108 年委託研究報告

「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案」

期末報告

（上冊）

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

PG10804-0217

「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案」

期末報告

（上冊）

受委託單位

財團法人台灣經濟研究院

計畫主持人

劉柏立

研究人員

陳思豪、蔡孟珂、王以均、吳俊緯、游淨淳、

鍾銘泰、幸禹名、邱昱芳、林婉玄、張瑜軒、

徐千惠、鄭雅心、汪瑤葳、黃淑靜

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

上冊目次

目次 I

表次 XII

圖次 XXIII

提要 XXX

ABSTRACT XXXIV

第一章、研究方法與進度說明 1

第一節、 研究主題……..……..……1
第二節、 研究緣起與目的……..…..……1
第三節、 研究方法……..……..3

第二章、國際 5G 技術標準發展現況分析 7

第一節、 國際通訊傳播發展……..……..7
第二節、 國際 5G 技術標準發展……..……14

第三章、主要國家 5G 推動策略分析 19

第一節、 英國……..……19
一、頻譜政策監理概述 19
二、5G 推動策略架構與核心目標 20
三、執行方式、主協辦機關及分工 21
第二節、 德國……..……24
一、頻譜政策監理概述 24
二、5G 推動策略架構與核心目標 27
三、執行方式、主協辦機關及分工 34
第三節、 義大利……..……37
一、頻譜政策監理概述 37
二、5G 推動策略架構與核心目標 37
三、執行方式、主協辦機關及分工 38
第四節、 法國……..……40
一、頻譜政策監理概述 40
二、5G 策略與政策架構 40

三、執行方式、主協辦機關及分工.....41
第五節、 奧地利.....43
一、頻譜政策監理概述.....43
二、5G 推動策略架構與核心目標.....44
三、執行方式、主協辦機關及分工.....49
第六節、 美國.....51
一、頻譜政策監理概述.....51
二、5G 推動策略架構與核心目標.....52
三、執行方式、主協辦機關及分工.....54
第七節、 日本.....59
一、頻譜政策監理概述.....59
二、5G 推動策略架構與核心目標.....60
三、執行方式、主協辦機關及分工.....62
第八節、 韓國.....64
一、頻譜政策監理概述.....64
二、5G 推動策略架構與核心目標.....65
三、執行方式、主協辦機關及分工.....69
第九節、 中國大陸.....73
一、頻譜政策監理概述.....73
二、5G 推動策略架構與核心目標.....73
三、執行方式、主協辦機關及分工.....77
第十節、 香港.....78
一、頻譜政策監理概述.....78
二、5G 推動策略架構與核心目標.....78
三、執行方式、主協辦機關及分工.....80
第十一節、 新加坡.....81
一、頻譜政策監理概述.....81
二、5G 推動策略架構與核心目標.....81
三、執行方式、主協辦機關及分工.....85
第十二節、 澳洲.....87
一、頻譜政策監理概述.....87
二、5G 推動策略架構與核心目標.....89
三、執行方式、主協辦機關及分工.....89

第四章、主要國家 5G 頻譜釋照分析.....93

第一節、 英國.....93
一、釋照期程規劃.....93
二、釋照方式及細節規定.....99

三、頻率使用期限及限制.....117
四、其他規定.....118
五、釋照結果與市場變化.....119
第二節、 德國.....124
一、釋照期程規劃.....124
二、釋照方式及細節規定.....129
三、頻率使用期限及限制.....150
四、其他規定.....151
五、釋照結果與市場變化.....154
第三節、 義大利.....157
一、釋照期程規劃.....157
二、釋照方式及細節規定.....158
三、頻率使用期限及限制.....169
四、釋照結果與市場變化.....170
第四節、 法國.....176
一、釋照期程規劃.....176
二、釋照方式及細節規定.....180
三、頻率使用期限及限制.....184
四、其他規定.....185
五、釋照結果與市場變化.....185
第五節、 奧地利.....188
一、釋照期程規劃.....188
二、釋照方式及細節規定.....193
三、頻率使用期限及限制.....211
四、其他規定.....212
五、釋照結果與市場變化.....215
第六節、 美國.....220
一、釋照期程規劃.....220
二、釋照方式及細節規定.....224
三、頻率使用期限及限制.....244
四、其他規定.....247
五、釋照結果與市場變化.....250
第七節、 日本.....260
一、釋照期程規劃.....260
二、釋照方式及細節規定.....266
三、頻率使用期限及限制.....279
四、其他規定.....279
五、釋照結果與市場變化.....280

第八節、 韓國.....303
一、釋照期程規劃.....303
二、釋照方式及細節規定.....305
三、頻率使用期限及限制.....328
四、其他規定.....329
五、釋照結果與市場變化.....330
第九節、 中國大陸.....337
一、釋照期程規劃.....337
二、釋照方式及細節規定.....338
三、頻率使用期限及限制.....341
四、其他規定.....342
五、釋照結果與市場變化.....343
第十節、 香港.....351
一、釋照期程規劃.....351
二、釋照方式及細節規定.....353
三、頻率使用期限及限制.....382
四、其他規定.....383
五、釋照結果與市場變化.....388
第十一節、新加坡.....395
一、釋照期程規劃.....395
二、釋照方式及細節規定.....405
三、頻率使用期限及限制.....413
四、其他規定.....414
五、釋照結果與市場變化.....416
第十二節、澳洲.....418
一、釋照期程規劃.....418
二、釋照方式及細節規定.....424
三、頻率使用期限及限制.....450
四、其他規定.....452
五、釋照結果與市場變化.....456

中冊目次

目次 I

表次 XII

圖次 XXIII

提要 XXX

ABSTRACT XXXIV

第五章、資格點數與次高價專案分析 461

第一節、資格點數 461
一、理論基礎與實務操作 461
二、主要國家/地區採行案例 462
第二節、次高價格 487
一、理論基礎與數學模型 487
二、主要國家次高價格採行案例分析 498
三、主要國家 Vickrey 最近核心價格採行案例分析 503

第六章、主要國家促進 5G 建設、共用與應用發展之策略分析 511

第一節、 英國 511
一、促進 5G 基礎網路建設政策 511
二、網路頻率共用策略 518
三、5G 應用發展 537
第二節、 德國 545
一、促進 5G 基礎網路建設之相關政策 545
二、網路共用策略 547
三、5G 應用發展 552
第三節、 義大利 557
一、促進 5G 基礎網路建設之相關政策 557
二、網路頻率共用策略 557
三、5G 應用發展 560
第四節、 法國 562

一、促進5G基礎網路建設之相關政策.....562
二、網路頻率共用策略.....562
三、5G應用發展.....567
第五節、 奧地利.....580
一、促進5G基礎網路建設之相關政策.....580
二、網路頻率共用策略.....580
三、5G應用發展.....583
第六節、 美國.....589
一、促進5G基礎網路建設政策.....589
二、網路頻率共用策略.....591
三、5G應用發展.....599
第七節、 日本.....603
一、促進5G基礎網路建設政策.....603
二、網路頻率共用策略.....604
三、5G應用發展.....610
第八節、 韓國.....621
一、促進5G基礎網路建設政策.....621
二、網路頻率共用策略.....622
三、5G應用發展.....625
第九節、 中國大陸.....629
一、促進5G基礎網路建設政策.....629
二、網路頻率共用策略.....632
三、5G應用發展.....634
第十節、 香港.....643
一、促進5G基礎網路建設政策.....643
二、網路頻率共用策略.....643
三、5G應用發展.....644
第十一節、 新加坡.....647
一、促進5G基礎網路建設之相關政策.....647
二、網路頻率共用策略.....648
三、5G應用發展.....650
第十二節、 澳洲.....655
一、促進5G基礎網路建設之相關政策.....655
二、網路頻率共用策略.....655
三、5G應用發展.....658

第七章、研究發現與結論建議.....667

第一節、 5G政策研析.....667

一、開放 5G 試驗場域 668
二、促進主要城市及交通樞紐的早期佈署 674
三、促進基礎設施與 5G 網路建設 675
四、釋出更多頻譜資源 682
第二節、 5G 頻率與釋照規畫研析 685
一、5G 頻率規畫與區塊組合 685
二、頻譜取得上限 689
三、執照期限 693
四、執照持有義務 694
五、新進業者輔助措施 703
第三節、 5G 頻譜拍賣機制研析 705
一、5G 頻譜拍賣機制 709
二、數量競標階段與資格點數 713
三、位置分配階段與次高價 720
四、競價資訊揭露 727
五、超額需求 736
六、標金分期付款 737
第四節、5G 頻譜評審、公開招標機制研析 743
一、5G 頻譜評審機制 743
二、5G 頻譜公開招標機制 759
第五節、5G 促進基礎建設策略研析 762
一、主要國家促進 5G 基礎網路建設政策分析 762
二、促進 5G 基礎網路建設策略建議 768
第六節、5G 網路頻率共用策略研析 771
一、行動網路共用的發展 771
二、主要國家案例綜合分析 776
三、行動網路共用的商業面 781
四、行動網路共用的監理面 782
五、5G 網路頻率共用策略建議 784
第七節、主要國家 5G 網路應用發展策略綜合研析 790
一、5G 網路應用發展綜合分析 790
二、5G 網路應用發展策略建議 797
第八節、後續研究建議 800

中外文名詞對照表 805

參考文獻 813

外文文獻.....813
中文文獻.....832

附件資料.....837

附件一　協助辦理相關會議.....837

附件 1.1　國家通訊傳播委員會 5G 發展研究與推動工作小組第 25 次會議.....837
附件 1.1.1　國家通訊傳播委員會 5G 發展研究與推動工作小組第 25 次會議會議記錄.....837
附件 1.1.2　國家通訊傳播委員會 5G 發展研究與推動工作小組第 25 次會議逐字稿.....843
附件 1.2　國家通訊傳播委員會「5G 釋照初步規劃」第 3 次座談會857
附件 1.2.1　國家通訊傳播委員會「5G 釋照初步規劃」第 3 次座談會會議記錄.....857
附件 1.2.2　國家通訊傳播委員會「5G 釋照初步規劃」第 3 次座談會逐字稿.....860
附件 1.3「行動寬頻業務管理規則」修正草案公開說明會.....874
附件 1.3.1　國家通訊傳播委員會「行動寬頻業務管理規則」修正草案公開說明會會議紀錄.....874
附件 1.3.2　國家通訊傳播委員會「行動寬頻業務管理規則」修正草案公開說明會逐字稿.....883
附件 1.3.3　國家通訊傳播委員會「行動寬頻業務管理規則」修正草案公開說明會會議照片.....900
附件 1.4　國家通訊傳播委員會「『108 年度行動寬頻業務釋照得標者』設置網路及共用頻率原則」公開說明會.....902
附件 1.4.1　國家通訊傳播委員會「『108 年度行動寬頻業務釋照得標者』設置網路及共用頻率原則」公開說明會會議記錄.....902
附件 1.4.2　國家通訊傳播委員會「『108 年度行動寬頻業務釋照得標者』設置網路及共用頻率原則」公開說明會逐字稿.....917
附件 1.4.3　國家通訊傳播委員會「『108 年度行動寬頻業務釋照得標者』設置網路及共用頻率原則」公開說明會照片.....938

附件二　因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案座談會.....941

附件 2.1　第一次座談會會議資料.....941

附件 2.1.1　第一次座談會會議紀錄 941
附件 2.1.2　第一次座談會會議照片 964
附件 2.1.3　第一次座談會會議簡報 966
附件 2.2　第二次座談會會議資料.....980
附件 2.2.1　第二次座談會會議紀錄 980
附件 2.2.2　第二次座談會會議照片 999
附件 2.2.3　第二次座談會會議簡報 1001
附件 2.2.4　第二次座談會會議簽到表 1023

下冊目次

目次 I

表次 XII

圖次 XXIII

提要 XXX

ABSTRACT XXXIV

附件三　諮詢服務 1026

附件 3.1　日本全國性 5G 頻譜指配結果 1037
附件 3.2　日本全國性 5G 頻譜建設義務 1045
附件 3.3　南韓 26GHz 及 28GHz 建設義務 1055
附件 3.4　香港 26GHz 及 28GHz 非商用頻譜建設義務 1057
附件 3.5　日本釋照電信設備安全、法遵、個資、消保相關資料研析 1060
附件 3.6　主要國家頻率標金分期規範論述之分析 1065
附件 3.7　「加速機制」及「補充競價程序」相關內容簡報製作 1112
附件 3.8　因應 5G 時代的政策監理調適與產業整備 1115
附件 3.9　主要國家競價期間之揭露資訊研析 1119
附件 3.10　韓國、香港及日本基地台研析 1132
附件 3.11　行動寬頻業務管理規則部分條文修正總說明 1149
附件 3.12　頻譜政策簡報翻譯及美化 1151
附件 3.13　韓國 Beanforming MINO 計算方式 1157
附件 3.14　分期付款利息採用存款或放款之理由 1158
附件 3.15　新加坡釋照香關資訊研析 1162
附件 3.16　主要國家競價期間之揭露資訊、分期付款 1167
附件 3.17　瑞典釋照相關資訊與網路共享研析 1172
附件 3.18　國際主要國家 5G 資訊彙整 1194
附件 3.19　國際垂直場域應用案例(德國、日本) 1206
附件 3.20　「NCC 欣見「電信管理法」完成立法，邁向數位轉型歷程新紀元」英文翻譯 1207
附件 3.21　波羅的海三小國 5G 頻譜規劃與釋照情形研析 1210
附件 3.22　國際專網、共網研析 1216
附件 3.23　菲律賓 5G 規劃與發展研析 1238
附件 3.24　「行動寬頻業務管理規則」第三十六條及附表二 1240
附件 3.25　VMNO 資料參考 1250
附件 3.26　法國 3.4-3.8GHz 5G 頻段釋照規劃諮詢與 2.6GHz 專網研析 1251

附件 3.27　主要國家共網案例研析 1254
附件 3.28　樂天網路共用研析 1271
附件 3.29　美國、日本、韓國 5G 釋照與發展情形簡報製作 1274
附件 3.30　5G 三大特性與應用圖示 1282
附件 3.31　日本樂天行動相關議題研析 1283
附件 3.32　國際 5G 頻譜拍賣標金、底價彙整 1286
附件 3.33　韓國 28GHz 及義大利 26 GHz 每 MHz 底價計算 1299
附件 3.34　主要國家超額需求圖示案例 1303
附件 3.35　瑞典、澳洲、韓國競價期間揭露資訊研析 1311
附件 3.36　我國 5G 頻譜釋照可能結果，及主要國家兩階段釋照機制研析 1317
附件四　諮詢會議簡報 1355
附件 4.1　第一次諮詢會議 1355
附件 4.2　第二次諮詢會議 1378
附件 4.3　第三次諮詢會議 1397
附件 4.4　第四次諮詢會議 1412
附件 4.5　第五次諮詢會議 1429
附件 4.6　第六次諮詢會議 1458
附件 4.7　第七次諮詢會議 1484
附件 4.8　第八次諮詢會議 1492
附件 4.9　第九次諮詢會議 1495
附件 4.10　第十次諮詢會議 1499
附件 4.11　第十一次諮詢會議 1508

上冊表次

表 2.1.1　5G 技術特性與應用案例彙整.....9
表 2.2.1　3GPP eMTC、NB-IOT 與 EC-GSM-IoT 物聯網技術標準.....14
表 2.2.2　WRC-19 所建議的高頻段頻譜.....16
表 3.2.1　德國電信法之頻譜監理項目.....25
表 3.2.2　歐盟頻譜監理措施.....27
表 3.2.3　德國 5G 試驗計畫.....33
表 3.2.4　德國 5G 期程規劃.....34
表 3.3.1　義大利 5G 政策期程規劃.....39
表 3.5.1　奧地利頻譜政策監理機關.....44
表 3.5.2　奧地利 5G 執行計畫時程及機關表.....50
表 3.6.1　美國 FCC 與 NTIA 頻譜管理組織架構.....52
表 3.6.2　美國 5G 頻譜釋照政策規劃.....55
表 3.7.1　日本因應 5G 改正之省令、告示.....60
表 3.8.1　韓國 5G+戰略施行計畫政策目標.....66
表 3.8.2　韓國 5G^{+}戰略各項目推動時程.....70
表 3.9.1　中國大陸十三五下之「新一代寬頻無線移動通信網」專項.....75
表 4.1.1　英國 5G 規劃釋照頻段與頻寬.....93
表 4.1.2　英國釋出頻段與資格點數.....102
表 4.1.3　保證金與第一回合資格上限.....103
表 4.1.4　英國 UK Broadband 參與 3.4GHz 頻譜拍賣情境.....119
表 4.1.5　英國 2.3GHz 及 3.4GHz 頻段之拍賣結果.....120
表 4.1.6　英國 2.3 及 3.4GHz 頻譜拍賣前各電信業者持有之行動頻譜.....122
表 4.1.7　英國目前各營運商持有之行動頻譜.....123
表 4.2.1　德國 5G 頻譜總體規劃.....126
表 4.2.2　德國各頻段之釋照期程.....127
表 4.2.3　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段得標業者.....128
表 4.2.4　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段釋照結果.....128
表 4.2.5　德國參與 5G 競標之業者.....132
表 4.2.6　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段競標區塊規劃.....140
表 4.2.7　德國 5G 得標業者.....154
表 4.2.8　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段競標結果.....155
表 4.3.1　義大利釋照期程規劃.....158
表 4.3.2　義大利 5G 拍賣結果.....171
表 4.5.1　奧地利頻段規劃與頻譜拍賣時間.....189
表 4.5.2　奧地利保證金額與投標限制.....195
表 4.5.3　奧地利區域劃分總覽.....202

表 4.5.4　奧地利涵蓋率義務等級與基地臺數量.....205
表 4.5.5　奧地利涵蓋率義務百分比與完成時間.....208
表 4.5.6　奧地利 700/1500/2100MHz 頻譜使用期限.....211
表 4.5.7　奧地利預設訊框結構.....213
表 4.5.8　奧地利 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣前各業者持有之行動頻譜.....218
表 4.5.9　奧地利 2020 年 5G 釋照後各業者持有之行動頻譜.....219
表 4.6.1　美國 5G 規劃釋照頻段與頻寬.....221
表 4.6.2　美國 28GHz 頻譜規劃.....222
表 4.6.3　美國 24GHz 頻譜規劃.....222
表 4.6.4　美國 5G 頻段釋照時程規劃.....223
表 4.6.5　美國 Auction 101 合格申請者名單.....225
表 4.6.6　美國 Auction 102 合格申請者名單.....226
表 4.6.7　美國 UMFUS 頻段（28GHz 及 24GHz）拍賣優惠.....239
表 4.6.8　美國 Auction 101（28 GHz）UMFUS 頻段釋照資訊.....241
表 4.6.9　美國 Auction 102（24GHz）UMFUS 頻段釋照資訊.....241
表 4.6.10　美國 Auction 103（37GHz、39GHz、47GHz）頻段釋照資訊.....242
表 4.6.11　美國 Auction 103（37、39 與 47GHz） UMFUS 頻段釋照資訊.....242
表 4.6.12　美國 UMFUS（24GHz 與 28GHz）頻段應用範圍.....245
表 4.7.1　日本 5G 頻段規劃.....260
表 4.7.2　日本區域性 5G 檢討作業班探討之主要議題與重點.....264
表 4.7.3　日本絕對審查基準.....268
表 4.7.4　日本比較審查基準.....269
表 4.7.5　日本申請者的區塊志願序.....270
表 4.7.6　日本全國性 5G 區塊.....272
表 4.7.7　日本網格大小列表.....276
表 4.7.8　日本比較審查結果（①～④ 3.6GHz-4.0GHz 頻段）.....281
表 4.7.9　日本比較審查結果（⑤ 4.0GHz-4.1GHz 頻段）.....282
表 4.7.10　日本比較審查結果（⑥ 4.5GHz-4.6GHz 頻段）.....283
表 4.7.11　日本比較審查結果（28GHz 頻段）.....284
表 4.7.12　日本 NTT docomo 5G 預商用服務開始時可達之最高通訊速度.....298
表 4.7.13　日本 NTT docomo 5G 商用化正式開始前主要營業範圍.....298
表 4.8.1　韓國行動通訊頻率確保方案.....304
表 4.8.2　韓國 5G 頻段持有者建設義務.....317
表 4.8.3　韓國 3.5GHz 頻率容許誤差範圍技術規定.....319
表 4.8.4　韓國 3.5GHz 頻率容許誤差範圍技術規定.....319
表 4.8.5　韓國 3.5GHz 頻率容許誤差範圍技術規定（最大提供功率超過 38dBm）.....319
表 4.8.6　韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定(最大提供功率超過 38dBm）.....320

