段作為 5G 的第二候選頻段，然而目前頻段中仍有既有頻譜使用業者，包括太空研究、固定式衛星服務（Fixed Satellite Service, FSS），以及國家寬頻網路（National Broadband Network, NBN），因此 ACMA 需要進一步諮詢利害相關人。

鑑於國內和國際上日益增加對毫米波頻段的興趣，以及毫米波頻段中既有使用者的限制問題，ACMA 於 2017 年 9 月 5 日主辦 5G 頻

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

譜使用毫米波頻段的頻譜磋商會議[110]，進一步在澳洲推動毫米波頻譜發展。透過本次會議和磋商過程，將相關建議用於制定 5G 初期毫米波頻段的政策參考。

隨後 ACMA 發布 5G 頻譜使用毫米波頻段的諮詢文件[111]，ACMA 建議使用頻譜磋商會議所蒐集到之意見，透過公眾諮詢程序加速研議 24.25-27.5 GHz 頻段（26 GHz 頻段）作為 5G 初期使用，並歡迎業界建議其他可用的毫米波頻段，以做主管機關政策參考。該諮詢文件的議題重點包括應該採用何種方式來處理可能的 5G 毫米波頻段、相較於 6 GHz 以下其他潛在的行動寬頻，毫米波頻段的調查是否有其優先性、澳洲是否應在沒有明確頻譜一致性及生態系統成形前採取等待策略，以及 26 GHz 頻段應採用何種釋照方式、應在哪些地理區域提供寬頻服務等。

ACMA 除了積極進行 3.6 GHz 頻段的拍賣以作為 5G 的使用頻段之外，並持續考量將 24.25–27.5 GHz 毫米波頻段（26 GHz 頻段）作為 5G 的第二候選頻段，因此現正積極將注意力轉向更高的頻率。

ACMA 於 2018 年 9 月 26 日發布 26 GHz 頻段用於無線寬頻的意見文件[112]，以期提供更短距離，更高容量的無線寬頻服務，並補充更高密度區域的覆蓋。

在澳洲 26 GHz 頻段內目前雖有既有頻譜使用業者，但業務數量有限，而且迄今為止的研究顯示，未來無線寬頻與既有業務之間的共存應該是可行的，不需要約束或修改既有業務。因此考量與其他頻譜重整相比，加速考慮將此頻段重整劃分的風險被認為是較低的。

26 GHz 頻段與上部相鄰的 28 GHz 頻段聯結在一起，這些頻段可能是國際上第一個廣泛用於無線寬頻服務的 mmWave 頻段。雖然 26

[110] ACMA （2017）, Spectrum tune-up: Spectrum for 5G broadband in mmWave bands, available at: http://www.acma.gov.au/Home/theACMA/~/link.aspx?_id=5C6E9FA9517844359BD38DCBD2F85423&_z=z (last visisted :2019/3/09)

[111] ACMA （2017）, Spectrum for broadband in mmWave bands, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-for-broadband-in-mmwave-bands (last visisted :2019/3/09)

[112] ACMA (2019), Wireless broadband in the 26 GHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/15EF7BCEB00E4297B99953C9CDC27125.ashx (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

GHz 頻段只是 WRC-19 AI 1.13 中考慮多個頻段的其中之一，但 26 GHz 頻段已成為該研究議程項目下最受關注的主題。

3. 3400–3575 MHz 頻段

ACMA 於 2019 年 9 月 12 日發布 2019 年至 2023 年之五年頻譜展望（Five year Spectrum Outlook 2019-202）[113]，其中 ACMA 意識到優化 3400–3575 MHz 頻段（與 2018 年拍賣的 3.6 GHz 頻段相鄰）是重要的優先事項。ACMA 預期 3400–3575 MHz 頻段將帶來更有效地利用頻譜，並會降低 5G 應用的布建成本，從而支持澳洲的 5G 服務。

ACMA 於 2019 年 4 月發布 3400–3575 MHz 頻段優化配置的意見文件[114]，3400–3575 MHz 頻段目前授權了各種服務，包括無線寬頻（固定和行動）、固定衛星、無線電定位和業餘服務。由於歷史原因，該頻段中現有的無線寬頻配置是分散的，並且沒有針對當前的技術進行最佳配置。

3400–3575 MHz 頻段是 3300–3800 MHz 頻段的一部分，該頻段已在國際上確認可用於無線寬頻（包括 5G），因此在該頻段中布署 5G 服務已收到業者廣泛的興趣。利益相關者參與 2018 年 3.6 GHz 頻段拍賣的籌備工作時，已確定相鄰 3400–3575 MHz 頻段的優化和設備執照配置工作，應優先考量在 ACMA 的工作計畫中，但由於該頻段中的無線寬頻採用不同的釋照配置方式，因此需要進行碎片化整理（defrag），如此將使頻譜能更有效利用，並降低網路的布署成本。

目前整個頻段的釋照類型因混合而混亂，阻礙進行碎片化整理的商業談判。隨著 5G 的到來，ACMA 認為現在是時候考量是否需要監管干預，以促進變革。

ACMA 正在考慮的問題包括：

[113] ACMA (2019), Five-year spectrum outlook 2019–23, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Spectrum-projects/5-Year-Spectrum-Outlook/five-year-spectrum-outlook

[114] ACMA (2019), Optimising arrangements for the 3400–3575 MHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/0055AB86142347998EFE3DEF105BA8D2.ashx

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 規劃相關選項與機制，以促進對頻譜和設備執照配置的碎片化整理。目前的釋照方式對業者進行商業談判和碎片化整理是種障礙。
- 規劃選項以使更多頻寬可用於無線寬頻。頻譜和設備執照配置都應被考慮，其將引起大型與廣域固定和行動網路業者、無線網際網路服務提供商（wireless internet service providers, WISP）和其他本地化無線寬頻業者的興趣。
- 國家寬頻網路（National Broadband Network, NBN）公司公共電信服務（public telecommunications service, PTS）的設備執照在市區範圍內可供其他業者使用。目前 NBN 公司尚未根據其 PTS 執照在 Adelaide、Brisbane、Canberra、Melbourne、Perth 和 Sydney 的城市及周邊郊區布署服務，因此已有其他無線寬頻業者對接取這些區域感興趣，以布署 5G 服務。

對於碎片化整理的執行，以及使更多頻段可供無線寬頻使用，ACMA 已選定以下的規劃選項：

- 選項 1：保持不變。
- 選項 2：轉換並重新分配更多頻段用於頻譜釋照，選定兩個子選項。選項 2a 為所有目前未取得頻譜執照的區域地區和主要的區域中心重新分配頻譜執照。選項 2b 為僅在一些區域地區和主要的區域中心重新分配頻譜執照，並在目前未取得頻譜執照的其餘地區，為 PMP 執照提供更多頻譜。
- 選項 3：重新取得設備執照，之後將 NBN 公司的 PTS 執照轉換為頻譜執照，並為頻譜執照重新分配其他頻譜。選定兩個子選項，選項 3a 為在未重新重組和合併 PMP 執照的所有地區，重新分配頻譜執照。選項 3b 為僅在 3400－3442.5 MHz 頻率範圍內的區域地區和主要的區域中心重新分配頻譜執照，並在目前未取得頻譜執照的其餘地區，為 PMP 執照提供更多的頻譜。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

選項 2 和 3 也建議將點對多點（Point-to-multipoint, PMP）執照的配置擴展到偏遠地區的整個 3400–3575 MHz 頻段，這是因為已使用單一執照類型（設備執照），並且根據相鄰 3575－3700 MHz（3.6 GHz）頻段的審核結果，ACMA 並不打算將頻譜執照擴展到偏遠地區，執行任何更改也可以在相鄰的 3.6 GHz 頻段中合併 PMP 的配置。這也是因為無線寬頻的國際標準從 3300 MHz 擴展到 3800 MHz，並且目前可用的設備可在整個頻率範圍內進行運作。

根據頻譜管理的規劃目標與原則評估每個選項之後，選項 3b 被選定為該頻段的首選方案，此選項使更多的頻譜可用於區域地區和主要區域中心的頻譜執照和 PMP 設備執照，此種作法也為大型無線寬頻業者、WISP 和其他本地無線寬頻業者提供更多的頻譜。選項 3b 被認為是該頻段的最高價值使用（highest value use, HVU），同時也達到促進頻譜共享、有效利用頻譜，以及促進電信市場競爭的多重政策目標。

4. 28 GHz 頻段

28 GHz 頻段（27.5－29.5 GHz）是國內和國際關注的應用頻段，包括衛星寬頻，以及將毫米波（mmWave）頻段用於地面 5G 無線寬頻的應用，受到全球關注。

ACMA 於 2019 年 4 月發布 28 GHz 頻段重規劃的意見文件[115]。ACMA 考量該頻段服務與應用利益相關者的意見、國際趨勢，以及 26 GHz 重整規劃過程的結果，在此意見文件中確立該頻段的一系列計畫選項，以及 ACMA 當前首選的選項。

由於與 26 GHz 頻段具有潛在的協同作用，ACMA 認為應及時進行對 28 GHz 頻段（27.5 GHz 至 29.5 GHz）的配置審查，並透過將其移至初步重新規劃階段，以研究該頻段未來的規劃方案。

ACMA 確立 28 GHz 頻段的服務與應用如下[116]：

[115] ACMA (2019), Replanning of the 28 GHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/A18AE5C2EE354C94837C87E2D7FDF2A2.ashx
[116] ACMA (2019), Planning options for the 28 GHz band, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/planning-options-for-the-28-ghz-band

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 廣域無線寬頻服務，通常由大型行動網路業者和某些固定電信業者進行布署。
- 固定無線接取服務，用於較小的本地用戶服務，例如由無線網際網路服務提供商或其他專用（例如礦工，地方政府）無線寬頻網路業者提供服務。
- 固定衛星服務，其使用閘道器地球站（gateway earth stations）和無處不在的地球站（ubiquitous earth stations）。未知位置的固定地球站和運動中的地球站，通常被歸類為使用類別執照。
- 固定點對點服務，許多不同應用服務和業者使用固定點對點服務來回傳數據。
- 高海拔平台基地臺（high altitude platform stations），其運作在 20 至 50 公里的高度（operate at altitudes of 20–50 kilometres），被提議用於提供寬頻服務。

考量使用 28 GHz 頻段各種服務的不同規劃問題，以及相關共享問題，透過相關分析，為該頻段提出了四個廣泛的計畫選項：

- 選項 1：適用於 5G、點對點服務（point-to-point services, PTP）、固定無線接取服務（fixed wireless access, FWA）和衛星（閘道器和無處不在）的廣域無線寬頻。
- 選項 2：PTP、FWA 和衛星（閘道器和無處不在）
- 選項 3：FWA 和衛星（閘道器和無處不在）
- 選項 4：僅衛星（閘道器和無處不在）

根據頻譜管理原則（Spectrum Management Principles）對該四個選項進行評估，以找出首選的選項。

在評估這些選項時，ACMA 有參酌 26 GHz 規劃過程的結果，這些規劃結果為廣域地面無線寬頻（用於 5G）和某些 FWA 的使用提供配置。由於頻段之間具有可替換性，因此針對 26 GHz 頻段制定的規劃決策和初步意見，可為 28 GHz 頻段的選項和 ACMA 的偏好提供相關的參考基礎。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

鑑於 26 GHz 的規劃決策可容納適用於無線廣域寬頻的 2.4 GHz 頻譜，ACMA 形成初步的意見，即這些應用已充分符合 26 GHz 頻段的需求。

雖然 ACMA 已在 26 GHz 頻段為本地 FWA 制定一些規定，但 ACMA 注意到某些業者正尋求在大型人口地區，能透過 26 GHz 和 28 GHz 頻段接取更多頻譜（希望能高達 1 GHz）。在這種情況下，ACMA 認為在大型人口地區對固定無線應用的需求仍可能未得到滿足，因此 ACMA 將持續探索 28 GHz 頻段內固定無線應用在大型人口地區的最佳配置。

PTP 服務僅代表 28 GHz 頻段中的一小部分，但意義重大，ACMA 確認需持續支持具有較大頻寬通道的 PTP 服務。ACMA 認為的首選方案需考量在 28 GHz 頻段中，是否可以最好地支持未來 PTP 服務的拓展，或是否可以在其他頻段中充分地支持 PTP 服務。

為了通知有關此問題的決定，ACMA 將就 38 GHz 頻段引入新的 PTP 通道的配置與相關業者進行協商。如果採用的選項不再支持 28 GHz 頻段提供新的 PTP 執照，ACMA 認為現有的 PTP 用戶可以在目前配置下，在規定的期限內繼續營運。

考量相關的初步意見，ACMA 已將選項 2 和 3 確定為其 28 GHz 頻段的首選選項。兩種選項都為 FWA 和衛星使用提供額外的頻譜，主要區別在於該頻段中是否包含未來的 PTP 服務。

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

（一） WRC-19 相關議題與政策方針

1. WRC-19 議程項目 1.13

WRC-19 議程項目 1.13 將考量確定國際行動通信（International Mobile Telecommunications, IMT）未來發展的頻段，包括將行動業務作為主要業務（primary basis）的潛在額外編配，該議程項目普遍被認為側重於 5G 行動寬頻技術的頻譜調合需求。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

依據 WRC-19 議程項目 1.13，研究的頻段包括 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 和 81-86 GHz。[117]

WRC-19 議程項目 1.13 考量將頻段 24.25-27.5 GHz、37-40.5 GHz、42.5-43.5 GHz、45.5-47 GHz、47.2-50.2 GHz、50.4-52.6 GHz、66-76 GHz 和 81-86 GHz 以主要業務編配給行動業務，以及將頻段 31.8-33.4 GHz、40.5-42.5 GHz 和 47-47.2 GHz 作為行動業務為主要業務的潛在額外編配。

澳洲和國際間對此頻譜配置均有濃厚興趣，特別是韓國、日本和中國等區域 3（Region 3）的國家。每個頻段都存在各式各樣既有業務與共存的問題，如果未來將對國內行動寬頻進行調查，則須考慮這些問題。無線電頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）於 2016 年 6 月 14 日發布有關次世代無線系統（5G）的頻譜意見草案中表示，5G 使用 6 GHz 以上頻段，應考慮限於 WRC-19 議程項目 1.13 列出的頻段，以強化全球統一調合的機會，特別是 24.5-27.5 GHz、31.8-33.4 GHz 和 40.5-43.5 GHz 頻段。

2. WRC-19 議程項目 1.16

依據 WRC-19 議程項目（agenda item）1.16，研究的頻段包括 5150-5350 MHz、5350-5470 MHz、5725-5850 MHz 和 5850-5925 MHz。議程項目 1.16 將研議無線接取系統（wireless access systems）相關的議題，包括上述頻段內的無線區域網路（radio local area networks, WAS / RLAN），同時將確保對既有業務的保護。其中 5150-5350 MHz 將考量運用於室外。

目前世界上許多國家已經或正在考慮將 5850-5925 MHz 頻段用於智慧交通系統（Intelligent Transport Systems, ITS）。

[117] ACMA (2018), Five-year spectrum outlook 2018−22, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Spectrum-projects/5-Year-Spectrum-Outlook/five-year-spectrum-outlook (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

澳洲已經編配 5150-5350 MHz 頻段（僅限低功率室內使用）和 5725-5850 MHz 頻段供 RLAN 使用。5150-5350 MHz 和 5725-5850 MHz 頻段也包含在 IEEE 802.11 用於 WLAN 的系列標準中。澳洲並未編配 5350-5470 MHz 和 5850-5925 MHz 頻段用於 RLAN。美國和英國最初對調查 5350-5470 MHz 頻段用於 RLAN 非常有興趣，但目前動力似乎已經消退。歐洲過去也表示有興趣研究將 5725-5850 MHz 頻段用於 RLAN。

（二） 因應措施

1. WRC-19 議程項目 1.13

ACMA 將持續監測歐洲和其他地區/國家的發展情況，以確定 5G 的初期實施頻段。澳洲的初期實施頻段，將取決於頻段內既有業務的位置、類型和數量，是否可以訂定適當的干擾管理或共享的框架，以及是否可能發展規模經濟等因素來決定。

ACMA 將透過一般的國際籌備程序，持續監控這些頻段，並酌情與利害關係人接觸，以在 WRC-19 議程項目 1.13 上發表澳洲的立場。在適當的情況下，如果能研究各別頻段發展各別功能，將有助於澳洲最感興趣的問題，包括進行國際頻率共享和相容性研究，ACMA 也會酌情參加 ITU-R 5/1 工作小組會議（TG 5/1）。

澳洲 24.25-27.5 GHz 頻段已進入考量作為行動寬頻業務額外頻譜過程的初始調查階段，其頻段的發展趨勢與釋出時程，以及頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範說明於下一章節。

2. WRC-19 議程項目 1.16

ACMA 將透過一般的國際籌備程序，持續監控這些頻段，並酌情與利害關係人接觸，以在 WRC-19 議程項目 1.16 上發表澳洲的立場。在適當的情況下，如果能研究各別頻段發展各別功能，將有助於澳洲最感興趣的問題，包括進行國際頻率共享和相容性研究，ACMA 也會酌情參加 ITU-R 5A 工作小組會議。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

單一註冊投標人在 3.6 GHz 頻段拍賣中可以獲得的頻譜數量將會受到限制，這些限制將考量 3400-3700 MHz 頻段內投標人持有的執照。當投標人在 3400-3700 MHz 頻段內的都會區持有超過 60 MHz，或在區域地區持有超過 80 MHz，則在 3.6 GHz 頻段的拍賣中，可能無法獲得 3.6 GHz 頻段的頻譜執照。

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

3.6 GHz 頻段依循的頻譜技術架構應對固網和行動寬頻服務作最佳的，以專注在引入 5G 服務。為了有效的編配頻譜，頻譜在投入市場之前，必須被適當的配置，這個過程被稱為頻塊配置（lot configuration），該過程將適當的將頻譜切成數個單位，也就是頻塊。在決定頻塊的配置時，ACMA 將考量許多因素，包括需求資源、頻譜的技術特性。

（三） 頻譜交易與出租

依據 ACMA 制定的無線電通信頻譜執照交易規則 2012 決定[118]，頻譜執照持有者可以交易其頻譜執照的部分或全部，或者取得額外的頻譜執照，以增加地理空間的大小，或增加頻寬，在這些範圍內，頻譜執照持有者被授權可以運作設備。

交易規則將定義每個頻譜執照的最小連續頻寬（minimum contiguous bandwidth, MCB），以最大限度地減少因交易而導致頻譜分段持有的可能性。MCB 是指在特定區域內，頻譜交易的最小頻寬，但 ACMA 允許執照持有者提供書面資料，以取得許可交易較小的頻寬，ACMA 將在核准此類許可之前，要求頻譜執照持有者提出合適的理由。

[118] Radiocommunications (Trading Rules for Spectrum Licences) Determination 2012, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2012L01718

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

根據該法第 86 條，在進行頻譜執照交易的情況下，交易雙方必須在確認交易後儘快通知 ACMA，並提供相關資訊，以利 ACMA 可以修改無線電通信執照的註冊登記（Register of Radiocommunications Licences, RRL），以及發布或取消頻譜執照，以使交易生效。

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

依據澳洲競爭與消費者委員會（Australian Competition & Consumer Commission, ACCC）針對 5G 頻譜的競爭說明[119]，ACCC 的關鍵作用是輔助 ACMA，並側重於規範與促進無線電通信市場的競爭，其希望確保營運商有平等的機會取得必要的投入，以使他們得以在零售市場中有效競爭，從而鼓勵投資和產品差異化。

2018 年 8 月 30 日，VHA（Vodafone Group and Hutchison Telecommunications Australia）宣布計畫與澳洲第二大網際網路服務提供商 TPG（TPG Telecom Limited）合併，其規劃的合併結構是 VHA 將擁有 50.1%的 TPG 股權。

ACCC 表示，其審查提議的合併案時，會考慮是否可能大幅減少競爭。考量此次合併案，其主要關注在 TPG 行動網路的潛在競爭影響力，以及 VHA 進入寬頻市場對競爭的衝擊等議題，但最後消費者是否可能因為合併案，而須支付更多費用或使用更低的服務水準才是 ACCC 最關心的問題。雖然行業發生了很多變化，但我們的重點將放在合併本身的影響上。

2018 年 12 月，ACCC 對合併案提出質疑，其認為如果要進行合併，可能會減少市場的競爭，尤其 ACCC 擔心合併基本上將使 VHA 退出固網寬頻市場，特別是 TPG 在行動寬頻市場原本是一個積極的低成本競爭對，此合併案也可能使 TPG 退出行動寬頻市場。因此最終導致 ACCC 在 2019 年 5 月阻止該提案，但 VHA 表示可能會對監管機構的決定提出異議。

[119] ACCC (2018), Competition & the 5G spectrum, available at: https://www.accc.gov.au/speech/competition-the-5g-spectrum

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（五） 頻譜和諧共用措施

ACMA 為了研究國際的頻譜管理措施，委請 Analysys Mason 顧問公司進行研究，Analysys Mason 于 2017 年 6 月發布頻譜管理措施的研究報告[120]，主要目標是提供 ACMA 了解全球最好的頻譜管理措施、找出澳洲市場環境下的有利作法，以及澳洲頻譜改革的優先順序。

為了提高頻譜使用的靈活性，並鼓勵採用能夠實時重新頻譜配置的無線設備，Analysys Mason 建議頻譜管理的規管作法應朝向技術解決方案，以促成更複雜的基於市場的機制，例如使用地理位置數據庫來實時管理頻譜間隙的使用，並控制系統的執行參數，以避免與其他同一位置的頻譜用戶發生干擾。

複雜頻譜共享市場機制的成功關鍵將仰賴於頻譜管理實時資訊的可用性，以及干擾環境的管理，以促進頻譜調和與避免干擾。雖然技術進步可以促進更複雜的頻譜共享形式，以滿足快速增長的無線電頻譜需求，但隨著用戶數的增加，共享相同頻譜的用戶數也將增加，因此會存在對市場干擾變得無法管理的風險，進而產業不太願意投資與布署服務。

雖然頻譜使用的靈活性是一種有用的屬性，但是市場的發展明顯朝向重分配關鍵頻譜，例如偏向行動通信，因此頻譜使用靈活性的重要性就會下降一些。如果頻譜在國際上能為特定目的進行協調，則關鍵頻譜中服務中立性分配作法的壓力將會降低。

使用服務中立性分配的作法是 ACMA 的一個重要目標，因此在短期可能會處理更複雜的頻譜共享情況，以及在中期市場的方向可能會改變。不管如何，干擾管理的作法同樣適用，其可以支持更多更快的使用變化。

研究報告從當前國際頻譜管理的作法中，發現如下：

- 對頻譜的需求增加，特別是無線寬頻服務的頻譜需求，因此越來越重視更好地利用頻譜和頻譜共享。儘管迄今為止，新

[120] Research study on spectrum-management mechanisms, June 2017.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

穎的共享作法和新的商業布署相對較少，但全球正在目睹這種頻譜共享的發展趨勢。

- 專用頻譜管理在未來可能發揮更大的作用，使營運商能夠在一定的頻率範圍內管理自己的布署，或授權其他民營公司針對特定類型設備來調和頻譜。
- 未來的頻譜使用將更加動態，因此可用的頻譜管理實時資訊變成至關重要，以促進靈活的頻譜使用和共享，這也意味著需要採用新的頻譜監測模式。
- 如果頻譜共享在將來變成普遍存在，則執照的效期和如何定義頻譜共享將對市場的變化造成極大影響，因為目前專用頻譜的執照效期通常可以固定為 15 至 20 年。在頻譜共享的環境中，將需要明確的定義執照的效期和監管的政策，以避免不確定性，這可能會削弱營運商投資新穎解決方案的意願。
- 在頻譜定價方面也可能會造成影響，可能需要進一步考慮如何在共享頻譜中基於機會的定價，即反映共享頻譜的市場價值。
- 在某些市場上達成頻譜共享協商所需的時間似乎是共享模式的一個主要缺點，未來可能需要更快的布署。
- 為了避免性能不佳的接收機，在未來引入更靈活的共享模型中成為限制的因素，接收機的設計可能需要更加積極的調整，以提高性能，並實現不同型號之間更佳的一致性。
- 分層頻譜接取，即用戶可以競標更高級別的頻譜使用權，具有許多優點，並可以克服一些共享模式中的問題，新用戶只能在分類執照的許可條件下進行運作，即不保證 QoS，並可能增加干擾的風險。
- 沒有採用共享模式，找到 5G 服務所需的足夠頻寬將會相當困難，因此可能需要 5G 服務與未來選定頻譜中的既有服務實施適當的頻譜共享模式與規範。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

在設計新的執照制度時，ACMA 必須確定以下的事項：

- 在確切可行的情況下，提供更加市場導向的方法。
- 訂定執照發放和執照設計的改變期程，特別是在頻譜共享、執照延期、重組和交易的部份。
- 確立執照發放流程和執照設計的改變範圍。
- 在頻譜用戶的靈活性和可預測性之間取得平衡。
- 在頻譜管理控制、使用頻譜管理權利，以及重新配置執照方面，ACMA 可以放寬到多大的程度。

共享機制的實施需要依據市場需求逐條考慮，並根據預期的布署與頻段的特點進行考量。這些共享機制的最合適的目標頻段將是目前利用率較低的頻段、在某些地點的頻段或某些頻段的部分是可用的，以及被清空的既有頻段。

有鑑於物聯網用戶類別和使用方式的巨大差異，物聯網應用的頻譜接取並無一個可廣泛適用的解決方案。物聯網趨向於需要在不同的協定範圍內接取不同的頻譜資源，從專用頻譜到共享頻譜，且可在兩者間切換。因此 ACMA 將物聯網頻譜依特性區分為專用頻譜與共享頻譜：

- 專用頻譜包括行動網路與專用廣域網路頻譜。行動網路包括 LTE-M、NB-物聯網等網路型態，適用頻段包括 700MHz、850MHz、900MHz 與 1.8GHz 頻段等均屬於此一範疇。專用廣域網路則指 LoRA 等，適用頻段為 433/434MHz 與 915 至 928MHz 頻段等。
- 共享頻譜則涵蓋專用廣域網路、專用區域網路及一般區域網路等，其中專用區域網路如 ZigBee 等，一般區域網路則有藍牙等。專用區域網路適用頻段與專用廣域網路相似，而一般區域網路使用頻段則為 2.4GHz 與 5GHz 頻段。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（六） 頻譜重整機制

1. 3.6 GHz 頻段

3.6 GHz 頻段（3575-3700 MHz）目前既有頻譜使用業者包括點對點業務、固定式衛星服務（Fixed Satellite Service, FSS）、業餘使用，以及區域無線網際網路提供商（Wireless Internet Service Providers, WISPs）業務。

ACMA 針對受影響的既有 3.6 GHz 頻段設備執照業者，宣布一系列的補償措施[121]，包括：

- 在部分區域提議延長重分配的期限；
- 承諾調查區域性 28 GHz 頻段之使用，以提供固定無線寬頻業務的可能性；
- 在可能的情況下，鼓勵商業談判，以協助業者持續獲得頻譜；
- 致力安排 5.6 GHz 頻段用於站臺式無線寬頻服務（site-based wireless broadband services）；
- 致力與產業合作，以確立澳洲東海岸可以提供一個或多個衛星地面站的保護區。

2. 26 GHz 頻段

26 GHz 頻段（24.25–27.5 GHz）毫米波頻段目前作為 5G 的第二候選頻段，目前既有頻譜使用業者包括太空研究、FSS，以及國家寬頻網路（National Broadband Network, NBN）。

ACMA 於 2019 年 4 月發布未來使用 26 GHz 頻段的規劃決策與初步意見書[122]，包括：

- 確定在 34 個指定的城市和區域中心提供 25.1-27.5 GHz（26 GHz 頻段）頻率範圍的頻譜執照。

[121] ACMA (2017), Five-year spectrum outlook 2017−21, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/five-year-spectrum-outlook-2017-21

[122] ACMA (2019), Future use of the 26 GHz band—Planning decisions and preliminary views paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/draft-spectrum-reallocation-recommendation-for-the-26-ghz-band

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 確定許多設備執照和類別執照的措施，以促進 26 GHz 頻段的無線寬頻應用。

ACMA 傾向建議通信部長（the minister responsible for the communications portfolio）在 34 個確定的區域，發布 26 GHz 頻段頻譜執照的頻譜重整聲明，因此 ACMA 於 2019 年 5 月發布城市與區域中心 26 GHz 頻段頻譜重整建議草案諮詢文件[123]。26 GHz 頻段頻譜重整建議草案整理如下表。

表 22：澳洲 26 GHz 頻段頻譜重整建議草案

項目	ACMA 建議
執照類型	頻譜執照
頻譜	25.1-27.5 GHz（26 GHz 頻段），在 34 個指定的城市和區域中心。
重整期程	2 年半
重整截止日期	重整期程結束前 12 個月

資料來源：ACMA

重整截止日期（reallocation deadline）設定 ACMA 必須在該截止日前在重整頻譜中至少釋出一張執照，如果該截止日前未編配執照，則將自動撤消頻譜重整聲明。

如果部長接受 ACMA 提出有關頻譜重整的聲明建議，ACMA 傾向透過拍賣流程分配頻譜執照，因此諮詢文件將徵求利益相關者對頻譜拍賣相關事宜的意見，包括所使用的拍賣方式，以及頻譜配置的方式。參酌提交的相關意見後，ACMA 將正式提交給部長最後的頻譜重整建議。

[123] ACMA (2019), Draft spectrum reallocation recommendation for the 26 GHz band in cities and regional centres, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/E32D8C7AA2A647E085F6D37C2E6503A0.ashx

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（七） 執照管理與規範架構

依據澳洲頻譜釋照指引[124]說明，利益相關者可以透過取得頻譜執照 (Spectrum Licences)、設備執照 (Apparatus Licences)或類別執照 (Class Licencse) 使用頻譜。三種執照的相關規定與頻率使用費收取政策分別說明如下：

- 頻譜執照

頻譜執照通常須透過拍賣機制來取得，大多用於大規模商用業務，例如行動寬頻。頻譜執照持有者使用之相關設備須符合 ACMA 為該頻段制定的許可條件和技術框架，則執照持有者可在授權的地理區域和指定的頻段內運作設備。

頻譜執照的效期為 15 年，但執照持有者有權在執照效期內交易(trade)其全部或部分的頻譜執照，而且只能在買賣雙方通知 ACMA 交易相關事項，並在頻譜執照中登記註冊之後，交易才能生效。

- 設備執照

設備執照授權在特定位置或具有特定輸出特性的設備或設備類型在特定頻譜進行運作，以提供經核准的服務。設備執照的效期最長為 5 年，設備執照持有者在這期間每年須繳交固定執照費，即為頻譜使用費。

執照持有者沒有合法權利可以交易該執照，如果事先取得 ACMA 批准，執照持有者只能將該執照轉讓(出售)給其他業者。然而，因為實際上 ACMA 鼓勵執照轉讓(出售)，設備執照持有者可以隨時轉讓(出售)執照。

- 類別執照

類別執照授權所有用戶基於頻譜共享原則，在同一個頻段中及在相同的許可條件下，運作類別執照相關設備。許可條件規定可使用的頻率，通用的設備標準，以及其他相關的技術和操作參數。

由於 ACMA 不會向個人發放類別執照，所以不需要申請類別執照，也不需要支付執照費用，類別執照自動授權給所有用戶在頻段內

[124] ACMA (2018), Spectrum licensing FAQs, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Spectrum-licences/spectrum_20

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

使用無干擾及無保護的合規設備。類別執照通常用於車輛和車庫遙控器、無線電話、無線耳機、電視遙控器及 WiFi 設備等。

1. 3.6 GHz 頻段

ACMA 於 2017 年 8 月 11 日發布未來使用 3.6 GHz 頻段的決議及初步意見文件[125]。在決議文件中，ACMA 建議通訊部部長（Minister for Communications）在澳洲的特定都會區和區域地區重新分配 3.6 GHz 頻段，並建議執照架構採用頻譜執照的配置。

頻譜執照通常須透過拍賣機制來取得，大多用於大規模商用業務。頻譜執照持有者使用之相關設備須符合 ACMA 為該頻段制定的許可條件和技術框架，則執照持有者可在授權的地理區域和指定的頻段內運作設備。頻譜執照的效期為 15 年，但執照持有者有權在執照效期內交易（trade）其全部或部分的頻譜執照，而且只能在買賣雙方通知 ACMA 交易相關事項，並在頻譜執照中登記註冊之後，交易才能生效。

頻譜執照通常須透過拍賣機制來取得，大多用於大規模商用業務。頻譜執照持有者使用之相關設備須符合 ACMA 為該頻段制定的許可條件和技術框架，則執照持有者可在授權的地理區域和指定的頻段內運作設備。頻譜執照的效期為 15 年，但執照持有者有權在執照效期內交易（trade）其全部或部分的頻譜執照，而且只能在買賣雙方通知 ACMA 交易相關事項，並在頻譜執照中登記註冊之後，交易才能生效。

當需要透過拍賣分配頻譜時，ACMA 有三種線上拍賣機制[126]，包括簡易價格鐘拍賣制（Simple Clock Auction, SCA）、同時多回合拍賣制（Simultaneous Multi-Round Ascending Auction, SMRA），以及增強型同時多回合拍賣制（Enhanced Simultaneous Multi-Round Ascending

[125] ACMA (2017), Future use of the 3.6 GHz band—Decisions and preliminary views paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/link.aspx?_id=17BFF36784FF4151B1217647D6957112&_z=z

[126] ACMA （2018）, The ACMA's auction capability, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Spectrum-licences/the-acmas-auction-capability (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Auction, ESMRA）。不同頻譜採用的特定拍賣機制將取決於一系列因素，包括頻譜的特性和對該頻段的預期需求。如果需要，ACMA 也可以採用其他額外的拍賣機制。

2. 26 GHz 頻段

對於 26 GHz 頻段適合之執照架構，ACMA 已經研究許多不同的執照組合。雖然 5G 技術已初具規模，但潛在的商業模式尚不清楚，特別是如何與現有傳統行動網路業者的集中服務提供模式（centric service provision model）緊密結合尚未明朗，事實上，頻段的獨特物理特性和技術的改進可能會創造過去未曾見過的商業模式。

執照選項包括頻譜、設備和類別執照的各種組合，以符合各種部署的商業模式。在所有組合的選項中，不會刪除既有服務的頻譜編配，其將與無線寬頻服務共存，可能會強制協調要求，以限制新服務的部署位置。

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

為了協助制定 26 GHz 頻段的規劃方案，ACMA 考量三種使用的類型，但最終的部署可能是形成混合類型，或是這些類型的組合，三種使用的類型說明如下表。

表 23：澳洲 26 GHz 頻段三種可能的商業模式類型

類型	說明
類型 1：傳統廣域用戶網路	由一個或多個行動業者透過無所不在的基地臺提供服務。
類型 2：限制市場（limited market）用戶網路	包括但不限於固定無線寬頻服務，以及車隊導向的行動服務。
類型 3：企業專網	由私人實體在其自己的房屋或土地範圍內營運的企業服務。

資料來源：ACMA，本計畫整理

ACMA 認為最好的選項是類型 1，其可在都會區和區域地區透過頻譜執照使用整個 26 GHz 頻段。ACMA 也發現，類型 3 的企業專網，

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

如果使用輕度管制的類別執照，用戶可透過頻譜共享的方式接取頻譜，如此將是有利的商業模式。但這須取決於服務的需求，以及在重疊頻譜內，類型 1 和類型 3 用戶依類別執照規管下頻譜共享的可行性，例如類型 1 用戶主要提供的服務在類型 3 私人用戶的服務場所之外。

然而，上述評估的結果也為類型 2 的用戶留有一線希望，即為類型 2 服務在適用頻譜執照的區域保留一些頻譜，以適用設備執照。這種作法是否合適，以及其可適用程度，須取決於兩個廣泛的問題，說明如下：

- 與被動 EESS 業務在頻段下限共享頻譜。例如如果最終確定類型 1 的廣域服務設備在頻段下限無法充分保護被動 EESS，但低密度設備執照之設備卻可以保護被動 EESS。
- 設備標準中頻譜執照的頻塊（lot）配置，如何使用在可用的總頻寬內。例如如果無線寬頻可以最佳的部署在特定頻塊大小，但頻塊大小的倍數會在頻段下限區域留下頻率間距，如此該間距可能可以用於設備執照的類型 2 服務。

這些僅是 ACMA 的初步意見，ACMA 希望聽取利益相關者的意見，特別是針對類型 2 和類型 3 的觀點，因為其屬於新興的服務模式，傳統行動業者並未大量參與這些程序。

（九） 技術規範與其他

1. 3.6 GHz 頻段

為避免發生干擾情況，頻譜執照除了指定執照的地理區域和頻率範圍，技術上主要規範該執照頻率和地理邊界的最大允許發射功率。ACMA 避免干擾的共通作法是透過干擾影響證明（interference impact certificate, IIC），即認證的 R070 表格，也就是設備申請註冊表格，其顯示該設備符合 2012 年無線電通信決定規範（第 145（3）條認證）[127]中詳述的認證選項之一。

[127] Radiocommunications （subsection 145（3） Certificates） Determination 2012, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2012L01719 (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

設備如果具有干擾影響證明，也符合所有其他的執照條件，設備的使用將被認為不會造成不可接受的干擾情況。干擾影響證明須由認證人員（accredited person）代表執照持有者依據頻譜執照條件提交申請，並註冊設備。

只有透過認證人員保證設備符合下列條件下，設備才可以取得干擾影響證明：

- 設備符合第 145（4）條決定規範針對該頻段的相關規定。
- 已配置足夠的內部保護頻段（guard space），以減輕相鄰頻段之間的潛在干擾情況。
- 所有受影響的相鄰執照持有者均提供書面協議，願意接受更高的干擾可能性。通常須透過支付商業費用，以取得書面協議。

2. 26 GHz 毫米波頻段

ACMA 於 2018 年 9 月 26 日發布 26 GHz 頻段用於無線寬頻的意見文件[128]，以期提供更短距離，更高容量的無線寬頻服務，並補充更高密度區域的覆蓋。該文件指出，在澳洲 26 GHz 頻段內目前雖有既有頻譜使用業者，包括太空研究、固定式衛星服務（FSS），以及國家寬頻網路（NBN），但業務數量有限，而且迄今為止的研究顯示，未來無線寬頻與既有業務之間的共存應該是可行的，不需要約束或修改既有業務。因此考量與其他頻譜重整相比，加速考量將 26 GHz 頻段重整劃分的風險被認為是較低的。

在考慮利害關係人的回應之後，ACMA 決定加速釋出 26 GHz 頻段作為 5G 使用的程序。ACMA 同意該文件代表 26 GHz 頻段的下一步規劃，包含特定頻率和區域的配置方式、頻段如何分配、應編配何種執照，以符合無線寬頻各類型潛在多樣的服務。

具體而言，該文件建議的選項如下：

[128] ACMA （2018）, Wireless broadband in the 26 GHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/15EF7BCEB00E4297B99953C9CDC27125.ashx (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 分配 24.25 - 27 GHz，或分配 24.25 - 27.5 GHz 頻段。（目前尚未確認 26 GHz 頻段的下限頻率為 24.25 GHz。因為迄今為止，對於 23.6 - 24 GHz 頻段與被動地球探測衛星業務（earth exploration satellite services, EESS）共存的國際研究資訊仍然不足，因此 ACMA 仍沒有足夠的資訊來確定該頻段的下限頻率，24.25 GHz 是 ACMA 初期假設的下限頻率。）
- 僅在特定的都會區編配頻譜執照，或在都會區或區域均可編配頻譜執照。（不管選項為何，無線寬頻服務將被允許可透過協調的設備執照接取定義外的區域。）
- 在定義的地理區域內，制定頻譜執照、設備執照和同頻類別執照的各種組合選項，以便接取各種不同類型的潛在服務。

有關 ACMA 受 23.6 - 24 GHz 頻段與被動地球探測衛星業務（EESS）共存國際研究資訊不足的影響，因此 ACMA 初期假設 26 GHz 頻段的下限頻率為 24.25 GHz 的問題，ACMA 將召集利害關係人組成工作小組，以考量頻率邊界和相關共存的議題，該工作小組將作為制定技術架構時所建立之技術聯絡小組（Technical Liaison Group, TLG）的補充，而不是替代。工作小組也將有機會討論該頻段上限（即 27 或 27.5 GHz）的任何關注問題，並考慮是否有其他具體措施可有助於保護 FSS 衛星接收器。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第五節　日本

一、5G 政策推動重點

（一） 5G 政策歷程與目標

1、 政策背景

為了能促進無線電波的有效運用，以及解決日本進入「Society 5.0」的各項社會問題，總務省積極整備頻譜，並於 2016 年的「無線電波政策 2020 懇談會」後，決定透過 2020 年的東京奧運/殘奧運動會的舉辦，展現 5G 商用化的成果，以及各項 5G 相關的使用案例，帶動與活化日本產業與社會。

2、 政策演進歷程

總務省自 2003 年起每年進行無線電波的使用狀況調查，2004 年起每年調整修正與公告，以透明性與可預見性來確保頻譜能更為順利以及確實地調動與整編。

總務省 2012 年舉行的「關於無線電波有效利用促進檢討會」是在行動通訊的訊務量大增，以及大規模災害時須利用無線系統的重要性與有效性的基礎上，來更進一步促進無線電波的有效利用，檢討頻率使用費與其相關使用。

總務省 2014 年舉行「無線電波政策願景懇談會」，此是基於無線通訊往更高頻率使用的需求，並且在頻率有限稀少的限制下提供有效利用的制度、政策之整備的基礎上，所進行之中長期無線電波政策願景檢討，希望至 2020 年前 6GHz 以下的頻段能有 2.7GHz 的頻寬來供應手機、無線區域網路等行動通訊系統為目標。

總務省 2016 年舉行的「無線電波政策 2020 懇談會」已開始以國外的整備動向為基礎，針對 WRC-19 檢討的頻段與 5G 頻譜進行整備與研究。遂於 2017 年 11 月至 2018 年 8 月之「電波有效利用成長戰略懇談會」更聚焦在物聯網、AI、機器人、自駕車等先進技術，除了要解決少子高齡化、地方人口減少等各式各樣議題所形成的「Society 5.0」，預期無線電波利用的需求也會愈來愈大，因此本懇談會與 2018

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

年 6 月內閣府公布之「未來投資戰略 2018」政策結合，針對資料驅動型社會的共通基礎設備的整備部分，進行 5G 的基礎建設整備。

在研發與場域實證協同發展的時程上，2015 年總務省即開始進行 5G 的初期研發，至 2017 年開始進行三年期（2017~2019）之實證計畫，並希望於 2019 年日本舉辦的世界杯橄欖球賽、2020 年日本東京的奧運與殘障奧運進行服務的示範與商用化案例的展現。

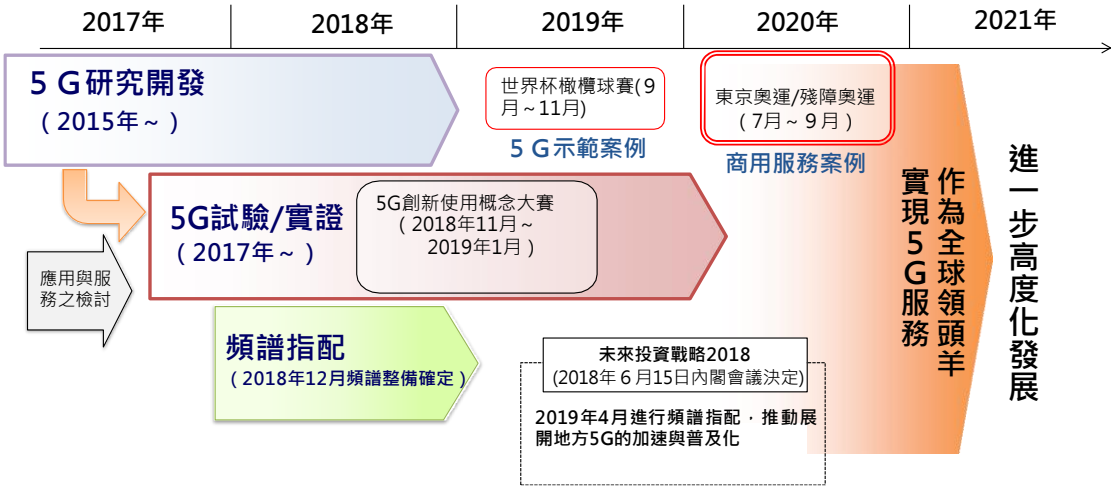


圖 69：日本 5G 整備頻譜目標[129]

（二） 政策重心

整體而言本年度關於 5G 的核心重點有二：

1、 商用化：以 2020 年東京奧運/殘奧運動會之 5G 商用化為目標，鼓勵各大型電信業者進行 5G 的各項小型實驗、場域測試。此外民間的第五代行動通訊推動論壇（5GMF）響應總務省政策，持續在東京與其他區域進行。

2、 頻譜分配：2018 年 7 月底已針對 5G 的技術干擾議題提出報告書，並在 8 月-9 月針對 5G 頻譜的未來使用情形公開諮詢；10 月初與四大電信業者舉行公開聽證會，確認 5G 頻譜配置意願；11 月及 12 月針對 5G 的頻譜審議之規則進行意見諮詢；2019 年 1 月 24 日公布 5G 申請說明手冊。

[129] 參見總務省（2018），〈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に関する指針について〉，< http://www.soumu.go.jp/main_content/000589764.pdf>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 6 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

2018 年 8 月底總務省公告《電波有效利用成長戰略懇談會報告書》，明確指出 3.7GHz 頻段、4.5GHz 頻段（兩者合計整備 500MHz）、28GHz 頻段（整備 2GHz），三個頻段共計 2.5GHz 給予 5G 頻譜使用；若加上既有的 3G、4G 與 IoT 頻譜，至 2020 年底前約整備共 4GHz 的頻寬。

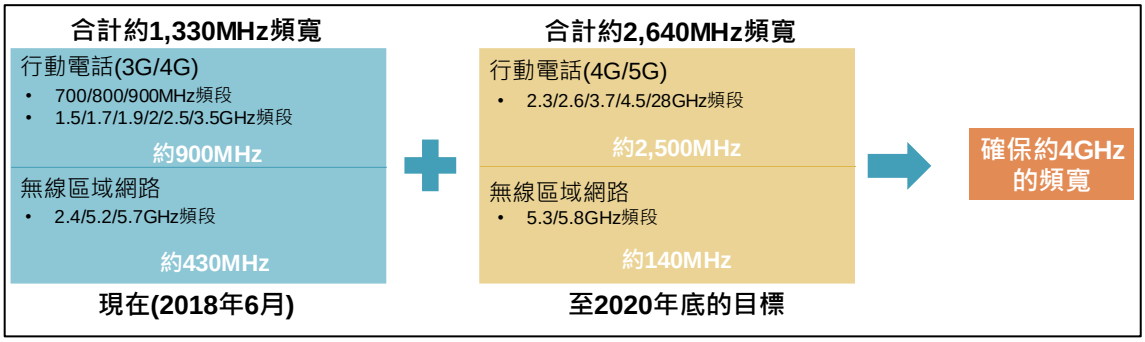


圖 70：日本 5G 整備頻譜目標

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

(1) 候選頻段整備狀態

總務省目前已整備 3.7GHz（3,600~4,100MHz）有 5 個 100MHz 的頻塊，4.5GHz（4,500~4,800MHz）整備有 1 個 100MHz 的頻塊，28GHz（27.0~29.5GHz）整備 4 個 400MHz 的頻塊，總計有 10 個頻塊。此外，4,600~4800MHz 與 28.2~29.1GHz 將後續檢討是否分配給垂直業者或地區型業者使用。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

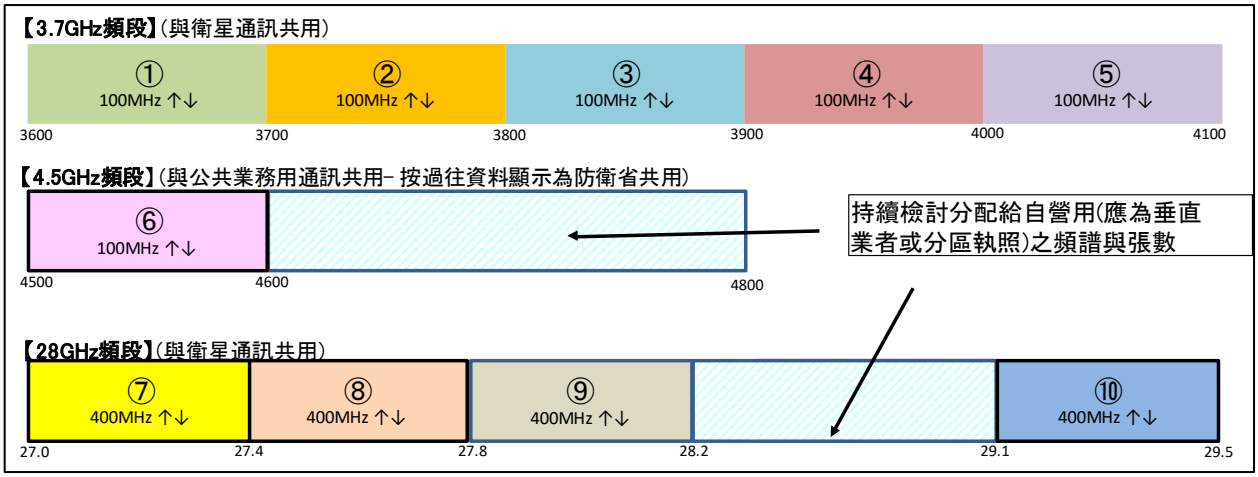


圖 71：日本 5G 候選頻段

(2) 釋出時程規劃

2018 年 8 月底至 9 月底前，總務省針對電信業者與地方有線電視系統業者進行 5G 的頻譜使用諮詢，除了讓大型電信業者陳述 5G 頻譜的需求意願外，同時也確認有線電視系統業者大致有地區性頻譜的需求。

爰此，2018 年 11 月初總務省發布〈因應 5G 系統導入之特定基地臺開設相關指導方針之諮詢文件〉，12 月中公告諮詢結果後，確認以歷來採用之「比較審查制」(審議制)來做為分配 5G 頻譜的做法。2019 年 1 月 24 日總務省公告《因應 5G 系統導入之特定基地臺開設計畫認定申請說明書》，正式邁入 5G 的申請階段。2019 年 2 月 26 日公告申請業者，由 NTT Docomo、KDDI/沖繩行動電話、Softbank、樂天四家申請審議，於 2019 年 4 月 10 日公布審議結果[130]。

[130] 參見總務省網站，網址：<http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000375.html>。(瀏覽時間：2019 年 3 月 5 日)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

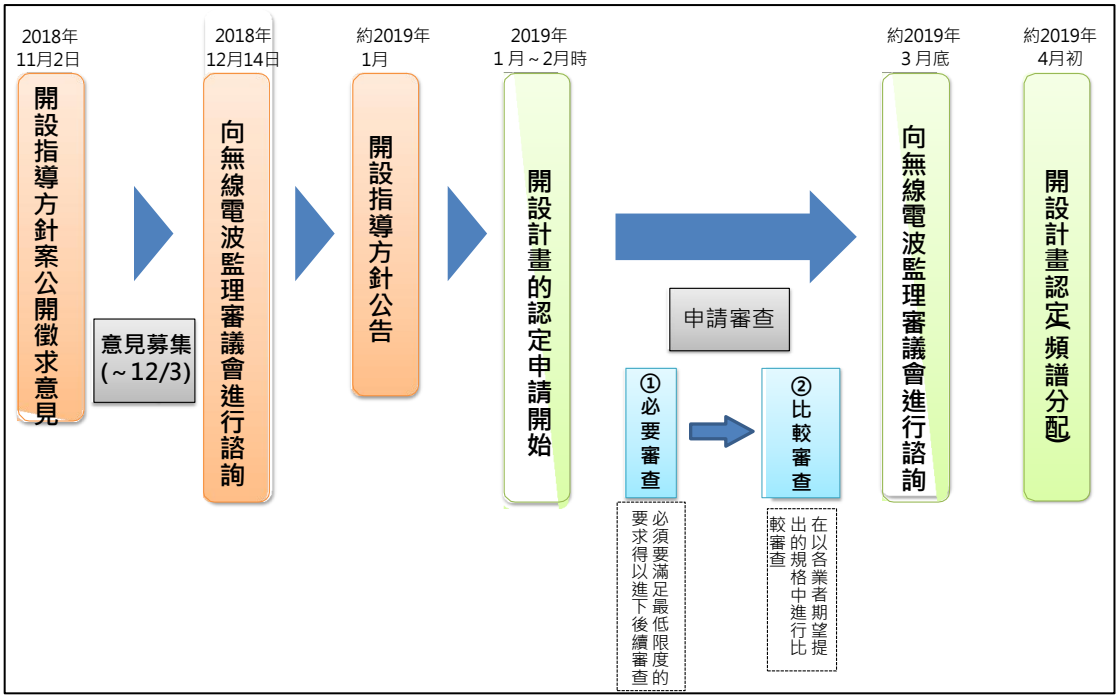


圖 72：日本 5G 整備頻譜之時程

在 3.7GHz 至 4.5GHz 頻段部份，NTT DOCOMO 與 KDDI/沖繩行動電話均取得 200MHz 頻寬，NTT DOCOMO 取得 3600-3700MHz 以及 4500-4600MHz、KDDI/沖繩行動電話取得 3700-3800MHz 以及 4000-4100MHz。樂天 Mobile 與 Softbank 各取得 100MHz 頻寬，樂天 Mobile 取得 3800-3900MHz、Softbank 取得 3900-4000MHz。在 28GHz 高頻段部分，NTT DOCOMO、KDDI/沖繩行動電話、Softbank、樂天 Mobile 均取得 400MHz 的頻率。樂天 Mobile 取得 27-27.4GHz、NTT DOCOMO 取得 27.4-27.8GHz、KDDI/沖繩行動電話取得 27.8-28.2GHz，Softbank 取得 29.1-29.5GHz。

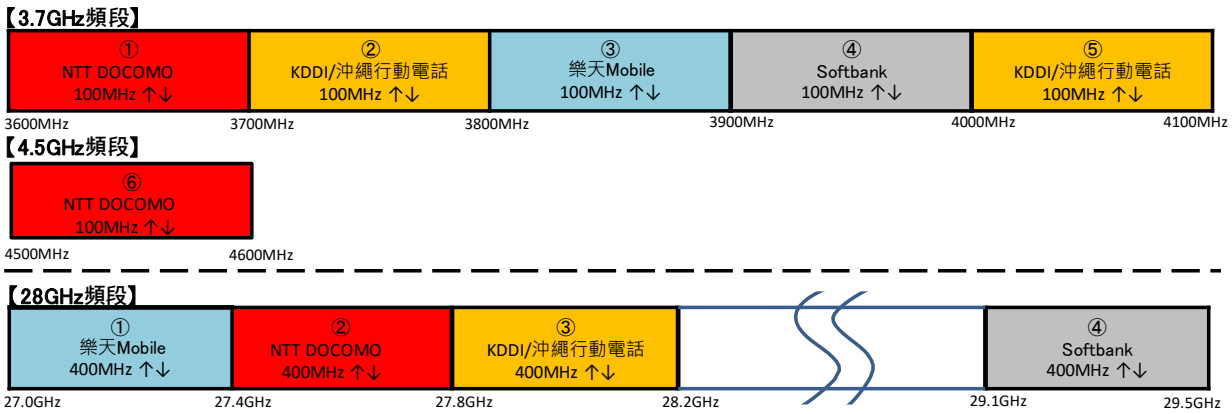


圖 73：日本 5G 釋出分配圖

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

（一） WRC-19 相關議題與政策方針

總務省針對 2019 年 10 月 28 日至 11 月 22 日召開 WRC-19 之議題，於 2018 年 10 月 24 日至 11 月 22 日進行意見諮詢，12 月 25 日公布意見彙整與總務省的施行方針，並於 2019 年 1 月 7 日-12 日在韓國釜山進行之第四次亞太電信共同體 WRC 準備大會（APT-WRC）進行報告。

（二） 因應措施

總務省針對 2019 年底召開之 WRC-19 進行日本國內相關意見之徵詢，於 2018 年 12 月 25 日[131]與 2019 年 5 月 30 日發布相關意見結果，最新關於與 5G 頻譜有關之議題 1.5 之意見如下：

- 日本在 17.7-19.7GHz 頻段（太空對地球）與 27.5-29.5GHz 頻段（地球隊太空）因應行動衛星基地站（ESIM）之利用決議，認為採用方法 B（Method B）較為適切，使得 ESIM 能與既有服務及未來地上服務均能有所保護，且未有其他額外追加之限制。

議題 1.13 關於 24.25-27.5GHz 之頻段意見如下：

- 支持 Method A2（IMT 指定）；此外，在 IMT 指定中，應該要對於共享相關之 Condition/Option 之選擇採用。

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

總務省允許電信業者針對 3.7GHz 與 4.5GHz 頻段申請 100MHz 頻寬或 200MHz 頻寬，上限為 200MHz；28GHz 頻段之上限為 400MHz。

[131] 參見總務省（2018），〈2019 年世界無線通信会議（WRC-19）に向けた我が国の考え方（案）に係る意見募集の結果〉，<http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban10_02000029.html>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 11 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

總務省早在 2003 年公布之《電波政策願景》，即有說明將「手機、PHS 的中長期的用戶數與傳輸速度的推估為基礎，以 ITU 所公布的方法論來預測 2010 年、2015 年甚至之後的頻譜需求。

此外，如 2014 年之《電波政策願景懇談會》亦有指出透過 Cisco、ITU-R 等方法來評估未來流量[132]，且在 2016 年之《電波政策 2020 懇談会報告書》[133]中採用圖片圖像的方式預測一些需求情境，讓外界能感受到未來的想像，不同於單純使用文字的敘述說明或是提出 KPI 的方式。

復每年總務省均會公布隔年之《頻譜供應更新行動方案》（周波数再編アクションプラン），透過每年從企業使用頻率之狀況檢討，以及每三年頻率使用費之調整，來確認未來頻率使用情形。上述這些頻譜預測之考量沿用至 2018 年之 5G 需求預測。

（三） 頻譜交易與出租

總務省目前僅有在電信業者間因為併購、拆分下，經過總務省許可下繼承持照者之地位的情形，再藉由頻譜分配計畫與頻譜重整行動方案公布後，取得所需之重整頻譜並使用之。在目前的現況下，若非持照人有使用頻譜之需求，除非透過上述方式，否則是無法取得頻譜使用，因此總務省在 2018 年的「電波有效利用成長戰略懇談會」上提出頻譜二次交易制度的檢討。其結論報告認為目前的時點尚未觀察到有具體積極導入頻譜二次交易之意見，倒是對於促進 MVNO 進一步的發展有較多的需求，因此在頻譜二次交易具體需求較為明確後，再進行檢討與修正方為妥適。[134]

---

[132] 電波政策ビジョン懇談会（2014），《電波政策ビジョン懇談会最終報告書》，頁 40，網址：<http://www.soumu.go.jp/main_content/000334592.pdf>。

[133] 電波政策ビジョン懇談会（2016），《電波政策 2020 懇談会報告書》，頁 14，網址：<http://www.soumu.go.jp/main_content/000334592.pdf>。

[134] 參見總務省（2018），《電波有効利用成長戦略懇談会報告書》網址：<http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000273.html>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

總務省由於採用比較審查制（審議制），因此較無頻譜集中化、頻譜上限這類議題。但在過往總務省委託之外國頻譜政策報告，或是頻譜拍賣先期懇談公聽會時，主要業者表示若採取頻譜拍賣制度，才有設定頻譜上限與集中化之相關議題之意義[135]。

（五） 頻譜和諧共用措施

總務省針對原本為衛星下鏈使用的 3.7GHz（3,600~4,200MHz）、4.5GHz（4,400~4,900MHz），採取該頻段的干擾實驗，並針對電波功率提出規範（參見以下之技術規範一節），確保該頻段使用 5G 設備無虞。

另外總務省 2019 年 1 月預定針對「不同系統間的頻譜共用技術的先進事業」，實施以實現 5G 與既有無線系統的先進頻譜共用為基礎，有效利用資料庫等頻譜共用系統等技術開發，遂展開計畫招募，期待相關業者或學界能共襄盛舉。[136]2019 年 6 月公布相關研究開發者名單與計畫、技術方向，包含 KDDI、Sony、Panasonic、京都大學進行共享頻譜使用及管理技術。[137]

（六） 頻譜重整機制

總務省為了促進頻譜轉移的速度，於 2011 年修訂《電波法》27 條-12、27 條-13、116 條擬定「終止促進措施」，來因應新事業者使用既有使用者之頻譜，需負擔既有使用者移轉至其他頻譜的費用等措施。如 2018 年進行之 3.4GHz 的頻譜分配，原本在該頻段上的廣播聲

---

135 參見周波数オークションに関する懇談会事務局（2016），〈周波数オークションの導入に関する公開ヒアリングの結果について〉，網址：<http://www.soumu.go.jp/main_content/000121939.pdf>。

136 總務省（2019），〈「異システム間の周波数共用技術の高度化事業」に係るプログラムディレクターの募集〉，網址：<http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000282.html>。（瀏覽時間：2019 年 6 月 25 日）

137 總務省（2019），〈令和元年度における電波資源拡大のための研究開発及び異システム間の周波数共用技術の高度化に関する研究開発採択結果一覧表〉，網址：<http://www.soumu.go.jp/main_content/000626907.pdf>。（瀏覽時間：2019 年 6 月 25 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

音 STL 迴路需在 2022 年 11 月 30 日前移轉至 M Band（6,570~6870）或 N Band（7,425~7,750MHz），聲音 FPU 迴路需移轉至 B Band（5,850~5925MHz）或 D Band（6,870~7,125MHz）。

（七） 執照管理與規範架構

日本的頻譜管理目前採取比較審查制（審議制），也就是有部分的政府頻率指配性質，以及部分的業者間頻率協調的性質，但最後仍由總務省決定執照指配的許可。

總務省之 5G 頻譜分配審查為兩階段審查。第一階段為資格審查（絕對審查），第二階段為審議評選。表 24 臚列第一階段絕對審查之 11 項基準。

表 24：日本 5G 第一階段審查標準[138]

審查項目	基準	絕對審查基準
覆蓋區建置	1	從認定許可的 5 年內，全國與各地區的 5G 基礎建設建置率達 50%以上，且必須建置 5G 的特定基地臺
	2	從認定許可的 2 年內，在所有的都道府縣內，必須開始運行 5G 的特定基地臺
設備	3	計劃確保特定基地臺的設置地點，以及設備採購和安裝施工系統的安全
	4	制定確保特定基地臺運行所必需的電信設施的安全性和可靠性的相關計畫
財務	5	在設備投資等必要的資金調度計畫與認定的有效期間（5 年）內，進行達到單年度盈餘之收支計畫
法遵	6	計劃為了法遵、個資保護與使用者利益保護（包含廣告內的通訊速度與服務範疇的表示）的策略與因應實施該策略的體制整備
服務	7	計劃對於沒有行動電話執照者（MVNO）所進行之批發電信業務，或是因應電信設備接續之特定基地臺來促進使用。（本計畫的成果將在未來的頻譜指配中做為審查的對象）

[138] 參見總務省新世代モバイル通信システム委員会（2018），《新世代モバイル通信システム委員会報告概要》網址：<http://www.soumu.go.jp/main_content/000567503.pdf>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

審查項目	基準	絕對審查基準
	8	關於提供之服務，計畫根據使用者的通訊流量之需求，進行制定各種費率
訊號干擾策略	9	為了防止與既有持照人所建置之無線基地臺造成訊號干擾，計畫進行相關措施
其他	10	不能由同一個集團之企業以多個申請者來申請
	11	指配頻譜的業者，不能將其公司業務轉讓給既有行動業者

第二階段審議評選之審查基準與評分方式如后（表 25）[139]：

- 除了基準 H 以外，其他審查基準，採相互比較後之排序順位計分，也就是依據「該申請者優於多少位其他申請者」之方式給分。其中基準 A、B、F 將再乘以「申請家數÷(申請家數-1）)。（非整數之情況採小數點後兩位四捨五入取計）
- 基準 H 之評分方式，最高分給定為「申請家數-1」，第二高分給定為「申請家數-2」，以此類推。

表 25：日本 5G 第二階段審議評選基準

基準	審查事項	評價方法	配點
A	審議通過後，5 年後全國 5G 基礎建設之建置比率較高者	申請者分數較高者	申請家數(最高分)
B	審議通過後，5 年後全國 5G 特定基地臺之建置數較高者	申請者分數較高者	
C	關於特定基地臺之建置數、建置場所，其可以在包含地下街、地下鐵站內	申請者之計畫分數較高者	申請家數-1(最高分)

[139] 參見總務省（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〉，<http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html>。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	的室內公共空間保持通訊的具體計畫較為完備者		
D	在 5G 先進之特定基地臺所整備之網狀與其他的網狀網路中，能因應建置個別有明顯需求情形之特地基地臺對策較為完備者	申請者之計畫分數較高者	
E	因應確保電信設備之安全性與可靠性的相關具體計畫較為完備者	申請者之計畫分數較高者	
F	對於 MVNO 所進行之批發電信業務，或是因應電信設備接續之特定基地臺來促進使用之具體計畫較為完備者	申請者之計畫分數較高者	申請家數(最高分)
G	利用 5G 的特點進行先進利用的具體方案，與關於擴大 5G 利用需求的具體行動計劃較為完備者	申請者之計畫分數較高者	申請家數-1(最高分)
H	a.是否為尚未指配頻譜之業者 b.是否為已指配頻譜但尚未提供電信服務之業者 c.是否為已指配頻譜且用戶契約數比例較高之業者	申請者將依下列情況分別給分： 1.新進業者或是已指配頻譜但尚未提供電信服務者 2.該頻段之申請者中（必須為上述 1 之狀況以外之既有	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

		業者），對於已指配頻譜頻寬之用戶契約數量比例較高者	
I	審議通過後，5 年內訊號不佳地區人口減少數較高者	申請者（限為既有業者）分數較高者	申請家數-1 (最高分)
上述申請之既有業者，所採用的比較基準為 A~I。若上述申請審查基準（A~H）總分相同時，再加採以下之基準審查			
J	審議通過後，5 年內特定基地臺的覆蓋面積比率較高者	申請者分數較高者	申請家數-1 (最高分)

總務省另針對所有得標業者附附帶 5G 開設條款，例如，希望得標業者盡可能因應 5G 的多樣化使用需求，設定 IoT 服務與一般用戶之 5G 資費水準為消費者可負擔者；為滿足運作於 5G 網路上多樣服務的需求，必須要盡可能確保建置適當與充足的光纖網路；以及盡可能讓使用 GPRS Tunneling Protocol 通信技術之接續來促進 5G 特定基地臺之使用等。

至於 5G 布建義務，總務省僅於第一階段絕對審查時提出「從認定許可的 5 年內，全國與各地區的 5G 基礎建設建置率達 50%以上，且必須建置 5G 的特定基地臺」之要求，以及在第二階段審查完後要求電信業者的條件之一為「在難以接收訊號之區域[140]努力架設基地臺」等說明。電信業者在第一階段審查時有自提布建的比例，由於每家電信業者的能力不同，因此僅須符合絕對審查之要件即可通過審查，如 NTT Docomo 的 5G 涵蓋率達 97%，但新進業者樂天 Mobile 的涵蓋率僅達 56.1%。

[140] 此要求並未為偏遠地區之布建義務說明，而是如隧道、大樓死角等不限在市區或郊區建置基地臺的柔性訴求。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 26：日本電信業者自提 5G 布建涵蓋率與基地臺數量

相關指標	NTT Docomo	KDDI/沖繩電信	Softbank	樂天 Mobile
服務推出時間	2020 年	2020 年 3 月	2020 年 3 月	2020 年 6 月
基地臺等設備投資金額	7,950 億日圓	4,667 億日圓	2,061 億日圓	1,946 億日圓
全國 5G 涵蓋率	97.0%	93.2%	64.0%	56.1%
5G 基地臺數[1] (1)3.7GHz 及 4.5GHz (2)28GHz	(1)8,001 (2)5,001	(1)30,107 (2)12,756	(1)7,355 (2)3,855	(1)15,787 (2)7,948
MVNO 家數/MVNO 用戶數 (限 L2 接取)	24 家/850 萬戶	7 家/119 萬戶	5 家/20 萬戶	41 家/70.6 萬戶

（八） 對於垂直頻譜使用考量

總務省經由頻率戰略會議、公聽會與諮詢意見書的多種方式，在 2018 年 9 月 28 日公布主要電信業者與地區有線電視系統業者之意見[141]，確認垂直場域之頻譜確實在產業上有所需要，因此後續在「新世代行動通訊系統委員會」中成立「地區 5G」工作小組，以進行頻譜規劃之討論。

目前總務省對於垂直場域的規劃如圖 74。預計 2019 年 12 月將進行 4,600-4,800MHz 的技術規範討論。[142]

[141] 參見總務省網站：<http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000350.html>。

[142] 參見亀井卓也（2019），〈5G 與地方創生-日本推動 5G 實證計畫經驗〉，2019 國際 5G 高速寬頻應用與智慧城市發展論壇，國立成功大學電信管理研究所會議廳。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