表 4.8.7　韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定（最大提供功率超過 24dBm，小於 31dBm）.....320
表 4.8.8　韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定（最大提供功率小於 24dBm）.....320
表 4.8.9　韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定.....321
表 4.8.10　韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定.....321
表 4.8.11　韓國 3.5 GHz 頻段頻寬外發射之技術規定.....322
表 4.8.12　韓國 3.5 GHz 頻段行動臺接收裝置之二次發射技術規定.....323
表 4.8.13　韓國 28GHz 頻段頻率容許誤差範圍之技術規定.....324
表 4.8.14　韓國 28GHz 頻段相鄰通道洩漏比之技術規定.....324
表 4.8.15　韓國 28GHz 頻段外發射頻寬之技術規定（超過 25dBm）.....325
表 4.8.16　韓國 28GHz 頻段外發射頻寬之技術規定（總輻射功率未達 25dBm）.....325
表 4.8.17　韓國 28GHz 頻段混附發射技術規定.....325
表 4.8.18　韓國 28GHz 頻段基地臺接收裝置的二次發射技術規定.....326
表 4.8.19　韓國 28GHz 頻段頻段外發射之技術規定.....326
表 4.8.20　韓國 28GHz 頻段混附發射之技術規定.....327
表 4.8.21　韓國 28GHz 頻段行動臺接收裝置的二次發射技術規定.....327
表 4.8.22　韓國 28GHz 頻段輸出容差技術規定.....327
表 4.8.23　韓國 3.5GHz 及 28GHz 執照期限.....328
表 4.8.24　韓國 5G 頻譜拍賣結果.....331
表 4.8.25　韓國電信業者之市場變化.....334
表 4.9.1　中國大陸降低部分無線電頻率佔用費標準.....343
表 4.9.2　中國大陸 5G 試驗頻率釋照分析.....345
表 4.10.1　香港 5G 釋照規劃表.....352
表 4.10.2　香港 26GHz 及 28GHz 頻段釋照.....356
表 4.10.3　香港中頻頻段釋照.....360
表 4.10.4　香港 3.3GHz 拍賣資格點數及其相應存款.....362
表 4.10.5　香港 3.3GHz 各區塊資格點數規畫.....363
表 4.10.6　香港 3.5GHz 拍賣資格點數及其相應存款.....366
表 4.10.7　香港 3.5GHz 各區塊資格點數規畫.....367
表 4.10.8　香港 4.9GHz 拍賣區塊及底價.....374
表 4.10.9　香港 26GHz 及 28GHz 頻譜指配現況.....388
表 4.10.10　香港 3.3GHz 頻段拍賣結果.....390
表 4.10.11　香港 3.5GHz 頻段拍賣結果.....391
表 4.10.12　香港 4.9GHz 頻段拍賣結果.....392
表 4.11.1　新加坡 C-band 使用規劃.....397
表 4.11.2　新加坡毫米波頻段使用規劃.....399
表 4.11.3　新加坡 5G 服務頻段總覽.....404

表 4.11.4　新加坡 CFP 評分標準及說明表.....408
表 4.11.5　新加坡 CFP 重要時程表.....409
表 4.11.6　不同情況下 3.5 GHz 頻段的理論傳輸速率.....411
表 4.12.1　澳洲 26GHz 頻段無線寬頻規劃表.....422
表 4.12.2　澳洲 5G 頻段釋照期程.....424
表 4.12.3　澳洲 900MHz 頻段政策目標.....428
表 4.12.4　澳洲頻譜拍賣起始價格.....430
表 4.12.5　澳洲區塊點數.....437
表 4.12.6　澳洲地理區域執照之產品規劃.....445
表 4.12.7　澳洲地理區域.....447
表 4.12.8　澳洲頻譜拍賣各地區指配限額.....449
表 4.12.9　澳洲獲核配業者之頻譜使用費.....454
表 4.12.10　澳洲 3.6GHz 頻譜拍賣結果.....457

中冊表次

表 5.1.1　英國釋出頻段與資格點數 463
表 5.1.2　保證金與第一回合資格上限 464
表 5.1.3　德國釋出頻段與資格點數 466
表 5.1.4　奧地利地方性執照區域劃分 468
表 5.1.5　奧地利各區塊資格點數之最低價格 469
表 5.1.6　瑞士釋出頻段與資格點數 470
表 5.1.7　愛爾蘭釋出頻段與資格點數 472
表 5.1.8　香港 3.3GHz 拍賣資格點數及其相應存款 477
表 5.1.9　香港 3.3GHz 各區塊資格點數規畫 478
表 5.1.10　香港 3.5GHz 拍賣資格點數及其相應保證金 480
表 5.1.11　香港 3.5GHz 各區塊資格點數規畫 481
表 5.1.12　澳洲區塊點數 484
表 5.2.1　競 標 者 及 出 價 494
表 5.2.2　英國 3.4GHz 頻段指配階段結果 499
表 5.2.3　英國 3.4GHz 頻段拍賣結果 499
表 5.2.4　法國頻譜拍賣次高價規則範例示意 503
表 5.2.5　指配階段範例 507
表 5.2.6　移除競標者 A 之投標（假設競標者 A 無偏好） 508
表 5.2.7　移除競標者 B 之投標（假設競標者 B 無偏好） 508
表 5.2.8　移除競標者 C 之投標（假設競標者 C 無偏好） 509
表 6.1.1　英國電信業者網路共用 521
表 6.1.2　英國共用接取暨地區接取釋照頻段 523
表 6.1.3　英國共用接取釋照頻段現況、未來及限制 524
表 6.14　英國共用接取釋照頻段潛在用途 525
表 6.1.5　英國共用接取頻段執照持有者之權利及義務 525
表 6.1.6　英國單一地區低功率執照概述 527

表 6.1.7　英國單一地區低功率執照技術條件 528
表 6.1.8　英國單一基地臺中功率執照概述 529
表 6.1.9　英國單一基地臺中功率執照技術條件 530
表 6.1.10　英國單一地區低功率執照及單一基地臺中功率執照授權範圍比較 531
表 6.1.12　英國通過之 5G 試驗計畫 537
表 6.2.1　德國區域性頻譜執照應用框架 550
表 6.2.2　德國區域性頻譜執照應用框架 555
表 6.4.1　26GHz 頻段 5G 實驗平臺 567
表 6.4.2　法國 5G 實驗許可頻段統計 569
表 6.4.3　法國已核准並進行中的 5G 實驗列表 571
表 6.6.1　頻譜管理者出租應用目的與報備責任 597
表 6.6.2　頻譜管理者轉租 597
表 6.6.3　實質轉讓出租 598
表 6.6.4　實質轉讓轉租 598
表 6.6.5　頻譜執照私有公共化（Private Commons） 599
表 6.7.1　日本基礎設施共用指導方針概要 606
表 6.7.2　導入區域性 5G 之相關指導方針草案架構 614
表 6.7.3　區域性 5G 技術條件（28.2-28.3GHz） 616
表 6.7.4　地方 BWA 與自營等 BWA 比較（2.5GHz） 620
表 6.8.1　5G^{+}戰略 10 大核心產業 626
表 6.8.2　5G+戰略 5 大核心服務 628
表 6.9.1　中國大陸《關於 2019 年推進電信基礎設施共建共用的實施意見》之違規行為及處罰措施 633
表 6.9.2　中國大陸三大電信業者商業部屬計畫及近期發展 635
表 6.9.3　《智能製造發展規劃（2016—2020 年）》10 大重點任務 638
表 6.9.4　「車聯網產業發展行動計劃」重點任務 641
表 6.11.2　5G 試驗時程規劃 654

表 7.1.1　主要國家 5G 試驗場域政策彙整 670
表 7.1.2　主要國家/地區促進主要城市及交通樞紐的早期佈署彙整 674
表 7.1.4　主要國家/地區釋出頻段政策彙整 683
表 7.2.1　主要國家/地區釋出中頻之頻譜組合 686
表 7.2.2　主要國家/地區釋出高頻之頻譜組合 687
表 7.2.3　主要國家低頻與中頻上限比較表 691
表 7.2.4　主要國家/地區高頻上限比較表 692
表 7.2.5　主要國家/地區之執照期限 693
表 7.2.6　主要國家/地區覆蓋義務比較表 695
表 7.2.7　主要國家/地區建設義務比較 699
表 7.2.8　主要國家使用義務比較 700
表 7.2.9　主要國家中頻建設義務數量比較 702
表 7.2.10　主要國家/地區高頻建設義務數量比較 703
表 7.2.11　主要國家新進業者輔助措施比較 704
表 7.3.1　主要國家/地區 5G 頻譜釋照機制彙整 707
表 7.3.2　主要國家/地區 5G 頻譜兩階段釋照機制彙整 712
表 7.3.3　主要國家多回合拍賣與資格點數機制彙整 715
表 7.3.4　德國與美國資格點數使用比較 718
表 7.3.5　主要國家兩階段拍賣位置分配階段機制彙整 721
表 7.3.6　主要國家兩階段釋照機制比較 723
表 7.3.9　主要國家頻譜拍賣標金提供分期付款所採行之利率 737
表 7.3.10　近 10 年美國政府公債利率.....739
表 7.3.11　近 10 年我國的政府公債利率 740
表 7.3.12　義大利 5G 頻譜拍賣各頻段底價及總和（不含 700MHz SDL）.....741
表 7.4.1　採行評審制頻譜拍賣國家資格審查階段比較 745
表 7.4.2　採行評審制頻譜拍賣國家/地區審查階段比較 749
表 7.4.3　採行評審制頻譜拍賣國家釋照費用比較 753
表 7.5.1　主要國家提高基礎設施佈建程度策略具體措施 762

表 7.5.2　主要國家降低建設成本與佈建障礙策略具體措施 764
表 7.7.1　主要國家 5G 實驗計畫及實驗平臺 790
表 7.7.2　主要國家 5G 網路相關技術研發 792
表 7.7.3　主要國家 5G 國家級應用發展領域 793
表 7.7.4　主要國家/地區 5G 垂直應用 795
表 7.7.5　主要國家 5G 其他應用 797

下冊表次

附表 3.1　諮詢服務項目列表.....1026
附表 3.1.1　絕對審查基準.....1038
附表 3.1.2　比較審查基準.....1039
附表 3.1.3　申請者的頻塊志願序.....1040
附表 3.1.4　比較審查結果（①～④ 3.6GHz-4.0GHz 頻段）.....1041
附表 3.1.5　比較審查結果（⑤ 4.0GHz-4.1GHz 頻段）.....1042
附表 3.1.6　比較審查結果（⑥ 4.5GHz-4.6GHz 頻段）.....1043
附表 3.1.7　比較審查結果（28GHz 頻段）.....1044
附表 3.2.1　日本網格大小列表.....1050
附表 3.2.2　韓國 2018 年頻譜競標網路佈建義務.....1055
附表 3.2.3　韓國 2010 年「到期頻譜重新分配規劃」網路佈建義務.....1056
附表 3.2.4　韓國 2016 年「行動通信頻率分配計劃」網路佈建義務.....1056
附表 3.4.1　四階段建置比率規定.....1058
附表 3.4.2　香港 26GHz 及 28GHz 頻譜指配現況.....1059
附表 3.6.1　主要國家標金分期付款制度.....1067
附表 3.6.2.1　分 2 年期繳納者適用繳納得標金比率及利息之餘額計算表.....1073
附表 3.6.3　主要國家標金分期付款制度.....1075
附表 3.6.4　採放款利率計算之相關法規.....1079
附表 3.6.5　採定存利率加百分比之相關法規.....1080
附表 3.6.6　非採郵政計算之利率相關法規條例.....1080
附表 3.6.7　採郵政一年期定期存款利率之法規條例.....1082
附表 3.6.8　我國各家銀行基本放款利率彙整.....1084
附表 3.6.9　我國各家銀行一年期定存利率彙整.....1085
附表 3.9.1　各國釋照接露資訊比較表.....1131
附表 3.9.2　各國超額需求/需求量之揭露程度比較.....1131
附表 3.10.3　5G NR 的技術條件.....1146

附表 3.15.1　不同情況下 3.5 GHz 頻段的理論傳輸速率 1162
附表 3.15.2　申請處理費及年費 1166
附表 3.16.1　主要國家頻譜拍賣標金提供分期付款所採行之利率 1167
附表 3.16.2　近 10 年美國政府公債利率 [a] 1168
附表 3.16.3　近 10 年我國的政府公債 [a] 利率 1169
附表 3.16.4　義大利 5G 頻譜拍賣各頻段底價及總和（不含 700MHz SDL） 1170
附表 3.17.1　行動數據市場市占率（Market Share of Mobile Data） 1174
附表 3.17.3　瑞典頻段釋出計畫期程表 1176
附表 3.17.4　目前瑞典各營運商持有之頻譜頻寬與比例 1182
附表 3.17.5　瑞典各頻段拍賣之得標上限 1185
附表 3.24.1　分期繳納得標金比率及得標金利息之餘額比率計算表(五年期) 1241
附表 3.24.2　分期繳納得標金比率及得標金利息之餘額比率計算表(四年期) 1241
附表 3.24.3　分期繳納得標金比率及得標金利息之餘額比率計算表(三年期) 1241
附表 3.24.4　分期繳納得標金比率及得標金利息之餘額比率計算表(二年期) 1242
附表 3.24.5　每一年分期金額試算表(五年期) 1243
附表 3.24.6　每一年分期金額試算表(四年期) 1243
附表 3.24.7　每一年分期金額試算表(三年期) 1243
附表 3.24.8　每一年分期金額試算表(二年期) 1243
附表 3.24.9　每一年分期金額試算表(五年期) 1244
附表 3.24.10　每一年分期金額試算表(四年期) 1244
附表 3.24.11　每一年分期金額試算表(三年期) 1245
附表 3.24.12　每一年分期金額試算表(五年期) 1246
附表 3.24.13　每一年分期金額試算表(四年期) 1247
附表 3.24.14　每一年分期金額試算表(三年期) 1247
附表 3.32.1　低頻段（700MHz）頻譜拍賣之底價與標金 1296
附表 3.32.2　中頻段（3.5GHz）頻譜拍賣之底價與標金 1296
附表 3.32.3　高頻段（24GHz、26GHz、28GHz）頻譜拍賣之底價與標金 1297
附表 3.36.1 我國五大業者競標意向與可能取得頻寬 1318

附表 3.36.2　主要國家兩階段釋照機制比較.....1320
附表 3.36.3　主要國家兩階段釋照機制比較.....1323
附表 3.36.4　英國 3.4GHz 頻段拍賣結果.....1325
附表 3.36.5　英國電信業者網路共用.....1327
附表 3.36.6　美國 24GHz 頻譜規劃.....1329
附表 3.36.7　韓國 5G 頻譜拍賣結果.....1336
附表 3.36.8　義大利 5G 拍賣結果.....1339
附表 3.36.9　澳洲地理區域執照之產品規劃.....1343
附表 3.36.10　澳洲 3.6GHz 頻譜拍賣結果.....1347
附表 3.36.11　香港中頻頻段釋照.....1348
附表 3.36.12　香港 3.5GHz 頻段拍賣結果.....1350

上冊圖次

圖 2.1.1 5G 技術概念與 3GPP 標準制定進展示意圖 7
圖 2.1.2 5G 的技術條件與應用示意圖 8
圖 2.1.3 我國行動用戶數趨勢及主要國 4G 用戶平均數據用量 13
圖 2.2.1 3GPP 之 5G 標準期程規劃（Release13-16） 15
圖 2.2.2 3GPP 之 5GNR 標準期程規劃 15
圖 3.2.1 5G 技術運用核心目標 30
圖 3.2.2 德國 5G 產業應用規畫 31
圖 3.2.3 德國四階段推動 Gigabit Society 計畫示意圖 32
圖 3.2.4 德國 5G 發展政策執行步驟 35
圖 3.5.1 奧地利 5G 策略規劃 49
圖 3.6.1 美國 5G 環境實現的核心政策 54
圖 3.7.1 日本 5G 政策期程規劃 61
圖 3.11.1 新加坡建立 5G 生態系統之關鍵領域 83
圖 4.1.1 英國 5G 政策期程規畫 98
圖 4.1.2 英國頻譜拍賣流程圖 100
圖 4.1.3 英國 3.4GHz 最小需求選項示意圖 106
圖 4.1.4 英國 2.3GHz、3.4GHz 頻譜拍賣向競標者揭露隔日拍賣行程 109
圖 4.1.5 英國 2.3GHz、3.4GHz 頻譜拍賣中向競價者揭露當回合結果 110
圖 4.1.6 英國 2.3GHz、3.4GHz 頻譜拍過程中向公眾揭露之資訊 111
圖 4.1.7 英國各電信業者持有頻譜與取得上限 114
圖 4.1.8 英國 3.4GHz 頻譜拍賣結果 120
圖 4.2.1 德國 5G 頻譜規劃 124
圖 4.2.2 德國競標加價範圍 134
圖 4.2.3 德國頻譜拍賣階段對外公開資訊 138
圖 4.2.4 德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段可用頻譜與已指配頻譜 141
圖 4.2.5 德國 2GHz 頻段競標區塊 142
圖 4.2.6 德國 3.6GHz 頻段競標區塊. 143
圖 4.2.7 德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段拍賣與業者應達成義務時程表 146
圖 4.2.8 德國 5G 基礎網路建設之相關政策要求 148
圖 4.2.9 德國行動網路電信營運商市占 155
圖 4.3.1 義大利 700MHz 頻段競標區塊規劃 161
圖 4.3.2 義大利 3.6-3.8GHz 頻段競標區塊規劃 162
圖 4.3.3 義大利 26GHz 頻段競標區塊規劃 162
圖 4.3.4 義大利 5G 頻譜標金（依得標業者別） 174
圖 4.4.1 法國 5G 政策推動期程 177
圖 4.4.2 法國電信商持有之行動通訊頻譜（2019 年 9 月） 187

圖 4.5.1　奧地利 5G 釋照期程規畫.....193
圖 4.5.2　奧地利方案 B：達成關鍵頻段釋照目標示意圖.....200
圖 4.5.3　奧地利 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣結果.....216
圖 4.5.4　奧地利電信業者市占率圓餅圖.....217
圖 4.6.1　美國頻譜使用相關費用.....247
圖 4.7.1　日本 4G 轉型升級 5G 情境圖.....261
圖 4.7.2　日本 5G 頻段規劃.....262
圖 4.7.3　日本全國性 5G 頻譜釋出時程規劃.....263
圖 4.7.4　日本新世代行動通信系統委員會下設置區域性 5G 檢討作業班.....264
圖 4.7.5　日本區域性 5G 頻段與共用檢討情形.....265
圖 4.7.6　日本區域性 5G 頻段與時程表.....266
圖 4.7.7　日本全國性 5G 頻譜指配審查過程.....267
圖 4.7.8　日本 5G 高度基地臺作為擴建基礎之概念圖.....271
圖 4.7.9　日本 5G 基礎整備率第一級網格示意圖.....274
圖 4.7.10　日本 5G 基礎整備率第二級網格示意圖.....275
圖 4.7.11　日本 5G 基礎整備率第三級網格示意圖.....275
圖 4.7.12　日本 5G 基礎整備率第四級網格示意圖.....276
圖 4.7.13　日本全國 5G 頻譜指配結果.....288
圖 4.7.14　日本電信事業總營收.....290
圖 4.7.15　日本固定通訊與行動通訊佔電信總營收之比例.....290
圖 4.7.16　日本語音傳輸與數據傳輸服務佔電信總營收之比例.....291
圖 4.7.17　日本行動電話用戶數.....292
圖 4.7.18　日本行動電話普及率.....292
圖 4.7.19　日本行動寬頻普及率.....293
圖 4.7.20　日本行動通訊市場市占率.....294
圖 4.7.21　日本樂天端對端完全虛擬化的雲端原生行動網路.....302
圖 4.8.1　韓國 2018 年釋出之 5G 頻段.....305
圖 4.8.2　韓國 2019 年 5 月行動通訊市場市占率.....332
圖 4.8.3　韓國 5G 市占率.....333
圖 4.9.1　中國大陸 5G 實驗執照核配結果.....344
圖 4.9.2　中國大陸 2000-2018 年固定電話及行動電話普及率發展情況.....347
圖 4.10.1　中國大陸 26GHz 及 28GHz 頻段頻率編配安排.....354
圖 4.10.2　香港 3.5GHz 拍賣流程.....369
圖 4.10.3　香港 5G 限制區.....381
圖 4.11.1　新加坡 3.5GHz 頻段規劃.....397
圖 4.11.2　新加坡 26、28GHz 頻段規劃.....400
圖 4.11.3　新加坡 3.5GHz 頻段規劃.....410
圖 4.11.4　新加坡毫米波頻段規劃.....411

圖 4.11.5　已釋照國家 3.4-3.8 GHz 頻段每 100MHz 的頻譜均衡價格、底價和溢價（已依據新加坡人口和頻譜年限 13 年進行標準化）.....415
圖 4.12.1　澳洲 26GHz 頻段無線寬頻規劃圖.....422
圖 4.12.2　澳洲時間鐘價格示意圖.....432
圖 4.12.3　澳洲使用最小頻譜需求與否.....440
圖 4.12.4　澳洲 Perth 地區 3.6GHz 頻段既有使用情形.....444
圖 4.12.5　澳洲現行 900MHz 頻段護衛頻寬示意圖.....452
圖 4.12.6　澳洲行動網路業者市佔率與用戶數量.....458
圖 4.12.7　澳洲 3.6GHz 釋照地理位置.....460

中冊圖次

圖 5.1.1　香港 3.5GHz 拍賣流程 483
圖 5.2.1　柏拉圖改善 488
圖 5.2.2　核心分配 495
圖 5.2.3　最小核心價格 496
圖 5.2.4　Vickrey 最近核心價格 497
圖 6.1.1　英國行動網路提供者每年資本支出額度 517
圖 6.1.2　中立主機示意圖 519
圖 6.1.3　英國頻譜共用框架 522
圖 6.1.4　英國頻譜使用比例 533
圖 6.1.5　英國頻譜轉移示意圖 536
圖 6.1.6　佈署無線連接潛在的商業模式 542
圖 6.2.1　德國四階段推動 Gigabit Society 計畫示意圖 546
圖 6.2.2　德國 5G 產業應用規畫 553
圖 6.3.1　義大利 5 個 5G 試驗都市 560
圖 6.4.1　法國已核准並進行中的各項 5G 實驗應用數量統計 569
圖 6.4.2　法國已核准並進行中的各項 5G 實驗測試技術數量統計 570
圖 6.4.3　法國 5G 實驗區分布圖 579
圖 6.6.1　美國頻譜共用機制 CBRS 概念圖 593
圖 6.7.1　日本基礎設施共用業務的範圍與型態 605
圖 6.7.2　利用電力設施設置行動電話基地臺之想像圖 607
圖 6.7.3　日本在頻譜共用基礎上推展 5G 服務 609
圖 6.7.4　日本 5G 綜合實證試驗 611
圖 6.7.5　區域性 5G 概念圖 612
圖 6.7.6　日本區域性 5G 使用情境圖 615
圖 6.7.7　區域性 5G 的 NSA 組網示意圖 618
圖 6.7.8　於地方 BWA 頻段導入自營等用途的示意圖 619
圖 6.8.1　5G 網路建構特性 622