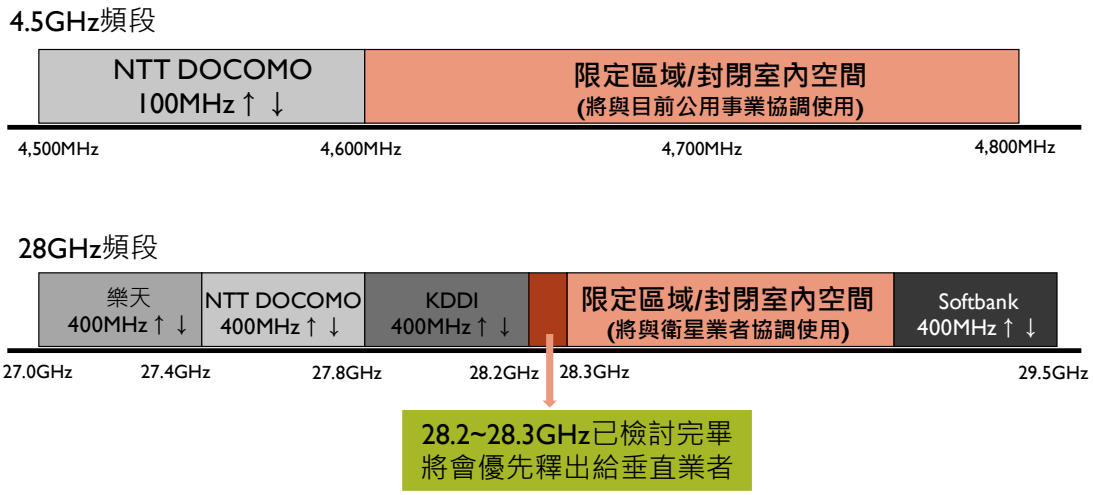


圖 74：日本 5G 垂直場域頻譜整備情形

（九） 技術規範與其他

總務省關於 5G-NR 與相關基地臺的技術標準已於 2018 年 7 月 31 日公布，簡表如表 27：

表 27：日本 5G NR 技術相關規範[143]

頻段		3.7GHz、4.5GHz	28GHz
通訊方式		TDD	TDD
多元接續方式	基地臺	OFDM 與 TDM	OFDM 與 TDM
	行動臺	OFDMA 或 SC-FDMA	OFDMA 或 SC-FDMA
調變方式	基地臺	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
	行動臺	π/2-BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM	π/2-BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
佔頻段頻寬之容許值	基地臺	10MHz/15MHz/20MHz/30MHz/40MHz/50MHz/60MHz/70MHz/80MHz/90MHz/100MHz	50MHz/100MHz/200MHz/400MHz
	行動臺	10MHz/15MHz/20MHz/40MHz/50MHz/60MHz/80MHz/90MHz/100MHz	50MHz/100MHz/200MHz/400MHz
帶外輻射功率	基地臺	每佔有頻段之相鄰通道洩漏電力，依據混附波頻譜遮罩規定	每佔有頻段之相鄰通道洩漏電力，依據混附波頻譜遮罩規定
	行動臺	每佔有頻段之相鄰通道洩漏電力，依據混附波頻譜遮罩規定	每佔有頻段之相鄰通道洩漏電力，依據混附波頻譜遮罩規定
最大傳輸電力功率與傳	基地臺	額定傳輸電力功率±3.5dB 以內	額定傳輸電力功率±4.5dB 以內
	行動臺	額定傳輸電力功率最大值 23dBm 以下	額定傳輸電力功率最大值 23dBm 以下

[143] 參見總務省新世代モバイル通信システム委員会（2018），《新世代モバイル通信システム委員会報告概要》網址：<http://www.soumu.go.jp/main_content/000567503.pdf>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

輸電力功率容許偏差		額定傳輸電力功率+4.3dB/-8.0dB	額定傳輸電力功率附加值6.4dB以下
頻率容許偏差	基地臺	±(0.05ppm+12Hz)以內(超過38dBm有傳輸電力功率端子、超過47dBm無傳輸電力功率，或超過38dBm+10log(N)有傳輸電力端子的主動式天線基地臺) ±(0.1ppm+12Hz)以內(38dBm有傳輸電力功率端子、47dBm無傳輸電力功率，或38dBm+10log(N)有傳輸電力端子的主動式天線基地臺) 但，N是一個構成載運波之無線設備數量或8個左右的小量值	±(0.1ppm+12Hz)以內
	行動臺	±(0.1ppm+36Hz)以內	±(0.1ppm+300Hz)以內

總務省另於2019年6月公布關於5G垂直場域(28.2-28.3GHz)之技術條件如下表。[144]

表28：日本5G垂直場域技術相關規範

頻段		28.2-28.3GHz
通訊方式		TDD
多元接續方式	基地臺	OFDM與TDM
	行動臺	OFDMA或SC-FDMA
調變方式	基地臺	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
	行動臺	π/2-BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
佔頻段頻寬之容許值	基地臺	50MHz/100MHz/200MHz/400MHz
	行動臺	50MHz/100MHz/200MHz/400MHz
帶外輻射功率	基地臺	每佔有頻段之相鄰通道洩漏電力，依據混附波頻譜遮罩規定
	行動臺	每佔有頻段之相鄰通道洩漏電力，依據混附波頻譜遮罩規定
最大傳輸電力功率與傳輸電力功率容許偏差	基地臺	最大電力：原則上，室外5dBm/MHz以下，室內0dBm/MHz以下[145] 容許偏差：額定傳輸電力功率±5.1dB以內
	行動臺	最大電力：額定傳輸電力最大值23dBm以下 容許偏差：額定傳輸電力功率外加3.6dB以下
射頻單體最大發射功率限制值	基地臺	原則上為23dBi以下[146]
	行動臺	20dBi以下
頻率容許偏差	基地臺	±(0.1ppm+12Hz)以內
	行動臺	±0.105ppm以內

144 參見總務省新世代モバイル通信システム委員会（2019），《地域ニーズや個別ニーズに応じて様々な主体が利用可能な第5世代移動通信システム（ローカル5G）の技術的条件等》網址：< http://www.soumu.go.jp/main_content/000626699.pdf>。(瀏覽時間：2019年6月25日)

145 需與衛星通訊業者在事前進行協議。

146 同前註。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第六節　韓國

一、5G 政策推動重點

（一） 5G 政策歷程與目標

韓國自 2000 年中後，即針對 WiBro 等無線寬頻通訊協定進行制定，以及在國際通訊產業與組織有很大的影響力。在國際 4G 發展的時候，韓國就已率先使用 LTE-Advanced，成為電信產業的指標性國家。為了要持續在國際上領先，韓國不僅在 5G 頻譜整備、拍賣上領先全球，更是企圖在 2019 年率先 5G 商用化，足見其國家在政策與產業上對於 5G 的重視。

2012 年韓國放送通信委員會擬定《行動廣開土計畫 1.0》、2013 年未來部擬定《行動廣開土計畫 2.0》，即欲規劃 2020 年，甚至 2023 年的新行動通訊頻譜。之後，韓國未來部在 2016 年 1 月 18 日召開「2017 第一次經濟關係長官會議」，宣布中長期頻譜綜合計畫《K-ICT 頻譜計畫》[147]，為目前韓國 5G 頻譜之核心政策。

2016 年的《K-ICT 頻譜計畫》內除了 5G 外，還包含智慧型機器人、大數據、智慧工廠等因應智慧資訊社會的需求，預期頻譜的需求大增，因此《K-ICT 頻譜計畫》是為了頻譜的先期戰略因應，而發展制訂中長期（2017~2026 年）的頻譜綜合計畫。

2017 年 1 月 16 日，韓國政府內跨部會共同提出《智慧資訊社會中長期綜合對策》，為其基於《K-ICT 頻譜計畫》的大型科技政策，包含欲達成智慧社會之相關指標，其中關於 5G 的部分為「建構超快速連結、資料與服務為中心的網路環境」之基礎建設服務，以及強調須支援 5G 頻譜與網路管制革新[148]。

2018 年 1 月 24 日，由韓國多部會針對實現以 I-KOREA 4.0、科學技術及 ICT 為中心之「第 4 次工業革命與革新成長」，推動建構 D.N.A.（Data、Network、AI）基礎、革新國家研發（R&D）系統及透

[147] 參見미래창조과학부（2017），〈K-ICT 스펙트럼 플랜 수립〉，網址：https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw315&artId=1324832 （瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[148] 參見관계부처합동（2017），《4 차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책》，網址：http://prof.ks.ac.kr/cschung/2017-AI.pdf （瀏覽時間：2019 年 3 月 7 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

過科學技術提升國民生活品質等 3 大方針。其中 D.N.A.將快速推動 5G 網路商用化，且建構數據（Data）彙整、開放及活用生態界，並研發提升生活品質之各種融合服務。另透過推動技術研發（100 億韓圜）及示範事業（42 億韓圜），將區塊鏈（Blockchain）擴散至其他產業。[149]

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

《K-ICT 頻譜計畫》是預測在未來智慧資訊社會與第四次產業的環境變化與頻譜需要，基於專家與利益關係人的意見收斂內容，以確保未來 10 年間的頻譜需求。該計畫包含供應計畫與主要制度改善推動課題。

《K-ICT 頻譜計畫》規劃的頻譜的服務面向，共分為行動通訊、產業生活、公共、衛星。關於行動通訊的頻譜，至 2026 年底須確保共 4,440MHz 的新配置頻譜；關於產業生活的頻譜，至 2026 年底須確保 27,214MHz 的新頻譜；關於公共的頻譜，至 2026 年底須確保共 4,580MHz 的頻寬；關於衛星的頻譜，至 2026 年底須確保共 3,755MHz 的頻寬。

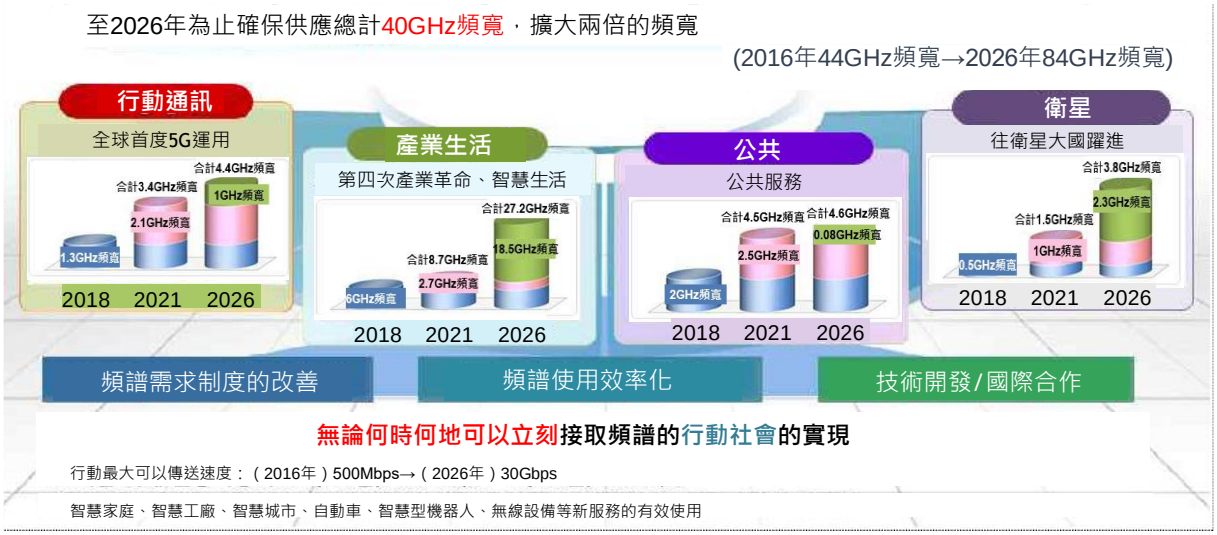


圖 75：韓國 K-ICT 計畫的 5G 規劃

[149] 參見經濟部國際貿易局網站，〈韓國各部會推動「第 4 次工業革命與革新成長」計劃情形〉，網址： https://www.trade.gov.tw/World/Detail.aspx?nodeID=45&pid=630147 （瀏覽時間：2019 年 3 月 7 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

1、 候選頻段整備狀態

目前 5G 規劃的頻段有已拍賣出的 3.5GHz（3,420~3,700MHz）、28GHz（26.5~28.9GHz），另外 700MHz、2.3GHz、2.5GHz 則是預定於 2023 年前配合《第三次傳播振興基本計畫（2019-2023）》規劃檢討[150]，28.9-29.5GHz 則是在 2018 年頻譜拍賣前預定將於 2021 年前進行檢討。

通信部也公布原先 3.4-3.42GHz 的護衛頻段將再透過干擾檢測來檢討確認是否足夠使用；以及 3.7-4.2GHz 的衛星使用頻段將進行既有基地臺與頻率使用實際狀態調查之使用狀況調查。

此外在 WRC-19 的候選頻段上，韓國對於 24.25-27.5、31.8-33.4、37-40.5GHz 亦保持興趣關注中。

2、 釋出時程規劃

2017 年 12 月 27 日韓國通信部發布「建構對於自駕車、智慧城市為基礎的連結網路」公告，其中對於 5G 的規劃時程做出 2017-2019 年的宣示。[151]

表 29：韓國 5G 頻譜配置推動時程

時間	內容
2017 年 12 月	3GPP 等國際組織制定國際標準
2018 年 2 月	平昌冬奧，世界首發 5G 實驗服務
2018 年 5 月 4 日	頻譜拍賣文件發布

[150] 參見（2019），〈과기정통부, 5G 주파수 추가 확보 • 공급 방안 마련 시동〉，網址：<https://www.msit.go.kr/cms/www/m_con/news/report/__icsFiles/afieldfile/2019/01/31/190131%20%EC%A1%B0%EA%B0%84%20(%EB%B3%B4%EB%8F%84)%205G%20%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%20%EC%B6%94%EA%B0%80%20%ED%99%95%EB%B3%B4%EB%A5%BC%20%EC%9C%84%ED%95%9C%20%EC%9E%91%EC%97%85%EB%B0%98%20%EB%B3%B8%EA%B2%A9%20%EA%B0%80%EB%8F%99(%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%EC%A0%95%EC%B1%85%EA%B3%BC).pdf>。（瀏覽時間：2019 年 7 月 3 日）

[151]參見과학기술정보통신부（2017），〈초연결 네트워크 구축으로 자율주행차·스마트시티 기반 닦는다〉，網址：https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1371489 （瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2018 年 6 月 4 日	頻譜拍賣申請截止
2018 年 6 月 15 日	頻譜拍賣公布與建置開始
2018 年 6 月~12 月	技術基準整備中
2018 年 12 月 1 日	頻譜正式啟用(3.5GHz 10 年、28GHz 5 年)
2019 年 3 月	5G 商業化啟動，舉行 Korea 5G Day

2018 年 1 月 22 日公布《5G 頻譜分配比制度改善案之立法預告》，對於修正《電波法施行令》、頻譜的對價計算與頻率使用費相關之公告。2018 年 4 月之前針對拍賣的相關細節與電信產業進行密集諮商，最後於 2018 年 5 月發布頻譜拍賣文件，6 月 15 公告結果，由 SKT、KT、LG U+標得 3.5GHz 與 28GHz 頻段。

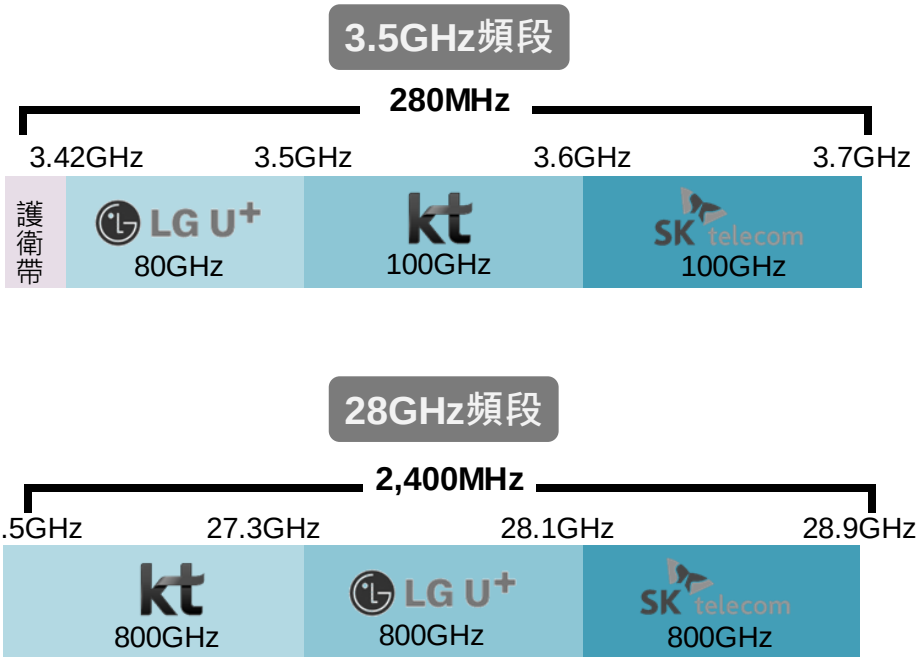


圖 76：韓國 3.5 與 28GHz 頻段標出情形

2018 年 7 月 17 日韓國通信部舉行「5G 網路布建與服務商業化座談會」，與韓國三大電信業者執行長共同商討 5G 相關議題。會中與三大電信業者訂定 2019 年 3 月的 5G 啟動日當天共同舉行「Korea 5G Day」，宣示共同建立 5G 商用化的決心。三大業者已於 2018 年 12 月 1 日啟動 5G 基地臺，並於 2019 年 4 月 8 日商轉。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

（一） WRC-19 相關議題與政策方針

未來部於 2016 年 4 月 5 日即針對 WRC-19 成立韓國 WRC-19 準備團，由 5 個議題研究小組組成，以因應 WRC-19 的各項議題成立研究小組與分析韓國國內外之狀況。

WRC-19 有諸多議題由韓國主導，包含 5G、無線區域網路的使用頻譜、ITS、鐵路專用頻譜等國際頻譜調整，另還包含船舶、航空的事故安全系統的技術強化所增加的頻譜分配，合計共 25 個議題。



圖 77：韓國 WRC-19 準備團組織架構[152]

（二） 因應措施

韓國通信部於亞太電信組織 APG19-2 會議中，關於與 5G 頻譜有關之議題 1.13 之意見如下[153]：

- 亞太區電信成員根據 WRC-15 的 238 決議，支持 ITU-R 關於 IMT 地面頻譜需求研究與共享與相容性研究。共享與相容性研究相當重要，因為這是為考慮到頻段上服務保護之基礎。

[152] 參見미래창조과학부（2016），〈19 년,"글로벌 전파 자원" 확보를 위한 첫걸음〉，網址：http://www.hannamilbo.com/news/articleView.html?idxno=125633 （瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[153] See APT, "Preliminary Views of APT onWRC-19 agenda items", retrieved from https://www.apt.int/sites/default/files/Upload-files/APG-19/APG19-3%20PV/APG19-3%20APT%20PV.zip. (last visited:2019/3/11)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 考量到現有 ITU-R 的研究，亞太區電信成員支持較低頻段給予 IMT 識別，如已列名在 WRC-15 的 238 決議中之 24.25-27.5GHz（高優先度），31.8-33.4GHz 與 37-40.5GHz。
- 亞太區電信成員認為，對某些 WRC-19 議程項目的研究並不排除在其他議程項目下討論使用相同頻段的問題，並應根據國家情況和主權決定某些頻段的業務使用情況。因此，亞太區電信成員不會認為這些重疊的議題會有困難之處。

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

針對 3.5GHz 頻段，總計 280MHz（3,420~3,700MHz），每一頻塊 10MHz，共 28 個頻塊。每業者在此頻段競標最多 100MHz。

針對 28MHz 頻段，總計 2,400MHz（26.5~28.9GHz），每一頻塊 100MHz，共 24 個頻塊。每業者在此頻段競標最多 1,000MHz。

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

韓國早在 1996 年由資訊通信部、韓國電子通信研究院、韓國電波振興協會開始進行頻譜長期使用之研究計畫。其研究方法主要藉由問卷調查，發送給政府機關、電信業者、廣播業者、電子通訊企業、研究法人、大學、學會、團體組織等，後續再藉由專家團體、各製造商方提出預測值討論，最後再藉由德菲法（Delphi）來得出 10 年間的頻譜所需。

關於問卷調查每次都會有所調整，如預測未來新的無線通訊領域的調查、預先了解可能的新形態服務來因應可能的頻譜；如調查目前使用中的頻率需求；如須配合 ITU 的 IMT 規格制定的時程演變等。[154]

[154] 한국무선국관리사업단（2003），《주파수 수요예측 방법론 및국내 중장기 수요예측》，網

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（三） 頻譜交易與出租

韓國在 2000 年中期曾討論過關於頻譜交易與出租之規定，但目前並未有頻譜交易與出租之規定，且目前是禁止交易與出租。

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

韓國目前尚無業者間併購或合作而造成頻譜資源集中議題。

（五） 頻譜和諧共用措施

在本次 5G 的拍賣頻段中，3.3~3.4GHz 原為 UWB 使用，2017 年 9 月 11 日韓國通信部已移頻至 3.735-4.8GHz 頻段。若此頻段有他人使用，相關干擾問題會藉由與業者的協調來解決。

另外 3.7-4.2GHz 頻段有 3.705GHz 的實驗台、3.7-4.2GHz 的小型固定中繼臺(mW)與 3.735-4.8GHz 的 UWB 使用。該頻段目前照常使用，相關干擾問題會藉由與業者的協調來解決。

（六） 頻譜重整機制

1、 執照到期結束使用：

原為 3.6-3.7GHz 的 KTSat 的固定衛星海岸地球臺，2017/6 頻段期滿直接結束使用，不作轉移。

24.25-26.5GHz 為特定小功率臺(車輛衝突防止雷達)使用，頻譜使用期限至 2021/12/31，但可使用至設備壽命結束。

26.7~27.5GHz 原作為有線電視無線區域迴路(WLL)使用，2017/9 之前已停止使用。

2、 移頻補償：

址：<http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201800019621>。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

3.42~3.6GHz：原為 KBS、MBC、SBS 所使用的行動廣播中繼無線電臺，以及業餘用無線臺。2017 年 12 月 31 日頻段使用期滿，為加速未來 5G 發展，在 2016 年 9 月至 2017 年 12 月間，行動廣播中繼電臺可轉移至 6GHz 頻段繼續使用，業餘用無線臺可轉移至 10GHz 頻段使用。在期間內轉移的損害補償金依據《電波法》第 7 條、施行令第 8 條第 1 項附表 1、未來部公告 2015-13 號「損害補償金算定基準、手續與利率公告」辦理。

（七） 執照管理與規範架構

依韓國科學技術情報通信部關於 3.5GHz 與 28GHz 拍賣之頻譜公告，有關 3.5GHz 頻段，在無線基地臺在建設時，為了相鄰頻譜的公共目的，需事前與已取得頻譜使用的無線臺進行協商。

此外，取得分配頻譜的法人，必須要遵守在以下各年度申請的網路建設義務提出「頻譜使用計畫書」，並且要在隔年 4 月底提出達成的成果報告。韓國對此二頻段的年度建設網路義務如下。

表 30：韓國網路建設義務

頻段	建立的標準數量[155]	建立年度的義務數量[156]	
		3 年 15%	5 年 30%（累計）
3.5GHz 頻段	150,000 站	22,500 站	45,000 站
28GHz 頻段	100,000 站[157]	15,000 站	-

[155] 通知必要開設的基地臺（包含光纖中繼基地臺，RF 中繼與小細胞基地站）
[156] 2019 年 1 月起算，第三年為 2021 年，2023 年為第五年。
[157] 需報告第四項設置的基地臺設備之基準。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

此外，該頻譜拍賣公告亦設有干擾保護與迴避計畫規定：

- 申請法人選擇技術方式，需要考慮分配申請頻段內外之各種服務與無線基地臺、外來電波等，以「頻譜使用計畫書」來制定處理干擾決策與可以迴避之網路建構計畫。
  - 3.5GHz 頻段受到高調波，相互變調（IMD）障礙，鄰近公共頻段和衛星地球站的干擾發生的可能性等。應該考慮劃分頻段中的業務分配以及對無線電臺和無線電波產生有害干擾的可能性，並提出解決方案或避免計劃。
  - 28GHz 的頻段中，其與鄰近的頻段關於車輛的衝突防止用的雷達可能會發生干擾的情況。鄰近的行動衛星地球臺（ESIM）帶與干擾發生的可能性[158]，其他分配申請頻段內外之各種服務包含無線台、外來電波等的干擾發生的可能性，皆必定需要考慮解決方案與迴避計畫。
- 取得頻譜的法人，在發生干擾的情況時，要與設施者間提出協議來解決問題為原則，並且需要用「頻譜利用計畫書」來達到干擾保護與迴避計畫。

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

韓國目前雖然在《5G+戰略》中有推動 5G 的 5 大重點服務（亦即垂直應用），然而由於韓國的頻譜目前大部分皆已釋出給三大電信業者，尚未特別針對垂直應用或場域訂出額外 5G 頻譜之設定，僅針對 IoT 有提出頻譜的調查整備工作。

[158] 27.5~29.5GHz 頻段行動衛星地球臺（ESIM）導入在 WRC-19 上仍在議論中，其結果會讓該頻段導入行動衛星地球臺（ESIM）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（九） 技術規範與其他

依韓國科學技術情報通信部關於 3.5GHz 與 28GHz 拍賣之頻譜公告，其技術方式需使用國際電信聯盟（ITU）所採用的 IMT 標準的技術方式（IMT-2000、IMT-Advanced、IMT-2020[159]*等或更新之技術）。

[159] 但在採用 IMT-2020 之前，允許在一定的時間內使用 3GPP 標準技術（Rel15 或更高）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第七節　德國

一、5G 政策推動重點

（一） 5G 政策歷程與目標

1、 政策背景

數位轉換的風潮亦席捲德國的經濟與社會發展。依市調公司 newzoo 的資料，至 2018 年，德國已有 6,484 萬名智慧型手機用戶，達 78.8%的滲透率[160]。行動寬頻的重要性持續增加中。

據此，德國政府於 2017 年通過 5G 策略，旨在讓德國成為 5G 網路和應用的領先市場。策略涵蓋如建立 5G 交換平台，促進產業與企業參與推動 5G 標準制定等內容；著眼於汽車產業、工業製造（工業 4.0）、媒體娛樂、醫療照護、農業工程及智慧電網等產業。

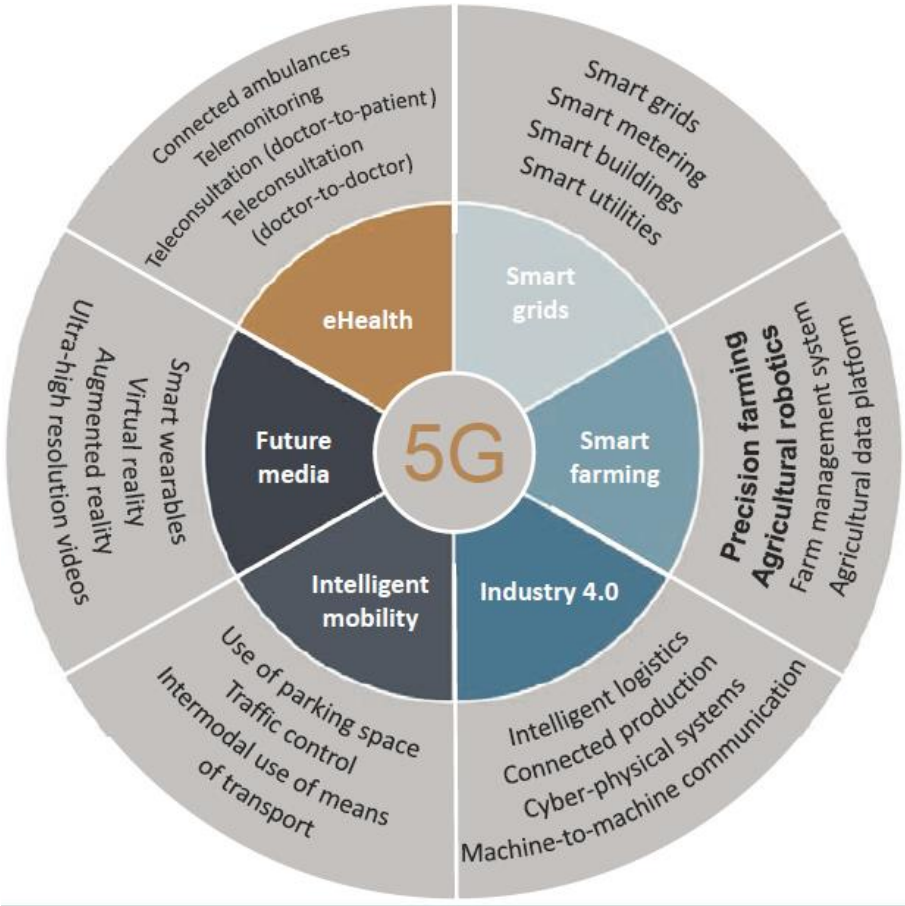


圖 78：德國 5G 網路應用領域[161]

[160] Newzoo (2018), Global Mobile Market Report.
[161] Federal Government, 5G Strategy for Germany

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

依 5G 策略所訂之目標，德國政府所規劃的 5G 行動領域包括以下五大部分[162]：

- 啟動 5G 網路布建
- 依需求提供所需無線電頻率
- 推動電信產業與應用產業的合作，並考量應用產業在標準化的需求、想法及解決方案
- 支持 5G 相關研究
- 啟動 5G 城鄉應用

2、政策演進歷程

聯邦網路管理局（Bundesnetzagentur, BNetzA）從 2016 年開始準備 5G 策略規劃，包括成立策略工作小組、推動 5G 論壇等，2017 年針對 5G 頻譜進行公開諮詢、組織相關競賽等，2018 年則進行研 Gigabit 網路架構演進和辦理頻譜釋出工作，至今年除辦理頻譜拍賣外，亦進行發展狀態評估，必要時進行修正。德國聯邦網路管理局之 5G 政策演進過程如下圖所示：



圖 79：德國聯邦網路管理局 5G 政策演進

[162] Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) (2017), 5G Strategy for Germany: A Scheme to promote the development of Germany to become a lead market for 5G networks and applications, at 2.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 政策重心

由於德國政府已體認物聯網（IoT）將在未來經濟與生活占有重要的地位，除了智慧型手機與平板電腦的行動終端裝置外，汽車、家庭應用或工業機器均可透過網際網路連結並交換數據。未來將有數十億個物體、感知器或機器彼此跨國通訊。在此一發展趨勢下，德國政府認為未來需要有千兆位元（gigabit）的行動連結網路，因此需要透過 5G 作為此一數位轉換的主要技術。

基於上述的考量，德國政府依據 ITU-R 對於 5G IMT-2020 所定義的三個主要應用情境，包括「增強型行動寬頻」（eMBB）、「巨量物通訊」（mMTC）與「及極低遲延與高可靠度通訊」（uRLLC），研擬德國的 5G 策略，即前述德國 5G 行動領域的五大部份，包括 5G 網路布建、提供所需頻譜、推動產業合作、支持相關研究、及啟用城鄉應用等。

德國政府 5G 策略的中心主旨為—使德國成為 5G 網路和應用的領先市場；據此，聯邦網路管理局認為，對於 5G 頻譜需求的規劃，必須以市場需求為導向，且應考量網路經營者、服務提供者、MVNO 與應用服務業者（包括新進業者、中小企業等）的利益。目前聯邦網路管理局列入考量的 5G 頻段，包括 700MHz 上下行頻段中間的間隔頻段（738-753MHz）、2.1GHz、3.4-3.8GHz，以及 26GHz（24.25-27.5GHz）與 28GHz 頻段（27.5-29.5GHz）。[163]

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

依據德國電信法的要求，頻譜的釋出應符合客觀、透明及無差別待遇的原則。聯邦網路管理局於 2016 年起即開始進行 5G 頻譜整備的規劃，並進行一系列的公開諮詢。本次決定即是針對過去的公開諮

[163] Bundesnetzagentur (2016), Points of Orientation for the provision of spectrum for the rollout of digital infrastructures, at 2-3.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

詢結果，由專責頻譜釋出的首席裁決庭（Präsidentenkammer）針對「釋出頻段範圍」及「釋出程序」做出決定：2.1GHz 的釋出範圍為 1920~1980MHz 與 2110~2170MHz，3.6GHz 則為 3400~3700MHz，兩頻段於同一競價程序中進行拍賣。至於之前同樣在諮詢範圍內的 3700~3800MHz 頻段，由於係供區域/本地使用，因此規劃以申請方式釋出。

聯邦網路管理局規劃於 2019 年、2025 年、2033 年進行頻譜拍賣，並於每次拍賣的前三年開始進行相關規劃，如下圖所示：

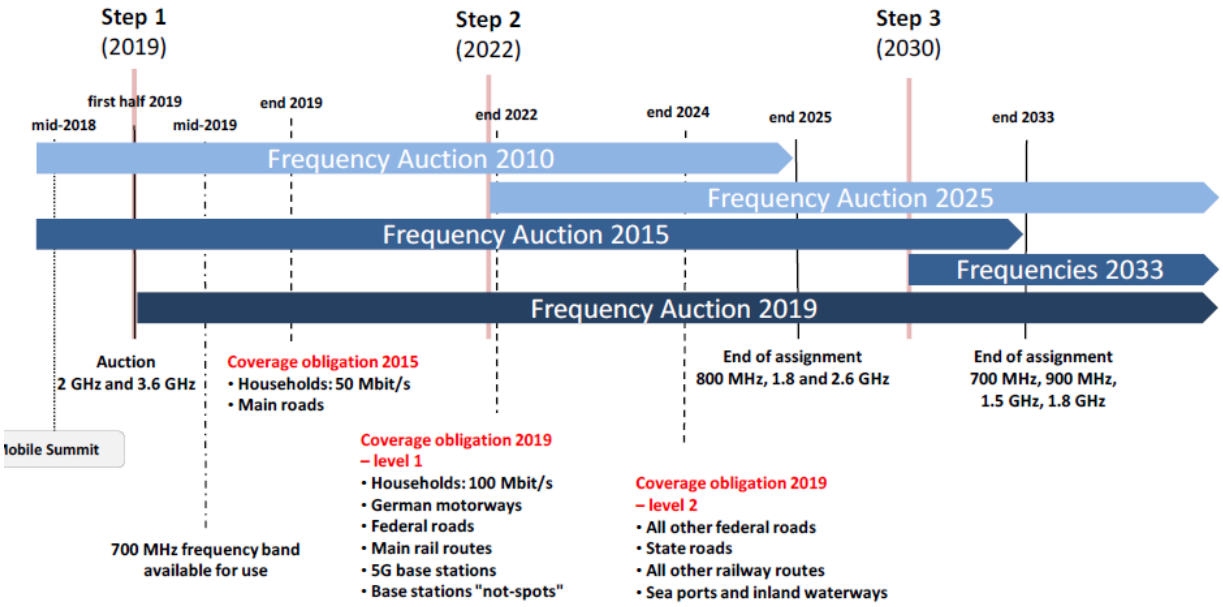


圖 80：德國聯邦網路管理局頻譜拍賣時程規劃[164]

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

1、 候選頻段整備狀態

德國目前 3400~3600MHz 頻段已分配於以下的無線通訊服務：主要用途為固定衛星服務（fixed-satellite service, FSS）、固定服務（fixed service, FS）與行動服務；次要用途為非導航的無線電定位服務與業餘服務。在行動服務方面，使用 3500MHz 的上下行頻段區塊如下表，其使用期限均至 2021 年 12 月 31 日，頻譜使用範圍為全國。

[164] 5G award - decisions III & IV of 26 November 2018

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 31：德國 3500MHz 頻段既有使用狀態

上下行頻段位置	頻寬
3410~3431MHz/3510~3531MHz	2x21MHz
3431~3452MHz/3531~3552MHz	2x21MHz
3452~3473MHz/3552~3573MHz	2x21MHz

資料來源：BNetzA (2016), at 10.

除上述頻段外，德國對於 3500MHz 同時有以 TDD 技術使用方式核配供區域使用，分別為兩個非連續頻段：3480~3500MHz 與 3580~3600MHz，使用期間均至 2022 年 12 月 31 日。核配上係以 5MHz 的頻塊大小為單位，進行將近 80 個區域及地方的指配，主要用於偏鄉地區。使用者以中小企業為主，作為服務個人用戶，或者連接工業區與離岸風場之用。在規範上主管機關並且要求應保持固定的適當距離，以確保相鄰無線電使用者的相容性。

在 3473~3494MHz/ 3573~3594MHz (2x21MHz)頻段，則以指配於 32 個地區，以 7MHz 的頻寬供無線用戶迴路（wireless local loop, WLL）使用，作為點對多點的無線電中繼用途。

對於 3400~3600MHz 的固定衛星服務，主管機關敘明其用戶仍可接收衛星訊號，但不保障免受干擾，確保 5G 能於該頻段快速布建。另 3400~3410MHz 則作為相鄰軍用頻段（軍用雷達）的護衛頻段；如果要以該頻段作為無線接取之用，則應與軍方進行協調。

2、 釋出時程規劃

根據聯邦網路管理局發佈訊息，德國於 2019 年 3 月 19 日進行 2 GHz 和 3.6 GHz 的頻譜拍賣，除既有的 Telefónica Germany、Telekom Deutschland、及 Vodafone Germany 三家業者外，還將增加一家新進業者 1&1 Drillisch AG 參與競標[165]。

[165] Bundesnetzagentur (2019/2/25), Four companies admitted to the 5G spectrum auction

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 32：參與德國 5G 頻譜競標之電信業者資料[166]

名稱	行動網路契約數
Telefónica Germany	4,304 萬條 (2018/Q3)
Telekom Deutschland	4,370 萬條 (2018/Q3)
Vodafone Germany	2,969 萬條 (2018/11)
1&1 Drillisch AG	新進業者

經過 52 天、497 回合的拍賣，2 GHz 和 3.6 GHz 已於 2019 年 6 月 12 日結束。此次拍賣共釋出 420 MHz 頻寬，聯邦網路局認為由於業者需求大於供給量，因此總拍賣金額達到 65 億 4965 萬歐元。同時聯邦網路局也認為，新進業者&1 Drillisch AG 順利得標的結果顯示此次的拍賣機制設計，有助於推動產業競爭。詳細之拍賣結果如下表所示[167]：

表 33：德國 2 GHz 和 3.6 GHz 拍賣結果

業者	取得頻寬與頻段	金額
Telefónica Germany	2 GHz: 2 x 10 MHz 3,6 GHz: 70 MHz	€1,424,832,000
Telekom Deutschland	2 GHz: 2 x 20 MHz 3,6 GHz: 90 MHz	€2,174,943,000
Vodafone Germany	2 GHz: 2 x 20 MHz 3,6 GHz: 90 MHz	€1,879,689,000
1&1 Drillisch AG	2 GHz: 2 x 10 MHz 3,6 GHz: 50 MHz	€1,070,187,000
總和	420 MHz	€6,549,651,000

聯邦網路管理局於 2019 年 8 月 2 日完成此次拍賣頻譜之位置分配[168]，如下圖所示。新進業者 1&1 Drillisch AG 於 2GHz 的頻譜將於

166 Wikipedia, List of mobile network operators of Europe; DEUTSCHE TELEKOM Q3/2018 Report
167 Bundesnetzagentur, Spectrum auction comes to an end https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190612_spectrumauctionends.html (last visited:2019/6/12)
168 Bundesnetzagentur, Mobile broadband – Spectrum for 5G Allotment https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2026 年後開通，屆時至 2040 年底，1940 至 1950 MHz 上行頻段與 2130 至 2140 MHz 下行頻段將由 Telefónica Germany 所持有，而 1&1 Drillisch AG 則持有 1950 至 1960 MHz 上行頻段與 2140 至 2150 MHz 下行頻段；至於在 2021 年至 2025 年間，則由 Telefónica Germany 持有 1940 至 1960 MHz 和 2130 至 2150 MHz 的上下行頻段。3.6GHz 頻譜方面，同樣由 1&1 Drillisch AG 和 Telefónica Germany 分別持有中間位置之頻段。

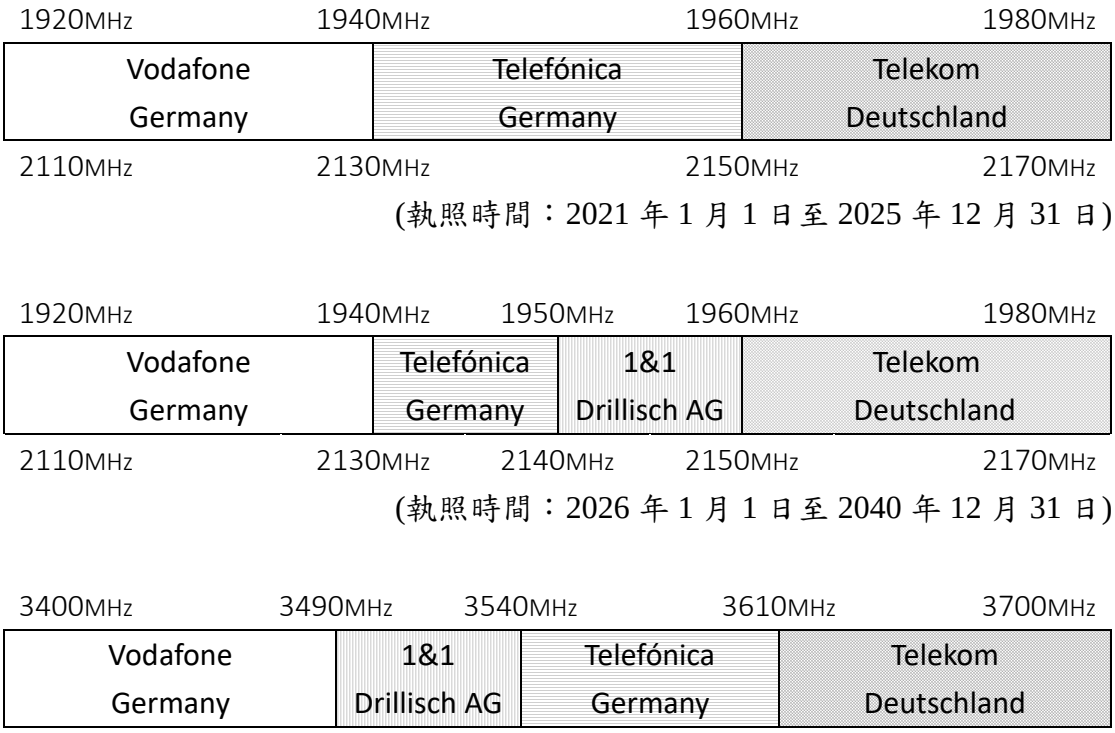


圖 81：德國 2 GHz 和 3.6 GHz 頻段位置分配結果

為了在未來能配合科技發展提供更好的基礎建設和更佳的涵蓋率，聯邦網路管理局規劃於 2025 年、2033 年進行後續的頻譜拍賣，並將於拍賣的三年之前，也就是 2022 年、2030 年，依技術進展和市場狀況，進行規劃工作。頻段方面，2025 年將有 800 MHz、1.8 GHz、2.6 GHz 等頻段到期，而 2033 年則將是 700 MHz、900 MHz、1.5 GHz、及 1.8 GHz 等頻段到期。

ElectronicCommunicationsServices/ElectronicCommunicationServices_node.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

（一） WRC-19 相關議題與政策方針

在 WRC-15 中的 Resolution 238 中，與頻譜議題直接相關的是 Agenda Item 1.13，其內容為：

「配合國際行動通訊（International Mobile Communication, IMT）檢影像譜狀態。包括在 24GHz 至 86GHz 之頻段基礎上，可能的額外頻譜資源，以供 IMT 至 2020 年後發展所需使用。」[169]

據此，聯邦網路管理局也表示已針對下列候選頻段進行調查：

表 34：德國配合 WRC-15 Res. 238 所進行之頻段調查[170]

候選頻段	頻寬
24.25-27.5 GHz	3.25 GHz
31.8-33.4 GHz	1.6 GHz
37-43.5 GHz	6.5 GHz
45.5-50.2 GHz	4.7 GHz
50.4-52.6 GHz	2.2 GHz
66-76 GHz	10 GHz
81-86 GHz	5 GHz
總頻寬	33.25 GHz

聯邦網路管理局表示，由於加入新的高頻頻段將涉及新的管制內容與配置要求，因此聯邦管理局已積極參與歐洲與國際組織，如 ITU、CEPT、RSPG、RSC 等，為下一屆的 WRC-19 做準備。

[169] WRC-15, Resolution 238
[170] Bundesnetzagentur (2016), ”Frequenz-Kompass” New frequencies for further roll-out of digital infrastructures

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 因應措施

德國主管參加 WRC-19 的政府單位為聯邦交通和數位基礎設施部（Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, BMVI）。由於 WRC 準備涉及國內、歐洲、及全球等不同層級，且彼此交互影響，為讓準備過程能顧及不同單位之利益與貢獻，並使過程有足夠的透明度，BMVI 將先召開 WRC-19 的國內團體準備會議。[171]

此準備會議將通知頻譜使用者，如製造業者、營運商、用戶等，蒐集關於國際頻譜規劃與國內頻譜計畫之修訂意見，以減少錯誤規劃造成的風險及不慎投資。同時，參加團體也能展示其技術發展，以提供未來國際頻譜架構必要之修正。

整體而言，準備會議包含下列目標：

- 藉由建立子工作團體來組織國內會議
- 提供相關資訊供 WRC 準備
- 討論各自的主要領域供國內計畫書參考
- 為 CEPT 與 ITU 會議做積極準備
- 於 WRC 上發展德國與歐洲計畫書

考量到 WRC-19 討論議題的多元性，國內準備會議將分成二個工作小組，其討論議題將有所區分：

- 工作小組 1：包含一般管制議題、科學無線電波服務、衛星無線電波服務、與行動無線電。
- 工作小組 2：包含航空無線電、海上無線電、業餘無線電、及 5 GHz WLAN。

[171] BMVI, World Radiocommunication Conference https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/DG/world-radiocommunication-conference.html (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

德國預定釋出之頻段包含 2.3GHz，總頻寬為 80MHz，3.4GHz-3.7GHz，總頻寬為 300MHz，至於 3.7GHz-3.8GHz 則採申請制，總頻寬未定。對於單一業者所持有之頻譜資源數量，並未設定上限。

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

聯邦網路管理局於 2016 年 12 月針對「數位基礎建設的頻譜供給意向（Points of Orientation for the provision of spectrum for the rollout of digital infrastructures）」舉辦公開諮詢，有意願發展 5G 頻譜應用之公司皆受到邀請，提供可能的應用情境，以做為 2020 年後 5G 頻譜管理之早期依據，並使有興趣參與之公司能在明確的架構下及早進行相關規劃。

有興趣參與之公司需在 2017 年 3 月前提供其意見，而根據這些意見，聯邦網路管理局決定 2020 年與 2025 年釋出之 2GHz 頻段，將供數位基礎建設；在 3.6GHz 頻段部份，公開諮詢的結果顯示出全國性與地區性應用需求的存在。

基於公開諮詢的結果，聯邦網路管理局依其中的關鍵要素建立了頻譜管理的架構，並決定出正式需求評估方式的進行程序。聯邦網路管理局進一步要求有興趣參與之公司，於 2017 年 9 月底前就 2GHz 和 3.6GHz 頻段的全國性應用提出需求。

需求繳交的方式包括紙本郵寄與電子郵件，內容需包含以下項目：

- 事業單位資訊（Details of the undertaking）：如名稱、地址、利益申報等資料。
- 可靠性資訊（Information on reliability）：如過去有無頻譜遭撤銷、無法完成布建義務之情形。
- 效率資訊（Information on efficiency）：聲明具備取得頻譜和進行投資之財務能力。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 專門能力資訊（Information on specialist knowledge）：聲明具備建設和營運網路之專門人士。
- 頻譜應用構想（Frequency usage concept）：頻譜應用之概念與如何確保有效利用，包含頻譜需求與商業模式的關聯、服務概念、營運規劃與建置方式等內容。

依聯邦網路管理局之規劃，2GHz 和 3.6GHz 頻段之提供方式，最遲於 2018 年完成。以便於現有執照到期之前，讓有興趣參與之公司與利害關係人進行相關之準備與明確投資環境。

（三） 頻譜交易與出租

目前德國在頻譜管理上，禁止頻譜使用權利的轉移、交易或再授權。使用權利的轉移唯有透過合併得標單位才有所可能。但即便是此種情形，仍必須先向聯邦網路管理局進行申請；且若該合併案可能造成市場競爭強度的降低，或得標者無法符合規範要求，聯邦網路管理局亦能禁止該合併得標者之單位利用該頻譜。

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

德國競爭法由聯邦卡爾特局（Federal Cartel Office; FCO）主責，聯邦網路管理局則專注於電信服務之區塊。若超過歐盟併購法規（EU Merger Regulation）第一項，則歐盟委員會需進行併購之規範。

由於聯邦網路管理局乃依據電信法進行市場定義與分析，因此在市場集中度議題，會與 FCO 合作，但聯邦網路管理局不必然根據 FCO 之意見進行管理。依據電信法，聯邦網路管理局必須採納歐盟委會員與歐洲電子通信監管機關（Body of European Regulators for Electronic Communications; BEREC）之意見，進行市場監管之合作與諮詢程序。

最近一次重大合併案完成於 2014 年，歐盟委員會與聯邦網路管理局核準 Telefonica Germany 併購 E-Plus。此案乃基於另一家小型行動營運商 Drillisch 可獲得 20%的 Telefonica Germany 網路流量而得以成案。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（五） 頻譜和諧共用措施

1、 對於未使用頻段允許其他使用者共用

聯邦網路管理局為了促進 3600MHz 頻段的有效利用，因此規定不論是取得可聯邦全區使用的 3400~3700MHz 使用者，或者是區域/本地使用的 3700~3800MHz 使用者，均可在該頻段未使用的情形下共用之，以作為「暫時性的附加容量」（temporäre Zusatzkapazität）。例如取得 3400~3700MHz 頻段可在全國使用的經營者，倘若尚未使用於人口較為稀少的地區時，取得 3700MHz 頻段的區域/本地使用者即可使用該頻段增加網路容量；只要該頻段的全國經營者已開始於該區域使用該頻段，區域/本地使用者即須釋出該頻段，除非其與該全國經營者建立頻譜租用關係以取得使用權。[172]

2、 對於全國使用的網路涵蓋，應在合理期限內對需要 5G 服務的區域提供之，並且無差別待遇

鑑於產業、工業園區或地方政府對於 5G 的需求不一，聯邦網路管理局認為經營者在 5G 頻譜使用上得以「依據其所取得之頻譜提供服務」、「將頻譜出租」或「與使用者合作建設網路基礎設施」。基於上述理由，聯邦網路管理局將以訂定架構條件的方式加以規範，以維護市場競爭並促進頻譜的有效利用。

（六） 頻譜重整機制

於歐盟層級已透過 ECC Decision (11) 06 與執委會執行 2014/276/EU 決定，可採取 TDD 或 FDD 的方式進行核配。歐洲的無線電頻譜政策群組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）已將 3400~3800MHz 頻段規劃為未來 5G 的主要頻段[173]。

目前德國聯邦網路管理局已經就 2100MHz 與 3.6GHz 頻段的重新

[172] Bundesnetzagentur (2017), S.18f.
[173] RSPG 16-032, Strategic Roadmap towards 5G for Europe.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

釋出進行公開諮詢，並於 2018 年 2 月底截止，以蒐集各方利害關係人之意見。依據諮詢文件所示，目前德國規劃 3400~3700MHz 作為全國範圍指配使用，3700~3800MHz 則為區域指配使用，並且以 10MHz 作為拍賣的頻塊大小。至於在 3600~3800MHz 若有衛星地球電臺使用，則將設定保護區以避免干擾，因此對於區域性的使用模式，相較於全國使用而言影響較大。[174]

（七） 執照管理與規範架構

1、 執照期限均一致使用至 2040 年 12 月 31 日

聯邦網路管理局認為現有頻段不論是在何時釋出，其在本次釋出的使用期限均應採取一致的時間，考量最早得以使用頻段的時間為 2019 年，最晚得以使用頻段的時間為 2023 年，因此綜合考量訂為 2040 年，此一時間亦與同時釋出的 2.1GHz 頻段使用期限相同。

2、 網路容量與服務之共享

聯邦網路管理局認為電信事業得以做為其他產業的夥伴，不論是工業 4.0、智慧工廠、智慧車或智慧家庭等，以帶動創新服務與商業模式。不論是既有的行動網路經營者，其他網路經營者（包括聯邦全區或區域、地方網路經營者）、MVNO 及服務提供者均有可能擔任促進者（Enabler）的角色。

在 4G 以前電信事業的服務，並未如 5G 一般必須高度仰賴與應用服務提供者的合作，因此在管制上應有所因應。聯邦網路管理局認為為了促進創新 5G 服務的市場滲透，應該讓 MVNO 及應用服務經營者得以在經營上有長期規劃的確定性，亦即讓應用服務經營者與 MVNO 在促進服務競爭上得以作為獨立的提供者，因此對於行動網路經營者而言，應要求其適用相當於批發服務的大量交易條款。頻率

[174] BNetzA (2017), Eckpunkt für dne Ausbau digitaler Infrastrukturen und Bedarfsermittlung für bundeswite Zuteilungen in den Bereichen 2 GHz und 3.6GHz, S.16f.

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

共用與確保大量交易條件的批發服務，得以讓價值鏈上不同層的獨立促進者的競爭能力可以強化。

具體來講，在服務共享規範上，共包含下列兩點：

- 協商義務：當地區型或區域型業者表達租用 3.4-3.7GHz 頻段之需求時，該頻段得標者有義務和區域業者協商。惟主管機關並未強制規範批發出租義務。
- 基礎設施共享與漫遊規範：在不違反競爭與反托拉斯法情況下，得標者得簽署基礎設施共享或國內網路漫遊等相關協議。

3、 網路布建義務：

此外，為強化德國國內之網路基礎建設完備度，聯邦網路管理局另要求 5G 頻譜得標業者，需完成下列布建義務：

- 家戶涵蓋:得標業者應於 2022 年，於各邦達成可涵蓋邦內 98%之家戶，且速率至少 100Mbit/s
- 高速公路涵蓋:得標業者應於 2022 年，於德國境內所有高速公路提供速率至少 100Mbit/s 且網路延遲 10 毫秒之服務
- 聯邦道路、非聯邦道路與國內道路之涵蓋義務
- 港口與境內主要河道之涵蓋義務
- 主要鐵路與其他鐵路之涵蓋義務
- 5G 基地臺布建：2022 年底前應布建 1,000 臺 5G 基地臺
- 非熱區布建：2022 年底前應布建 500 個基地臺於非熱區

新進業者的網路涵蓋義務相對較低，規定如下：

- 3.6GHz 頻段之新進業者另外附有於 2025 年前完成涵蓋範圍至少達全國 25%家戶，以及於 2022 年底前設立 1,000 臺 5G 基地臺之義務

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

1、 申請費用與頻率使用成本

依聯邦網路管理局現階段提供之文件內容，3.7-3.8 GHz 與 26 GHz 頻段之頻率使用費用與相關義務，將依電信法 142 與 143 條訂定之，

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

詳細情況需待後續公告[175][176]。業者意見部份，則提到費用應該只需涵蓋行政費用，此外業者也要求費用和相關義務應及早公布以方便作業。

2、執照年限

針對 3.7-3.8 GHz 頻段，根據聯邦網路管理局於今年 3 月釋出的文件[175]，此頻段至多申請 10 年，但終止日期不可超過 2040 年 12 月 31 日。此外有還 use-it-or-lose-it 條款，若業者在取得使用權後的一年內未開始使用，或有超過一年的時間沒有實質使用，則該使用權將被回收。26 GHz 依 2018 年 10 月釋出之文件內容[176]，尚無提及執照年限，若有取得使用權後的一年內未開始使用，同 3.7-3.8 GHz 頻段，將回收該使用權。

3、申請方式

依據聯邦網路局針對垂直場域專用頻率（區域授權）所規劃之內容，3.7-3.8GHz 在制度設計上非僅限於企業專網使用，而是給非全國性 MNO 的區域或地方業者使用，申請者必須就所申請使用的區域或地方有不動產的所有權或使用權，且需符合要使用的商業模式。在此條件下，有需要的企業，視其商業模式，可以作為專網或公網使用。

3.7-3.8 GHz 之申請程序，已在 2019 年 11 月 21 日開始受理，結束 2GHz 與 3.4-3.7 GHz 拍賣後公告。26 GHz 頻段已於 2018 年 10 月完成業者意見的蒐集，後續待聯邦網路局進一步的公告。

[175] Bundesnetzagentur (2019), Rahmenbedingungen für lokale 5G-Anwendungen https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/RegionaleNetze/20190311GrundlegendeRahmenbedingungen_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[176] Bundesnetzagentur (2018), Anhörung zu ersten Erwägungen für die zukünftige Nutzung des 26-GHz-Bandes (24,25 - 27,5 GHz) https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/RegionaleNetze/Erw%C3%A4gungenAntragsverfahren26GHz.pdf?__blob=publicationFile&v=1

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（九） 技術規範與其他

聯邦網路管理局認為 3400~3800MHz 得以在技術中立與服務中立的基礎上，作為無線接取（Wireless Access）及 5G 服務使用。

聯邦網路管理局原先規劃在 3400~3410MHz 課以特殊的使用條件，以避免對 3400MHz 以前的雷達造成干擾，但認為此一作法與促進頻譜有效利用的管制目標不合而未加以採用。至於使用 3800MHz 以上的地球電臺，則認為可以邊緣遮蔽（block edge mask）的方式減少干擾，若有需要則會以地理限制的方式課以鄰頻使用者義務。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第八節　加拿大

一、5G 政策推動重點

加拿大「創新、科學與經濟發展部」（Innovation, Science and Economic Development Canada; ISED）認為，頻譜是行動業者的重要資源，對於目前擁有彈性執照的業者提供更多頻譜，將使業者能增加網路容量來滿足更高的使用率的流量需求，並支持提供下一代無線技術。 5G 技術的開發和部署對於加拿大成為全球創新中心的目標至關重要，透過創建和加強世界領先的無線基礎設施，將加拿大帶入數位發展及改革的領先群。

除了初期對行動寬頻網路、服務速度和容量的改進之外，ISED 認為 5G 技術將改變所有經濟部門的服務，包括製造業，醫療保健和運輸業。不同的測試和演示正在國內和國際上進行;

ISED 參考 GSMA 的標準制定時程，預測一旦標準在 2019 年末完成，初期 5G 功能將聚焦在更高速的數據速率，較目前 4G 更高容量及連接性的提升。至於高可靠性低延遲、大量的機器對機器通訊及網路切片，預期在 2020 年末或 2021 年初展開應用。這些先進的 5G 服務可在垂直市場中提供各個產業使用。 ISED 預計 5G 垂直市場的設備供應是由需求驅動的，部分將由仍在成熟的商業案例和投資計劃決定。

ISED 引述 GSMA 在其報告中的預測，北美在 2025 年時將有 49％的 5G 行動網路。ISED 認為更高程度的普及率需有服務的融合，以及足夠的頻譜才能充分發揮其效能，也就是說，需要行動及固定無線接取網路（FWA）來連接消費者和機器、也需要中繼鏈路和衛星提供頻寬連接到網際網路，以及免執照的應用來支援物聯網所需的大傳輸容量。

基於以上，ISED 計劃在未來幾年內釋出各種低頻、中頻和高頻頻譜，確保在適當的時候提供合適的頻譜，以支持有利於加拿大人的服務。ISED 主張所有加拿大人都應受益於創新和競爭市場中無線通信的不斷發展。為此，除了頻譜發布之外，ISED 還計劃審查其許可制度和技術規則的一些要素，以促進這些新技術和應用的推出。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

ISED 的觀點是，頻譜釋出必須能使加拿大與國際市場發展和全球無線技術的持續演進保持一致。 確保頻譜規劃反映全球趨勢、新興的 5G 標準以及將在未來幾年實現的設備生態系統。加拿大將自己定位於下一代智慧手機和先進無線設備的受益者。加拿大消費者應能受益於製造商為在許多國家的市場投入生產設備的規模經濟。

此外，ISED 也必須考慮加拿大國內的具體情況，包括部分加拿大人已形成對使用 3500 MHz 頻段作為寬頻固定無線接取的依賴，以及商業行動通訊服務市場的競爭動態。

二、5G 頻譜政策發展與釋出時程

（一） 整體規劃

ISED 在 2018 年 6 月發布 Spectrum outlook 2018~2022 文件中闡明 5G 頻譜釋出之優先順序。ISED 以四年為期，透過總體頻譜展望的方式為商業行動服務、免執照應用、衛星服務和中繼鏈路應用整體規劃頻譜需求。展望規劃之更新將反映不斷變化的市場優先順序、重大技術變革或國際發展。下圖是加拿大 2018~2020 整體頻譜規劃，其中可以見到關於 5G 的頻譜釋出優先順序的規劃：

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

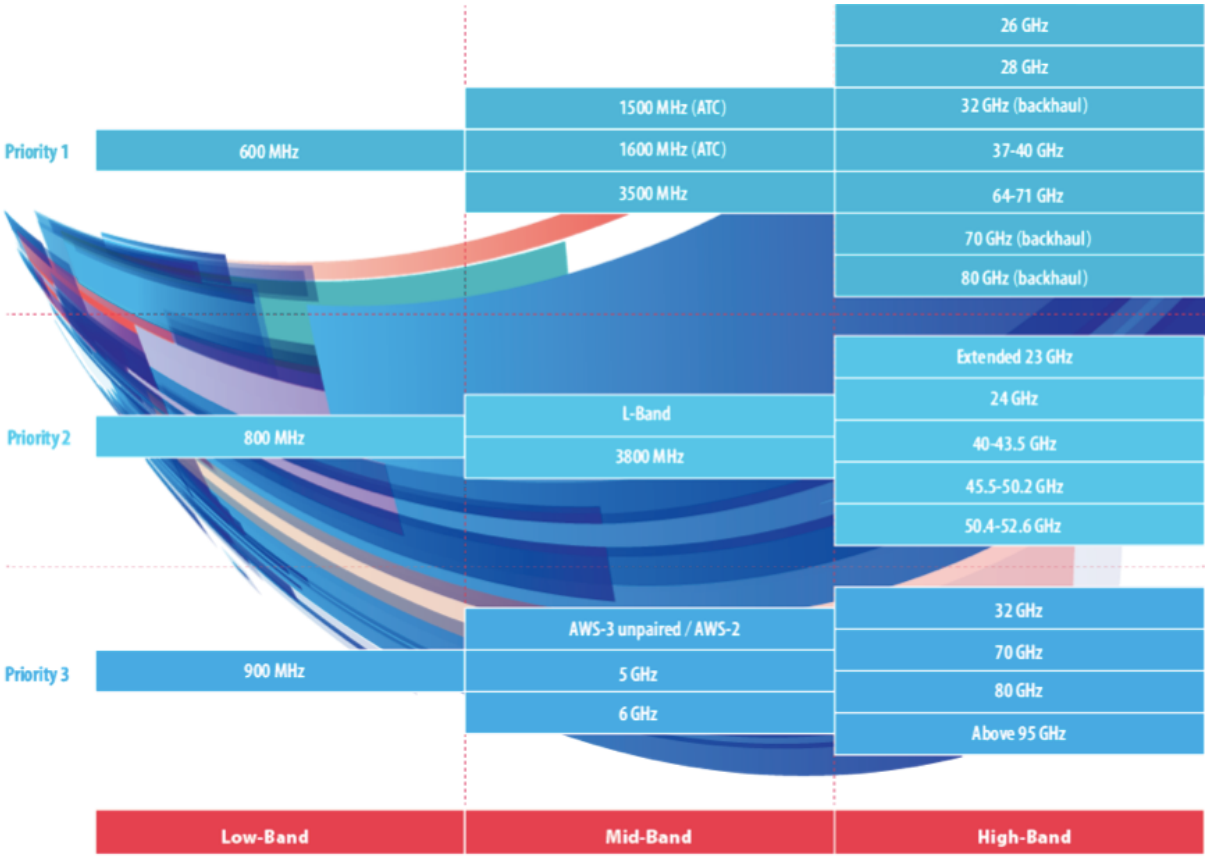


圖 82：加拿大 2018~2020 頻譜整體規劃一覽表

ISED 認知到 3500 MHz 頻段是許多國家 5G 網路的關鍵頻段之一。因此將該頻段列為首批在加拿大推出 5G 技術的重要頻段。ISED 已完成頻率整備，並於 2019 年 6 月公告 3500MHz 的發照政策及執照架構諮詢文件。

ISED 認為 5G 發照需整合其他頻譜發照的時機，包括 600 MHz 和毫米波段，及市場上預期 3500 MHz 頻段行動業務推出的時間，ISED 將考慮這些因素在整體上對無線產業競爭格局所產生的影響來決定 3500MHz 的發照時機。

ISED 於 2017 年 6 月公告「釋出 5G 毫米波頻率諮詢文件」(Consultation on Releasing Millimetre Wave Spectrum to Support 5G)，文件中表示，為實現設備製造的規模經濟，並促進頻譜使用的跨境協調，5G 的頻譜規劃將採 ITU 之 WRC-19 會議決議事項及 3GPP 等機構之建議。該諮詢中，針對高頻段的 27.5-28.35GHz 與 37-40 GHz 頻

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

段相關議題進行分析，同時也針對免執照頻段 64-71GHz 就其在無保護，無干擾基礎上指定該頻段進行免執照應用的提案徵求公眾意見。

其後 ISED 再於 2018 年 6 月，諮詢是否釋出 26GHz 作為 5G 使用，以使其與 28GHz 連續達到 1.85GHz 大頻寬。此規劃亦可兼顧歐盟、中國等國家在 26GHz 應用的設備頻段。

在 5G 商用頻段的 3.5GHz 和 3.8GHz 已分別有固定無線及衛星業者使用的情況下，ISED 於 2018 年 6 月發佈了「針對將 3.5GHz 納入彈性使用執照諮詢以及修正 3.8GHz 的先期諮詢」文件，並於 2019 年 6 月，發表該諮詢之決議文件。

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

1、 600MHz

- 該頻段指配給商業行動、固定和廣電業務的彈性使用執照。
- 執照區域：第二層服務區的省級大服務區。
- 2019 年 3 月拍賣七個 5+5MHz 成對區段，技術兼容 5G 。

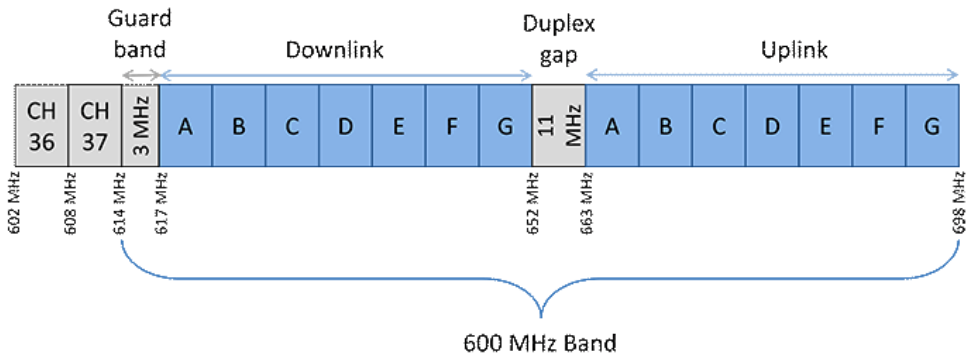


圖 83：加拿大 600MHz 頻段規劃示意圖

- 該頻段在加拿大分 16 個區域發照，共計 112 個執照。Rogers 標得其中的 52 個執照，付出 17.25 億加幣，拍賣結果一覽表如下圖：

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

600 MHz Auction — Final Results

600 MHz Licence Winners			
Licence Winners	# of Licences Won	Final Price ($)	Total Population Covered
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

圖 84：加拿大 600MHz 拍賣結果

2、 3500MHz (3400-3650MHz) :

- 已列為 5G 首要發照頻段，於 2019 年 6 月公布發照政策及執照架構諮詢文件。
- 採不成對頻段規劃，規劃為 20 個不成對的 10MHz，如下圖。
- 業者可將多個 10MHz 整合在一起，成為可供支持 5G 技術所需頻寬的大頻段。

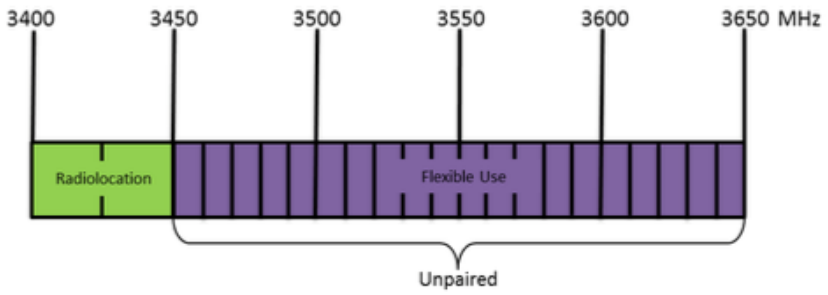


圖 85：加拿大 3400MHz~3650MHz 頻段規劃示意圖

3、 3800MHz (3650-4200MHz):

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

鑑於各國對該頻段規劃為提供更多 5G 頻寬使用之發展，ISED 已於 2018 年 6 月針對該頻段對於固定衛星的重要性，以及該頻段之未來發展可能性徵求公眾諮詢，並於 2019 年 6 月做出變更頻段用途的初步決議，且預定將於 2020 釋出該頻段。目前仍需再經新一個階段的頻率規劃表變更諮詢作業。

ISED 並於諮詢文件中建議該頻段的新申請業者需將未來此頻段可能改變用途的可能性納入考慮。

4、 26.5~38.5GHz 頻段：

26.5~28.3GHz 規劃為 18 個不成對的 100 MHz 頻段，28.3-28.35 GHz 頻段內規劃一個 50 MHz，如下圖所示。僅允許 TDD 系統之申請。 26.5-27.5 GHz 和 27.5-28.35 GHz 頻段規劃為固定和行動業務的彈性使用許可模式。 在此模型下，允許被許可人使用單一頻譜執照佈建行動、固定或兩種服務的組合。

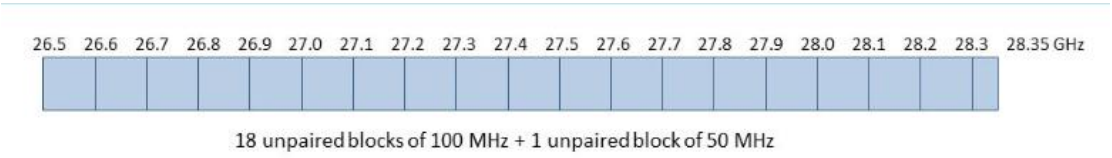


圖 86：加拿大 27.5GHz~38.5GHz 規劃示意圖

初步研究顯示，由於陸地 ESIM（earth station in motion）無處不在，陸地 ESIM 和彈性使用基地站之間可能缺乏地理或海拔間隔，因此很有可能對彈性使用系統造成有害干擾；因此，ISED 目前不允許在 27.5-28.35 GHz 頻段內使用陸地 ESIM。但是，ISED 認為因 FSS 太空站通信的機載和海上 ESIM 為不會大量部署並且由於地理或海拔分離，將不太可能對彈性使用系統造成干擾。

由於 WRC-19 將考慮 21.4-22 GHz，24.25-27.5 GHz 和 38-39.5 GHz 頻段內 HAPS 的頻譜需求和監管措施。 ISED 將在國際層面監

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

測 HAPS 的發展，任何允許在加拿大這些頻段使用 HAPS 的變化都將成為未來的諮詢文件的重點。

在 27.0-28.35 GHz 頻段，固定業務和移動業務系統的頻譜使用優先於共用一級共用該頻譜的衛星固定業務系統。衛星固定業務（地對空）對 27.0-28.35 GHz 頻段的使用僅限於 Gateway 等地面站的低密度部署，這樣的安排對於固定業務和行動業務佈建的限制最小。

在 26.5-27.0 GHz 頻段內，固定業務和移動業務系統的頻譜使用將優先於共用主要業務共用該頻譜的衛星地面探測業務和太空研究業務系統。

在 27.5-28.35 GHz 頻段，在無干擾，無需對彈性使用基地站保護的條件下，允許運行 FSS 太空電臺進行通信的機載和海上 ESIM，由於干擾問題，此頻段不允許使用陸地 ESIM。

5、 37-40GHz：

2019 年 6 月 ISED 公告該頻段的初步規劃為二十四個 100MHz 的不成對 TDD 執照。為彈性地面業務使用執照，開放業者自行決定提供行動或固定或混合服務。且執照可轉讓、分割及再授權。ISDE 建議頻段與美國的頻段規劃協調一致，並等待美國在 37-37.6GHz 新頻段計劃進展再全盤考量發照。下圖為頻段初步規劃：

Figure 3: Canadian band plan in the 37-40 GHz frequency band

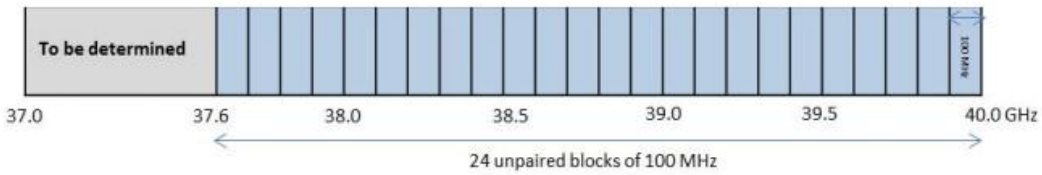


圖 87：加拿大 37GHz~40GHz 規劃示意圖

6、 64-71GHz

ISED 將此頻段指定為免執照頻段，一旦 ISED 公告相關技術標準，業者便可在頻段展開營運。經 ISED 調查，目前加拿大沒有針對

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

該頻段的頻譜使用政策，加拿大境內的任何服務亦無既有用戶在該頻段，或任何計劃中的用途，因此該頻段訂為免執照頻段將不會對任何現有業務產生影響。

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

ISED 認為，無線通信已經成為數位經濟的必要條件，免執照頻譜的使用在實現其連接性具有至關重要的地位。 ISED 持續推動 Wi-Fi、LTE-U、LTE-LAA 和 IoT 等技術的引入。這些技術使用各種通信協議在多個頻段上運行，越來越智慧的適應其操作環境，並實施最新的頻譜共享和干擾減輕技術。預計產業將繼續在免執照的頻段中開發新技術來更有效地運作。

在認識到免執照生態系統的重要性及其所帶來的機會後，ISED 將繼續更新其技術設備標準，以跟上最新技術發展的步伐。在未來五年內，ISED 將修訂標準，以反映這些技術的最新進展，技術有望以更有效地利用頻譜來緩解持續擴大的流量需求。此外，ISED 也將修改現有的技術標準，以因應 2019 年世界無線電通信大會（WRC-19）的討論結果。 ISED 也將制定新的技術設備標準，以支持加拿大新創新產品。使產業遵守 ISED 的技術標準，對於確保加拿大的無線設備安全並支持競爭激烈的無線市場至關重要。因此，當發現設備不符合設備標準時，ISED 將會採取及時有效的執法措施。

ISED 認識到僅靠技術面的進步並不足以完全支持免執照設備的增長，例如 Wi-Fi 和物聯網設備。因此，在未來五年內，ISED 將鎖定市場機會，於免執照頻段中釋放更多頻率，以因應市場需求。

1、 5GHz

在加拿大，5150-5350 MHz，5470-5600 MHz 和 5650-5850 MHz 頻段可用於免執照申請，特別是 RLAN 設備，通常這是 Wi-Fi 設備。ISED 正在積極參與有關這些頻段技術變更的討論，並將就 WRC-19 所做的任何變更進行諮詢。ISED 收到加拿大利益團體表達對改變 5150-5250 MHz 頻段用途的請求。因此，在諮詢程序之後，ISED 發

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

布了 SMSE-013-17，即在 5150-5250 MHz 頻段的 RLAN 設備的技術和政策框架的決定。修改了在該網路中運行的 RLAN 設備的技術和政策框架，允許 5150-5250 MHz 頻段以核發許可的方式使用更高功率的室內和室外 RLAN 設備。

5350-5470 MHz 頻段目前是加拿大航天局的 RADARSAT 地球探測衛星使用頻段。這些衛星從太空提供地球圖像，並允許繪圖，海洋監視，冰和環境監測，以及災害和資源管理。 RADARSAT 衛星向加拿大政府以及美國的許多機構和全世界的私人用戶提供數據。為了確保 RADARSAT 的頻率保護，如何使該頻段確保適當頻率和諧疏導，多年來是加拿大在國內和國際上的工作重點，ISED 也會繼續將這些成果帶進 WRC-19。

ISED 積極參與 WRC-19 議程項目 1.16 討論，該討論涉及可能採用和諧疏導措施以實現新的 RLAN 用途，同時確保保護 5 GHz 頻段內的其他現有的和計劃中的服務。如果 WRC-19 為 RLAN 應用提供額外的 5GHz 頻段，ISED 將檢討它們是否也應該在加拿大使用。考慮到安全部署車聯網分配和保留頻譜的重要性，ISED 將繼續為車聯網的應用保留 5850-5925 MHz 頻譜。只有當 ISED 確信可以在頻段內共存時，才允許將此頻譜用於其他應用，例如 Wi-Fi。作為此決定的一部分，將需要與受影響的利害關係人（包括汽車和無線行業，聯網車輛設備製造商和其他級別的政府）進行廣泛諮詢。 ISED 也可能考慮在適當的時候在 5600-5650 MHz 頻段內引進免執照設備。

2、 20GHz 以上

高頻段頻譜的釋出，將使服務提供商獲得大區塊頻譜以提高其網路的容量和質量，支持新技術和商業模式，促進創新。

釋放高頻段或 mmWave 頻譜，特別是 20 GHz 以上頻譜，具有重大國際利益。 基於這些頻段的傳播特性以及可以促進不同業務之間頻譜共享的技術和技術的預期演進，國際上的利益呈現在盡可能將這些頻段用於多種業務。

加拿大特別列出 WRC-19 針對 20 GHz 以上不同業務的重疊頻段

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

進行研究的五個議程項目：

- 議項 1.5：考慮通過 ESIM 與衛星固定業務中的地球靜止軌道太空電臺進行通信，使用 27.5-29.5 GHz 頻段（地對空）。 17.7-17.9 GHz 頻段（空對地）也將被視為該議程項目的一部分。
- 議程項目 1.6：考慮制定 NGSO FSS 衛星系統的監管框架。
- 議程項目 1.13：考慮確定 IMT 未來發展的頻段。
- 議程項目 1.14：考慮對高空平台站(HAPS)採取適當的監管行動。
- 議項 9.1 問題 9.1.9：考慮衛星固定業務(地對空)在 51.4-52.4GHz 頻段的頻譜需求及頻率指配。

下圖為 WRC19 討論中的頻譜及議程一覽表：

Agenda item 1.5 ESIM	Agenda item 1.6 NGSO FSS	Agenda item 1.13 IMT	Agenda item 1.14 HAPS	Agenda item 9.1 issue 9.1.9 FSS
			21.4-22 GHz	
		24.25-27.5 GHz	24.25-27.5 GHz (Region 2 only)	
27.5-29.5 GHz				
		31.8-33.4 GHz		
	37.5-42.5 GHz (space-to-Earth)	37-42.5 GHz	38-39.5 GHz	
		42.5-43.5 GHz		
		45.5-47 GHz		
		47-47.2 GHz		
	47.2-50.2 GHz (Earth-to-space)	47.2-50.2 GHz		
	50.4-51.4 GHz (Earth-to-space)	50.4-52.6 GHz		51.4-52.4 GHz (Earth-to-space)
		66-76 GHz		
		81-86 GHz		

圖 88：WRC19 在高頻段討論中的頻譜及議程一覽表

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

目前 ISED 尚未對 3500MHz 執照持有者的頻段內頻譜上限做出任何的數量決定，但已將頻譜釋出上限的規劃列入 2019 年的釋照諮詢文件徵詢建議，諮詢文件揭露 ISED 將考慮頻譜上限與頻譜保留之間的平衡，同時也對於既有業者在競標前避免超過頻譜上限的可行方式提出建議。

3500 MHz 頻段內 5G NR 技術的最低技術要求是不成對的 10 MHz。取得更大的頻寬能增加容量和速度，考慮到 3500 MHz 頻段內有 20 個不成對的 10 MHz 頻段，且 ISED 預見業者將有高度需求，在規劃頻譜釋出上限規範時，ISED 主張須先就該頻段頻譜之總量在保留頻譜 (保留新業者進入市場之機制設計)數量與頻譜上限之間做出平衡。

若未來在該頻段內實施頻譜上限之規定，主執照擁有者的從屬次級執照和網格單元許可證皆會被納入計算，ISED 建議在該頻段已擁有超過頻譜上限的既有經營者，不宜為了符合頻譜上限規範而做財產分割，但這將使得此類經營者不具備競標或申請更多執照的資格。所以， ISED 鼓勵既有業者將其現有的任何細分或網格單元許可證歸還給 ISED，以取得他們在該區域內對整個區塊進行投標的資格，歸還動作須在競標申請日之前六個月完成。

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

由於無線寬頻用戶、設備和創新應用的成長，無線電頻譜的需求持續上升。根據思科視覺網絡指數（Cisco Visual Networking Index, VNI），到 2021 年為止，設備和連網數預計將達到世界人口的 3.5 倍，而 2016 年僅為世界人口的兩倍。預計到 2021 年，IP (Annual global Internet protocol) 流量將從 2016 年的 1.2ZB 增加到 3.3 ZB（ZB）。思科還表示，Wi-Fi 和移動設備的全球 IP 流量比例將從 2016 年的 48％，在 2021 年到達 63％。 預計服務提供商將面臨更大的壓力，以滿

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

足對高速頻寬密集的服務和應用的使用需求(例如影像和音頻串流),思科預測全球人均月流量均為到 2021 年將增加到 35.5 GB,高於 2016 年的人均 12.9 GB。

對數據頻寬的總體需求將影響提供無線數據服務的服務或應用的頻譜需求。在展望諮詢中,ISED 提到,到 2020 年,各種網路承載的數據量預計將增加三到六倍,數據需求增長最顯著的是商業行動服務、免執照服務(主要是 Wi-Fi),衛星服務和 backhaul。因此,在考慮 2018 年至 2022 年的未來頻譜發佈時,ISED 專注於這四種服務和應用。

ISED 也發現有幾個變量會影響頻譜需求,例如技術,流量增長及網路設計,並且這些變量可能因不同的網路、應用和服務而有很大差異。此外,某些服務和應用的流量成長會影響其他服務的頻譜需求(例如,對商用行動流量的需求會影響對回程頻寬的需求,且對商業行動頻寬的分流也可能會增加對免執照頻譜的需求,如 Wifi) 。

ISED 透過對於頻譜資源需求的諮詢,尋求各界對未來五年影響頻譜需求的全球和國內技術、營運以及市場趨勢的評論。在收到的意見中,普遍認為技術發展將有助於解決商業行動、免執照設備、衛星和回程業務的服務等級和容量需求。但是,受訪對象普遍同意,鑑於數據密集型服務的使用和需求預期增長,未來急需更多的頻譜。

行動業者有多種選擇可優化頻譜使用,以滿足增加的流量需求,例如密集網路佈建,部署高效設備和採用更複雜的流量管理技術。然而,在各個不同產業越來越多的用戶和新服務(例如增強實境和車聯網)使得在行動網路上運行的頻寬密集應用所生的數據流量大幅增加,勢必無法持續僅使用目前的行動頻段。因此,ISED 將在未來五年內為商用無線及行動設備發出更多頻譜。

通過 5G 技術提供的新應用及服務需要不同頻率範圍內的頻段才能實現。 5G 網路將需要低頻段用於覆蓋,中頻段提供覆蓋和容量,以及高頻段以提供大帶寬以滿足高寬頻速度。在考慮商業行動業務的頻譜發照時,ISED 也同時思考部署 5G 網路所需的各種不同頻率範圍。ISED 認為,5G 可以提供給行動連接之外的各種類型服務,例如

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

固網及行動整合服務（FWA），為家庭和企業提供互連網以及機器對機器通信。

頻譜是電信業向加拿大人提供各種服務的重要資源，ISED 理解在最大可行範圍內以市場力量管理頻譜的重要性，但還需要為一系列符合公共利益的服務提供頻譜，因為這些服務可能不會有市場力量的驅動。特別是，將繼續提供頻譜以滿足主權、安全和公共安全的要求。ISED 也體認到市場條件和競爭對於頻譜使用的影響，在制定頻譜管理方法時，也會將這些影響列入考慮。

釋出頻譜時需要考慮的關鍵因素包括頻譜釋出的及時性，以確保與頻譜使用、需求保持一致，並反映技術趨勢，最大限度地利用頻譜，促進創新。為了支持市場的有效運作，並因應不斷變化的技術和市場需求，頻譜的供應必須能夠跟上國際市場和全球技術發展的步伐。在適當的時間釋出正確的頻譜。在全球設備通訊市場的競爭之中，ISED 主張享用哲學，其目標是讓國人能即時近用下一代智慧手機及終端，以便從設備製造商在全球市場規模經濟所帶來具有競爭力價格的設備中獲益。所以 ISED 在頻譜釋出時機的選擇上，特別關注的是在當已有預期的無線電設備生態系統產生，或明顯存在全球標準時。

ISED 主張，提供頻譜的過程應該是公開、透明和合理的，以促進利益相關者的可預測性，提高商業和投資的確定性。同時，在釋出更多頻譜時應考慮到服務品質和技術的長期演變。因此，ISED 在更改頻譜指配或發布新頻譜時，皆經公開諮詢程序。這些諮詢程序為利益相關者，包括服務提供商、製造商、利益團體和加拿大民眾提供了監督過程，能使寶貴意見有機會被討論與採納。諮詢程序能讓 ISED 在其決策過程中考慮不同利益相關者的角度及觀點，並驗證其對行業現狀的假設和資訊掌握。

2018 年 6 月，ISED 發布「2018 至 2022 頻譜展望」，公告其對於釋出商業行動業務、免執照頻段、衛星服務、無線回程服務等無線頻譜之整體方法及計畫活動。ISED 在頻譜展望中分別規劃低頻，中頻和高頻頻譜，做為未來開發和採用 5G 技術之基礎。不同的頻率具有不同的傳播特性， ISED 透過以下規劃來滿足各種頻率的需求：

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 低頻段：2018 年 3 月，ISED 發布了 600 MHz 頻段頻譜技術之政策和許可框架，以支持更高的網路容量和覆蓋範圍，以及下一代技術的應用。
- 中頻段：考慮到中頻段需要補充現有的低頻和未來高頻頻譜，2018 年 6 月，ISED 推出了 3500 MHz 頻段修訂為彈性執照以及 3800 MHz 頻段用途變更的初步諮詢。隔年六月，隨後發布了該諮詢的決定以及 3800 MHz 頻段變化的初步決定。
- 高頻段：高頻段頻譜的釋出將使服務提供者可獲取大頻寬來提高其網路容量和品質，並通過支持新技術和商業模式促進創新。通過 2017 年 6 月發布的諮詢文件以及隨後於 2018 年 6 月發布的附錄，ISED 就其在 26 GHz，28 GHz，37-40 GHz 和 64-71 GHz 頻段的提案徵求公眾意見。

（三） 頻譜交易與出租

在加拿大，頻率的使用須經工業部長核准。任何人以違反規定的方式未經部長授權，與他人簽訂協議、約定或備忘錄以使用或影響頻譜的使用，將被視為違反加拿大無線電通信法，並將受該法執行條款的約束。

對執照控制權或執照公司的控制權的任何變更，包括通過協議授予許可的全部或部分權利或權益所做的更改、策略聯盟、合資企業和類似備忘錄的安排而可能導致許可控制權的變更，皆視為執照轉讓。

加拿大允許某些特定無線業務的頻譜執照全部或部分進行轉讓，所有頻譜執照的轉移申請（包括對次級執照的申請） 均需根據「地面服務頻譜許可證許可程序」(Licensing Procedure for Spectrum Licences for Terrestrial Services) 進行審核。

一、評估是否核准轉讓之考慮因素

在決定是否批准轉讓或預期轉讓時， ISED 將分析執照轉讓所產生的集中度水平，並檢查執照轉讓申請人和其他現有和未來競爭對手

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

提供服務的能力，及商業行動頻譜轉移後受影響的執照區域集中度變化。作為決定的一部分，加拿大工業部通常會考慮以下因素：

1、 申請人及其關係企業目前在許可區域內持有的執照 ；
2、 在執照頻段中其所持有頻段的總體分佈，以及在該區域內的商業行動頻段的持有執照的比例。
3、 使用頻段當前和/或預期服務以及可用的技術;
4、 是否有該頻段類似特性的替代頻譜的可用性;
5、 該區域其他商業行動頻段的相對使用效益以及可替代性;
6、 申請人及關係企業網路佈建的程度以及這些網路的容量;
7、 該區的特質，包括城市/郊區、人口水準和人口密度，或影響頻譜容量或壅塞的其他因素;
8、 轉讓或預期轉讓可能產生的與政策目標相關的任何其他因素。

此外，如果申請人的協議申請中包括從屬次級執照，加拿大工業部還會考慮協議的性質以及每個申請人對頻譜的計劃使用情況。

雖然加拿大工業部對所有轉讓和預期轉讓做審核，但被認為具有可忽略不計或無影響的行為 - 例如僅為實現內部重組而進行的許可轉讓 - 通常會獲得批准。

如果轉讓或預期轉讓涉及多個許可證，加拿大工業部可以只批准部分部分執照，並拒絕其他執照。

根據 ISED 的批准，3500MHz 執照可按頻率或地理區域，做全部或部分轉讓。此外，也可透過申請該執照的次級執照，達到頻譜交易或出租的效果，但每一個次級執照都需經 ISED 批准。未經核准的頻譜交易、出租或轉讓將被視為違反執照規定。

被許可人須以書面形式向 ISED 提出轉移請求。當被許可人與另一個商業行動頻譜執照經營者（包括子公司或另一個執照持有者的代表人或代理人）簽訂任何「預期轉讓協議」，須以書面形式向 ISED 申請審查，預期協議訂立的 15 天內需按規定申請核准。若該頻率的

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

轉移申請未獲批准，轉讓行為仍持續超過 90 天時，將受違反執照規定之處罰。

另外，由於彈性執照之轉移可能僅供固定無線接取的使用，ISED 建議，如果被許可人在請求轉移後僅提供固定服務，則無須另案評估。

二、對於從屬次級執照的特殊規定

如果未來 3500MHz 的最終決定採頻段內之頻譜上限，ISED 建議從屬次級執照頻寬不計入該業者執照的頻譜上限，但被許可人必須證明他們有實際的商業計畫以妥善且獨立的使用被授權的 3500 MHz 頻譜，ISED 所列的評估因素如下：

ISED 將進行全面性的評估，以確定該企業實體的主動和獨立提供無線服務的意圖和行動。評估標準包括但不限於：

- 該公司在發生共享的區域提供服務（服務覆蓋）的意圖和行動。
- 投資水平，包括為了獲得新用戶及服務用戶之業務行銷和用戶服務之投資。
- 該公司對於在市場上展示其獨立存在之努力。

文件要求：將邀請相關人向 ISED 提供有關上述評估因素或 ISED 確定的任何其他因素的所有相關文件。包括但不限於：

- 與該 3500 MHz 頻譜的轉移、使用和接取有關之所有協議。
- 對於該轉移之 3500 MHz 頻譜之營運計畫。
- 財務及業務成績，包括投資和獲取新用戶之成績。
- ISED 可要求提供額外的文件以完成其評估，並可要求該文件由公司主管說明或出具保證。

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

為了管理業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題，ISED 規劃了兩個方式，一是設定頻譜保留(spectrum set-aside)，與既有業者區分開來，將一部分的頻譜保留給新進業者來競標。以 2019 年春天

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

的 600MHz 發照為例，ISED 就保留了 43%的可用頻率給新進業者。另一個是設定頻段內單一業者的頻譜上限。

除了競標時的頻譜上限之外，ISED 在 3500MHz 的公眾諮詢文件中也規劃了在執照發出後持續五年的頻譜上限監管政策，從個別執照頒發之日起持續五年監督業者所持有的頻率數量。在此期間，若業者的新增頻率申請將導致被許可人本身或其母公司之頻譜總數超過上限，ISED 則不會授權執照的轉讓或頒發新執照。在該頻段內，所有權或對其他被許可人再授予權利或利益的任何控制之變更，無論被許可人公司名稱是否因此更改，均被視為執照轉讓。任何可能影響業者間遵守此頻譜資源限制所產生的重大變更，被許可人皆必須申請 ISED 批准。此類請求必須在任何交易提案之前提出。

如前一節所述，被許可人可以書面申請從屬次級執照，將執照權利出租或轉讓給從屬次級執照經營者，但須經 ISED 批准。批准的前提是主要被許可人和從屬被許可人必須向 ISED 證明他們將在適用的許可區域中單獨並積極地向用戶提供服務，經 ISED 確認其條件可行時，則從屬次級執照不會被計入從屬次級執照被許可人的頻譜上限。而在頻譜上限的監管規定期限內，被許可人必須按照其營運計畫來做網路建設與用戶行銷，以滿足其對 ISED 的承諾，業者對營運計劃的任何修改皆須提交給 ISED 批准。

（五） 頻譜和諧共用措施

根據加拿大陸地服務頻譜執照程序（Licensing Procedure for Spectrum Licences for Terrestrial Services）之規定，所有頻譜執照持有者都有責任確保其無線電系統的安裝或修改不會對他人造成有害干擾。為保護既有合法無線電臺免受干擾，頻譜執照持有者必須與其在加拿大境內相同或相鄰地理區域中獲得授權的同頻道、間隔和相鄰頻道業者進行協調後，才能運轉有可能引起干擾的新系統，系統變更時亦同。頻譜執照持有者也必須遵守相關國際協調協議以及加拿大與美國或其他外國主管部門之間之合理安排。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

對頻譜執照持有者須執行協調的國內和/或國際協調的每個無線電頻段或服務型態，加拿大工業部將酌情概述其指南或程序，這也同時包括要求業者提交某些資訊，以便維護包含特定無線電基地站訊息的公共資料庫。

ISED 鼓勵被許可方與鄰近的無線電系統業者簽訂互利共存協議，以促進在公共地理服務邊界附近和相鄰頻段邊緣頻率的有效頻譜使用。協議旨在促進頻譜執照持有者在授權地理區域和頻段邊緣以平等基礎共享使用，減少對未來的運營可能產生的侵害。

加拿大工業部計劃確定各種無線電通信業務的邊界條件，以幫助申請人確定其營運的地理區域及各種確保區域所需之條件，為被許可人提供協調談判互利共存協議的起點。

邊界條件將與適用的無線電標準規範（RSS）和標準無線電系統規劃（SRSP）一致，後者還可以解決頻率雜射(spurious emmision)和頻率容限（frequency torlence）問題。

採取 SRSP 的適用，還可以提供頻段邊緣保護，許可地理區域邊緣的實地場強限制（field streghth limitation），以及頻率協調和再使用限制。還可以考慮其他條件，例如規定使用的可接受類型的無線電天線。

若業者無法與其同頻道的業者達成和諧共用頻率協議，則邊界條件將被用作爭議解決的基礎。 加拿大工業部在該條件下進行爭議仲裁，在此條件中，也需要頻譜執照持有者提供額外的技術信息。

隨著對頻譜需求的增加，傳統服務正新興服務競爭使用相同的頻譜。ISED 認同開發中的新技術和技術，如動態頻譜接取等，將改變使用頻譜的方式和無線電的地理營運邏輯。這些技術將為優化頻譜的使用提供新的機會，並使得在多個不同服務之間實時共享頻譜變得越來越可行。但 ISED 評估這些新的共享模式仍處於發展的早期階段，需繼續監測其進展並探索實施將在未來實現此類機會的條款的方法。

在加拿大，3.5G 頻段的 3400-3450 MHz 是保留給航空和海上雷達使用。由於與加拿大和美國的無線電定位應用相關的高度機密性要求，無線電定位站的精確部署細節難以被調查。因此，加拿大將 3400-

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

3450 MHz 這一個頻段分開來處置。因為按使用程度來看，ISED 對該頻段共用的可能性持保留態度，並認知有些頻段可能始終無法將頻譜完全重新用於新用途。

雖然許多國家將 3400-3450 MHz 頻段納入其 5G 彈性使用的計劃中，並且正開發設備以支持該頻率。然而，ISED 發現雖然無線電定位本質上是間歇性的，但是在靠近大型港口，機場，邊界和雷達所在的其他區域的區域中，這種干擾可能更為明顯。需要進一步開展工作，以解決在美加邊境和加拿大沿海水域運行無線電定位業務的潛在干擾問題的複雜性。

（六） 頻譜重整機制

ISED 於 2019 年 6 月宣布將修正加拿大頻率分配表，分配 3450-3475 MHz 頻段為行動業務為主，刪除 3450-3500 MHz 頻段內的無線電定位分配業務。並在業務上定義 3450-3475 MHz 頻段為固定和移動業務並存的彈性使用執照，此決策讓 ISED 能在 3450-3650 MHz 的 200 MHz 頻率範圍內發放彈性使用執照。

加拿大的 3475-3650 MHz 頻段主要用於固定寬頻系統提供無線 ISP 服務。目前 ISED 為了規劃該頻段的 5G 執照，已於今年六月公告要求既有業者就地換照的決定，既有業者可將原有執照繳回，換取新的彈性使用執照。於每個許可區域的既有執照持有業者，只要符合其所有執照條件，將有資格獲得覆蓋相同地理區域的固定數量頻譜的彈性使用許可。該頻段的重整機制與程序，將在本章節中詳細介紹。

1、 3.5G 頻段重整計畫

3.5G 頻段的頻譜重整工作自 ISED 於 2018 年 6 月公布諮詢文件時正式開始，到目前為止，ISED 已展開拍賣前的執照整理階段，並於 2019 年 6 月開始靜止期，停止接受於該頻段的任何頻率申請。接下來，於該頻段進行拍賣 (時間未定)後進入用戶移轉過渡時期，完成重整。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

在 3.5G 頻段運行的既有執照經營者若欲繼續在該頻段營運，將需要向 ISED 申請新的彈性使用頻譜執照。屆時，ISED 將取消該執照業者在該區域原有的固定使用頻譜許可執照。

為了滿足各利益攸關方的要求，ISED 考慮了不同方法來確定現有被執照經營者的頻譜數量重分配原則。用來計算可申請得新彈性使用執照數量的基礎，是根據既有業者在 2018 年 6 月 6 日當日所擁有既有固定執照頻率的持有量(這個日期是 3500 MHz 頻段修訂為適應彈性使用頻段的諮詢文件發布日)。ISED 在 2018 年諮詢文件中提出兩個備選方案選項與業者討論，如下：

- 選項 1：對於每個許可區域，現有許可證持有者將獲得彈性使用許可證，其當前頻譜持有量的三分之一四捨五入到最接近的 10 MHz，最低為 20 MHz。
- 選項 2：對於每個許可區域，現有的許可證持有者將獲得固定數量的頻譜的彈性使用許可。擁有 50 MHz 或更高頻譜的任何被許可人將獲得 50 MHz 的許可，而所有其他被許可人將獲得 20 MHz 的許可。

最後 ISED 的決定是備選方案選項二的折衷版：

- ✓ 在特定區域內持有 75 MHz 或以上固定使用許可證的現有許可證持有者將有資格在相關區域申請新的 60 MHz 彈性使用許可證；
- ✓ 具有 50 MHz 頻譜的用戶將有資格申請 50 MHz 的新彈性使用許可;
- ✓ 所有其他現有的被許可人都有資格申請 20 MHz 的新彈性使用許可。

在該頻段進行拍賣之前，任何與 3500 MHz 有關的固定執照全部或一部的轉讓，業者皆須清楚呈報並取得許可，且在拍賣之前收到的 3500 MHz 頻段內現有固定使用執照的所有轉讓請求將被視為商業行動頻譜的轉讓，ISED 將依法進行評估。同時，ISED 在評估其他頻段的商業行動頻譜轉讓請求時，會將既有合法執照持有者可用的彈性使

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

用頻譜數量納入考慮。另外，ISED 在拍賣申請日前 6 個月內不接受涉及 3500 MHz 固定執照的轉讓申請。

依據以上重整規劃，任何未獲得彈性使用執照資格的固定執照，將在競爭許可程序完成後自動失效。

2、用戶過渡計畫

ISED 指出，一些現有企業，特別是農村和偏遠地區的小型營運商，可能會面臨在新頻段規劃中過渡頻段的挑戰。因此， ISED 規劃設立現有被許可人的保護期和通知規定，區分為農村與都市：

ISED 認為頻率重整政策應基於「時地必要原則」。因此在既有業務不妨礙新被許可人的部署時，重整政策建議允許現任被許可人繼續經營。但需遵守下述過渡計劃和流程：

(1) 保護期：

- 對於最大人口中心為 30,000 人或以上的第 4 層服務區：
- 對於大型城市人口中心內的場地和圍繞這些中心的 10 公里緩衝區，最短保護期為六個月。
- 所有其他站點的最短保護期為兩年。
- 對於最大人口中心少於 30,000 人的所有 Tier 4 服務區域，最短保護期為三年，或按
- 新被許可人與既有經營者之間自願協議的時間表。

(2) 通知期限：

- 大型城市人口中心和這些中心周圍 10 公里緩衝區的最短通知期為六個月
- 所有其他領域的最短通知期限為一年或
- 新被許可人與既有經營者之間自願協議的時間表

(3) 主動要求 ISED 發出移頻通知：

獲得新的彈性使用許可證或過渡計劃在受現有系統約束的地區部署固定和/或行動服務的許可證持有者將負責：

（a）確定特定的固定電臺頻率指配和電臺阻礙了新系統的

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

部署;

（b）向 ISED 通報新系統的具體區域、頻譜頻率和部署時間表;

（c）要求 ISED 向現有被許可人提供置換通知。

ISED 將評估提交的內容，如果確定固定電臺繼續運行將干擾新系統，將發出置換通知，要求既有業者根據最低限度停止或遷移其業務，另做保護和通知期限：

- 由於認知到現有被許可人在新的頻段規劃下過渡到新業務時的潛在連動影響，ISED 將邀請既有經營者提交他們的部署計劃並討論他們的想法。
- 在特定區域內制定過渡計劃時，ISED 可能會考慮其他因素，例如覆蓋連續性和過渡複雜性。

自願過渡：既有的固定執照經營者可以隨時申請自願過渡到彈性使用許可，但基於整體規劃，在該頻段執照拍賣程序完成前，將無法獲得新的彈性使用執照。

頻譜重整過程中，業者間如有同頻干擾，則按上一節所揭示之頻譜和諧共用措施辦理。

（七） 執照管理與規範架構

1. 執照區域

ISED 分析目前各種頻譜執照方式，包括它們布建 5G 在技術面的優勢和劣勢，ISED 的結論是：較小的區域可能更適合毫米波頻譜的傳播特性，也符合當地或區域性業務專案之需求。此外，較小的區域也能較彈性的符合某些特定業務專案需接取頻譜的需求，更便利的提供給新進入者和小型經營者。較大的許可區域，特別是對於傳輸路徑較短的頻段，可能會導致許可區域大部分未被使用。

所以，加拿大考量大區域執照的優勢和小許可區域的使用效率之間適當的平衡，主張第 4 層執照(加拿大將全國服務區域分為四個層

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

級，第四層執照為最小層級) 的區域範圍，是最適合 5G 的頻譜執照，目前 3500MHz 執照架構的諮詢文件也採取第四層的執照區域規劃，正尋求公眾意見中。

2. 網路布建義務

對於 3500 MHz 頻段，ISED 建議採取兩項網路建設要求。第一個是按 ISED 所列人口百分比之各區網路布建義務，分別為執照核發日後的第 5、10 和 20 年（如下表）。第二個是對該頻段之既有 LTE 行動網路經營者的額外規定。

ISED 於諮詢文件中規定了在都市外圍鄉村的佈建義務，以解決既有經營者目前營運計畫中行動寬頻服務只侷限在城市人口的擔憂。因此，ISED 要求所有獲得 3500 MHz 彈性執照的既有行動 LTE 服務經營者，無論其原本營運計畫的網路建設服務涵蓋規劃如何，取得 3500MHz 執照後，需對其服務區域的一般公眾（一般公眾包括零售住宅和零售企業用戶）提供網路涵蓋並滿足以下條件：

被許可方將被要求向 ISED 證明，其所獲得頻譜已在其提供現有行動寬頻 LTE 服務的許可區域中使用，以完成以下布建義務：

- 在該既有經營者截至 2019 年 6 月 5 日網路涵蓋的營業範圍內，於發照日起的五年內提供 90%行動 LTE 服務人口覆蓋率。
- 在該既有經營者截至 2019 年 6 月 5 日網路涵蓋的營業範圍內，在發照日起的七年內提供 97%行動 LTE 服務人口覆蓋率。
- 城市中心周圍農村地區的 5G 覆蓋：

對於 24 個 Tier 4 服務區的區域執照業者，若其特許區域中包含一個或一個以上的大型人口都心（根據 2016 年加拿大統計局人口普查定義），這些區域的經營者將被要求在發照日起的十年內對城市都心外的人口提供 95%的服務覆蓋率。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

ISED 指出，更多先進 5G 功能的規範，如超可靠的低延遲通信、大規模的機器對機器通信和網路切片預計在 2019 年末完成 Release 16 規範時確定。這些先進的 5G 功能將會在垂直市場的行業使用，包括製造業、醫療保健、公共安全和運輸。在這些垂直市場中使用 5G 功能的設備是由需求驅動的，部分將由仍在發展中的商業案例和投資計劃所決定。因此 ISED 目前尚不清楚這些先進 5G 功能設備可用性的時間表。因此 ISED 就其對 3500 MHz 和 3800 MHz 頻段內 5G 技術設備生態系統發展時間表的評估徵求意見，也對於是否同時釋出這兩個頻段徵求意見。

透過 2018 到 2019 年中延續的幾次諮商程序，ISED 已經確定將在 2022 年釋出 3700-4200 MHz 頻段的計畫，目前就加拿大頻率劃分表（CTFA）、頻譜利用政策、頻段規劃以及實施頻譜管理系統（SAS）的可能性進行未來諮詢。而在 3500MHz 方面，ISED 也於 2019 年 6 月釋出發照政策諮詢文件。

據本研究觀察，ISED 對於垂直應用頻譜使用的政策規劃是，先考慮商用行動頻譜之需求，先釋出涵蓋廣大農村地區的低頻 600MHz，以利 5G 垂直應用的寬頻基礎建設，並可能於國際規範確定後，提早於 2020 釋出 3.5G 執照，於此同時，持續整備中、高可用頻譜及各免執照頻段的技術規範，讓趨於完備健全的頻譜環境成為鼓勵市場與設備生態應用發展的搖籃。

（九） 技術規範與其他

ISED 於 3500MHz 執照的諮詢文件中，列出執照條件草案，茲節錄其中關於技術規範及其他的管制重點供參考：

- 電臺安裝：被許可人須遵守不時修訂的加拿大無線電通信和廣播天線系統規範（CPC-2-0-03）。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 技術資訊提供:被許可人必須按照 Licensing Procedure for Spectrum Licences for Terrestrial Services 中規定的定義，標準，頻率和時間表，提供和維護特定電臺或網路的最新技術資訊。

- 技術標準以及國際和國內協調: 被許可人必須遵守適當的無線電標準規範(RSS)和標準無線電系統規劃(SRSP)的技術。在技術可行下，被許可人必須盡最大努力與他方達成雙方可接受的協議，以促進各自系統的合理和及時開發,並與加拿大和國際上的其他許可用戶進行協調。被許可人必須遵守加拿大與其他國家之間建立的頻率協調協議所產生的義務，並被要求提供資訊或採取行動以履行適用的 SRSP 中規定的這些義務。另外在語音方面，也須具備能力配合通訊監察的需求。

- 研究與開發: 被許可人必須至少投入調整後年度總營收的 2%，用於與電信有關的合格研究與開發（R&D）活動。符合條件的研發活動是符合加拿大所得稅法中修訂的科學研究和實驗開發定義的活動。調整後的總收入定義為：總服務收入減去互連費用、呆賬、第三方佣金以及相關地方稅之後的收入。如果被許可人在加拿大提供無線服務的年度總營業收入少於 10 億美元，則免除此項義務。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第九節　中國

一、5G 政策推動重點

在 2006 年中國國務院頒布「國家中長期科學和技術發展規劃綱要（2006-2020 年）[177]」中，提出 16 項重大戰略產品、關鍵性技術與重大工程做為國家科技的重大專項，其中即包含「新一代寬頻無線行動通信（新一代宽带无线移动通信）」，並自 2008 年啟動以來，逐步推動 2G、3G、4G 之發展。

中國的 5G 發展歷程，2013 年 2 月由中國工業和信息化部（工信部）、國家發展和改革委員會與科技部共同成立中國 IMT-2020(5G)推進組，並於 2014 年 5 月 28 日召開第一次的「IMT-2020（5G）峰會-5G 目標及能力」會議，並發佈「5G 願景與需求白皮書[178]」，提出六大 5G 關鍵性能與八項 5G 關鍵技術如下。

表 35：中國 5G 關鍵能力與技術

項目	說明
5G 關鍵能力	連接數密度、端到端網路延遲、移動性、峰值速率、流量密度、用戶體驗速率
5G 關鍵技術	超密集組網、大規模天線陣列、非正交傳輸、高頻段通信、C-RAN、軟體定義網絡（SDN）、網路功能虛擬化（NFV）、內容配送網路（CDN）

2015 年 2 月 11 日中國 IMT-2020（5G）推進組發佈「5G 概念白皮書[179]」後，在中國展開「中國國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要（簡稱十三五）」計畫後，延續「新一代寬頻無線移動通信網」之專項計畫，並聚焦 5G 發展，推動 5G 研發，以及 LTE-Advanced 研發和產業化，將十三五視為 5G 技術整備與商業化的重要過渡期，

177 中國國務院，2006。國家中長期科學和技術發展規劃綱要（2006—2020 年）http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_240244.htm

178 中國 IMT-2020（5G）推進組，2014。5G 願景與需求白皮書。http://www.imt-2020.cn/zh/documents/download/1

179 中國 IMT-2020（5G）推進組，2015。5G 概念白皮書。http://www.imt-2020.org.cn/zh/documents/download/2

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

希望透過此專項，使中國於 2020 年成為 5G 的全球領先者。而根據「新一代寬頻無線移動通信網」之國家科技重大專項課題申報指南顯示，目前中國專項之發展重心如下表。

表 36：中國十三五下之新一代寬頻無線移動通信網專項

項目一：5G 研發	
（一）5G 無線技術	課題 1-1：增強行動寬頻 5G 系統概念樣機研發 課題 1-2：低時延高可靠 5G 系統概念樣機研發 課題 1-3：低功耗大連接 5G 系統概念樣機研發 課題 1-4：增強行動寬頻 5G 終端晶片原型平台研發 課題 1-5：低時延高可靠 5G 終端晶片原型平台研發 課題 1-6：低功耗大連接 5G 終端晶片原型平台研發 課題 1-7：5G 多接入融合組網技術研發、標準化與驗證 課題 1-8：5G 無線接取與回傳一體化研發、標準化 課題 1-9：5G 高低頻融合組網研發、標準化與驗證
（二）5G 網路與業務	課題 1-10：5G 網路切片技術研發、標準化與驗證 課題 1-11：5G 新型移動性管理技術研發、標準化和驗證 課題 1-12：5G 網路邊緣計算技術研發、標準化與驗證 課題 1-13：5G 前傳及回傳介面研發與驗證 課題 1-14：5G 無線接取網虛擬化技術研發與驗證 課題 1-15：5G 安全總體架構研究與標準化 課題 1-16：5G 與信息中心網路（ICN）融合技術研發
（三）5G 關鍵設備（儀表等）模塊及平台	課題 1-17：5G 大規模天線通道模擬器研發與驗證 課題 1-18：增強行動寬頻 5G 終端模擬器研發 課題 1-19：移動物聯 5G 終端模擬器研發 課題 1-20：3.5GHz 頻段 5G 終端功放晶片樣片研發 課題 1-21：20-30GHz 頻段 5G 終端功放晶片樣片研發

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	課題 1-22：5G 技術研發試驗測試系統 課題 1-23：5G 知識產權戰略研究及專利評估數據庫 課題 1-24：5G 廣播電視網與行動通信網融合架構方案研究
項目二：LTE-Advanced 研發和產業化	
	課題 2-1：LTE-Advanced Pro 終端射頻一致性測試儀表開發 課題 2-2：LTE-Advanced Pro 終端一致性 TTCN 測試集開發

雖然全球 5G 技術尚未全面展開商轉，但在中國近期確認 5G 發展進度的同時，工信部也於 2018 年 11 月 12 日表示，啟動 6G 概念研究。

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

中國規劃之 5G 頻段包含 6 GHz 以下的 3.3 GHz-3.6GHz、4.8 GHz-5GHz，以及 6 GHz 以上的 24.75 GHz - 27.5GHz 和 37 GHz - 42.5 GHz。於 2017 年 6 月 5 日發佈「中國工業與資訊化部關於第五代國際行動通訊系統（IMT-2020）使用 3,300~3,600MHz 和 4,800~5,000MHz 頻段相關事宜的通知（徵求意見稿）」，規劃在 6GHz 以下的頻段釋出超過 400MHz 的頻寬；並於 2017 年 6 月 8 日，中國公開徵集針對 24.75~27.5GHz 和 37~42.5GHz 頻段用於 5G 技術試驗的「5G 毫米波頻段規畫徵集意見」，預計釋出 8.25GHz 高頻段頻譜資源。

隨後 2017 年 11 月 15 日，中國於國際間率先發佈 5G 系統中頻段頻率使用規劃，明確 3.3 GHz – 3.6 GHz 和 4.8 GHz-5 GHz 頻段作為 5G 服務使用頻段，推進中國 5G 系統技術研發、試驗和標準等制

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

定以及產業鏈成熟、加速 5G 商用的實現。2018 年 12 月 10 日，工信部進一步發放 5G 系統試驗頻率執照予基礎電信業者進行研發測試。工信部並於 2019 年 6 月 6 日正式向中國電信、中國移動、中國聯通和中國廣電等四家公司發放第五代(5G)行動通訊商用執照。同時修訂《電信業務分類目錄(2015 年版)》，增設第五代數位蜂巢式行動通訊業務(第五代數字蜂窩移動通信業)。

表 37：中國行動寬頻釋照相關法規

法律法規	發布日期	政策內容
政策法規	2016/11/25	貫徹落實新修訂的《無線電管理條例》中關於無線電頻率管理的相關規定，制定出臺《無線電頻率使用許可管理辦法》（工業和資訊化部令第 40 號），進一步細化無線電頻率使用許可的條件、程序、期限等內容，促進無線電頻率使用許可和監督管理的規範化、制度化，是深化無線電管理行政許可制度改革取得的重要進展。
部門規章	2017/07/13	工信部以國家層面發佈了《無線電頻率使用許可管理辦法》《無線電頻率使用率要求及核查管理暫行規定》《關於公眾移動通信基地臺設置、使用管理有關事宜的通知》《無線電干擾投訴和查處工作暫行辦法》《關於加強和規範無線電管理行政執法工作的指導意見》《無線電監測設施測試驗證工作規定（試行）》等規章和規範性文件。
政策法規	2017/11/15	中國在國際上率先發佈 5G 系統中頻段頻率使用規劃，明確 **3300-3600MHz 和 4800-5000MHz** 頻段作為 5G 系統工作頻段。該規劃的發佈將對推進中國 5G 系統

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

		技術研發、試驗和標準等制定以及產業鏈成熟、加快 5G 商用步伐發揮重要先導作用。
部門規章	2018/2/07	《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》是中國開發、利用和管理無線電頻譜資源的基本法規，是合理和有效使用無線電頻譜資源、防止各類無線電干擾的基礎。（2017.12.15 部會第 34 次審議通過、2018.2.7 公布、2018.7.1 施行）
公告	2018/12/10	工信部向基礎電信運營企業發放 5G 系統試驗頻率使用許可。
公告	2019/06/06	工信部發放第五代(5G)行動通訊商用執照給予中國電信、中國移動、中國聯通和中國廣電等四家公司。
部門規章	2019/06/06	修訂《電信業務分類目錄(2015 年版)》，增設第五代數位蜂巢式行動通訊業務

工信部針對 5G 釋照方式依據 2017 年 7 月發布《無線電頻率使用許可管理辦法》第四條採使用許可制，另依據 2017 年 12 月《中華人民共和國無線電管理條例》第十六條綜合考慮國家安全需要和可用頻率的情況，做出許可或不予許可頒布無線電頻率使用許可證。

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

根據工信部無線管理局於 2018 年 12 月 10 日發布試驗頻率使用許可，給予中國三大電信業者（包含中國聯通、中國電信、中國移動）進行 5G 中低頻段進行實驗測試，以利充分發揮中國 5G 中頻段兼顧大容量和連續覆蓋的技術優勢。

在該次實驗執照核配上，中國聯通獲得 3.4 GHz -3.5 GHz，共 100MHz 頻寬；中國電信獲得 3.5 GHz -3.6 GHz，共 100MHz 頻寬；

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

中國移動則獲得 2515-2675MHz，共 160MHz 頻寬，以及 4.8 GHz -4.9 GHz，共 100MHz 頻寬。其中中國移動採用的連續性頻段儘管成熟度較差，但頻段範圍覆蓋較廣、成本較低，建網成本具一定優勢。

前揭已說明工信部於2018 年 12 月 10 日發布試驗頻率使用許可，並由三家電信營運商針對前揭頻率個別進行應用範圍的城市試點。中國移動隨後於 2019 年 1 月 24 日，在北京舉行「5G 規模試驗獨立組網集中化核心網外場測試啟動儀式」，成功完成首個多廠商、多省市的 5G SA 業務驗證和頻寬測試。中國電信也於 2019 年 2 月 2 日，宣佈率先實現 5G 核心網路互連，成為全球首個遵循國際 3GPP 標準實現 SA 業者互連的業者。中國聯通則是在 2019 年春晚，與央視合作採用了 5G 網路傳輸，播放 5G 室內數位化設備，實現央視 1 號演播廳的 5G 網路全覆蓋，現場觀眾可以通過選擇中國聯通 5G 熱點搶先體驗 5G 服務。

中國調整原定 5G 牌照釋出規劃，原本臨時牌照預計於 2019 年 5 月中旬在若干城市發放；正式牌照則規劃在 2020 年發布的時程提前至 2019 年 6 月 6 日發放 5G 牌照(基礎電信業務經營許可證)。牌照發放對象除原本的三大電信商(中國移動、中國電信、中國聯通)之外，額外增加中國廣電。中國廣電使用 700MHz(698 MHz ~ 806 MHz / 862 MHz)頻段資源，作為發展 5G 創新應用的重要基礎。隨著商用牌照的發放，未來中國將著力於 5G 應用產業促進政策，加速中國 5G 技術商用化發展。

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

中國由工信部無線電管理局、國家無線電頻譜管理中心為準備 WRC-19 會議的執行單位。但兩單位立場與執行項目略有不同。

工信部無線電管理局以正式官方身分，對內負責組織並召開各項

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

產官學研的座談會與會議[180]。對外則透過官方交流方式[181][182]，組織中國代表團參加國際上各項 WRC-19 準備會議[183]、APG-19(APT Conference Preparatory Group for WRC-19)等會議[184]；中國國家無線電頻譜管理中心，負責中國技術協調與國際參與之工作，並成立議題研究小組，尤其針對 26GHz、40GHz 等全球研究的焦點頻段，並多次參與 5G 毫米波相關國際會議。

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

在與既有業務和諧共用措施與執照規範上，工信部於 2018 年 12 月發佈《3000-5000MHz 頻段第五代移動通信基站與衛星地球站等無線電臺（站）干擾協調管理辦法》，藉以協調 5G 站臺與衛星地球站等其他無線電站臺的干擾問題。規定在 5G 基地臺建置上，應按照「頻段外讓頻段內、次要業務讓主要業務、後用讓先用、無規劃讓有規劃”的原則」，業者獲得 5G 頻段許可證後，須即時相當地無線電管理機構了解需要干擾保護的衛星地球站訊息，並主動進行干擾協調，以指導 5G 業者與其他無線電臺之干擾協調，保障既有業務之合法權益。此外廣電總局與中國電信、中國聯通共同發布《C 頻段廣播電視衛星接收站與 5G 基站干擾協調實施辦法（試行）》。《干擾協調實施辦法》從濾波器加裝、天線改裝等技術改造角度，提供施工單位參考之技術準則。

---

[180] 工信部，〈頻譜管理和 WRC-19 議題分論壇成功舉辦〉，http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146440/c7255981/content.html (last visited:2019/10/19)

[181] 工信部，〈中芬就 5G 及 2019 年世界無線電通信大會相關事宜開展交流〉，http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146440/c6962374/content.html (last visited:2019/10/19)

[182]工信部，〈第十次中韓無線電管理局長會談在深圳舉行〉，http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057735/n3057743/c6999583/content.html (last visited:2019/10/19)

[183]工信部，〈亞太電信組織 2019 年世界無線電通信大會第五次籌備會議在日本東京舉行〉，http://www.miit.gov.cn/newweb/n1146285/n1146352/n3054355/n3057735/n3057743/c7250656/content.html(last visited:2019/10/19)

[184]工信部，〈亞太電信組織 2019 年世界無線電通信大會第一次籌備組會議（APG19-1）在成都成功舉辦〉，http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057735/n3057743/c5171848/content.html(last visited:2019/10/19)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 38：《干擾協調管理辦法》和諧措施彙整表

電臺類別	頻段（MHz）或類別	干擾協調區	工程措施
衛星地球臺	3400-3600	5G 基地臺（3400-3600MHz） • 室外基地臺：半徑 42.5 公里 • 室內基地臺：半徑 1 公里	• 加裝濾波器 • 更換高頻 • 採隔離區之地理區隔 • 加裝訊號遮蔽設施 • 降低 5G 基地臺發射功率 • 調整 5G 基地臺天線之最大輻射方向
	3600-3700	5G 基地臺（3400-3600MHz） • 室外基地臺：半徑 4 公里 • 室內基地臺：半徑 50 公尺	
	3700-4200	5G 基地臺（3400-3600MHz） • 室外基地臺：半徑 100 公尺(需加裝低雜訊放大器（LNA）、低雜訊降頻器（LNB）)；否則為半徑 2 公里	
	4500-4800	5G 基地臺（4800-4900MHz） • 室外基地臺：半徑 100 公尺(需加裝低雜訊放大器（LNA）、低雜訊降頻器（LNB）)；否則為半徑 2 公里	
固定業務電臺	固定業務	半徑 300 公尺	• 採隔離區之地理區隔 • 加裝訊號遮蔽設施 • 降低 5G 基地臺發射功率 • 調整 5G 基地臺天線之最大輻射方向
	微波通信	應避免 5G 基地臺最大功率發射方向正對微波通訊（接收）系統。	
天文電臺		大於視距範圍	• 網路規劃、5G 基地臺建設和實施過程採取必要措施

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第十節　香港

一、5G 政策推動重點

（一） 5G 政策歷程與目標

1、 政策背景

香港電信服務環境相對成熟，各項 3G、4G 市場應用蓬勃發展，刺激行動用戶數和創新服務快速成長。香港通訊事務管理局(通訊局)認為，目前在 3GHz 以下之頻譜多數皆已使用於行動服務，未來新興應用(例如 5G)將缺乏足夠頻譜。另外 5G 服務商轉時程，各國大多以 2020 年為目標。通訊局期盼香港能及時銜接國際 5G 發展趨勢，延續香港在 3G、4G 時期的領先地位直到 5G 時代。因此香港通訊事務管理局（通訊局）積極推動 5G 發展的先期準備工作。

2、 政策演進歷程

香港 5G 政策發展以 2017 年 3 月的工作計畫[185]、2018 年 12 月 13 日的公告決議[186]為階段性發展指標。香港通訊事務管理局於 2017 年 3 月公布工作計劃，計畫重點針對 26GHz（24.25 - 27.5GHz）、28GHz（27.5 - 28.35GHz）及 3.4 至 3.6GHz 頻段。通訊局後續針對上述頻譜進行多次公眾意見諮詢與研究。重點議題包含頻譜收回、頻譜調整和衛星站共存的解決方案、協助創新 5G 試驗推動。

2018 年 12 月 13 日，香港商務及經濟發展局（商經局）與通訊事務管理局（通訊局）正式公布意見諮詢後的決議成果。其中 26GHz 與 28GHz 屬於新應用頻譜領域與現行應用衝突較少，因此採取行政指派方式釋出，核發頻段總量達 4,100MHz 之頻譜資源。並且將釋出頻譜分為非共用、共用頻段，其中非共用頻段於 2019 年 4 月開始供電信商作為 5G 使用；共用頻段部分，通訊局規劃新型地區性無線寬頻服務牌照(LWBS)以鼓勵 5G 創新應用為目標，釋出頻譜資源給有意申

[185] 通訊局，〈通訊事務管理局制定工作計劃以提供更多無線電頻譜以滿足公共流動服務於 2020 年及之後的需求〉，https://www.coms-auth.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1423.html (last visited:2019/3/9)

[186] 通訊局，〈商經局和通訊局公布發放多條頻帶的 5G 頻譜的安排〉，https://www.info.gov.hk/gia/general/201812/13/P2018121300455.htm (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

請者，但前述非共用頻段業者不得申請 LWBS 執照。至於其他頻段則規劃於 2019 年 10 月至 11 月分批拍賣 3.5GHz、3.3GHz 與 4.9GHz 合計達 380MHz 之頻譜資源。首波 3.5GHz 頻段拍賣已於 10 月 14 日公告結果[187]。第二波 4.9GHz 拍賣則於 10 月 23 日公告結果[188]。另外針對頻譜可能存在的商業競爭、頻譜干擾問題將持續進行協調與研究，增加香港通訊市場可釋出之頻譜。

（二） 政策重心

現階段香港政策重心包含頻譜整備、頻譜釋出(行政指派、頻譜拍賣)兩大核心。根據香港通訊事務管理局（通訊局）和香港商務及經濟發展局（商經局）於 2018 年 12 月 13 日公布的決議。通訊局正積極探討不同方案以提供更多頻譜，透過遷移既有服務騰出合適的頻段（包括 5G 服務的候選頻段）重新編配予行動服務。至於已完成頻譜整備的頻段，則是採取不同釋出方式，2019 年 10 月初已將 26GHz 與 28GHz 以行政方式釋出。4.9GHz、3.3GHz、3.5GHz 則是規畫將在 2019 年 10 月中旬開始採取連續三場拍賣的方式釋出。

二、5G 候選頻段發展與釋出時程

（一） 整體規劃

香港通訊事務管理局所規畫之 5G 候選頻譜包含 26GHz 與 28GHz、4.9GHz、3.3GHz、3.5GHz 等頻段。大致上可分為中頻段(4.9GHz、3.3GHz、3.5GHz)、高頻段(26GHz 與 28GHz，毫米波)兩部分。中、高頻段技術成熟度和頻譜使用情況有所差異，中頻段技術相對成熟，但也因為技術成熟而存在大量應用，導致現有頻譜資源並不充足；至於高頻段則屬於毫米波頻段。毫米波頻段是 5G 候選頻譜中的一個必要頻段，用以提供極高速流動寬頻服務。然而目前技術發展尚未成熟，

[187]通訊辦，〈3.5 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成〉，https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2005.html (last visited:2019/10/19)
[188]通訊辦，〈4.9 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成〉，https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2014.html (last visited:2019/10/23)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

5G 技術大規模應用仍須持續研發。毫米波頻段缺乏具體應用反映頻譜資源充足，具有豐富的發展潛力。香港通訊局持續透過頻譜整備工作，盡可能釋出更多頻譜資源。

（二） 候選頻段整備與釋出狀態

1、 候選頻段整備狀態

通訊局對於中頻段之整備狀態如下：

- 3.3GHz(3.3-3.4 GHz)
  - 香港通訊局修訂香港頻率劃分表[189]，將 3.3-3.4 GHz 由原本無線電定位服務改為行動服務和無線電定位服務共同作為主要業務用途。
- 4.9GHz(4.83-4.93 GHz)
  - 4.9 GHz 頻段目前實際上無人使用，香港通訊局修訂香港頻率劃分表將既有固定衛星服務，改為行動服務和固定衛星服務共同為主要業務用途。
- 3.5GHz(3.4-3.6 GHz)
  - 香港通訊局決定重新制定頻譜安排[190]，將原本固定衛星服務改為行動服務，並於 2020 年 4 月 1 日起生效。同時為避免與相鄰的衛星服務互相干擾，以 3.6-3.7GHz 為分隔頻譜。但由於 3.5GHz 頻段影響重大，通訊局將持續進行協調與頻譜重整事宜。

[189]通訊局，〈關於指配 3.3 吉赫及 4.9 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排〉，
http://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/482/joint_statement_st_072018_tc.pdf (last visited:2019/3/9)

[190]通訊局，〈關於指配 3.4－3.6 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排〉，http://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/481/joint_statement_st_062018_tc.pdf (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

通訊局對於高頻段之整備狀態如下：

- 26/28 GHz
  - 26 GHz 頻段規劃為固定衛星服務[191]，但實際上只有使用部分頻譜，多數仍為空閒頻段，香港通訊局通知 26GHz 頻譜的執照對象，並於 2019 年 4 月 1 日收回 26GHz 頻譜用於 5G 服務。
  - 28 GHz 頻段屬於空閒頻段。

2、 釋出時程規劃

頻譜釋出時程可分為頻譜評估、意見彙集、頻譜安排決議等三步驟。目前香港 5G 候選頻段釋出規劃如下圖[192]：

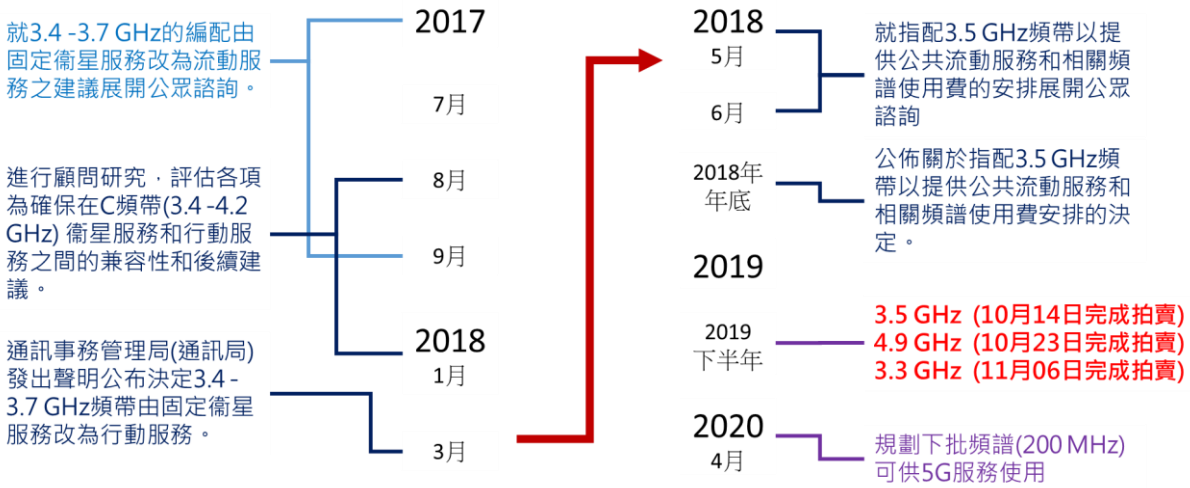


圖 89：香港通訊局 3.3、3.5、4.9GHz 釋出時程規劃

資料來源：通訊局

[191]通訊局，〈關於編配 26 吉赫及 28 吉赫頻帶作流動服務用途和相關頻譜指配及頻譜使用費的安排〉，http://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/480/joint_statement_st_052018_tc.pdf (last visited:2019/3/9)

[192] 通訊辦，〈做好準備 迎接 5G 新世代〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/listarticle/tc/upload/1688/OFCA%20Presentation%20(12%20Jun%202018)%20-%20Mr%20Chaucer%20Leung%20(Chi).pdf (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw



圖 90：香港通訊局 26/28 GHz 釋出時程規劃

資料來源：通訊局

香港通訊局將頻譜釋出分為毫米波頻段、中頻段兩大類，各採取行政釋出(毫米波)和拍賣(中頻段)等方式。在毫米波頻段，2019 年 3 月 27 日，香港通訊事務管理局公告 26GHz 及 28GHz 頻譜臨時執照的成功申請業者，由參加申請的中國移動(香港)、香港電訊和數碼通電訊等三家業者順利獲得執照。各自獲得 400MHz 頻譜。頻譜具體分配如下。

表 39：26/28GHz 臨時執照具體分配表

成功申請人	指配的頻譜	
	頻率範圍（GHz）	數量（MHz）
(a) 數碼通電訊有限公司	26.55 – 26.95	400
(b) 中國移動(香港)有限公司	26.95 – 27.35	400
(c)香港電訊(HKT) 有限公司	27.35 – 27.75	400

根據通訊局原定規劃，各業者可於 2019 年 4 月起開展相關 5G 服務。並且由於所釋出頻譜未達原訂總量的百分之七十五(1200MHz / 4100MHz)，頻譜資源相對充足。因此業者無需繳交頻譜使用費，但通

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

訊局在分派指引(Guidelines) [193]中的相關責任(履約保證金、提供網路、服務責任)與牌照費用仍需履行，以保證頻譜使用權。

另外香港通訊事務管理局（通訊局）於 2019 年 7 月 5 日公告設立新的地區性無線寬頻服務牌照(Localised Wireless Broadband Service (LWBS) Licence)。新牌照的設立旨在鼓勵各界運用 5G 技術開發創新服務及應用、促進智慧城市的發展。基於地區性無線寬頻服務牌照所提供的服務，有別於傳統公共行動服務。將按地區劃分，供特定用戶如大學校園、工業區(工業邨，Industrial Estate)、機場和科技園區等不同地點使用。[194]牌照重點如下：

- 牌照有效期為五年，通訊局可視情況最多延長五年。
- 區域網路覆蓋不超過五十平方公里。
- 牌照年費包括港幣十萬元的固定費用，以及按所使用的基地臺、服務裝置數目及獲指配頻譜數量而收取的費用。
- 共用頻譜將按申請順序(先到先得)的原則進行指配。

在中頻段部分香港通訊局於 2019 年 7 月 19 日正式公告 3.5GHz、4.9GHz、3.3GHz 拍賣新聞稿、拍賣資訊備忘錄及相關文件。同時接受各界申請參加頻譜拍賣。根據 2019 年 9 月 27 日公告，三個拍賣頻段的合格競標者皆為數碼通電訊有限公司、中國移動(香港)有限公司、香港電訊(HKT) 有限公司、和記電訊(香港)有限公司等四家電信業者。10 月初進行拍賣流程說明、系統測驗等前置作業，10 月 14 日正式公告 3.5GHz 拍賣結果[195]、10 月 23 日公告 4.9GHz 拍賣結果[196]。

[193] 提交申請指配 26 吉赫及 28 吉赫頻帶內頻譜以用作提供大規模公共流動服務的指引 https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1127/26_28_GHz_Guidelines.pdf(last visited:2019/10/19)

[194] 香港通訊事務管理局網站 通訊事務管理局新設地區性無線寬頻服務牌照 https://www.coms-auth.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1952.html (瀏覽日期: 2019/07/08)

[195] 通訊辦，〈3.5 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成〉，https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2005.html (瀏覽日期: 2019/10/20)

[196]通訊辦，〈4.9 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成〉，https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2014.html (last visited:2019/10/23)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 40：香港 3.5GHz、4.9GHz 頻段拍賣結果彙整

拍賣頻段	頻段位置	頻率範圍	業者	金額(港幣)
3.5GHz	A1 – A6	3400 – 3460 MHz	中國移動香港	三億元
	A7 – A11	3460 – 3510 MHz	HKT	二億五千二百萬元
	A12 – A16	3510 – 3560 MHz	數碼通	二億五千二百萬元
	A17 – A20	3560 – 3600 MHz	和記	二億零二百萬元
4.9GHz	B1	4840– 4880MHz	中國移動香港	一億二千萬元
	B2	4880 – 4920MHz	HKT	一億二千萬元

三、因應 WRC-19 會議之頻譜整備措施

（一） WRC-19 相關議題與政策方針

香港通訊事務管理局辦公室透過無線電頻譜及技術標準諮詢委員會（SSAC）於 2018 年 12 月第 19 次會議[197]針對 WRC-19 相關議題進行討論。會議重點聚焦在 5G 相關候選頻譜的相容性研究(compatibility studies)。由於 WRC-15 針對未來 5G 發展(Agenda Item 1.13 (Res. 238))，額外增列 11 個頻譜(24.25 至 86 GHz)作為研究與實驗的候選頻譜，並預計在 WRC-19 會議階段進行深入討論。現階段香港 SSAC 會議以這 11 個候選頻譜為規畫重點，盤點目前使用現況。以因應 WRC-19 大會結論和 IMT-2020 規範的相容性。隨著 WRC-19 大會時程接近，無線電頻譜及技術標準諮詢委員會於 9 月 30 日的會議中。再次討論 WRC-15 大會列出與香港相關的 Agenda Item 和 ITU 提供的建議方法，並針對香港在 11 個候選頻譜使用狀況與和諧共用議題提出香港立場觀點[198]。

[197]資料來源：通訊辦〈Minutes of 17th SSAC Meeting〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_750/ssac_min19.pdf (last visited:2019/3/9)

[198]通訊辦，〈香港對 2019 年世界無線電通信大會議項的立場〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_5_2019.pdf (last visited:2019/10/19)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 因應措施

香港政府規劃針對 ITU 所提出的 11 個候選頻譜進行研究。盤點香港在 11 個候選頻譜的現行使用狀況。委員會重心在於探討香港現行在 11 個候選頻譜頻譜使用狀況，協助規劃香港主管機關在未來頻譜整備、和諧共用政策目標。委員會認為，除了 45.5 – 47.2GHz 頻段缺乏 ITU-R 的和諧共用研究外，基本上 IMT 與 FSS 和諧共用是可行的。但須遵守在規定地點設置 FSS 衛星站，並且採取緩解措施解決潛在干擾，從而實現 IMT 站與 FSS 衛星站之間的兼容性。 此外，為了保護相鄰頻段中的地球探索衛星 (Earth-Exploration Satellite Services, EESS)，應該對 IMT 基地臺進行適當的限制：

表 41：香港候選頻譜使用狀況調查表

候選頻段	香港目前主要使用分配
24.25 –27.5 GHz	固定 (24.25 –27.5 GHz) 行動服務(24.25 –27.5 GHz) 無線電導航 (24.25 –24.65 GHz) 衛星固定服務(地對空) (24.75 –25.25 GHz) 衛星固定服務(地對空) (27 –27.5 GHz)
31.8 –33.4 GHz	規劃中 (31.8 –33 GHz) 無線電導航(33 –33.4GHz)
37 –40.5 GHz	固定(37 – 39.5 GHz) 規劃中(39.5 – 40.5 GHz)
40.5 –42.5 GHz	規劃中
42.5 –43.5 G	規劃中
45.5 –47.0 GHz	規劃中
47.0 –47.2 GHz	業餘 業餘衛星
47.2 –50.2 GHz	規劃中
50.4 –52.6 GHz	固定(50.4 – 51.15 GHz) 規劃中(51.15 – 52.6 GHz)
66 –76 GHz	規劃中
81 –86 GHz	規劃中

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、候選頻段內與既有業務之和諧共用措施與執照規範

（一） 5G 頻譜釋出上限規範

香港主管機關對於 5G 中頻段之釋出上限，規範如下：

- 3.3-3.4GHz：40MHz。
- 3.4-3.6GHz：70MHz。
- 4.9GHz：40MHz。

至於高頻段之釋出上限，則採以下規範：

- 26 與 28 GHz：26 至 28 GHz 頻譜總計 4100MHz，區分為：
  - 非共用頻譜(頻寬 3300MHz-3700MHz) 上限 800 MHz。
  - 共用頻譜(頻寬 400MHz-800MHz) 上限 400 MHz。