圖 6.8.2　電信設備共同建構.....623
圖 6.8.3　基地臺建設所需的基礎設備.....624
圖 6.8.4　5G+核心產業及核心服務.....626
表 6.11.1　可行的網路共用模型.....649
圖 6.11.1　IMDA-PSA 5G 試驗地點.....653
圖 6.12.1　舊型態頻譜共用與新型態頻譜共用.....656
圖 7.2.1　執照持有義務類型、風險、與設置目的與考量.....701
圖 7.3.1　資格點數目的、考量參數與採行建議.....720
圖 7.3.2　次高價格出價與最高價格之關聯.....725
圖 7.6.1　被動式共用示意圖.....772
圖 7.6.2　網路共用與成本節省關聯示意圖.....773
圖 7.6.3　MORAN 示意圖.....774
圖 7.6.4　MOCN/GWCN 比較圖.....775
附圖 1.1　各界踴躍參與「行動寬頻業務管理規則」修正草案公開說明會.....900
附圖 1.2　國家通訊傳播委員會平臺處王處長德威主持.....900
附圖 1.3　王德威處長就與會者之建議做出回應.....901
附圖 1.4　國家通訊傳播委員會各處室代表.....938
附圖 1.5　各界踴躍參與說明會.....938
附圖 1.6　主持人國家通訊傳播委員會綜合規劃處蔡處長炳煌回應業者提問..939
附圖 1.7　國家通訊傳播委員會綜合規劃處陳簡任技正玟良就業者建議做出回應.....939
附圖 2.1　各界踴躍參與第一次座談會.....964
附圖 2.2　國家通訊委員會郭委員文忠主持.....964
附圖 2.3　台經院劉所長柏立與郭文忠委員討論相關議題.....965
附圖 2.4　本次座談會參與者合影.....965
附圖 2.5　各界踴躍參與第二次座談會.....999
附圖 2.6　台經院劉所長柏立主持.....999
附圖 2.7　台經院陳副研究員思豪引言報告.....1000
附圖 2.8　臺灣大學張教授時中發言.....1000

下冊圖次

附圖 3.2.1　日本 5G 高度基地臺作為擴建基礎之概念圖.....1046
附圖 3.2.2　平均生活/產業圈約在 10 公里之內示意圖 1047
附圖 3.2.3　第一級網格示意圖.....1048
附圖 3.2.4　第二級網格示意圖.....1049
附圖 3.2.5　第三級網格示意圖.....1049
附圖 3.2.6　第四級網格示意圖.....1050
附圖 3.2.7　5GNR 框架構成.....1054
附圖 3.6.1　我國 4G 頻譜拍賣底價與決標價.....1068
附圖 3.6.2　我國 4G 頻譜拍賣底價與決標價.....1085
附圖 3.9.1　英國 2.3GHz 以及 3.4GHz 釋照競標資訊接露 1121
附圖 3.9.2　英國 2.3GHz 以及 3.4GHz 釋照競標者資訊接露 1122
附圖 3.9.3　德國 5G 頻譜拍賣資訊網頁圖示.....1124
附圖 3.9.4　德國 5G 頻譜拍賣資訊接露圖示.....1125
附圖 3.9.5　美國 Auction101 資訊接露圖示.....1126
附圖 3.9.6　韓國 5G 頻譜釋照中間結果圖示.....1128
附圖 3.10.1　以高度特定基地臺為主站連接子基地臺示意圖.....1144
附圖 3.10.2　異質性網路示意圖.....1145
附圖 3.10.3　日本 4G 轉型升級 5G 情境.....1145
附圖 3.15.1 新加坡 5G 頻譜釋出方式.....1163
附圖 3.15.2 已釋照國家 3.4-3.8 GHz 頻段每 100 MHz 的頻譜均衡價格、底價和溢價.....1165
附圖 3.17.1　行動通訊與數據市場市占率.....1174
附圖 3.17.2　各家營運商可用於無線寬頻之頻譜持有比例.....1175
附圖 3.17.3　零售市場可用之頻譜比例.....1176
附圖 3.17.4　3.4-3.8GHz 頻段規畫.....1178
附圖 3.17.5　24.25-27.5GHz 頻段現在使用情形.....1179
附圖 3.17.6　瑞典 2.3GHz 和 3.5GHz 釋照規劃 1180

附圖 3.17.7　瑞典行動頻譜分配圖.....1183
附圖 3.17.8　瑞典營運商以成立合資公司方式共用網路.....1188
附圖 3.33.1　韓國 28GHz 釋出圖.....1299
附圖 3.33.2　韓國購買力平價指數.....1300
附圖 3.33.3　義大利 26GHz 釋照情形.....1301
附圖 3.33.4　IMF 購買力平價指數.....1302
附圖 3.34.1　英國釋照文件超額需求揭露部分.....1304
附圖 3.34.2　英國 2018 年無線電執照核配規則超額需求揭露部分.....1306
附圖 3.34.3　美國釋照文件超額需求揭露部分.....1307
附圖 3.34.4　韓國釋照文件超額需求揭露部分.....1309
附圖 3.34.5　澳洲釋照文件超額需求揭露部分.....1310
附圖 3.35.1　韓國 5G 頻譜釋照中間結果圖示.....1316
附圖 3.36.1　英國 3.4GHz 頻譜拍賣結果.....1325
附圖 3.36.2　奧地利 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣結果.....1342

提要

關鍵詞：5G 釋照、頻譜規劃、監理政策

研究緣起

綜觀先進國家均將 5G 發展視為重要發展目標之一，因應我國未來 5G 頻譜釋出及後續基礎建設規劃，將影響整體各項產業後續應用推動，本研究藉由研析國際 5G 技術標準發展情形、世界主要國家 5G 政策推動架構、釋照方式、5G 建設及應用發展等配套措施，提出我國釋照方式及後續監理政策建議。

研究方法及過程

研究團隊採用文獻分析法、標竿案例分析法、焦點團體訪談法與政策制度比較法，研析對象區域國家涵蓋英國、德國、義大利、法國、奧地利、美國、日本、韓國、中國大陸、香港、新加坡、澳洲等地，並以專章介紹與研析資格點數與次高價的理論模型與國際案例，輔以座談會彙整我國產官學研各界專家與學者意見，綜整研究成果並提出我國 5G 發展之政策與法規建議。

重要發現

一、主要國家 5G 推動策略分析

世界各國 5G 推動政策可彙整為四大策略，包含開放 5G 試驗場域、促進主要城市及交通樞紐的早期佈署、促進基礎設施與網路建設及提出更多頻譜資源。

二、主要國家 5G 頻譜釋照分析

以拍賣方式釋出中頻的國家多規劃以較小頻寬作為區塊單位，而高頻則多規劃以較大頻寬釋出。以指配方式釋出頻譜之國家在中頻及高頻方面則規劃 100MHz 以上頻寬。

多數國家於中頻拍賣設置 100MHz 頻寬上限；毫米波部分，釋出頻寬較小者以 400MHz 為上限、釋出較多者以 1,000MHz 及 800MHz 為上限。執照期限各國規定由 5 年至 20 年不等。

各國考量促進頻譜使用效率、增進使用彈性、加速 5G 服務推出時間、提升涵蓋範圍、降低數位落差、促進創新應用等目的，設置覆蓋義務、建設義務、使用義務、其他義務等不同類型的義務。

三、資格點數與次高價專案分析

資格點數採用之目的在於增加競標者之資訊量、促進誠實出價、促進積極投標、加速拍賣進行，資格點數的設定考量頻譜特性、釋出頻寬、執照授權地理範圍等因素。

次高價格的理論基礎為將拍賣機制進行柏拉圖改善以達到柏拉圖最適。次高價格又可分為支付第二高價之「次高價格規則」以及支付核心價格之「Vickrey 最近核心價格」。

四、　主要國家促進 5G 建設、共用與應用發展之策略分析

綜觀世界主要國家推動促進 5G 基礎網路建設之相關政策，可歸納為提高基礎設施佈建程度與降低建設成本與佈建障礙兩大主要方向。而各國開放之網路頻率共用方式主要可分為基礎網路共用策略、頻譜和諧共用策略、頻率共用策略、以及其他頻譜二次利用策略。

主要國家採行的 5G 網路應用發展策略主要包含 5G 實驗計畫及實驗平臺、5G 網路相關技術研發、5G 國家應用發展、5G 垂直應用、以及 5G 其他應用。

主要建議意見

一、5G 頻譜拍賣機制建議（通傳會）

建議未來釋照規畫中，若頻段中無明顯差異得採取資格點數之機制。若頻率特性不同、頻寬較少、或競爭較激烈之頻段，可採不同頻段不同資格點數之設計。資格點數的設計，亦須與利害關係人溝通協調訂之。第一回合即開始採用資格點數，得促使近標者於一開始即積極、誠實出價，加速拍賣進行。

次高價格的設計因應一回合拍賣，競標者或無法取得足夠資訊競標，而導致價格過高或過低的現象。建議我國若採行次高價格或可採 Vickrey 最近核心價格。

而頻譜持有上限方面，或可先對我國電信業者持有之頻譜量進行競爭評價，確定頻譜過度集中將影響市場公平競爭，再予以持有限制。

二、5G 頻譜評審、公開招標制建議（通傳會、交通部）

評審制能以政策導向進行頻譜釋照，然若於高競爭性之頻段採評審制，在設計或衡平上有其難度；於頻寬相對較足夠，且設備與應用情境尚未明朗之高頻段，建議或可以審議制或指配制釋出。

三、促進 5G 基礎設施建設策略建議（跨部會合作、中央與地方政府）

5G 基礎設施及網路佈建所涉機關甚廣，我國在協調時毋寧可以參照國際作法，成立跨部會小組、產官學合作平臺，了解 5G 佈建困難及需求，進行調整。

此外，建議延續公有建物設置基地臺政策，開放更多公有設施（如電線桿、路燈桿等）供電信業者佈建網路使用，並採取相關配套措施。法規調適上如能加強在路權上的幫助，從國家整體發展角度推動 5G，則將有利於加速我國的 5G 網路建設。

四、5G 網路頻率共用建議（通傳會、交通部）

建議我國可以盡早完成電信管理法有關網路共用的子法修訂，將法規明確化。中長期而言，主管機關也可以進行相關研究，瞭解適合我國市場的網路共用型態。

在我國電信管理法的架構下，開放業者透過合作共用頻率，有利於促進頻譜使用效率，惟須注意頻率共用可能導致資源過度集中於特定業者，且當業者間合作密切，亦可能發生聯合行為。

此外，創新應用服務的發展講求彈性與時效性，建議主管機關或可在轉軌電信管理法的過渡期間，鼓勵既有 MVNO 登記轉軌。

建議參採國際經驗綜合考量頻率共用以及二次利用對市場競爭影響的程度與範圍，作為准許業者的頻率運用策略的基礎。

五、5G 網路應用發展策略建議（跨部會合作、公私部門合作）

建議透過產官學合作發展 5G 服務及應用，描繪 5G 生態系統條件。而 5G 創新應用亦須因地制宜，我國或可鼓勵地方政府與企業合作，創建在地特色的 5G 生態系，並規劃 5G 試驗平臺與沙盒等，扶植新創團隊及中小企業發展 5G 應用。

Abstract

Motivation

It is obvious that the developed countries see 5G development as a target development. The planning of the release of the 5G spectrum and the schedule of further infrastructure are going to affect the promotion of application in various industries. Therefore, the aim of this research is to propose a practical method of release licenses and further supervision policies by investigating the development of international 5G technology standards, the promotion of 5G policy frameworks in major countries, 5G deployment and application development, etc.

Methods and Processes

The research team uses document analysis, benchmarking, focus group and comparative research, to analyze the theoretical models, international cases of eligibility point and second price among the United Kingdom, Germany, Italy, France, Austria, the United States, Japan, South Korea, Mainland China, Hong Kong, Singapore and Australia, etc. It also held conferences to collect opinions from experts among industries, government and professors, then integrating research results and providing suggestions for policies and regulations on 5G development in Taiwan.

Crucial Discovery

1. Analysis of 5G Policies in Major Countries

The 5G promotion policies in each country can be aggregated into four major strategies, including open 5G testbeds, promote early deployment of major cities and transportation hubs, promote infrastructure and network construction and release more spectrums.

2. Analysis of 5G Spectrum and Licensing

Countries that release MF through auctions often plan to use smaller bandwidths as block units, while HF releases plan to use larger bandwidths. Countries that assign spectrum plan bandwidths above 100MHz in terms of MF and HF.

In most countries, the spectrum cap is 100MHz in the MF auction. In the millimeter wave auction, the spectrum cap is 400MHz in countries releasing the smaller bandwidth, while countries releasing more spectrum set 1,000MHz or 800MHz as spectrum caps. Expiry dates varies from 5 to 20 years in each country.

Each country considers promoting the use of spectrum efficiency, enhancing the flexibility of use, accelerating the launch time of 5G services, improving coverage, narrowing the digital divide, and promoting innovative applications. They set different types of obligations such as coverage obligations, deployment obligations, usage obligations and other obligations.

3. Analysis of Eligibility Points and Second Price

The purpose of using eligibility points is to increase the amount of information for bidders, promote honest bidding, promote bidders to actively bid, and speed up the auction. eligibility points are set taking into account spectrum characteristics, release bandwidth, and geographical scope of license authorization.

The theoretical basis of second price is reaching the Pareto-Optimal by enhancing the auction system through Pareto-Improvement. Second price can be divided into the “Second Highest Price Rule”to pay the second highest price and the “Nearest Vickrey Core Price Rule”to pay the core price.

4. Analysis of the 5G Network Development, Network Sharing and Application Promotion in Major Countries

Among the relevant policies of major countries in the world to promote the construction of 5G infrastructure networks, the research summarizes into two major policy directions, improving the degree of infrastructure deployment and reducing construction costs and obstacles to deployment. Also, the major network sharing types admited in each countries are basic network sharing strategies, spectrum harmonious sharing strategies, frequency sharing strategy and other secondary spectrum utilization.

The 5G network application development strategies in major countries mainly include 5G experimental plans and experimental platforms, related technology research and development, national application development, vertical applications and other 5G related applications.

Main Suggestions

1. Recommendations of 5G Licensing under the Auction System (National Communications Commision)

In the future licensing plan, if there is no obvious difference in the frequency band, a mechanism of eligibility point may be adopted. If the frequency characteristics are different, the bandwidth of a specific frequency band is less, or the frequency band with more intense competition, the design of different eligibility points in different frequency bands can be adopted. The design of eligibility points must also be negotiated with stakeholders. The use of eligibility points in the first round can promote close bidders to bid aggressively and honestly from the beginning, speeding up auctions.

The design of the second price is due to the phenomenon that the bidder may not be able to obtain enough information to bid in a round of

auction, resulting in the price being too high or too low. If Taiwan adopts second price, National Communications Commision may apply Nearest Vickrey Core Price.

Regarding spectrum caps, Taiwan should first conduct a competition evaluation of the amount of spectrum held by telco, confirming that excessive concentration of spectrum will affect fair competition in the market, then setting hold restrictions at last.

2. Recommendations of 5G Licensing under the Evaluation System and the Public Auction(National Communications Commision, Ministry of Transportation and Communication)

The evaluation system can be policy-oriented for spectrum liscensing. However, if the evaluation system applies to highly competitive frequency bands, it is difficult to design, equilibrate and maintain fairness. In the high frequency bands, where the bandwidth is relatively sufficient and the related equipment and application scenarios are not yet clear, Taiwan should apply the evaluation system to licensing.

3. Recommendations of Promoting 5G Infrastructure Deployment (Cross-ministerial Cooperation, Central and Local Government)

5G infrastructure and network deployment involve many agencies. When coordinating, Taiwan may rather refer to international practices and set up cross-ministerial groups and industry-government-academic cooperation platforms to understand the difficulties and needs of 5G deployment and make adjustments.

In addition, Taiwan should continue the policy of setting up base stations for public buildings, open more public facilities(such as power poles, street light poles, etc.) to telco and develope related supporting measures. In terms of adjusting laws and regulations, if Taiwan can

strengthen the right of way on 5G, and promote 5G from the perspective of the overall development of the country, the development of Taiwan’s 5G network deployment will speed up.

4. Recommendations of 5G Network Frequency Sharing(National Communications Commision, Ministry of Transportation and Communication)

Taiwan should complete the amendment of the sub-law of the Telecommunications Management Act on network sharing as soon as possible, to clarify the application of regulations. In order to understand the type of network sharing suitable for Taiwan's market, in the medium and long term, the competent authority can also conduct research on Taiwan's telecommunications market, explore a suitable network sharing model.

Under the framework of Taiwan's Telecommunications Management Act, operators can share frequency through cooperation, which is conducive to promoting the efficiency of the application of spectrum resources. However, it must be noted that frequency sharing may cause excessive concentration of resources on the certain operators. When the closer cooperation between the players exists, concerted actions may appear.

While the development of innovative application services requires flexibility and timeliness, Taiwan should encourage MVNOs to register telecommunications enterprise under Telecommunications Management Act.

Besides, Taiwan should refer to international experience to comprehensively consider the extent and scope of the impact of frequency sharing and secondary use on market competition as the basis for permitting operators to use frequency.

5. Recommendations of 5G Network Application Development Strategy (Cross-ministerial Cooperation, Public-private Sector Cooperation)

Taiwan should develop 5G services and applications through industry-government-academia cooperation, and to describe the conditions of the 5G ecosystem. While 5G innovative applications must also be adapted to local conditions, Taiwan should encourage local governments to cooperate with enterprises to create local 5G ecosystems, and planing for 5G testbeds and sandboxes, helping startup teams and SMEs develop 5G applications.

第一章、研究方法與進度說明

第一節、 研究主題

本案計畫「因應 5G 行動寬頻釋照趨勢及其機制分析委託研究採購案」，旨在提供行動寬頻釋照政策之建議參考，並分析 5G 時代之相關發展課題與機會，以利主管機關研擬因應方案之規劃參考。

第二節、 研究緣起與目的

一、 研究緣起

國際電信聯合會（International Telecommunication Union,，ITU）定義下世代行動通訊技術（5G）之三大主要應用場景：增強型行動寬頻（Enhanced Mobile Broadband，eMBB）、大規模機器通信（Massive Machine Type Communications，mMTC）及超高可靠低時延通信（Ultra-reliable and Low Latency Communications，uRLLC），並定義八大關鍵需求指標數值，以實現主要應用場景。

關於 5G 無線頻譜資源規劃，國際電信聯合會召開 WRC-15 會議公佈 5G 低中高頻可能的使用頻段後，預定於 2019 年舉辦 WRC-19 會議討論更明確可供 5G 使用的頻段。

國際 5G 技術標準規格發展，第三代合作夥伴計畫（3rd Generation Partnership Project，3GPP）、歐盟、韓國、中國大陸與印度等多個國際組織與國家向 ITU 提交各自建議之 5G 技術建議與評估標準，ITU 目前正針對相關技術建議進行研發與測試，並規劃將於 2020 年底前確認規格。

5G 標準強化於滿足多樣化情境及應用，有別於 4G 以人為主體之溝通，專注於語音通話與數據傳輸品質與速率。此外，其 5G 利用軟體定義網路（Software-Defined Networking，SDN）和網路功能虛擬化（Network Functions Virtualization，NFV）功能，實現網路切片（Network Slicing）服務，讓營運商透過單一網路，針對不同應用需求提供專用垂直場域，為 5G 重要關鍵技術應用。

國際歐、美、日、韓等先進國家，為期望儘早實現 5G 的各種應用例如智慧工廠、智慧城鄉、智慧交通、遠距醫療等新型態服務能帶動新一波的數位經濟，近期已陸續規劃釋出 5G 頻段時程並進行相關場域實驗研究。

綜觀先進國家均將 5G 發展視為重要發展目標之一，我國未來 5G 頻譜釋出及後續基礎建設規劃，將影響整體各項產業後續應用推動，本研究藉由研析先進國家釋照方式及配套措施，提出具體我國釋照方式及後續監理政策。

二、 研究目的

（一）在 ITU 公佈 5G 明確的使用頻譜及技術標準前，發展 5G 的國家依 WRC-15 會議所提及的候選頻段及，透過 5G 之國際技術標準發展趨勢之研析，瞭解其頻段特性、相關技術發展及需要因應的相關措施。

（二）頻段釋出機制會因為時空背景不同，釋出方式也會有所不同，因 5G 頻段特性與過往 4G 相比下，有相當的技術革新，也因為世界朝向寬頻社會發展的趨勢，行動寬頻已漸漸成為人民生活必需品，基於此特殊性，掌握世界先進國家在釋出 5G 頻率的機制及考量因素，對我國後續擬訂釋照政策有相當大的助益。

（三）5G 的多元應用場景，使各行各業皆出現加入 5G 應用服務的空間，因此如何加速基礎建設以推動 5G 發展是世界各國的重要政策，但在加速推動時也要兼顧市場競爭，爰須瞭解世界主要國家在推動 5G 發展的措施及其配套之趨勢，以做為我國研析市場監理政策之參考。

（四）因應我國電信市場情形，考量兼顧 5G 基礎設施之建設及市場競爭，提出電信法及電信管理法（草案）下可供我國 5G 頻率釋出之相關措施及監理政策，以及未來監理可能面臨的法規修訂參考之因應調整方向建議。