（二） 對新技術頻寬需求之評估與衡量方式

香港主管機關目前並未揭露對於新技術頻寬需求之衡量方式相關文件。

（三） 頻譜交易與出租

香港主管機關對於 5G 中頻段之頻譜交易與出租規範如下：

- 香港並未開放頻譜(3.3GHz、3.5GHz、4.9GHz)出租或共用。在頻譜交易方面，目前頻譜拍賣後存在閉鎖期規範，該規範要求自核准分配頻譜之日起五年內，不允許交易。其目的在於為確保頻譜拍賣之競爭意涵，真實反映競價者與市場對於頻譜之價值預測。香港商務及經濟發展局(CEDB)於 2018 年曾委託 Analysys Mason 與 DotEcon 兩家外部業者進行頻譜交易研究[199]，該研究結論認為短中期內香港並無制定頻譜交易政策的急迫性。

[199]Analysys Mason（2018）, Study on the implementation of spectrum trading in Hong Kong, available at: https://www.cedb.gov.hk/ccib/eng/report/doc/spectrum_trading/2018_report.pdf (last

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

香港主管機關對於 5G 高頻段之頻譜交易與出租規範如下：

- 26 與 28 GHz 執照採取行政指派方式釋出，由政府指派頻譜給予業者，進而鼓勵業者引入各項 5G 創新服務。所以並無明定交易或出租權益。

（四） 業者間併購或合作所衍生之頻譜資源集中議題

為因應香港電信業者間的併購或合作關係所產生的資源集中議題，香港通訊事務管理局於申請者資格審查階段，便要求申請者須提供該公司的關係企業(connected company)資訊，即公司的投資控股情況。

在 26GHz 及 28GHz 頻譜釋出工作，香港通訊事務管理局先於 2019 年 3 月 22 日，公告 26GHz 及 28GHz 頻譜臨時執照的暫定成功申請人(Provisional Successful Applicant)，根據通訊局規劃，成功申請者未來須在 2019 年 3 月 26 日前提交第二份法定聲明(a second statutory declaration)，該聲明要求上述業者提供各自關係企業(connected company)資訊，即公司的投資控股情況，釐清不同申請業者之間的控股關係。最終於 2019 年 3 月 27 日，正式公告 26GHz 及 28GHz 頻譜臨時執照的成功申請業者，為中國移動(香港)、香港電訊和數碼通電訊等三家業者順利獲得執照。

在 3.5GHz、4.9GHz 與 3.3GHz 拍賣頻段部分，香港通訊事務管理局先行審查業者拍賣資格。同樣要求申請業者需提供各自關係企業(connected company)資訊，掌握公司的投資控股情況和投標者間的控股關係。相關資訊作為投標者資格審查的審查依據。

（五） 頻譜和諧共用措施

香港主管機關對於 5G 中頻段之頻譜和諧共用措施如下：

- 3.3GHz(3.3-3.4 GHz)

visited:2019/10/19)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 3.3-3.4 GHz 頻段在通訊局的規畫中，限制於室內使用，而且僅可使用較低發射功率，對於戶外環境造成干擾的可能性低，釋出執照前已規範不可對現有無線電定位服務造成干擾。

- 4.9GHz(4.83-4.93 GHz)
  - 香港通訊局就 4.8-5.0GHz 頻譜進行盤點，鄰近頻段 4.80-4.83GHz 與 4.94-4.99GHz 為政府公共使用，而 4.94-4.99GHz 被 ITU 指定為全球公共保護與救災通訊使用。為避免干擾疑慮，先釋出可立即使用的 4.83-4.93GHz 共 100MHz。
- 3.5GHz(3.4-3.6 GHz)
  - 通訊局決定把 3.4-3.7GHz 頻段由衛星服務改為行動服務，並以 3.6-3.7GHz 為分隔頻段，避免與相鄰的衛星服務互相干擾。
  - 通訊局決定設立兩個管制區[200]，限制區內 3.5GHz 基地臺的設置，以保護位於大埔及赤柱的衛星觀測站，避免造成衛星接收器靈敏度下降或受到有害干擾。
    - 通訊事務管理局辦公室（通訊辦）成立工作小組，進行在管制區內兼顧衛星服務和 3.5GHz 頻譜應用的各項技術研究。並且針對該頻段得標業者，制定相應的和諧措施規範，具備主動協調合作的責任，包含：衛星基地臺加裝屏蔽設施、調整並優化行動通訊基地臺天線的輻射方向、協助衛星基地臺搬遷或整併，以及補助衛星業者相關改裝費用的支出。

[200] 資料來源：通訊辦〈做好準備 迎接 5G 新世代〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/listarticle/tc/upload/1688/OFCA%20Presentation%20(12%20Jun%202018)%20-%20Mr%20Chaucer%20Leung%20(Chi).pdf (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

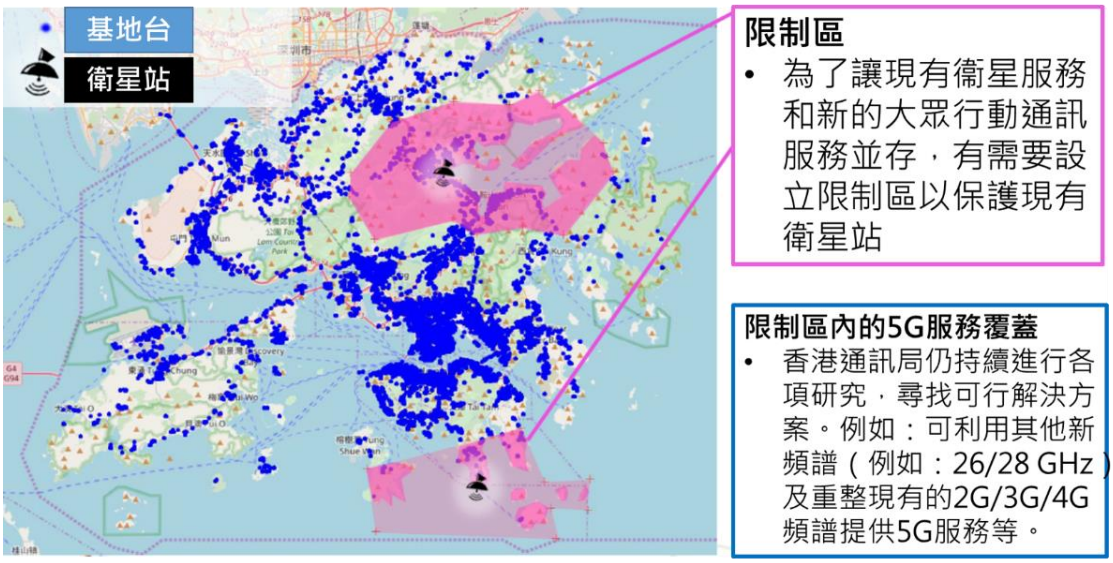


圖 91：香港使用 C 頻段（3.4 –4.2 GHz）同步衛星的限制區

資料來源：通訊局，本研究調整



圖 92：香港 3.4-3.6 GHz 限制區

資料來源：通訊局，本研究調整

關於 5G 高頻段（26/28GHz），目前此二頻段雖然指派給固定衛星服務，但實際上 26 GHz 頻段只有部分被使用，多數仍為空閒頻段，而 28 GHz 頻段並未被實際使用。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（六） 頻譜重整機制

香港通訊局採取修訂香港頻率劃分表方式，混和運用行政指派、市場機制進行頻譜重整。具體措施包含收回頻譜執照、調整頻譜使用、行政指派頻譜、頻譜招標等方式。根據技術成熟度和頻譜資源豐富性角度觀察，中頻段、高頻段候選頻譜的重整方式略有差異。中頻段由於頻譜使用相對擁擠、對現行服務衝擊性大，重視市場機制而採取頻譜拍賣方式釋出；至於 26GHz 與 28GHz 則是屬於較少被使用的毫米波頻段。因此通訊局為刺激 5G 應用發展，採取行政指派方式，分配給有意願的業者引入各項 5G 創新應用。

（七） 執照管理與規範架構

香港通訊局對於執照發放方式規劃如下：

- 主管機關認為 3.3-3.4GHz 頻段及 4.83-4.93GHz 頻段之特性不同，故規劃採分別拍賣，加上 3.4-3.6GHz 總計三次拍賣。
  - 3.3-3.4GHz：二階段 clock auction
  - 3.4-3.6GHz：二階段 clock auction
  - 4.9GHz：SMRA
- 26/28 GHz 頻段通訊局決定採用行政方式，採用兩階段頻譜分配機制指配。
  - 兩階段頻譜分配機制：第一階段中，如果頻段內的頻譜供不應求，每名申請人在每輪分配中會輪流獲得一個頻段 (即在單一輪分配中把$\boldsymbol{x}$ 個頻段分配予$\boldsymbol{x}$ 名申請人)；上述程序會重複進行，申請人如在某輪分配後取得所需的全部頻譜，將不獲安排參與下輪分配；以及當可供分配頻段的數目少於餘下申請人的數目，分配程序便會停止，第二階段分配程序亦會隨即展開。第二階段將剩餘頻段以抽籤方式分配予餘下申請人。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

香港通訊局對於頻譜劃分方式規劃如下：

- 4.9GHz
  - 區分為 2 個 40MHz：4.84-4.88GHz 與 4.88-4.92GHz。
  - 保留 2 個 10MHz，以利和未來可能釋出之頻段合併：4.83-4.84GHz 與 4.92-4.93GHz。
- 3.3-3.4GHz
  - 區分為 10 個 10MHz
- 3.4-3.6GHz
  - 區分為 20 個 10MHz
- 26-28GHz
  - 總計 4100MHz 頻寬，區分為 41 個 100 MHz

香港通訊局對於執照效期規劃如下：

- 中頻段：所有執照效期均為 15 年。
- 高頻段：所有執照效期均為 15 年。非第一輪指派的頻譜將少於 15 年，有效時限仍與首批指配的頻譜到期日相同。

香港通訊局對於網路布建義務規劃如下：

- 3.3-3.4GHz：得標者自頻譜指配日期起算前五年內，應設置 400 個使用該頻段的室內小型基地臺。
- 3.4-3.6GHz：得標者自頻譜指配日期起算前五年內，服務範圍應涵蓋全港至少 45%的人口。
- 4.9GHz：得標者自頻譜指配日期起算前五年內，服務範圍應涵蓋全港至少 50%的人口。
- 26/28 GHz：獲得頻譜分配者自頻譜指配日期起算前五年內，提供大規模行動服務的非共用頻譜必須設置和營運不少於特定數量的無線電裝置，實際數量與所獲指配的頻譜數量成正比。具體而言，如獲指配 800 兆赫的非共用頻譜，該申請人須自頻譜指配日期起算前五年內設置和營運最少 5000 個無線電裝置。提供網路及服務的責任將根據所獲指配頻譜的數量按比例減少。受配者在前五年內分四個階段，前一年半

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

內設置 20%規定的無線電裝置；在隨後一年半內加設 20%無線電裝置；在第四年年底或之前加設 30%無線電裝置；以及在第五年年底或之前完成剩下的 30%無線電裝置；指配用作提供小規模地區性無線服務的共用頻譜並無提供網路及服務的責任。

由於香港地理環境具備人口高度集中、地理空間有限的特性，並未特意設立偏遠地區布建義務。仍然採取全港人口涵蓋率的方式訂定得標業者的布建義務。唯有 3.3GHz 頻段是應用於室內環境，因此改採基地臺數量為標準。

（八） 對於垂直應用頻譜使用之考量

根據香港通訊局規劃，目前尚無訂定明確垂直應用領域，針對預計釋出的頻譜資源，只表明 3.3-3.4GHz 頻段將限制用於室內空間。26/28 GHz 頻段以地區性無線寬頻服務執照(Localised Wireless Broadband Service (LWBS) Licence)的方式釋出 400MHz 按地區劃分的共用頻譜，供特定用戶如大學校園、工業區(工業邨，Industrial Estate)、機場和科技園區等不同地點使用[201]。

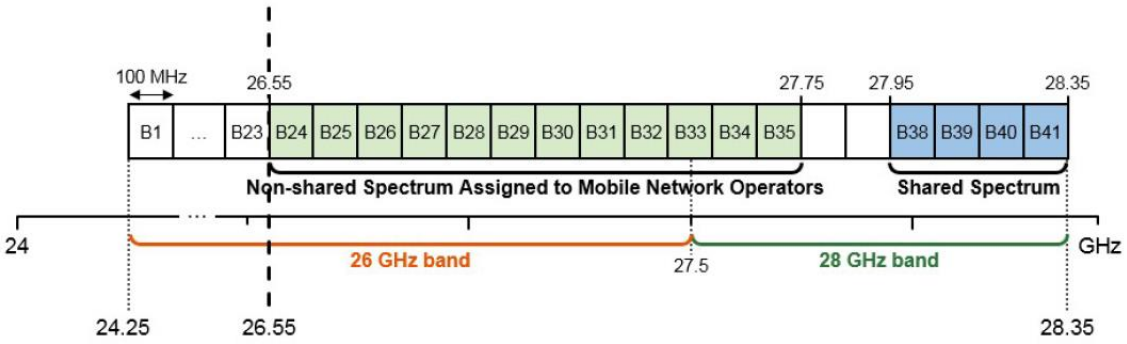


圖 93：香港通訊局 26/28GHz 頻段頻塊劃分

[201] 香港通訊局 https://www.coms-auth.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1952.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

根據 7 月 15 日公告之申請指引[202]，香港通訊局此次釋出規劃目標為鼓勵各界運用 5G 技術開發創新服務及應用、促進智慧城市願景的發展，申請者所獲得之頻譜不可使用於大眾行動通訊業務，指引重點摘要如下：

- 牌照有效期為五年，通訊局可視情況最多延長五年。
- 區域網路覆蓋不超過五十平方公里(基於服務為主，若該項服務有多家申請者共同提供，則加總計算)。
- 牌照年費包括港幣十萬元的固定費用，以及按所使用的基地臺、服務裝置數目及獲指配頻譜數量而收取的費用。
- 共用頻譜將按申請順序(先到先得，預計 10 個名額)的原則進行指配。

（九） 技術規範與其他

技術規範方面，香港主管機關採取原則性規範，要求遵循香港《電訊條例》32D 節之規定。

表 42：香港《電訊條例》32D 節全文(原文)資料

(1)管理局可就以下各項訂明標準及規格 —— (由 2011 年第 17 號第 28 條修訂) (a)電訊網絡、電訊系統、電訊裝置、顧客設備及服務； (b)其他故意或附帶產生射頻能量的非電訊設備，而該等射頻能量是可對電訊網絡、電訊系統、電訊裝置、顧客設備及服務造成干擾的；及 (c)其他可受到電訊網絡、電訊系統、電訊裝置、顧客設備及服務干擾的非電訊設備， 以求達致下述目標 —— (i)防止或減少對電訊網絡、電訊系統、電訊裝置、顧客設備及服務的無線電干擾，或防止或減少該等干擾的風險；

[202] 香港通訊局 https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/en/upload/515/gn132019.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

(ii)促進正確的、有效率的或可靠的電訊操作；

(iii)確保受電訊器具的電壓或非電離電磁輻射所影響的使用者及人員的安全及健康；

(iv)確保該設備符合國際或認可的工業標準；

(v)確保 2 個或多於 2 個互連電訊網絡、電訊系統、電訊裝置、顧客設備及服務之間的介面設備能夠互相配合；

(vi)確保接駁至電訊系統的顧客設備與該電訊系統能夠互相操作；

(vii)確保電訊服務的接收質素是可接受的；

(viii)作為達致本條例的目標的方法。

(2)在不損害第 6C 條的一般性的原則下，管理局在根據第(1)款訂明標準及規格之前，須向電訊業進行在有關個案的整體情況下屬合理的諮詢。 (由 2011 年第 17 號第 28 條修訂)

香港通訊局另訂其他特殊規範包括：

- 3.4-3.6GHz 得標者基於保障現有遙測、追蹤及控制衛星接收站的目標，故需符合三項緩解措施，包括：在現有遙測、追蹤及控制衛星接收站加裝屏蔽封蓋；優化行動通訊基地臺天線的輻射方向，以及把現有遙測、追蹤及控制衛星接收站由目前的工業區位置移往較偏遠地區或整合兩個接收站為一個。
- 3.4-3.6GHz 得標者需支付補助給現有衛星電視共用天線系統，方式採一次性補助，每個系統補助上限為 2 萬港幣。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第十一節 小結與比較

本研究盤點研究國家之 5G 候選頻段、WRC-19 整備狀態及執照規範如頻譜交易與出租與頻率和諧共用等項目後，比較如下。

一、5G 候選頻段

本研究蒐集各國 5G 候選頻段發展趨勢如下，目前已有韓國、美國與澳洲完成拍賣作業，日本則以審議制方式釋出，另有英國、加拿大與香港等預期於今年釋出 5G 頻譜。

表 43：5G 候選頻段比較

國家	釋出頻段	國家	釋出頻段
歐盟	700MHz、3.4-3.8 GHz 與 26GHz 為主要頻段	加拿大	規劃拍賣 3.5GHz、28GHz 與 37/40GHz
英國	規劃釋出 700MHz、3.6-3.8GHz	韓國	完成拍賣 3.5GHz 與 28GHz
德國	完成拍賣 2.1GHz、3.4-3.8GHz、26/28GHz	中國	完成釋出 3.3-3.4 GHz、3.4-3.6GHz、4.8-5.0 GHz，規劃釋出 26GHz 與 37-42.5 GHz
美國	完成拍賣 28GHz 與 24GHz	香港	已釋出 3.5GHz、4.9 GHz，3.3GHz；行政指派釋出 26/28GHz
日本	完成釋出 3.7GHz、4.5GHz 與 28GHz	澳洲	完成拍賣 3575-3700MHz

二、WRC-19 整備

本研究蒐集各國主管機關對於 WRC-19 會議之整備狀態，目前所有國家均已啟動因應作為，多數國家辦理公眾諮詢與盤點中，歐盟已有針對相關議題之結果，建議會員國支持或否決。整體而言，各國對於 WRC-19 討論議題均十分慎重。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 44：WRC-19 整備狀態比較

國家	WRC-19 整備狀態	國家	WRC-19 整備狀態
歐盟	辦理公眾諮詢並提出規劃建議	加拿大	辦理公眾諮詢討論中
英國	辦理公眾諮詢，並提出初步決議	韓國	籌組工作小組並辦理諮詢
德國	籌組工作小組並辦理公眾諮詢	中國	成立工作小組
美國	整備工作小組並辦理公眾諮詢	香港	持續掌握國際趨勢發展
日本	辦理公眾諮詢並提出初步建議	澳洲	持續掌握國際趨勢發展

三、頻率上限(交易、出租或共享)

本研究蒐集各國 5G 頻段之頻率交易或出租規範如下，目前歐盟與美國對於頻譜交易與出租採開放態度，英國開放交易但未開放行動通訊頻譜出租，德國未開放頻譜交易或出租，同時，許多亞太區域國家均對開放頻譜交易乙事較為保留。表 45：頻率交易或出租比較

國家	頻譜交易或出租	國家	頻譜交易或出租
歐盟	新法令鼓勵頻譜交易或出租	加拿大	開放
英國	開放頻譜交易，部分頻率（不包含行動）開放出租	韓國	未開放
德國	未開放	中國	未開放
美國	允許頻譜交易與出租	香港	開放頻譜交易(設定閉鎖期)
日本	不開放	澳洲	開放

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、頻率和諧共存措施

本研究蒐集各國 5G 頻段之頻率和諧共用措施如下，有些國家會藉由設定干擾評估標準與規範發射功率，允許不同業務於頻段範圍內和諧共存;有些國家則藉由劃定保護區，避免新進業務干擾既有業務;另有國家採取既有業者移頻，並適度給予移頻損失補償。整體而言，需視各頻段特性與既有業務使用狀態，方得精確考量共存措施。

表 46：頻率和諧共存措施比較

國家	頻率和諧共用	國家	頻率和諧共用
歐盟	以個案方式考量共用條件	加拿大	允許共享
英國	依頻段差異，採共享或移頻	韓國	移頻或業者協商
德國	部分條件下允許共用	中國	規範 5G 與既有業者協商
美國	設計干擾協調區域或採共享	香港	針對衛星遙測站設定保護區
日本	施行干擾評估與規範發射功率	澳洲	依頻段差異，採共享機制或移頻

五、頻率共享機制

本研究蒐集各國頻率共享機制，目前主要有美國 CBRS、英國創新應用頻段共享以及歐盟執照共享接取（Licensed Shared Access, LSA）等三種機制。CBRS 主要使用 3.5GHz 頻段，並採動態方式指配頻譜資源。所謂動態方式，指該機制搭配頻譜接取資料庫與環境感測設備，當感測設備偵測到既有使用者（軍用雷達）欲使用該頻段資源時，即透過頻譜接取系統將原共享之頻譜資源收回，改由既有使用者使用。至於英國創新應用頻段共享與歐盟 LSA 機制相近，均採靜態方式，共享前確認使用時間與區域，欲取得共享頻譜資源的業者需向主管機關申請，申請後需符合一定使用條件限制，且不得干擾既有使用者。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 47：頻率共享機制比較

國家	頻率共享機制	適用頻段	共享方式
美國	公眾寬頻無線服務（CBRS）	3.5GHz	動態方式：藉由環境感知設備輔助，當偵測既有使用者欲使用頻率時，頻譜接取管理者會收回該共享頻譜
英國	創新應用頻段共享	1.8GHz 部分頻率、2.3GHz 以及 3.8-4.2GHz	靜態：共享前確認使用時間與區域
歐盟	執照共享接取（LSA）	2.3GHz	靜態：共享前確認使用時間與區域

近年來歐洲 LSA 發展受到電信業者之消極處理，因而進度停滯。儘管產業應用案例少，惟因頻譜共享機制仍為一種增加可用頻譜資源之措施，故部分國家主管機關如英國，仍持續推動與頻譜共享機制有關之政策措施。

六、垂直需求企業專網

本研究針對國際 5G 頻譜政策進行研析，總共蒐集包括歐盟、英國、美國、澳洲、日本、韓國、德國、香港、中國與加拿大共十個國家之 5G 頻譜整備與監理政策。不同於過往世代通訊技術以大眾通訊為主要應用目標，5G 影響範疇擴張到許多垂直產業。5G 應用跨入產業應用層面，更為重視與不同垂直應用深度整合，並衍伸出 5G 企業專網模式，以下彙整本計畫中十個研析國家在企業專網方面的相關政策比較。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 48：企業專網相關政策比較

國家	有無專網政策	企業專網或垂直應用政策規劃重點
歐盟	無	• 歐盟層級並未特定訂定垂直應用頻譜 • 主要採取以實驗先行之角度，透過 5GPPP 對各種創新應用實驗案例之補助，推動垂直應用發展。
英國	無	• 未特別對垂直應用設定專用頻譜 • 規劃藉由頻譜共享機制，促進垂直應用得擁有使用更多頻譜資源之機會。包括 3.8-4.2GHz、1800MHz 以及 2300MHz 頻段。
美國	無	• 未有刻意保留頻譜資源給垂直應用業者之政策設計。 • 透過指定 2 個實驗專區(紐約市、鹽湖城)，採實驗先行方式鼓勵創新應用發展。
澳洲	無	• 26 GHz 頻段的規劃方案中，曾對企業專網進行討論與諮詢。但僅是 ACMA 的初步意見，ACMA 希望聽取利益相關者的意見
日本	有	• 採審議制 • 釋出頻段為 28.2-28.3GHz、4.6-4.8GHz。 • 名為地區 5G。因應 society 5.0 政策，以促進地方創生或振興為目標。 • 採審議制，限制頻譜出租。
韓國	無	• 未特別針對垂直應用或場域訂定特別 5G 頻譜規劃。
德國	有	• 採申請制 • 釋出頻段為 3.7-3.8 GHz • 3.7-3.8GHz 在制度設計上非僅限於企業專網使用，而是給非全國性 MNO 的區域或地方業者使用。 • 法規不准租頻及頻譜共用、垂直應用業者無法向 MNO 租頻率。
加拿大	無	• ISED 對於垂直應用頻譜使用的政策規劃，採取先考慮商用行動頻譜之需求，並且先釋出涵蓋廣大農村地區的低頻 600MHz，以利 5G 垂直應用的寬頻基礎建設。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

中國	無	• 未特別針對垂直應用或場域訂定特別 5G 頻譜規劃
香港	有	• 行政指派(申請審查制) • 26/28 GHz 頻段以地區性無線寬頻服務執照 (Localised Wireless Broadband Service (LWBS) Licence)的方式釋出 400MHz 按地區劃分的共用頻譜，供特定用戶如大學校園、工業區(工業邨，Industrial Estate)、機場和科技園區等不同地點使用。 • 申請者只能使用獲得指派的頻譜，無法租用。

目前研究團隊對於國際間企業專網之觀察，部分規劃企業專網之國家如英國、香港、新加坡均採拍賣方式釋出頻譜資源，並且依照國內創新應用需求，設計創新應用頻譜共享機制或拍賣企業專網頻段；日本採審議制方式釋出頻譜，同時也設定企業專網，故各國會依照國內情境，決定是否開放企業專網，而不會因採拍賣方式釋出頻譜而不傾向開放企業專網。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第四章　新興技術使用頻譜監理規範

第一節　歐盟

一、物聯網

（一） 政策推動重心

歐盟執委會視物聯網為串接起實體與虛擬世界，建構智慧環境之角色，因而主動與產業、組織與學術單位共同合作推動物聯網技術於歐盟境內，實現其潛力。根據執委會於 2015 年一份委託研究指出，預期至 2020 年時歐盟物聯網價值將達 1 兆歐元。[203]

歐盟執委會認知對物聯網持續研析、測試之重要性，因而在其 Horizon 2020 年計畫中，投資近 5 億歐元於物聯網相關研究、創新與布建。2016 年，歐盟建立物聯網歐洲平臺機構（IoT European Platform Initiative, IoT-EPI），希望藉以讓更多創新想法能更容易之接取物聯網平臺，此平台總共建構七項物聯網創新與研發專案。

為健全歐盟物聯網生態系統，執委會於 2015 年 3 月建立「物聯網創新聯盟（Alliance for Internet of things Innovation, AIOTI）」，促進更多創新與產業導向物聯網生態體系之建立。

2017 年 1 月，歐盟執委會建立五個物聯網大規模測試專案（IoT Large Scale Pilots），資助 1 億歐元應用於老年完善智慧生活環境、智慧農場與食物安全、智慧穿戴式裝置生態體系、歐盟城市示範區以及聯網環境下之自駕車。後續更預計於 2019 年時新增能源、農業與醫療照護等大規模測試專案。藉由相關測試，將可使歐盟支持新物聯網相關技術之驗證與測試、產出跨產業類別的物聯網標準、研析關於物聯網使用時之隱私、安全與商業模式等與物聯網使用息息相關之要素。

[203] EC (2015), Definition of a Research and Innovation Policy Leveraging Cloud Computing and IoT Combination, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-research-and-innovation-policy-leveraging-cloud-computing-and-iot-combination (last visited: 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

RSPG 於 2016 年 11 月發布對於物聯網（包含 M2M）頻譜使用觀點之看法，向各會員國提出有關物聯網頻譜使用之相關建議。RSPG 認為基於物聯網應用的多樣化，因此很難有一種可滿足整體使用狀態的單一架構。由於物聯網應用持續成長，對頻譜資源之需求勢必隨之升高，RSPG 將持續檢視物聯網對頻譜之需求，特別是 1GHz 以下頻段。[204]

RSPG 認為，目前尚無對物聯網核配特定使用頻段之需求，反而可以藉由多種型態，讓物聯網可接取所需之頻譜資源，例如透過技術協調之方式，或透過特定執照許可制度、或允許跨會員國之頻譜接取等。

RSPG 認為現階段歐盟各會員國可使用之物聯網頻譜資源，依執照型態可區分為專用頻譜、共享頻譜或免執照頻譜。專用頻譜多指 3G/4G 行動網路，共享或免執照頻譜則可依照適用範圍，區分為廣域網路、區域網路或特定地點。依執照特性區分如下：

- 免執照頻譜：169 MHz、433 MHz、863-870 MHz、2400-2483.5 MHz、5150-5350 MHz 以及 5470- 5725 MHz。
- 執照頻譜：核配給行動網路（2G、3G、4G 甚或 5G）、專用電信、固定通訊或衛星通訊服務之頻譜資源。

RSPG 整理之物聯網頻譜接取路徑如下。

[204] RSPG (2016), A spectrum roadmap for IoT: Opinion on the spectrum aspects of the Internet-of-things (IoT) including M2M, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/a0faa1a5-ca41-42c3-83d5-561b197419b0/RSPG17-006-Final_IoT_Opinion.pdf (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

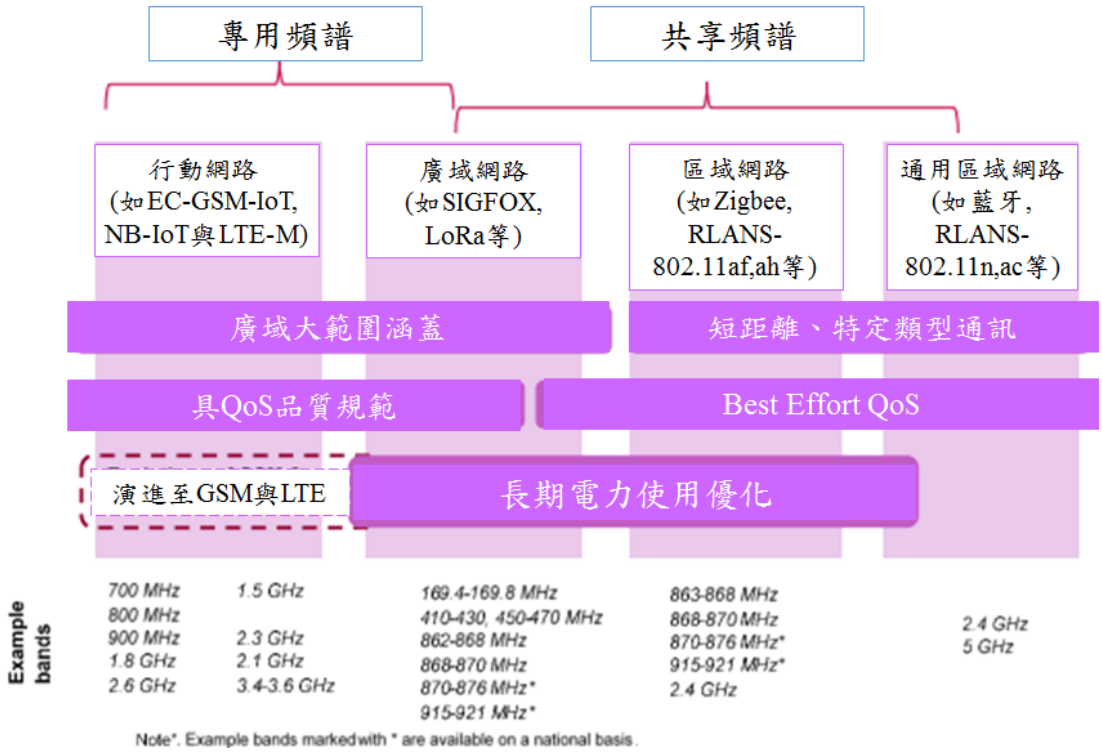


圖 94：歐盟 RSPG IoT 頻譜接取規劃路徑

資料來源：RSPG，本研究整理

（三） 創新應用執照架構與管理規範

對於物聯網頻譜接取的規管制度，RSPG 建議採用一般許可與個別許可之互補性執照制度，因為目前沒有一個適合物聯網的單一執照許可制度，以及能滿足所有物聯網頻譜需求的單一技術條件。

二、車聯網

（一） 政策推動重心

歐盟執委會認為，具備聯網能力且能自動移動之聯網車輛（Connected and Automated Mobility, CAM），將對歐洲移動車輛系統帶來更安全、更乾淨、更有效率且更友善的社會。目前歐盟執委會已經聯網且自動移動車輛納為數位單一市場發展願景之一。[205]

執委會從以下多個面向推動 CAM 的發展，包括：

[205] EC, Connected and automated mobility in Europe, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connected-and-automated-mobility-europe (last visited: 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 政策制定措施：與產業利害關係人密切合作，制定政策、溝通、發展路徑以及策略。希望讓產業利害關係人與各國共同交流經驗、想法與規劃；
- 制定歐盟層級的標準；
- 共同投入創新研發專案（H2020），支持相關行動與基礎設施試點；
- 必要時制定歐洲層級之法規命令。

目前已有 29 個國家簽署同意 5G 跨境廊道，讓車輛能夠跨境運輸，因此包括跨境之道路安全、數據接取、數據品質與權責、連線能力以及數位化技術都可藉此測試與驗證。

歐盟執委會的目標，主要聚焦在未來歐盟自動駕駛專案的相關數位政策，包括網路安全、隱私、5G、數據經濟、數據自由流動等。歐盟資助 3 個專案，將在超過 1,000 公里的高速公路上進行 5G 實驗。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

歐盟最早於 2008 年即決定將 ITS 下之 DSRC 指配 5875-5905MHz 頻段，其後於 2015 年更進一步擴張 ITS 使用範圍至 5875-5925MHz，而 5855-5875MHz 則做為 ITS 中非安全相關應用。因此，現階段歐盟 ITS 使用頻率範圍自 5855-5925MHz。

RSPG 於 2017 年 2 月發布 ITS 頻譜使用建議，除了探討 ITS 現有頻段之相關議題外，更建議將 63-64GHz 納入指派給 ITS 使用。[206]

2018 年 11 月，歐盟執委會下之無線頻譜委員會（Radio Spectrum Committee, RSC）發布 ITS 頻率延伸之草案，正徵詢將 ITS 更進一步劃分為道路用 ITS 與都會區鐵路用 ITS（Urban Rail ITS）之可行性，其中，都會區鐵路安全相關之 ITS 頻率範圍規劃為 5925-5935MHz。[207]

[206] RSPG (2017), Opinion on spectrum aspects of Intelligent Transport system, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/b30590d7-5190-480b-b1d1-def24719e061/RSPG17-008-Final_opinion_ITS.pdf (last visited: 2019/3/09)

[207] RSC (2018), Working document : Draft CEPT Report 71 in response to the Permanent Mandate on the extension of the Intelligent Transport System (ITS) safety-related band at 5.9GHz. (last visited:

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2019 年 5 月，CEPT 向執委會提交第 71 號報告（CEPT Report 71），針對 5.9GHz 頻段涉及安全相關 ITS 應用之頻率使用範圍，建議延伸 20MHz，修正為 5875-5925MHz，同時與鄰頻 5925-5935MHz 應用於都會區鐵路安全相關之 ITS 頻率和諧共用。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

目前歐盟對於 ITS 之執照規範，採取核配給 ITS 應用，使用時無需向主管機關取得個別執照，針對執照使用採取站臺最大頻譜功率密度、傳輸功率控制與總功率等技術規範。

三、無人機

（一） 政策推動重心

目前無人飛行載具(Unmanned Aircraft)多被稱為無人機(drone)，為航空業開啟嶄新的視野，帶來廣泛的各種可能性，包括從環境控制、安全面，以及多樣化的商業創新服務等，為全體歐洲人民帶來經濟上的成本節省以及環境利益，降低人民生活風險。

不過，目前歐盟境內尚缺乏一致性的明確監理架構，因而限制了無人機可能帶來的工作機會與創新新經濟價值之機會。因此，歐盟執委會於 2015 年歐盟航空策略（2015 EU Aviation Strategy）架構下，試圖發展、建立適合無人機運作態樣的監管架構，希望確保無人機的安全使用，為產業建立法律確定性。在此脈絡下，考慮了隱私、數據保護、安全性、可信賴性、環境或保險相關議題。歐盟執委會與歐洲航空安全機構（European Aviation Safety Agency）合作，確保未來制定之無人機相關管理規則，適當的考量風險以及確保新服務發展契機，不會課予不必要或過度的規管。歐盟執委會同樣尋求產業提出對於標準之相關回覆意見。[208]

2019/3/09)

[208] EU (2018), Unmanned aircraft (drones) , available at: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/uas_en (last visited: 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

歐洲電子通訊委員會（Electronic Communications Committee, ECC）於 2018 年 2 月發布無人機技術與規範報告（ECC Report 268），探討無人機使用之技術與規管內容。根據 ECC 引述 ADCO 於 2015 年上半年市場調查指出，訊號控制連線約有 84%使用 2.4GHz 頻段，部份有影像傳輸能力的機型則使用 5.8GHz（5725-5875MHz）頻段。另外，有部分無人機影響傳輸鏈路使用 2700-2900MHz，在德國則有一個實驗專案使用既有行動網路之 1710-1785MHz/1805-1880MHz。[209]

（三） 創新應用執照架構與管理規範

由 ECC 發布之報告觀察，目前無人機仍多仰賴免執照頻譜或既有行動通訊業者之網路進行通訊。儘管 ECC 向各會員國調查無人機對通訊頻率之需求，各會員國普遍支持對無人機設定協同一致的頻譜資源，以避免使用免執照頻譜時可能存在之干擾議題，惟截至目前，歐盟對於無人機之執照架構與專用頻譜等相關議題，仍持續發展中，尚無定論。[210]

四、智慧醫療

（一） 政策推動重心

歐盟執委會正致力於推動讓其公民能享有更安全且高品質的制為醫療服務。執委會於 2018 年發布數位單一市場內醫療照護之數位轉型溝通成果（Communication on Digital Transformation of Health and Care in the Digital Single Market）報告，希望賦予公民權力，建設更健康的社會。[211]

該份報告中揭示三項政策重點，包括：

[209] ECC (2018), Technical and Regulatory Aspects and the needs for Spectrum Regulation for Unmanned Aircraft System (UAS), available at::https://www.ecodocdb.dk/download/efbd2f57-f227/ECCRep268.pdf (last visited: 2019/3/09)

[210] ECC (2018), Technical and Regulatory Aspects and the needs for Spectrum Regulation for Unmanned Aircraft System (UAS), available at::https://www.ecodocdb.dk/download/efbd2f57-f227/ECCRep268.pdf (last visited: 2019/3/09)

[211] EC, Transformation of Health and Care in the Digital Single Market, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-policy-ehealth (last visited: 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 公民可安全接取其健康數據，也可以跨境，讓公民能夠在歐盟境內接取其健康數據；
- 透過共享歐盟數位基礎建設，實現個人化醫療：允許研究人員和其他專業人士能在歐盟境內蒐集資源(數據、專業知識、計算與儲存能力）；
- 運用數位工具賦予公民權利，提供用戶能回饋、且以人為本的醫療服務，運用數位工具幫助人民了解健康狀況、促進預防並實現用戶與醫療服務供應者間之回饋與互動。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

歐盟整備智慧醫療所需頻譜資源，於 2012 年即針對主動式植入醫療設備訂定相關規範，對於醫療設備歸類於短距離設備（Short Range Device, SRD），並允許使用 9-315kHz、30.0-37.5MHz、401-402MHz、402-405MHz、405-406MHz 以及 2483.5-2500MHz 等。[212]

2016 年 6 月時，ECC 依據歐盟執委會決議，於 SRD 中建立一個新類別：醫療數據收集系統（Medical data acquisition systems），專供醫療機構區域網路（Medical Body Area Network System, MBANS）使用，運作頻段則為 2483.5-2500MHz。[213]

（三） 創新應用執照架構與管理規範

現階段歐盟醫療設備多歸類於短距離設備規範，此種設備多為低干擾風險之設備，傳輸功率與範圍均低，除醫療植入式設備外，包括閉路電視、無線麥克風、感測器、RFID 與讀表等均屬於此一類別。絕大部份短距離設備無需另外取得執照，僅少部分特定案例需要另外取得個別執照，不過，相關設備使用時，必須符合無線設備指令規範（Radio Equipment Directive, RED）[214]。

---

[212] CEPT (2013), CEPT Report 44: In response to the EC Permanent Mandate on the 'annual update of the technical annex of the Commission Decision on the technical harmonization of radio spectrum for use by short range devices, https://www.ecodocdb.dk/download/7562556d-ba65/CEPTREP044.PDF (last visited: 2019/3/09)

[213] CEPT (2016), CEPT Report 59: In response to the EC Permanent Mandate on the 'annual update of the technical annex of the Commission Decision on the technical harmonization of radio spectrum for use by short range devices, https://www.ecodocdb.dk/download/08fc64c1-36ab/CEPTRep059.pdf (last visited: 2019/3/09)

[214] ETSI, Short range devices, https://www.etsi.org/technologies/radio/short-range-devices (last

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第二節　英國

近年來，Ofcom 強調了幾個優先領域，以幫助和支持物聯網的發展，允許設置大量先前未連接的設備進行通信並分享數據。Ofcom 與民間企業和政府合作，旨在創造一個監管環境，以促進新興物聯網的投資開發和創新。

物聯網所提供的服務涵蓋了許多領域 - 從無人駕駛汽車到農業中的「智慧農業」和自動化能源網，以及智慧醫療等等。這些新服務將促使公民和消費者帶來巨大利益。

一、物聯網

（一） 政策推動重心

物聯網所提供的服務涵蓋了許多領域，從無人駕駛汽車到智慧農業以及醫療保健等等。英國政府已經認識到物聯網的重要性，並採取了一系列措施來支持這一領域。英國政府近年來積極發展數位經濟，規劃投入 4 千萬英鎊全力發展物聯網產業，並於 2015 年 9 月成立了英國國家物聯網計劃 （IoTUK），該計畫成立了 11 個創新中心（Catapult centres），每個創新中心都專注於不同的技術領域，重點聚焦於數位製造及創意產業，並在許多領域皆有廣泛應用，包括智慧城市、工業 4.0、智慧交通、智慧電錶、停車系統、垃圾處理、遠距照護等。此項計畫分 3 年完成，專注擴展物聯網產業及應用發展。IoTUK 目前執行中的大型 IoT 專案計畫有 4 個，分別是物聯網硬體加速器（Hardware Accelerator for IoT）、智慧城市計畫（CityVerve）、長期照護與智慧醫療服務計畫（NHS Test Bed），以及 IoT 安全相關研究計畫（PETRAS）。

visited: 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

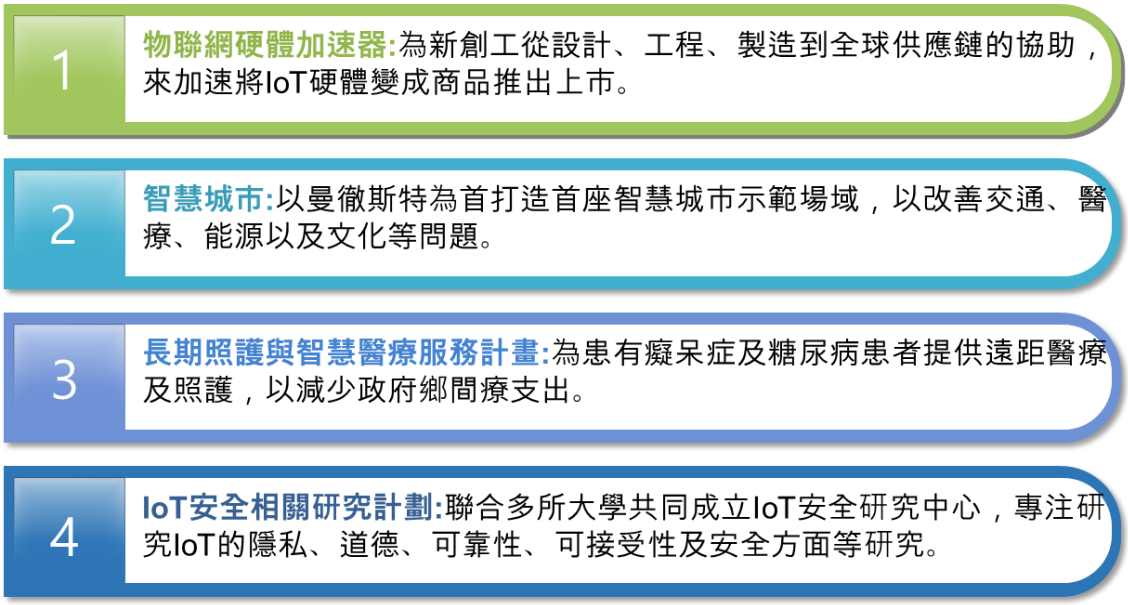


圖 95：英國 IoT 推動的 4 個大型物聯網專案

資料來源: iThome[215]

2016 年 1 月， PETRAS 物聯網研究中心成立，由工程和物理科學研究委員會（EPSRC）提供資金，合作夥伴捐款總額約為 2300 萬英鎊。PETRAS 物聯網中心是由英國 9 所重點大學（包括倫敦帝國理工學院，牛津大學，華威大學，蘭開斯特大學，南安普頓大學，薩里大學，愛丁堡大學和卡迪夫大學）共同成立，旨在探索和推動三年內隱私、道德、可靠性和安全性等領域的創新。在七個應用領域運行了 22 個項目：基礎設施、醫療保健、控制系統和供應鏈、周圍環境、身份證明、交通運輸與設計與行為。這些項目將會與學術研究團隊與企業合作，共同解決物聯網未來面臨的問題。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

在英國，使用物聯網頻譜不需取得執照，僅須符合相關免執照標準即可，或透過無線電信法（Wireless Telegraphy Act）之許可來取得頻譜。除了低於 800 MHz 商業無線電（Business Radio, BR）物聯網執照外，大部份 IoT 應用皆得在免執照標準下使用；若使用 BR 物聯網執照接取物聯網頻譜，則可使用的頻段範圍為 55.75625-60 MHz、

[215] https://www.ithome.com.tw/news/120203 (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

62.75625-64.8 MHz、64.8875-66.2 MHz、70.5-71.5 MHz 及 80.0-81.5 MHz。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

BR 執照類型區分為三種，其一為得以使用多種商業無線電設備的技術指配（Technically Assigned）執照，得於指定範圍內使用，且使用範圍可小至一特定基地臺，大至全國。其執照年度費用以 25 kHz 為單位，每單位費用為 75 英鎊；其二為區域性（Area Defined）執照，核配專用頻段給執照持有業者，執照範圍得以橫跨 50 平方公里甚至整個英國；第三種則為輕度執照（Light Licence）。

Ofcom 於 2015 年 9 月諮詢物聯網使用 55-68MHz、70.5-71.5MHz 及 80.0-81.5MHz 頻段時，一併澄清既有 BR 執照的設計並非僅能用於語音通訊，而不適用於 M2M 與 IoT 應用之誤解，並針對 IoT 及 M2M 服務設計新的許可文件徵詢意見。針對此次諮詢，Ofcom 已於 2016 年 3 月 23 日發布的聲明中表示，新的執照規範產品主要用於取代現有的 BR 產品並新增 M2M 及 IoT 相關應用。

Ofcom 認為即使鼓勵新興物聯網使用 55.75625-60 MHz、62.75625-64.8 MHz、64.8875-66.2 MHz、70.5-71.5 MHz 及 80.0-81.5 MHz 頻段，仍能有足夠的頻譜滿足 VHF 範圍中 BR 的需求。

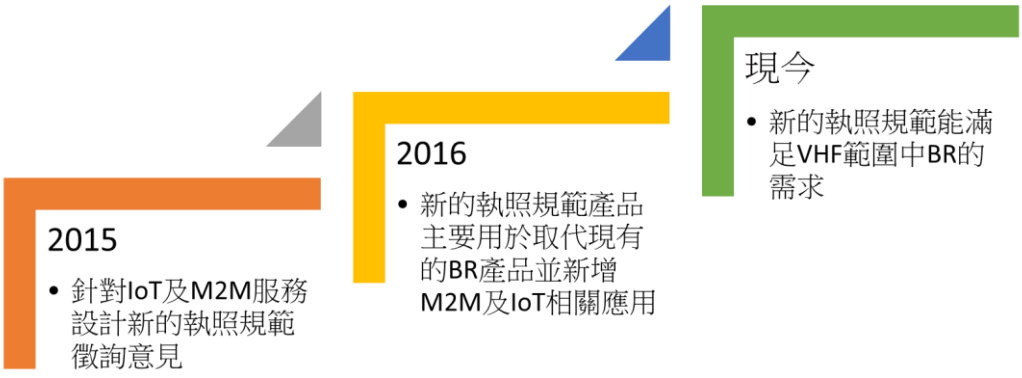


圖 96：英國 BR 執照規範趨勢圖

資料來源:本研究整理

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

英國《 2003 年通信法》有提到對於提供公用網路服務供應商應承擔維護資訊安全義務，必須最大程度的減少對於終端用戶網路資安的影響，且網路服務供應商必須向 Ofcom 報告影響網路服務與資訊安全的情況，若業者不遵守這些義務，Ofcom 有權向業者進行定期稽查，以期許業者遵守資訊安全義務。然而在目前法規中並無詳細針對物聯網資訊安全進行規範，隨著物聯網的發展，越來越多消費者依賴網路服務，網路服務的安全性也越來越重要，有必要對新興物聯網路與服務進行規範。[216]

英國現階段已有許多業者相互合作以解決物聯網潛在資訊安全的問題，英國政府也和其他機構已經在開始執行物聯網相關的活動。在 2014 年 12 月，政府科學辦公室發表了首席科學顧問的評論[217]，為政府制定了十項行動，其中包括與利益關係人一起訂定資訊安全最佳實踐的提案。

二、車聯網

（一） 政策推動重心

英國政府為推動無人車與聯網車輛之發展，成立聯網與自駕車中心（Centre for Connected and Autonomous Vehicles, CCAV），希望整合跨政府部門，推動聯網自駕車（connected and automated vehicles, CAVs）市場發展。

英國政府相信聯網自駕車將可改變英國國民旅行態樣，讓道路運輸更安全。CCAV 由商業、能源與產業策略部（Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS）及交通部（Department for Transport, DoT）政策團隊聯合組建，於 2015 年正式成立。

藉由和產業界、學術界以及監管機構的密切合作，將讓英國具於聯網自駕車之優勢地位。

[216] Ofcom(2015), Promoting investment and innovation in the Internet of Things, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/38275/iotstatement.pdf(last visited:2019/10/15)
[217] DCMS(2014), The Internet of Things: making the most of the Second Digital Revolution, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf(last visited:2019/10/15)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

CCAV 提供了超過 2.5 億英鎊作為補助資金，希望推動英國相關 CAV 的發展、導入及使用。英國政府認為，聯網自駕車將有助於推動英國經濟成長，並使產業發展更安全、有效率的系統運送貨物，並提升國民行車安全。

英國政府在 2015 年財政預算案中提供 CCAV 一億英鎊的智慧行動研發基金研發無人駕駛車技術。CCAV 公佈現有與車輛交通相關立法的調查報告，其結論是：「英國現有的法律架構和管制框架並不構成自動駕駛車在公路上測試的阻礙。」此外，CCAV 還出版了無人駕駛汽車測試的實務守則。在 2016 年英國女王的演講中，政府宣布將制訂現代運輸法案（Modern Transport Bill）：「確保英國處在最新運輸科技的尖端，包括自動駕駛和電動車。」 2016 年 7 月，CCAV 舉辦了英國的聯網與自動駕駛車的測試生態系統的公眾諮詢。2016 年 9 月發佈個人和企業對於在英國使用自動駕駛車技術和先進輔助駕駛系統的公眾意見徵詢。[218]

（二） 候選頻段發展與釋出時程

現階段英國車聯網頻譜主要依循歐盟標準，使用 5855-5925 MHz。其中，與安全相關的智慧交通系統（ITS），將使用 5875-5905 MHz 頻段。主要分為三個部分（如圖 57）：

- ITS-G5B：用於非安全 ITS 應用
- ITS-G5A：用於安全相關的 ITS 應用
- ITS-G5D：保留用於未來的 ITS 應用

上述三個 ITS 頻塊由 ETSI 標準 EN 302 5713 訂定，該標準為整個歐洲的統一標準

[218] House of Lords (2016), SELECT COMMITTEE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY , https://www.parliament.uk/documents/lords-committees/science-technology/autonomous-vehicles/CfE-autonomous-vehicles-FINAL.pdf(last visited:2019/7/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

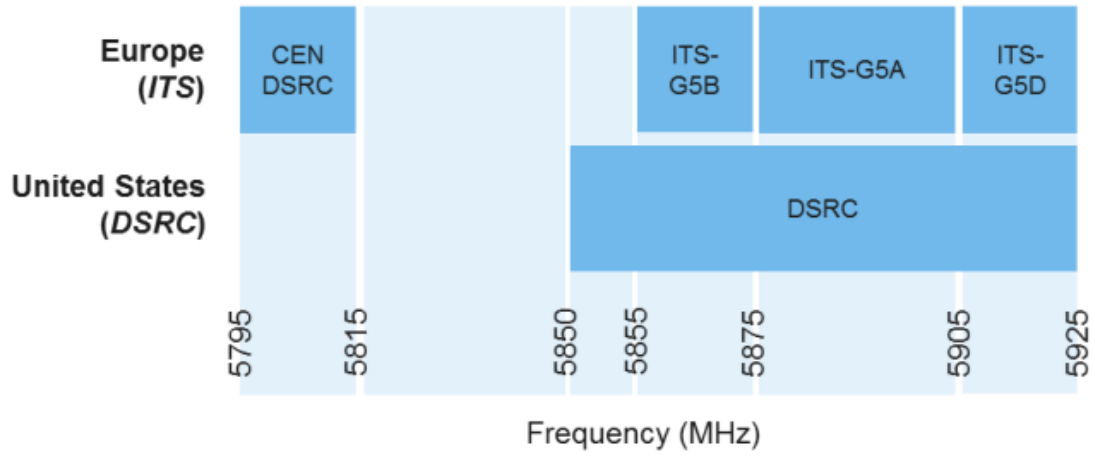


圖 97：美國與歐洲預留車聯網 5.8/5.9GHz 頻譜分配

資料來源：Ofcom[219]

（三） 創新應用執照架構與管理規範

Ofcom 於 2013 年 6 月 28 日針對短距離車載雷達（Short Range Radar, SRR）發布 2013 年無線電規則之免除聲明文件[220]，從 2013 年 6 月 30 日起將撤銷 24 GHz 車載 SSR 設備在 21.65-24.25 GHz 頻段的使用，除了在 2005 年 7 月 1 日至 2013 年 6 月 30 日期間已登記、已放置於市場上或服務中之車輛中已安裝車載 SSR 設備或正在更換已安裝之設備，仍得基於免執照而繼續於該頻段上使用，但須遵從各種條款、規定及限制。

而於 2013 年 6 月 30 日後登記、置於市場上或服務中之車輛中正在更換的設備，使用 24 GHz 車載 SSR 設備得於 24.25-26.65 GHz 頻段以免執照的形式使用，同樣須遵從各種條款、規定及限制。

英國為了為車輛提升資安防護，英國標準協會於 2018 年 12 月 19 日發布網路安全標準，為汽車業者提供了資安防護的指南，這也將提升英國在自動駕駛汽車開發領域的世界領先地位。預計到 2035 年，英國物聯網和自動駕駛汽車市場的價值將達到 520 億英鎊。

---

219 Ofcom(2017), Review of latest developments in the Internet of Things, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0007/102004/Review-of-latest-developments-in-the-Internet-of-Things.pdf(last visited:2019/7/12)

220 Ofcom(2013), Decision to make the Wireless Telegraphy (Automotive Short Range Radar) (Exemption) Regulations 2013 , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/51704/statement.pdf(last visited:2019/7/12)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

英國交通部長 Jesse Norman 表示隨著智慧汽車的發展，對於數據盜竊和駭客攻擊等資訊安全防護也帶來了挑戰。網路安全標準主要為防止網路攻擊及降低車聯網汽車故障等問題，將有助於提高英國在運輸技術的發展。[221]

三、無人機

（一） 政策推動重心

1、 英國航空法規

英國政府認為無人機將能帶來創新應用、投資以及技術革新，為英國帶來巨大利益。現階段已有緊急搜救服務定期使用無人機。同時，無人機還可以降低石油和天然氣行業等危險行業勞工的風險，並應用於許多產業，提升工作效率，包括提供藥品到協助建築工作等。然而，由於無人機事故頻傳，英國政府發現監管和執法制度需與技術同步革新。因此，英國政府於 2018 年 7 月 6 日至 2018 年 9 月 17 日的一系列新提案進行公眾諮詢，並於 2019 年 1 月 7 日宣布諮詢結果，最新英國航空法規範無人機條例如下:

- 無人機禁止於機場跑道末端延伸的長 5 公里、寬 1 公里的矩形範圍內飛行；
- 無人機禁止在海拔 400 英尺以上或水平 500 米以上飛行；
- 2019 年 11 月 30 日起，無人機業者必須向民航局（CAA）註冊設備並進行安全測試。任何未能註冊或未參加測試的人將面臨高達 1000 英鎊的罰款；
- 無人機重量需於 20 公斤以下，但 250 克以上無人機的機主必須登記無人機的詳細信息；
- 附帶攝像機的無人機不得在擁擠區域 150 米範圍內飛行，也不得於船舶、車輛或建築物 50 米範圍內飛行；
- 所有無人駕駛飛機都必須獲得機場空中交通管制員的許可才能在 ATZ 內飛行。ATZ 是一個半徑為 2.5 微米（4.6 公里）的圓，其中心為機場參考點（ARP）。

[221] DCMS(2018), New cyber security standard for self-driving vehicles, https://www.gov.uk/government/news/new-cyber-security-standard-for-self-driving-vehicles(last visited:2019/10/18)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

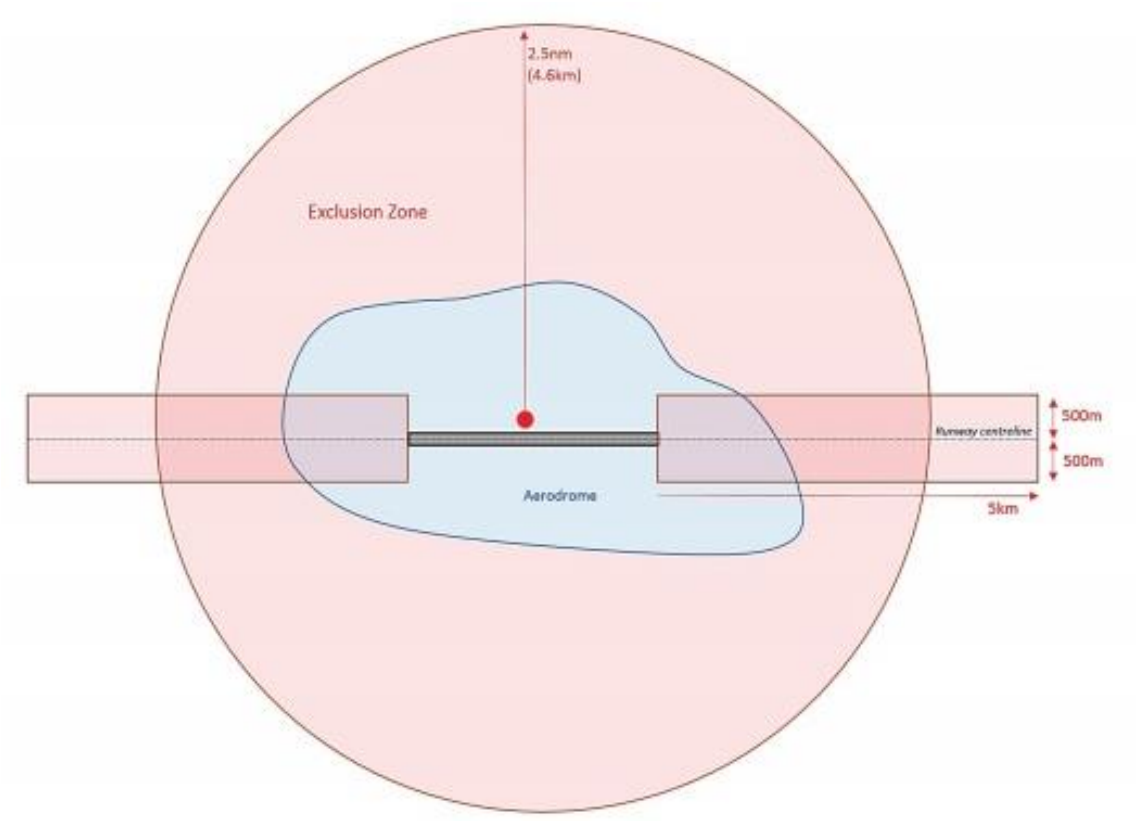


圖 98：英國機場無人機禁行區域

資料來源：DCMS[222]

2、 英國通訊監管機構

Ofcom 在無人機方面優先考慮公共安全通訊服務為首要任務，其次為商業無線電和通訊安全。Ofcom 對於無人機模型控制設備旨在確保不合規的無線電設備遠離市場，並確保無線電頻率的使用符合許可要求。根據無線電報法[223]使用不符合條件的設備屬於違法行為，Ofcom 有權調查和起訴，處罰最高可達 5000 英鎊或六個月監禁的罰則，且法院還可以命令沒收與犯罪有關的任何財產。

[222] DCMS(2019),Taking Flight: The Future of Drones in the UK Government Response, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771673/future-of-drones-in-uk-consultation-response-web.pdf (last visited:2019/10/20)

[223] http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/36/contents (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

在英國，為確保流通於市場內之無線電設備具安全性及防止其造成有害干擾，無線電設備包括無人機（drone）皆需依法受到管制，無線電設備須具備 Ofcom 許可或免執照之條例及條件方能使用。

在英國，並無指配特定頻段於無人飛行載具系統（Unmanned Aircraft System, UAS）所使用。UAS 常見的使用頻段為 35 MHz、2.4 GHz 及 5.8 GHz。

35 MHz 被指定為模型飛行器專用頻段，但不論團體或個人使用該頻段，皆須在已知遵循嚴格頻道分配規範的環境下，才得以進行操作。由於 UAS 通常不易評估其他使用者的所在地，因此認為該頻段並不適合 UAS 運行。

2.4 GHz 為免執照頻段，用於車用無線鑰匙、家用網路及其他廣泛應用。2.4 GHz 頻段存在比 35 MHz 頻段更強的干擾，在預期 2.4 GHz 頻段有高度活動的地區，業者必須小心謹慎的使用。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

英國大部分的無人機被歸屬於免執照，當無人機具有歐盟製造 CE 認證且符合某些要求，就不需取得執照即可使用。若無人機具備得從無人機傳輸第一人稱視角（first person view, FPV）影像回傳控制裝置之功能，則可能會使用到 5.8 GHz 免執照頻段，其最大傳輸功率不得超過 25 毫瓦特（Milliwatts, mW）。無人機不得違法使用過量的功率或其他頻段，若其違反使用規定得處無限期之罰款，或六個月有期徒刑。

此外，若設備接近於任何可能受到干擾之場域（例如雷達站），則不論所使用之頻段為何，都有可能中斷與 UAS 之連線。

在 2018 年聖誕節前夕，英國第二繁忙的倫敦蓋威克機場出現「無人機之亂」，超過 50 架無人機在蓋威克機場附近出沒，使機場跑道被迫關閉。無人機具有低成本且易於使用的特性，可以用來進行監視、盜取數據或破壞網路，無人機也對於飛機構成了潛在的威脅，無人機

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

中的鋰電池會刺穿飛機機翼，或者破壞發動機的葉片，目前敘利亞和伊拉克的恐怖份子已使用改裝的無人機作為飛行炸彈。

從 2019 年 11 月 30 日開始，英國政府規定所有無人機操作員都必須註冊與線上通過飛行能力測試才可合法操作無人機。英國政府也與無人機製造商合作推出新技術地理圍欄（Geofence），透過在無人機上安裝該技術，將能自動阻止無人機在保護區內飛行，這將有助於限制無人機可以飛行的位置。[224]

四、智慧醫療

（一） 政策推動重心

1、 發展緣起

英國在 1997 年，已針對 1948 年所成立的「國家醫療保健服務」（National Health Service；NHS），提出智慧醫療願景，希望可以讓所有英國公民都能享有終生的電子醫療紀錄，另外還可利用網路服務以及電子醫療系統，快速且便利地讀取個人的醫療病史並接受遠距醫療照護等。

英國 NHS 在 2005 年開始使用電子病歷系統 EMR（Electronic Medical Record），2010 年底英國全國有 6,000 萬名的病患就診紀錄與病史登記到 EMR 的系統之中，並發展出整合性醫療影像交換服務 ICRS（Integrated Care Records Service），醫院間可以傳輸病患的影像醫療紀錄如 X 光片，藉以整合並傳送不同型態的病患資料。

目前，英國在智慧醫療應用中較突出的發展，包括電子醫療遠距照護（Telemedicine）及智慧型病歷卡（NHS CRS Smartcards）。

以電子醫療遠距照護為例，英國 NHS 在 2007 年 5 月於英格蘭西北地區實施一項為期 6 個月的遠距電子醫療測試專案，根據測試專案的公司 BroomWell Healthwatch 指出，英國醫療機構若開始使用該系統，每年至少可為當地政府省下 4,600 萬英鎊的醫療支出，並可避免 9 萬個急救中心的門診及 4,500 萬個不需要的一般門診等，若擴大這

[224] DCMS(2019),Taking Flight: The Future of Drones in the UK Government Response, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771673/future-of-drones-in-uk-consultation-response-web.pdf (last visited:2019/10/20)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

項系統至定期心臟檢查，那麼英國健保局每年可望省下 2 億 5,000 萬英鎊的費用。

2013 年，位於倫敦、隸屬於 NHS 系統的葛伊斯與聖湯瑪斯（Guys' and St Thomas'）醫院，提出在加護病房加裝「電子智慧裝置」（eICU），遠距監測病人的設計，以解決 NHS 人手短缺與技術不足問題。此後在英國逐漸廣泛裝載的 eICU 系統，在後來的研究報告中也得到正向肯定，包括有效降低加護病房病人的死亡率與平均住院日，同時也能減少併發症的發生機會。這項技術，也陸續推廣到其他國家。

隨著科技的發展，網路技術在醫療應用領域上不斷推陳出新，2015 年，NHS 將門診系統進行 e 化，透過網路讓轉診與預約過程更有效率，然而卻因為部分臨床人員認為使用不便，未達到預期的使用率。2016 年開始，有廠商與醫療機構合作，推出掌中家庭醫師（The GP at Hand）、即時醫師（Now GP）、家庭醫師快遞（GP Delivered Quickly）等手機應用程式，透過手機即時約診、視訊諮詢等方式，以期減少患者的等待時長。

2、 未來發展

根據 Deloitte 預測，2018 年英國數位醫療市場規模將增長至 29 億英鎊。未來英國數位醫療服務可以包括遠端和機器人手術等服務，現階段英國數位醫療則提供遠端監控易受傷的門診病人，以及改善患者就診紀錄。

數位醫療的發展，減少了 NHS 的負擔，提升 NHS 醫療效率與降低成本支出。數位醫療的應用可通過 5G 利用即時數據進行較低成本的醫療保健服務，減少物理資源的負擔，降低病人因錯過預約治療的數量。根據預估，數位醫療可減少 30%以上的轉院費用，為 NHS 信託節省了數百萬英鎊的支出，相當於每年救護車節省了 1,000 萬英鎊的燃料費用，此外，每年也節省了 136 家 NHS 醫院的床位占用成本共 1.22 億英鎊。

數位醫療可讓病人在家裡就可得到妥善的照護，例如英國目前佔住院病人 25%的癡呆症患者，可透過數位醫療的方式，將有助於英國

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

降低每年 260 億英鎊在癡呆症患者上的支出。透過數位醫療也可實施個人預防保健，人們可以通過各種健身應用程式讓自己能注意身體健康，從而解決肥胖所產生的病症，這相對的也節省了健康保健的支出，降低治療患者所產生的費用。

3、 智慧醫療試驗案例

在英國利物浦舉行 DCMS 試驗計畫研究 5G 的使用在健康和社會關懷上的應用，該項目將衡量對患者進行監測與幫助的影響，該項計畫將有助於對老人孤獨感的管理、對獨自在家中生活的病患幫助以及促進醫院與住家之間的溝通。此外，在蘇格蘭寬頻項目 PillCam 試驗中，證明了需要高頻寬連接需求，以達到將數據從社區診所移轉至醫院。隨著醫療保健機構使用數據的需求增加，此種應用顯示了 5G 在數位醫療中具有潛在機會。

倫敦 King'S 學院 2018 年與 BT、Verizonc 和愛立信合作，證明 5G 用於健康和緊急服務等其他潛在用途。研究 5G 技術提供的不僅僅是增強行動寬頻，該項目也展示了倫敦市中心無人機系統的自動化控制與管理方面。演示採用新的商用 5G 無線電，透過構建 5G 核心與兩個網路切片實現低延遲的成果，這可應用於無人機的災難急救服務，例如在災難發生時，可第一時間提供設備、醫藥、食品和血液供給，使用無人機可快速布建臨時蜂巢式網路以建構重要的通訊系統。[225]

5G 最大好處是低延遲，以及在設備連接網路與回應間的滯後時間短，4G LTE 存在滯後問題，但 5G 網路則將滯後問題解決。愛立信與創業公司 Technologies 和倫敦國王學院的醫生合作使用虛擬病人來演示外科醫生如何使用 VR 頭盔和特殊手套，來控制機器人手臂在虛擬情境中執行實際操作。特殊手套裝有觸覺反饋機制，當你觸摸到人體模型的器官時，它會產生嗡嗡的震動，仿佛你真觸摸到了一

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

個實體。這意味著未來外科醫生可能無須與病患同處一室就可進行外科手術。

隨著 5G 技術發展，英國政府正積極發展 5G 在健康照護方面的應用，NHS 與利物浦市合作投入 350 萬英鎊推出 5G 健康與社會照顧旗艦計畫並在 2019 年宣布成立 LiverNerds 實驗室，LiverNerds 設置 2 個專門區域，其一模擬病房，其二模擬病患居家空間，皆配備感測器、虛擬實境（VR）和遠距照護技術，其背後皆是搭配 5G 技術。實驗室開放給民間與國際企業實驗 5G 智慧醫療應用，讓醫護專家不僅能學習如何運用 5G 科技也能透過反饋改善系統促進健康照護的數位變革。

英國許多公司也正在研究醫療結合 5G 技術的可行性，包含物聯網（IoT）公司 Pangea Connected 於 2019 年 4 月宣布與金斯頓大學（Kingston University）合作，測試 5G 視訊串流服務，急診醫生能在患者到院前判斷檢傷分級。5G 的應用除了加快診斷速度外，可有效減少救護車來往醫院的次數，進而節省資源。[226]

（二） 候選頻段發展與釋出時程

英國物聯網應用範圍包括運輸、醫療與能源與智慧城市等。Ofcom 將智慧醫療納入物聯網的應用項目之一，對於智慧醫療尚未明確定義候選頻段。

至於短距離醫療設備，其設備型態為主動植入式醫療器材時，其使用頻段為 401-402MHz。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

近年來越來越多的醫療設備使用 2.4GHz 頻段，Ofcom 對於智慧醫療的態度是允許免執照使用，執照的限制在於保護使用者安全，然

[226] Digitalhealth(2019), Liverpool launches ‘Livernerds Lab’ to test latest digital technologies, https://www.digitalhealth.net/2019/03/liverpool-livernerds-lab-test-digital-technology/(last visited:2019/7/12)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

而醫療設備主要用於監測和控制長期慢性疾病與輔助生活，越來越多用於健康與疾病的預防。

至於短距離醫療設備，則依據英國無線電設備指令（2014/53/EU）於 2017 年通過之規定，根據指令 2014/53/EU 第 8 條和第 7 條中規定英國短距離設備執照中需註明需使用於特定頻段，如下表所示。

表 49：英國短距離醫療設備執照需求表

介面	設備	頻段	最大發射功率	資料來源
IR2030	主動植入式醫療器材	401-402 MHz	25 µW e.r.p.	EN 302 537 2013/752/EU Band No.41

資料來源:Ofcom[227]

在過去的幾年中，醫療保健運用新的數位技術，因此，產生的資料量越來越大，隨著現代科技的不斷進步，智慧醫療成為醫療保健中不可缺少的一部分，但隨之而來的網路威脅也伴隨而來，這種威脅可以通過幾種方式發生：醫療數據可能被盜；醫療數據的刪除或破壞可能要等到數年後才可以看到；醫療設備可能會遭到黑客入侵，從而對患者造成直接傷害。

在 2017 年 5 月，WannaCry 勒索軟體對 150 個國家/地區的 23 萬台電腦中的醫療數據和文件資料進行加密，並破壞了英國國家衛生服務（NHS）的系統，阻止醫療人員接收患者醫療數據和關鍵服務，造成數以千計的診療和手術被迫取消。但是，WannaCry 攻擊並非直接針對 NHS。其他主要組織也受到影響，包括西班牙電信，聯邦快遞，日產，俄羅斯鐵路和中國銀行。NHS 在易受攻擊的系統中擁有大量敏感和有價值的數據，有效的網路安全不僅是保護數據，而且是維護患者安全，隱私和信任的基礎，因此，NHS 在此次網路攻擊事件中無疑是受到最大的影響。

[227] Ofcom(2018), IR 2030 – UK Interface Requirements 2030, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/84970/ir-2030.pdf (last visited:2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

NHS 是一個國有醫療體系，自 WannaCry 攻擊以來，NHS 採取了一些措施來提高其網路彈性，並且已將部份責任分配給了衛生部（Department of Health and Social Care, DHSC）和獨立機構（Arms Length Bodies, ALB）。DHSC 與 ALB 機構負責監督 NHS 的數位化轉型，包括制定網路安全標準。

英國倫敦帝國理工學院與全球健康創新研究所（IGHI）以及安全科學與技術研究院（ISST）之間建立了一個新的跨學科合作，以實現醫療保健網路安全。此次合作期望讓英國成為全球醫療保健網路安全的領導者，並將透過強大的學術實力與資金、資源供應來支持研究的成功。該研究對於英國醫療保健的未來的網路安全實踐，政策和協議以及保護 NHS 免受未來攻擊至關重要。[228]

[228] Imperial, Improving Cyber Security in the NHS, https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/institute-of-global-health-innovation/Cyber-Security-Ghafur.pdf(last visited:2019/10/22)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第三節　美國

一、物聯網

（一） 政策推動重心

2017 年 1 月，美國商務部下轄之國家資訊管理局（NTIA）發布「加速物聯網發展（Fostering the advancement of the Internet of things）」綠皮書，認為物聯網正以前所未有之速度快速成長，改變人類生活環境與經營方式，增加設備與網際網路間之連線，從冰箱、汽車到工廠庫存系統，涵蓋面向益發廣泛，因此增加了個人便利性、公共安全、效率與潛在商機。不過，欲兌現此一潛在利益，政府部門有必要針對必要基礎設施制定相關政策，應對可能隨之而來之風險，例如網路安全與隱私問題等。[229]

NTIA 認為，政府應加強基礎設施之可用性與接取度，因而建議應促進對物聯網成長和發展有幫助之實體基礎設施及頻譜相關資產成長。

2017 年 11 月，美國政府審計辦公室（Government Accountability Office, GAO）則向國會提交物聯網，建議 FCC 持續追蹤物聯網服務的成長趨勢，讓產業有充足可用的頻譜資源。[230]

GAO 的報告主要著眼於物聯網的兩項挑戰：頻譜資源的可得性與干擾管理。快速增加的物聯網設備，可能會使用大量頻寬，目前物聯網頻譜的來源包括免執照頻譜與行動通訊執照頻譜。

FCC 則藉由釋出免執照頻譜之方式，協助推動物聯網之發展，根據 FCC 於 2018 年 10 月規劃釋出 6GHz 作為免執照頻段之法規修正草案中，提及物聯網的成長將增加對頻譜資源之需求，包含各種機器設備、量表、穿戴式裝置或其他消費型電子設備等。有些機構預測 2023 年美國將會擁有 10 億個智慧家庭設備，並預期每年工業物聯網解決

[229] NTIA(2017), Fostering the advancement of the internet of things, https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/iot_green_paper_01122017.pdf (last visited: 2019/3/09)

[230] GAO （2017）, Internet of things : FCC should track growth to ensure sufficient spectrum remains available, available at: https://www.gao.gov/assets/690/688450.pdf (last visited: 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

方案之支出將達到 4,500 億美元。因此，FCC 希望釋出更多免執照頻譜供物聯網使用。[231]

（二） 候選頻段發展與釋出時程

FCC 持續規劃釋出更多免執照頻譜供物聯網使用，例如 2018 年 10 月公告規劃釋出 6GHz（5.925-7.125 GHz）做為免執照頻譜。目前美國物聯網應用主要採用免執照國家基礎設施（Unlicensed National Information Infrastructure, U-NII）之設備，現有已開放之 U-NII 可使用頻段包括：5.15-5.35GHz、5.47-5.725GHz 以及 5.725-5.85GHz。

除了 U-NII 頻段外，其餘物聯網可使用之免執照頻段尚包括 902-928MHz 以及 2.4GHz。

2013 年 FCC 釋出 57-64GHz 做為免執照頻譜，而後因應 5G 需求更進一步釋出之 64-71GHz 做為免執照頻譜，故現階段物聯網可使用 54-71GHz 免執照頻譜。

在執照頻譜方面，除既有已釋出供行動通訊使用之頻譜外，由於 5G 技術支援之大量設備連線能力，因此 5G 所開放之執照頻譜，如 28GHz、24GHz 與 37GHz 等，未來亦屬物聯網可用頻譜資源之一。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

現階段美國對於物聯網使用之頻譜資源，仍包含執照頻譜及免執照頻譜，FCC 規劃修正 3.5GHz 頻段之管理規則，未來以共享執照方式釋出之頻譜資源，亦可開放供物聯網使用。

由此可見，在美國之規管架構下，並無特別針對物聯網設計之執照型態，採取較彈性之做法，以滿足多樣化物聯網應用之需求。

[231] FCC (2018), Unlicensed use of the 6GHz Band: Notice of proposed rulemarking, https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-147A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、車聯網

（一） 政策推動重心

對於自駕車之規管原則，美國交通部（Department of Transportation, DoT）主要有六大原則，包括以安全為最優先、維持技術中立、現代化規管制度、鼓勵一致的規管與營運環境、主動因應自動化之發展，以及保護與提升所有美國國民享有的自由。

因應自駕車技術演進與市場發展，交通部於 2018 年 10 月發布未來交通自駕車 3.0 整備計畫（Preparing for the Future of Transportation : Automated Vehicles 3.0 （AV 3.0）），將延伸前一版 AV 2.0 之內容，範圍擴張到所有地面道路交通系統，並藉由來自全國各方產業利害關係人投入開發。AV 3.0 主要圍繞三個關鍵領域：[232]

- 提升多種模式安全性；
- 減少政策不確定性；以及
- 揭示與交通部共同合作的過程。

交通部將 AV 3.0 視為全國開始討論未來地上路面交通系統之契機。AV 3.0 計畫將提供多種新駕駛模式下與安全相關之指導原則，並明確相關政策與權責部會扮演之角色，並促進產業與主管機關之對話和合作。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

交通部 AV3.0 計畫中提到，目前自駕車使用之頻譜資源，仍為 FCC 過往核配給智慧交通系統（Intelligent Transportation System, ITS）使用之 5.9GHz。

ITS 無線通訊服務的目的，是希望將無線電技術整合至全國交通基礎設施之中，藉以開發和施行全國智慧交通系統。目前 ITS 無線通訊服務主要使用專用短距離通訊（Dedicated Short Range

[232] Department of Transportation (2018), Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicle 3.0, https://www.transportation.gov/av/3 (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Communications, DSRC），處理車輛對車輛與車輛對基礎設施的通訊，有助於保障行車安全，即時告警駕駛人可能即將發生之緊急狀況，以採取適當之規避措施。[233]

DSRC 使用 5.9GHz 頻段可追溯自 2003 年，FCC 即制定相關報告政策文件，建立執照架構，允許 ITS 系統下之 DSRC 使用 5850-5925 MHz。[234]

FCC 主席於 2019 年 5 月之演講提到，下世代 WiFi 技術（WiFi 6）預期將於近年開始廣為各地採用、布建，因此，FCC 已於 2019 年 12 月發布 5.9GHz 變更使用之法規修正草案公告，規劃調整原先讓 DSRC 使用 5850-5925MHz 之設計，針對 5850-5895MHz 共 45MHz 頻寬改供免執照頻段使用，而 5895-5925MHz 共 30MHz 頻寬則仍為 ITS 使用，惟 FCC 希望其中 5905-5925MHz 共 20MHz 應提供給 C-V2X 使用，至於剩餘 10MHz（5895-5905MHz）作為 C-V2X 或保留給 DSRC 繼續使用，FCC 則交由公眾意見決定。

相關草案預計將提供 30 天徵詢期間，由 FCC 對於 5.9GHz 頻段使用管制思維之轉變，應可發現因應新興通訊技術之發展，主管機關可能將頻率改配供新技術使用，以確保頻率使用效率。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

對於 DSRC 使用 5.9GHz 頻段之執照架構，FCC 依設備安裝性質區分為兩種：路側設備（Roadside Units, RSUs）與車載設備（On-Board Units, OBUs）。

路側設備（RSUs）之執照架構需依循 FCC 管理規章第 90 部（Part 90）：專用地面行動無線服務（Private land mobile radio services）之規範，執照業者建置電臺與架設路段均需向 FCC 註冊。至於車載設備（OBUs）則按照管理規章第 95 部（Part 95）：個人無線服務（Personal

[233] FCC (2017), Intelligent Transportation Systems (ITS), https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/intelligent-transportation-systems-its (last visisted :2019/3/09)
[234] FCC (2017), Dedicated Short Range Communications (DSRC) Service, https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/dedicated-short-range-communications-dsrc-service (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Radio Service），採規範執照方式（licenced-by-rule）規管，設備無需向 FCC 取得個別執照即可使用，不過仍須遵守 FCC 訂定之相關功率限制與技術規範。

三、無人機

（一） 政策推動重心

美國總統川普於 2017 年簽署總統備忘錄：無人機整合先導計畫（Unmanned Aircraft Systems Integration Pilot Program），加速無人機與國內空域系統之整合。

總統備忘錄中認為，隨著無人機使用數量的增加，有必要建立一個鼓勵創新且確保國內航空空域安全的監管框架。既有航空規管架構已過時，限制無人機與國內空域之整合，同時也導致美國科技業必須到海外尋找測試機會。

因此，此先導計畫將讓美國交通部（DoT）與州政府及地方政府簽署相關協議，建立創新實驗區域，用來測試複雜的無人機系統運作，並找出整合無人機與當地空域的不同模式。

此先導計畫將開放空域，讓各種創新應用使用無人機，例如提供緊急藥品或商業貨物運送、檢查關鍵基礎設施、支援緊急救護業務以及農作物相關調查等。

總統備忘錄中提及，無人機將是美國航空業的關鍵，能推動美國航空業快速成長，提高效率、生產力與就業機會。無人機將能增強美國公眾安全，提高產業效率與生產力，並創造數以萬計的新工作機會。2017 年時已有超過 100 萬個無人機擁有者向聯邦航空管理局（Federal Aviation Administraion, FAA）註冊，預計到 2021 年時，商業無人機的使用數量將增加五倍。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

2018 年 10 月，美國總統川普簽署聯邦航空管理局再授權法（Federal Aviation Administraion Reauthorization Act of 2018），內容

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

針對美國航空業產生許多變革，包括 FAA 應處理之相關航空事務與飛安規範、旅客權益以及航空公司之空勤人員輪班標準等。本法案中亦特別針對無人飛行系統（Unmannded Aircarft Systems）訂定專章，規範無人機的安全標準、規格、貨物承載規範以及使用規範等。[235]

法案中特別規範無人機的頻譜使用，要求三個聯邦機構：聯邦航空管理局、聯邦通訊委員會（FCC）與國家資訊管理局（NTIA）應於法案通過後 270 日內，向公眾諮詢無人機的頻譜，並提交相關報告給美國國會參議院的商業、科學與交通委員會，以及眾議院的交通與基礎建設委員會及能源和商業委員會，藉以了解無人機使用頻譜資源時，是否需向主管機關取得許可。同時，使用之頻譜是否要參考 2007 年世界無線通訊大會（WRC-07）所建議的 L 頻段（960-1164MHz），以及 2012 年世界無線通訊大會（WRC-12）所建議的 C 頻段（5030-5091MHz），以及頻譜使用之執照架構，例如採免執照、共享執照或排他性專用執照等。該法案同時要求該份報告應包括涉及頻譜使用之相關技術、法規與監管架構，以及有無其他適合之建議頻段。

2012 年 FCC 因應 WRC-97 會議後公告之無線電規則決議，調整 108-117.975 頻段，增列航空行動路由服務（areonautical mobile route (R) service, AM(R)S）為主要業務，供聯邦使用與非聯邦使用共用；960-1164MHz 頻段增列 AM(R)S 為主要業務，供聯邦使用與非聯邦使用共用；5091-5150MHz 供航空行動服務使用，供聯邦使用與非聯邦使用。

2015 年時，5091-5150MHz 另外增加聯邦與非聯邦使用航空行動機場通訊服務系統（Aeronautical Mobile Airport Communnications Systems, AeroMACS）作為共同主要業務，並於 2017 年延伸 5000-5030MHz 以 AeroMACS 為共同主要業務。

美國航天產業協會（Aerospace Industries Association, AIA）則於 2018 年 2 月 FCC 提出請願書，希望 FCC 針對無人機使用 5030-5091MHz 頻段建立執照架構（Petition for Rulemaking），規範相關運

[235] Federal Aviation Administration Reauthorization Act of 2018, https://www.congress.gov/115/bills/hr302/BILLS-115hr302enr.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

作與技術規則，確保無人載具運作時不受通訊干擾影響，維護無人載具飛行的安全性。[236]

對此議題，FCC 徵求各界公眾意見，並收到電信協會等各方團體之回覆意見。

除前述 5030-5091MHz 頻段外，現階段美國無人機多使用免執照頻段 2.4GHz 與 5.8GHz 作為通訊服務之用。不過使用免執照時，將可能存在相互干擾之問題，因此 FCC 近期規劃開放之 6GHz（5.925-7.125 GHz）免執照頻譜，即禁止無人機使用該頻段，相關議題正徵詢外界意見。[237]

2019 年 6 月時，為因應技術演進、改善飛航安全以及提升有限頻譜資源之有效利用，故 FCC 發布相關法規修正草案，提升飛航通訊安全以及空對地通訊之安全。FCC 與聯邦飛航管理局（Federal Aviation Administration, FAA）合作，推動與導入下世代航空系統（Next Generation Aviation System, NextGen）布建，此系統為美國現代化空中運輸系統，能增加安全性、效益、通訊能力、預測能力，保障美國人飛航安全。[238]

（三） 創新應用執照架構與管理規範

AIA 向 FCC 提交之請願書中，認為應將 5030-5091MHz 頻段的執照型態，設定為個別執照。有意使用該頻段之無人機業者，應向 FCC 取得個別執照，以避免使用時相互干擾，並限制只有與生命安全通訊相關的無人機得使用該頻段。

[236] AIA（2018）, Petition for rulemaking, available at: http://www.aia-aerospace.org/wp-content/uploads/2018/02/AIA-Petition-for-Rulemaking-on-UAS-2018-02-08-FILED.pdf (last visited: 2019/3/9)
[237] FCC (2018), Unlicensed use of the 6GHz Band: Notice of proposed rulemarking, https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-147A1.pdf (last visisted :2019/3/09)
[238] FCC (2019), NextGen, available at: https://www.faa.gov/nextgen/ (last visisted :2019/10/27)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、智慧醫療

（一） 政策推動重心

FCC 致力於將數位機會帶來的利益讓全體美國國民共享，其中醫療照護為重要的關鍵之一，高品質的醫療照護仰賴於高速寬頻連線的可用性，遠距醫療在醫療照護服務中扮演更重要的角色，技術進步使醫療行為不再受地理限制，病患可以透過智慧型手機、平板電腦或其他聯網設備的 APP 獲得高科技智慧醫療，先進的聯網照護服務正在應用於糖尿病管理、幼童心臟病、成癮類藥物依賴、中風、心理健康治療、高風險孕婦照護以及癌症治療。

FCC 希望讓全體美國人都可以獲得聯網智慧醫療照護，無論是透過現有寬頻網路或 5G。然而，許多低收入或居住於偏遠地區的美國人，缺乏或無力負擔寬頻網路連線，因而無法受惠於遠端智慧醫療。

有鑑於此，FCC 於 2018 年 8 月發布相關調查公告，希望了解如何幫助與改善寬頻網路遠端醫療照護。FCC 宣布將投入 1 億美元於「聯網醫療先導計畫（Connected Care Pilot Program）」，提升國內各地醫療機構之寬頻網路連線，藉以支持居住在偏遠地區的低收入美國人以及退伍軍人。[239]

FCC 其後於 2019 年 7 月公告「聯網醫療先導計畫」法規修正草案，此專案將納入美國普及服務基金之一環，以促進低收入戶美國人有接取聯網醫療之機會。草案中特別制定對於用戶有價值資料之收集規範，以及需要更進一步了解用戶對於可負擔之寬頻服務接取成本與合理品質醫療服務間之關係。

FCC 規劃先建立一個三年期之計畫，金額為 1 億美元，相關補助將提供給合格的醫療照護業者，藉以提供相關聯網照護服務給低收入的病患與退伍軍人。

[239] FCC (2018), FCC Seeks Comment on Launching Connected Care Pilot Program, https://www.fcc.gov/document/fcc-seeks-comment-launching-connected-care-pilot-program (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

FCC 目前針對醫療相關設備使用之頻段，主要可分為以下兩種：

- 無線醫療遙測服務（Wireless Medical Telemetry Service, WMTS）；
  - 使用頻率：608-614 MHz、1395-1400MHz 以及 1427-1432MHz。
  - 應用範疇：遠端監控病患的健康狀況，包括量測病患生命特徵與其他重要健康參數。透過無線電頻率將數據傳輸到遠端醫療機構。
- 醫療設備通訊服務（Medical Device Radiocommunications Service, MedRadio）；
  - 使用頻率：401-406 MHz、413-419 MHz、426-432 MHz、438-444 MHz 以及 451-457 MHz。
  - 應用範疇：適用於植入式醫療設備及配戴於身上的診療設備。

除前述二種 FCC 已核配之頻段外，目前 FCC 正研擬釋出 95GHz 以上高頻段做為免執照（工業、科學與醫療）頻段，本研究持續掌握，待後續政策明朗後進行整理。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

FCC 對於前述二種醫療設備使用頻率（WMTS 與 MedRadio）均採規範執照方式（licenced-by-rule）規管架構，醫療服務提供商無需針對每一個運作的醫療設備取得個別執照，但為了避免干擾而影響醫療照護，只有合法註冊的醫療服務供應商有資格運作醫療服務設備，其中，WMTS 設備使用時，必須先向 FCC 指定的頻率協調機構註冊。該機構為美國醫院協會（American Hospital Association, AHA）下之美國醫療工程社群（American Society for Healthcare Engineering, ASHE）。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第四節　澳洲

一、物聯網

（一） 政策推動重心

澳洲主管機關 ACMA 於 2015 年 11 月發布物聯網相關報告，探討新興浮現於通傳相關領域之物聯網相關議題。ACMA 對於促進物聯網發展主要聚焦以下重點：[240]

- 設備：包含設備標準；
- 基礎設施連線能力：使用電話號碼與頻譜資源；
- 澳洲企業、消費者與國民管理多個設備、連線以及資訊的能力。

ACMA 整理物聯網監理相關議題的優先順序，區分為近期、中程與長期規劃。ACMA 建議之優先領域包括：

- 管理網路安全與完整性；
- 所需資源之核配，例如通訊基礎設施所需之頻譜與電信號碼；
- 藉由制定標準支持設備與資訊的互通能力，讓澳洲企業、公民與消費者能藉以發展更強的數位技能和素養，有建設性的和設備互動。

ACMA 並於 2015 年 12 月 22 日提出有關頻譜管理法規修訂之諮詢文件，以利使用無線網路的 M2M 通訊業者能更有效地接取頻譜資源，並促進物聯網在各產業領域的應用發展。[241] ACMA 認為，對於物聯網之監理方式，將傾向於促進溝通，以鼓勵物聯網應用的創新與採納。ACMA 指出，前揭措施將促進 M2M 和物聯網的創新、檢視政府在物聯網領域的準備就緒程度，並確認可以進一步提供產業協助的事項。

---

[240] ACMA(2015),The internet of things and the ACMA's area of focus- Emerging issues in media and communications Occassional Paper, https://www.acma.gov.au/theACMA/~/media/18E314A0C00A41F9B4D629DAB9397436.ashx (last visisted :2019/6/09)

[241] ACMA (2015), Easier access to spectrum for Internet of Things, http://acma.gov.au/sitecore/content/Home/Industry/Spectrum/Spectrum-planning/About-spectrum-planning/easier-access-to-spectrum-for-internet-of-things (last visited: 2019/6/15)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

依據 2017 至 2021 年的五年頻譜展望[242]，ACMA 認為物聯網可能包含各種無線和有線個人、消費和工業的互連設備，其數量幾乎大至無法預期。物聯網不限於各種特定的技術平台，並可能使用整個頻率分配的頻譜，例如 4G 和 5G 的標準已經制定專用物聯網服務的具體規定，而且衛星服務已經投入相關服務和硬體，以支持物聯網服務。

ACMA 參考歐盟與英國物聯網頻譜架構，區分專用頻譜與共享頻譜，專用頻譜包括行動網路與指定大範圍物聯網，共享頻譜則包含指定大範圍物聯網、指定區域物聯網以及一般區域網路。專用頻譜行動網路使用頻段包括 700MHz、850MHz、900MHz、1800MHz、2.1GHz、2.3GHz、2.6GHz 以及 3.4-3.6GHz；指定大範圍物聯網使用頻段包括 433/434MHz 與 915-928MHz。共享頻譜使用頻段則包括指定區域物聯網使用 915-928MHz，以及一般區域網路使用 2.4GHz 與 5GHz。澳洲物聯網頻譜如下。

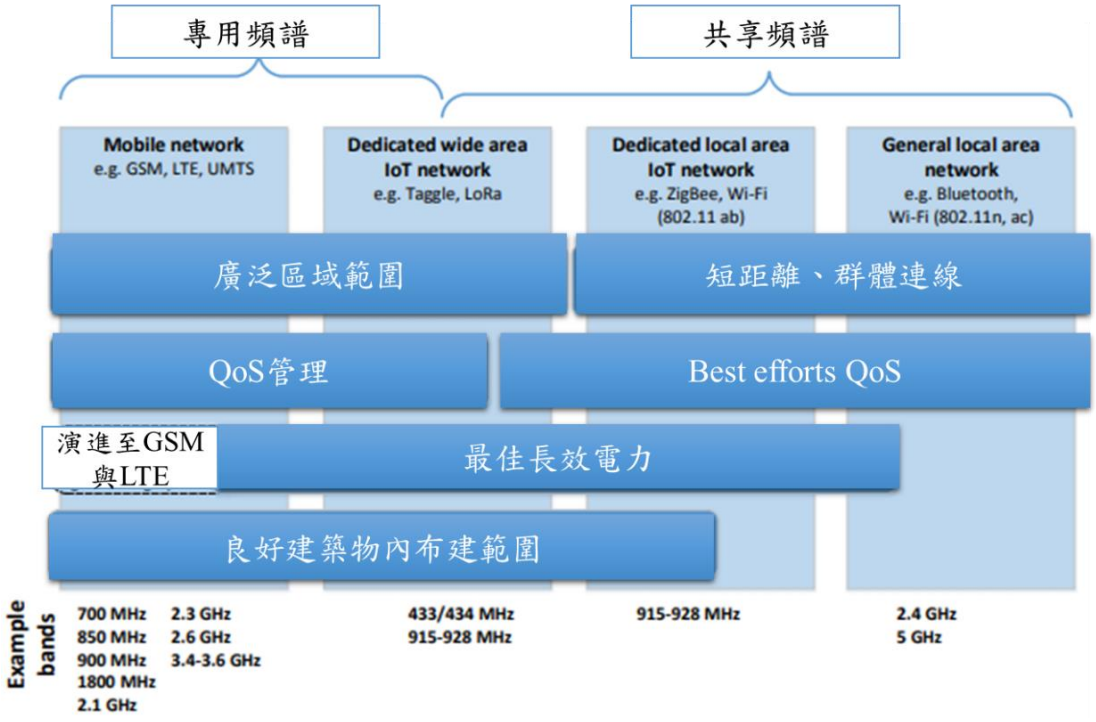


圖 99：澳洲物聯網頻譜

資料來源：ACMA，本研究整理

[242] ACMA (2017), Five-year spectrum outlook 2017–21: the ACMA's spectrum management work program, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/229627FEEE544D76A554FF9EAAA59372.ashx

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

目前已有許多可供物聯網應用的頻譜資源，例如許多物聯網應用使用免執照頻譜，業者只要符合該頻譜的技術規範要求，即可推出物聯網的相關服務。另一個例子是使用需執照頻譜的物聯網，例如透過現有行動網路執照頻率，相關應用可以結合既有的頻譜執照，在現有的頻譜監管架構內進行佈建。

有鑑於物聯網用戶類別和使用方式的巨大差異，物聯網應用的頻譜接取並無一個可廣泛適用的解決方案。物聯網趨向於需要在不同的協定範圍內接取不同的頻譜資源，從專用頻譜到共享頻譜，且可在兩者間切換。因此，ACMA 正在監督物聯網的發展，以確保所有相關頻譜配置均考慮到相關新興應用之發展。雖然促進國際頻譜協調是 ACMA 頻譜管理的一個重要目標，但澳洲與其他地區或國家之間可能存在不同的頻譜配置，因此並非所有國際解決方案都可以適用於澳洲。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

1. 執照規範

ACMA 目前物聯網設備之執照架構主要包括設備執照（Apparatus Licences）與類別執照（Class Licences）。

設備執照指取得許可，在特定位置或具特定輸出特性的設備，或設備類型，於特定頻譜運作。設備執照的效期最長為 5 年，設備執照持有者在這期間每年須繳交固定執照費，即為頻譜使用費。執照持有者沒有合法權利可以交易該執照，如果事先取得 ACMA 批准，執照持有者只能將該執照轉讓（出售）給其他業者。然而，因為實際上 ACMA 鼓勵執照轉讓（出售），設備執照持有者可以隨時轉讓（出售）執照。

類別執照則指所有用戶基於共用頻譜原則，允許相關設備能在同一頻段中運作，只要符合相同的許可條件。許可條件規定可使用的頻率，通用的設備標準，以及其他相關的技術和操作參數。ACMA 不會

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

向個人發放類別執照，自動讓所有用戶在該頻段內使用無干擾、無保護且合乎標準之設備。類別執照的啟用時間為註冊通過日後之隔日或政府法令公報後之隔日。

在澳洲，類別執照（class license）是一種運作特定無線電通信設備的許可機制，類別執照所規範的設備僅可在限制頻段、共通條件下運作。任何人均可以使用符合類別執照規範條件的設備。使用者無需申請核發類別執照，也無需繳交使用費。低干擾潛在設備（Low Interference Potential Devices, LIPD）不可干擾其他無線電通訊服務，且不保證不受其他 LIPD 干擾。LIPD 用戶有責接受相關措施，以解決干擾問題。LIPD 發射機範例包括車庫開門遙控器、藍牙設備、無線麥克風和無線區域網路設備等。

物聯網通信的相關技術主要提供工業測量、交換或控制功能的設備，包括智慧型基礎設施，這些設備僅需非常低的數據傳輸，非常低的工作週期（duty cycles），並且可以在低功率廣域網路（low power wide area, LPWA）進行運作。國際上 LPWA 網路和 900 MHz 頻段的設備已有需求的市場。因此大多數物聯網設備可以使用類別執照。

LIPD 類別執照授權所有用戶運作各種低功率無線電通信設備在許多核可的頻段。LIPD 類別執照設定許多類型短距離設備可以運作的條件，包括運作的頻段和輻射功率限值，其他條件在必要時會進行規範。LIPD 類別執照涵蓋的設備包括車庫遙控器、家庭監控設備、擴頻設備（spread spectrum devices）和個人警報系統，這些設備不須透過單獨的頻率協調來進行干擾管理。短距離擴頻設備用於條碼閱讀器、銷售點網路（point-of-sale networks）、無線或無線電局域網路（radio local area networks, RLAN）和無線專用自動分支交換機（private automatic branch exchanges, PABX）等應用中。[243]

LIPD 類別執照設備是在不經協調的基礎上進行運作，它們與其他設備共享頻譜，透過對設備操作參數的限制，例如設備類型、輻射功率大小、運作區域和頻譜等，以管理設備之間干擾的可能性。雖然 LIPD 設備可用於商業或生命安全相關的無線電應用，但此類應用的

[243] ACMA LIPD class licence, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Class-licences/lipd-class-licence-spectrum-acma

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

用戶是被建議應特別注意此類執照設備的無線電運作要求，是否符合其應用需求的適用性。

如果發生干擾情況，LIPD 的使用者有責任採取必要的措施以解決干擾問題，例如透過重新調整，或停止其設備運作。一些 LIPD 有能力被重新調整，以幫助用戶避免局部干擾。

LIPD 可用於工業、科學和醫療（industrial, scientific and medical, ISM）頻段，但不受 ISM 應用的干擾保護。澳洲目前 ISM 頻段包括 13553-13567 kHz、26957-27283 kHz、40.66-40.70 MHz、918-926 MHz、2400-2500 MHz、5725-5875 MHz，以及 24-24.25 GHz 等頻段。

為了保護無線電天文台和太空研究地面站遭受干擾，已設定部分 LIPD 類別執照設備必須離開無線電天文台和太空研究地面站的隔離區。

LIPD 類別執照授權任何人可以依各種設備的特性，在各種設備指定的頻段內進行運作，其可運作的頻段可參考 2015 年無線電通信（LIPD）類別執照[244]附表 1 的說明，其中在第 1 欄指定可用設備，在第 2 欄設定可用頻率，在第 3 欄設定最大的 EIRP，以及在第 4 欄說明相關的限制。

2. 安全性指引

澳洲物聯網聯盟（IoT Alliance Australia, IoTAA）於 2017 年 11 月發布物聯網安全性指引[245]，IoTAA 工作流程 5（Workstream 5）的安全性和網路彈性促進本指引的開發。工作流程 5 由 IoT、電信產業、政府、隱私倡議者和消費者團體的代表所組成。IoTAA 建議應在其他相關法規、指引、標準和文件下閱讀該指引。

物聯網安全性指引包含物聯網設備通信和廣域物聯網運輸通信等領域，並涵蓋以下層面的安全性和隱私：

[244] Radiocommunications (Low Interference Potential Devices) Class Licence 2015, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2016C00432

[245] IoTAA (2017), Internet of Things Security Guideline, available at: https://www.iot.org.au/wp/wp-content/uploads/2016/12/IoTAA-Security-Guideline-V1.2.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 物聯網設備產生的數據；
- 往返於物聯網設備的數據；
- 存儲在物聯網設備中的數據；
- 使用物聯網設備的消費者；和
- 由物聯網系統驅動的執行器。

物聯網安全性指引涉及，但不限於以下物聯網設備的使用情境：

- 消費者在家中使用；
- 在辦公環境中的商業用途；
- 業務在操作系統中的使用；和
- 關鍵基礎設施的使用。

物聯網安全性指引的內容包括：

- 適用於物聯網安全性和用戶隱私的一般原則；
- 在物聯網環境中，對標準安全性和隱私控制提出具體解釋；
- 透過物聯網設備取得資訊的使用和存儲，提供相關指引；
- 往返於物聯網設備間的網路彈性；和
- 相關適用的法律。

物聯網安全性指引的目標是：

- 協助產業了解物聯網設備使用安全性和隱私的實際應用；
- 提供物聯網佈建產業、營運商和運輸服務提供商所使用；和
- 幫助產業了解相關法規的應用。

物聯網安全性指引匯集與物聯網安全性、隱私和彈性有關的資訊，以協助物聯網產業提供優質的產品和服務，其沒有認可在澳洲使用特定的技術或方法。

5G 需要新技術方法的支持，例如軟體定義的網路和網路功能虛擬化，以實現自適應網路（self-adapting networks）。建議使用一種將用戶平面（user planes）和控制平面（control planes）分開的網路體系結構，並可重新定義網域（例如無線接取網路和核心網路）之間的邊

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

界。5G 將引入新概念，例如透過點對點的網路，控制設備對設備（device-to-device, D2D）的通信，多播（multi-cast）和廣播協議，以及設備對偶方案（device duality schemes），其中設備既可充當正常端用戶設備或傳感器，並可作為擴展基礎架構的網路節點，與某些現有物聯網的布署一樣。

5G 行動技術會不斷發展，而且 5G 網路的本質截然不同，將無法避免需要不同且更複雜的安全性作法。在 5G 環境中，物聯網安全性指引認為物聯網的安全性關鍵考量因素包括：

- 多域（multi-domain）和多服務（multi-service）模型；
- 重新定義業者、用戶和設備的角色；
- 基於虛擬化和網路切片(network slicing)的新服務傳輸模型；
- 對關鍵基礎設施服務進行網路攻擊的後果更加嚴重；
- 人們越來越擔心大規模監視用戶的隱私；和
- 需要更輕更快的加密系統和演算法。

二、車聯網

（一） 政策推動重心

ACMA 於 2009 年 10 月時，已發布智慧運輸系統（Intelligent Transport System, ITS）規劃的討論文件[246]，調查澳洲核配 5.850-5.925 GHz 頻段供協同式智慧運輸系統（Cooperative Intelligent Transport System, C-ITS）的潛在價值，以及該系統與既有用戶可能採取頻譜共享的方案。經過與主要汽車產業成員協商後，決定在導入無線通訊管理法令前，繼續觀測 ITS 的發展。

國際 C-ITS 產業自 2009 年開始發展更進一步的技術與標準制定，導致延遲 C-ITS 技術的實施和採用。在此期間 ACMA 持續觀察 C-ITS 產業在國內和國際上的發展，並在澳洲展開 C-ITS 試驗。2014 年 4

[246] ACMA （2009）, Planning for intelligent transport systems, Proposals for the introduction of intelligent transport systems into the 5.9 GHz band in Australia, http://www.acma.gov.au/~/media/Spectrum%20Transformation%20and%20Government/Report/pdf/Planning%20for%20intelligent%20transport%20systems%20Proposals%20for%20the%20introduction%20of%20intelligent%20systems%20into%20the%2059%20GHz%20band%20in%20Australia%20Discussion%20Paper%20October%202009.PDF

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

月，負責管理配置澳洲 ITS 的國家道路運輸管理協會（Austroads）向 ACMA 提交一份解決 2009 年討論文件中相關問題的意見，並建議重新啟動 5.855-5.925 GHz 頻段（5.9 GHz 頻段）適用於 C-ITS 系統之規劃作業。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

ACMA 於 2016 年 8 月發布澳洲 C-ITS 規管措施建議的諮詢文件[247]，該諮詢文件建議在 5.855-5.925 GHz 頻段引入 C-ITS，並採用類別執照的方式進行管理。ACMA 在與業界進一步的磋商之後，於 2017 年 12 月 18 日制定了 2017 年無線電通信（智慧交通系統）類別執照規範[248]，並公告於 2018 年 1 月 5 日正式生效。

現階段澳洲主管機關對於車聯網與智慧交通設備之使用頻率，整理如下。[249]

表 50：澳洲車聯網設備使用頻率

應用型態	使用頻率
智慧交通系統	5855-5925MHz
汽車雷達	22-26.5GHz 76-81GHz
車流監控與道路電子收費	5.725-5.875 GHz 10.5-10.55GHz 24-24.25GHz

資料來源：ACMA，本研究整理

[247] Proposed regulatory measures for the introduction of cooperative intelligent transport systems in Australia, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/media/6383B3CBF78E4A4595CF035F103824F6.ashx

[248] Radiocommunications (Intelligent Transport Systems) Class Licence 2017, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2018L00026

[249] ACMA, Spectrum options for short range devices, https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Class-licences/spectrum-opportunities-for-short-range-devices (last visisted :2019/6/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（三） 創新應用執照架構與管理規範

1. 執照規範

ACMA 在與業界進一步的磋商之後，於 2017 年 12 月 18 日制定了 2017 年無線電通信（智慧交通系統）類別執照規範[250]，並公告於 2018 年 1 月 5 日正式生效。該類別執照授權在車輛之間（vehicle-to-vehicle）、車輛與人之間（vehicle-to-person），以及車輛與基礎設施之間（vehicle-to-structure）的通信，可以採用無線電技術的發射機。

該規範授權 ITS 設備必須在大於 5855MHz，且不大於 5925MHz 的頻率範圍內進行運作，且必須符合 ETSI EN 302 571 標準；輻射功率的最大 EIRP 不得超過 23 dBm/MHz，另外 ITS 設備也不得在北緯 26°42'15”，東經 116°39'32”的 Murchison 射頻天文臺 70 公里範圍內進行運作。

ITS 設備必須遵守本規範的額外條款，包括除非 ITS 設備符合其適用的所有即時標準及規範，否則不得使用 ITS 設備。另外如果發射機或發射機組發射的電磁輻射超過澳洲輻射防護與核能安全局（Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, ARPANSA）標準中規定一般公眾電磁波暴露的限值，則不得在公眾可能接觸的地方運作本發射機或發射機組。ARPANSA 利用其科學專業知識，建議在頻率範圍 3 kHz 至 300 GHz 內，人體暴露於電磁波的安全限值。該建議限值是為了確保電磁波的暴露不會對健康造成不良的影響。這些限值包括重要的安全因子，也就是說，該限值已遠低於會造成已知不良健康效應的水準。ARPANSA 制定的限值公告於輻射防護標準：3 kHz 至 300 GHz 電磁場最大的暴露限值（Radiation Protection Standard - Maximum Exposure Levels to Radiofrequency Fields - 3 kHz to 300 GHz）[251]中，此標準也稱為 ARPANSA 標準。

[250] Radiocommunications (Intelligent Transport Systems) Class Licence 2017, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2018L00026

[251] Radiation Protection Standard - Maximum Exposure Levels to Radiofrequency Fields - 3 kHz to 300 GHz, available at: http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2. 資安計畫

澳洲政府有責任保護國家免受網路攻擊，並確保能夠保護人民在網路空間的相關利益，因此必須在網路上防止犯罪、間諜、破壞和不公平競爭。澳洲的網路安全策略（Cyber Security Strategy）[252]是由總理暨內閣部（Department of the Prime Minister and Cabinet, DPMC）於2016 年公告，其制定澳洲政府如何面對數位時代挑戰的理念和計畫，以使人民從網路上獲得利益，並保護其利益。該策略是 21 世紀澳洲政府針對網路安全的重大投資，以加強澳洲的網路安全能力和提供新的舉措，如此可以補充國防白皮書（Defence White Paper）[253]中針對網路安全的投資，在未來十年中，國防網路安全的預算將提高至 4 億澳幣。

網路安全策略確定了 2020 年之前的四年，澳洲網路安全的五個行動主題，如下：

- 國家網路合作夥伴關係
- 全球的責任與影響
- 增長和創新
- 強大的網路防禦
- 成為智慧網路國家

澳洲網路安全的五個行動主題分別說明如下。

(1) 國家網路合作夥伴關係

政府，企業和研究單位必須一起推進澳洲的網路安全，主要的行動包括：

- 建立更強的合作夥伴關係。政府明確訂定主要責任，並重新定位澳洲網路安全中心（Australian Cyber Security Centre, ACSC）[254]，以更有效地與企業進行互動。

[252] Cyber Security Strategy, available at: https://cybersecuritystrategy.dpmc.gov.au/
[253] Defence White Paper, available at: http://www.defence.gov.au/whitepaper/docs/2016-defence-white-paper.pdf
[254] Australian Cyber Security Centre, available at: https://www.acsc.gov.au/

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 共同領導。政府和企業領袖在共同設計的國家網路安全舉措，應發揮領導作用，包括透過總理與企業領袖每年舉行網路安全會議。
- 深入了解成本和有效性。政府將贊助研究，以更深入了解惡意的網路活動對經濟造成的成本損失。

(2) 強大的網路防禦

使澳洲的網路與系統不易遭受網路攻擊，主要的行動包括：

- 檢測、阻止與回應。開發聯合運作的網路威脅共享中心和在線的網路威脅共享門戶站點（portal），提高智慧、分析和回應的能力，以解決網路威脅。
- 提高標準。聯合開發設計自願的網路安全管理系統和國家級的實踐指南，開發和利用先進技術，使澳洲成為網路威脅較難對應的目標，並對政府機關進行網路安全評估。

(3) 全球的責任與影響

積極推動開放、自由和安全的網路空間，主要的行動包括：

- 關閉安全港(safe havens)。國際夥伴應合作避免產生安全港，並防止網路犯罪和其他惡意的網路活動。安全港是指合作夥伴之間可能包庇或忽略自家人對別的國家進行網路犯罪和其他惡意的網路活動。
- 倡導開放、自由和安全的網際網路。提倡保持全球性的開放、自由和安全的網際網路。
- 建構防禦能力。在澳洲地區與全球協助建構防禦能力，以打擊惡意的網路活動。

(4) 增長和創新

企業將透過網路安全創新，進而成長與繁榮，主要的行動包括：

- 使網路安全產業能夠獲得發展與擴展。支持新興業務，並促進澳洲網路安全產品與服務的出口。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 實現網路安全創新。透過網路安全增長中心（Cyber Security Growth Centre）[255]和創新網路來激勵對網路安全創新的投資，以強化網路防禦、增長經濟和創造就業機會。
- 實現網路安全研究與開發。確保澳洲的網路安全研究與開發能夠對應相關挑戰。

(5) 成為智慧網路國家

使澳洲擁有網路安全的技能與知識，可在數位時代中茁壯成長，主要的行動包括：

- 發展正確的技能與專長。從網路安全卓越的學術中心開始，解決網路安全技能的短缺，並增加多樣性，以發展高技能網路安全的勞動力。
- 提高國家的網路安全意識。聯合公家與民營，持續進行提高國家網路安全意識的舉措，以提升澳洲人民對網路風險與利益的意識。

三、無人機

（一） 政策推動重心

澳洲主管機關ACMA每年會定期發布未來5年之頻譜展望(Five-year Spectrum outlook），2018年9月時發布2018年至2022年之五年頻譜展望（Five year Spectrum Outlook 2018-2022）討論無人機頻譜規管事宜，包括無人機使用之頻譜、干擾設備與管理機制相關架構。ACMA 將與無人機使用者與相關機構合作，包括航空監管單位與執法機構等，持續掌握國際間對於無人機頻譜管理與設備干擾之規管趨勢發展。[256]

澳洲民用航空安全管理局(Civil Aviation Safety Authority, CASA）是由民用航空法（Civil Aviation Act）授權制定，並執行民用航空相

[255] Cyber Security Growth Centre, available at: http://www.innovation.gov.au/page/cyber-security-growth-centre

[256] ACMA (2018), Five-year Spectrum Outlook 2018-22, https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Spectrum-projects/5-Year-Spectrum-Outlook/five-year-spectrum-outlook (last visisted :2019/6/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

關安全規則和規定的組織。適用澳洲的民用航空相關安全規則與規定載於民用航空條例 1988（Civil Aviation Regulation 1988, CAR1988）[257]和 1998 年民用航空安全條例（Civil Aviation Safety Regulation 1998, CASR1998）[258]。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

澳洲主管機關 ACMA 於 2018 年 2 月討論無人機干擾設備時，敘明目前澳洲無人機主要使用免執照頻段：2400-2483GHz 及 5725-5850MHz。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

民用航空條例 1988（Civil Aviation Regulation 1988, CAR1988）和民用航空安全條例（Civil Aviation Safety Regulation 1998, CASR1998）規定幾個部分適用於無人駕駛飛機系統（Unmanned Aircraft System, UAS）或無人駕駛飛機（drones）。CASR 1998 第 101 條規範哪些地方、哪些人、哪些情況，以及如何操作無人載具。這些規定也適用於商業無人機操作員，以及僅將無人機用於娛樂目的的人。CASR 1998 第 101.G 條適用於純粹為運動或娛樂目的而操作無人機的人員，CASR 1998 第 101.F 條適用於那些為其他任何目的而操作無人機的人員。

有關許可操作無人載具地點的規定，主要是為了確保無人載具不會對其他飛機造成碰撞危險，或對地面上的人員和財產造成危害或干擾。無人載具的飛行標準限制包括無人載具不可以在距離人們 30 公尺的範圍內，或直接在人們或其財產的上方進行運作；無人載具不得在超過地面 120 公尺的地方進行運作；以及無人載具不得在管制機場和管制空域的 5.5 公里範圍內進行運作。

[257] Civil Aviation Regulations 1988, available at: https://www.legislation.gov.au/Series/F1997B00935
[258] Civil Aviation Safety Regulations 1998, available at: https://www.legislation.gov.au/Series/F1998B00220

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

無人載具除了必須符合上述澳洲民用航空相關安全規則與規定之外，也必須遵守 ACMA 無線電設備和頻譜配置的相關規定，特別是在網路上，或從海外購買無線電發射設備時，務必確保其符合 ACMA 針對該類發射設備規定的條件。在選擇和使用高增益天線時，營運商必須特別注意這些天線有符合其特定類別無線電發射機執照之有效全向輻射功率（Effective Isotropic Radiated Power, EIRP）的條件。大多數商用無人載具使用低干擾潛在設備（LIPD）進行遙測和有效負載鏈接，這些設備必須符合 LIPD 類別執照（LIPD class licence）的要求。

四、智慧醫療

（一） 政策推動重心

澳洲主管機關 ACMA 於 2016 年 2 月討論 5G 行動網路發展可能涉及之新興議題時，將智慧醫療照護列為重要垂直應用之一，智慧醫療服務將需要能安全傳輸敏感性個人資料之網路，具備高可靠度且能夠防範網路安全攻擊，方能實現許多關鍵應用如遠端手術以及公共安全生命線網路等。

ACMA 認為，消費者醫療照護中有許多要素都仰賴具聯網能力的追蹤器以及監控設備，例如遠端醫療照護，讓缺乏醫療專家常駐之偏遠地區民眾，也能夠藉由實施遠端手術的方式獲益。居家健康監測則能讓患者透過監測的方式在家休養。

因此，藉由 5G 網路的大頻寬與大量設備連線，將有助於醫療照護服務的推動，確保無論在澳洲境內的都會區、郊區或偏遠地區，都能夠享有遠端醫療照護服務。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

除前述本研究整理之 ACMA 推動 5G 網路發展外，現階段澳洲主管機關對於醫療設備之使用頻率，整理如下。[259]

[259] ACMA, Spectrum options for short range devices, https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Class-licences/spectrum-

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 51：澳洲醫療設備使用頻率

應用型態	使用頻率
警示系統（脅迫、人身安全或醫療急救）	27.5MHz 273-303.95MHz 304.05-328.6MHz 433.05-434.79MHz 915-928MHz
運動員位置與生物醫學數據蒐集	77.4MHz
生物醫學遙測	173-230MHz 433.05-434.79MHz 520-668MHz 2.4-2.4835GHz
植入式醫療設備	262kHz 401-406MHz

資料來源：ACMA，本研究整理

（三） 創新應用執照架構與管理規範

1. 執照規範

目前 ACMA 對於前述醫療設備所採取之執照架構，性質均屬類別執照下之低干擾風險設備（Low Interference Potential Devices, LIPD），規範條件包括運作頻段與功率限制，例如居家監控、車庫遙控器與個人警報器等，此種設備不需要個別頻率協調干擾管理機制。

LIPD 類別執照設備是在不經協調的基礎上進行運作，它們與其他設備共享頻譜，透過對設備操作參數的限制，例如設備類型、輻射功率大小、運作區域和頻譜等，以管理設備之間干擾的可能性。雖然 LIPD 設備可用於商業或生命安全相關的無線電應用，但此類應用的

opportunities-for-short-range-devices (last visisted :2019/6/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

用戶是被建議應特別注意此類執照設備的無線電運作要求，是否符合其應用需求的適用性。

如果發生干擾情況，LIPD 的使用者有責任採取必要的措施以解決干擾問題，例如透過重新調整，或停止其設備運作。一些 LIPD 有能力被重新調整，以幫助用戶避免局部干擾。

2. 網路安全指引

澳洲政府衛生部（Department of Health）於 2019 年 7 月發布醫療設備產業網路安全指引[260]，該指引適用於醫療設備製造商和贊助商的軟體或電子組件。

醫療設備產業網路安全指引主要用於：

- 製造商開發用於獨立醫療設備（standalone medical devices）或用作獨立醫療設備的軟體，例如用於醫療設備的軟體（Software as a Medical Device, SaMD），包括在設計中結合人工智慧的設備。
- 醫療設備（包括體外診斷（in-vitro diagnostic）醫療設備）的製造商，包括其設備可能容易受到基於網路威脅的組件。
- 在澳洲提供醫療設備的贊助商，以確保其安全性和品質得到證明，並符合基本原則。

衛生部制定此指引是為了支持澳洲醫療設備的網路安全能力，並嵌入整個醫療設備產業，以改善網路安全措施。醫療設備產業網路安全指引符合現行法規的要求，將有助於風險法規核准途徑的施行，該途徑由澳洲政府的網路安全策略進行指導，並提供支持。

製造商應負責評估和管理可能危害患者、用戶或任何其他人健康和安全的網路安全風險，以及醫療設備的其他風險。包括銷售前和尚市後，說明如下：

[260] Department of Health (2019), Medical device cyber security guidance for industry, available at: https://www.tga.gov.au/sites/default/files/medical-device-cyber-security-guidance-industry.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 銷售前：製造商必須在設計和開發過程中應對網路安全風險，包括：
  - 一般考量因素，例如開發方法、管理協議、標準的應用、風險管理策略、基礎設施、製造和供應鏈的管理，以及用戶的資訊提供。
  - 技術層面的考量，例如網路安全滲透測試（penetration testing）、模組化設計架構、操作平台安全性、新興軟體，以及可信的接取和內容提供。
  - 設備預期使用環境的注意事項，例如連接到網路，以及上載或下載數據。
  - 物理考慮因素，例如設備和介面上的機械鎖、物理保護的網路（physically securing networks），以及廢物管理（防止截取敏感的紙張資訊）。
  - 社交因素，例如設計或最小化社交工程威脅（social-engineering threats），例如網路釣魚、假冒、誘餌和尾隨（tailgating）。
- 上市後：製造商和贊助商必須不斷評估醫療設備的網路安全風險，並採取必要措施，包括：
  - 網路安全威脅的情景在短時間內會發生變化，因此合規的風險管理策略將演示如何審查和更新醫療設備網路安全風險。
  - 網路安全事件似乎不會立即影響醫療設備，但仍是網路安全威脅情景的一部分，需要將其視為合規醫療設備網路安全風險管理策略的一部分。

風險管理預期會是一項持續的活動，從最初的構想到開發、測試、市場授權、上市使用，以及再到最終，整個過程都將在醫療設備生命週期的各個階段進行考量、控制和記錄。透過採用總產品生命週期（total product life cycle, TPLC）的方法進行風險和品質管理，最容易達到這些期望。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

TPLC 方法的基礎是品質管理系統的持續應用和更新，包括：

- 風險管理程序
- 變更管理程序
- 設計程序
- 投訴管理程序

為使醫療設備包含在澳洲治療用品註冊（Australian Register of Therapeutic Goods, ARTG）中，製造商必須證明其符合基本原則。基本原則要求製造商將與設計、長期安全性和設備使用相關的風險降至最低，其中包括最小化網路安全風險。六項基本原則與所有醫療設備有關，另外九項有關設計和構造的基本原則將視情況適用於醫療設備，具體取決於設備使用的技術。

提供不符合基本原則的醫療設備，可能是種犯罪，或違反民事處罰相關規定，也可能會導致強制執行後果。

- 無論設備的分類為何，製造商被要求產生和維護用於管理醫療設備網路安全品質的管理系統和風險管理架構之證據，以證明設備符合基本原則。
- 贊助商必須有足夠的資訊來證明醫療設備符合基本原則，或與製造商一起制定相關程序，使其可以獲取這些資訊，並根據要求提供治療物品管理局（Therapeutic Goods Administation, TGA）相關資訊。

基本原則第 1（b）條要求醫療設備的設計和生產，應確保在權衡預期收益的基礎上，設備使用的相關風險是可接受的，並具有高度的健康和安全保護。

基本原則第 2（2）條要求醫療設備的設計和構造，應選擇適當的解決方案，以最大程度地減少使用該設備的相關風險，因此製造商必須：

- 辨別醫療設備可預見的相關危害和風險。
- 透過採取安全的本質設計政策，盡可能消除或減少已辨別的風險。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 針對無法消除的風險，確保採取適當的保護措施。

為符合基本原則，製造商須解決的網路安全將取決於設備的類型，但可能包括：

- 在特定情況下，臨床醫生的設備仿單標示外使用（off-label use）。
- 對設備惡意和未經授權的連接或修改。
- 利用設備軟體或硬體中的已知漏洞。
- 以感知需求或偏好，修改不支持用戶變更的設備，以自定義設備。
- 在不安全或可能不安全的操作環境中使用設備。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第五節　日本

一、物聯網

（一） 政策推動重心與候選頻段發展及釋出時程

2013 年 6 月 14 日日本內閣議決提出《世界最新進 IT 國家創造宣言》，希望能夠達到產業革新、打造健康、安新的生活環境與建立具備完善公共服務的社會環境等目標。為實現此一目標，2015 年 9 月總務省在其下之研究分科會中，設立 IoT 政策委員會，從政策面（ICT 基礎建設整備、制定相關規定）、採用措施（IoT 革新的相關議題之解決方案）、目標面（IoT 情境）來整合與檢討，制定完整的 IoT 總體戰略。

2016 年總務省召開「無線電波政策 2020 懇談會」主要是來因應 IoT 與感知網路設備的急速擴增，以及所謂萬物聯網的 IoT 社會的進展，包含智慧家庭、智慧電網、智慧城市與機器人等會使用到新頻譜需求的領域，因此在 2020 年舉辦的東京奧運/殘障奧運等先期無線設備的導入與整備為目標背景下，進行頻率配置的相關擬定工作。

2017 年 6 月 29 日，總務省改組 IoT 政策委員會為「建立 IoT 新時代的未來檢討委員會」（簡稱為 IoT 檢討委員會），最重要的工作則是要擘劃未來 IoT 社會的情境與應用方向。為服膺 2018 年內閣府通過之《未來投資戰略 2018》中強調邁向「Society 5.0」的目標，IoT 檢討委員會於 2018 年 8 月之期末報告提出「藉由資通訊科技來因應變革」（Chance to Change by TECH）的政策口號，並提出八項變革（MOVE FAST），及公布數位包容（Inclusive）、聯網社會（Connected）、數位轉型（Transform）等三項政策配套措施（Policy Packages），分別對應「以人為中心建構」、「地區建構」、「產業建構」的議題。

（二） 創新應用執照架構與管理規範

總務省綜合通訊基礎建設局的移動通信課針對 920MHz 頻段低功率物聯網（LPWA）從 2016 年 11 月起提出相關之修正方向，至 2017 年 10 月完成階段性的修正工作。主要包含「執照局種變更」、

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

「窄頻段使用方法修正」、「低增益天線使用時的天線功率修正」。相關說明如下：

1、局種擴大使用

由於電信業者打算參與 LPWA 的建置，以及總務省的頻譜配置計畫做了變更，後續總務省打算鬆綁局種的使用目的與限制。

- 無線臺的局種:從原本限定使用在簡易的無線通訊業務之簡易無線台，變更為沒有限制業務的「陸地行動臺」。
- 頻譜配置計畫:從簡易無線通訊業務用，變更為電信業務用、公共業務用、廣播業務用、一般業務用等全面向的使用目的。

2、窄頻段頻率共用

過往的基準，載波是容許偏差範圍內每單位頻道的中心頻率約±18.4KHz 的使用，每單位頻道內端到端的頻譜是不能使用的。而修正後的規定，是容許偏差的頻率，在 LPWA 的低速通訊下，能使用窄頻段的載波。其優點是在多個終端下，相同的頻道即使都在使用，也能使用不同的載波來迴避干擾問題，也就是可能在頻率軸上共享頻譜。

3、低增益天線使用時的天線功率修正

對於手持式讀寫機與穿戴式設備，這類小型・薄型機器由於有安裝空間的限制，加上天線增益會變低，無法確保必要的通訊距離。爰此，針對天線一體的無線設備的低增益天線的利用，進行天線功率有關規定的修正。

另對於物聯網的資安政策部分，2016 年 7 月，總務省與經濟產業省共同發布《IoT 資安指導方針》，2017 年總務省公布《IoT 資安綜合對策》，針對「資安脆弱性對策的相關體制整備」、「研究開發推展」、「民間企業的安全對策促進」、「人才養成的強化」、「國際合作的推展」等五大面向進行策略檢討。後續總務省於 2018 年 7

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

月、2019 年 5 月各公布年度的《IoT 資安進程報告》，於 2019 年 8 月公布修正版的《IoT・5G 資安綜合對策》[261]，增列 5G 資安在軟體及硬體在脆弱性上需做因應。這些面向在在說明了日本對於資安防護的決心。

二、車聯網

（一） 政策推動重心與候選頻段發展及釋出時程

總務省以 5G 與 AI 為發展背景，自 2016 年 12 月由綜合通訊基礎建設局電波部移動通信課監督設置「邁向實現聯網車社會研究會」，以①資料活用為基礎創造新型態商業模式、②支持聯網車社會的無線通訊網路方式、③因應建立安全與高便利性的平台的方法策略等三方面為基礎，進行相關檢討，讓車輛製造商、通訊業者、設備製造商、車業相關服務提供者（保險、觀光、保全等）等多方利害關係人進行參與。

2017 年 8 月研究會提出結案報告，訂定三大主軸計畫以實現目標：

表 52：日本聯網車社會實現計畫

計畫名稱	模式名稱	概念
網路連結計畫： 資訊系統、基礎設施感測器、與其他車輛適當連結下，妥善地支援可靠度高的即時駕駛無線通訊系統的最佳化／功能提升	駕駛支援向的邊緣運算模式	基於超低延遲的邊緣運算，提升安全駕駛、自動駕駛支援系統的即時性
	基礎建設協調行駕駛支援模式	基於使用包含 LTE 與毫米波通訊的各種通訊技術的道路與車輛間的通訊合作，提升駕駛支援升級（V2I 無線系統）
	車輛間資訊共享模式	往後在車輛間共享各種車輛的移動資訊來支援支持自動駕駛，將使用包含 LTE 與毫米波通訊的各種通訊技術。

[261] 參見總務省網站：<http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01cyber01_02000001_00036.html>。（瀏覽時間：2019 年 10 月 13 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

		（V2V 無線系統）
資料連結計畫： 基於無線系統的使用，有效地收集、保存從車子產生各式各樣的資料，經由網路妥善地實現活用	高效率資料收集模式	基於各種不同的通訊方式順暢締切換，來實現高效的數據收集機制與迅速進行資料整理方式
	產生便利、舒適的雲端資料活用模式	對收集到的資料進行有效的儲存和雲端處理，實現預測和最佳化等便利、舒適的移動服務。
平台連結計畫： 除了支持車聯網社會系統架構的設計與評估外，讓各種業者能夠使用，實現在國際上具有競爭力的車聯網平台	系統架構模式	設計與評估可承受大量大量車輛資訊上傳與駕駛支援的的先進資訊處理中心的聯網車整體系統架構
	合作平台模式	促進有效的資料互相利用的模型，以建立多元合作夥伴的平台

（二） 創新應用執照架構與管理規範

日本的車聯網使用免執照頻譜，主要使用頻段為：1620KHz、76~90MHz、755.5~764.5MHz、2.5GHz、5,770~5,850MHz、22~29GHz、60~61GHz、76~77GHz、77~81GHz。其中對於智慧交通系統（ITS）較為重要者為 755.5~764.5MHz 與 5,770~5,850MHz 的頻段。

表 53：日本車聯網主要使用頻譜

頻段	主要類別	使用說明
1,620KHz	ITS	路旁廣播（高速公路廣播）
76~90MHz	ITS	道路交通資訊通訊系統
755.5~764.5MHz	ITS	760 頻段安全駕駛支援系統
2.5GHz	ITS	道路交通資訊通訊系統
5,770~5850MHz	ITS	道路交通資訊通訊系統 窄區通訊系統 DSRC 自動收費系統 ETC

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

三、無人機

（一） 政策推動重心與候選頻段發展及釋出時程

日本國內有少子化以及老齡化的長期問題，因此 2015 年後即開始利用小型無人機進行實驗或實證，如偏遠地區、跨島物資輸送，水庫、橋樑、隧道等公共建設之監測、山林土壤管理監測等。

2016 年的《電波政策 2020 懇談會》中，有針對無人機進行未來產業服務與管理之討論議題。因應內閣府的《未來投資戰略 2018》之政策，經濟產業省與國土交通省於 2018 年 8 月 24 日共同針對「空中飛行汽車」的實現，公私協力設立「邁向空中移動革命之官民協議會」，以具體化實現空中飛行汽車的願景。此外，總務省在公開之 5G 願景影片中，對於無人機在偏鄉之實現亦有著墨。

（二） 創新應用執照架構與管理規範

日本無人機之相關規範主要為《航空法》與《電波法》。

1、 航空法

由於無人機急速增加與普及化，安全等面向課題也隨之而來，因此日本國土交通省提出修訂《航空法》，並於 2015 年 9 月國會修訂通過，於同年 12 月 10 日實施。其中訂定需經主管機關許可之無人機飛行的場域、無人機之飛行方式、以及適用事故、災害救助之外的事項與罰則訂定。

- 許可之無人機飛行的場域

例如在機場周邊，會危及飛機飛行安全之上空（飛機場周圍、150 公尺以上之高空）、人潮與住宅密集區域上空，皆須要經過許可才能飛行。至於上述以外區域則無限制。

- 無人機飛行方式

若在夜間飛行、視野以外飛行、對於飛行下方物體未滿 30 公尺飛行、在活動上空飛行、運輸危險物品、投落物品等情形時，必須得

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

到國土交通大臣之許可。否則，一般必須要在白天、視野可及之監控距離、與人或物件保持距離等條件飛行。

- 罰則

基於事故與災害等公家機關之搜索援助時，上述限制飛行場域及飛行方式得以豁免。若違反上述限制之飛行場域與方式時，應科罰金。

2、 電波法

日本的小型無人機之功率發送範圍與發送遙控接收之頻率範圍受《電波法》管轄。為發展包含無人機等機器人之無線電波使用，自 2015 年 3 月起，持續檢討與擴大頻率之使用範圍與空中使用功率之增大等技術規範。至 2016 年後，新增 5.7GHz、73MHz 等高畫質影像傳輸頻段頻段，以及允許 5 公里以內之長距離通訊。

表 54：日本使用小型無人機所使用的主要無線通訊頻段

分類	無線臺執照	頻段	傳輸功率	使用型態	備註	使用者資格
不需執照與登記的無線臺	不用	73MHz	500 公尺距離的電場強度在 200 μ V/m 以下	操作用	廣播無線電控制用微弱無線台	不用
	不用	920MHz	20mW	操作用	920MHz 頻譜遙測用、遠距遙控用特定小功率無線台	
		2.4GHz	10mW/MHz	操作用、圖像傳輸用、資料傳輸用	2.4GHz 頻譜小功率資料通訊系統	
行動臺	需要	1.2GHz	最大 1W	圖像傳輸用	類比方式限定	第 3 級陸地特殊無線技士以
行動台、陸	需要	169MHz	10mW	操作用、圖像傳輸用、	無人移動圖像傳輸系統	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

分類	無線臺執照	頻段	傳輸功率	使用型態	備註	使用者資格
地行動臺				資料傳輸用	（2016 年 8 月制度整備）	上資格
		2.4GHz	最大 1W	操作用、圖像傳輸用、資料傳輸用		
		5.7GHz	最大 1W	操作用、圖像傳輸用、資料傳輸用		

四、智慧醫療

（一） 政策推動重心

為了因應全球數位革命、資料及人才的競爭、資料霸權主義的發展，日本內閣府於 2018 年 6 月 15 日公告《未來投資戰略 2018》，主要以邁向「Society 5.0」，讓國民有嶄新的生活與經濟社會、改革制度與社會結構、並在各國競爭更加激烈下，塑造嶄新的決心及保持與各國一致的速度步調。

該戰略主要有「生活、產業面」、「經濟活動面」、「行政、基礎設施面」、「地區、社區、中小企業面」、「人才面」等五大變革。其中的生活、產業面中，即認為需要藉由 IoT 技術來對於交通不便地區、偏鄉人口減少所產生之醫療進行變革，認為透過遠距與即時性技術，來克服地理與時間限制而創造出新的服務。

爰此，該戰略下提出「建構下世代健康照護系統計畫」等相關子計畫，目標在 2020 年度起，建構資料與技術革新等積極導入與活用，建構以使用者為中心之新型態「健康、醫療、照護系統」，以醫療機關與照護事業為基礎，提供個人最適當的服務，以及保險保戶為中心進行預防與健康的建立，向下世代健康照護系統與健康壽命延伸的目標邁進。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

1989 年，郵政省將特定小功率無線台制度化為其中一種類別。1998 年，總務省廢止可儲存名稱之呼叫器設備，並強制安裝防止干擾的功能。2006 年，總務省的無線電波使用狀況調查結果，包含 770MHz 以下的免執照醫療用電子儀器用的特定小功率無線台的出貨量需要公開揭露，之後每三年會定期公開揭露。2014 年，額外增加 BAN 型設備。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

關於日本的智慧醫療的相關頻譜規定，《電波法施行規則》第 6 條第 4 項第 2 款(2)規定關於醫療用的電子儀表（如醫院、診所與其他醫療機關或研究機關，利用電子儀表傳送生理訊號者）所使用的頻譜為 410~430MHz、440~470MHz。

另外有部分醫療用設備可能使用 ISM 的 900MHz、2.4GHz 或 5.7GHz 的頻段。總務省於 1999 年 12 月公告歐美規格的 2.4GHz 可為小功率資料通訊之用，頻段約為 2400MHz~2483.5Mhz 之間，也是醫療用設備若採用 ISM 規格的主流頻段。

表 55：日本醫療用特定小功率無線台頻譜

區分	頻寬	電波形式	頻譜	空中電力
A	8.5kHz 以下	F1D、F2D、F3D、F7D、F8D、F9D	●420.0500~421.0375MHz (每 12.5kHz 間隔共 80 段) ●424.4875~425.9750MHz (每 12.5kHz 間隔共 120 段) ●429.2500~429.7375MHz (每 12.5kHz 間隔共 40 段) ●440.5625~441.5500MHz (每 12.5kHz 間隔共 80 段) ●444.5125~445.5000MHz (每 12.5kHz 間隔共 80 段)	1mW 以下

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

			●448.6750~449.6625MHz (每 12.5kHz 間隔共 80 段)	
B	8.5~16kHz	F7D、 F8D、 F9D、 G7D	●420.0625~421.0125MHz (每 25kHz 間隔共 39 段) ●424.5000~425.9500MHz (每 25kHz 間隔共 59 段) ●429.2625~429.7125MHz (每 25kHz 間隔共 19 段) ●440.5750~441.5250MHz (每 25kHz 間隔共 39 段) ●444.5250~445.4750MHz (每 25kHz 間隔共 39 段) ●448.6875~449.6375MHz (每 25kHz 間隔共 39 段)	
C	16~32kHz	F7D、 F8D、 F9D、 G7D	●420.0750~420.9750MHz (每 50kHz 間隔共 19 段) ●424.5125~425.9125MHz (每 50kHz 間隔共 29 段) ●429.2750~429.6750MHz (每 50kHz 間隔共 9 段) ●440.5875~441.4875MHz (每 50kHz 間隔共 19 段) ●444.5375~445.4375MHz (每 50kHz 間隔共 19 段) ●448.7000~449.6000MHz (每 50kHz 間隔共 19 段)	
D	32~64kHz	F7D、 F8D、 F9D、 G7D	●420.1000~420.9000MHz (每 100kHz 間隔共 9 段) ●424.5375~425.9375MHz (每 100kHz 間隔共 15 段) ●429.3000~429.6000MHz (每 100kHz 間隔共 4 段) ●440.6125~441.4125MHz (每 100kHz 間隔共 9 段) ●444.5625~445.3625MHz (每 100kHz 間隔共 9 段)	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