第三節、 研究方法

而為完成本案之研究，研究團隊根據工作項目與內容提出本案之研究方法，包含文獻分析法、標竿案例分析法、焦點團體訪談法（Focus Group）與政策制度比較法，詳述如下。

一、 文獻分析法

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

研究團隊蒐集國際 5G 技術標準規格發展，主要國家/地區之 5G 釋照、建設及應用情境等最新資訊，加以彙整、分析 5G 相關的技術標準、制度、政策、配套措施、市場發展與市場結構變化等議題，掌

握國際最新 5G 頻譜監理重大趨勢，進行研究分析，提供初步論述依據。

二、 標竿案例分析法

本研究透過標竿案例分析法，搜尋最佳作業學習典範，並作為我國學習之對象。5G 釋照在即，為有效率掌握國際與主要目標區域/國家之 5G 發展趨勢，透過本案蒐集之國外政策監理與產業市場動態等，就本案研究之「世界主要地區/國家之 5G 策略研析」、「世界主要區域/國家之 5G 建設與應用發展研析」等各研究項目，選取政策制度相對完備、5G 產業發展環境相對完善之國家，經過與委託單位討論，將值得作為我國借鏡之國家選為標竿案例，優先進行資料蒐集與深入分析，在期中報告前先掌握國際 5G 釋照與產業發展之重大趨勢，並檢視我國現況與發展，於期末報告提出 5G 時代下我國整體監理制度與政策之具體建議。

三、 焦點團體訪談法

焦點團體訪談法是透過具專業背景的主持人帶領同質背景的成員進行團體訪談的研究方法，透過參與者的經驗分享與腦力激盪，可以快速得到多元的觀點與答案。

研究團隊就本案研究議題，與委託單位討論座談會主軸與成員，形成共識後，舉辦焦點團體座談會，邀請 5G 釋照之利害關係人與產官學研界專業人士，由熟悉行動寬頻釋照議題之主持人帶領，聚焦本案的研究分析結果與 5G 釋照與產業整體監理政策議題進行討論，加以統整利害關係人與產官學研專業人士所提出之見解與政策建議，並在充分的討論中，從多方意見梳理出兼具深度與廣度的 5G 釋照及產業發展監理政策建議。

四、　政策制度比較法

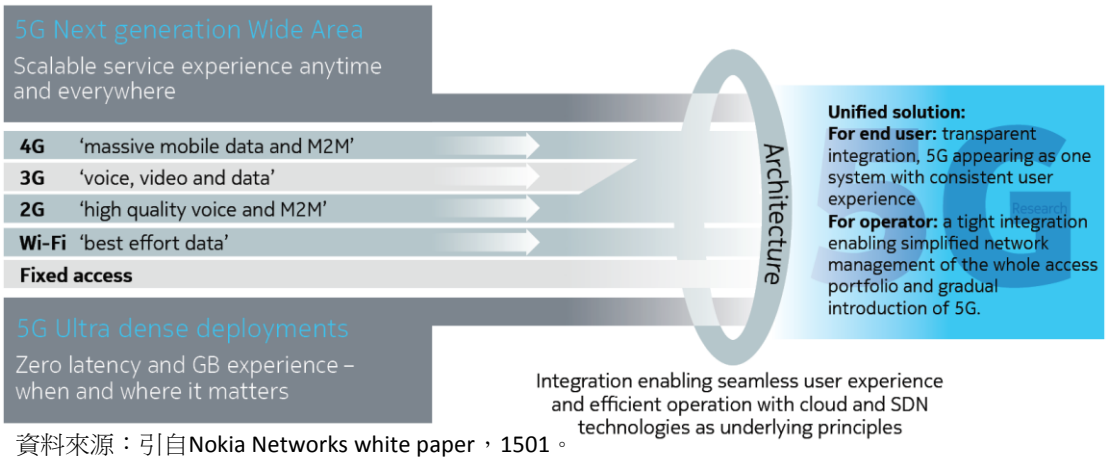
研究團隊於資料蒐集分析後，就 5G 釋照主要議題與關聯議題之分析對象地區/國家在實施相關 5G 政策架構、頻譜政策(含頻譜規劃、釋照機制、頻譜使用規定等)、網路共構制度以及 5G 應用發展策略，進行綜合比較，釐清各國在不同國情、不同制度所採行的政策作為及實施成效，並依據制度比較分析之成果，充分掌握相關政策的利弊得失，再結合焦點團體訪談法所整理出的國內各界意見，研析我國 5G 相關監理政策法規，作為本案論述材料之重要基礎。

除此之外，本研究在進行論述主軸之定位時，方法上積極與委託單位進行溝通，在雙方共識的基礎上，確立論述主軸，裨益專案研究之開展；而鑒於本案之特殊性，本研究計畫執行期間，將秉持貫徹研究目的之立場，留意國際頻譜規劃及釋照動向，適時提供合理的政策建言，期能透過適當的決策，實現我國 5G 經濟發展。

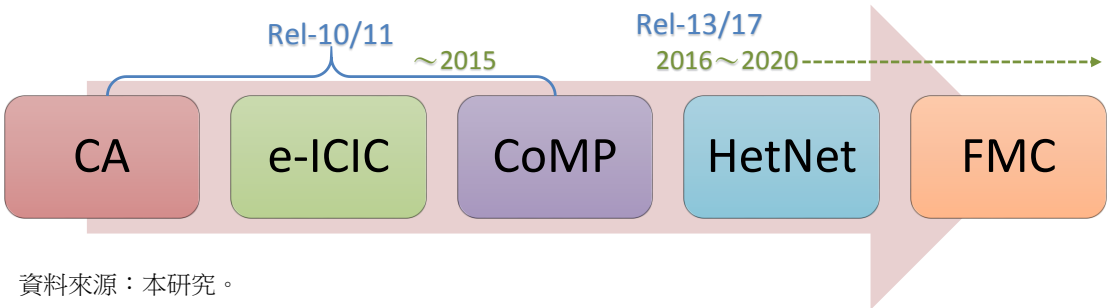
第二章、國際 5G 技術標準發展現況分析

第一節、 國際通訊傳播發展

行動通訊技術發展至 4G 階段已告成熟，相對於 1G 至 4G 的線性技術發展，5G 技術則屬於嶄新的無線接取技術（New Radio，NR），概念上得整合所有的通訊系統（含固網與行動網路），實現異質網路之整合以及固網與行動通訊網路之匯流發展（Fixed-Mobile Convergence，FMC），得做為電信市場長期存在的「最後一哩（Last Mile）」瓶頸獨占問題的解決方案，於市場主導者不對稱管制監理思維之轉換，具有重要意義（參見圖 2.1.1）。



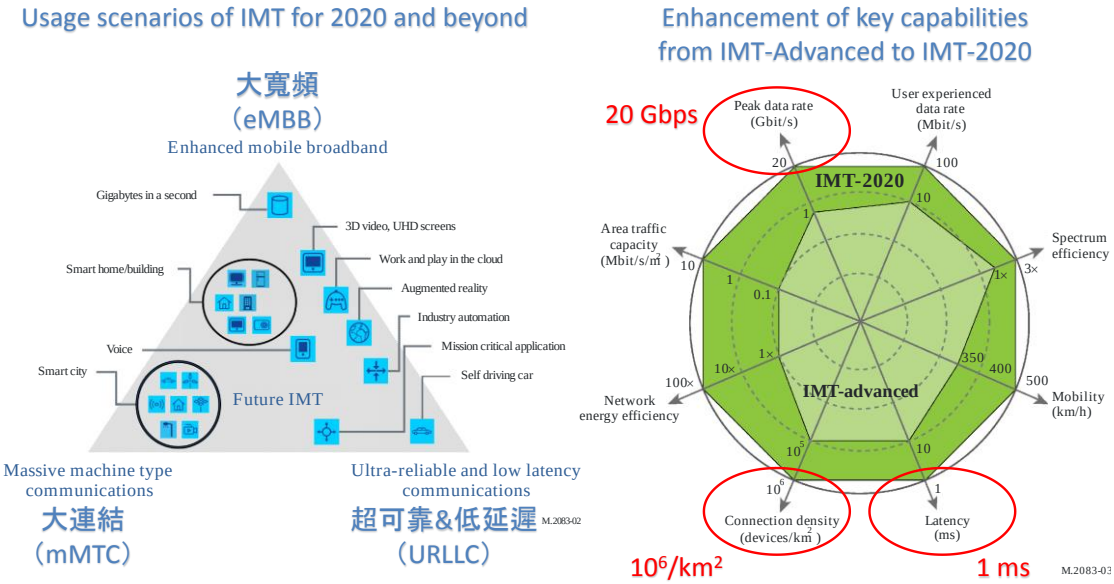
資料來源：引自Nokia Networks white paper，1501。



資料來源：本研究。

圖 2.1.1　5G 技術概念與 3GPP 標準制定進展示意圖

進一步觀察 5G 技術特性，可臚列有：最高傳輸速率：20 Gbps（4G 的 20 倍）、使用者平均傳輸速率：100 Mbps（4G 的 10 倍）、移動速度：500 km/h（4G 為 350 km/h）、延遲時間：1 毫秒（低於 4G 30-50 倍）、每平方公里設備連接數量：$10^6/km^2$（4G 的 100 倍）、系統容量密度：10 $Mbps/m^2$（4G 的 100 倍）、頻譜效率為 4G 的 3 倍、網路能源效率為 4G 的 100 倍等 8 大特性（參見圖 2.1.2）。



資料來源：引自 ITU-R, 2015. Recommendation ITU-R M.2083-0.

圖 2.1.2　5G 的技術條件與應用示意圖

因此，從 5G 技術的需求條件所想像的應用情境，可按其三大技術特性：超高速行動頻寬（enhanced Mobile Broadband，eMBB）、巨量機器通訊（massive Machine Type Communications，mMTC）、超可靠低延遲通訊（Ultra-Reliable Low Latency Communications，URLLC），或個別開發或組合開發相關之創新應用服務。

例如，eMBB 大頻寬技術特性可應用於 4K/8K 等超高畫質的影像傳輸或 AR/VR（擴增實境/虛擬實境）的相關應用；mMTC 大連結特性可應用於 IoT(物聯網)、智慧城市、智慧家庭等服務應用之開發；URLLC 低延遲特性則可應用於遠距操作（含機械或醫療等相關操控作業)、遠距合奏、無人車駕駛等領域（參見表 2.1.1)。此等新技術新服務之創新發展，全然有別於電信事業既有的服務模式。

表 2.1.1　5G 技術特性與應用案例彙整

技術特性	應用案例
● **超高速行動頻寬（eMBB）enhanced Mobile Broadband**	– Enhanced Indoor Wireless Broadband Coverage – Enhanced Outdoor Wireless Broadband – Fixed Wireless Broadband Deployments – Enterprise Teamwork / Collaboration – Training / Education – Augmented and Virtual Reality（AR/VR） – Extending Mobile Computing – Enhanced Digital Signage
● **巨量機器通訊（mMTC）massive Machine Type Communications**	– Asset Tracking – Smart Agriculture – Smart Cities – Energy / Utility Monitoring – Physical Infrastructure – Smart Homes – Remote Monitoring – Beacons and Connected Shoppers
● **超可靠低延遲通訊（URLLC）Ultra-Reliable Low Latency Communications**	– Autonomous Vehicles – Drones – Industrial Automation – Remote Patient Monitoring / Telehealth – Smart Grid

資料來源：本研究綜合彙整。

2018 年 2 月在西班牙巴塞隆納舉辦的「世界行動通訊大會（Mobile World Congress，MWC）」中所展示的 5G 技術使用情境以及在韓國平昌冬季奧運所展現的 5G 初期應用成果，包含了在 IoT、AI 無人車駕駛、VR 無人機競技乃至於 4K/8K 等 UHD 超高畫質電視之具體應用實例，令人不覺科幻片中的場景畫面即將在吾人的現實生活中實現。

由此可知，5G 技術所帶來的衝擊影響，非僅止於行動通訊的技術革新，更是有別於既有市場、既有產業的創新突破。把 5G 技術定位為開發新市場，新產業的時代新契機，誠屬合理的正確解讀[1]。因此在迎向 5G 時代的此刻，規劃具前瞻性的頻譜策略，確保競爭優勢，已然成為國家發展的重大課題。

綜上所述，若謂 3G 技術是「以人對人為主的行動通訊平臺（People-to-People Platform）」，4G 技術則可謂從 3G 演進到以「全球規模下人對資訊的連結（People-to-Information Connectivity on a Global Scale）」；至於 5G 技術則可進一步地把行動通訊轉化成「泛用技術（General Purpose Technology，GPT）」，有效提升社會經濟所有活動的生產力，凡具有創意者皆可運用 5G 技術開發創新應用服務，蘊含無限的發展機會[2]。

有關 5G 在經濟面的意義而言，IHS Markit 預測至 2035 年時，5G 將在全球創造 12.3 兆美元經濟產出（相當於中國大陸 2017 年的 GDP 規模）；全球 5G 價值鏈[3]將創造 3.5 兆美元經濟產出，並創造 2,200 萬個就業機會[4]。另一方面，5G 價值鏈對我國的經濟影響，可望

[1] 劉柏立，2018。漫談 5G 與台灣經濟發展新契機。
[2] 劉柏立，2018。漫談 5G 與台灣經濟發展新契機。
[3] 包含網路供應商、核心技術及零組件供應商、OEM 設備製造商、基礎設施製造商、內容提供商應用服務商等。參見 IHS, 2017. The 5G Economu: How 5G Technology Will Contribute to the Global Economy. https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf
[4] IHS, 2017. The 5G Economu: How 5G Technology Will Contribute to the Global Economy. https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf

在 2035 年創造 1,340 億美元產值規模與 51 萬個就業機會[5]。換言之，相對於 3G、4G 的應用發展，5G 因其「泛用技術」的屬性，將成為創新市場、創新產業的催化劑。

綜觀全球 5G 發展現況，以美國、中國大陸、韓國、日本等國之電信業者表現最為積極，歐盟國家之業者相對較為保守。雖然歐盟呼籲會員國在 2020 年於歐盟境內引進 5G 服務，但基於市場因素之考量，部分業者抱持暫時保留的觀望態度。美國業者領先全球，率先提供 5G 商用服務。Verizon 在 2018 年 10 月內開始提供 5G 技術的 FWA（Fixed Wireless Access，固定無線接取，亦稱 Wireless Local Loop）商用服務，作為解決最後一哩（Last-Mile）的解決方案，並計劃在 2019 年正式把 5G 技術引進行動通訊使用；AT&T 也積極規劃在 2018 年至 2019 年開始提供 FWA 或 5G 行動通訊服務。

中日韓三國之龍頭電信業者則於 2015 年簽署 5G 合作聯合聲明，在 3GPP（3rd Generation Partnership Project，第三代合作夥伴計劃）積極主導 5G 標準規格作業。中國移動原來計劃在 2020 年開始提供 5G 服務，最近則修正提早於 2019 年提供 5G 服務。韓國 KT 除了在前述平昌冬奧先期展示 5G 的應用示範外，計劃在 2019 年推出 5G 商用服務。日本 NTT docomo 則規劃在 2020 年開始提供商用服務，理由是：5G 技術最早的標準規格是 3GPP 在 2017 年 12 月所確立，NTT docomo 完全採用 3GPP 的標準，認為 2020 年才是服務問世的成熟時機。

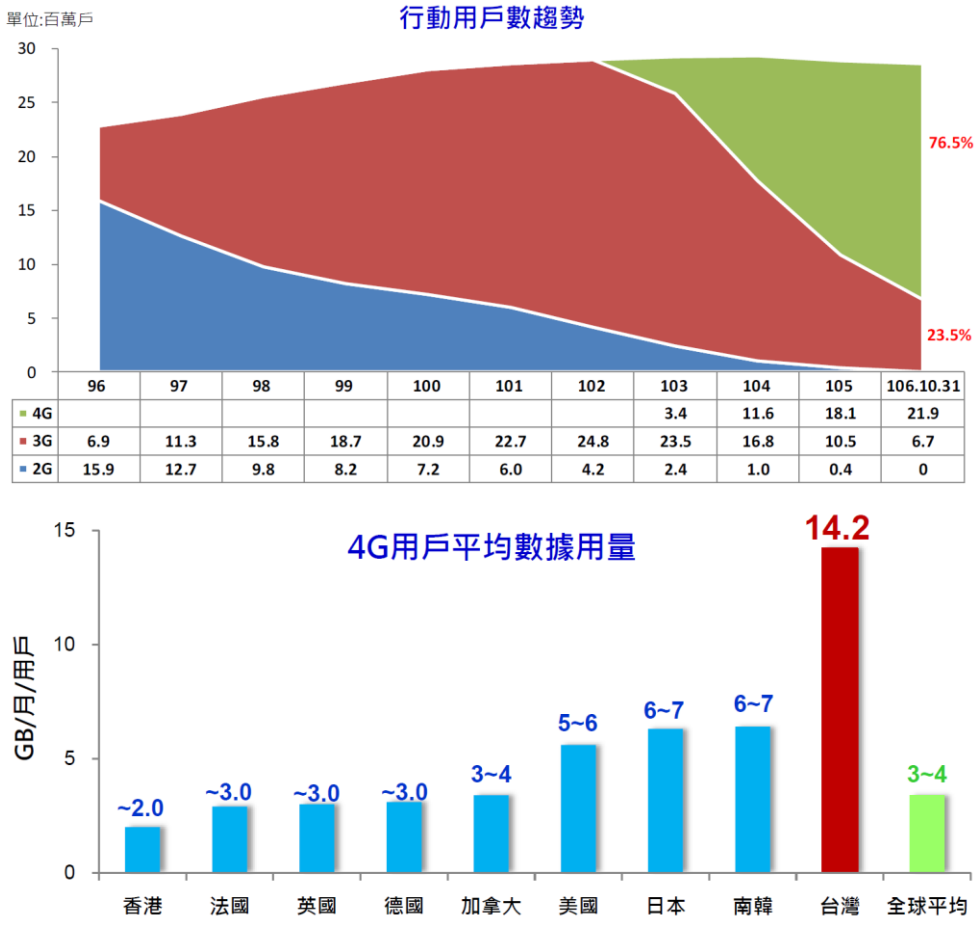
我國在經濟部技術處下成立 5G 推動辦公室，並邀請中華電信組成 5G 產業發展聯盟。由於我國非聯合國成員，不具 ITU 會員身分；也不具有亞太電信組織（Asia-Pacific Telecommunity，APT）會員身分；

[5] Inside，2017《5G 經濟》研究報告，https://www.inside.com.tw/article/10197-5g-economic-qualcomm

於 3GPP 之標準作業僅止於觀察員之立場，於規格標準之倡議不具主導權。因此 5G 發展的重點工作在於全球標準之參與結盟、與國際營運商之技術驗證合作、與國際大廠之實質技術合作等範疇。是以就引領 5G 技術發展的觀點而言，我國處於相對弱勢地位；在 5G 的投資發展方面，電信事業大部分抱持暫時保留的觀望態度。

從世界經濟論壇（World Economic Forum，WEF）的網路整備度指數（Networked Readiness Index，NRI）可知，我國在 2016 年之網路基礎設施整備度排名全球第一；在 4G 釋照後開台僅兩年的時間，用戶數即超過 3G（2016 年 5 月底），截至 2017 年 10 底，4G 用戶數占比已超過 3/4，人口普及率約 93.5%，顯示我國電信事業在網路建設投資的積極態度與具體貢獻。

另一方面，觀察行動數據使用量之國際比較可知，我國用戶每月平均使量高達 14GB，為其他先進國家的 2 倍以上（參見圖 2.1.3），行動數據流量持續高度成長（2014~2017 CAGR=80%），顯示我國行動通訊業務發展面臨使用條件與頻寬容量不足之嚴峻課題，或將左右電信事業是否積極投資 5G 網路的價值判斷。



資料來源：NCC（2017）。

圖 2.1.3　我國行動用戶數趨勢及主要國 4G 用戶平均數據用量

基於前述行動通訊技術演進背景與發展意義的認知，在充滿創新與變革契機的 5G 時代，要實現 5G 經濟的基本條件除了持續性的投資與研發之外，更需要政府部門在政策面明確的支持，具體方向如下：

- **支持企業開展長期性投資與研發的友善環境：**包含合理的頻譜釋照機制、頻譜使用費、網路共構等議題。
- **引導 5G 生態系統整合暨公私部門合作空間：**包含電信事業與非電信事業策略夥伴關係、MVNO 等議題。
- **確保監理規管思維與 5G 的時代需求相接軌：**包含理解 5G 發展的時代意義，排除妨礙創新的制度性障礙。

第二節、 國際 5G 技術標準發展

2016 年 6 月 3GPP（3rd Generation Partnership Project）發表之 Release 13 推行物聯網之 NB-IoT 正式標準，包含 eMTC、NB-IOT 與 EC-GSM-IoT（參見表 2.2.1）。