			●448.7250~449.5250MHz (每 100kHz 間隔共 9 段)	
E	64~320kHz	F7D、 F8D、 F9D、 G7D	420.3000MHz 、 420.8000MHz 、 424.7375MHz 、 425.2375MHz 、 425.7375MHz 、 429.5000MHz 、 440.8125MHz 、 441.3125MHz 、 444.7625MHz 、 445.2625MHz 、 448.9250MHz、449.4250MHz	10mW 以下
BAN	64~230kHz	F7D、 F8D、 F9D、 G7D	420.3000MHz 、 420.8000MHz 、 424.7375MHz 、 425.2375MHz 、 425.7375MHz 、 429.5000MHz 、 440.8125MHz 、 441.3125MHz 、 444.7625MHz 、 445.2625MHz 、 448.9250MHz、449.4250MHz	0.1mW 以下

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第六節　韓國

一、物聯網

（一） 政策推動重心

2016 年 1 月於瑞士達佛斯（Davos）召開的世界經濟論壇中，主題為第四次工業革命對於產業與民眾生活的衝擊影響，韓國相當重視此項趨勢預測，後續科技政策之背景皆從第四次工業革命而起。

關於推動物聯網的相關政策始自 2014 年。韓國產業通商資源部（簡稱產通部）對於 ICT 技術的變革帶動的價值鏈產業之變化，於 2014 年 7 月成立公私協力之製造技術革新委員會並召開會議。[262]隔年 2015 年 3 月，未來部與產通部共同提出「製造業革新 3.0 戰略」，4 月針對此戰略之後續措施，成立「智慧製造、R&D 路徑推動委員會」，針對生產系統的技術，如智慧感應裝置、IoT、雲端、大數據、全像投影進行開發與投資方向。[263]

2015 年 11 月，未來部與文化體育觀光部提出《19 大未來成長動力》戰略，提出 19 項重大的科技帶動韓國未來發展，其中 IoT 即是其中的一環。[264]

2016 年 5 月未來部提出《K-ICT 戰略 2016》，主要針對 10 大戰略產業的政策進行政策藍圖，IoT 亦為其中一要項。[265]

2017 年 1 月 16 日，韓國政府內跨部會共同提出《智慧資訊社會中長期綜合對策》，為其基於 K-ICT 的科技戰略與頻譜計畫的大型科技政策，包含欲達成智慧社會之相關指標，其中關於 5G 的部分為「建構超快速連結、資料與服務為中心的網路環境」之基礎建設服務，以及強調須支援 5G 頻譜與網路管制革新[266]。

---

[262] 參見產業通商資源部（2014），網站：<http://www.motie.go.kr/motie/ne/rt/press/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=79199&bbs_cd_n=16>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[263] 參見產業通商資源部（2015），網站：<http://www.motie.go.kr/common/download.do?fid=bbs&bbs_cd_n=81&bbs_seq_n=157196&file_seq_n=58>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[264] 參見網站：<https://blog.naver.com/with_msip/220530847348>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[265] 參見網站：<http://www.kfict.or.kr/board/download.html?seq=2337>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[266] 前揭註 147。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

2016 年 1 月 18 日未來部提出《K-ICT 頻譜計畫》，針對「產業生活」的部分，提出智慧型機器人、大數據、智慧工廠等因應智慧資訊社會的頻譜需求，預計至 2026 年底確保總計 27,214MHz 的新頻譜。其中關於 IoT 的頻譜規劃部分，為了智慧工廠的工程管理、智慧城市的設施管理、U-Health 等 IoT 的連結網路，確保在 1GHz 以下的 28MHz 頻寬（是現在的兩倍大）。

2017 年 12 月 27 日，通信部發布〈建構對於自駕車、智慧城市為基礎的連結網路〉公告，針對智慧工廠的高速近距離 IoT 的頻譜確保在 2020 年前有 125MHz 的頻寬，智慧城市的高速即時影像的 IoT 頻譜確保 5GHz 的頻寬。[267]

通信部為因應構建 I-KOREA 4.0 政策計畫內各項創新應用技術，實現政策中促進雲端數據、網路以及人工智慧（「DNA（Data-Networked AI）的活用」）的子項工作計畫，故於 2018 年 7 月 11 日至 31 日進行「IoT 頻率供應計畫需求調查」。主要調查 300MHz 頻段與 900MHz 頻段，調查使用頻寬（共計 17.7MHz）、技術型態與服務種類，調查結果將作為韓國制定 2019 年韓國 IoT 頻譜供應計畫之政策參考[268]。

表 56：韓國 IoT 頻率供應計畫需求調查

序號	候選頻段	頻寬	分配現況	使用狀況	備註
1	317.9875-318.1375MHz	0.15MHz	無線資料傳輸	未使用	
2	319.1375-320.9875MHz	1.85MHz	無線資料傳輸	未使用	
3	322-328.6MHz	6.6MHz	無線資料傳輸	未使用	

[267] 前揭註 151。

[268] 網址：<http://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1388772>。（瀏覽時間：2019 年 6 月 7 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

4	811-814MHz 856~859MHz	6MHz	公共通訊頻譜	公共通訊頻譜(4MHz)	可容許使用全部或部分頻段的中繼無線電系統（Trunked Radio System，TRS）的使用者，與提供中繼無線電系統服務者，用來作為 IoT 的使用。
5	898.64375~900MHz	1.35625MHz	無線資料傳輸	未使用	
6	924.05625~924.45625MHz	0.4MHz	無線資料傳輸	未使用	
7	938.64375~940MHz	1.35625MHz	無線數據	未使用	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

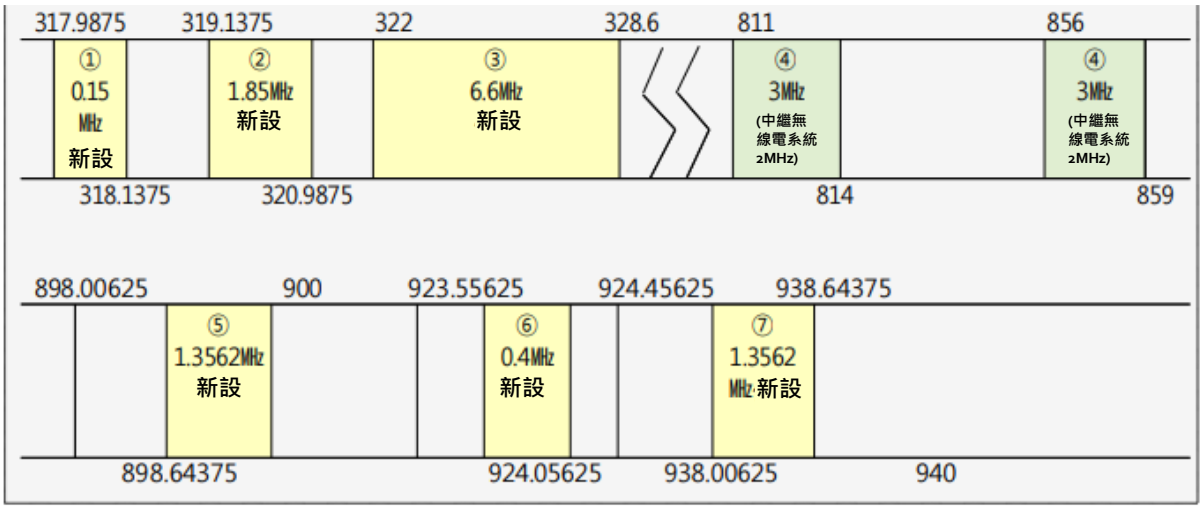


圖 100：韓國 IoT 頻率供應計畫頻譜配置表

2018 年 10 月 16 日，通信部發布〈智慧工廠製造工程、物流管理用頻譜額外供應〉公告，增加指配 6.0~7.2GHz 的頻段。[269]

表 57：韓國 IoT 頻段一覽[270]

分類	分配	最大功率
長距離	917~923.5MHz	200mW
	940~946MHz	200mW
近距離	1,788~1,792MHz	100mW
	2,400~2,483.5MHz	10mW/MHz
	5,150~5,350MHz	10mW/MHz
	5,470~5,650MHz	10mW/MHz
	5,650~5,725MHz	10mW/MHz
	5,725~5,825MHz	10mW/MHz
	5,825~5,850MHz	10mW/MHz
合計	680MHz 頻寬	

[269] 參見網址：<https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1409582>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[270] 參見網址：<https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw11241&artId=1319589>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（三） 創新應用執照架構與管理規範

韓國物聯網的頻段基本上採取免執照的方式使用。對於可能會有鄰頻干擾的頻段，通信部的態度是規定可以使用的頻段內，一定得以使用，相關的解決方案必須盡速由政府與民間相互支援解決。

2019 年 4 月韓國政府發表《5G+戰略》，其中重申為了要構築最安全的 5G 使用環境，於 2019 年修正通過《資通訊網利用促進與資訊保護等相關法律》（簡稱資通訊網法）、指定擴主要大 5G 核心設施的資通訊基礎設施[271]，其中《資通訊網法》即為對於 IoT 的設備、服務的安全關聯的法律根據，以及匯流服務的安全基準建議。

2019 年 7 月，韓國行政安全部公布《政府物聯網導入指導方針》，特別針對政府物聯網的基礎設施之導入基準、網路布建的基準、安全性與共通基礎設施提出相關的指引。

二、車聯網

（一） 政策推動重心

韓國的車聯網如同物聯網的類似背景，韓國政府皆為因應第四次工業革命對於產業與民眾生活的衝擊影響，提出相關之科技政策。

在車聯網產業推動的政策部分，2015 年 11 月，未來部與文化體育觀光部提出《19 大未來成長動力》戰略，提出 19 項重大的科技帶動韓國未來發展，其中智慧車為是其中一環。

2016 年 2 月，產通部提出「因應民間創造新產業新輸出動能的促進策略」，與 81 個企業針對 5 大產業提出 3 年 113 項的民間主導投資計畫。這五大產業中，在 ICT 智慧製造匯流內包含智慧車項目。[272]

[271] 參見網址：<https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1745964>。（瀏覽時間：2019 年 10 月 13 日）

[272] 參見網站：<http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2016/02/16/2016021602718.html>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2017 年 12 月 7 日通信部公布《無人移動體技術革新與成長 10 年路徑》,針對無人車與無人機未來的發展與產業目標提出完整闡述。[273]

（二） 候選頻段發展與釋出時程

為推動新世代車聯網的頻譜，2014 年未來部針對道路資訊偵測雷達的頻譜進行指配，指配頻段為 34GHz，可使用頻寬約 600MHz。2015 年為了促進廣播中繼頻率的重新定位和重新分配，指配 5.9GHz 頻段來確保行車之安全。[274]

2016 年 1 月 18 日未來部提出《K-ICT 頻譜計畫》，針對「產業生活」的部分，提出智慧型機器人、大數據、智慧工廠等因應智慧資訊社會的頻譜需求,預計至 2026 年底確保總計 27,214MHz 的新頻譜。其中為準備 AI 機器人、自駕車等無人行動設施的擴大，確保與供應 12,560MHz 頻寬，來控制、通訊與防止相關設施之衝突。

表 58：韓國車聯網頻段一覽[275]

分類	分配	最大功率
通訊	433MHz	3mW
	5,855~5,925MHz	2W
感測雷達	24.25~26.65GHz	-41.3dBm/MHz(約 3mW)
	34.275~34.875GHz	55dBm(約 316.2W)
	76~77GHz	55dBm(約 316.2W)
	77~81GHz	45dBm(約 31.6W)
合計頻寬	8,070MHz	

[273] 參見網站：<https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1370290>。(瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日)

[274] 參見網址：<https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw11241&artId=1319593>。(瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日)

[275] 前揭註 270。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（三） 創新應用執照架構與管理規範

韓國車聯網的頻段基本上採取免執照的方式使用。但比起物聯網來說，車聯網所需考慮頻譜衝突與干擾的情況，在技術的規範上顯得比較謹慎，例如為了因應防止車輛衝突雷達的情形增加，各業者有義務檢討在複雜的道路上，可能相互干擾影響之分析與採用干擾遞減技術。

三、無人機

（一） 政策推動重心

韓國的無人機如同物聯網的類似背景，韓國政府皆為因應第四次工業革命對於產業與民眾生活的衝擊影響，提出相關之科技政策。

2015 年 11 月，未來部與文化體育觀光部提出《19 大未來成長動力》戰略，提出 19 項重大的科技帶動韓國未來發展，其中無人機即是其中的一環。[276]

2016 年 2 月，產通部提出「因應民間創造新產業新輸出動能的促進策略」，與 81 個企業針對 5 大產業提出 3 年 113 項的民間主導投資計畫。這五大產業中，在 ICT 智慧製造匯流內包含無人機項目。

2016 年 1 月 18 日未來部提出《K-ICT 頻譜計畫》，主要是來因應如無人機等無人移動設備的大量出現，必須提供明確的頻段，以維持人與設備的安全。

2017 年 12 月 7 日通信部公布《無人移動體技術革新與成長 10 年路徑》，針對無人車與無人機未來的發展與產業目標提出完整闡述。[277]

（二） 候選頻段發展與釋出時程

2012 年韓國政府基於 ITU 的標準，公布關於無人機之地面控制用頻率（5GHz 頻段、61MHz 頻寬），2015 年針對上述設備控制公布

[276] 前揭註 264。
[277] 前揭註 273。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

相關技術基準。2015 年因應國際頻譜的和諧，指配 10/11/12/14/20/30GHz 的衛星控制頻譜。2016~2018 年所規劃分配之頻譜如下。

表 59：韓國無人機頻段一覽[278]

分類	分配	最大功率
控制用	2,400~2483.5MHz	10mW/MHz
	5,030~5,091MHz	10W
	11/12/14/19/29GHz（共 2,520MHz 頻寬）	52W
執行任務用	5,091~5,150MHz	1W
	5,650~5,850MHz	10mW/MHz
合計頻寬	2,923.5MHz	

（三） 創新應用執照架構與管理規範

韓國無人機除了在 5GHz 的頻段用來作為無人機的控制、航行任務使用，10GHz 以上頻段作為衛星控制需經過主管機關的許可外，其他頻段的各種使用情形（如控制與資料傳輸）皆不須執照。

[278] 參見網站：<https://www.msit.go.kr/cms/www/open/go30/publicInfo/info/info_4/info_41/__icsFiles/afieldfile/2016/12/12/%EB%AC%B4%EC%9D%B8%ED%95%AD%EA%B3%B5%EA%B8%B0%20%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%20%EA%B3%B5%EA%B8%89%ED%98%84%ED%99%A9.hwp>。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 60：韓國無人機主要使用頻率與功率容許基準一覽[279]

	頻段或核心頻率	頻寬	功率		使用面向	執照別
			天線功率	天線增益		
1	40,715~40.995MHz 72.650~72.990MHz	20kHz 以內	10mV/m 以下 @10m ≒-46.92dBm erp ≒0.02μW erp		無線調整用(工商用)	免執照
2	13.552~13.568MHz 26.958~27.282MHz 40.656~40.704MHz	指定頻譜範圍內			無線調整用(玩具遙控器)	免執照
3	2,400~2,483.5MHz	參照無線設備規則	10mW/MHz、6dBi(最大 1W)		無線資料通訊系統	免執照
4	5,030~5091MHz	1.1MHz 以內	10W		地面控制	許可(實驗台)
5	5,091~5150MHz	20MHz 以內			執行任務用	許可(實驗台)
6	5,650~5,850MHz	80MHz 以內	10mW/MHz 最大 1W	6dBi	無線資料通訊系統	免執照
7	10.95~11.2GHz 11.45~11.7GHz 12.2~12.75GHz 19.7~20.2GHz 14~14.47GHz 29.5~30.0GHz				衛星控制	許可（實驗台）

[279] 參見網站：<https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw11241&artId=1319595>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 10 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、智慧醫療

（一） 政策推動重心

2015 年未來部公布《K-ICT 戰略》，針對 ICT 可創造經濟成長為主軸，進行 5 年內 9 兆韓圜的投入，預計 ICT 產業成長率達 8%，並在 2020 年 ICT 的產值達 240 兆韓圜，海外出口達 2,100 億美金。其中針對 IoT 的部分，進行包含健康照護與智慧城市等大規模場域實證。[280]

（二） 候選頻段發展與釋出時程

韓國健康照護頻譜一般採用的是美國、歐盟、日本所指配的 2.36~2.4GHz，[281]

為了因應 2017 年《2020 新產業生活的頻譜供應計畫》，通信部於 2018 年 12 月 4 日公告讓醫療使用的 ISM 頻段（5725~5825MHz）與非 ISM（5,150~5,350MHz、5,470~5,725MHz）的頻段調和，修正相關技術基準，統合 5GHz 之 WiFi 技術，讓最高速度達 1.7Gbps 的 80MHz 頻寬的頻道能從 5 個增加到 6 個，如下圖。[282]

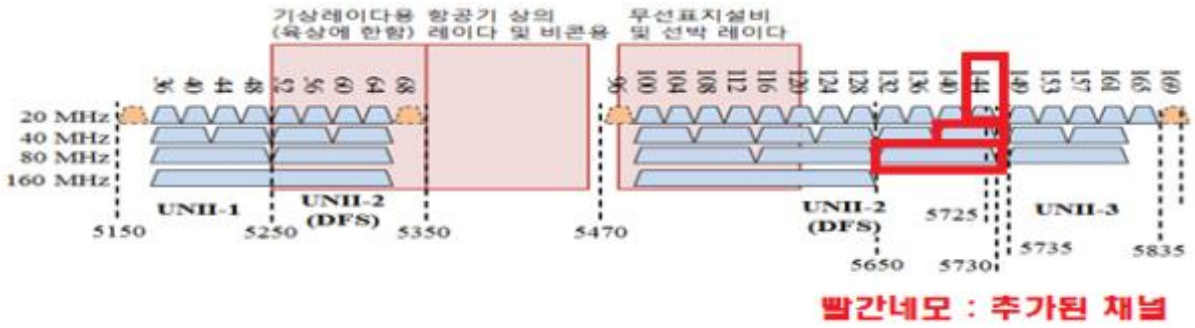


圖 101：韓國 ISM 頻譜的調和

[280] 參見網址：<https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw315&artId=1256544>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 11 日）

[281] 參見한국정보통신기술협회（2013），〈의료 수요자와 유헬스〉，1/2，網址：<http://www.tta.or.kr/data/reportDown.jsp?news_num=3437>。

[282] 參見網址：<https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1438471>。（瀏覽時間：2019 年 3 月 11 日）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第七節　中國

一、物聯網

（一） 政策推動重心

中國國務院於 2016 年發布《中華人民共和國國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要》，其延續十二五規劃持續積極推動物聯網發展，除持續強化技術發展外，亦展開實質應用的推廣。而依據十三五規劃，工信部亦於同年發布《信息通信行業發展規劃（2016－2020 年）》及《信息通信行業發展規劃物聯網分冊（2016－2020 年）》作為資通訊產業即物聯網產業的指導性文件。

根據《信息通信行業發展規劃物聯網分冊（2016－2020 年）》，當前中國物聯網政策包含以下 6 項任務：強化產業生態布局、完善技術創新體系、構建完善標準體系、推動物聯網規模應用、完善公共服務體系及提升安全保障能力，並特別推動「關鍵技術突破工程」、「重點領域應用示範工程」兩項工作。

2017 年以降，中國政府各部門也陸續發布《關於全面推進移動物聯網（NB-IoT）建設發展的通知》，起草國家智慧汽車創新發展戰略等等產業政策，為智慧城市、智慧工業、智慧汽車與車聯網、智慧家居、智慧醫療及智慧零售等相關物聯網產業邁出一大步。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

目前中國在新一代頻譜規劃上，尚未明定物聯網相關頻譜規劃與釋出，然而根據 2019 年 3 月 5 日大陸工信部部長對於 5G 與光纖網路的整體網際網路規劃指出，5G 網路將有 80%用於物聯網，20%用於人與人通訊。因此，目前中國對於物聯網之使用，認為未來應以 5G 為主。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

因應物聯網時代資安議題的重要性，工信部於兩大政策文件中提及資安安全系統的建置，《信息通信行業發展規劃(2016－2020 年)》

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

訂定強化安全保障項目：完善網路與資訊安全監管體系、加強網路基礎設施安全防護、強化網路資料安全管理、強化網路與資訊安全應急管理、加強應急通信保障能力建設等政策項目，從資安防範體系、災害應變體系等角度，建構中國整體物聯網資安防護政策。至於《信息通信行業發展規劃物聯網分冊（2016－2020 年）》則是訂定提升安全保障能力項目，以推進關鍵安全技術研發和產業化、建立健全安全保障體系為工作項目，從產業面、技術標準面提升資安防護能力。

工信部於 2018 年 9 月宣布開展工業物聯網試點計畫，期能透過先行示範項目的實例，歸納出未來工業物聯網可複製的經驗、作法，作為未來發展的基石。其中試點內容四大主軸包括網路化改造集成創新應用、標識解析集成創新應用、平台集成創新應用及安全集成創新應用共 4 個方向，開放給符合規定的製造企業、資通訊技術企業、物聯網企業、電信營運商、學校及科研院所等單位申請。根據試點示範項目名單[283]，知名企業阿里雲計算有限公司、青島海爾股份有限公司、華為技術有限公司及富士康工業互聯網股份有限公司皆有參與其中。

二、車聯網

（一） 政策推動重心

中國車聯網政策涵蓋範圍相當廣，包含汽車、電子、資訊通信、道路交通運輸等行業的新型態結合都屬於政策推動的一部分。根據中國發佈的《車聯網（智慧網聯汽車）產業發展行動計畫》[284]顯示發展車聯網產業，將有助於提升汽車網聯化、智慧化水準，實現自動駕駛，發展智慧交通，促進資訊消費，對中國推進供給側結構性改革、推動製造網路建設具有重要意義。

有鑑於此，中國政策由上而下推動頂層設計的策略，建構在六大構面之中，一、關鍵技術的突破，有助於產業發展；二、建置完善標準體系，加速測試驗證與示範應用；三、合作共建車聯網產業基礎設

[283]工信部，（2018），2018 年工業互聯網試點示範項目公示名單。
http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757020/c6559245/content.html
[284]工信部（2018），工業和信息化部印發《車聯網（智能網聯汽車）產業發展行動計劃》。:
http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c6565746/content.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

施；四、發展綜合應用，推動提升市場普及率；五、推動完善安全保障體系；六、建構保障措施，詳細內容請參照下表。

表 61：中國車聯網推動核心政策

推動核心政策	內容
關鍵技術	1. 加快智慧網聯汽車關鍵核心技術。 2. 推動構建智慧網聯汽車決策控制平臺。 3. 強化無線通訊技術研發和產業化。
標準體系	1. 健全標準體系，如《國家車聯網產業標準體系建設指南》。 2. 加快頻率和業務許可證，適時發放頻率使用許可、推動 5G-V2X 相關頻率需求研究。 3. 推動測試驗證，如構建車聯網雲平臺測試驗證體系。 4. 促進示範應用，如支持北京冬奧會和雄安新區開展車聯網應用。
基礎設施	1. 完善通信網路設施，如提升 LTE-V2X 網路、在重點區域建構 5G-V2X 示範應用網路。 2. 推動大數據及雲平臺建設與管理，如鼓勵構建跨行業、跨部門的綜合大數據及雲平臺。 3. 構建智慧道路基礎設施，促進網路通信技術、人工智慧技術與道路交通基礎設施的深度融合。
發展應用	1. 擴大車聯網使用者規模，如鼓勵電信業者推出優惠資費等激勵措施，大力發展車聯網用戶。 2. 發展綜合資訊服務，如乘用車的智慧出行、道路救援、資料服務等創新應用，完善面向多種營運車輛的綜合資訊服務和遠端監測系統。 3. 拓展電動汽車聯網應用，如發展電動汽車即時線上監測系統和大資料分析能力，實現充電預警、優化充換電調度、提升充換電效率等目標。 4. 推進交通安全與能效技術應用，如推動基於 LTE-V2X、5G-V2X 等技術的「人-車-路-雲」交互整合，積極開展交通安全與能效應用。 5. 建置汽車全生命週期服務，如建立基於網路的汽車設計、製造、服務一體化體系，構建智慧網聯汽車資料管理體系。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

保障體系	1. 健全安全管理體系，以產品和系統的運行安全、網路安全和資料安全為重點，明確相關主體責任，定期開展安全監督檢查。 2. 提升安全防護能力，以功能安全、網路安全和資料安全的核心技術研發，支援安全防護、資安漏洞挖掘、入侵偵測和態勢感知等系列安全產品研發。 3. 推動安全技術建設，增強產業安全技術支撐能力，建置監測預警、威脅分析、風險評估、試驗驗證和資料安全等安全平臺。
保障措施	1. 加強組織領導，建設領導小組車聯網產業發展專委會的作用，加強統籌推進，強化部門合作，解決關鍵問題，營造有利於車聯網產業發展的良好環境。 2. 加大政策支持力度，發揮財政資金的引導作用，鼓勵地方政府加大投入，完善協同機制，加大對關鍵技術研發、示範應用與產業化應用的支援力度。 3. 構建產業生態體系，加快建設智慧網聯汽車製造業創新中心，搭建產學研用聯合的共同創新和成果轉化平臺。 4. 優化產業發展環境，推動制定有利於產業創新的政策法規，適時修訂制約產業發展的制度規章，為大規模測試示範和商業化應用提供政策和制度保障。 5. 健全人才培養體系，高度重視人才隊伍建設對產業發展的作用，加快形成具有國際領先水準的專家隊伍。 6. 推進國際及港澳臺交流合作，利用中歐、中俄、中德、中美、中法、中日、中韓以及海峽兩岸有關產業對話機制或活動平臺，加強務實合作與交流，推動與世界先進技術和產業鏈對接，實現高起點與可持續發展。

資料來源: 車聯網（智慧網聯汽車）產業發展行動計畫及本研究整理。

（二） 候選頻段發展與釋出時程

根據工信部於 2018 年 10 月 25 日發佈《車聯網(智能網聯汽車）直連通信使用 5905-5925MHz 頻段管理規定（暫行）》[285]的通知，主要依據 5905-5925MHz 作為 LTE-V2X 技術的車聯網現行工作頻段，其

[285]工信部（2018），工業和信息化部關於印發《車聯網（智能網聯汽車）產業發展行動計劃》的通知。http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757016/c6564118/content.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

上述 LTE-V2X 已被視為 3GPP 全球統一標準的通信技術之一，透過 LTE-V2X 可朝 5G-V2X 應用邁進。

工信部進一步於 2018 年 12 月 28 日發佈《車聯網（智慧網聯汽車）產業發展行動計畫》[286]，明確將發展階段區分為二階段。第一階段為至 2020 年，將實現車聯網產業跨行業整合突破，具備高端自動駕駛功能的車聯網、實現特定情境規模的應用，中國政府設定車聯網使用者普及率目標將達到 30%以上，同時提升智慧道路基礎設施水準。第二階段目標設定至 2020 年之後，此階段將大幅提升技術創新、標準體系、基礎設施、應用服務和安全保障體系，實現高端自動駕駛功能的車聯網和 5G-V2X 具規模的商業應用，有助於完善「行人-車輛-道路-雲端」整合體系，有關 5G-V2X 的使用頻段。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

在中國，提供車聯網相關服務涉及經營電信業務，應依法申辦相關電信業務經營許可，若經主管機關核准取得頻率使用許可後，路邊無線電設備的設置、使用單位，應向所在地的省、自治區、直轄市無線電管理機構申請取得無線電臺執照，若未取得無線電臺執照的路邊無線電設備，不得發射無線電信號，不受無線電有害干擾保護。

另一方面，有關 5905-5925MHz 頻段設置、使用車載和便攜無線電設備參照地面公眾移動通信終端管理，無需取得頻率使用許可和無線電臺執照。使用車聯網與通信無線電設備連線，不得對同頻或相鄰頻段內依法開展的衛星固定、無線電定位、固定等無線電業務的現有台（站）產生有害干擾。

在資安議題方面，《車聯網（智慧網聯汽車）產業發展行動計畫》訂定技管结合，推动完善安全保障体系的目標，結合技術研發和標準管理兩方面，提升整體資安安全防護。細部項目包含健全安全管理體系，以完善車聯網在網路和資料安全的事件通報、應急處置和責任認定等相關安全管理；其次、提升安全防護能力，構建智慧聯網汽車、無線通訊網路、車聯網資料和網路的整體安全檢測評估體系；第三、

[286]工信部（2018），工業和信息化部印發《車聯網（智能網聯汽車）產業發展行動計劃》。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c6565746/content.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

推動安全技術建設，打造監測預警、威脅分析、風險評估、試驗驗證和資料安全等平臺。

三、無人機

（一） 政策推動重心

為確保無人機產業的健康發展並確保空域安全，中國民航局於2017年5月發布《民用無人駕駛航空器實名制登記管理規定》，規定2017年6月1日起，最大起飛重量250g以上（含250g）的無人機皆須實施實名登記作業。其後，也陸續發布《輕小無人機運行規定（試行）》、《無人機圍欄》和《無人機雲系統介面數據規範》等規範文件完善無人機監理法規。2018年1月，為確立無人機的管理規定，中國政府起草《無人駕駛航空器飛行管理暫行條例（徵求意見稿）》，將無人機細分為微型、輕型、小型、中型、大型五大類規格，針對一般民眾使用的微、輕型設備將盡量放寬管制，其他較大型的無人機則進行適航管理，另外亦針對飛行駕駛人、飛行空域、飛行批准及法律責任進行規定。

在建立標準體系方面，中國國家標準委員會、工信部及民航局等八個部門於2017年聯合發布《無人駕駛航空器系統標準體系建設指南（2017—2018年版）》[287]，其建設目標可分為兩階段：

第一階段（2017-2018年）：建立初步的無人駕駛航空器系統標準體系，並重點制定可因應市場急需並支撐監管的關鍵標準。

第二階段（2019-2020年）：逐步推進無人駕駛航空器系統標準制定工作，期於2020年建立健全的無人駕駛航空器系統標準體系，制定且修訂300項以上的無人駕駛航空器系統標準，滿足相關行業應用需求。另外，亦加快將無人駕駛航空器系統標準提升為國際標準，提高其國際標準化競爭力。

其他技術相關研究部分，民航局、華為、中國移動等企業參與研究後於2018年2月發布《低空聯網無人機安全飛行測試報告》[288]驗

[287]國家標準化管理委員會辦公室，2017。無人駕駛航空器系統標準體系建設指南（2017—2018年版）。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c5703886/part/5703890.pdf

[288]民航局，2018。低空聯網無人機安全飛行測試報告。
http://www.gov.cn/xinwen/2018-02/04/5263696/files/b0c587f6246840de8aa4e394540828e6.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

證國際電信聯盟提出的技術可行性。同年 9 月，IMT-2020（5G）推進組、中國信通院等機構聯合發布《5G 無人機應用白皮書》[289]，針對物流、巡檢、安防、救援、測繪、農業植保、直播、編隊飛行等領域進行應用描述及通信能力需求的說明，並希望未來能實現「網聯天空」的願景。

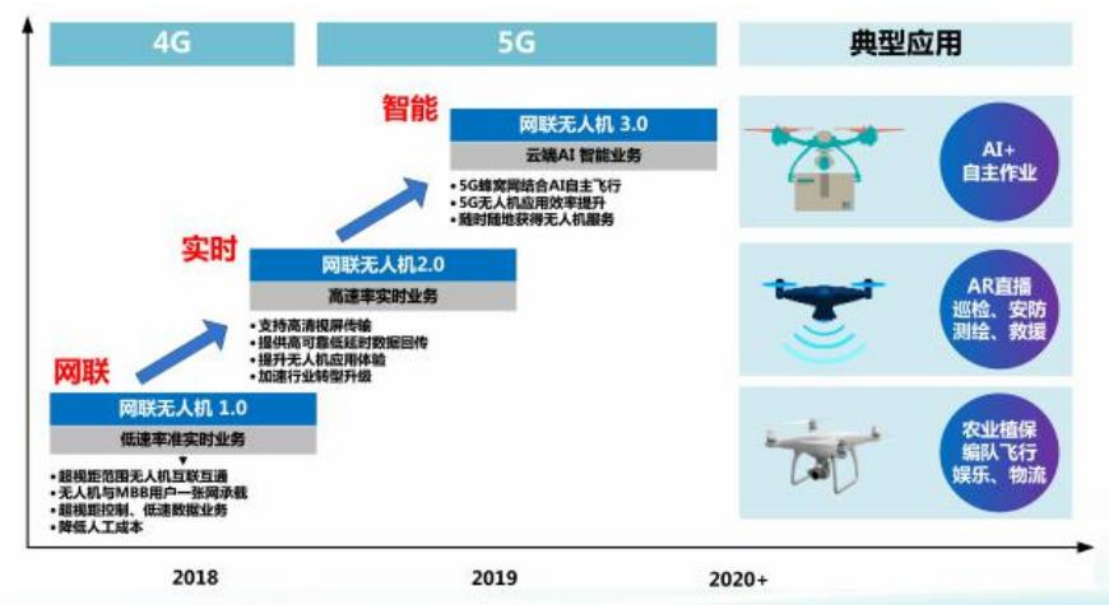


圖 102：中國網聯天空展望

資料來源：中國信通院，2018。5G 無人機應用白皮書[290]

（二） 候選頻段發展與釋出時程

工信部於 2015 年即根據《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》及頻譜使用情況，規劃 840.5-845MHz、1430-1444MHz 和 2408-2440MHz 頻段用於無人駕駛航空器系統，以因應應急救災、森林防火、環境監測、科研試驗等對無人駕駛航空器系統的需求。另根據《低空聯網無人機安全飛行測試報告》，民航局聯合華為及中國移動於 2017 年對 4G 網路進行測試，透過 TDD-LTE D 頻段（2575～2635 MHz）和 F 頻段（1885～1915 MHz）進行無人機測試，在低空的不同情境中針對上傳、下載速率、延遲性及斷線率等數據進行測試。然

[289] 中國信通院，2018。5G 無人機應用白皮書。http://www.199it.com/archives/780400.html
[290] 中國信通院，2018。5G 無人機應用白皮書 http://www.199it.com/archives/780400.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

而目前尚未找到未來 5G 無人機應用的候選頻段及釋出時程。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

根據《5G 無人機應用白皮書》，目前中國對無人機的應用案例可歸納如下，但尚未釋出相關執照架構規範。

表 62：中國無人機的應用案例

項次	應用案例
1	VR 直播
2	城市、園區安全監控
3	高畫質直播
4	電力檢測
5	基地臺檢測
6	無人機水務（如水質監測、水文數據蒐集、防汛抗洪等業務）
7	物流配送
8	緊急通信及救援
9	野外科學觀測

全球商用無人機應用發展相對緩慢，主因在於無人機可能造成社會、人民安全威脅。因此中國政府在《無人機雲系統接口數據規範》制定數據傳輸加密要求，規範文件中涉及的各項數據傳輸應進行加密傳輸。並且在《無人駕駛航空器系統標準體系建設指南（2017—2018 年版）》中，在 A 基礎標準項目下制定了 AE 安全標準，包含 AEA 系統安全、AEB 部件安全、AEC 資訊安全(信息安全)、AED 其他。主要用於規定民用無人機在系統安全、安全性設計分析方法準則、安全性評估方法等層面。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、智慧醫療

（一） 政策推動重心

根據中國國務院辦公廳關於促進“互聯網+醫療健康”發展的意見國辦發〔2018〕26 號可得知，中國已進入網際網路與醫療健康整合之發展過程，上述政策條文最重要的核心目標在於，一、健全「網際網路+醫療健康」服務體系；二、完善「網際網路+醫療健康」支撐體系；三、加強行業監管和安全保障。而上述皆屬於跨部門整合分工執行，而中國工業和資訊化部督導政策則著重於推進“網際網路+”人工智慧應用服務，舉凡多種醫療健康情境下的智慧語音技術應用、或加強臨床、科研資料整合共用和應用、支援研發醫療健康相關的人工智慧技術皆與智慧醫療有密切相關。

另中國目前處於 5G 技術研發試驗第三階段，根據中國國家衛生健康委員會規劃發展與資訊化司大數據辦公室主任於 2019 年 1 月 24 日公開活動中指出:「當前中國 5G 網路作為促進互聯網及醫療健康產業快速發展、落實健康中國戰略的重要方式」，同時中國國家衛生健康委員會和工信部也已決定共同指導中國資訊通信研究院發起成立「醫療健康大數據和網路創新研究中心」，主要目的在於積極貫徹推動資訊通信行業和醫療衛生行業整合創新、擴增 5G 醫療應用試點；構建互聯網+醫療健康標準與檢測體系，並加強人才培養與國際交流政策方針。中國國家衛生健康委員會提出幾項未來推動政策目標如下:

- 實現為患者提供優質、高效、便捷的遠端服務
- 促進醫療服務進基層
- 健康服務進社區
- 養老服務進家庭
- 醫藥服務全流程
- 有效整合利用醫療衛生資源
- 提升基層醫療衛生服務能力
- 推進城鄉醫療衛生服務均等化

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 候選頻段發展與釋出時程

目前中國未明定釋出物聯網與物聯網醫療相關頻譜，根據 2019 年 3 月 5 日工信部部長對於 5G 與光纖網路的整體網際網路規劃指出，5G 網路將有 80%用於物聯網，20%用於人與人通訊。因此，中國智慧醫療使用頻段未來將仰賴 5G 網路。

另外，對於醫療植入無線通訊系統使用之頻段，則多使用 401-402MHz、402-405MHz 以及 405-406MHz 頻段。

（三） 創新應用執照架構與管理規範

根據工信部於 2016 年 11 月 9 日發佈有關於為滿足慢性病患者對醫療植入無線通訊系統的需求，並根據《中國無線電頻率劃分及使用情況》規定之射頻指標要求如下表。

表 63：中國醫療植入系統無線電發射設備射頻指標要求

目的	頻段	最大發射功率	資料來源
滿足慢性病患者對醫療植入無線通訊系統的需求	1.401-402MHz 和 405-406MHz 頻段 2.402-405MHz 頻段	25 μW e.r.p.	調頻劃分及使用情況

資料來源: 中華人民共和國工業和資訊化部公告 2016 年第 53 號[291]

在智慧醫療方面，病患個人醫療數據為資安防護的重點項目，根據中國國務院辦公廳關於促進“互聯網+醫療健康”發展的意見國辦發〔2018〕26 號之規定，制定保障數據資訊安全目標。研究制定醫療資料開放、流通、交易和產權保護的各方面法規。以及資訊安全和健康醫療資料保密規定、建立完善個人隱私資訊保護制度，並且對非法、洩露行為進行懲處；此外、加強醫療健康服務平臺、醫療設備以及關鍵資訊基礎設施、資料應用服務的資安防護，定期進行調查、監測和預警。患者資訊等敏感性資料儲存在國內，需向國外提供者，應依規定進行評估。

[291]工信部，2016。中華人民共和國工業和信息化部公告 2016 年第 53 號。
http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n4509607/c5378203/content.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第八節　小結與比較

本研究盤點研究國家之物聯網、車聯網、無人機與智慧醫療候選頻段後，比較如下。

一、物聯網

本研究蒐集各國物聯網頻段如下。

表 64：各國物聯網頻段比較

國家	釋出頻段
歐盟	• 執照頻譜：行動網路（2G、3G、4G 甚或 5G）、專用電信、固定通訊或衛星通訊服務之頻譜資源) • 免執照頻譜：169 MHz、433 MHz、863-870 MHz、2400-2483.5 MHz、5150-5350 MHz 以及 5470- 5725 MHz。
英國	• 新增 BR 執照(55.75625-60 MHz、62.75625-64.8 MHz、64.8875-66.2 MHz、70.5-71.5 MHz 及 80.0-81.5 MHz) • 免執照頻譜
美國	• 執照頻譜：行動網路、5G 所開放之執照頻譜，如 28GHz、24GHz 與 37GHz • 免執照頻譜：5.15-5.35GHz、5.47-5.725GHz 以及 5.725-5.85GHz、902-928MHz 以及 2.4GHz、54-71GHz
日本	• 免執照頻段（920MHz）
澳洲	• 執照頻譜：700MHz、850MHz、900MHz、1800MHz、2.1GHz、2.3GHz、2.6GHz 以及 3.4-3.6GHz、433/434MHz 與 915-928MHz • 免執照頻譜：915-928MHz， 2.4GHz 與 5GHz
韓國	• 917-923.5 MHz、940-946 MHz、1788-1792 MHz • 免執照頻段：2,400~2,483.5MHz、5,150-5,350MHz、5,470-5,650MHz、5,650-5,725MHz、5,725-5,825MHz、5,825-5,850MHz
中國	• 執照頻段為主：5G 頻段（3.4 GHz -3.5 GHz、 3.5 GHz -3.6 GHz、 2515-2675MHz、 4.8 GHz -4.9 GHz、700MHz）

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、車聯網

本研究蒐集各國車聯網頻段如下。

表 65：各國車聯網頻段比較

國家	釋出頻段	國家	釋出頻段
歐盟	5855-5925 MHz	澳洲	5855-5925 MHz
英國	5855-5925 MHz	韓國	433MHz、5855-5925MHz
美國	5850-5925 MHz	中國	5905-5925MHz
日本	5770-5850 MHz 與 755.5-764.5 MHz		

現階段國際間持續討論 V2X 與 DSRC 何者較有發展前景，DSRC 具備發展久遠、相關設備成熟等優點，但因其技術發展已至瓶頸，故現階段對於 V2X 之未來發展較為看好。根據 5G Amaricas 的分析報告指出，C-V2X 相較於 DSRC，有更好的長距離穩定度，提升安全性。另外，在交通雍塞期間，C-V2X 之表現更穩定，同時未來更能藉由 5G 導向各式創新服務，以及與其他技術共存能力更佳等優點。[292]

目前美國 FCC 已於今年 12 月公告規劃將原先 DSRC 使用 5.9GHz 頻段之規管架構，改分配 20MHz 至 30MHz 頻寬作為 C-V2X 使用，未來值得觀察其他國家主管機關是否跟進此一措施。本研究摘要比較 DSRC 與 C-V2X 如下。

[292] 5G Americas (2018),Cellular V2X communications toward 5G, available at: https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/2018_5G_Americas_White_Paper_Cellular_V2X_Communications_Towards_5G__Final_for_Distribution.pdf (last visit: 2019/10/26)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 66：車聯網技術與發展前景比較

比較項目	C-V2X	DSRC
設備成熟度	發展中	較高
適用頻段	行動網路使用頻段	5.9GHz
通訊距離	較長	短距離
交通壅塞時之通訊狀態	穩定度較佳	較差
未來發展性	結合 5G，發展度較高	較侷限
與其他技術共存能力	較佳	較差

資料來源：5G Americas

三、無人機

本研究蒐集各國無人機使用頻段如下。

表 67：各國無人機使用頻段比較

國家	釋出頻段	國家	釋出頻段
歐盟	免執照頻段（2.4GHz 與 5.8GHz）	澳洲	免執照頻段（2.4GHz 與 5.8GHz）
英國	免執照頻段（35MHz、2.4GHz 與 5.8GHz）	韓國	免執照頻段（2.4GHz）、5030-5091MHz、5091-5150MHz、5650-5850 MHz
美國	免執照頻段，並徵詢 5030-5091 MHz	中國	840.5-845MHz、1430-1444MHz、2408-2440MHz
日本	73MHz、920MHz、2.4GHz、1.2GHz、169MHz 與 5.7GHz		

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

四、智慧醫療

本研究蒐集各國智慧醫療使用頻段如下。

表 68：各國智慧醫療使用頻段比較

國家	釋出頻段	國家	釋出頻段
歐盟	SRD 頻段（30.0-37.5 MHz、401-406MHz 及 2.483-2.5 GHz 等）	澳洲	醫療設備使用頻段
英國	免執照頻段與 SRD 頻段（401-402 MHz）	韓國	2.36-2.4GHz
美國	無線醫療遙測（608-614 MHz、1395-1400MHz，以及 1427-1432 MHz）與醫療設備頻段（401-406MHz）	中國	401-402 MHz、402-405 MHz、405-406 MHz
日本	410-430 MHz、440-470 MHz 與免執照頻段（900MHz、2.4GHz 與 5.7GHz）		

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第五章　我國新世代通訊技術頻譜整備政策研析與建議

第一節　我國新世代通訊技術頻譜整備與相關規範

一、我國新世代通訊候選頻譜與釋出時程建議

（一） 頻譜需求研究

根據 ITU-R 在《IMT traffic estimates for the years 2020 to 2030》報告對未來 2020-2030 年行動通訊傳輸量的預估，全球行動通訊數據傳輸量呈現持續成長的趨勢，並且呈現指數成長模式，可預估未來 10 年數據傳輸量大幅增長所造成的通訊基礎建設壓力將同步成長。

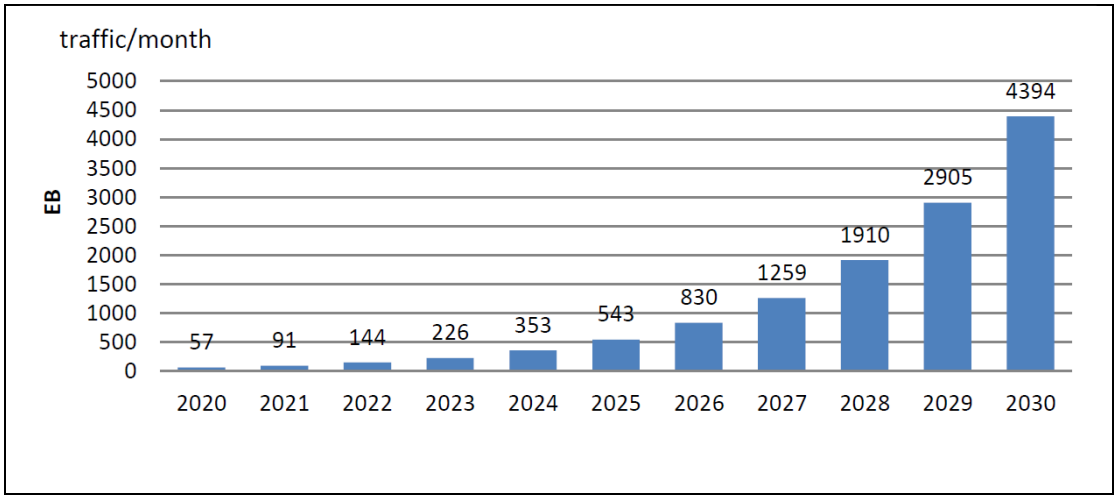


圖 103：ITU 預估 2020-2030 年全球行動通訊數據傳輸量

根據愛立信 2019 年《Ericsson Mobility Report》研究報告指出，近幾年行動通訊傳輸量（紅色長條圖）同樣呈現快速增長趨勢，顯示通訊建設已成當前急迫議題。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

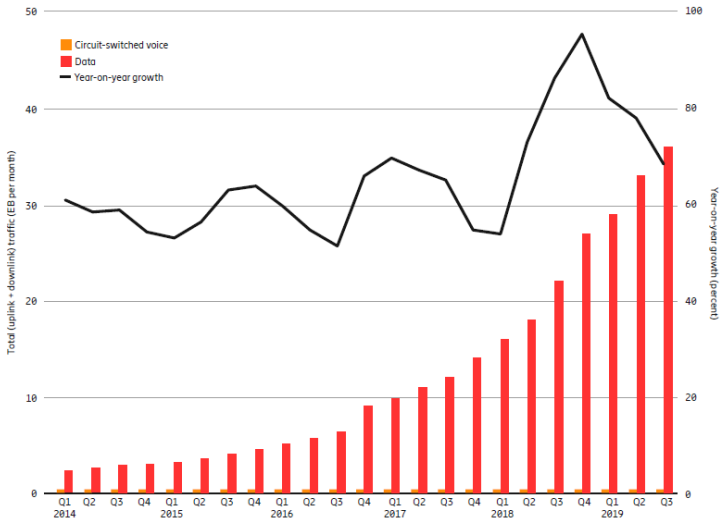


圖 104：預估 2020-2030 年全球行動通訊數據傳輸量

數據傳輸量大幅增長的趨勢同樣存在於我國情境中，根據通傳會[293]行動通訊數據傳輸量資料。我國近兩年行動通訊數據量呈現逐季成長的趨勢。整體而言，隨著數位經濟時代來臨，對行動通訊的需求將與日俱增。相應頻譜需求將不斷增長。

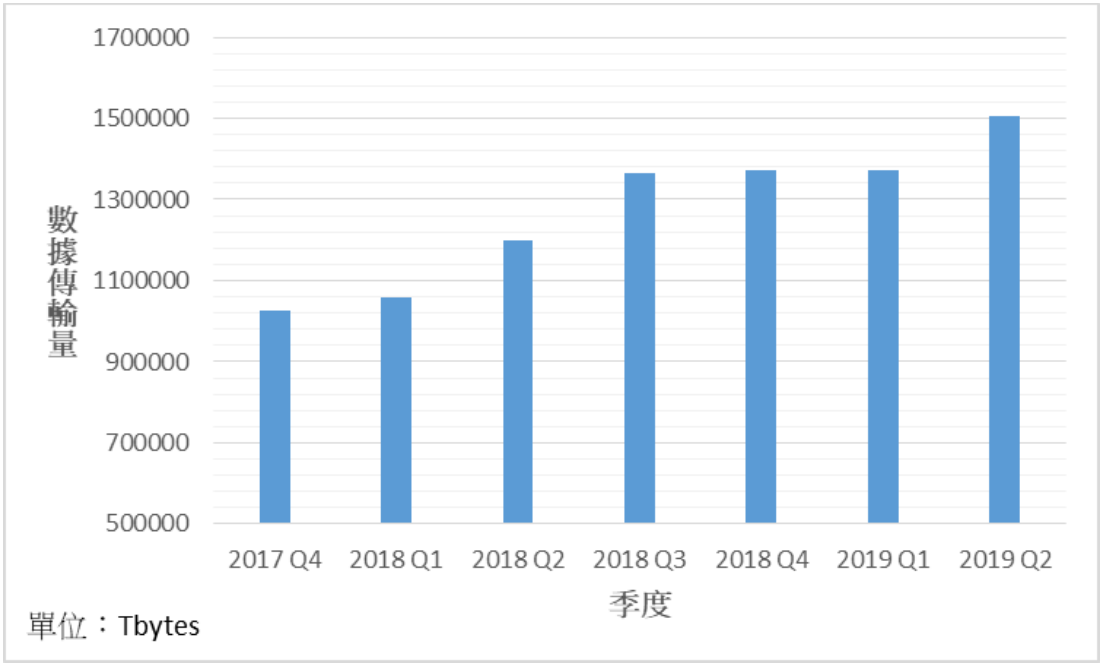


圖 105：我國近兩年行動通訊數據傳輸量

[293] 通傳會網站，行動通訊市場統計資訊，
https://www.ncc.gov.tw/chinese/news.aspx?site_content_sn=3773&is_history=0

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）針對每一個世代的網路都會訂出所需的需求以及應用情境而 ITU 針對 5G 的需求訂定出 IMT-2020 標準。根據 ITU-R M2410 報告，IMT-2020 的峰值頻譜效率（Peak spectral efficiency）要求在 100MHz 頻寬下，下鏈傳輸速率為 30bit/s/Hz。5G 網路將可大幅提升傳輸速率，但需要具有充分連續頻寬方能發揮其預期之傳輸速率。例如頻寬達 100MHz 時，峰值速率將可達 3Gbit/s，但傳輸頻寬若為 40MHz，則峰值速率將為 1.2Gbit/s，如下表所示。

表 69：IMT-2020 的 5G 頻譜速率指標

頻寬	峰值速率 (Peak data rates)	平均速率	第 5 百分位速率 (5th percentile data rates)
40MHz	1.2 Gbit/s	0.312 Gbit/s	9 Mbit/s
100MHz	3 Gbit/s	0.78 Gbit/s	22.5 Mbit/s

資料來源：GSA[294]

ITU 於 2019 年 11 月招開 WRC-19 會議後，確認 5G 與行動通訊使用頻段之政策規劃，針對 24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、45.5-47GHz、47.2-48.2GHz 以及 66-71GHz 確認為行動通訊使用頻譜，共 17.25GHz 頻寬；同時要求各會員國應採取必要措施，確保對鄰頻使用地球探索衛星業務之適當保障。

[294] GSA(2019), GSA VIEWS ON 5G SPECTRUM AWARDS IN 3400-3800 MHZ IN EUROPEAPRIL 2019(last visited:2019/10/23)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 國際經驗比較

綜觀目前研究國家對於 5G 與行動通訊頻譜之釋出時程，韓國於 2018 年 6 月完成的 3.5 GHz 與 28 GHz 拍賣作業，可視為第一個以 5G 規格釋出的頻譜拍賣。英國、澳洲、德國等已分別於 2018 年 4 月、12 月與今年 6 月完成中頻段之拍賣，加拿大則於今年 4 月完成低頻段 600 MHz 的拍賣，美國亦分別於 1 月及 5 月結束高頻段 28 GHz 和 24 GHz 的拍賣。中國與香港採配方式釋出頻譜，中國已於 2018 年 12 月完成包括 2.5-2.6 GHz、3.4-3.5 GHz、3.5-3.6 GHz、4.8-4.9 GHz 等中頻段之指配，香港則於今年 3 月完成高頻段 26-28 GHz 指配。日本採審議及指配方式，於今年 4 月完成中頻段 3.7 GHz、4.5 GHz 與高頻段 28 GHz 之審議與指配。

2019 年下半年，美國於 12 月 10 日起持續進行高頻段拍賣（Upper 37 GHz, 39 GHz, 47 GHz）、德國已於 11 月 21 日開放區域執照申請、日本則是預計年底前完成區域執照制度規畫，香港於 10 月下旬至 11 月初完成 3.5、4.9、3.3GHz 頻段拍賣。英國則規劃 2020 年春季拍賣低頻段 700MHz 和中頻段 3.6-3.8GHz，加拿大規劃於 2020 年拍賣中頻段 3.5GHz，澳洲將於 2020 至 2021 年上半年拍賣低頻段 850/900 MHz 與高頻段 26 GHz。韓國預計於 2021 年完成高頻段 28.9-29.5GHz 之檢討，2023 年完成低頻段 700MHz 與中頻段 2.3 GHz、2.5 GHz 之檢討。

新加坡資訊通信媒體發展局（Infocomm Media Development Authority，IMDA）向相關電信業者徵集 5G 網路提案，有意者須於 2020 年 1 月 21 日前提交申請，預計將於 2020 年中公佈結果。亦即未來新加坡 4 家行動網路業者－SingTel、M1、StarHub 及 TPG－皆可能自行提供 5G 網路服務。

IMDA 首先針對新加坡國內電信業者進行評估，從財務能力、網路安全程度及韌性及頻譜標價等方面加以考量，規劃有意經營全國 5G 網路業者須出價至少 5,500 萬新幣購買 3.5 GHz 頻段，並支付年費 154,000 新幣，頻譜使用年限為 15 年。至於覆蓋範圍較集中之區域性網路，則將使用 26 GHz 或 28 GHz 頻段，惟 IMDA 並未將此 2

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

頻譜段訂定最低標價，僅規範須支付年費 1,232,000 星幣，使用年限為 16 年。未來 IMDA 亦計畫在 2024 或 2025 年提供更多頻段以擴大 5G 網路。

各研究國家之時程表可參考下圖：

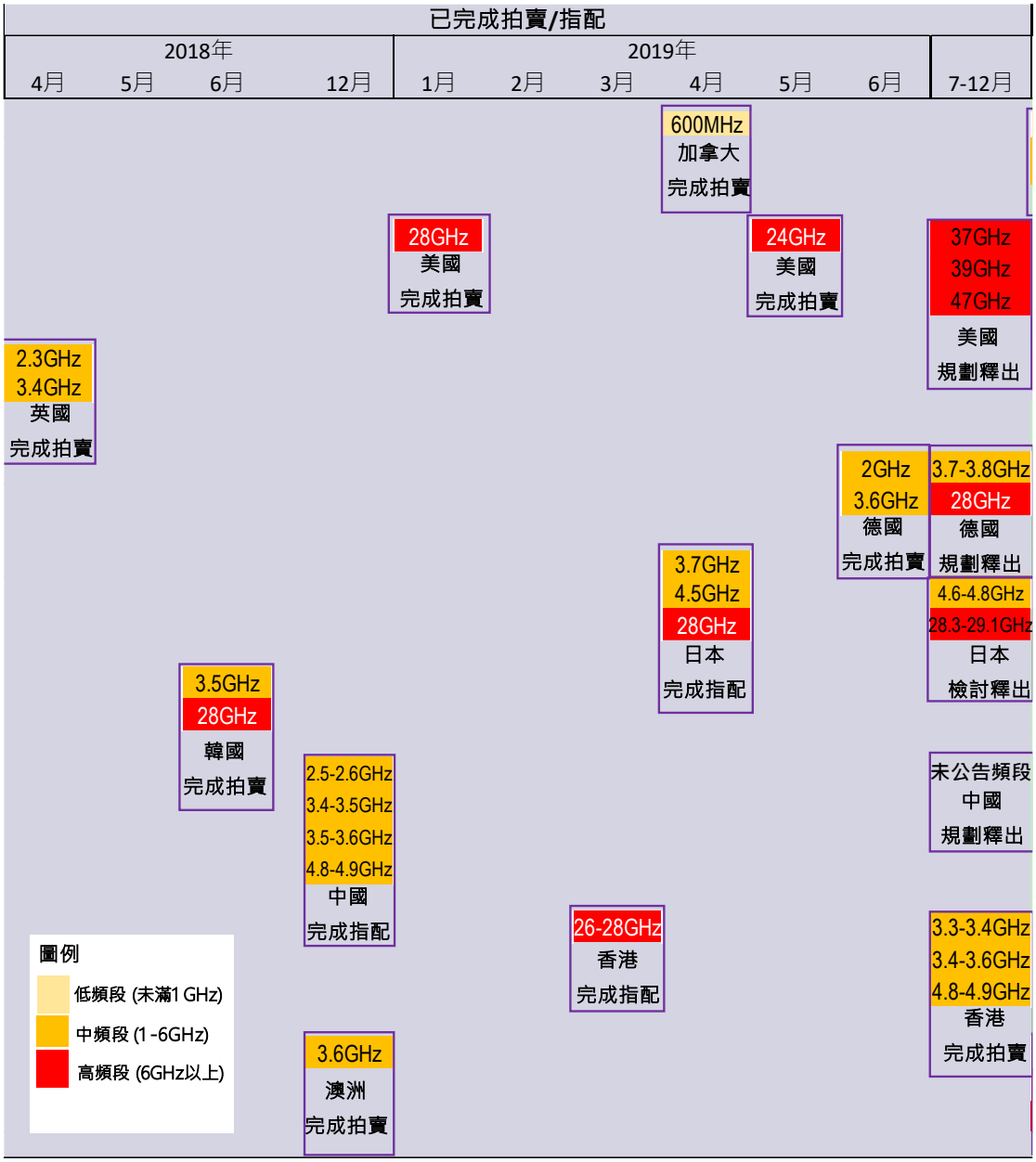


圖 106：國際 5G 釋照辦理時程

資料來源：本計畫繪製

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

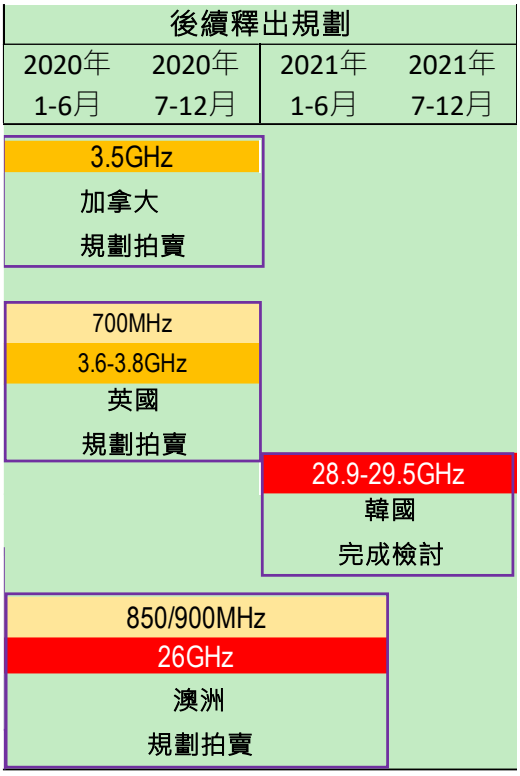


圖 107：國際 5G 釋照後續規劃

資料來源：本計畫繪製

各研究國家之詳細狀況可參考下表之整理。

表 70：國際 5G 釋照辦理時程與後續規劃

區域/國家		已完成	後續規劃
北美	加拿大	2019 年 4 月完成拍賣 600 MHz	規劃於 2020 年拍賣 3.5GHz
	美國	2019 年 1 月完成拍賣 28 GHz(27500-28359 MHz)；2019 年 5 月完成拍賣 24 GHz（24250-24450 MHz 及 24750-25250 MHz）	規劃 2019 年下半釋出 37 GHz、39 GHz 與 47 GHz
歐洲	歐盟	2016 年 11 月決定 700 MHz、3.4-3.8 GHz（3400-3800 MHz）與 26 GHz（24.25-27.5 GHz）為主要頻段	-

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	英國	2018 年 4 月完成拍賣 2.3 GHz（2350-2390 MHz）與 3.4 GHz（3410-3480 MHz 及 3500-3580 MHz）	規劃於 2019 年下半年至 2020 年初拍賣 700MHz、3.6-3.8GHz
	德國	2019 年 6 月完成拍賣 2 GHz（1920-1980 MHz 及 2110-2170 MHz）與 3.6 GHz（3400-3700 MHz）	規劃 2019 年下半年釋出 3.7-3.8 GHz 與 28 GHz 區域執照
亞太	日本	2019 年 4 月完成審議及指配 3.7 GHz（3,600-4,100MHz）、4.5 GHz（4,500-4,600MHz）與 28 GHz（27.0-28.2GHz、29.1-29.5GHz）	規劃 2019 年下半年檢討釋出 4.6-4.8GHz、28.3-29.1GHz 區域執照
	韓國	2018 年 6 月完成拍賣 3.5 GHz（3,420-3,700MHz）與 28 GHz（26.5-28.9GHz）	規劃於 2021 年檢討完成 28.9-29.5GHz； 預計於 2023 年前檢討 700MHz、2.3 GHz、2.5 GHz
	中國	2019 年 6 月完成指配 2.5-2.6 GHz（2515-2675 MHz）、3.4-3.5 GHz（3400-3500 MHz）、3.5-3.6 GHz（3500-3600 MHz）、4.8-4.9 GHz（4800-4900 MHz）	於 2019 年底前提出 5G 毫米波頻段頻率使用規劃
	香港	2019 年 3 月完成審議及指配 26-28 GHz（24250-27500 MHz 及 27500-28350 MHz） 2019 年完成釋出 3.3-3.4 GHz、3.4-3.6GHz、4.8-4.9 GHz	下一波頻譜整備
	澳洲	2018 年 12 月完成拍賣 3.6 GHz（3575-3700 MHz）	規劃於 2020 至 2021 年上半年拍賣 26 GHz、850/900 MHz

資料來源：本計畫整理

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

我國 5G 釋出頻段包含 1800MHz、3.5GHz 和 28GHz 頻段。在中頻段部分，3.3-3.4GHz 由於與我國釋出頻段相鄰，因此國際現況值得重視。根據 GSA 在 2019 年 11 月資料，目前國際上已釋出 3.3-3.4GHz 共有三個國家與地區、規劃釋出則有三個國家，詳細情況彙整如下：

表 71：國際間 3.3-3.4GHz 頻段釋出規劃一覽表

3.3-3.4GHz 規劃狀態	國家與地區
已釋出	中國(3.3-3.4GHz 限室內使用)、阿拉伯聯合大公國、香港
規劃中	印度、巴西、墨西哥
諮詢中	哥倫比亞
考慮中	• 美洲：阿根廷、哥斯大黎加、秘魯 • 亞太地區：澳門(限室內使用)、越南

至於目前國際間對於已釋出供 4G 服務之頻段，較有機會轉為 5G 使用之頻段，以 2.6GHz 頻段較有可能。美國 FCC 針對國內使用 2.5GHz 頻段進行檢討，考量由於原有使用效率不彰，故預期於 2020 年下半年將 2.5GHz 頻段收回後重新以拍賣方式釋出給 5G 使用。因此，原則上現有 4G 使用頻段，以 2.6GHz 頻段轉為 5G 使用之期程較快，其餘 4G 使用頻段於短期三年內應仍持續作為 4G 使用，升級為 5G 之期程較晚。

（三） 國內專家學者意見

本研究團隊於 2019 年 6 月 12 日舉辦「新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會」，會議邀請產、官、學術與研究機構專家，共商我國 5G 釋照時程之重要議題。會議中針對我國今年底第一波釋照釋出 270MHz 頻寬之看法，專家學者與業界先進一致表示 270MHz 頻寬，很難滿足國內五家電信業者在初期佈建 5G 的需求，因 5G 具有大頻寬的特性，需要有 100MHz 以上的頻寬，5G 效能才能展現。期望在第二波釋照時，能將 4.5GHz 跟 39GHz 列入候選頻段，但第二波

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

釋照時間、頻段與頻寬皆沒有確定，電信業者在第一階段釋照時無法確定需投入多少，在布建 5G 時會產生投資風險。

針對今年底釋照議題，專家學者皆建議政府在第一階段釋照之前，公告第二階段釋照的頻寬與頻段，讓電信業者能預做準備。此次座談會各專家學者針對釋照意見綜整如下表。

表 72：專家學者針對釋照時程看法意見彙整表

專家學者	釋照看法意見摘要
交通大學電機系李大嵩教授	● 建議在釋照時，需考慮 5G 網路架構（包含網路虛擬化的效益、網路切片與專網），是否會影響頻譜的使用方式。
工業技術研究院林咨銘博士	● 我國要進行釋照應確保我國頻譜跟全世界可以共通且相容 ● 我國第一階段 3.5G 釋出 270MHz 來看，很難滿足我們國內五家電信業者在初期布建 5G 的需求 ● 建議 4.5GHz 跟 39GHz 列入我國第二階段釋照頻段。但第二階段釋照時間、頻段與頻寬皆沒有確定，電信業者在第一階段釋照時不確定應投入多少才符合布建 5G 需求。建議在第一階段釋照之前，公告第二階段釋照的頻寬與頻段。
財團法人電信技術中心鄧添來顧問	● 5G 因具有大頻寬的特性，每家電信業者必須有 80MHz 到 100MHz 頻寬才能滿足需求。 ● 建議 5G 整備下一階段可考慮頻譜重整，過去頻譜分配的方式都太小塊了，未來可將 2.6GHz 與 2.1GHz 重整，將頻寬拉寬一點。 ● 未來 5G 頻段需求不是只單純需要 3.5GHz 或是 28GHz 頻段。
台灣經濟研究院劉柏立所長	● 5G 需要有 100MHz 以上的頻寬，5G 效能才能展現。
中華電信	● 年底釋照已多次討論並在中頻段、高頻段盡可能多釋出一些頻寬。後續可就國際發展趨勢，在國內盡早做頻譜整備的規劃，在第二階段頻譜釋出前，能盡早確定釋出

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

	的時間點以及釋出頻段、頻寬，讓電信業者預做準備。除 mmWave 高頻段外，低頻段、中頻段也需要考慮一併釋出，兼顧涵蓋、容量需求。
台灣通訊學會方修忠秘書長	● 建議在釋照之前，要做頻譜篩審動作，每一個頻譜使用的效率不一定一樣，透過頻譜篩審可以讓頻譜資源更充分的有效利用。
台灣大哥大	● 整個頻譜的中長期整個規劃來看，業者是看不到所有全部的資訊，例如針對 ST2 的 3600 MHz 頻段業者無法得知是否可用到 2026 年還是可以展延到 2028 年？政府在釋出 5G 的頻段的規劃上，應明確定義清楚，讓業者可以有辦法仔細評估後續作業
亞太電信	● 未來第二階段釋出頻段的規劃政府要盡早提出說明，以讓電信業者能及早因應。
台灣之星	● 建議政府應於此次頻率釋出或是於第二波甚至未來第三波釋照之前建立長遠明確的規劃，讓業者能夠去做一個長期經營的規劃跟考量。
遠傳電信	● 建議政府應該訂定一個具有前瞻性的頻譜政策，而且在訂定頻譜政策的時候必須要針對釋出的規劃還有相關利弊得失的部份要跟產業充份的溝通。 ● 競標前讓業者清楚知道未來政府會走到哪一個步驟，才能做一個規劃，而不是競標完之後才發現原來還有其他頻率是可以取得的，這個情況對於業者而言才是一個公平的情況。

資料來源：本計畫整理

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（四） 我國新世代通訊第二階段候選頻譜與釋出時程建議

目前我國已完成 1800MHz、3500MHz、28000MHz 等第一波釋出 5G 頻段之預公告作業，於今年 12 月釋出。依通傳會之規畫，首波 5G 頻譜包含 3.5G 頻段釋出 270MHz 頻寬，28G 高頻釋出 2,500MHz，及 1,800MHz 釋出 20MHz，作為加強覆蓋的搭配頻段[295]。

依據本研究團隊於 2019 年 6 月 12 日舉辦「新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會」之討論內容，各家電信業者與會代表，皆建議於第一階段釋照之前，公告第二階段釋照的頻寬與頻段，讓電信業者能預做長遠規劃及準備。本計畫乃綜整過去之研究結果、各重點國家之釋照規劃、參酌國內業者與專家之意見，分析相關考量要素後，提出第二階段 5G 候選頻段之建議。

首先在國際趨勢方面，由本計畫所整理之結果可知，針對頻譜的後續規劃，包括美國、日本、德國、中國等國，於 2019 年下半年完成高頻段之釋出或提出相關規劃；日本、德國、香港亦於 2019 年下半年釋出中頻段或進行相關檢討。低頻段（700MHz）目前英國計畫於 2020 年春季進行拍賣，澳洲則將於 2020 年至 2021 年上半年間拍賣。

整合本計畫資料蒐集之結果，本計畫建議可於第二階段釋出下述之低中高頻段，4.5GHz 中頻段跟 39GHz 高頻段可列為優先考量之頻段。就低頻段而言，依據交通部公告之中華民國無線電頻率分配表與 2018 年 5 月頻率供應計畫顯示，目前 UHF 頻段（608-698MHz）可供重新規劃再利用，考量國際間已有部分國家如美國釋出 600MHz 頻段作為 5G 使用，因此建議第二階段 5G 候選頻段可將 600MHz 頻段納入考量。

另外，在中頻段部分，行政院於今年 12 月公告，我國第二階段 5G 候選頻段，將以 4.5-5GHz 頻段作為標的，預期釋出 300MHz 作為 5G 商用與專網頻譜，其中 100MHz 為專網頻譜，規劃頻率範圍為 4.8-4.9GHz，保留 300MHz 作為既有警政消防通訊使用。

[295] 經濟日報 (2019/07/09)，三大干擾！5G 頻譜 史上最難標
https://money.udn.com/money/story/5648/3915579

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

高頻段部分，本研究參考國際趨勢，建議 26GHz 頻段（24.25-26GHz）與 37GHz 頻段（37-40GHz）可作為第二階段 5G 候選頻段。歐洲國家釋出 5G 毫米波頻譜以 26GHz 為主，美國則於今年底進行 37、39GHz 與 47GHz 頻段之拍賣，因此，26GHz 頻段與 37GHz 頻段未來應較有充足之 5G 設備可使用，故本研究建議可將該二頻段列為後續釋出候選頻段。

相較於其他國家因應 5G NR 免執照頻譜，規劃、釋出部分高頻段免執照頻譜供 5G 使用，我國則尚未明確訂定 5G 免執照頻譜。考量免執照頻譜有助於降低頻譜使用門檻與成本，爰建議參考國際趨勢，規劃 64-71GHz 頻段作為 5G 免執照頻譜，以利相關創新應用之發展。

此外，因應我國 PPDR、既有衛星業務使用以及 WRC-19 大會之決議，本研究列出可作為後續整備對象之標的，以 800MHz 頻段為例，該頻段雖規劃作為 PPDR 使用，然相關業務主管機關對該頻段之整備計畫尚不明朗，因此建議可列為整備對象，避免頻譜閒置之無效率；另外，考量我國位處亞熱帶赤道地區，衛星業務仰賴 C 頻段之抗雨衰特性，故 3.8-4.2GHz 頻段仍有大量衛星業務使用，然而，參考國際間之發展，美國已規劃於 3.7-4.2GHz 頻段整備至少 280MHz 頻寬作為行動通訊使用，因此建議我國亦可將該頻段列為整備標的，觀察有無作為 5G 釋出之契機。

綜整以上本計畫建議之第二階段 5G 候選頻段，以及與通傳會於 2018 年 10 月底召開 5G 應用與產業創新策略會議（SRB）規劃之比較，如下表所示。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 73：通傳會規劃與本計畫建議之第二階段 5G 候選頻段

	1GHz 以下	1-6 GHz	6GHz 以上	免執照
通傳會規劃 (SRB)	● 600MHz ● 800MHz	● 4.5-5GHz	● 24.25-26GHz ● 37-40 GHz	未公告
本計畫建議之第二階段候選頻段	● 600MHz	● 4.5-5GHz	● 24.25-26GHz ● 37-40 GHz	● 64-71GHz
本計畫建議可考慮整備之後續頻段	● 800MHz	● 3.8-4.2GHz	視 WRC-19 決議而定	視 WRC-19 決議而定

資料來源：本計畫整理

二、5G 拍賣釋出頻率之彈性運用

通傳會因應數位匯流時代、市場競爭與創新應用蓬勃發展之產業發展趨勢，研擬電信管理法，規劃給予事業更高經營彈性，加速推動數位基礎建設、建構安全、可信賴的公眾電信網路，進而帶動創新與數位經濟成長。電信管理法中對於頻率管理採彈性化規管方式，藉由開放頻譜共享、建立誘因拍賣機制、允許頻率交易與出租等，能更有效提升頻譜使用效率。電信管理法已於 2017 年 11 月經行政院通過後送交立法院審議，並於立法院審議通過後，由總統於今（2019）年 6 月 26 日公告施行。

然而，因應我國於年底釋出 5G 頻譜，故即便電信管理法經立法院審議通過施行，由電信法轉換至電信管理法之過度期間，仍有三年過渡期。因此，對於經拍賣釋出頻率之彈性應用措施（如出租、移轉）等，有必要提出先導處理之建議。以下，借鏡國際間設有頻率交易與出租之規管方式，作為研提我國頻率彈性應用之政策建議。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（一） 國際釋出頻率交易與出租規範

目前各國正如火如荼討論 5G 創新應用對跨垂直產業帶來之影響，大多數國家主管機關均認同應適用頻譜彈性化管理之原則，認為應提升頻率使用效率。主管機關規劃釋出頻率彈性運用政策時，需充分考量開放後之影響評估，以及主管機關需具備之審查標準與程序。本研究研析國際趨勢後，發現多數國家採取拍賣時制定頻譜取得上限之事前管制措施，但亦有國家採取設定頻率二次交易後持有上限之規範或取消持有上限，例如美國規範業者於 5 個毫米波頻譜（24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 及 47GHz）交易後取得之總頻寬不得超過 1,850MHz，約占 5 個釋出頻段總頻寬 4,950MHz 之 37.3%。英國則不針對特定頻段訂定上限，業者持有頻寬不得超過已釋出行動通訊頻譜總頻寬 37%之規範，研究國家作法整理如下表所示。

表 74：研究國家 5G 頻譜釋出規範

訂定拍賣/釋出時的頻段上限	
澳洲	3.6MHz（3400-3700 MHz）頻段分次拍賣，若在前次拍賣中已在 3.6MHz 頻段內取得都會區持有超過 60 MHz 或在區域地區持有超過 80 MHz，則本次拍賣可能無法獲得 3.6GHz 頻段之執照。
日本	✓ 3.7GHz 與 4.5GHz 頻段可申請 100MHz 頻寬或 200MHz 頻寬，上限為 200MHz。 ✓ 28GHz 頻段之上限為 400MHz。
韓國	✓ 3.5GHz 頻段，每家業者上限為 100MHz。 ✓ 28MHz 頻段，每業者上限為 1,000MHz。
香港	中頻段之釋出上限： ✓ 3.3-3.4GHz：上限為 40MHz。 ✓ 3.4-3.6GHz：上限為 70MHz。 ✓ 4.9GHz：40MHz。 高頻段之釋出上限： ✓ 非共用頻譜(頻寬 3300MHz-3700MHz) 上限 800 MHz。 ✓ 共用頻譜(頻寬 400MHz-800MHz) 上限 400 MHz。
未設定/取消上限	
德國	2.3GHz 頻段總頻寬為 80MHz；3.4GHz-3.7GHz，總頻寬為 300MHz；3.7GHz-3.8GHz 則採申請制，總頻寬未定。各頻段單一業者皆未設定取得上限。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

加拿大	尚未對 3.5GHz 頻段設定頻譜上限，但已將頻譜釋出上限的規劃列入 2019 年的釋照諮詢文件徵詢建議。
瑞典	✓ 2.3GHz（2300-2380GHz）頻段未設定上限。 ✓ 3.5GHz 頻段規定至少 3 家獨立執照持有者可持有頻譜，且取消 120MHz 得標上限，變更為 80MHz 得標下限。
對總頻寬訂上限	
英國	釋出之 700MHz 和 3.6-3.8GHz 頻段，要求釋照後各業者持有之行動通訊頻譜不得超過 340MHz（即總頻寬上限 37%）。
規範頻譜交易後之持有上限	
美國	設定頻率二次交易後持有上限： 於 5 個毫米波頻譜（24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 及 47GHz）交易後取得之總頻寬不得超過 1,850MHz，約占 5 個釋出頻段總頻寬 4,950MHz 之 37.3%。

資料來源：本研究整理。

瞭解上述研究國家對於 5G 頻譜釋出規範後，各國針對頻譜交易與出租大致可分為三種類型：通過明確的法規實施頻譜交易制度、未有明確法規但允許頻譜交易、不允許頻譜交易。其中明確法規實施頻譜交易制度可能發生的交易形式包括：全部或部分頻譜轉讓、有無自由化交易(服務中立)、在有或沒有技術中立的情況下進行執照交易、租賃許可、允許進行貨幣轉讓以補償不對稱交易、監管部門預先批准的要求、利用競爭法解決可能的反競爭做法等。

研究團隊亦觀察到頻率交易與出租逐漸成為趨勢，以有效使用頻譜發揮其最大價值。如：歐盟於 2018 年 12 月更新通過電子通訊規則（European Electronic Communications Code, EECC）[296]，此次更新的目的為提升對於 5G 基礎設備、光纖網路的投資，希冀在電信業者和 OTT（over-the-top）業者之間創造一個「公平競爭的環境」。新規則採取鼓勵頻率出租與交易之精神，希望實現頻率有效管理，且執委會規範各會員國應於 EECC 施行後 2 年內，落實法案規範納入國內法令之中，促進歐盟內部無線電頻譜使用的規劃，並設想歐盟國家將頻譜區塊的分配進行相互協調，以利 5G 服務。

[296] JD Supra(2018),Hot off the press: The European Electronic Communications Code, https://www.jdsupra.com/legalnews/hot-off-the-press-the-european-62234/

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

然而，現今仍有部分國家未開放頻譜交易或出租，例如德國尚未允許頻率交易與出租；英國正檢討 700MHz 與 3.6GHz 頻段是否允許出租（現階段尚未開放）；日本、韓國、中國等亞太區域國家多未開放頻譜出租；香港則是存在閉鎖期，取得頻譜且完成主管機關規定之義務，於五年內不得交易。而我國於今年 5 月底立法完成電信管理法，亦期望達成放寬電信市場之創新應用及跨業合作彈性，促進電信事業得彈性使用頻率，讓頻率稀有資源得以和諧、有效及靈活運用，與國際上開放頻譜交易與出租的國家目標一致。

表 75：研究國家頻率交易或出租比較

開放頻譜交易或出租之國家	
歐盟	於 2018 年 12 月 11 日更新通過歐洲電子通訊法（EECC），第 51 條明訂頻譜使用權的交易或出租，確保擁有使用頻譜交易或出租的權利。
英國	於 2005 年發布頻譜執行計畫報告，為提升頻譜使用效率，開放頻譜自由買賣、解除頻率使用期限等，並於 2011 年訂定 Trading Guidance Notes（交易指引），說明頻率轉移（Transfer）與頻率租賃（Lease）之差異。
美國	FCC 針對毫米波（28GHz、37GHz 及 39GHz）之頻譜交易與出租：透過地理分區（geographic partirioning）及頻寬分割（spectrum disaggregation）取得頻譜。
加拿大	頻率的使用須經工業部長核准，允許特定無線業務的頻譜執照全部或部分進行轉讓。
澳洲	ACMA 於 2012 年無線電通訊頻譜執照交易規則中決定頻譜執照持有者可交易其部分或全部頻譜。
未開放頻譜交易或出租之國家	
德國	禁止頻譜使用權利的轉移、交易或再授權。
日本	於 2018 年的「電波有效利用成長戰略懇談會」上提出頻譜二次交易制度的檢討，但尚未有具體之建議，需再進行討論與修正。
韓國	未有頻譜交易與出租之相關規定。
中國	未有頻譜交易與出租之相關規定。
香港	存在閉鎖期，自核准分配頻譜之日起五年，不允許交易，且未開放頻譜出租或共用。

資料來源：本研究整理。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 研析電信管理法下頻率交易與出租建議

有別於現行電信法僅允許行動寬頻業務之頻率使用權移轉，電信管理法基於頻率的有效使用，開放包括出租、出借（第 58 條）與交易（第 59 條）等之彈性運用。事實上，為達到 5G 技術有效利用，以持有 100MHz 連續頻段為佳。然而，觀察本次 5G 頻率釋出之 3.5GHz 頻段，僅釋出共 270MHz，電信管理法開放頻率彈性應用，可處理頻率供不應求之狀況。是故，以下就頻率彈性應用適用頻段、對象與規管原則進行研析與建議。

1. 適用頻段

我國行動寬頻業務於 4G 以前頻率釋出皆依電信法辦理，頻率使用具有排他性，僅允許電信事業合併時進行頻率使用權的移轉，業者在此基礎下以競價方式，取得頻率使用的權利，因此基於信賴保護原則，不宜開放頻率出租、出借與交易。

本次 5G 頻率釋出雖仍將依電信法辦理，但此時電信管理法已立法通過，除了開放頻率共用，同時也允許出租、出借和交易等之二次交易，業者於競標時已獲得充分資訊。因此建議初期建議開放 5G 頻率進行頻率彈性使用，以確保得標廠商之公平競爭。

2. 適用對象

電信管理法之監理方式有著重大的改變，電信事業資格之取得由過往的特許制或許可制，改採自願登記，以降低市場進入門檻，活絡通訊傳播產業。因此，藉由拍賣取得之 5G 頻率可出租、出借或交易之對象，除以包括傳統具電信基礎設施之電信事業外，尚包括如垂直場域廠商等任何在數位匯流下，具通訊需求之業者。然而，原電信法下之電信事業，必需經由變更事業計畫書，並取得特許執照後，方可轉軌至電信管理法。

3. 規管原則

為促進頻譜資源之有效利用，電信管理法大幅放鬆頻率使用限制，於第 58 條第 1 項，允許電信事業將其獲配無線電頻率之一部分以出租、出借或其他方式，將頻率以分頻、分時或分地區等方式，提供與

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

他電信事業使用。另一方面，電信管理法第 59 條第 1 項，開放電信事業以拍賣或公開招標方式取得之全部或一部分頻率，向主管機關申請核准改配其他電信事業使用。前者之頻率出租出借屬業者間商業協商，且頻率執照使用權利並無轉移；後者之頻率二次交易須將轉移頻率執照使用權利，為確保頻率轉讓後營運及設置公眾電信網路之服務品質，以保障消費者權益，需經主管機關審驗，方得改配其他電信事業使用。

雖然頻率出租、出借與交易之性質皆不相同，其規管原則應秉持頻譜資源有效使用、市場公平競爭、保障消費權益之目的而有一致性的考量。以下就持有頻寬上限、閉鎖期、得標金問題、規費問題和頻率管理等項目進行說明：

(1)持有頻寬上限

由於頻率使用具有排他性，目前國際頻率釋出多設有上限規定，以避免頻譜資源過度集中或囤積，達到資源之有效利用。然而，頻譜取得上限之規範國際間有不同作法，大致可歸類為對釋出頻段設定上限、對總頻寬設定上限和規範頻譜交易後之持有上限三大類。其中澳洲、日本、韓國、德國和香港等國家針對釋出之各頻段設有取得上限，以日本、韓國為例，在中頻段與高頻段設有不同的頻譜取得上限，香港則依各頻設有不同上限值。另一方面，英國政府限制行動業者在頻譜拍賣後最多能取得總釋出頻寬設有 37%之上限。美國則採取較為開放的態度，不規範單一業者於頻譜拍賣時之取得上限，但限制二次交易後各業者取得之頻譜資源數量上限不得超過整體 5G 毫米波釋出頻寬之 37.5%。

表 76：研究國家頻譜取得上限規範彙整

型態	拍賣/釋出時訂定持有上限		規範頻譜交易後之持有上限
	對釋出頻段訂上限	對總頻寬訂上限	
代表國家	澳洲、日本、韓國、德國、香港	英國（約 37%）	美國（約 37%）

資料來源：本研究整理。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

由於電信產業存在規模經濟，易形成自然獨占市場，再者 1GHz 以下頻段為熱門頻段，無論傳輸距離或穿透率較具有相當優勢，因此建議宜維持現行行動寬頻業務管理規則之規範，訂定持有 1GHz 以下總頻寬 1/3 之上限。至於二次交易之上限，依電信管理法之規定，頻率出租、出借僅得將持有頻寬之一部進行處理；頻率交易則可將持有頻寬之全部或一部進行交易。但無論如何，交易後之 1GHz 以下頻率持有總頻寬皆需符合 1/3 上限之規定，以降低頻譜集中度，促進市場競爭。

然而，考量 5G 技術應用之大頻寬、高速率、低延遲通訊特性，我國電信管理法除了開放頻率出租、出借和交易之彈性外，亦允許電信業者間共頻使用，目的皆為促進頻譜資源之有效利用。此外，觀察近期國際間 5G 頻譜釋出與企業專網之規劃，多研擬釋出中、高頻頻譜，針對現行法規訂定持有總頻寬 1/3 上限之規範，建議採動態檢討訂定之，以同時符合國際趨勢，並維持國內市場公平競爭。

(2) 閉鎖期

為防止出現業者於標得頻率後即高價出售，而未盡網路建設之義務，設定閉鎖期可避免頻率蟑螂出現。國際間，目前香港設有閉鎖期，規範自核准分配頻譜之日起五年，不允許交易。閉鎖期之設定可以業者完成取得頻率之網路建設義務（如建置基地臺數量和電波涵蓋範圍人口數），或是開臺營運後，方可進行頻率出租、出借或交易，以達到頻譜資源之有效利用。

(3) 得標金問題

根據 2019 年 9 月 3 日公告實施之行動寬頻業務管理規則第 36 條之規範，允許得標者得選擇以一次繳清或以二至五年分期繳納方式繳納得標金。為避免業者以投機心態，高價出租、出借或出售頻率，應先繳清得標金，以穩定市場發展、維護消費者權益。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

(4)規費問題

雖然電信管理法第 62 條要求頻率使用費由頻率使用者需繳納，但由於頻率出租、出借之執照使用權利並未轉移，為方便行政管理，建議仍由執照持有之電信業者繳納。相反的，頻率二次交易，已轉移執照使用權利，是故頻率使用費改由他電信業者繳納。

(5)頻率管理

隨著電信管理法下之頻率使用限制越來越寬鬆，允許以分頻、分時或分地區等方式出租、出借，可預期未來頻率使用者將較頻繁的變動，系統化的管理則顯得更為重要。通傳會作為頻率核配、使用之監理機關，宜升級管理頻率交易或出租之資料庫，以達到頻譜有效管理之政策目標。

三、5G 候選頻段與既有業務之和諧共用措施建議

（一） 國際經驗比較

本研究蒐集國際間對於 5G 候選頻段與既有業務之和諧共用措施，包括有以下幾種型態：

- 設定技術規範與發射功率限制；
- 設定干擾保護區／禁制區／協調區；
- 採取頻譜共享機制；
- 移頻，可能需涉及移頻補貼。

由於 5G 釋出頻段可涵蓋低、中、高頻，頻段特性具顯著差異，因此各國評估時，多考量該頻段特性與使用狀態，再制定因應策略。有些國家會藉由設定干擾評估標準與規範發射功率，允許不同業務於頻段範圍內和諧共存。例如日本便是以和諧共存為政策目標，事先評估干擾情況，再限制 5G 電臺的功率，降低干擾嚴重性；有些國家則藉由劃定保護區，避免新進業務干擾既有業務；另有國家採取既有業者移頻，並適度給予移頻損失補償。整體而言，需考量該頻段特性與既有業務使用狀態，方得正確決定共存措施。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

各國對於和諧共用的相關措施，例如韓國主管機關對於 3.5GHz 頻段使用若出現干擾時，採業者協商方式處理；香港主管機關辦理 3.4-3.7GHz 釋出為 5G 之頻譜整備作業時，先查測既有衛星業務使用現狀與辦理干擾評估後，設定護衛頻段 100MHz，並在衛星追蹤、遙測站周遭設置干擾保護區等相關規定。美國在毫米波頻段部分頻段也採取設定干擾協調區、部分頻段採取頻譜共享機制處理和諧共存等。

新加坡資通訊媒體發展局（IMDA）曾就 3.5GHz 頻段可否從既有固定衛星業務（Fixed Satellite Service, FSS）轉分配給行動通訊業務進行相關討論，並規劃以下兩種方案：

(1) 全部移頻：將所有使用延伸 C 頻段之既有使用者移頻，清理出約 200MHz 頻寬的完整頻段，供行動通訊業務使用。

(2) 部分移頻：將部分既有使用者移頻至 C 頻段的高頻區域，將 200MHz 之部分頻寬釋出，提供行動通訊業務使用。

歷經 2 年評估作業，IMDA 決定延伸 C 頻段（3.4-3.6GHz）之既有使用者應移頻至 3.7-4.2GHz 頻段，原來分配給固定衛星業務作為主要使用業務的 3.4-3.7GHz 頻段，將變更其主要使用業務為行動通訊，而至於 3.7-4.2GHz 頻段則仍維持作為固定衛星業務。

在考量其技術限制後，IMDA 認定 3.5-3.6GHz 頻段為無限制使用區塊，可佈建於戶外、室內以及地下，3.4-3.5GHz 頻段因屬於限制使用，僅限佈建於室內與地下。另外，針對 3.4-3.7GHz 的既有使用者，IMDA 決定採取移頻作業（Migration Exercise），規劃大約 18 個月的時間，於 2020 年底前完成既有衛星業務使用者之移頻。

對仍持續於 C 頻段剩餘頻段運作的 FSS 使用者，IMDA 建議採取必要的整備措施，例如設置適當濾波器（Band Pass Filter，BPF）以保護訊號接收，或使其系統能夠抗拒來自延伸 C 頻段中 5G 傳輸訊號造成的可能干擾等。

至於針對衛星遙測與控制站（Telemetry, Tracking and Control, TT&C），IMDA 則可能以設置禁制區的方式，保護重要 FSS 的運作不受行動通訊使用 3.5GHz 頻段之干擾。另一方面，IMDA 鼓勵產業提出可行之技術實驗，以決定禁制區的可行性與相關需求。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

在 IMDA 的規劃中，無論採取移頻作業或整備措施，原使用延伸 C 頻段的衛星用戶都可以選擇移往 C 頻段的高頻位置(3.7-4.2GHz)，技術層面不至影響其運作，亦可透過建立護衛頻段（guard band），以解決可能相鄰頻段共存的問題。然而，無論最終決定採用何種方法，IMDA 都將需要制定延伸 C 頻段的跨境共存規範。相關標準規範可參考國際電信聯合會的無線電管理規則（ITU Radio Regulation, ITU RR）)。

因 2015 年世界通信大會（WRC-15）之前，ITU 為考量行動通信基地臺與衛星廣播電臺於同頻共存時的間隔距離，已就大型基地臺、小型基地臺以及行動通信系統的參數等進行一系列研究，IMDA 將會遵守 ITU RR 的相關準則。同時，IMDA 也需要建立新加坡與鄰近國家的雙邊協議，確保在新加坡運作的行動通信業務不會對全球衛星通信業務造成干擾，相關措施將需要在監理與營運面和相鄰國家進行協調，並決定共存參數，以減輕跨境干擾的問題。

因應不同頻段特性與使用狀態，將產生相應的處理方式。對於移頻可能涉及的補貼，美國發展中的中頻段頻譜整備的動態，是一個值得觀察的主題。美國在中頻段的頻譜整備相較於其他國家起步較晚，在國際情勢推展下，FCC 也認知目前仍被衛星占用的中頻段是 5G 的最佳候選，並舉出韓國、日本、英國等國家都為 5G 分配了中頻段頻譜，在該頻段發展 5G 將使消費者受益於使用相同頻段的產品規模。

相對應的，國際 C Band 衛星業者聯盟（C-Band Alliance, CBA）發起對在美國地區使用頻段中的 200MHz （180MHz 加上 20MHz 護衛頻段)進行高達三百億美元的私人拍賣，以期將頻率提供給美國 5G 業者使用，美國各界輿論批評該聯盟獲取本應屬於美國的意外之財，且該鉅額款項將流向境外（CBA 衛星聯盟中，Intelsat 和 SES 在盧森堡成立，而 Telesat 則是在加拿大成立）。對此，FCC 在今年九月舉行的第 8 屆年度美國頻譜管理會議上對於評論表示，FCC 重申打算在 2019 年秋天發布關於如何為 5G 行動服務開放衛星 C Band 頻譜的

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

決定。FCC 強調快速解決方案是 FCC 的優先考量，而不是去考慮出售衛星頻譜可帶來多少意外收益。[297]

FCC 表示目前美國需要至少 300MHz 來提供中頻段的 5G 服務，C Band 聯盟只能提供 200MHz。C Band 聯盟成員目前向大約 1.2 億個家庭廣播，如果聯盟讓出更多頻譜，許多用戶將需要升級廣播設備以繼續提供服務。

11 月 18 日 FCC 主席 Pai 回應國會關於 C-Band（3.7-4.2GHz）頻段的垂詢，FCC 表示將規劃採拍賣方式釋出總計約 280MHz 頻段。其中保留 200MHz（4.0 - 4.2GHz）供既有業務使用。

由此上述的美國案例可見，在頻譜資源有限的情況下，既有業務與亟需取得頻譜資源的新興 5G 業務兩者之間，如何評估以最有效率的方式達到在同頻或鄰頻上的和諧共用，是頻譜整備過程中所面臨的最大挑戰所在。

（二） 國內政策建議

衛星既有業務與 5G 和諧共用的可行性取決於各種因素，包括，5G 的商業模式，例如 eMBB 的大規模廣域部署或是工業用途的區域型在地；既有經營者使用的服務類型及其使用程度和位置；以及共享類型是共頻或鄰頻。探討在 5G 主要業務頻段的中頻段 3.4GHz 到 4.2 GHz 頻段的和諧共用措施，首先須瞭解這個頻段中固定衛星（FSS space to earth）包括哪些應用：

- 大型衛星地面站，用作將中繼線或網路流量（饋線鏈路）在通信閘道和衛星太空站之間傳送與接收
- 遙測，跟踪和指揮（TT&C）站，用於太空梭與地面之間的通信。
- VSAT（小型雙向衛星系統），主要用於企業，也用於軍事和政府應用。

[297] Caleb Henry, FCC commissioner defends C-Band Alliance but renews call for more 5G spectrum, Space news, September 25, 2019. (https://spacenews.com/fcc-commissioner-defends-c-band-alliance-but-renews-call-for-more-5g-spectrum/)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

- 衛星主天線電視（SMATV），使用多個衛星和廣播信號整合成單一有線電視信號的系統，將訊號分配到建築物內的佈線網路（例如公寓、大樓、醫院等）。
- 僅電視接收（TVRO），用於接收廣播信號，例如免費廣播電視。
- 其他用途包括：無線電定位（3.3GHz ~3.4 GHz）和固定服務（3.4GHz~ 4.2 GHz）

目前，我國衛星接收場所約 200 多個，確認衛星與 5G 業務是否相互干擾的實證量測，是採取 5G 基地站低於衛星地面站接收天線高度的方式進行。本研究參考國際顧問公司 Plum 為 GSMA 進行之研究中提出的「降低 5G 與衛星地面站間干擾之各種措施評估表」[298]，該表將各種措施的時間成本及資金投注做成比較列表，一目瞭然的看見哪些是相對較有效率的降低干擾可行方式，請見下圖：

Interference mitigation measures	FSS (limited deployment)			FSS (ubiquitous deployment)		
	Efficiency	Time to implement	Cost	Efficiency	Time to implement	Cost
FSS earth station site shielding	✓✓✓	⧗⧗	$$	N.A.	N.A.	N.A.
Restriction zones to protect FSS	✓✓✓	⧗	$	N.A.	N.A.	N.A.
Improved FSS receivers	✓✓	⧗	$$	✓✓	⧗⧗	$$$
Addition of filters to FSS receivers	✓✓	⧗⧗	$$	✓✓	⧗⧗⧗	$$$
IMT base station location limitations	✓✓	⧗	$	✓✓	⧗⧗	$$
IMT base station antenna pointing/ down-tilt*	✓✓	⧗	$	✓✓	⧗⧗	$$
Reduce base station transmitter power	✓✓	⧗	$	✓✓	⧗⧗	$$
Detailed coordination	✓✓✓	⧗⧗⧗	$$	N.A.	N.A.	N.A.
Guard band 100 MHz	N.A.	N.A.	N.A.	✓	⧗	$$$**
Guard band < 50 MHz	N.A.	N.A.	N.A.	✓✓	⧗	$$**

圖 108：降低 5G 與衛星地面站間干擾之各種措施評估表

* *IMT base station antenna pointing/ down-tilt：依據既有衛星地面站所在地為考量的 5G 基地站選址及天線指向。*

** *根據機會成本所得之計算結果。*

各種降低干擾方式所涉施作時間與金錢成本效率不一，按照成本效益評估的結果，對應我國衛星地面站的數量，本研究歸納出其中三個具有較佳效率的方式，分別是：「設定衛星地面站禁制區」、「在

[298] PLUM, Roadmap for C-band spectrum in ASEAN, August 19, 2019, https://plumconsulting.co.uk/roadmap-for-c-band-spectrum-in-asean/

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

衛星地面站上安裝濾波器」以及「依照既有衛星地面站所在地考量 5G 基地臺選址及天線指向」的方式，這些是在 5G 佈建完成前較有效率的干擾解決方式。

「設定衛星地面站禁制區」在成本與建置時間的花費上皆相對較低，但若需做到無縫的大數量衛星地面站保護，則會使禁制區範圍過大，並不可行。同樣的道理也適用在「加裝衛星基地站的濾波器保護」方式上，對於我國 200 多個衛星地面站的數量，加裝濾波器是可負擔的成本，也是一項有效率的做法。另外，相對香港以最壞的假設情況來設計護衛頻段而得出 100MHz 護衛頻段的決定，Plum 研究指出，護衛頻段低於 50MHz，有助釋出更多 5G 頻譜，減少機會成本的損失。

另外，Plum 也指出在事前預防措施外，若能先針對可能的干擾情況，建立能讓頻率使用雙方有更詳細溝通協調的機制，雖較花費時間，但在成本效益上，較能夠一勞永逸的協商出雙方都能接受的結果。

有關我國衛星業務與行動通訊業務之干擾共存機制，本中心研究團隊於 107 年、108 年協助主管機關評估 3.5GHz 頻段內行動通訊業務對於既有衛星業務之干擾影響及改善措施，提出包括加裝特製規格帶濾波器（Band pass filter, BPF）、護衛頻段及設置干擾協調區等相關政策建議。同時，也對通傳會「5G 釋照頻譜整備改善措施補助作業要點」所核定補助對象，進行實地會勘調查蒐集相關資訊，包括站台地址、聯絡人、經緯度、海拔高度、樓高、天線尺寸、接收衛星、接收角度、接收頻率、天線型式、數量及用途等等資訊，計算須強化承載 BPF 的衛星地面接收天線數量。此外，並建立 C 頻段衛星地面接收站資料庫，整合具有計算與顯示干擾保護區功能的電子圖資系統，驗證遠端干擾源感知技術概念。

至於護衛頻段，本研究團隊於去年度評估衛星訊號與行動通訊干擾量測時，建議主管機關對於護衛頻寬應至少為 40MHz。其後主管機關則決定將 3570-3614MHz 作為護衛頻段，故我國 3.5GHz 頻段之 5G 與衛星業務干擾共存護衛頻段達 44MHz。因此，符合國際間將護衛頻段設定低於 50MHz，有助於釋出更多 5G 頻譜，減少機會成本損失的政策建議。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

一般來說，在 3.5GHz 頻段的衛星訊號很微弱，5G 訊號則是相對較強，因此建議所有使用 3.5GHz 的衛星廣播業者皆申請保護。5G 發照後，初期 5G 基地臺可能干擾有限，但干擾將逐漸嚴重，因此在時程規劃上，建議須提供於發照後一到三年內皆有受理業者針對干擾詢問之窗口，以涵括全國的範圍來協助業者處理相關干擾問題，同時安裝的 BPF 濾波器需提供一定期間的保固。

另外，本中心研究團隊雖建議針對基地臺設立隔離區預留半徑 150 公尺。但建議待 5G 實際上線後，根據實際情況採滾動式調整，再針對隔離區半徑進行重新協調。目前建議針對隔離區的設立先以保守方式設立較大半徑範圍，後續再進行調整。未來 5G 業者若遵循 5G 基地臺設置規範進行建設，但仍對衛星接收站造成干擾時，若經各項協助防干擾措施後仍出現干擾現象，由於衛星傳輸指向性高，建議以調整 5G 基地臺方向來處理，另外也提供衛星接收站隔離網等輔助措施。

本計畫盤點目前國際中頻段和諧共存之政策，並且考量我國同樣面對 C-Band 和諧共用，人口密集度高之現況，初步研擬和諧共存措施之建議供參考，包含規劃評估、溝通協調、頻率指配等三大重點和執行步驟，分別是：

- 第一階段--計畫與發布決定： 這個階段應全面檢視頻段內的使用情況，評估潛在的共存模式，包括同頻或鄰頻使用，評估可行的方案並進行成本效益分析。最後才能做出正確決定，整個過程約需費時十二個月的時間。

  至於我國之 3.5GHz 中頻段整備時程，主管機關自 2017 年開始討論 5G 與衛星業務間之干擾議題，於 2018 年間辦理行動通訊與衛星業務干擾共存機制分析，並於 2018 年 10 月舉行之 5G SRB 會議中決議釋出頻段，因此相關時程與國際趨勢相近，約耗費一年左右之作業時間。
- 第二階段--實施頻譜整備與相關措施：共頻的部分，須通知既有經營者將進行的相關措施及時程。鄰頻的部分，則須通知既有經營者有哪些措施來降低干擾。另外，也需針對潛在干

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

擾進行跨國界協調。這個階段依照措施難易度及不同的時程需求，時程推估可能從數月到一年以上的時間。

自 2018 年下半年政府確認首波釋出之 5G 頻段後，我國主管機關及開始辦理相關頻譜整備作業，透過召開公開說明會與業界討論會議之方式，並於今年 7 月通過「3.5 吉赫（GHz）頻段整備改善措施補助作業要點」，開始針對既有使用者辦理相關頻譜整備措施以避免干擾，預期相關作業將持續至 2020 年中，整體作業時程將達一年以上。

- 第三階段--頻率核配：這個階段的工作包括，決定該頻段的技術條件，考量國家目標設計合適的發照方式，頻率指配相關工作之實施。

  我國主管機關已於今年 12 月 10 日啟動首波 5G 頻譜競價作業，至期末報告撰寫其間，競價仍持續進行中，預期將於 2020 年初結束拍賣，得標者後續將依行動寬頻業務管理規則相關規範取得系統審驗、架構許可並獲配頻譜使用，按照過往經驗，預期最快 2020 年中，我國即可能實現 5G 網路開臺。

四、創新技術使用執照制度相關監理制度

（一） 國際經驗比較

本研究整理歐盟、英國、美國、日本、澳洲、韓國與日本等國家，其創新技術包括物聯網、車聯網、無人機與智慧醫療之頻譜資源與執照制度。

針對物聯網，目前各國對於物聯網頻譜多透過執照頻譜與免執照頻譜等方式提供，各國均持續盤點是否有適物聯網應用之頻譜資源，同時，透過行動網路之頻譜資源提供物聯網服務，亦屬常見型態。

例如，歐盟 RSPG 即認為，現階段並無對物聯網核配特定使用頻段之需求，反而可以透過多種機制，例如執照頻譜、共享頻譜或免執照頻譜等，讓物聯網可彈性接取所需之頻譜資源，以滿足不同物聯網應用型態對頻譜資源之需求。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

部分國家如英國、澳洲因應物聯網之使用態樣：大量設備運作型態，設定適合物聯網之執照架構。例如英國建立商業無線電（BR）執照，提供低頻頻譜資源，滿足物聯網應用型態需求。

澳洲則透過專用執照下之類別執照(class license)來管理物聯網，類別執照所規範的設備僅可在限制頻段、共通條件下運作。因此很適合大量連線設備且運作規範相近的物聯網應用。

車聯網則呈現略為不同之型態，所有研究國家均明確指定車聯網專用頻譜，然頻率位置略有差異，例如歐盟、英國、澳洲與韓國之車聯網頻譜均使用 5855-5925MHz，日本使用 700MHz 與 5770-5850MHz、美國使用 5850-5925MHz，中國則使用 5905-5925MHz 頻段。由此可見，對於車聯網使用之頻譜資源，目前多數會劃定專用頻譜。不過，在執照架構上，則主要有兩種型態，一種採用類似美國規範授權執照、澳洲類別執照或英國輕度授權執照，另一種則為日本、韓國採取免執照等，雖然為免執照，但必須符合主管機關規定之發射功率等限制。

無論採取規範授權執照、類別執照或免執照，以國際間車聯網執照架構而言，並不會核發特定執照給單一業者，而是採取類似規範發射功率等型態，以專用方式提供給符合該業務目的的業者，使用時則必須符合相關技術規範。

各國目前對於無人機使用之頻譜資源與執照架構，現階段均採取免執照架構，無人機使用時主要使用免執照頻譜。僅管歐盟等國家已開始探討是否有劃分專用頻譜供無人機使用之必要，惟現階段無人機使用仍多以免執照頻譜或使用行動網路執照頻譜等型態，尚無劃定無人機專用頻譜之國際案例。

有關智慧醫療使用之頻譜資源與執照架構，現階段國際間有採取免執照頻段者，亦有劃定無線醫療設備使用頻段等，惟整體而言，多屬低功率醫療設備使用，未來若欲實現遠距手術等需要極低網路延遲之智慧醫療應用，仍需仰賴 5G 網路，故國際間少見對於設定智慧醫療專用頻譜之需求。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（二） 國內政策建議

1. 政策建議

國際間對於各項創新技術如物聯網、車聯網、無人機與智慧醫療使用之頻譜資源，目前部分國家對物聯網劃定專用頻譜、多數國家劃定車聯網頻譜，對無人機尚無劃定專用頻譜，另有部分國家對智慧醫療劃定專用頻譜等。

本研究於 10 月舉辦創新應用與頻譜監理座談會時，專家提到可透過監理沙盒等方式，建立創新技術可發展之空間。另有學者提到，共享頻譜與免執照頻譜等彈性頻譜管理工具，讓創新技術有更多發展空間。對於創新技術與應用是否需劃定專用頻譜，專家指出若該應用涉及公共利益或安全，才需要更進一步考慮劃定專用頻譜。透過 5G 執照頻譜、免執照頻譜或共享頻譜等彈性頻譜管理制度，應更適合創新技術發展需求。

因應國際趨勢以及國內專家學者之建議，應可發現對於創新技術與應用之共識，為採取具彈性之頻譜管理架構，可分為 4G、5G 網路適用之執照頻譜、免執照頻譜與共享頻譜。此外，現階段部分國家透過增加實驗執照使用頻譜或實驗區域之方式，提供創新應用進行商業驗證或技術驗證之空間。因此，本研究建議，對於創新技術應用，無需以單一執照頻譜或劃分特定專用頻譜，而以彈性、多型態之頻譜管理架構，持續檢討可開放之實驗頻譜、共享頻譜與免執照頻譜等。

2. 配套措施

本研究建議對於創新技術使用執照制度，採用彈性頻譜管理架構，透過執照頻譜、免執照頻譜、共享頻譜以及實驗頻譜等方式，建構創新技術應用之發展空間。

本研究建議推動創新技術發展之配套措施，包括以下：

(1) 定期盤點、調查創新技術對頻譜資源之需求

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

我國電信管理法立法通過後，未來對於電信事業將採登記制，且電信管理法第 52 條指出，主管機關為促進無線電頻率有效使用、鼓勵技術發展，得依據國際電信公約或國際無線電規則指定特定頻段，供國民和諧有效共用。

本研究建議主管機關可定期盤點、觀測創新技術與應用之發展趨勢，藉由公眾諮詢會議或向產業調查等方式，持續掌握創新技術對頻譜資源之需求。若經調查後有特定業務對頻譜資源存在明顯需求，則再參考國際趨勢，指定特定頻段。

(2) 設定適合之執照型態

現階段部分國家對於物聯網使用之執照型態，於專用執照制度下設置類別執照或規範授權執照，供同一業務且相同使用條件之大量物聯網設備使用。例如澳洲主管機關設定之類別執照型態，適用特定業務或應用如緊急位置通訊設備、身體掃描儀、智慧交通系統等，因其設備性質為功率相同且共用同一頻率範圍之大量設備形態，故不適合採核發個別執照之方式。

我國電信管理法通過後，主管機關具備更彈性之頻率管理架構，若有特定創新技術對於頻譜資源需求度高，且其設備數量大、適用特定業務或功率相似時，建議得參考其他國家，設定類別執照或規範授權執照型態，以利簡化主管機關基地臺管理作業。

五、5G 網路布建義務與監管規範之建議

（一） 國際經驗比較

綜觀目前國際進行 5G 網路布建之情形，可發現部分國家針對 5G 基地臺之布建，已制定一定目標與相關義務，各國之布建情形，整理如下。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 77：各國 5G 網路布建情形統整

國家	5G 網路布建情形
歐盟	BEREC 統計各會員國在 5G 時代可能設定之布建義務規範型態如下： ● 一般性布建義務； ● 主要交通要道（高速公路、主要道路以及鐵路等）； ● 偏鄉地區義務； ● 特定區域義務； ● 區域涵蓋義務（例如每一省需達到布建區域之規範）； ● 主要城市的增強型行動寬頻義務； ● 偏遠地區的寬頻覆蓋； ● 針對缺乏寬頻連線之家戶，提供網路布建； ● 與傳統行動通訊技術相似的布建義務； ● 與 4G 相似之布建義務； ● 3400-3800MHz 之布建義務會與 2600MHz 及 2100MHz 相似，但會加上 5G 品質需求； ● 一般性或特殊 PPDR 義務。
英國	Ofcom 於 2018 年 3 月發布了有關布建義務建議 ，業者在被授予頻譜許可證的四年內需要達到以下兩點布建義務規範： ● 英國行動服務覆蓋率需達到至少 90%，包括至少 90%的英格蘭，90%的北愛爾蘭，74%的蘇格蘭和 83%的威爾斯。 ● 為至少 140,000 個場所提供優質的室外訊號 ● 布建至少 500 個新的行動站點
美國	一、美國 5G 毫米波政策文件: ● 2016 年第一次 5G 毫米波政策文件： 以人口涵蓋為基準之指標，取得 UMFUS 執照業者應達到合理之網路運作績效，其服務應達到執照區域內涵蓋 40%人口，方得於執照屆期後能夠通過換照。 ● 2017 年 10 月第二次 5G 毫米波政策文件： 增設執照涵蓋地理區域之指標，取得 UMFUS 執照業者其訊號涵蓋應至少達執照地理區域之 25% ● 2018 年 6 月第三次 5G 毫米波政策文件：取得 UMFUS 執照業者，應符合前二項網路布建義務規範

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

<table>
<tr><th>國家</th><th>5G 網路布建情形</th></tr>
<tr><td></td><td>要件，實際查核時將依所提供服務型態以個案方式審驗。
二、5G 小型基地臺（Small Cell）之推動—
● 美國在 5G 競標的 28GHz、24GHz 頻段採用固定無線接取（FWA），使用情形較似社區共同天線的架設方式。其以人口涵蓋為基準之指標，設定為執照區域內涵蓋 40%人口。
● 對於使用此頻段作為點對點間固定通訊的 UMFUS 持照業者來說，在少於或等於 26.8 萬人口數的執照區域內，必須證明有四個正在運作且提供服務的鏈路，但不限於用戶或僅供內部使用。
● 若執照區域的人口數多於 26.8 萬人，持照業者必須證明至少有一個可為 6.7 萬人提供服務、且正在運作的鏈路。前述布建數額要求，唯有在大於 +43 dBm 的發射功率下工作的點對點鏈路，方可計入。</td></tr>
<tr><td>日本</td><td>一、 日本第一階段絕對審查時提出「從認定許可的 5 年內，全國與各地區的 5G 基礎建設建置率達 50%以上，且必須建置 5G 的特定基地臺」之要求，業者承諾總務省至 2024 年欲完成之 5G 基地臺達成率如下：
<table>
<tr><th>項目</th><th>NTT Docomo</th><th>KDDI/沖繩電話</th><th>Softbank</th><th>樂天 Mobile</th></tr>
<tr><td>設備投資額</td><td>約 7,950 億日圓</td><td>約 4,667 億日圓</td><td>約 2,061 億日圓</td><td>約 1,946 億日圓</td></tr>
<tr><td>5G 基礎設施展開率</td><td>97.0%</td><td>93.2%</td><td>64.0%</td><td>56.1%</td></tr>
<tr><td>3.7GHz、4.5GHz 頻段</td><td>8,001 臺</td><td>30,107 臺</td><td>7,355 臺</td><td>15,787 臺</td></tr>
<tr><td>28GHz 頻段</td><td>5,001 臺</td><td>12,756 臺</td><td>3,855 臺</td><td>7,948 臺</td></tr>
</table>
第二階段審查完後要求電信業者的條件之一為「在難以接收訊號之區域[299]努力架設基地臺」。
二、5G 基地臺之推動—智慧路燈、電杆、交通號誌燈:
● 2018 年 10 月提出 5G 智慧路燈 PoC 實作，預定 2020 年商轉。</td></tr>
</table>

[299] 此要求並未為偏遠地區之布建義務說明，而是如隧道、大樓死角等不限在市區或郊區建置基地臺的柔性訴求。同前註 140。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

<table>
<tr><th>國家</th><th>5G 網路布建情形</th></tr>
<tr><td></td><td>

2018 年 12 月公布《行動通信產業基礎建設共享有關之電信事業法與電波法適用關係相關指導方針》，針對鐵塔、土地、建物之共用提出指導方針。東京電力公司等業者後續依此方針開始進行 5G 電杆共用之 PoC 實證。
2019 年 6 月內閣會議決議修正《世界最先進數位國家創造宣言・官民資料活用推動基本計畫》，將 5G 基地臺可架設在交通號誌上。7 月 2 日內閣府召開第一次 5G 與交通號誌燈相關府省會議，指出預定 2020 年春天公布交通號誌燈建置 5G 之工程時程表。

</td></tr>
<tr><td>韓國</td><td>韓國要求取得分配頻譜的法人，年度建設網路義務如下：
<table>
<tr><th rowspan="2">頻段</th><th rowspan="2">建立的標準數量</th><th colspan="2">建立年度的義務數量</th></tr>
<tr><th>3 年 15%</th><th>5 年 30%（累計）</th></tr>
<tr><td>3.5GHz 頻段</td><td>150,000 站</td><td>22,500 站</td><td>45,000 站</td></tr>
<tr><td>28GHz 頻段</td><td>100,000 站[1]</td><td>15,000 站</td><td>-</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>德國</td><td>為強化德國國內之網路基礎建設完備度，聯邦網路管理局另要求 5G 頻譜得標業者，需完成下列布建義務：

家戶涵蓋:得標業者應於 2022 年，於各邦達成可涵蓋邦內 98%之家戶，且速率至少 100Mbit/s
高速公路涵蓋:得標業者應於 2022 年，於德國境內所有高速公路提供速率至少 100Mbit/s 且網路延遲 10 毫秒之服務
聯邦道路、非聯邦道路與國內道路之涵蓋義務
港口與境內主要河道之涵蓋義務
主要鐵路與其他鐵路之涵蓋義務
5G 基地臺布建：2022 年底前應布建 1,000 臺 5G 基地臺
非熱區布建：2022 年底前應布建 500 個基地臺於非熱區
新進業者的網路涵蓋義務相對較低，規定如下：
3.6GHz 頻段之新進業者另外附有於 2025 年前完成涵蓋範圍至少達全國 25%家戶，以及於 2022 年底前設立 1,000 臺 5G 基地臺之義務

</td></tr>
<tr><td>加拿大</td><td>一、取得 3500 MHz 彈性執照之服務經營者須向政府證明，其所獲得頻譜已在其提供現有行動寬頻 LTE 服務的許可區域中使用，以完成以下布建義務：</td></tr>
</table>

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

<table>
<tr><th>國家</th><th>5G 網路布建情形</th></tr>
<tr><td></td><td>

在該既有經營者截至 2019 年 6 月 5 日網路涵蓋的營業範圍內，於發照日起的五年內提供 90%行動 LTE 服務人口覆蓋率。
在該既有經營者截至 2019 年 6 月 5 日網路涵蓋的營業範圍內，在發照日起的七年內提供 97%行動 LTE 服務人口覆蓋率。
城市中心周圍農村地區的 5G 覆蓋：

二、對於 24 個 Tier 4 服務區的區域執照業者，若其特許區域中包含一個或一個以上的大型人口都心（根據 2016 年加拿大統計局人口普查定義），這些區域的經營者將被要求在發照日起的十年內對城市都心外的人口提供 95%的服務覆蓋率。
</td></tr>
<tr><td>香港</td><td>
香港通訊局對於網路布建義務規劃如下：
<table>
<tr><th>頻段</th><th>得標者自頻譜指配日期起算前五年內</th></tr>
<tr><td>3.3-3.4GHz</td><td>應設置 400 個使用該頻段的室內基站</td></tr>
<tr><td>3.4-3.6GHz</td><td>服務範圍應涵蓋全港至少 45%的人口</td></tr>
<tr><td>4.9GHz</td><td>服務範圍應涵蓋全港至少 50%的人口</td></tr>
<tr><td>26/28 GHz</td><td>

如獲指配 800 兆赫的非共用頻譜，該申請人須自頻譜指配日期起算前五年內設置和營運最少 5000 個無線電裝置。提供網絡及服務的責任將根據所獲指配頻譜的數量按比例減少。
受配者在前五年內分四個階段，前一年半內設置 20%規定的無線電裝置；在隨後一年半內加設 20%無線電裝置；在第四年年底或之前加設 30%無線電裝置；以及在第五年年底或之前完成剩下的 30%無線電裝置；指配用作提供小規模地區性無線服務的共用頻譜並無提供網絡及服務的責任。

</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

綜合以上各國情況資料，彙整各國布建義務概況以表格呈現如下：

表 78：研究國家布建義務摘要表

國家	布建義務內容	人口(家戶)覆蓋率	基本布建數	設施建置率	關鍵區域	其他(含服務品質、PPDR 等)
歐盟	BEREC 彙整會員國布建型態包含：一般性布建、主要幹道(關鍵區域)、偏鄉、特定區域、區域涵蓋等				○	○
英國	・行動服務覆蓋率需達至少 90%，不同地區略有出入	○	○			○
美國	・2016 年第一次 5G 毫米波布建：人口涵蓋 40% ・2017 年第二次 5G 毫米波布建：地理區域 25%涵蓋	○				○
日本	・布建率：依業者有差異(56.1%~97.0%) ・布建數(3.7、4.5GHz)：依業者有差異(8,001-30,107 站) ・布建數(28GHz)：依業者有差異(5,001-12,756 站)		○	○		
韓國	・布建標準量 ・3~5 年依不同頻段布建義務數量		○			
德國	・家戶涵蓋率：98% ・關鍵區域布建 ・2022 年前應布建數(1000 站)與非熱區布建數(500 站)	○	○		○	
加拿大	・人口覆蓋率依年份達到不同比率 ・24 個 Tier 4 服務區提供 95%服務覆蓋率	○			○	
香港	・指定頻段內要求建置數 ・指定頻段內之人口覆蓋率 ・分年次要求建置率	○	○	○		

（二） 國內現行法規

5G 網路布建乃發展 5G 新世代通訊技術時，不可或缺的一環，5G 網路基礎設備完備與否，將影響 5G 技術能否於我國順利發展，故相關 5G 網路布建義務，更顯重要。關於 5G 網路布建義務之主要規範，乃 108 年 9 月 3 日新修正之《行動寬頻業務管理規則》第 66 條第 2 項至第 5 項規定，要求 5G 頻率釋照得標者，必須履行以下建設義務。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 79：我國《行動寬頻業務管理規則》5G 網路布建規範

頻段	共通義務	各別義務
1800MHz 頻段（上行 1775MHz~1785MHz；下行 1870MHz~1880MHz）	自取得系統架設許可之日起五年內，其高速基地臺中第五代行動通信基地臺之電波涵蓋範圍應達營業區人口數百分之五十。（第 66 條第 2 項）	（無）
3500MHz 頻段（3300MHz~3570MHz）		・ 標得 3500MHz 頻段特許執照之經營者，自取得系統架設許可之日起五年內，其於 3.0MHz 頻段高速基地臺中第五代行動通信基地臺之建設總數，應達一千臺以上。（第 66 條第 3 項）
28000MHz 頻段（27000MHz~29500MHz）		・ 28000MHz 頻段特許執照之經營者，自取得系統架設許可之日起五年內，其於 28000MHz 頻段高速基地臺中第五代行動通信基地臺之建設，應符合下列規定： 一、核配頻寬達 100 MHz 者，應達三百七十五臺；超過 100MHz，未滿 800MHz 者，每 100 MHz 至少應增加三百七十五臺。 二、核配頻寬達 800MHz 以上者，其數量應達三千臺以上。（第 66 條第 4 項） ・ 僅取得 28000MHz 頻段特許執照之經營者，不適用第四代行動通信基地臺或第五代行動通信基地臺建設義務。（第 66 條第 5 項）

而上揭 5G 網路布建義務，包含基地臺之建設數量及涵蓋率，是否可滿足我國發展 5G 行動通訊之需求？對此，應可借鏡外國之布建情形，作為我國 5G 網路布建義務規範之參考。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

（三） 國內政策建議

1.建議增加特定區域之 5G 網路建置

從國際比較可發現，部分國家如歐盟、德國，已針對特定區域如偏鄉地區或國內道路，要求一定布建義務，以強化國內網路基礎建設之完備度。反觀我國，則主要規範業者履行「高速基地臺中第五代行動通信基地臺之電波涵蓋範圍應達營業區人口數百分之五十」義務，未要求應在哪些區域進行布建，恐出現 5G 網路布建不均之情事發生，影響 5G 通訊技術之普及。建議主管機關應定期盤點各業者之 5G 網路布建情形，並適時發布行政指導，引導業者於特定區域進行 5G 網路布建，以強化我國各地 5G 網路之發展。

2.建議 5G 網路布建可與公共設施如電線桿共用

為普及 5G 網路布建，部分國家如美國及日本，亦開始以小型基地臺的方式建置 5G 網路，包含使用電線杆、交通號誌燈、智慧路燈等方式，以增加 5G 網路的涵蓋率與時程，建議主管機關亦可透過法規鬆綁或跨部會協商方式，使 5G 網路布建亦可與現有公共設備如電線桿、交通號誌、路燈等一同共用，以加速 5G 網路布建時程。

六、企業專網規劃與管理制度之建議

（一） 國際企業專網規劃現況

5G 技術發展正如火如荼進入布建階段，相關具體應用領域受各界重視。不同於以往各世代通訊技術以大眾通訊為主要應用目標，5G 應用跨入產業應用層面，更為重視與不同垂直應用深度整合，因此 5G 企業專網模式備受重視，亟需政府制定相應規管政策。以下蒐集主要國家對垂直應用需求之頻譜規劃情況。並彙整各國現況與我國進行比較，最後提出我國企業專網之建議。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

1. 法國

法國電子通訊及郵政管理局（ARCEP）不保留任何頻率供垂直應用使用。而是在拍賣規則中制訂相關義務規範(布建義務、業者自願承諾義務)，以此方式確保電信業者能滿足垂直應用所需之特定要求。[300]

此外法國於 2019 年 8 月通過釋出 2.6GHz 頻段（2570-2620MHz）供專用行動通訊使用。規劃採申請制且限定特定區域應用。該政策開放對象主要限縮為具公眾服務性質之機關（機構），並非供智慧製造等一般商業用途使用。政策背景源於提升專用行動通訊品質，由於現有使用 2G 技術，若改採 4G 或 5G 技術，可提升行動網路整體效能和競爭力，滿足特定企業或公立單位組織對區域連網的特定需求（如乘客和資源管理、能源傳輸網路、即時監視影音或物聯網應用等）。[301]

目前已有三家業者(公眾服務機構)向主管機關提出申請，包括應用場域包含核電廠、機場以及交通運輸園區等，如下表。

表 80：法國企業專網（2.6GHz TDD）申請概況

申請機構	外界回應期限	申請頻寬範圍	規劃應用形態
EDF	2019/9/10	20MHz(2575-2615MHz)	於核電廠布建基礎設施所需的 4G 專網
Hub One	2019/9/10	戴高樂機場－40MHz；巴黎勒布爾熱機場－20MHz	於機場提供專用行動服務供機場專業人士使用，例如維修等
Transdev	2019/11/7	20MHz	自動駕駛交通區域

資料來源：Arcep，本研究整理

[300] Arcep (2019), Draft Decision proposing the procedure for awarding the 3490 - 3800 MHz band in Metropolitan France, https://en.arcep.fr/publications/public-consultations/detail/gp/detail/les-modalites-dattribution-de-la-bande-3490-3800-mhz-en-france-metropolitaine-15-juillet-2019.html

[301] Arcep (2019), Guichet d'attribution des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD, https://www.arcep.fr/demarches-et-serviceshtml/professionnels/transformation-numerique-des-entreprises/guichet-frequences-2-6-tdd.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

2. 德國

德國聯邦網路管理局（Bundesnetzagentur）基於產業使用需求，規劃釋出 3700-3800MHz 頻段（以 10MHz 為單位），供工業 4.0、農業與林業等特定區域產業使用，執照有效期為 10 年（不可超過 2040 年底），申請資格限制為土地所有權及使用權方（也包含租借、授權使用等不同情況），另外也允許大範圍區域共同申請，例如園區。

時程規畫在 5G 頻譜拍賣完成後進行專網釋出作業，但管理局考量 5G 相關應用與商業模式尚未成熟、需求不明確，特定區域仍在開發需求應用，執照申請程序起始一年後，仍有保留再次審查 3700-3800MHz 使用條件之權力。同時 3.4-3.7GHz 執照持有者，也可使用未申請之 3.7-3.8GHz 頻段為補充頻寬，以確保頻譜之有效使用。[302]

3. 日本

日本總務省基於 Society 5.0 政策，因應日本少子化嚴重，造成非都會區之產業發展停滯並衍生老人照護等問題，以及振興地方或發展地方創生等目標。制定因應區域情境和各產業特色，高度客製化的 5G 應用服務，規畫釋出 4.6-4.8GHz、28.2-29.1GHz 頻段。

目前已規劃 28.2-29.1GHz 毫米波頻段核配給特定地點（限定區域或密閉空間內）之申請者。第一階段預計於 2019 年年底前完成區域 5G 執照制度之初步決議，先受理 28.2-28.3GHz 申請，但全國型電信業者則不得申請。第二階段預計釋出 4.6-4.8GHz 頻段，且在 2020 年完成 Local 5G 專網頻譜規範制度化。[303]

[302] Bundesnetzagentur (2019), Entwurf der Verwaltungsvorschrift zu 3.7-3.8 GHz, 參見 https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/RegionaleNetze/20190704_EntwurfVerwaltungsvorschrift3.7-3.8GHz_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[303] 總務省(2019), ローカル 5G 検討作業班, 參見 http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/5th_generation/local_5g/index.html

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

其他規範細節包含：不得連接公眾網路；限定以自有區域或建築物所有人（或承租人）的區域內使用；非所有人若欲使用，則必須為土地所有人不使用之情況；取得執照者可自行建置、或使用他人建置之網路。

4. 新加坡

新加坡資通訊媒體發展局（IMDA）針對 800MHz、1900MHz TDD 及 2.1GHz 等頻段釋出規劃，於 2019 年 5 月 17 日發布公開諮詢文件（諮詢時間至 2019 年 9 月 9 日）。其中 800MHz 與 1900MHz 預計規劃供企業專用：首先、800MHz 頻段區分為企業專網（2x13MHz）及公共災防（2x10MHz）兩大用途；其次、1900MHz 頻段（1905-1915MHz）共釋出 10MHz 頻寬。IMDA 規劃採拍賣制方式釋出 800MHz、1900MHz 頻段。[304]

5. 瑞典

瑞典郵政電信管理局（PTS）認為，特定區域建立自有頻率使用有其必要性。並且類似德國主管機關立場，以輔助補強行動通訊涵蓋之不完善為政策背景。管理局目前確認包含：室內使用（工業、醫院、商場、體育場館、機場）、戶外使用（礦山、農業、港口）、FWA（固定無線寬頻）、涵蓋特定區域之行動網路（城市自有網路）等應用領域。管理局預計在 2023 年於 3700-3800MHz 頻段，釋出約 80-100MHz 頻寬，使用年限規畫 10 年。目前研擬兩種頻譜釋出模式：方案一以全區執照方式釋出。方案二採混合方式，以部分頻段全區、部分頻段區域執照的方式釋出。[305]

[304] IMDA(2019), Public Consultation on Allocation of Spectrum for Enterprise and Public Mobile use, 參見 https://www2.imda.gov.sg/regulations-and-licensing/Regulations/consultations/Consultation-Papers/2019/Public-Consultation-on-Allocation-of-Spectrum-for-Enterprise-and-Public-Mobile-use

[305] PTS (2018), Förslag för tilldelning av lokala tillstånd i 3,7–3,8 GHz från 2023 och framåt, 參見 https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/remisser/2018/radio/konsultation-1---23-och-35-ghz/2.-forslag-for-tilldelning-av-lokala-

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

6. 香港

香港通訊局 2019 年 7 月 5 日設立區域無線寬頻服務執照（Localised Wireless Broadband Service Licence），以共享方式（地理共享）鼓勵創新應用，7 月 15 日提供指引並開放申請。

採審查制方式釋出，釋出頻段為 27.95-28.35GHz，執照年限為 5 年，頻譜上限為 400MHz(即釋出之全部頻寬)，申請者不可用於大眾行動服務，地理涵蓋上限為 50 平方公里。申請者不可為已具備 26/28GHz 頻譜執照之 MNO 業者。通訊局並規畫頻率使用費依頻率使用情況而定，當已分配頻譜達 26/28 GHz 釋出頻段（共 4100MHz 頻寬）的 75%時，將收取 1,080 港元/MHz 的頻譜使用費。[306]

7. 小結

彙整國際間之垂直場域應用發展情形，現階段各國對於垂直場域專用頻譜，目前仍處初始規劃階段，且各國背景及其政策目標不同，國際間缺乏一致性規劃，目前如研究團隊分析，英國、香港、新加坡均採拍賣方式釋出頻譜資源，並且依照國內創新應用需求，設計創新應用頻譜共享機制或拍賣企業專網頻段，故各國會依照國內情境，決定是否開放企業專網。因此借鏡他國作法時，仍須注意相關各國國情背景和政策目標，實不宜貿然採用，造成後續政府管理之困難。

本計畫共蒐集歐盟、英國、美國、澳洲、日本、韓國、德國、香港、中國與加拿大等國家和區域現況，並在本小節中額外補充法國、瑞典與新加坡等國資料。總計十三個區域和國家。然而多數仍在諮詢階段（英國、澳洲、加拿大、瑞典、新加坡）。在企業專網政策方面具有相對明確政策目標、制度和法規規劃共有日本、德國、香港和法國。但法國仍是基於既有的專用電信政策。

---

blocktillstand.pdf

306 OFCA (2019), Guidelines for Submission of Applications for Assignment of Shared Spectrum in the 26 GHz and 28 GHz Bands, 參見 https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/en/upload/515/gn132019.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

各國專網政策皆重視 5G 技術的發展潛力，因此除法國以供公共專用電信使用為主以外，所有國家都明確將「培育新技術和創新應用發展」視為專網政策主要目標，同時也以 5G 技術為政策技術標準。但各國也因應國內情境的特殊性，政策執行面各有偏重面與獨特觀點。

表 81：各國專網技術標準與發展願景

國家	政策共通目標	技術規格	各國政策重心
日本	培育新技術和創新應用發展	5G	基於 Society 5.0 政策、地方創生之目標。制定因應區域情境和各產業特色之客製化 5G 應用方案
德國		5G	考量區域或各地使用工業 4.0、農業與林業之使用需求
香港		5G	專為創新應用研發為主，不可提供公眾行動服務
瑞典		5G	提供特定區域建立自有頻率使用機會
新加坡		5G	滿足企業日漸成長之數據與網路需求
英國		5G	採用共享頻譜方式，鼓勵開放創新。並提供英國高品質寬頻服務
法國		4G、5G	為提升專用行動通訊品質，從 2G 技術升級為 4G 或 5G 技術

總結而言，企業專網政策尚屬於初步研擬階段，多數國家以政策諮詢和制度規劃工作為主，而有些國家目前並無相關專網政策構想。此外、英國、歐盟則是透過實驗（歐盟 5GPPP 計畫）、共享頻譜（英國）等不同方式推動垂直應用發展，所以垂直應用乃至企業專網政策仍具有很大的變化性，值得持續關注國際最新趨勢。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

表 82：國際主要國家企業專網政策階段概況

政策階段	國家或地區
制度規劃	日本、德國、香港、法國(基於既有專用行動通訊政策)
諮詢階段	瑞典、新加坡、英國
無規劃	歐盟、美國、韓國、中國、加拿大、澳洲(曾進行諮詢，但無後續發展)

資料來源：本研究整理

（二） 企業專網規劃建議

本計畫盤點國際重點國家在垂直應用和企業專網政策，根據彙整結果研擬我國企業專網之建議，規劃建議包含：實驗驗證、鼓勵合作、使用免執照頻段及專網頻段評估規劃等。

表 83：本研究研擬之企業專網規畫建議

規劃建議	建議內容
實驗驗證	● 鼓勵進行創新應用概念驗證（PoC）、商業驗證（PoB）等實驗。 ● 在不干擾既有使用者情況下，可減少對實驗頻譜的特別規範，然而須重視實驗用設備之延用性。例如：提出實驗網路申請時以首波 5G 釋照頻段為主，未來釋照後，可與頻譜得標業者協商以延續實驗進度，或調整至鄰近頻段續行實驗。
鼓勵跨業合作	● 提供合作補助、降低頻率使用費等誘因；以及建設雙方溝通互動平台，促進電信業者及垂直應用業者雙方合作。 ● 抑或結合網路切片（Network Slicing）、MVNO 或向電信業者租用頻率等彈性措施，協助雙方合作。
使用免執照頻段或共享頻譜	● 免執照頻段亦可滿足部分垂直應用需求，建議可規劃使用 5.8GHz 頻段（5.15-5.35GHz、5.47-5.875GHz）或未來研擬毫米波免執照頻段，滿足需求且支持免執照垂直創新應用。 ● 參考英國作法，為鼓勵國內創新應用發展，選定 1.8GHz、2.3GHz 部分頻率以及 3.8-4.2GHz 作為共

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

規劃建議	建議內容
	享頻譜，在既有使用者未使用之區域或時間以共享方式提供頻譜資源給創新應用，可增進頻率使用效率與增加創新應用取得頻譜資源之機會。
專網頻段評估規劃	● 持續關注各國於垂直場域應用發展之趨勢，探討國內實際需求，且依據首波 5G 釋出後電信業與垂直應用業者之合作情況，以及頻段潛在干擾實證量測結果，研擬潛在頻譜可行性，例如： ■ 26.5-27GHz：目前並無既有使用者，可依需求納入。 ■ 2.3GHz 頻段：曾納入 106 年度 4G 開放頻段考量(開放頻寬 35MHz) ，雖然 35MHz 頻寬無法滿足 5G 大頻寬服務商用需求，但已可滿足 4G 企業專網、公部門建置專網需求。

企業專網具有深厚發展潛力，但仍缺乏清楚的發展趨勢，「專頻需求」仍不明確，此外專頻必要性仍值得研析（例如英國規畫使用共享頻段），且國際企業專網頻段規劃缺乏一致性，建議初期以「實驗先行」及「鼓勵跨業合作」策略。

至於中長期規畫建議，仍視國內 PoB、PoC 實驗結果、各國垂直應用發展趨勢、首波 5G 釋出後垂直應用業者與電信業者之合作成效、潛在頻段(26.5-27GHz、2.3GHz)干擾實證量測結果，採滾動式檢討研析潛在頻譜可行性，進而納入頻率供應計畫。並基於是否直接涉及公共利益為標準，制定合理之頻率使用成本，反映頻譜之真實價值，避免出現搭便車行為，反而阻礙 5G 垂直應用之發展。

第二節　研討會辦理成果與各界意見蒐集

一、新世代通訊技術發展及頻譜監理政策

本研究團隊於今年 6 月 12 日已完成舉辦 1 場研討會，依照委託機關之需求，邀請產、官、學及研究機構等專家學者出席，本次研討會實際出席人數達 48 人。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

本場次以新世代通訊技術發展及頻譜監理政策為題，分別探討新世代通訊技術、5G 頻譜候選頻段、頻譜整備與規管政策等議題，以下分別整理各界意見。

（一） 對於 5G 頻譜技術演進與候選頻段之看法

從技術角度而言，專家學者建議我國主管機關釋照時，應考慮 5G 網路架構是否會影響頻譜使用方式，同時考量網路切片對 5G 網路布建之影響。

專家指出，現階段毫米波頻譜雖然技術標準制定持續進行，但毫米波頻譜之技術成熟度仍較 6GHz 以下頻段為差，預期可能會需要等到 Release 16 版本才會比較明確。

另有專家提出對於 5G 基地臺布建之看法，以韓國為例，由於建築法規範，故韓國大多採用 20 公斤以下之 32TR 天線，預期世界各國明年將會進入大量布建 5G 網路之時期。

業界專家普遍認為，中頻段釋出應達 100MHz、高頻段應達 400MHz，才能實現 5G 網路效益。另有業者指出，電力消耗及波束成形將會影響 5G 終端之使用時間。毫米波頻譜應首先以場域為考量，惟現階段我國 VR、AR 技術尚未成熟，同時，5G 終端設備集中在少數公司手上，應非整體市場之福。