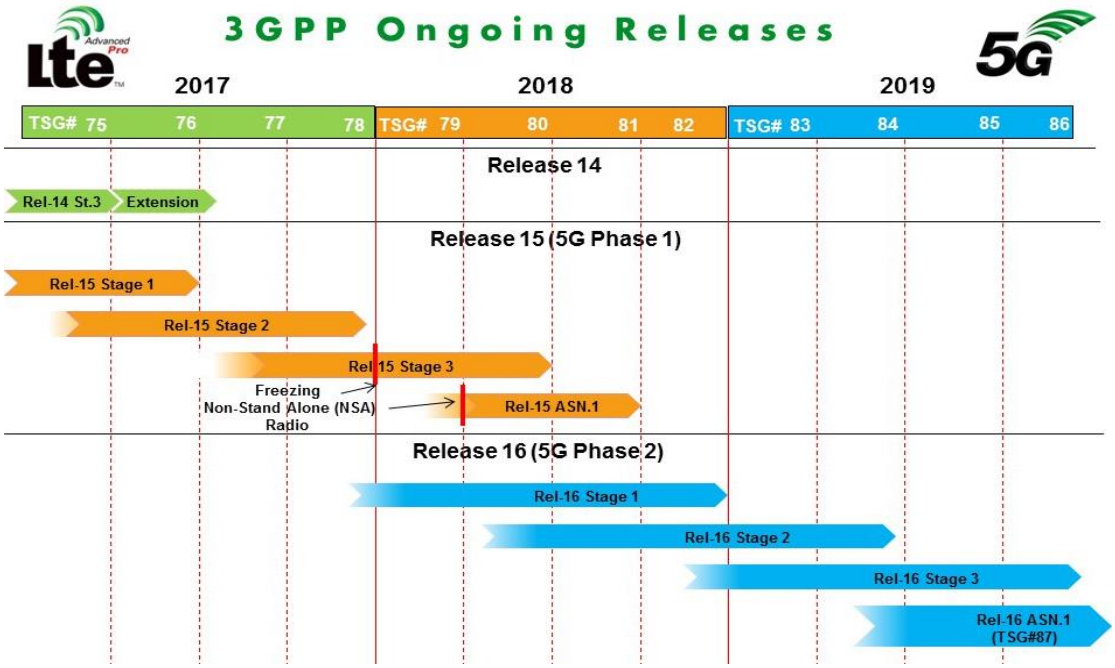
表 2.2.1　3GPP eMTC、NB-IOT 與 EC-GSM-IoT 物聯網技術標準

	eMTC (LTE Cat M1)	NB-IOT	EC-GSM-IoT
Deployment	In-band LTE	In-band & Guard-band LTE, standalone	In-band GSM
Coverage*	155.7 dB	164 dB for standalone, FFS others	164 dB, with 33dBm power class 154 dB, with 23dBm power class
Downlink	OFDMA, 15 KHz tone spacing, Turbo Code, 16 QAM, 1 Rx	OFDMA, 15 KHz tone spacing, 1 Rx	TDMA/FDMA, GMSK and 8PSK (optional), 1 Rx
Uplink	SC-FDMA, 15 KHz tone spacing Turbo code, 16 QAM	Single tone, 15 KHz and 3.75 KHz spacing SC-FDMA, 15 KHz tone spacing, Turbo code	TDMA/FDMA, GMSK and 8PSK (optional)
Bandwidth	1.08 MHz	180 KHz	200kHz per channel. Typical system bandwidth of 2.4MHz [smaller bandwidth down to 600 kHz being studied within Rel-13]
Peak rate (DL/UL)	1 Mbps for DL and UL	DL: ~50 kbps UL: ~50 for multi-tone, ~20 kbps for single tone	For DL and UL (using 4 timeslots): ~70 kbps (GMSK), ~240kbps (8PSK)
Duplexing	FD & HD (type B), FDD & TDD	HD (type B), FDD	HD, FDD
Power saving	PSM, ext. I-DRX, C-DRX	PSM, ext. I-DRX, C-DRX	PSM, ext. I-DRX
Power class	23 dBm, 20 dBm	23 dBm, others TBD	33 dBm, 23 dBm

資料來源：3GPP, Release 13.

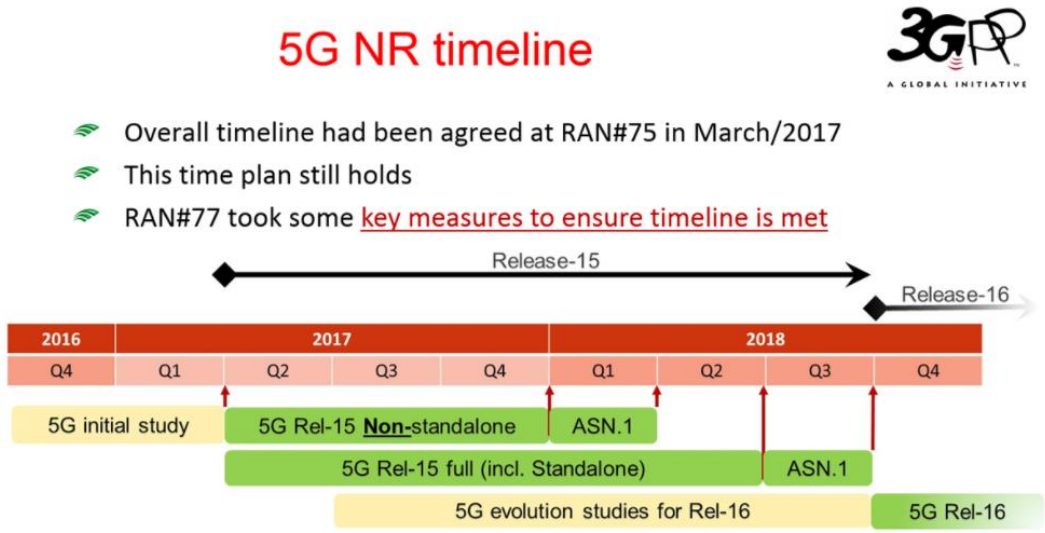
2017 年 12 月，3GPP 通過了第一階段的全球 5G 標準—5G NR，並釋出非獨立（Non-Standalone，NSA）的 5G NR 規格。5G NR 的全名為 5G New Radio，是一種新無線電的空中介面，用以支援 5G 的行動通訊。5G NR 的發展有兩個階段，其一為非獨立的 5G NR，另一為獨立（Standalone，SA）的 5G NR。NSA 5G NR 階段僅使用 5G NR 基地臺提供高速的數據服務，但仍然利用既有的 LTE 無線電與核心網路為基礎；到了 SA 5G NR 階段，才會全面轉用 5G 的核心網路架構。

SA 5G NR 規格則已於 2018 年 6 月出爐[6][7]（參見圖 2.2.1、圖 2.2.2）。



資料來源：3GPP, Release15.

圖 2.2.1　3GPP 之 5G 標準期程規劃（Release13-16）



資料來源：3GPP, Release15.

圖 2.2.2　3GPP 之 5GNR 標準期程規劃

[6] iThome，2018。第一階段的全球 5G 標準—5G NR 定案了。https://www.ithome.com.tw/news/119880

[7] 科技產業資訊室，2018。3GPP 通過獨立 5G SA 標準第一版。http://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=14538

為了實現 5G 願景中增強型行動寬頻系統（eMBB）支援 10～20 GB/s 的峰值速率、100 MB/s～1 GB/s 的使用者體驗速率需求，舊有低頻段的頻寬資源已不敷所需，故在高頻段範圍內尋找連續且大頻寬之可能性相對更高。

為此，國際電信聯盟（International Telecommunication Union，ITU）於 2017 年發布的《2019 年世界無線電通信大會（WRC-19）議程和相關決議》（Agenda and Relevant Resolutions WRC-19）中，設立了 WRC-19 1.13 議題。ITU 針對 5G 高頻段之頻譜資源（6GHz 頻段以上），確定為 24.25～86 GHz 範圍的頻段，並建議在 WRC-19 之前展開並及時完成適當的共用和相容性之研究。除上述頻段外，亦有其他建議考慮較低的頻段（表 2.2.2）。

表 2.2.2　WRC-19 所建議的高頻段頻譜

項目	劃分頻段
以行動業務為主要業務予以劃分的頻段	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 以及 81～86 GHz 頻段
額外劃分的頻段	31.8～33.4 GHz、40.5～42.5 GHz 與 47～47.2 GHz 頻段

資料來源：ITU, 2017. Agenda and Relevant Resolutions WRC-19.

歐盟則針對上述頻段提出討論，針對 5G 高頻譜滿足最終用戶高峰值數據速率（～20Gbps）之規劃，包括 26GHz 與 40GHz 兩個頻段。針對 26GHz 頻段，歐洲郵電主管會議（European Conference of Postal and Telecommunications Administrations，CEPT）將在 WRC-19 前制定一致性的決策，主要目的為 5G 引入 26 GHz 頻段，並考慮對相同和相鄰頻段（例如 EESS / SRS 地面站）現有服務的保護。另在 40GHz 頻段，在 WRC-19 的準備工作中，CEPT 將啟動有關 40GHz 頻段共

用的研究[8]。

除了上述頻段外，歐洲進一步研究新的頻譜可能性，其中包括 3,800～4,200MHz 頻段與 470～694MHz 頻段。在 3,800～4,200MHz 頻段，其主要用意在於進一步擴展 3,400～3,800MHz 的範圍，做為新增頻段。在 470～694MHz 頻段，增加具有好的覆蓋率頻譜之可獲得性，在歐洲進行更長期的佈署。惟目前這些頻段之主要用途，前者在多數國家為衛星通信頻段，後者為廣播頻段，需要協調整合。

[8] GSA Spectrum Group, 2016. 5G Spectrum in Europe. December 2016.

第三章、主要國家 5G 推動策略分析

第一節、 英國

一、 頻譜政策監理概述

英國電信政策機關為數位、文化、媒體暨體育部（Department for Digital, Culture, Media & Sport，以下簡稱 DCMS），主掌英國電信、寬頻、網路及媒體[9]等方面之政策制定。而英國頻譜監理機關為通訊管理局（Office of Communication，以下簡稱 Ofcom），主責通訊服務之監理機制，包括寬頻、電信服務、以及無線電頻譜[10]等。根據 2003 年通訊法（Communication Act 2003），除了皇室所屬的組織機構（Crown Bodies），所有頻譜相關規畫皆由 Ofcom 負責[11]。

DCMS 於 2014 年發布之「英國頻譜策略[12]（The UK Spectrum Strategy）」以有效運用頻譜為企業提供創新及成長所需的服務、為英國人民提供充分生活所需服務為策略願景。在頻譜運用方面，英國已廢除由政府完全掌控頻譜使用者及用途之決定權，讓市場機制決定頻譜管理方向；更進一步，政府鼓勵以共用促進頻譜有效運用。另一方面，英國政府也積極參與 ITU、歐洲郵電管理委員會（European Conference of Postal and Telecommunications Administrations，ECPT）等國際組織，以確保政策制定方向與國際一致，保障頻譜和諧使用。

---

[9] DCMS, n.d.. About Us.
https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-digital-culture-media-sport/about
[10] Ofcom, n.d.. What is Ofcom?
https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/what-is-ofcom
[11] Ofcom, 2018. p.15. Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual.
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/77209/licensing.pdf
[12] DCMS, 2014. The UK Spectrum Strategy.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287994/UK_Spectrum_Strategy_FINAL.pdf

根據 Ofcom 發布之「頻譜管理策略[13]（Spectrum Management Strategy）」，頻譜的使用分為三類：市場運用（Market Access）、公家機關（Public Sector）與太空科學（Space Science）。其中市場運用須由 Ofcom 授權使用；公家機關若為皇室所屬組織機關[14]即享有豁免權（Crown Immunity），可無限制地使用提供公家機關使用的頻段；而太空科學使用頻段則普遍不須授權，因為這類使用只用於接收無線電或是使用於外太空。

二、 5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

2017 年 3 月英國數位、文化、媒體暨體育部（Department for Digital, Culture, Media and Sport，DCMS）與財政部（HM Treasury）發布的「下世代行動科技：英國 5G 策略[15]（Next Generation Mobile Technologies: A 5G Strategy for the UK）」以及 2017 年 12 月發布的「下世代行動科技：英國 5G 策略更新版[16]（Next Generation Mobile Technologies: An Update to the 5G Strategy for the UK）」中指出，若英國成為 5G 科技的領導者，將可帶動英國數位經濟發展。為此，英國須先創造出完備的 5G 條件，以因應未來市場的發展。

---

[13] Ofcom, 2014. Spectrum Management Strategy (p.14-15). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/71436/statement.pdf

[14] 無明文定義皇室所屬之公家機關為何，但普遍認為中央政府底下之機關如英國國防部（Ministry of Defence）、英國內政部（Home Office）、英國財政部（Treasury）等為皇室所屬組織機關。

[15] GOV.UK, 2017. Next Generation Mobile Technologies: A 5G Strategy for the UK. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/597421/07.03.17_5G_strategy_-_for_publication.pdf

[16] GOV.UK, 2017. Next Generation Mobile Technologies: An Update to the 5G Strategy for the UK. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/677598/Next_Generation_Mobile_Technologies__An_Update_to_the_5G_Strategy_for_the_UK_Final_Version_with_Citation.pdf

（二）核心目標

英國 5G 策略包含三大核心目標，分別為：

1. 加速 5G 發展
2. 運用 5G 技術促進英國的生產量及效率
3. 創造英國國內外新商機與鼓勵投資

為達成上述目標，英國政府將專注於不同方面的政策修訂：

1. 研析頻譜政策，以確保未來頻譜規劃符合政府目標
2. 確認現行法規是否足夠支持 5G 基礎建設及服務的商業投資
3. 透過未來電信基礎建設評論（Future Telecom Infrastructure Review，以下簡稱 FTIR）研析是否需要政策干預，以創造數位連接（Digital Connectivity）長期投資的條件
4. 組成跨政府障礙消除小組，以解決佈署電信基礎建設時的困難
5. 與地方政府合作，尋求佈署基礎設施的站點、並提供符合地方需求的連接性

除上述幾點，也與 Ofcom 及企業合作，解決既有技術與 5G 科技行動連接之困難點，目前正在進行的計畫包含確保 95%的國土行動覆蓋率、發展主要鐵路及道路沿線之行動連接。

三、　執行方式、主協辦機關及分工

由於 5G 科技仍在發展中，尚需要時間來確認其商業規模之基礎建設，因此佈署 5G 網路的經濟誘因不高。有鑑於此，政府的角色為創造健全的環境以支援與加速投資，以及建立投資 5G 基礎建設之經濟誘因，其具體計畫包含：1. 國家級 5G 創新網路（UK5G Innovation

Network）及 5G 試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme）、2. 5G 頻譜、3. 基礎建設（Infrastructure）、4. 減少障礙（Barrier Busting）、5. 地區合作（Local Area Partnerships），分述如下：

（一）國家級 5G 創新網路及 5G 試驗計畫

國家級 5G 創新網路（UK5G Innovation Network）透過產官合作發展 5G 服務及應用以創造 5G 生態系統條件；而 5G 試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme）則是在城市及鄉村進行使用案例測試，來瞭解如何以有效運用成本的方式佈署基礎建設。

（二）5G 頻譜

英國政府會持續研析適合用於 5G 的頻段，並盡快釋出適合使用 4G 及 5G 的頻譜執照，以對未來投資提供確定性且促進尚未完全發展的區域增進連結。

（三）基礎建設（Infrastructure）

基礎建設共用將會增強未來投資具備 5G 網路（5G-Ready Network）時的經濟誘因，因此政府須減少基礎建設共用的障礙，並發展更健全的共用框架以利投資。

另一方面，英國 5G 網路會先以升級的 4G 基礎建設方式佈署，預計須佈建數十萬個小型基地臺以輔助現有網路，大部分光纖及 5G 佈署的投資須仰賴私人企業，因此政府必須建立正確的市場結構以及政策環境幫助企業達到最大程度地網路佈署。

（四）減少障礙（Barrier Busting）

為瞭解和解決達成 5G 目標過程中的障礙，英國組成以 DCMS 為首的「跨白廳工作小組（Cross-Whitehall Task Force）」推動變革，期望簡化數位基礎建設佈署。另外，DCMS 也參考英國住房、社區和地方政府部（Ministry of Housing, Communities & Local Government，以下簡稱 DCLG）於 2017 年 2 月發布之「住宅白皮書：修復破損的房屋市場（Housing White Paper: Fixing Our Broken Housing Market）[17]」中之建議，調整國家政策以便地方政府可規劃地區性的高品質數位基礎建設。

（五）地區合作（Local Area Partnerships）

政府部門將會與地方、Ofcom、土地持有者、企業合作成立地方連接團體（Local Connectivity Group），該團體將會協助提供地方對於佈署數位基礎建設的準確需求。政府也會利用地方光纖網路計畫（Local Full Fibre Network，LFFN）以及 5G 計畫促進地方變革，鼓勵地方制定支持數位基礎建設之政策。

[17] DCLG, 2017. Housing White Paper: Fixing Our Broken Housing Market (p. 39, 92-93). https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/590464/Fixing_our_broken_housing_market_-_print_ready_version.pdf

第二節、 德國

一、 頻譜政策監理概述

德國頻譜監理政策主要由「聯邦網路管理局（Bundesnetzagentur，簡稱 BNetzA）」為首要監理機關，該組織負責規劃德國頻譜資源、頻段分配與釋照時程等工作項目。

依據德國電信法（Telecommunications Act，簡稱為 TKG）第七部分（Part VII）之規定[18]，為了確保頻譜有效應用，並避免相互干擾問題，德國監理機關有權規劃該國頻譜分配與相關使用計畫，並依據法令措施徵收頻譜使用費用等相關規定。在德國電信法之監理架構下，BNetzA 主要負責頻譜使用之規劃。整體而言，德國電信法之立法目的主要可分為六大要點，包含：

1. 維護電信與無線電通訊領域之使用者利益；
2. 確保電信市場不管是在農村或城市地區都得以實踐平等使用和市場公平競爭行為；
3. 確保民眾可負擔電信服務之價格（普及服務）；
4. 促進電信服務的公共性；
5. 確保頻譜有效利用，避免相互干擾問題，並滿足無線廣播之要求；
6. 保護公共安全利益；

本研究依據德國電信法之法規內容，彙整其對於頻譜監理項目如下表（表 3.2.1）。監理機關有權監測業者頻譜使用情形，若業者違反法令辦法，則得限制或停止業者營運行為。

[18] 參見德國電信法 https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2004/

表 3.2.1　德國電信法之頻譜監理項目

德國電信法第七部分頻譜監理項目	說明
功能	1. 為確保頻譜有效利用，並避免干擾問題，監理機關應制定頻率分配表和頻率使用計畫，以妥善分配頻率使用。 2. 監管機構應得就本法規範範圍內所運營的無線電設備發布行政命令，包含陸地、水域和航空等設備使用範圍。 3. 用於國土保衛之頻率使用，監理機關應再與德國聯邦國防部達成使用協議。
頻段劃分	1. 德國聯邦政府有權規劃各頻段之使用規畫，並將頻譜使用分配給所需之業者。與頻譜分配相關之各方業者或組織得參與其分配準備工作。 2. 在頻段劃分上，頻段分配應確保有效運作，且應避免干擾問題。詳細劃分之規劃，如使用地理位置、時間與技術說明等，監理機關將做出更進一步的說明。
頻譜使用計畫	1. 監管機構應根據頻率劃分表再制定頻率使用計畫，並同時考量到歐洲各國之發展與和諧使用，確保技術發展和頻率使用的相容性。 2. 頻譜使用計畫應邀集相關利益團體與公眾共同討論制定，且須獲得德國聯邦參議院同意後始得以施行。
頻譜指配	每個頻率使用均應依照監管機構使用規劃與分配之規定。
頻譜使用費用和捐款	頻譜使用方每年應繳納頻譜使用費與相關更新說明，包括測試相容性報告等，以確保頻譜設備無相互干擾之問題。
監督與廢止命令	為確保頻譜有效使用，監管機構有權監督頻率使用。如果違反本規定，監管機構得限制業者運營或停止使用該設備。

資料來源：本研究彙整自德國「電信法」[19]規定

[19] 參見德國電信法 https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2004/

而除了上述電信法之監理政策外，德國做為歐盟會員國之一，在頻譜監理政策上，亦受歐盟「數位單一市場（Digital Single Market）」之政策架構所影響。歐盟執委會為促進歐盟各國在 ICT 等數位科技產業發展上能有效合作，並加強頻譜資源之間的和諧使用，因而訂定歐盟頻譜使用政策，來確保歐盟各國頻譜之間的和諧使用[20]。尤其是在新一代 5G 行動通訊的發展脈絡下，歐盟執委會（European Commission）在 2017 年已審議通過，要求各會員國應在 2020 年前將某些無線電視使用頻段（700 MHz）進行移頻，以供 5G 無線通訊使用[21]；除此之外，2018 年歐盟亦更新「歐盟電子通訊準則（European Electronic Communications Code）」，針對各會員國之頻譜協調使用提出規範。在新準則架構下，歐盟各國應於 2020 年前將新電子通訊準則轉換為國家法律，以進一步落實歐盟數位單一市場之頻譜政策規劃[22]。

換句話說，德國之頻譜監理政策在歐盟數位單一市場與新電子通訊指令所影響下，未來亦會有相應之應對措施。本研究彙整歐盟執委會近年於頻譜政策之規劃如下表（表 3.2.2）。

[20] 參見 European Commission, 2018. Digital Single Market-Spectrum in the European Union. https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/spectrum-european-union

[21] 同上註。

[22] 同上註。

表 3.2.2　歐盟頻譜監理措施

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

資料來源：參見 European Commission, 2018. Digital Single Market-Spectrum in the European Union. https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/spectrum-european-union

二、　5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

為因應 5G 行動通訊發展，德國聯邦交通和數位基礎設施部（Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktu，BMVI）於 2016 年公布 5G 行動通訊發展策略「5G Strategy for Germany[23]」，揭示未來德國政府在 5G 發展的政策規畫與發展目標。德國政府希望藉由 5 大重點措施，讓企業在工業 4.0、自動化與數位網路時代的發展趨勢中，成為 5G 發展的主要市場國，並進一步變成全球 5G 網路領先國。其 5 大重點措施分述如下[24]。

[23] 參見 BMVI, 2016, 5G Strategy for Germany. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile

[24] 引自 BMVI, 2016,Bundesminister startet Mobilfunk-Initiative „5 Schritte zu 5G“. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/154-dobrindt-5g-konferenz.html

1. 提供頻譜

讓德國成為國際間 5G 頻譜政策的領先規劃國家；並提供 5G 技術相關測試頻譜。

2. 設置「5G 對話論壇（Dialog Forum 5G）」

促進電信業者（Telecommunications）和用戶產業（User Industries）之間的合作機制，並共同訂定未來標準。

3. 推動 5G 研究

進行 5G 合作研究。德國政府目前挹注至少 8 千萬歐元協助 5G 產業研發。

4. 創建具體應用案例

與電信業者合作打造 5G 示範城市，以加速產業應用。

5. 5G 加速商轉

最晚於 2025 年，所有主要交通幹線和德國前 20 大主要城市都應設置 5G 服務。

整體而言，德國政府期許 2025 年前能全面達成 5G 商用化，並透過頻譜釋照、推動 5G 研究、創建相關對話論壇和具體應用等來實踐新一代行動通訊網路社會。

（二）核心目標

德國預期 5G 能為國內各產業帶來創新發展，包括利用 5G 之三大技術特性－增強型行動頻寬（Enhanced Mobile Broadband，eMBB）、大量機器通訊應用（Massive Machine Type Communications，mMTC）與高可靠、低延遲通訊（Ultra-Reliable and Low-Latency Communications，URLLC）等，以加強未來多元應用方向（圖 3.2.1）。

整體而言，德國政府認為在 5G 行動通訊技術特色下，有助於加速產業物聯網等創新應用發展，透過大頻寬、低延遲等技術特性，實踐多元資通訊應用與數位寬頻網路服務。其產業應用六大方向（圖 3.2.2），本研究彙整於下。

1. 智慧移動

幫助自動駕駛發展、管理停車系統以及提升旅客轉乘交通便利性。

2. 工業 4.0

提供更有效率的資料轉移、減少控制機械時的失誤。

3. 智慧農業

連結農業機械化、自動化以及施肥、收成策略。

4. 智慧發電

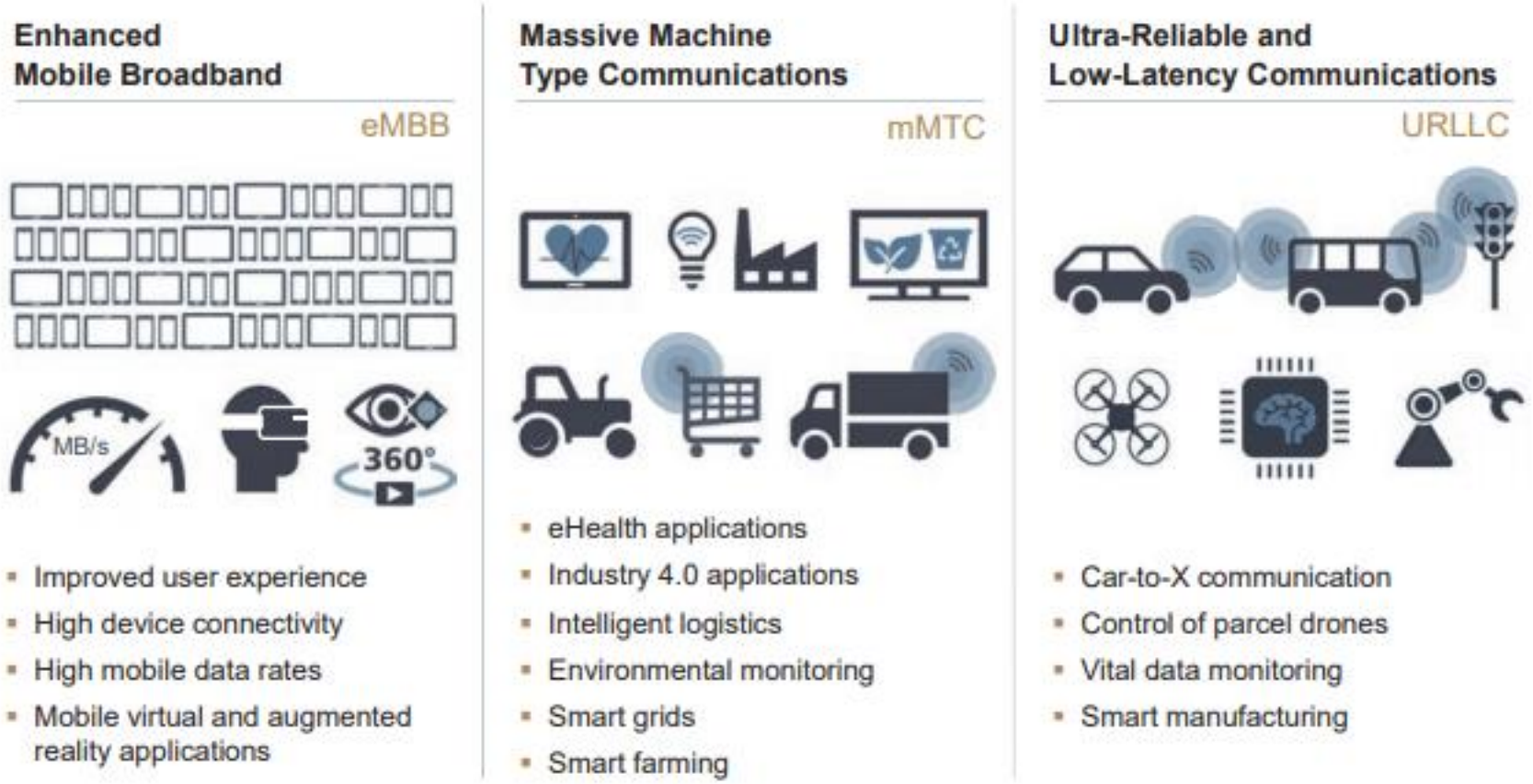
用更有效率的方式調節電廠。

5. 智慧醫療

提供尖端品質的醫療照護。

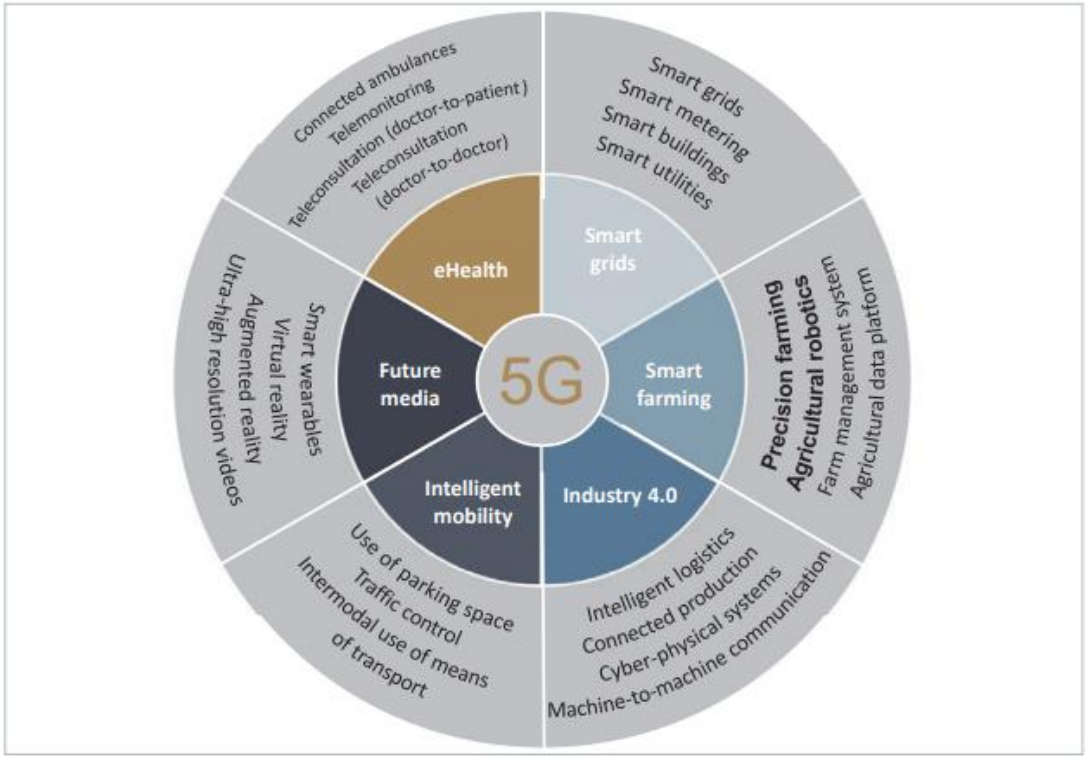
6. 未來媒體

未來超高畫質或虛擬實境等科技將會使用到 5G 技術。



資料來源：BMVI, 2016. 5G Strategy for Germany. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile

圖 3.2.1　5G 技術運用核心目標



資料來源：BMVI, 2016. 5G Strategy for Germany. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile

圖 3.2.2　德國 5G 產業應用規畫

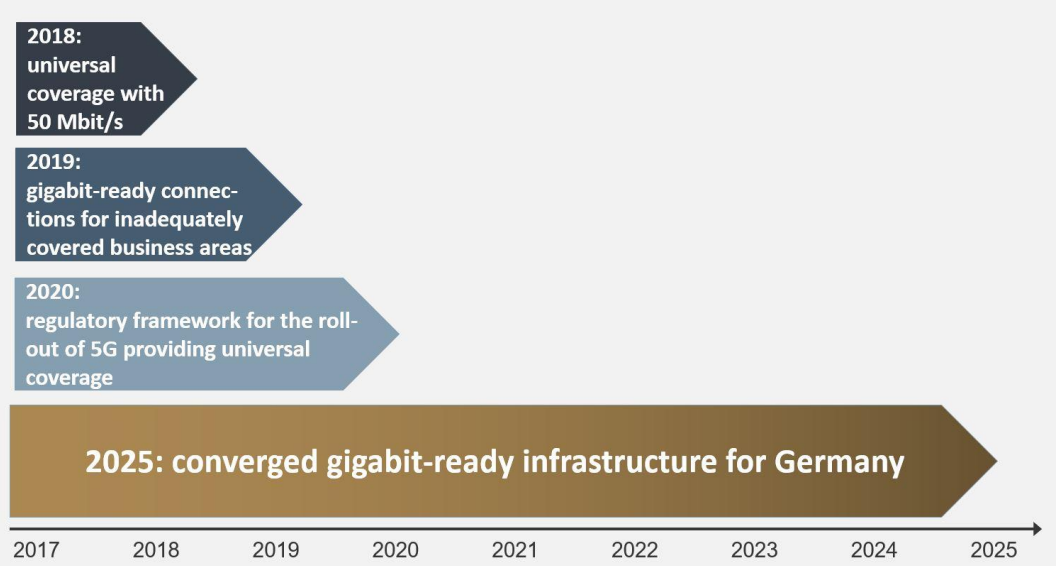
（三）其他 5G 相關策略

1. Gigabit Society 計畫

為提升國家整體寬頻網路發展，德國政府最早於 2016 年 11 月發表「Gigabit Society」計畫[25]。該計畫主要目的為配合歐盟境內網路連結政策（Connectivity for a European Gigabit Society），並為未來 5G 全國高速網路發展需求鋪路。因此，德國政府透過此計畫之執行，宣示將在 2025 年前完成全國 1Gbps 速率的超高速光纖網路整備作業。

[25] 引自 BMVI, n.d. From the digital towards the gigabit society. Retrieved from https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Dossier/broadband/broadband.html.

此全國光網整備作業與未來 5G 應用與發展環境息息相關，將做為德國未來高速網路社會的基礎骨幹網路。德國全國光網整備作業將分四個階段推動實施，第一階段是在 2018 年底前達成全家庭用戶可接取使用 50Mbps 的寬頻環境；第二階段是在 2019 年底前在通訊環境尚未普及的產業地區整備光纖網路；第三階段是在 2020 年底前完備 5G 在全國推展所需的發展環境作業（包含確保充分的 5G 可用頻寬）；第四階段則是在 2025 年底前完成建構全國 Gigabit 規模的超高速寬頻網路基礎建設（參見圖 3.2.3）。



資料來源：引自 BMVI, n.d. From the Digital Towards the Gigabit Society. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Dossier/broadband/broadband.html

圖 3.2.3　德國四階段推動 Gigabit Society 計畫示意圖

換句話說，德國政府在「Gigabit Society」之計畫發展脈絡下，推動整體 5G 應用發展，並希望進而提升 5G 基礎網路之建設，提高網路佈建普及率。

2. 5G 試驗計畫

而除了上述網路之佈建措施外，德國政府自 2016 年開始提倡 5G 試驗計畫，預計透過產官學界之相互合作，提高 5G 於物聯網、自駕車、工業 4.0 等創新應用。本研究彙整德國 5G 試驗計畫如下表（表 3.2.3）。

表 3.2.3　德國 5G 試驗計畫

試驗計劃	目的	參與者
Digital Motorway Test Bed	發展自駕車和車聯網、智慧交通基礎建設	德國聯邦交通和數位基礎設施部、the Free State of Bavaria、德國汽車工業協會 （VDA）、the Association for Information Technology, Telecommunications and New Media （Bitkom）
5G Playground	致力研發 5G 創新應用服務	Fraunhofer FOKUS
5G Lab Germany in Dresden	研究 5G 科技，含雲端網路、無線和觸覺互聯網應用（Tactile Internet Application）等	德勒斯登工業大學、Center for Advancing Electronics Dresden、CRC 912: Highly-Adaptive Energy-Efficient Computing、Dresden Concept、Fast

資料來源：本研究彙整自 BMVI，n.d.，Digital Motorway Test Bed. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/DG/digital-motorway-test-bed.html

Fraunhofer FOKUS，n.d.，5G Ready Trial Platform. https://www.fokus.fraunhofer.de/go/en/5GRTP

5G Lab，n.d.，5G Lab Next Generation Network. https://5glab.de/

三、　執行方式、主協辦機關及分工

（一）政策期程規劃

在 5G 政策期程規劃上，早在 2016 年，德國政府即開啟第一次 5G 實驗計畫，並舉行 5G 對話論壇（5g Dialogue Forum），邀請相關利益團體共同研擬未來政策推動方向；2017 年，BMVI 開始研擬 5G 頻譜規劃；2018 年起，陸續釋出 5G 可用頻譜；2019 年，視情況重新評量 5G 相關政策；並於 2020 年協助企業推動 5G 商轉服務；2025 年預期將可在德國前 20 大主要城市與主要交通幹線上達到 5G 普及服務，以實踐「Gigabit Society」目標。其政策期程規劃如下表（表 3.2.4）。

表 3.2.4　德國 5G 期程規劃

2016	2017	2018	2019	2020
• 首次釋出 5G 相關測試計畫 • 聯邦政府制定 5G 推動政策 • 舉辦首屆 5G 對話論壇（5g Dialogue Forum）	• 開始諮詢 5G 頻譜規劃 • 開始 5G 相關實驗競賽	• 協助產業發展「Gigabit Networks」網路框架 • 進行可用頻譜釋照準備作業	• 視情況重新評量 5G 相關政策	5G 服務正式商轉

資料來源：本研究改繪自 BMVI, 2016. 5G Strategy for Germany. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile

（二）執行步驟

為達成上述行動目標，德國政府 BMVI 規劃五大執行步驟（參見圖 3.2.4），以具體實踐政策方向，包含以下列 5 點。

1. 加強網路佈署

提高光纖網路等基礎網路建設。

2. 提供 5G 可用頻譜

在與歐盟和全球協調使用的前提下規劃 5G 可用頻譜，包括預先提出 26GHz 頻段之規劃與測試頻段等。

3. 促進電信業者與消費性產業的合作

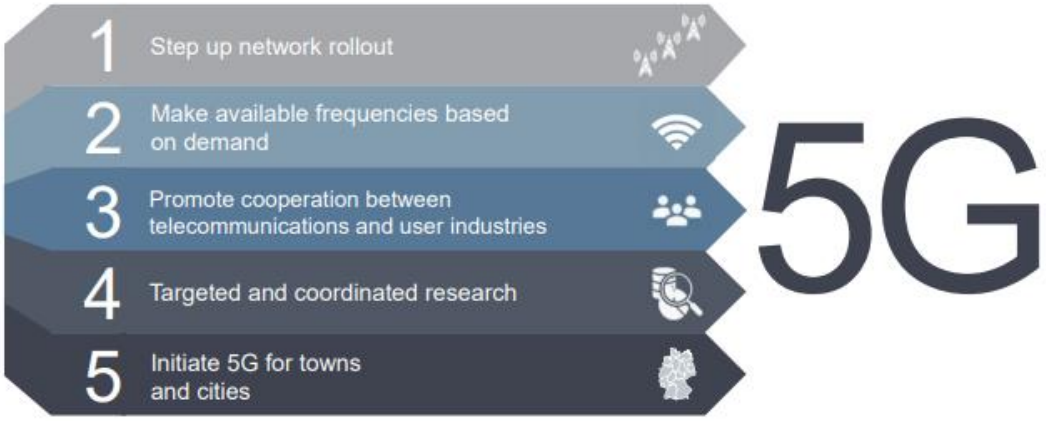
透過 5G 對話論壇提高產業合作對話與合作機制。

4. 支持 5G 研究

加強德國產業開發與技術合作研究。

5. 於城市和鄉鎮佈署 5G 服務

為不同的服務地區提供專屬的 5G 應用服務。



資料來源：BMVI, 2016. 5G Strategy for Germany. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile

圖 3.2.4　德國 5G 發展政策執行步驟

（三）主協辦機關及分工

在監理機關之執行方式與職掌分工上，德國 5G 政策推動主要是由聯邦交通和數位基礎設施部（BMVI）以及經濟與能源事務部（BMWI）共同推動。BMVI 轄下「數位社會總局（Digital Society Directorate-General）」負責推動德國當地之數位基礎建設，包括 5G 通訊應用等 ；而 BMWI 轄下之獨立監理機關聯邦網路局（BNetzA）則專責規劃德國頻譜資源、頻段分配與釋照時程等工作項目。在德國電信法之監理架構下，BNetzA 主要負責頻譜使用之規劃，並由 BMVI 負責 5G 國際業務之協調與基礎設施推動等相關事宜。

第三節、 義大利

一、 頻譜政策監理概述

義大利頻譜主管機關為通訊傳播監理機構（Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni，以下簡稱 AGCOM）[26]與經濟發展部（Ministero dello Sviluppo Economico，以下簡稱 MISE）[27]，MISE 執掌頻譜規劃，制定國家頻率分配計畫（National Frequency Allocation Plan），將頻譜分配予各業務與使用者；再由 AGCOM 通過國家頻率指配計畫（National Frequency Assignment Plan），該計畫則決定無線電臺的地點（Location），以及頻率指定。經過申請與拍賣等程序，最後由 MISE 將頻率使用權授予行動通訊業者[28]。

二、 5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

義大利 5G 推動政策以 5G 頻譜釋照以及 5G 實驗計畫為主[29]，義大利主管機關已於 2018 年 10 月完成 700MHz、3.6-3.8GHz、26GHz 頻段拍賣；而在 5G 實驗計畫方面，則主要由 Italia 電信（TIM）推動，自 2016 年底在特定都市與應用區域開始 5G 實驗計畫，2017 年義大利政府選定 5G 實驗都市並核發 2017 年 9 月至 2020 年的實驗執照，

[26] AGCOM, 2019. Che cos'è l'Autorità. https://www.agcom.it/che-cos-e-l-autorita
[27] MISE, 2019. Ministero. https://www.mise.gov.it/index.php/it/ministero
[28] Summit Ridge Group, 2018. The Spectrum Handbook 2018 (p.290-291). https://summitridgegroup.com/wp-content/uploads/2018Spectrum-Handbook_InteractivePDF_v21C.pdf
[29] Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

同年開始 Bari-Matera 計畫。

（二）5G 頻譜釋照法源與核心目標

義大利 5G 頻譜釋照法源為 2018 年預算法（Budget Law 205/2017 for 2018-2020），義大利 AGCOM 根據 2018 年預算法訂定釋出三個歐洲 5G 先鋒頻段的釋照規則，於 2018 年 5 月通過 n. 231/18/CONS 決議，並由經濟發展部（MISE）舉行頻譜拍賣[30]。

而依據 2018 年預算法，義大利 5G 頻譜拍賣的兩大目標如下：

1. 拍賣收入不低於 25 億歐元（約新臺幣 889.9 億元[31]）（12.5 億歐元（約新臺幣 444.95 億元）須於 2018 年付款，其餘款項分四年期繳付。
2. 確保最廣泛的 5G 覆蓋率，國家領土內所有用戶皆可接取。

三、 執行方式、主協辦機關及分工

義大利主管機關 AGCOM 於 2016 年底進行 5G 相關調查，探討行動與無線系統發展以及 6GHz 以上頻譜的有效使用。隨後於 2017 年 3 月，義大利政府擇定 5 個 5G 實驗城市，包括 Milan（地區 1；Vodafone）、Prato 與 L'Aquila（地區 2；Wind Tre 與 Open Fiber）、Bari 與 Matera（地區 3；TIM、Fastweb 與 Huawei），准許 2017 年 9 月至 2020 年的臨時執照，供業者使用 3.6-3.8GHz 共 100MHz 頻寬的頻譜進行試驗。並於 2017 年底展開為期四年（2018 年～2022 年）的 Bari-Matera 計畫，結合 3 家電信業者、城市、大學、研究中心、設備商等