學者專家則建議，主管機關在頻譜釋出政策上應具備彈性，以符合 5G 具彈性、與邊緣運算結合或適應不同垂直產業之彈性。

（二） 對於我國首波 5G 釋出頻寬與未來後續釋出頻段之看法

無論學者專家或業界先進，均認為我國 5G 首波釋照，應需要讓單一業者能取得 100MHz 以上頻寬，才能充分實現 5G 網路效能；同時，由於釋出頻段特性，導致 5G 傳輸距離短，未來 5G 網路建設與基地臺布建成本將會十分昂貴；學者專家及業界普遍認為，現階段我國第一階段釋出頻譜資源恐有不足，建議未來應及早公告第二階段釋照頻段與頻寬，以利產業規劃 5G 網路發展。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

有專家建議未來主管機關釋照前，可透過頻譜篩審，檢影像段使用效率，讓頻譜資源有效利用；另有業界專家建議主管機關對於頻譜使用資訊應明確，讓業者能有效掌握後續可能釋出頻段之釋出時間與頻寬大小，建議政府應訂定前瞻頻譜政策，並與產業充分溝通。

（三） 對於 5G 垂直應用場域與企業專用頻譜之看法

學者專家舉德國與日本為例，說明 5G 專用頻譜對於垂直應用或非電信事業能帶來之利益。另有學者認為，專用網路應主要跟國家基礎建設有關，並及早規劃實驗場域，實現有效利用。

業界則認為，未來垂直場域與電信業者整合勢必為 5G 發展重要方向，同時可以透過電信業者布建之 5G 網路，充分與垂直產業合作，應無必要配置垂直產業之專用頻率，否則可能造成頻率零碎化，對於網路建設也可能形成浪費，同時也不利頻譜使用效率。

另有業者提出，對於本次 5G 釋照，應讓未得標業者可和垂直場域需求者合作，並適度保障小業者取得頻譜資源之機會。

業者專家指出，電信管理法通過後，已開放頻率出租、出借或共享等各種彈性化措施，實無必要劃分專用頻率給垂直場域使用，突增頻率破碎化與增加相互干擾之可能性。

（四） 對於 5G 頻譜和諧共用與網路同步之看法

業者專家指出，主管機關應可考慮在標金提撥部分預算，供頻譜整備所需之干擾測試驗證，以及對既有服務的移轉輔導跟補償。另有業者建議釋出頻率應清頻後再釋出，如有干擾疑慮，政府應協力處理，避免由業者自行協調。學者專家指出，釋照前應釐清技術條件問題，確保頻譜和諧共用。

針對網路同步議題，業者專家指出 TDD 系統同步十分重要，建議主管機關必要時得介入，讓上下鏈比例同步一致，增加頻譜使用效率。另有業者指出，若網路結構未同步，將需要保留 20MHz 左右作為護衛頻段，形成對頻譜資源之浪費，故建議主管機關可參考國際作法，於郊區設定下鏈與上鏈為 7:3、都會區為 3:1。另有業者指出，可

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

先協調出一個網路使用之共同原則，可避免干擾問題，必要時則由政府介入協調。

（五） 對於 5G 頻譜取得上限、資源集中與業者合作之看法

學者專家指出，過往總頻寬三分之一上限之設計，應考量現有頻譜資源能否滿足 5G 服務需求；業者專家則建議，無論透過競價或頻譜交易，都仍應持續保留三分之一上限規範，惟可有彈性考量以因應市場家數變動之可能性；另有業者指出，除支持總頻寬三分之一上限外，可再依據頻段特性，設定不同的三分之一。

針對頻率釋出或業者策略聯盟導致之頻譜資源集中，業者專家認為釋出時仍應以拍賣為準，頻率出租、交易與共享，則應為補充配套之作法。同時，得標者表達需求時，應承擔相關義務，例如頻率交易應設定閉鎖期等，另有業者建議主管機關應敘明監理原則與規管界線，讓業者有依循之方向。

有業者提出，新加坡於釋出 5G 時，改採審議制，也開放兩家業者合作申請之方式，提供給主管機關參考。

二、創新應用發展及頻譜監理政策

本研究團隊於今年 10 月 17 日已完成舉辦第二場研討會，依照委託機關之需求，邀請產、官、學及研究機構等專家學者出席，本次研討會實際出席人數達 48 人。

本場次以創新應用技術發展與頻譜監理政策為題，分別探討創新應用生態體系發展及規管、創新應用頻譜整備之規劃等議題，以下分別整理各界意見

（一） 對於創新應用生態體系發展及規管之看法

專家指出在 5G 標準跟技術仍不斷演進的趨勢下，除了技術的發展需要重視之外，相應的頻譜需求跟商業上的獲利模式需要進一步討論與關注。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

專家也認為政府在促進創新應用生態發展上，政策規劃應保持彈性，在基於公平原則的前提下建立友善的產業環境。透過建置促進新服務發展的監理沙盒、實驗頻譜的政策措施，協助創新應用實驗的發展。政府在產業發展關鍵階段扮演提供即時政策協助與支援的角色。

此外專家們建議應及早思考相關法規立法問題，並且可參考「無人載具科技創新實驗條例」模式，透過監理沙盒方式讓業者進行 5G 相關 PoB、PoC 實驗。藉由在法規跟產業環境進行政策規畫，提供業者進行 PoC PoB 實驗的彈性與空間。

（二） 對於創新應用頻譜整備規劃之看法

專家認為 3GPP、ITU 等國際組織持續進行頻譜研究，隨著不斷釋出的潛在新頻譜資源、以及重新配置的趨勢。國內應仍有可供行動通訊業者使用的頻譜空間。

專家建議在產業跟國際接軌部份，需要得到法定標準的支持，特別是確定頻譜配置情況。所以應審慎考量 WRC 19 所作決議，並且根據 WRC 頻譜配置走向，掌握全世界頻譜配置發展趨勢。專家觀察到 WRC 19 著重於毫米波頻段，研擬 24 到 81GHz 等 11 個頻段都可能成為 5G 頻譜。然而 WRC 23 將聚焦於較低頻段，配置區域在 6GHz 到 24GHz 之間。

與會專家們認為政府應進行中長期的頻譜規劃。頻譜資源世界各國皆相同，然而政府釋出時間不同，各階段頻譜釋出總量不同，以及釋出的具體作法不同，就會產生差異性極大的結果。所以建議政府採取公正公平的方式釋出頻譜，並且後續頻譜整備工作能夠早日公告，讓全民及業者能及早準備。

特別是專家也提及頻譜共用納入中長期規劃之建議，由於頻譜共用為重大政策規畫，並非短時間即能完成，所以短期建議先行建置動態管理的資料庫。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

第三節　支援通傳會於研究範圍內交辦之臨時性協助事務

本研究團隊於執行期間，持續協助委託機關各項臨時協助事項，包括整理 5G 頻譜整備相關簡報，以及協助整理世界各國垂直應用頻譜政策、5G 網路布建情形、行動通訊市場發展狀態等，細項工作項目包括整理各國 5G 頻譜整備資訊、香港 5G 頻譜整備狀態、全球 3300-3400MHz 頻段使用狀態、法國 5G 與垂直應用頻譜整備資訊、國際企業專網相關議題之頻率使用成本、印尼行動通訊市場概要、英國創新無線通訊區域執照制度以及 5G 垂直應用等相關資料。本研究於執行期間，戮力協助委託機關完備我國新世代通訊技術發展觀測與頻譜整備監理政策。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

附件一：研討會簽到表

一、新世代通訊技術發展及頻譜監理政策研討會

新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108年06月12日（星期三）13:30-17:00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	出席人員	簽名處
國家通訊傳播委員會	陳崇樹 處長	
國家通訊傳播委員會	曾文方 簡正	
國家通訊傳播委員會	陳威呈 技正	
國家通訊傳播委員會	徐瑞隆 技正	
台灣通訊學會	方修忠 秘書長	
交通大學電機系	李大嵩 教授	
工業技術研究院	林咨銘 博士	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108年06月12日（星期三）13:30-17:00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	出席人員	簽名處
臺灣大學電機系	張時中 教授	
台灣經濟研究院	劉柏立 所長	
台灣資通產業標準協會	傅宜康 博士	
臺灣大學 電信工程學研究所	蘇炫榮 所長	
臺灣大學電機系	魏宏宇 教授	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108年06月12日（星期三）13:30-17:00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
中華電信	
台灣大哥大	
台灣之星	
台灣諾基亞	
愛立信	
遠傳電信	
廣達電腦	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108年06月12日（星期三）13:30-17:00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
鴻海精密	
正文科技	董明富
中磊電子	
明泰科技	
經濟部標檢局	
經濟部工業局	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108年06月12日（星期三）13:30-17:00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
經濟部技術處	
行政院科技會報辦公室	
交通部郵電司	
[illegible]	
[illegible]	
[illegible]	
[illegible]	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

新世代通訊技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108年06月12日（星期三）13:30-17:00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
財團法人 電信技術中心	陳人傑 王寶寧 邱淑惠 邱琪惠 邱于心君 李佳欣 李銘謙 黃翊青 陳冠榮

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

二、創新應用發展及頻譜監理政策研討會

創新應用技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108 年 10 月 17 日（星期四）13：30－17：00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	出席人員	簽名處
國家通訊傳播委員會	陳崇樹 處長	
財團法人電信技術中心	鄧添來 顧問	
工業技術研究院	林容銘 博士	
台灣諾基亞	許百川 顧問	
台灣大學電機系	魏宏宇 教授	
台灣通訊學會	方修忠 秘書長	
元智大學資傳系	葉志良 教授	
台灣經濟研究院	劉柏立 所長	
交通大學資工系	何平凡 教授	
交通大學科法所	莊弘鈺 教授	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

創新應用技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108 年 10 月 17 日（星期四）13：30－17：00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
中華電信	
台灣大哥大	
台灣之星	
亞太電信	
遠傳電信	
台灣諾基亞	
愛立信	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

創新應用技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108 年 10 月 17 日（星期四）13：30－17：00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
台灣通訊學會	
台灣電信產業發展協會	
光電科技工業協進會	
臺灣大學	
交通大學	
財團法人資訊工業策進會	
台灣經濟研究院	
IDC 國際數據資訊	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

創新應用技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108 年 10 月 17 日（星期四）13：30－17：00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
科技會報辦公室	
經濟部	
交通部	吳昆修
科技部	
台北市政府	
財團法人車輛研究測試中心	
台灣資通產業標準協會	
台灣物聯網產業技術協會	
中華智慧運輸協會	
台灣車聯網產業協會	
啟碁科技	
正文科技	
意念數位科技	

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

創新應用技術發展與頻譜監理政策研討會

簽到表

時間：108 年 10 月 17 日（星期四）13：30－17：00

地點：集思交通部會議中心 201 會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）

單位	簽名處
國家通訊傳播委員會	梁伯研 徐詩琪 李志 陳冠華
財團法人 電信技術中心	陳冠榮 王曙成 王國永 王寶寧 劉宜蕙 黃翊青

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

附件二：中英文名詞對照

英文	中文
2019 World Radiocommunication Conference, WRC-19	2019 年世界無線電通信大會
5G Automotive Association, 5GAA	5G 汽車協會
5G Infrastructure Public-Private Partnership, 5G PPP	5G 基礎設施公私聯盟協會
5G New Radio, 5G NR	5G 新無線電
5G Unlicensed Bands,5G-U	5G 免執照頻段
Active Antenna System, AAS	主動式天線系統
Adaptive Cruise Control	主動定速巡航
Advanced Driver Assistance Systems, ADAS	先進駕駛輔助系統
Advancing Automation	先進自動駕駛
Artificial Intelligence,AI	人工智慧
Band-pass Filter, BPF	帶通濾波器
Body of European Regulators for Electronic Communications, BEREC	歐洲電子通傳監管機構
BS Antenna	基地臺天線
Bundesnetzagentur, BNetzA	德國聯邦網路管理局
Business Radio, BR	商業無線電
Cellular Vehicle-to-Everything, C-V2X	V2X 無線通訊技術
Citizens Broadband Radio Service, CBRS	公眾寬頻無線服務
Civil Aviation Safety Authority, CASA	澳洲民用航空安全管理局
Cloud Radio Access Networks,C-RANs	雲端通訊接取網路
Combinatorial Clock Auction, CCA	組合價格鐘式拍賣
Connected and Automated Vehicles, CAVs	聯網自駕車
Customer Premise Equipment, CPE	用戶終端設備
Dedicated Short Range Communications, DSRC	專用短程無線通訊技術
Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS	英國商業、能源與產業策略部
Department for Digital, Culture, Media and Sport, DCMS	英國數位文化媒體暨體育部
Department for Transport, DoT	英國交通部
Device to Device, D2D	設備對設備
Digital Single Market , DSM	數位單一市場
Earth Exploration-Satellite Service, EESS	地球探索衛星服務
Earth Station in Motion, ESIM	衛星行動基地臺

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Effective Isotropic Radiated Power, EIRP	有效全向輻射功率
Engineering and Physical Sciences Research Council, EPSRC	英國工程和物理科學研究委員會
Enhanced Mobile Broadband, eMBB	進階型行動寬頻
Equivalent Isotropically Radiated Power,EIRP	發射功率
European Commission, EC	歐盟執委會
European Committee for Standardization ,CEN	歐洲標準化委員會
European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT	歐洲郵政與電信監管機關會議
Federal Aviation Administration,FAA	聯邦航空管理局
Federal Communications Commission, FCC	美國聯邦通訊委員會
Fixed Satellite Service, FSS	固定衛星服務
Fixed Service, FS	固定服務
Fixed Wireless Access	固定無線接取
Government Accountability Office, GAO	美國政府審計辦公室
Guard Band	護衛頻段
Infocomm Media Development Authority, IMDA	新加坡資訊通信媒體發展局
Innovation, Science andEconomic Development Canada, ISED	加拿大創新科學和經濟發展部
Institute of Electrical and Electronics Engineers , IEEE	電機電子工程師學會
Intelligent Transportation System, ITS	智慧交通系統
International Mobile Telecommunications-2020 , IMT-2020	國際行動通信-2020
International Telecommunication Union, ITU	國際電信聯合會
ITU Radiocommunication, ITU-R	國際電信聯合會無線電通信部門
Licensed Band	執照頻譜
Licensed Shared Access , LSA	授權共享接取
Low Noise Block Downconverter , LNB	低雜訊降頻放大器
Low Power Wide Area, LPWA	低功率廣域網路
LTE in Unlicensed Band, LTE-U	LTE 免執照頻段接取
Massive Machine Type Communication, mMTC	巨量設備連線通訊
Mobile Network Operator, MNO	電信業者
Mobile Virtual Network Operator, MVNO	虛擬行動網路電信業者
Multi-access Edge Computing, MEC	邊緣運算
Narrow-Band-IoT, NB-IoT	窄頻廣域物聯網網路

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

National Telecommunications and Information Administration, NTIA	美國國家資訊管理局
National Communications Commission, NCC	國家通訊傳播委員會
Network Function Virtualization, NFV	網路功能虛擬化
Network Slicing	網路切片
Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA	非正交多重存取技術
On Board Unit, OBU	車載設備
Power Amplifier, PA	功率放大器
Proof of Business, PoB	商業驗證
Proof of Concept, PoC	試驗與概念性展示
Public Mobile Service	公共行動通信服務
Radio access network, RAN	無線接取網路
Radio Regulations, RR	無線電管理規則
Radio Spectrum Committee , RSC	歐洲無線電頻譜委員會
Radio Spectrum Policy Group, RSPG	歐盟無線頻譜政策小組
Road Side Unit, RSU	路側基礎設施設備
Sealed Bid Combinatorial Auction, SBCA	密封組合拍賣方式
Small Cells	小型基地臺
Software Defined Networking, SDN	軟體定義網路
Spectral Occupancy Rate	頻譜使用率
Spectrum Allocation	頻譜核配
The European Telecommunications Standards Institute, ETSI	歐洲電信標準協會
Ultra-Reliable and Low Latency Communications, uRLLC	極低延遲與高可靠度通訊
Unlicensed Band	免執照頻譜
Unmanned Aircraft System, UAS	無人飛行載具系統
Vehicle Information and Communication System, VICS	先進車輛導航系統
vehicle-to-Everything, V2X	車輛對萬物通訊
Vehicle-to-Infrastructure, V2I	車對路邊基礎設施
Vehicle-to-Network, V2N	車對網路
Vehicle-to-Pedestrian, V2P	車輛對行人通訊
Vehicle-to-Roadside, V2R	車對路側設施
Vehicle-to-Vehicle, V2V	車輛對車輛通訊

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

附件三：期中評審會議委員建議與研究團隊回應對照表

評審委員	審查建議	研究團隊回應
委員 1	● 期中報告與期末報告之工作重點？ ● 應就我國國情加以討論 ● 兩場研討會規劃主題與對象？	● 研究團隊於期中報告階段，將先行分析全球技術觀測、各國頻譜整備政策，期末報告階段則以我國政策分析為主，並持續更新技術發展與各國政策。 ● 第一場研討會將探討 5G 頻譜議題，已於 6/12 舉辦完成，相關成果請參見期中報告第五章第三節。
委員 2	● 與台大之合作方式？ ● WRC-19 會議後之研析方式？ ● 物聯網之四大領域外，有無其他重要項目？	● 臺大團隊將協助研析 3GPP 及 IEEE 之 5G 技術發展，請參見期中報告第二章第二節與第三節。 ● 研究團隊將蒐集各國對 WRC-19 之因應政策，同時預計透過購買報告方式蒐集 WRC-19 會議文件。 ● 將以四大領域為主，請參見期中報告第四章各國分析內容。
委員 3	● 日本有清楚的 5G 審查標準，其他國家能否呈現類似內容？ ● 國外有無未標到 5G 頻譜，改以既有頻段做 5G 基地臺之案例？	● 針對各國釋出 5G 時附加之相關規範，請參見期中報告第三章各國對於 5G 頻譜之相關規範。 ● 目前研究團隊已整理部分國家如美國，將既有頻段 2.5GHz 頻段改釋出供 5G 使用之政策。
委員 4	釋照後能滿足多少頻寬需求，是否能有一套分析方法？	本研究蒐集各國評估頻寬需求之機制，整理於期中報告第三章各國 5G 整備政策之中。
委員 5	● 其他國家如何處理聯合控股公司的案例？ ● 對於特定應用，6GHz 以下	● 針對聯合控股公司之處理方式，研究團隊整理於期中報告第三章各國 5G

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

評審委員	審查建議	研究團隊回應
	頻段之執照制度，是採專用頻段或其他方式？ ● 請與設備商確認R16定版後，產品的實際出貨時程？ ● 研析與我國電信管理法相似的國家，監理方式為何？ ● 請更新美國車聯網5.8GHz之狀態	整備政策之中；另外也透過6/12座談會，蒐集各專家學者意見。 ● 對於特定應用如車聯網DSRC，多數國家採專用頻段。 ● 藉由6/12座談會，蒐集設備商對於R16定版產品之實際出貨時程。 ● 我國部分將於期中報告初步完成各國政策後，更進一步於期末報告進行比較分析。 ● 針對美國車聯網，整理於期中報告第四章，現階段FCC延遲其政策公告時程。
委員6	● 我國電信管理法通過後之通訊監理政策？期中報告階段可配合電信管理法提出初步政策建議。 ● 每章節後應有小結。	● 我國部分將於期中報告初步完成各國政策後，更進一步於期末報告進行比較分析。期中報告階段則藉由舉辦座談會，蒐集專家學者意見。 ● 配合辦理

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

附件四：期末評審會議委員建議與研究團隊回應對照表

評審委員	審查建議	研究團隊回應
委員 1	● 請依審查委員及工作小組審查意見修正，並請賡續依時程完成後續委託研究期末報告，且提出我國頻譜整備政策建議。 ● 期末報告請依後續 5G 競價規範及相關進度，提出綜整研析頻譜整備政策建議。	● 感謝委員指導，研究團隊依時程完成期末報告，且提出我國頻譜整備政策建議（請參見第 5 章）。 ● 感謝委員指導，我國頻譜整備政策建議請參見第 5 章。
委員 2	● 第 21 頁-第 23 頁之資料來源 WMN Lab 及 NTU WMN Lab 同一個單位嗎？是什麼單位？ ● 第 76 頁第 6 行 uMTC 是? mMTC? ● 第 78 頁荷蘭有頻譜上限嗎?因為老三加老四 800MHz 及 900MHz 共(2X10+2X15)MHz 站 1GHz 以下 38.46%，而且其他頻段幾乎都是最多。 ● 第 87 頁，DCMS 少了 Digital。 ● 第 102 頁，英國有無偏遠地區布建義務?其他國家有無?第 149 頁澳洲似無布建義務。 ● 第 107 頁，英國 700MHz 執照技規，對內/對外功率限制意義?終端站意義?23 dBm(200mw)很小。 ● 第 329-334 頁，個資去識別化有疑慮!表 56(P318)。 ● 第 163 頁，日本指配頻率，布建義務?	● 此處為臺灣大學實驗室，以增補相關資料。 ● 文字誤植，已更正為 mMTC。 ● 已增加荷蘭頻譜上限之補充說明，其總頻寬上限與 1GHz 以下頻譜上現均為 40%。 ● 感謝委員指導，已更正。 ● 各國布建義務部分，已請同仁補充相關資料。 ● 感謝委員指導，英國 700MHz 執照技規，補充簡要敘述。 ● 個資資料呈現方式已調整。
委員 3	● Wording 調整，報告書第 38 頁 IEEE 之中譯，第 102 頁之「布建」。 ● 建議加強主題式國際比較，包含 ● 車聯網（V2X V.S. DSRC） ● 頻率共享（三層之美國之 CBRS V.S. 英國 V.S. 歐盟 LSA） ● 垂直需求企業專網（並註明各列參國家重要基礎，如審議 V.S. 拍賣；是否出租頻率等）	● 感謝委員指導，已更正相關文字。 ● 感謝委員指導，已增補車聯網部分比較於第四章第八節、頻譜共享與企業專網部分於第三章第十一節等。 ● 共享頻率移轉議題整理於第五章第一節。 ● 頻寬效能整理於第五章第一節。 ● 防撞雷達等已於歐盟與美

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

評審委員	審查建議	研究團隊回應
	● 共享式頻率移轉之 CAP 等(至少再加瑞典) ● 確認一下，5G 需要多少 Bandwidth 才能展現效能(劉柏立所長 V.S. 黃南仁 說法不一) ● 24.25-26GHz 若列為下階段 5g 釋頻，則對既有防撞雷達之使用該如何處理?(可探索美國歐盟如何處理)	國部分進行整理。目前歐盟已要求車用雷達不可使用 24.25-26GHz 頻段，美國則已釋出該頻段頻譜資源，並持續觀測共存技術發展。
委員 4	● 針對 5G 候選頻段規劃，請參考 WRC-19、3GPP 及國內頻率供應計畫，研提後續 5G 頻段釋出建議。 ● 頻譜整備與釋出規劃應先掌握未來之頻譜需求，建議新增頻譜需求研究，就訊務成長、業者家數等分析未來 5G 頻段之頻寬需求。 ● 因應 5G 新世代通訊技術發展，Small Cell 的大量布建是未來趨勢，建議研究如何調整相關監管規範，以協助業者加速 5G 網路建設。	● 感謝委員指導，後續 5G 頻段釋出建議已整理於第五章第一節。 ● 針對頻寬速率等議題，整理於第五章第一節，惟現階段國際間對於 5G 需求頻寬多為技術觀點，較少見從業者家數等市場面角度進行探討，研究團隊僅能從技術觀點初步分析 5G 頻寬需求。 ● 5G 網路布建整理於第五章第一節。
委員 5	● 第 2-5 各章皆有提供小結，其中 3、4 章針對探討項目皆有依調研國家之現況及發展趨勢以列表比較方式進行小結，且本文內容呈現多能輔以列表呈現，增加可證性，值得肯定。建議第 2 章之小結內容呈現能比照辦理。 ● 有關各國新興技術政策方面是否有國家在關心資安的議題?在下半期是否可增加此方面資料研析? ● 有關參考文獻的呈現方式宜思考以一般書籍、期刊、會議論文正規化呈現，譬如:第 335 頁以後所列之參考文獻在本文內何處被引用?與本文所列引用之文獻的關聯性為何?另多數圖表所註明之資料來員警為單位名	● 研究團隊針對第 2 章補充相關小結內容。 ● 針對有關資安相關議題，研究團隊視各國資料取得狀態，整理相關資安議題於報告之中。 ● 感謝委員指導，配合修正參考文獻呈現方式。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

評審委員	審查建議	研究團隊回應
	稱(例如 ITU、ECC、FCC、……)或標準名稱(IEEE 802.11)，非常不適切。	
委員 6	● 研究報告所蒐集之資料相當完善，初步整理的相當妥適。 ● 內文之撰寫，宜適度編修使文章更順暢，有些圖示要適度放大，如圖 22、23、46、……等。 ● 第 43 頁第 7 行提到 347Mbps，請研究單位再行確認。 ● 有關候選頻段或各國釋出頻譜部分，除了指出頻段外，請補充釋出頻譜大小(MHz)，例如表 55 等。 ● 第 168 頁表 29 之 Row 8「發射器絕對立得容許值」請說明其意義。	● 感謝委員指導。 ● 研究團隊將針對文章內容進行編修於期末報告呈現，並將報告圖示放大。 ● 研究團隊將確認數據正確性，並修改敘述方式。 ● 感謝委員指導，已整理於第五章第一節。 ● 感謝委員指導，研究團隊已修改相關翻譯內容，補充於第三章第五節日本部分。

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

參考文獻

[1] iThome(2018),英國 IoT 國家戰略新方向：聚焦 IoT 硬體、交通、醫療與智慧城市，更要在數座城市內布建 IoT 網路, https://www.ithome.com.tw/news/120203

[2] 周文欽（2008），空大學訊，研究方法概論補充教材。

[3] 朱柔若（譯）(2000)。社會研究方法：質化與量化取向（原作者： Neuman, W. L.)。台北：揚智出版社。

[4] 王文科（2001)。教育研究法 (第六版)。臺北市：五南。

[5] 萬文隆（2004)。深度訪談在質性研究中的應用。生活科技教育月刊，37（4)，17-23。

[6] ITU CPM 19：https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rcpm/Pages/cpm-19.aspx

[7] 3GPP, TSG RAN Meeting #83 RP-190766-5G-V2X-WID, https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/TSG_RAN/TSGR_83/Docs/

[8] 3GPP, TR38.811 v15.0.0 Study on New Radio (NR) to support non terrestrial networks, https：//portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3234

[9] 3GPP, R1-1812101, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 #94 bis, Chengdu, China, October 8-12, 2018.

[10] 3GPP, R1-1901482, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 # 95, Spokane, USA, November 12-16, 2018.

[11] 3GPP, R1-1903842, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 # 96, Athens, Greece, February 25 - March 1, 2019.

[12] 3GPP,R1-1901483, Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 #AH_1901, Taipei, Taiwan, January 21-25, 2019.

[13] 3GPP, TR 22.829 V17.0.1 (2019-07)

[14] IMT 2020(5G): "Application for UAV in 5G White Paper", S

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

eptember 2018

[15] IEEE, 802.11ah Throughput and Range Characterization of IEEE 802.11ah, https://arxiv.org/pdf/1604.08625

[16] IEEE P802.11 - TASK GROUP AX, http://www.ieee802.org/11/Reports/tgax_update.htm

[17] EC (2016), 5G for Europe: An action plan, https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-588-EN-F1-1.PDF (last visisted :2019/3/09)

[18] EC (2016), 5G for Europe: An action plan, available at: https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-5g-europe-action-plan-and-accompanying-staff-working-document (last visisted :2019/3/09)

[19] BEREC (2018), Draft Common position on monitoring mobile coverage, https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/public_consultations/8165-draft-common-position-on-monitoring-mobile-coverage (last visisted :2019/3/09)

[20] BEREC (2018), Notice for the launch of the public consultation for the common position on monitoring mobile coverage, available at: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/public_consultations/8166-notice-for-the-launch-of-the-public-consultation-for-the-common-position-on-monitoring-mobile-coverage (last visisted :2019/3/09)

[21] RSPG (2017), Strategic spectrum roadmap towards 5G for europe: draft RSPG second opinion on 5G networks, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/b7f85cbb-5155-4268-abbb-fa83113b3ed4/RSPG17-034final_2nd_draft_opinion_on_5G.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[22] RSPG (2018), Strategic spectrum roadmap towards 5G for Europe, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/fe1a3338-b751-43e3-9ed8-a5632f051d1f/RSPG18-005final-2nd_opinion_on_5G.pdf (last visisted :2019/3/09)

[23] RSPG (2018), RSPG Opinion on the ITU-R World Radiocommunication Conference 2019, http://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2018/10/RSPG18-038final-RSPG_opinion_on_WRC19.pdf (last visisted :2019/3/09)

[24] ECC (2018), Report 287: Guidance on defragmentation of the frequency band 3400-3800MHz, https://www.ecodocdb.dk/download/3a143dbe-7cbc/ECCRep287.pdf (last visisted :2019/3/09)

[25] EU, DIRECTIVE 2018/1972 of the European parliament and of the council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code, article 51.

[26] RSPG (2019), RSPG Report on European Spectrum Strategy, https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2019/10/RSPG19-031final_report_on_spectrum_strategy.pdf

[27] ACM (2019), ACM to Ministry of Economic Affairs: set caps on mobile frequencies to maintain competition, available at: https://www.acm.nl/en/publications/acm-ministry-economic-affairs-set-caps-mobile-frequencies-maintain-competition

[28] ECC (2018), ECC Decision (11)06, Harmonised frequency arrangements and least restrictive technical conditions (LRTC)for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the band 3400-3800 MHz, available at: https://www.ecodocdb.dk/download/34f57e2a-1c04/ECCDEC1106.PDF (last visisted :2019/3/09)

[29] ECC (2019), ECC Report 303:Guidance on administrations for

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Coexistence between 5G and Fixed Links in the 26 GHz Band ("Toolbox", available at: https://www.ecodocdb.dk/download/09bce05a-999a/ECC%20Report%20303.pdf (last visisted :2019/10/26)

[30] ECC (2018), ECC Report 287: Guidance on defragmentation of the frequency band 3400-3800 MHz ,available at: https://www.ecodocdb.dk/download/3a143dbe-7cbc/ECCRep287.pdf (last visisted :2019/3/09)

[31] ECC (2018), ECC Decision (04)10, The frequency bands to be designated for the temporary introduction of Automotive Short Range Radars,(SRR), available at: https://www.erodocdb.dk/download/fad2673d-260c/ECCDec0410.pdf (last visisted :2019/10/25)

[32] ECC (2018), Report 281: Analysis of the suitability of the regulatory technical conditions for 5G MFCN operation in the 3400-3800MHz band, available at: https://www.ecodocdb.dk/document/3360 (last visisted :2019/3/09)

[33] CEPT (2018), Report 67: Review of the harmonized technical conditions applicable to the 3.4-3.8 GHz ('3.6 GHz') frequency band, available at: https://www.ecodocdb.dk/download/561367fd-1ac6/CEPT%20Report%2067.pdf (last visisted :2019/3/09)

[34] DCMS(2017), UK Digital Strategy 2017, https://www.gov.uk/government/publications/uk-digital-strategy/uk-digital-strategy (last visisted :2019/7/10)

[35] DCMS(2018), West Midlands to become UK's first large-scale 5G testbed, https://www.gov.uk/government/news/west-midlands-to-become-uks-first-large-scale-5g-testbed (last visisted :2019/7/10)

[36] Ofcom(2015), Spectrum above 6 GHz for future mobile communications, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/69

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

422/spectrum_above_6_ghz_cfi.pdf (last visisted :2019/3/09)

[37] Ofcom(2019), Annual Plan 2019/20, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/141914/statement-ofcom-annual-plan-2019-20.pdf (last visisted :2019/7/11)

[38] Ofcom(2019), Supporting the expanding role of wireless innovation in UK industry, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/135362/supporting-role-wireless-innovation-uk-industry.pdf (last visisted :2019/7/11)

[39] Ofcom (2014), Decision to make the 700 MHz band available for mobile data – statement, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0024/46923/700-mhz-statement.pdf (last visisted :2019/3/09)

[40] Ofcom(2017), Improving consumer access to mobile services at 3.6GHz to 3.8GHz, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/107371/Consumer-access-3.6-3.8-GHz.pdf (last visisted :2019/3/09)

[41] Ofcom(2018), Award of the 700 MHz and 3.6-3.8GHz spectrum bands , 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 (last visisted :2019/3/09)

[42] Ofcom(2009), Release of the 59 – 64 GHz band, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0016/40516/statement.pdf (last visisted :2019/3/09)

[43] Ofcom(2018), Making it easier to launch new wireless services and 5G technology, https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/features-and-news/wireless-services-5g-technology (last visisted : 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[44] Ofcom(2017), on improving consumer access to mobile services at 3.6GHz to 3.8GHz, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/103355/3-6-3-8ghz-statement.pdf (last visisted :2019/7/11)

[45] ITU(2017), Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface, https://www.itu.int/md/R15-SG05-C-0040/en. (last visisted :2019/7/11)

[46] Ofcom(2005), Spectrum Framework Review: Implementation Plan, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0020/34148/sfr-plan.pdf (last visisted :2019/3/09)

[47] Ofcom(2018), Trading Guidance Notes, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (last visisted :2019/3/09)

[48] Ofcom(2018), Enabling opportunities for innovation, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf (last visisted :2019/7/10)

[49] Ofcom(2018), Trading Guidance Notes, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/88337/Trading-guidance-notes.pdf (last visisted :2019/7/12)

[50] Herber tsmith freehills (2017), Ofcom imposes double cap in forthcoming 2.3 and 3.4 GHz spectrum auction, https://sites-herbertsmithfreehills.vuturevx.com/71/14308/compose-email/ofcom-imposes-double-cap-in-forthcoming-2.3-and-3.4-ghz-spectrum-auction.asp (last visisted :2019/7/10)

[51] Ofcom(2016), A framework for spectrum sharing, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/68239/statement.pdf (last visisted :2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[52] Ofcom(2018), PMSE clearing the 700 MHz band, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/130243/PMSE-clearing-the-700-MHz-band-Participating-in-the-funding-scheme.pdf (last visis ted :2019/3/09)

[53] Ofcom(2017), PMSE clearing the 700 MHz band , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/100965/700mhz-band-pmse-funding.pdf (last visisted :2019/7/10)

[54] Ofcom(2018), PMSE clearing the 700 MHz band , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/118831/PMSE-700-MHz-statement-and-consultation.pdf (last visisted :2019/7/10)

[55] Ofcom(2017), 5G spectrum access at 26 GHz and update on bands above 30 GHz, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0014/104702/5G-spectrum-access-at-26-GHz.pdf (last visisted :2019/7/10)

[56] Ofcom(2018), Mobile coverage obligation, https://www.ofcom.org.uk/spectrum/information/cellular-coverage (last visisted :2019/3/09)

[57] Ofcom(2019), Coverage obligations in the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum award, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/135157/Consultation-Coverage-obligations-in-the-700-MHz-and-3.6-3.8-GHz-spectrum-award-Ofcoms-approach-to-verifying-compliance.pdf (last visisted :2019/10/16)

[58] DCMS(2019), Implementing the European Electronic Communi cations Code, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/819964/EECC_Consultation_-_Publication_Version__4_Updated_.pdf

[59] Ofcom(2018), Enabling opportunities for innovation, https://w

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

ww.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf (last visisted :2019/7/12)

[60] Ofcom(2018), Annual Plan 2018/19, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/112427/Final-Annual-Plan-2018-19.pdf (last visisted :2019/3/09)

[61] Donald Trump (2018), Presidential Memorandum on developing a sustainable spectrum strategy for Americas Future.

[62] FCC (2018), The FCC's 5G FAST Plan, https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354326A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[63] FCC (2014),Use of spectrum Bands above 24GHz for Mobile radio services, available at : https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-14-154A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[64] 電信技術中心（2018），國內外 B4G/5G、IoT 新興技術使用頻段與技術發展趨勢研究。

[65] FCC (2018), Transforming the 2.5 GHz Band , available at: https://transition.fcc.gov/Daily_Releases/Daily_Business/2018/db0511/FCC-18-59A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[66] FCC (2019), Transforming the 2.5 GHz Band , Report and Order, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-19-62A1.pdf (last visisted :2019/7/12)

[67] FCC (2018), FCC Takes action to encourage increased investment and deployment in the 3.5 GHz band, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354694A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[68] FCC (2018), Report and Order: promoting investment in the 3550-3700 MHz band, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-149A1.pdf (last visited: 2019/03/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[69] FCC (2018), Order and Notice of Proposed Rulemaking: Expanding Flexible use of the 3.7 to 4.2 GHz Band, available at: https://www.fcc.gov/document/fcc-expands-flexible-use-mid-band-spectrum (last visited: 2019/03/09)

[70] FCC (2018), Unlicensed Use of the 6 GHz band, available at: https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2018-12-17/pdf/2018-26013.pdf (last visited: 2019/03/09)

[71] FCC (2018), FCC proposes more spectrum for unlicensed use, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354692A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[72] FCC (2016), Use of spectrum bands above 24GHz : Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-16-89A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[73] FCC (2017), Use of spectrum bands above 24GHz : Second Report and Order and Second Further Notice of Proposed Rule making Order on reconsideration and Memorandum opinion and order, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-347449A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[74] FCC (2018), Use of spectrum bands above 24GHz : Third Report and Order, Memorandum Opinion and Order, and Third Further Notice of Proposed Rulemaking, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-73A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[75] FCC(2018), FCC Proposes steps towards auction of 37 GHz, 39 GHz, and 47 GHz, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-353229A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[76] FCC (2018), Fourth Report and Order :Use of spectrum bands above 24 GHz for Mobile radio service, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-180A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[77] FCC (2019), Auction of 24GHz UPPER microwave flexible use service licenses closes, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-485A1.pdf (last visited: 2019/7/12)

[78] FCC (2019), FCC Establishes Procedures for 5G Incentive Auction, available at: https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-procedures-5g-incentive-auction-0 (last visited: 2019/7/12)

[79] FCC (2018), FCC proposes to open spectrum horizons for new services & technologies, available at : https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-349378A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[80] FCC (2019), Spectrum Horizons: First Report and Order, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-356297A1.pdf (last visited: 2019/3/9)

[81] FCC (2016), Fifth Generation Wireless Network and Device Security, https://www.fcc.gov/document/5g-security-noi

[82] FCC (2019), Remarks Of Chairman Ajit Pai At The Prague 5G Security Conference, https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-357288A1.pdf

[83] Australian Government （2017）, 5G—Enabling the future economy, available at: https://www.communications.gov.au/departmental-news/5g-enabling-future-economy

[84] ACMA （2017）, Discussion paper: Future use of the 3.6 GHz band—Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/media/8C4B47BE6C4B48EC860D24B8ED058D31.ashx

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

(last visisted :2019/3/09)

[85] ACMA （2017）, Future use of the 3.6 GHz band—Decisions and preliminary views paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/link.aspx?_id=17BFF36784FF4151B1217647D6957112&_z=z (last visisted :2019/3/09)

[86] ACMA （2017）, Spectrum reallocation for the 3.6 GHz band, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-reallocation-for-the-3-6-ghz-band (last visisted :2019/3/09)

[87] ACMA （2018）, 3.6 GHz auction system format Information paper, available at: https://www.acma.gov.au/-/media/Spectrum-Monitoring-and-Analysis/Information/Word-Document/3-6-GHz-band-auction-system_information-paper-docx.docx?la=en (last visisted : 2019/3/09)

[88] ACMA （2017）, Spectrum tune-up: Spectrum for 5G broadband in mmWave bands, available at: http://www.acma.gov.au/Home/theACMA/~/link.aspx?_id=5C6E9FA9517844359BD38DCBD2F85423&_z=z

[89] ACMA （2017）, Future use of the 3.6 GHz band—Decisions and preliminary views paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/link.aspx?_id=17BFF36784FF4151B1217647D6957112&_z=z (last visisted :2019/3/09)

[90] ACMA （2018）, 3.6 GHz auction system format Information paper, available at: https://www.acma.gov.au/-/media/Spectrum-Monitoring-and-Analysis/Information/Word-Document/3-6-GHz-band-auction-system_information-paper-docx.docx?la=en (last visisted : 2019/3/09)

[91] ACMA （2017）, Spectrum tune-up: Spectrum for 5G broadb

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

and in mmWave bands, available at: http://www.acma.gov.au/Home/theACMA/~/link.aspx?_id=5C6E9FA9517844359BD38DCBD2F85423&_z=z

[92] ACMA （2017）, Spectrum for broadband in mmWave bands, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-for-broadband-in-mmwave-bands

[93] ACMA （2018）, Wireless broadband in the 26 GHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/15EF7BCEB00E4297B99953C9CDC27125.ashx (last visisted :2019/3/09)

[94] ACMA （2018）, Consultation paper: Draft allocation instruments for 3.6 GHz band （3575－3700 MHz） metropolitan and regional lots auction, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/9FD3C5CAFE4C444C988BD30C45555329.ashx (last visisted :2019/3/09)

[95] ACMA （2018）, Spectrum tune-up: 3.6 GHz band auction system, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-tune-up-3-6-ghz-band-auction-system (last visisted :2019/3/09)

[96] Federal Register of Legislation（2014）, Radiocommunications （Spectrum Licence Tax） Determination 2014, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2014L00957 (last visisted :2019/3/09)

[97] ACMA （2018）, 3.6 GHz band auction, November 2018, Auction guide, available at: https://www.acma.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en (last visisted :2019/3/09)

[98] ACMA (2018), Australia’s 5G auction concludes, available at:

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

https://www.acma.gov.au/theACMA/australias-5g-auction-concludes (last visisted :2019/3/09)

[99] ACMA （2017）, Spectrum tune-up: Spectrum for 5G broadband in mmWave bands, available at: http://www.acma.gov.au/Home/theACMA/~/link.aspx?_id=5C6E9FA9517844359BD38DCBD2F85423&_z=z (last visisted :2019/3/09)

[100] ACMA （2017）, Spectrum for broadband in mmWave bands, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/spectrum-for-broadband-in-mmwave-bands (last visisted :2019/3/09)

[101] ACMA (2019), Wireless broadband in the 26 GHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/15EF7BCEB00E4297B99953C9CDC27125.ashx (last visisted :2019/3/09)

[102] ACMA (2019), Five-year spectrum outlook 2019–23, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Spectrum-projects/5-Year-Spectrum-Outlook/five-year-spectrum-outlook

[103] ACMA (2019), Optimising arrangements for the 3400–3575 MHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/0055AB86142347998EFE3DEF105BA8D2.ashx

[104] ACMA (2019), Replanning of the 28 GHz band Options paper, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/A18AE5C2EE354C94837C87E2D7FDF2A2.ashx

[105] ACMA (2019), Planning options for the 28 GHz band, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/planning-options-for-the-28-ghz-band

[106] ACMA (2018), Five-year spectrum outlook 2018−22, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Spectrum-projects/5-

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Year-Spectrum-Outlook/five-year-spectrum-outlook (last visisted : 2019/3/09)

[107] Federal Register of Legislation（2012）, Radiocommunications (Trading Rules for Spectrum Licences) Determination 2012, ava ilable at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2012L01718

[108] ACCC (2018), Competition & the 5G spectrum, available at: https://www.accc.gov.au/speech/competition-the-5g-spectrum

[109] ACMA (2017), Research study on spectrum-management mech anisms, June 2017.

[110] ACMA (2017), Five-year spectrum outlook 2017−21, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/five-year-spectrum-outlook-2017-21

[111] ACMA (2019), Future use of the 26 GHz band—Planning dec isions and preliminary views paper, available at: https://www.acm a.gov.au/theACMA/draft-spectrum-reallocation-recommendation-for-the-26-ghz-band

[112] ACMA (2019), Draft spectrum reallocation recommendation fo r the 26 GHz band in cities and regional centres, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/E32D8C7AA2A647E08 5F6D37C2E6503A0.ashx

[113] ACMA (2018), Spectrum licensing FAQs, available at: https:// www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Spectru m-licences/spectrum_20

[114] ACMA (2017), Future use of the 3.6 GHz band—Decisions a nd preliminary views paper, available at: https://www.acma.gov.a u/theACMA/~/link.aspx?_id=17BFF36784FF4151B1217647D69571 12&_z=z

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[115] ACMA （2018）, The ACMA’s auction capability, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Spectrum-licences/the-acmas-auction-capability (last visisted :2019/3/09)

[116] Federal Register of Legislation（2012）, Radiocommunications （subsection 145（3） Certificates） Determination 2012, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2012L01719 (last visisted :2019/3/09)

[117] 總務省（2018），〈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に関する指針について〉， http://www.soumu.go.jp/main_content/000589764.pdf 。（瀏覽時間：2019 年 3 月 6 日）

[118] 總務省網站，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000375.html 。（瀏覽時間：2019 年 3 月 5 日）

[119] 總務省（2018），〈2019 年世界無線通信会議（WRC-19）に向けた我が国の考え方（案）に係る意見募集の結果〉，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban10_02000029.html 。（瀏覽時間：2019 年 3 月 11 日）

[120] 電波政策ビジョン懇談会（2014），《電波政策ビジョン懇談会最終報告書》， http://www.soumu.go.jp/main_content/000334592.pdf 。

[121] 電波政策ビジョン懇談会（2016），《電波政策 2020 懇談会報告書》，http://www.soumu.go.jp/main_content/000334592.pdf 。

[122] 總務省（2018），《電波有効利用成長戦略懇談会報告書》，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000273.html 。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[123] 周波数オークションに関する懇談会事務局（2016），〈周波数

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

オークションの導入に関する公開ヒアリングの結果について〉，http://www.soumu.go.jp/main_content/000121939.pdf 。

[124] 總務省（2019），〈「異システム間の周波数共用技術の高度化事業」に係るプログラムディレクターの募集〉，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000282.html 。（瀏覽時間：2019 年 6 月 25 日）

[125] 總務省（2019），〈令和元年度における電波資源拡大のための研究開発及び異システム間の周波数共用技術の高度化に関する研究開発採択結果一覧表〉，http://www.soumu.go.jp/main_content/000626907.pdf 。（瀏覽時間：2019 年 6 月 25 日）

[126] 總務省新世代モバイル通信システム委員会（2018），《新世代モバイル通信システム委員会報告概要》，http://www.soumu.go.jp/main_content/000567503.pdf 。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[127] 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〉，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html 。

[128] 總務省網站：http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000350.html 。

[129] 亀井卓也（2019），〈5G 與地方創生-日本推動 5G 實證計畫經驗〉，2019 國際 5G 高速寬頻應用與智慧城市發展論壇，國立成功大學電信管理研究所會議廳。

[130] 總務省新世代モバイル通信システム委員会（2019），《地域ニーズや個別ニーズに応じて様々な主体が利用可能な第 5 世代移動通信システム（ローカル 5G）の技術的条件等》，http://www.soumu.go.jp/main_content/000626699.pdf 。（瀏覽時間：2019 年 6 月 25 日）

[131] 미래창조과학부（2017），〈K-ICT 스펙트럼플랜수립〉，網

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

址：https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw315&artId=1324832 （瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[132] 관계부처합동（2017），《4 차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책》，網址：http://prof.ks.ac.kr/cschung/2017-AI.pdf （瀏覽時間：2019 年 3 月 7 日）

[133] 經濟部國際貿易局網站，〈韓國各部會推動「第 4 次工業革命與革新成長」計劃情形〉，網址： https://www.trade.gov.tw/World/Detail.aspx?nodeID=45&pid=630147 （瀏覽時間：2019 年 3 月 7 日）

[134] 미래창조과학부（2019），〈과기정통부, 5G 주파수 추가 확보 • 공급 방안 마련 시동〉， https://www.msit.go.kr/cms/www/m_con/news/report/__icsFiles/afieldfile/2019/01/31/190131%20%EC%A1%B0%EA%B0%84%20(%EB%B3%B4%EB%8F%84)%205G%20%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%20%EC%B6%94%EA%B0%80%20%ED%99%95%EB%B3%B4%EB%A5%BC%20%EC%9C%84%ED%95%9C%20%EC%9E%91%EC%97%85%EB%B0%98%20%EB%B3%B8%EA%B2%A9%20%EA%B0%80%EB%8F%99(%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%EC%A0%95%EC%B1%85%EA%B3%BC).pdf 。（瀏覽時間：2019 年 7 月 3 日）

[135] 과학기술정보통신부（2017），〈초연결 네트워크 구축으로 자율주행차·스마트시티 기반 닦는다〉，網址：https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1371489 （瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[136] 미래창조과학부（2016），〈19 년,“글로벌 전파 자원” 확보를 위한 첫걸음〉，網址：http://www.hannamilbo.com/news/articleView.html?idxno=125633 （瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[137] See APT, “Preliminary Views of APT onWRC-19 agenda item

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

s”, retrieved from https://www.apt.int/sites/default/files/Upload-files/APG-19/APG19-3%20PV/APG19-3%20APT%20PV.zip. (last visited:2019/3/11)

[138] 한국무선국관리사업단（2003），《주파수 수요예측 방법론 및국내 중장기 수요예측》，http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201800019621 。

[139] 27.5~29.5GHz 頻段行動衛星地球臺（ESIM）導入在 WRC-19 上仍在議論中，其結果會讓該頻段導入行動衛星地球臺（ESIM）

[140] Newzoo (2018), Global Mobile Market Report.

[141] Federal Government, 5G Strategy for Germany

[142] Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) (2017), 5G Strategy for Germany: A Scheme to promote the development of Germany to become a lead market for 5G networks and applications, at 2.

[143] Bundesnetzagentur (2016), Points of Orientation for the provision of spectrum for the rollout of digital infrastructures, at 2-3.

[144] 5G award - decisions III & IV of 26 November 2018

[145] Bundesnetzagentur (2019/2/25), Four companies admitted to the 5G spectrum auction

[146] Wikipedia, List of mobile network operators of Europe; DEUTSCHE TELEKOM Q3/2018 Report

[147] Bundesnetzagentur, Spectrum auction comes to an end https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190612_spectrumauctionends.html (last visited:2019/6/12)

[148] Bundesnetzagentur, Mobile broadband – Spectrum for 5G Allotment https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunicati

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

ons/Companies/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/ElectronicCommunicationServices_node.html

[149] WRC-15, Resolution 238

[150] Bundesnetzagentur (2016), ”Frequenz-Kompass” New frequencies for further roll-out of digital infrastructures

[151] BMVI, World Radiocommunication Conference https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/DG/world-radiocommunication-conference.html (last visited:2019/3/9)

[152] Bundesnetzagentur (2017), S.18f.

[153] RSPG 16-032, Strategic Roadmap towards 5G for Europe.

[154] BNetzA (2017), Eckpunkt für dne Ausbau digitaler Infrastrukturen und Bedarfsermittlung für bundeswite Zuteilungen in den Bereichen 2 GHz und 3.6GHz, S.16f.

[155] Bundesnetzagentur (2019), Rahmenbedingungen für lokale 5G-Anwendungen https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/RegionaleNetze/20190311GrundlegendeRahmenbedingungen_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[156] Bundesnetzagentur (2018), Anhörung zu ersten Erwägungen für die zukünftige Nutzung des 26-GHz-Bandes (24,25 - 27,5 GHz) https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/RegionaleNetze/Erw%C3%A4gungenAntragsverfahren26GHz.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[157] 中國國務院，2006。國家中長期科學和技術發展規劃綱要（2006—2020 年）http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_240244.htm

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[158] 中國 IMT-2020（5G）推進組，2014。5G 願景與需求白皮書。http://www.imt-2020.cn/zh/documents/download/1

[159] 中國 IMT-2020（5G）推進組，2015。5G 概念白皮書。http://www.imt-2020.org.cn/zh/documents/download/2

[160] 工信部，〈頻譜管理和 WRC-19 議題分論壇成功舉辦〉，http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146440/c7255981/content.html (last visited:2019/10/19)

[161] 工信部，〈中芬就 5G 及 2019 年世界無線電通信大會相關事宜開展交流〉， http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146440/c6962374/content.html (last visited:2019/10/19)

[162] 工信部，〈第十次中韓無線電管理局長會談在深圳舉行〉，http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057735/n3057743/c6999583/content.html (last visited:2019/10/19)

[163] 工信部，〈亞太電信組織 2019 年世界無線電通信大會第五次籌備會議在日本東京舉行〉， http://www.miit.gov.cn/newweb/n1146285/n1146352/n3054355/n3057735/n3057743/c7250656/content.html (last visited:2019/10/19)

[164] 工信部，〈亞太電信組織 2019 年世界無線電通信大會第一次籌備組會議（APG19-1）在成都成功舉辦〉，http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057735/n3057743/c5171848/content.html (last visited:2019/10/19)

[165] 通訊局，〈通訊事務管理局制定工作計劃以提供更多無線電頻譜以滿足公共流動服務於 2020 年及之後的需求〉，https://www.coms-auth.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1423.html (last visited:2019/3/9)

[166] 通訊局，〈商經局和通訊局公布發放多條頻帶的 5G 頻譜的安排〉，https://www.info.gov.hk/gia/general/201812/13/P20181213004

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

55.htm (last visited:2019/3/9)

[167] 通訊辦，〈3.5 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成〉，https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2005.html (last visited:2019/10/19)

[168] 通訊辦，〈4.9 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成〉，https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2014.html (last visited:2019/10/23)

[169] 通訊局，〈關於指配 3.3 吉赫及 4.9 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排〉，http://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/482/joint_statement_st_072018_tc.pdf (last visited:2019/3/9)

[170] 通訊局，〈關於指配 3.4 – 3.6 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排〉，http://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/481/joint_statement_st_062018_tc.pdf (last visited:2019/3/9)

[171] 通訊局，〈關於編配 26 吉赫及 28 吉赫頻帶作流動服務用途和相關頻譜指配及頻譜使用費的安排〉，http://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/480/joint_statement_st_052018_tc.pdf (last visited:2019/3/9)

[172] 通訊辦，〈做好準備 迎接 5G 新世代〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/listarticle/tc/upload/1688/OFCA%20Presentation%20(12%20Jun%202018)%20-%20Mr%20Chaucer%20Leung%20(Chi).pdf (last visited:2019/3/9)

[173] 通訊辦，〈 提交申請指配 26 吉赫及 28 吉赫頻帶內頻譜以用作提供大規模公共流動服務的指引 https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1127/26_28_GHz_Guidelines.pdf (last visited:2019/10/19)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[174] 通訊局，〈 通訊事務管理局新設地區性無線寬頻服務牌照〉，https://www.coms-auth.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1952.html (瀏覽日期: 2019/07/08)

[175] 通訊辦，〈3.5 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成〉，https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2005.html (瀏覽日期: 2019/10/20)

[176] 通訊辦，〈Minutes of 17th SSAC Meeting〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_750/ssac_min19.pdf (last visited:2019/3/9)

[177] 通訊辦，〈香港對 2019 年世界無線電通信大會議項的立場〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_5_2019.pdf (last visited:2019/10/19)

[178] Analysys Mason（2018）, Study on the implementation of spectrum trading in Hong Kong, available at: https://www.cedb.gov.hk/ccib/eng/report/doc/spectrum_trading/2018_report.pdf (last visited:2019/10/19)

[179] 通訊辦〈做好準備 迎接 5G 新世代〉，https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/listarticle/tc/upload/1688/OFCA%20Presentation%20(12%20Jun%202018)%20-%20Mr%20Chaucer%20Leung%20(Chi).pdf (last visited:2019/3/9)

[180] 香港通訊局 https://www.coms-auth.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1952.html

[181] 香港通訊局 https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/en/upload/515/gn132019.pdf

[182] EC (2015), Definition of a Research and Innovation Policy Leveraging Cloud Computing and IoT Combination, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-research-and-innovation

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

-policy-leveraging-cloud-computing-and-iot-combination (last visited: 2019/3/09)

[183] RSPG (2016), A spectrum roadmap for IoT: Opinion on the spectrum aspects of the Internet-of-things (IoT) including M2M, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/a0faa1a5-ca41-42c3-83d5-561b197419b0/RSPG17-006-Final_IoT_Opinion.pdf (last visited: 2019/3/9)

[184] EC, Connected and automated mobility in Europe, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connected-and-automated-mobility-europe (last visited: 2019/3/09)

[185] RSPG (2017), Opinion on spectrum aspects of Intelligent Transport system, available at: https://circabc.europa.eu/sd/a/b30590d7-5190-480b-b1d1-def24719e061/RSPG17-008-Final_opinion_ITS.pdf (last visited: 2019/3/09)

[186] RSC (2018), Working document : Draft CEPT Report 71 in response to the Permanent Mandate on the extension of the Intelligent Transport System (ITS) safety-related band at 5.9GHz. (last visited: 2019/3/09)

[187] EU (2018), Unmanned aircraft (drones) , available at: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/uas_en (last visited: 2019/3/09)

[188] ECC (2018), Technical and Regulatory Aspects and the needs for Spectrum Regulation for Unmanned Aircraft System (UAS), available at::https://www.ecodocdb.dk/download/efbd2f57-f227/ECCRep268.pdf (last visited: 2019/3/09)

[189] EC, Transformation of Health and Care in the Digital Single Market, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-policy-ehealth (last visited: 2019/3/09)

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

[190] CEPT (2013), CEPT Report 44: In response to the EC Permanent Mandate on the 'annual update of the technical annex of the Commission Decision on the technical harmonization of radio spectrum for use by short range devices, https://www.ecodocdb.dk/download/7562556d-ba65/CEPTREP044.PDF (last visited: 2019/3/09)

[191] CEPT (2016), CEPT Report 59: In response to the EC Permanent Mandate on the 'annual update of the technical annex of the Commission Decision on the technical harmonization of radio spectrum for use by short range devices, https://www.ecodocdb.dk/download/08fc64c1-36ab/CEPTRep059.pdf (last visited: 2019/3/09)

[192] ETSI, Short range devices, https://www.etsi.org/technologies/radio/short-range-devices (last visited: 2019/3/09)

[193] iThome(2018)，英國 IoT 國家戰略新方向：聚焦 IoT 硬體、交通、醫療與智慧城市，更要在數座城市內布建 IoT 網路,，https://www.ithome.com.tw/news/120203 。(last visited:2019/3/9)

[194] Ofcom(2015), Promoting investment and innovation in the Internet of Things, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/38275/iotstatement.pdf (last visited:2019/10/15)

[195] DCMS(2014), The Internet of Things: making the most of the Second Digital Revolution, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf (last visited:2019/10/15)

[196] House of Lords (2016), SELECT COMMITTEE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY , https://www.parliament.uk/documents/lords-committees/science-technology/autonomous-vehicles/CfE-auton

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

omous-vehicles-FINAL.pdf (last visited:2019/7/9)

[197] Ofcom(2017), Review of latest developments in the Internet of Things, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0007/102004/Review-of-latest-developments-in-the-Internet-of-Things.pdf (last visited:2019/7/12)

[198] Ofcom(2013), Decision to make the Wireless Telegraphy (Automotive Short Range Radar) (Exemption) Regulations 2013 , https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/51704/statement.pdf (last visited:2019/7/12)

[199] DCMS(2018), New cyber security standard for self-driving vehicles, https://www.gov.uk/government/news/new-cyber-security-standard-for-self-driving-vehicles (last visited:2019/10/18)

[200] DCMS(2019),Taking Flight: The Future of Drones in the UK Government Response, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771673/future-of-drones-in-uk-consultation-response-web.pdf (last visited:2019/10/20)

[201] Wikipedia, List of mobile network operators of Europe; DEUTSCHE TELEKOM Q3/2018 Report Wireless Telegraphy Act 2006, http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/36/contents (last visited:2019/3/9)

[202] DCMS(2019),Taking Flight: The Future of Drones in the UK Government Response, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/771673/future-of-drones-in-uk-consultation-response-web.pdf (last visited:2019/10/20)

[203] Digitalhealth(2019), Liverpool launches ‘Livernerds Lab’ to tes

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

t latest digital technologies, https://www.digitalhealth.net/2019/03/liverpool-livernerds-lab-test-digital-technology/ (last visited:2019/7/12)

[204] Ofcom(2018), IR 2030 – UK Interface Requirements 2030, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/84970/ir-2030.pdf (last visited:2019/3/9)

[205] Imperial, Improving Cyber Security in the NHS, https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/institute-of-global-health-innovation/Cyber-Security-Ghafur.pdf (last visited:2019/10/22)

[206] NTIA(2017), Fostering the advancement of the internet of things, https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/iot_green_paper_01122017.pdf (last visited: 2019/3/09)

[207] GAO （2017）, Internet of things : FCC should track growth to ensure sufficient spectrum remains available, available at: https://www.gao.gov/assets/690/688450.pdf (last visited: 2019/3/09)

[208] FCC (2018), Unlicensed use of the 6GHz Band: Notice of proposed rulemarking, https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-147A1.pdf (last visisted :2019/3/09)

[209] Department of Transportation (2018), Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicle 3.0, https://www.transportation.gov/av/3 (last visisted :2019/3/09)

[210] FCC (2017), Intelligent Transportation Systems (ITS), https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/intelligent-transportation-systems-its (last visisted :2019/3/09)

[211] FCC (2017), Dedicated Short Range Communications (DSRC) Service, https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/dedicated-short-range-communications-dsrc-service (last visist

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

ed :2019/3/09)

[212] Federal Aviation Administration Reauthorization Act of 2018, https://www.congress.gov/115/bills/hr302/BILLS-115hr302enr.pdf (last visisted :2019/3/09)

[213] AIA（2018）, Petition for rulemaking, available at: http://www.aia-aerospace.org/wp-content/uploads/2018/02/AIA-Petition-for-Rulemaking-on-UAS-2018-02-08-FILED.pdf (last visited: 2019/3/9)

[214] FCC (2019), NextGen, available at: https://www.faa.gov/nextgen/ (last visisted :2019/10/27)

[215] FCC (2018), FCC Seeks Comment on Launching Connected Care Pilot Program, https://www.fcc.gov/document/fcc-seeks-comment-launching-connected-care-pilot-program (last visisted :2019/3/09)

[216] ACMA(2015),The internet of things and the ACMA's area of focus- Emerging issues in media and communications Occassional Paper, https://www.acma.gov.au/theACMA/~/media/18E314A0C00A41F9B4D629DAB9397436.ashx (last visisted :2019/6/09)

[217] ACMA (2015), Easier access to spectrum for Internet of Things, http://acma.gov.au/sitecore/content/Home/Industry/Spectrum/Spectrum-planning/About-spectrum-planning/easier-access-to-spectrum-for-internet-of-things (last visited: 2019/6/15)

[218] ACMA (2017), Five-year spectrum outlook 2017–21: the ACMA's spectrum management work program, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/-/media/229627FEEE544D76A554FF9EAAA59372.ashx

[219] ACMA LIPD class licence, available at: https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Class-licences/lipd-clas

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

s-licence-spectrum-acma

[220] Radiocommunications (Low Interference Potential Devices) Class Licence 2015, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2016C00432

[221] IoTAA (2017), Internet of Things Security Guideline, available at: https://www.iot.org.au/wp/wp-content/uploads/2016/12/IoTAA-Security-Guideline-V1.2.pdf

[222] ACMA （2009）, Planning for intelligent transport systems, Proposals for the introduction of intelligent transport systems into the 5.9 GHz band in Australia, http://www.acma.gov.au/~/media/Spectrum%20Transformation%20and%20Government/Report/pdf/Planning%20for%20intelligent%20transport%20systems%20Proposals%20for%20the%20introduction%20of%20intelligent%20systems%20into%20the%2059%20GHz%20band%20in%20Australia%20Discussion%20Paper%20October%202009.PDF

[223] Proposed regulatory measures for the introduction of cooperative intelligent transport systems in Australia, available at: https://www.acma.gov.au/theACMA/~/media/6383B3CBF78E4A4595CF035F103824F6.ashx

[224] Radiocommunications (Intelligent Transport Systems) Class Licence 2017, available at: https://www.legislation.gov.au/Details/F2018L00026

[225] ACMA, Spectrum options for short range devices, https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Class-licences/spectrum-opportunities-for-short-range-devices (last visisted :2019/6/09)

[226] Radiation Protection Standard - Maximum Exposure Levels to

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

Radiofrequency Fields - 3 kHz to 300 GHz, available at: http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm

[227] Cyber Security Strategy, available at: https://cybersecuritystrategy.dpmc.gov.au/

[228] Defence White Paper, available at: http://www.defence.gov.au/whitepaper/docs/2016-defence-white-paper.pdf

[229] Australian Cyber Security Centre, available at: https://www.acsc.gov.au/

[230] Cyber Security Growth Centre, available at: http://www.innovation.gov.au/page/cyber-security-growth-centre

[231] ACMA (2018), Five-year Spectrum Outlook 2018-22, https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Spectrum-projects/5-Year-Spectrum-Outlook/five-year-spectrum-outlook (last visisted :2019/6/09)

[232] Civil Aviation Regulations 1988, available at: https://www.legislation.gov.au/Series/F1997B00935

[233] Civil Aviation Safety Regulations 1998, available at: https://www.legislation.gov.au/Series/F1998B00220

[234] Department of Health (2019), Medical device cyber security guidance for industry, available at: https://www.tga.gov.au/sites/default/files/medical-device-cyber-security-guidance-industry.pdf

[235] 總務省網站：http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01cyber01_02000001_00036.html 。（瀏覽時間：2019 年 10 月 13 日）

[236] 產業通商資源部（2014），http://www.motie.go.kr/motie/ne/rt/press/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=79199&bbs_cd_n=16 。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[237] 產業通商資源部（2015），http://www.motie.go.kr/common/download.do?fid=bbs&bbs_cd_n=81&bbs_seq_n=157196&file_seq_n=58

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

。（瀏覽時間：2019 年 3 月 9 日）

[238] 한국정보통신기술협회（2013），〈의료 수요자와 유헬스〉，1/2，http://www.tta.or.kr/data/reportDown.jsp?news_num=3437 。

[239] 工信部，（2018），2018 年工業互聯網試點示範項目公示名單。http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757020/c6559245/content.html

[240] 工信部（2018），工業和信息化部印發《車聯網（智能網聯汽車）產業發展行動計劃》。：http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c6565746/content.html

[241] 工信部（2018），工業和信息化部關於印發《車聯網（智能網聯汽車）產業發展行動計劃》的通知。http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757016/c6564118/content.html

[242] 工信部（2018），工業和信息化部印發《車聯網（智能網聯汽車）產業發展行動計劃》。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c6565746/content.html

[243] 國家標準化管理委員會辦公室，2017。無人駕駛航空器系統標準體系建設指南（2017—2018 年版）。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c5703886/part/5703890.pdf

[244] 民航局，2018。低空聯網無人機安全飛行測試報告。http://www.gov.cn/xinwen/2018-02/04/5263696/files/b0c587f6246840de8aa4e394540828e6.pdf

[245] 中國信通院，2018。5G 無人機應用白皮書。http://www.199it.com/archives/780400.html

[246] 工信部，2016。中華人民共和國工業和信息化部公告 2016 年第 53 號。http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n4509607/c5378203/content.html

[247] 5G Americas (2018),Cellular V2X communications toward 5G,

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

available at: https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/2018_5G_Americas_White_Paper_Cellular_V2X_Communications_Towards_5G__Final_for_Distribution.pdf (last visit: 2019/10/26)

[248] GSA(2019), GSA VIEWS ON 5G SPECTRUM AWARDS IN 3400-3800 MHZ IN EUROPEAPRIL 2019(last visited:2019/10/23)

[249] 經濟日報 (2019/07/09)，三大干擾！5G 頻譜 史上最難標 https://money.udn.com/money/story/5648/3915579

[250] JD Supra(2018),Hot off the press: The European Electronic Communications Code, https://www.jdsupra.com/legalnews/hot-off-the-press-the-european-62234/

[251] Caleb Henry, FCC commissioner defends C-Band Alliance but renews call for more 5G spectrum, Space news, September 25, 2019. (https://spacenews.com/fcc-commissioner-defends-c-band-alliance-but-renews-call-for-more-5g-spectrum/)

[252] Yi Shen Chan, Road map in C band in ASEAN 5G spectrum workshop, Plum (2019).

[253] 電信技術中心(2019)，「3.5GHz 中頻段改善措施建置與潛在干擾評估及處理作業計畫」期中報告。

[254] Arcep (2019), Draft Decision proposing the procedure for awarding the 3490 - 3800 MHz band in Metropolitan France, https://en.arcep.fr/publications/public-consultations/detail/gp/detail/les-modalites-dattribution-de-la-bande-3490-3800-mhz-en-france-metropolitaine-15-juillet-2019.html

[255] Arcep (2019), Guichet d'attribution des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD, https://www.arcep.fr/demarches-et-serviceshtml/p

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw

rofessionnels/transformation-numerique-des-entreprises/guichet-frequences-2-6-tdd.html

[256] Bundesnetzagentur (2019), Entwurf der Verwaltungsvorschrift zu 3.7-3.8 GHz, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/RegionaleNetze/20190704_EntwurfVerwaltungsvorschrift3.7-3.8GHz_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[257] 總務省(2019), ローカル 5G 検討作業班, http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/5th_generation/local_5g/index.html

[258] IMDA(2019), Public Consultation on Allocation of Spectrum for Enterprise and Public Mobile use, https://www2.imda.gov.sg/regulations-and-licensing/Regulations/consultations/Consultation-Papers/2019/Public-Consultation-on-Allocation-of-Spectrum-for-Enterprise-and-Public-Mobile-use

[259] PTS (2018), Förslag för tilldelning av lokala tillstånd i 3,7–3,8 GHz från 2023 och framåt, https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/remisser/2018/radio/konsultation-1---23-och-35-ghz/2.-forslag-for-tilldelning-av-lokala-blocktillstand.pdf

[260] OFCA (2019), Guidelines for Submission of Applications for Assignment of Shared Spectrum in the 26 GHz and 28 GHz Bands, https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/en/upload/515/gn132019.pdf

All rights reserved
http://www.ttc.org.tw