[30] Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

[31] 以 2018 年平均匯率計算（1 歐元=新臺幣 35.596 元）

55 個合作夥伴，專注於包含媒體/VR、智慧港口、智慧農業、公共安全、工業 4.0、健康 5.0、道路安全、觀光與文化、環境監測等十大領域，共 70 個應用案例的發展計畫。並於 2018 年 9 至 10 月完成 5G 頻譜拍賣。義大利 5G 政策期程規劃彙整如下表（表 3.3.1）：

表 3.3.1　義大利 5G 政策期程規劃

時間	義大利 5G 頻譜拍賣與試驗計劃
2016 年底	義大利主管機關 AGCOM 進行 5G 相關調查，探討行動與無線電系統發展以及 6GHz 以上頻譜有效利用。
2017 年 3 月	在 Telecom Italia（簡稱 TIM）推動下，開始在主要城市與應用地區展開 5G 策略。政府選擇五個 5G 試驗都市，包括 Milan（Vodafone）、Prato（Wind Tre 與 Open Fiber）、L'Aquila（Wind Tre 與 Open Fiber）、Bari 與 Matera（TIM、Fastweb 與 Huawei），准許 2017 年 9 月至 2020 年的臨時執照，供業者使用 3.6-3.8GHz 共 100MHz 頻寬的頻譜進行試驗。
2017 年底	義大利開始進行 4 年（2018-2022 年）6 千萬歐元的「Bari-Matera 計畫」，參與者包含電信商（TIM、Fastweb 與 Huawei）、城市、大學、研究中心、設備商等共 55 個合作夥伴。該計畫專注於十大應用領域：媒體/VR、智慧港口、智慧農業、公共安全、工業 4.0、健康 5.0、道路安全、觀光與文化、環境監測，共 70 個應用案例。
2018 年	2018 年 9-10 月，完成 5G 頻譜拍賣。

資料來源：本研究彙整自 Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

第四節、 法國

一、 頻譜政策監理概述

法國的電子通信與郵政監管局（L'Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes，ARCEP）為掌管網路、通訊及郵政之政府機關；在頻譜規劃方面，則由國家頻率處（Agence Nationale des Fréquences，ANFR）負責管理。依據法國郵政與電子通訊法[32]（Code des Postes et des Communications Électroniques）第 36 之 5 條，ARCEP 須與歐盟會員國之主管機關、歐盟執委會、歐洲電子通傳監管機關（the Body of European Regulators for Electronic Communications，BEREC）合作，以確保監理規則之一致性。

二、 5G 策略與政策架構

（一） 5G 推動策略架構

AECEP 於 2018 年發布法國 5G 發展藍圖（France 5G Roadmap）[33]，指出：「5G 的高速傳輸、可靠度及效率將會帶動未來產業革新，因此法國必須成為 5G 發展的先鋒」。整體而言，法國的 5G 策略基本上與歐盟一致，除與其他成員擬訂頻譜準則、公開程序和分享最佳實踐外，在頻譜規範上已與歐盟成員達成共識。

[32] Legifrance.gouv.fr. 2019. Code des Postes et des Communications Électroniques. https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=9B7C81DE9865778D7DB05CC402693A8C.tplgfr44s_1?cidTexte=LEGITEXT000006070987&dateTexte=29990101

[33] ARCEP, 2018. 5G An Ambitious Roadmap for France. https://archives.arcep.fr/fileadmin/reprise/dossiers/programme-5G/Roadmap_5G_-_VA.pdf

（二） 核心目標

根據 ARCEP 所發布的 5G 發展藍圖，整體政策核心目標包含四大項目，分別為：

1. 5G 頻譜釋照與使用
2. 促進 5G 在其他方面的運用（如：交通監測、提升能源效率等）
3. 支援新基礎建設發展
4. 確保 5G 發展過程公開透明

三、 執行方式、主協辦機關及分工

法國 5G 推動之相關機構，包括經濟財政部（Ministère de l'Économie et des Finances，MEF），負責監督領導「數位基礎建設」產業策略委員會（Industry Strategic Committee），建立 5G 及智慧應用的生態系並實施具前瞻性的計畫；電子通信與郵政監管局（Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes，ARCEP) 負責確定 5G 得以使用的頻率並釋照，同時規範技術要求，擬定分配程序及執照持有者之義務，管理頻率使用者，並設置「5G 試點（5G pilot）」窗口，讓 5G 產業價值鏈上的業者利用技術並創造嶄新的商業模式；國家頻率處（Agence nationale des fréquences，ANFR）負責先行與國際組織為頻譜協商，尤其是統一 5G 頻段的定義及技術要求，故從這些協議結果出發，建議總理國內頻段分配，具體而言，ANFR 協調國內無線電基地臺的架設、測量並確保符合大眾對無線電波的暴露限值，同時負監控市場之責，確保所有頻率使用者不會受到他人干擾；國家食品環境及勞動安全局（Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de

l’Alimentation, de l’Anvironnement et du Travail，ANSES）負責宏觀的監測，亦提供專業知識、研究及相關資訊，尤其是涉及人類健康、橫向整合健康風險計算及健康檢查等議題，必要時，考量人文社會科學之角度解決。因此，ANSES 將以 5G 技術暴露數據評估佈署後會帶來的健康風險及影響[34]。

[34] ARCEP, 2019. 5G. https://www.arcep.fr/actualites/les-communiques-de-presse/detail/n/5g-6.html

第五節、 奧地利

一、 頻譜政策監理概述

奧地利電信監理機關為奧地利電信監管委員會（the Telekom-Control-Commission，TKK）與奧地利廣電與電信管理局（Austrian Regulatory Authority for Broadcasting and Telecommunications，RTR）。TKK 自 1997 年開始以獨立監管機關身份負責監管奧地利電信市場。2003 年奧地利電信法（Austrian Telecommunications Act of 2003）中明定 TKK 負責競爭管制、無線電頻率分配、監督商業條款與條件，以及監督電信業者資費；另一項 TKK 的重要職責則是作為電子簽章監管機構。而 RTR 下轄之電信與郵政服務部門則負責協助 TKK 的運作[35]。

RTR 於 2001 年成立，由廣電媒體部門與電信與郵政服務部門所組成協助支援奧地利通訊局（Austrian Communications Authority，KommAustria）、奧地利電信監管委員會（TKK）以及郵政監管委員會（Post-Control-Commission，PCK）之相關業務。如表 3.5.1 所示，奧地利廣電與電信管理局（RTR）整合法律、技術、頻率管理、商業與經濟等各領域專家，希望確保奧地利在資訊社會中具備優勢地位，以及該國通訊市場持續有效競爭[36]。

[35] RTR, n.d. Telecom-Control-Commission. https://www.rtr.at/en/rtr/OrganeTKK
[36] RTR, n.d. About RTR. https://www.rtr.at/en/rtr/Ueberuns

表 3.5.1　奧地利頻譜政策監理機關

監理機關	說明
奧地利電信監管委員會（TKK）	負責競爭管制、無線電頻率指配、監督商業條件規範、監督電信業者收費以及審核電子簽章。
奧地利廣電與電信管理局（RTR）	➢ 頻譜管理辦公室（Office of Spectrum Management，OSM） ➢ 跨部會無線電諮詢委員會（Interdepartment Radio Advisory Committee，IRAC） ➢ 商業頻譜管理諮詢委員會（Commerce Spectrum Management Advisory Committee，CSMAC） ➢ 電信科學研究所（Institute for Telecommunication Sciences）

資料來源：本研究彙整自 TKK 與 RTR。

二、　5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

奧地利聯邦數位與經濟部（Federal Ministry for Digital and Economic Affairs，BMDW）及奧地利聯邦運輸、創新與技術部（Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology，BMVIT）於 2018 年 4 月共同發布「5G 策略：奧地利成為歐洲 5G 先鋒之路[37]（5G Strategy: Austria's Way to Become a 5G Pioneer in Europe）」，希望加速奧地利 5G 網路佈建，為奧地利公民、經濟、產業與學術領域帶來契機，並保持奧地利行動通訊產業的優勢。具體實行與推動的策略分為基礎設施策略與 5G 應用領域兩個層面，分述如下。

[37] Bvmit, 2018. 5G Strategy : Austria's Way to Become a 5G Pioneer in Europe. https://www.bmvit.gv.at/en/service/publications/downloads/5Gstrategy.pdf

1. 基礎設施（Infrastructure）策略

基礎設施策略包含頻率與基礎設施佈建相關的策略，其中頻率部分包含頻譜釋出、基礎設施建置與維護及安全性等；而設置網路與實際運作部分則包含財務、賦稅、建設申報便利化、政府核准流程、基礎設施共用、網路升級等相關議題：

（1） 頻率

- **頻率分配**
  - 依照歐盟整體時程按時分配頻譜資源；
  - 建立分配頻譜資源之法規明確性；
  - 頻率拍賣之事前諮詢；
  - 分配實驗頻率。

- **頻率使用**
  - 頻率執照使用期限；
  - 彈性化頻率使用／頻譜共用；
  - 討論基礎設施共用與頻率整合使用；
  - 釋出頻率時之建設義務。

- **安全性規劃**
  - 具備確保規劃與投資安全之頻率釋出計畫。

（2） 設置網路與實際運作

- **財務**
  - 確保公共資金使用於數位基礎設施的擴展。
  - 確保電信業者佈署 5G 基礎設施所需的資金。

- 主動通知業者光纖網路的連接點以縮減 5G 佈建成本。

- **費用、稅金**
  - 評估頻譜使用費至合理標準。
  - 減少天線及相關設備設置於公家用地及建築物租金。

- **擴大便利性**
  - 給予業者在第三方財產安裝電線或固定小型發射機的線材的權力。
  - 協助業者加強與其他政府部門的溝通合作，以便使用公共設施佈線。

- **簡化政府流程**
  - 統一聯邦與地方政府規範，允許業者在未事先授權的狀態下安裝設施（如配電箱、管道）。
  - 監管機關線上批准工程/一站式服務。

- **共用工程設施**
  - 於翻新或建設管線設施時安裝空導管（Empty Ducts）。
  - 透過共用工程設施最大程度地降低佈建工程成本。
  - 中央基礎設施資訊辦公室(Zentrale Informationsstelle für Infrastrukturdaten，ZIS)協助評估。
  - 立法加速建築批准速度。
  - 採用創新的工程程序節省成本。

- **網路升級**
  - 運用已經遍佈全國的光纖網路加速 5G 網路的佈建。

2. 5G 應用領域

為能夠即時有效地發展不同的 5G 網路應用服務，奧地利的 5G 策略共有 6 大步驟：

（1） 促進連結

奧地利聯邦數位與經濟部（BMDW）、聯邦運輸、創新與技術部（BMVIT）與內政部數位化工作小組（Digitisation Task Force）建立涵蓋產官學界的 5G 討論平臺。

（2） 國際合作

與亞洲 5G 技術先進國家（日本、韓國、中國大陸）展開合作；並透過歐盟電子通傳監理機構（the Body of European Regulators for Electronic Communications，BEREC）舉辦 5G 高峰會；創造公平競爭的平等法規框架條件；評估能相容（Compatible）5G 新科技並保證網路中立性的歐洲法規架構。

（3） 研究與發展 5G 應用

設置 5G 創新與測試研究室，促使奧地利成為具吸引力的創新合作夥伴與 5G 的領導者，預先找出 5G 商業模式與具有市場價值的 5G 應用。透過資助研究計畫發展與測試不同領域的 5G 應用。

（4） 於政府部門實施 5G 先導計畫

於 2018 年至 2022 年促進創新公共採購（Innovation Promoting Public Acquisition，IÖB）小組將在政府數位化、管理、醫療保健、能源等領域界定（Defined）並推廣可能的公部門 5G 應用。

（5） 推動 5G 區域旗艦計畫（Regional Flagship Projects）

於 2020 年前推展地方政府與企業界合作的 5G 區域旗艦計畫，以創造符合奧地利本地特色與優點的 5G 生態系。

（6） 打造 5G 試驗平臺與沙盒

對創新公司與中小企業等較無法參與國際試驗的企業而言，當地的 5G 測試工作尤為重要。透過建立 5G 測試平臺及沙盒（Test Beds and Sandboxes），新創公司與中小企業得以在符合當地的實際條件下發展 5G 應用。

（二）核心目標

奧地利希望達成下列核心目標，各階段時程與架構說明如圖 3.5.1。

1. 第一階段

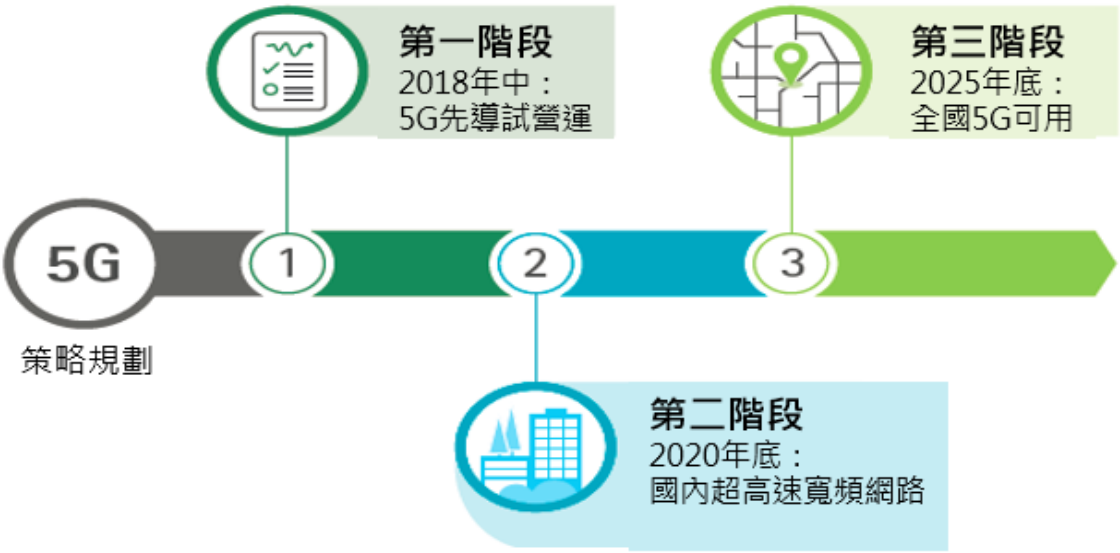
於 2018 年中實施第一個 5G 先導試營運案例。

2. 第二階段

於 2020 年底前，實現國內超高速寬頻網路（速率達 100Mbit/s），以此目標奠定國內 5G 網路擴展基礎。

3. 第三階段

2023 年底前實現 5G 服務可於主要道路使用，2025 年底時全國各地均可使用 5G 服務。



資料來源：Bvmit, 2018. 5G Strategy : Austria's Way to Become a 5G Pioneer in Europe, https://www.bmvit.gv.at/en/service/publications/downloads/5Gstrategy.pdf

圖 3.5.1　奧地利 5G 策略規劃

三、　執行方式、主協辦機關及分工

以奧地利聯邦運輸、創新與技術部（BMVIT）為主，負責 5G 頻譜相關之計畫，包含頻譜分配、先進技術計畫、及政府 5G 應用；奧地利聯邦數位與經濟部（BMDW）則負責國際合作案、國內旗艦計畫與大型活動之協調。

奧地利電信監管委員會(TKK)與奧地利廣電與電信管理局(RTR)為實施機關將提出 5G 頻譜分配計畫；奧地利研究促進署（Austrian Research Promotion Agency，FFG）挑選及研究國內外先進 5G 科技；促進創新公共採購小組（Innovationsfördernden Öffentlichen Beschaffung，IÖB）挑選合適的 5G 科技，並加速政府數位化，執行計畫與時程整理如表 3.5.2：

表 3.5.2　奧地利 5G 執行計畫時程及機關表

編號	措施	負責部門（主辦/協辦）	實施機關	時間範圍
1	創設 5G 討論平臺	BMVIT/BMDW	TKK/RTR 分配 5G 相關頻譜	2018 年
2	與 5G 技術先進國家合作	BMDW/BMVIT	FFG	2018 下半年
3	奧地利 5G 高峰會	BMVIT/BMDW	BMVIT	2018 下半年
4	BEREC 輪值主席：評估歐洲 5G 法律框架	BMVIT/BMDW	RTR	2018 下半年
5	5G 研究資助計劃	BMVIT/BMDW	FFG	2018 年
6	靈活使用頻譜資源/共網管理	BMVIT/BMDW	FFG	2018/2019 年
7	政府機關 5G 應用試驗	BMVIT/BMDW	IÖB	2018-2022 年
8	5G 區域旗艦計畫	BMDW/BMVIT	FFG	-2020 年
9	郊區及城市 5G 測試平臺及沙盒	BMDW/BMVIT	州/城市政府	2018/2019 年
10	將大型活動作為 5G 測試環境	BMDW/BMVIT	活動舉辦者	-2019 年

資料來源：Bvmit, 2018. 5G Strategy：Austria's Way to Become a 5G Pioneer in Europe (p37). https://www.bmvit.gv.at/en/service/publications/downloads/5Gstrategy.pdf

第六節、 美國

一、 頻譜政策監理概述

美國電信事業基本上依據聯邦法、州法以及法院判例規範之。屬聯邦業務者，由聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission，FCC）依據1934年通訊法（Communications Act of 1934）、1996年電信法（Telecommunications Act of 1996）掌理通訊傳播監理相關事宜，主要包含非聯邦使用的頻譜管理（不含聯邦政府使用的頻譜，即州、地方政府、商用、私人內部業務與個人使用）、基地臺執照、相關監理規則、以及對州際和國際電信事業進行監理相關事宜。屬各州業務者，則分別由各州公用事業委員會（Public Service Commission / Public Utilities Commission，PSC / PUC）掌理電信事業等公用事業。商務部（the Department of Commerce）國家電信資訊署（National Telecommunications and Information Administration，NTIA）則是作為總統主要諮詢機關，提供資通訊政策建議，並掌理聯邦政府部門所使用的頻譜管理業務。司法部（Department of Justice，DOJ）主要監理電信市場有無托拉斯行為；至於聯邦交易委員會（Federal Trade Commission，FTC）則是在公平競爭或消費者保護方面有所關聯。除此之外，有關國際協調者，則由國務院（Department of State，DOS），有關通商問題者，則由美國通商代表部（Office of the U.S. Trade Repre-sentative，USTR）分別執掌相關權責[38]（表3.6.1）。

[38] 因篇幅限制，各相關部門之執掌權限，詳請參見劉柏立，2004 年 12 月。因應技術匯流發展相關法規之修訂研究，交通部電信總局委託研究。

表 3.6.1　美國 FCC 與 NTIA 頻譜管理組織架構

監理機關	說明
聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission，FCC）	工程技術辦公室（Office of Engineering and Technology's，OET）
國家電信與資訊管理局（National Telecommunications and Information Administration，NTIA）	➢ 頻譜管理辦公室（Office of Spectrum Management，OSM） ➢ 跨部會無線電諮詢委員會（Interdepartment Radio Advisory Committee，IRAC） ➢ 商業頻譜管理諮詢委員會（Commerce Spectrum Management Advisory Committee，CSMAC） ➢ 電信科學研究所（Institute for Telecommunication Sciences）

資料來源：本研究彙整自 FCC、NTIA。

二、　5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

美國 FCC 於 2018 年 9 月發布「5G Fast 計畫[39]（the FCC's 5G Fast Plan）」，該計劃包含三大核心政策：1.釋出頻譜資源於商業應用、2.提升基礎建設政策、3.現代化的法規調適。隨後，美國總統川普於 2018 年 10 月簽署「為美國未來永續發展的頻譜戰略總統備忘錄（Presidential Memorandum on Developing a Sustainable Spectrum

[39] FCC, 2018. The FCC's 5G Fast Plan. https://www.fcc.gov/document/fccs-5g-fast-plan

Strategy for America's Future）[40]」要求相關部會迅速採取具彈性且可預測的頻譜政策。而在今（2019）年 6 月 FCC 也宣佈將編列 204 億美元規模成立「Rural Digital Opportunity Fund」，提供美國偏遠地區 400 萬戶家庭及小企業接取高速寬頻網路[41]，積極完善美國全國網路基礎環境。美國積極佈署 5G 網路不僅能提升全美網路接取效能，預估將創造 300 萬個就業機會、提升私人投資金額達 2,750 億美元，並增加 5,000 億美元的經濟成長。

（二）核心目標

美國 FCC 於 2018 年 9 月發布「5G Fast 計畫[42]（the FCC's 5G Fast Plan）」，係為使美國於下世代的 5G 無線行動通訊取得領先地位，並發展先進通訊技術，提供更快速、低延遲的無限寬頻服務，及完善物聯網與創新應用服務發展的基礎環境。該計劃包含三大核心政策：1.釋出頻譜資源於商業應用、2.提升基礎建設政策、3.現代化的法規調適。而 FCC 主席 Ajit Pai 也表示：「前瞻性的頻譜政策、現代化的基礎設施政策，與基於市場的網路監理係為實現未來 5G 環境的核心」（圖 3.6.1）。

[40] PRESIDENTIAL MEMORANDA，Presidential Memorandum on Developing a Sustainable Spectrum Strategy for America's Future，2018。https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-developing-sustainable-spectrum-strategy-americas-future/

[41] THE PRESIDENT，Remarks by President Trump on United States 5G Deployment，2019。https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/remarks-president-trump-united-states-5g-deployment/，（點閱日期：2019/06/22）。

[42] FCC, 2018. The FCC's 5G Fast Plan. https://www.fcc.gov/document/fccs-5g-fast-plan

"Forward-thinking spectrum policy, modern infrastructure policy, and market-based network regulation form the heart of our strategy for realizing the promise of the 5G future." – FCC Chairman Pai

資料來源：FCC, 2018. The FCC's 5G Fast Plan.

圖 3.6.1　美國 5G 環境實現的核心政策

三、　執行方式、主協辦機關及分工

FCC 發布之「5G Fast 計畫[43]（the FCC's 5G Fast Plan）」，共包含釋出頻譜資源於商業應用、提升基礎建設政策、現代化的法規調適三大核心目標，其執行方式詳述如下。

（一）美國 5G 政策核心一：頻譜資源於商業應用

前瞻性的頻譜政策是下世代無線網路發展的關鍵，FCC 目前正積極專注於釋出額外的頻段（包含低中高頻）提供 5G 服務使用。

頻譜（Spectrum）係為行動無線通訊服務的關鍵資源，為既有業者與潛在新進業者擴大通訊服務頻寬或發展通訊網路的基礎。既有業者需要額外的頻寬以增加其服務的容量，同時新進業者也須要頻寬以擴展其地理範圍。此外，消費者對於行動數據的需求不斷擴大，也導致通訊服務提供者更多的頻譜資源需求。

不同頻段的頻譜具有不同傳播特性，也對頻譜的佈建與應用方式產生影響。低於 1GHz 的頻段（Low-Band Spectrum）適用於長距離網路佈建，穿透性較強的特性，可在高樓林立的都市、建築物中進行傳播；而高於 1GHz 的頻段（Mid- or High-Band Spectrum）則適於大訊息量的傳輸。

[43] FCC, 2018. The FCC's 5G Fast Plan. https://www.fcc.gov/document/fccs-5g-fast-plan

根據 the Spectrum Frontiers Order[44]，FCC 注意到在通訊傳播技術進步下，行動通訊已可使用高於 24GHz 與 mmWave 等超高頻段（Ultra-High Frequency Bands）提供通訊服務。另根據 the Mid-Band Spectrum NOI[45]，FCC 觀察到 3.7GHz 到 24GHz 之間的頻段，可以達到覆蓋率與容量的平衡，使得電信業者能為村落、偏鄉與服務缺乏的地區佈建新的、或提升無線通訊服務（表 3.6.2）。

表 3.6.2　美國 5G 頻譜釋照政策規劃

頻段	政策說明
高頻 High-Band	在 5G 頻譜釋照上，美國最優先執行的頻段為高頻與 mmWave 頻譜。首波 5G 頻譜釋照於 2018 年啟動，包含 28GHz 與 24GHz 頻段[46]，其中「28GHz 競標作業（Auction 101[47]）」已於 2019 年 1 月 24 日完成，「24GHz 競價作業（Auction 102[48]）」則於 2019 年 5 月 28 日完成；而 FCC 也將進一步於 2019 年 12 月 10 日展開 37 GHz、39 GHz 與 47 GHz 的頻譜釋照[49]。 透過 2018 年與 2019 年的頻譜釋照，FCC 總共將釋出近 5GHz 的 5G 頻段，高於其他可彈性使用的頻段。而 FCC 目前也持續規劃 26GHz 與 42GHz[50]，共 2.75GHz 的頻譜釋出。
中頻 Mid-Band	鑒於中頻段介於低頻與高頻間的覆蓋範圍與容量特性，為 5G 的拓展目標頻段。因此，FCC 也積極開展 2.5 GHz、3.5 GHz 與 3.7-.2 GHz 頻段的釋照工作，提供 844 MHz 的可用頻寬提供 5G 發展使用。
低頻 Low-Band	FCC 目前正致力於改善 600 MHz、800 MHz 和 900 MHz 頻段，以提升頻譜的使用效率與更廣泛的通訊覆蓋率。
免執照頻段 Unlicensed	免執照頻譜是 5G 使用的重要頻段。FCC 也致力發展下世代 Wi-Fi 於 6 GHz 及 95 GHz 以上的頻譜使用。

資料來源：本研究彙整自 FCC, 2018. The FCC's 5G Fast Plan. https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354326A1.pdf

[44] FCC, 2016. Spectrum Frontiers Order, 31 FCC Rcd at 8020, paras. 6-7. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-16-89A1.pdf
Sheppard Mullin, 2016. Hailing on All Frequencies: The FCC Releases the Spectrum Frontiers Order.
[45] Mid-Band Spectrum NOI, at 3-4, para. 6.
[46] FCC Establishes Procedures for First 5G Spectrum Auctions 28 GHz Auction Scheduled to Commence on November 14 https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-353228A1.pdf
[47] FCC, 2018. Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz https://www.fcc.gov/auction/101
[48] FCC, 2018. Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHzhttps://www.fcc.gov/auction/102
[49] FCC, 2018. FCC Proposes Steps Towards Auction of 37 GHZ, 39 GHZ, and 47 GHZ Bands https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-353229A1.pdf
[50] FCC, 2018. FCC Takes Next Steps to Make High-Band Spectrum Frontiers Available for 5G https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-351388A1.pdf

（二）美國 5G 政策核心二：基礎設施政策

FCC 正研提更佳的基礎設施政策，以鼓勵私有企業對 5G 的投資，包含：

1. 加速聯邦政府對 Small Cells 的審查（Review）[51]

FCC 採用新的規則，以減少聯邦政府對於 Small-Cell 基礎建設佈署的監理障礙，有助於擴大 5G 涵蓋，以提供更快速更穩定的無線通訊服務。

2. 加速州與地方政府對 Small Cells 的審查（Review）[52]

FCC 完成舊有監理規則的革新，納入 Small Cells 相關規則，排除 5G 佈署的監理障礙，並提供各州與地方政府合理時限，進行 Small Cells 站臺佈建審核。

（三）美國 5G 政策核心三：現代化的法規調適（Modernizing Outdated Regulations）

FCC 正在進行現代化的法規調適，以促進 5G 骨幹網路的佈建，以及維護民眾數位機會，包括：

1. 恢復網際網路自由（Restoring Internet Freedom）[53]

[51] FCC, 2018. FCC Acts to Speed Deployment of Next-Gen Wireless Infrastructure https://www.fcc.gov/document/fcc-acts-speed-deployment-next-gen-wireless-infrastructure

[52] FCC, 2018. Carr Announces Next 5G Order in Indiana Statehouse Speech Plan Cuts Small Cell Costs; Events Include State Senator, Congressional Leaders, and Mayor https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-353927A1.pdf

[53] FCC, 2017. Releases Restoring Internet Freedom Order. https://www.fcc.gov/document/fcc-releases-restoring-internet-freedom-order

為了領導全球 5G，美國需要鼓勵投資和創新，同時保護網際網路的開放性與自由。故 FCC 發布恢復網際網路自由令（the Restoring Internet Freedom Order），為網際網路供應商制訂一致的國家政策。

2. One-Touch Make-Ready[54]

FCC 更新了有關新的網際網路設備連結到電線桿（Utility Poles）的管理規則，以降低成本並加快 5G 骨幹網路的佈署。

3. 加速網際網路轉型（Speeding the IP Transition）[55]

FCC 修訂相關規範，使企業能夠投資下世代網路與服務，加速網際網路轉型。

4. 商業數據服務（Business Data Services）[56]

為了刺激現代光纖網路的投資，FCC 提升適當的網路速率規則，以提升高速與專用服務（High-Speed, Dedicated Services）。

5. 供應鏈的完整性（Supply Chain Integrity）[57]

FCC 已提議禁止納稅人向會對美國通訊網路或通訊供應鏈會造成國家安全的公司購買設備或服務。在主協辦機關及分工上，美國電信事業屬聯邦業務，依據 1934 年通訊法（Communications Act of 1934）、1996 年電信法（Telecommunications Act of 1996），由 FCC 主管通訊傳播監理相關事宜，執行業務主要包含非聯邦使用的頻譜管理（不含聯邦政府使用的頻譜，即州、地方政府、商用、私人內部業務與個人

[54] FCC, 2018. FCC Speeds Access to Utility Poles to Promote Broadband, 5G Deployment. https://www.fcc.gov/document/fcc-speeds-access-utility-poles-promote-broadband-5g-deployment
[55] FCC, 2017. FCC Streamlines Rules to Speed Transition to Modern Broadband Networks. . https://www.fcc.gov/document/fcc-acts-enable-investment-next-generation-networks-0
[56] FCC, 2017. Business Data Services Report and Order. https://www.fcc.gov/document/business-data-services-report-and-order
[57] FCC, 2018. FCC Proposes to Protect National Security Through FCC Programs https://www.fcc.gov/document/fcc-proposes-protect-national-security-through-fcc-programs-0

使用）、基地臺執照、相關監理規則、以及對州際和國際電信事業進行監理相關事宜。

5G Fast Plan 雖由 FCC 所提出並主要執行，但在業務執行上仍需與相關單位進行溝通協調，如於頻譜政策上，頻譜釋出須與 NTIA 及其他政府機構協調頻譜之重整與釋出，以釋出額外的頻段（包含低中高頻）提供 5G 服務使用；基礎設施政策上，FCC 進行監理法規、規則調適，以鼓勵業者對 5G 投資，加速由聯邦政府與州、地方政府進行的 Small Cells 基地臺審查。

第七節、 日本

一、 頻譜政策監理概述

日本為確保頻譜的公平與有效利用，增進公共福祉，由總務省依據電波法管理頻譜資源[58]，舉凡頻譜的釋照、活用、監理等相關政策，皆以總務省為主管機關。除了頻譜資源管理之外，資通訊政策的訂定與執行也由總務省負責，總體而言，總務省所職掌的 ICT 政策涵蓋：ICT 成長戰略、促進 ICT 活用、ICT 地方活化、電信政策、傳播政策、頻譜資源有效利用、推動研究開發與標準化、國際合作與國際發展、消費者保護、紛爭處理等[59]。

日本行動寬頻釋照母法為電波法，相關法規尚包含：電波法施行令、電波法關係手續費令（電波法関係手數料令）、電波法施行規則、無線電臺執照手續規則（無線局免許手続規則）、無線設備規則等；頻譜的配置則根據電波法第 26 條記載於頻譜分配計畫（周波數割當計畫）等。

為因應 5G 發展，總務省積極修訂相關法規，包含電波法施行規則、無線設備規則、特定無線設備的技術基準適合證明等相關規則（表 3.7.1）。

[58] 総務省，n.d.。周波数割当てプロセス。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/process/index.htm
[59] 総務省，n.d.。情報通信（ICT 政策）。http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/index.html

表 3.7.1　日本因應 5G 改正之省令、告示

相關法規	修正條文	修正內容
電波法施行規則	第 15 條之 3	追加特定無線電臺的無線設備的規格，在包括登錄相關的無線電臺對象中納入 5G 陸上行動無線電臺
無線設備規則	第 49 條之 6 之 12 第 1 項規定 Sub6、第 2 項規定毫米波頻段	追加「單載波頻分多址方式或正交頻分多址方式行動無線通信」，定義 SC-FDMA/OFDMA，作為「5G」的多工化/多元接續方式
特定無線設備的技術基準適合證明等相關規則	第 2 條第 1 項第 11 號之 29 至 32	追加包含未滿 6GHz 的基地臺及行動無線電臺，又毫米波頻段的基地臺行動無線電臺，共 4 種特定無線設備
周波數分配計畫	-	在相關頻段追加「一般業務」等

資料來源：總務省，2018。5G 実現に向けた進捗状況について。

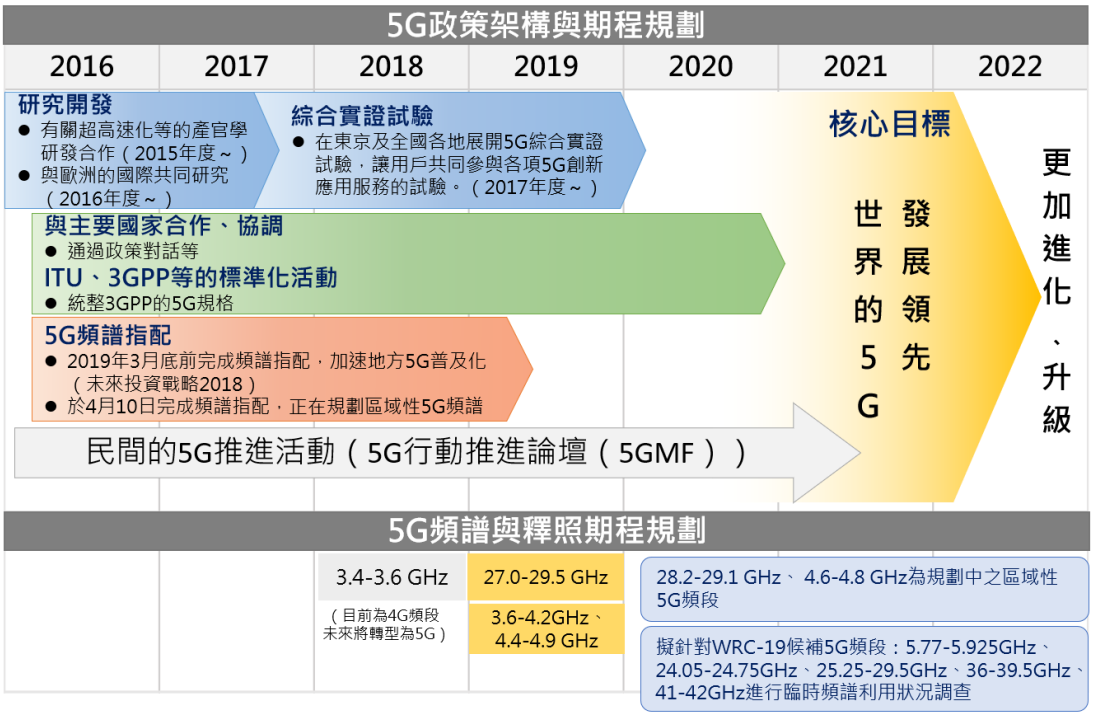
http://www.soumu.go.jp/main_content/000587659.pdf

除此之外，總務省也制定 5G 的技術條件新告示，決定相鄰頻道洩漏、混附發射或不必要發射的強度等；亦在電波法施行規則、無線設備規則、特定無線設備的技術基準適合證明相關規則等，並削除 28GHz 頻段中的 27.0-27.5GHz「準毫米波頻段低功率數據通信系統」。

二、　5G 推動策略架構與核心目標

（一）　5G 推動策略架構

日本 5G 推動策略以 ICT 成長戰略作為願景，配合 2020 年在東京舉行夏季奧林匹克運動會（以下簡稱東京奧運）發展 5G 技術與相關戰略，如圖 3.7.1 所示。



資料來源：本研究繪製，參考総務省，2018。２０２０年の５Ｇ実現に向けた取組。http://www.soumu.go.jp/main_content/000593247.pdf

圖 3.7.1　日本 5G 政策期程規劃

2014 年日本即成立 5G 行動推進論壇（Fifth Generation Mobile Communication Promotion Forum，以下簡稱 5GMF）開始在民間推展 5G；2015 年開始針對實現 5G 所需的技術進行研究開發，並強化國際合作與標準化制定活動的參與；2016 年起檢討 5G 頻段的規劃；2017 年起針對物流、體育等各領域的具體利用情境等，開始進行用戶參與的綜合實證試驗，不只在首都東京也在日本各地方施行。於 2019 年 4 月完成 5G 全國性頻譜指配後，將預計於 2020 年正式展開 5G 商用化。

（二） 核心目標

日本 5G 政策核心目標為「發展領先世界的 5G」，四大策略包含：1. 推動研發與綜合實證試驗、2. 強化國際協調合作、3. 訂定 5G 頻譜政策、4. 推進民間的 5G 活動，執行方式詳述如後。

三、 執行方式、主協辦機關及分工

日本各項 5G 策略之內涵、執行方式與分工情形，分述如下：

（一） 推動研發與綜合實證試驗

日本自 2015 年開始進行 5G 相關研究開發，由總務省主導，以產官學合作的方式，針對超高速化等 5G 技術進行研發。2016 年起，開始與歐洲合作進行國際的共同研究。而為使 5G 研究成果擴及國民生活，自 2017 年起即開始在東京及全國各地展開 5G 綜合實證試驗，讓用戶共同參與各項 5G 創新應用服務的試驗。

（二） 強化國際協調合作

日本政府與世界主要國家進行國際合作與協調，同時也積極參與國際組織 ITU 與 3GPP 等標準化制定活動。

（三） 訂定 5G 頻譜政策

日本總務省於情報通信審議會成立新的委員會，研擬 5G 頻譜使用，並整合相關頻譜策略；此外也測定各 5G 頻段所需要的技術條件。

（四） 推進民間的 5G 活動

日本於 2014 年 9 月 30 日成立 5G 行動推進論壇（5GMF），由電信業者、設備商等 42 家企業、大學與研究機構、總務省等共 125 個單位組成[60]，進行 5G 相關研發與標準化調查研究、5G 相關資訊蒐集與交換、5G 相關機關與機構溝通平臺、5G 宣導等，主責協助民間 5G 相關活動的推展。

[60] 5GMF，2014。第 5 世代モバイル推進フォーラム　設立総会。https://5gmf.jp/event/20140930085120/

第八節、 韓國

一、 頻譜政策監理概述

韓國無線頻譜規劃與監理機關為韓國科學技術情報通訊部（Ministry of Science and ICT，MSIT），MSIT 負責韓國原子能、創新科學與通訊科技技術政策的制定、統整與調配。根據「無線電波法[61]（전파법）」第 10 條，MSIT 得根據不同用途分配指定頻段予符合下列條件的業者：

根據「電信業務法[62]（전기통신사업법）」第 5 條第 2 項透過設置或使用電信線路設備提供定期通訊業務之電信業者；

符合「廣播電視法[63]（방송법）」第 2 條第 2 項第 2 款之綜合有線電視業者[64]或是同條第 13 項傳輸網路業者[65]。

考量相關頻段分配對於各業者的影響，對於可申請分配的頻段範圍、頻段用途及技術等事項，則由總統命令訂定並公告。為避免獲配頻段的業者與總統命令訂定的特殊關係者[66]壟斷無線電資源，並維持適當競爭水準，MSIT 可依總統命令施予附加條件。

---

[61] 韓國國家法律訊息中心，2018。전파법。
http://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A0%84%ED%8C%8C%EB%B2%95

[62] 韓國國家法律訊息中心，2019。전기통신사업법。
http://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A0%84%EA%B8%B0%ED%86%B5%EC%8B%A0%EC%82%AC%EC%97%85%EB%B2%95

[63] 韓國國家法律訊息中心，2018。방송법。
http://www.law.go.kr/LSW/lsLinkProc.do?&lsNm=%EB%B0%A9%EC%86%A1%EB%B2%95&chrClsCd=010202&mode=20#

[64] 綜合有線電視業者係指管理、營運綜合有線電視臺（意指為了營運多頻道的有線電視臺設備及其雇員之總稱），並使用傳輸、線路設備進行播出之業者。

[65] 傳輸網路業者係指將廣播節目自綜合有線電視業者傳輸給觀眾，而設置及營運有線、無線的傳輸、線路設備之業者。

[66] 特殊關係者係指符合「壟斷監管和公平貿易法（독점규제 및 공정거래에 관한 법률 시행령）」第 11 條之規定者

二、 5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

隨著 5G 通訊時代到來，韓國政府開始全面發展行動通訊服務與 5G 相關產業。2019 年 4 月 8 日，包含 MSIT 在內的 10 個政府部門發布「韓國 5G+戰略[67]（5G+ 전략）」，預計將於公私部門投資超過 30 兆韓元，期望於 2022 年建立全國 5G 網路，並在 5G 的基礎上培植新的服務及產業。

為最大化 5G 商轉的效果，韓國政府積極支持以 5G 為基礎的新興產業發展，透過 5G 的數位轉換及智慧創新，推動新興的 First-Mover 產業模式及服務。「5G+戰略」提出三大推動方向包含：

1. 建設 5G+戰略產業聚焦支援系統

考量 5G 的活用性、全球市占率、國內競爭力、政策支持的必要性及可能性等，透過「5G+戰略」選定重點投資的 10 大核心產業，包含網路設備、次世代（5G）智慧型手機、VR 與 AR 設備、穿戴式裝置、智慧型閉路電視（Closed Circuit Television，CCTV）、未來型無人機、連網機器人、5G V2X、資訊安全、邊緣運算等；以及 5 大核心服務，包含沉浸式內容（Immersive Content）、智慧工廠、無人駕駛車、智慧城市、數位醫療保健等。韓國「5G+戰略」10 大核心產業與 5 大核心服務的政策目標彙整如下表 3.8.1。

[67] 韓國中央行政機關，2019。5G+ 전략。
http://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156325462&call_from=seoul_paper

表 3.8.1　韓國 5G+戰略施行計畫政策目標

1	**網路設備**
政策目標	● 2026 年 5G 行動通訊網路設備市占率 20% – 行動通訊網路設備：大型基地臺、小型基地臺、交換機等
2	**次世代智慧型手機**
政策目標	● 5G 智慧型手機達成市占率第 1（2026 年達成 30%） – 5G RF 市占率進入前兩名（2026 年達成 20%）
3	**VR、AR 設備**
政策目標	● 2026 年以 5G 為基礎的 VR、AR 設備市占率達 26%
4	**穿戴式裝置**
政策目標	● 2026 年以 5G 為基礎的穿戴式裝置市占率達 12% – 4 種以上 5G 聯繫用穿戴式裝置普及與育成超過 6 個專門企業
5	**智慧型 CCTV**
政策目標	● 2026 年以 5G 為基礎的智慧型 CCTV 市占率達 10% – 建立災難、安全領域等以 5G 為基礎的智慧型 CCTV 專用新市場 ● 公部門透過密切使用 5G CCTV 來加強國家安全基礎設施
6	**未來型無人機**
政策目標	● 2026 年以 5G 為基礎的無人機市占率達 7%
7	**連網機器人**
政策目標	● 2026 年以 5G 為基礎的連網機器人市占率達 25%
8	**5G V2X**
政策目標	● 2026 年 5G V2X 終端市占率達 42%
9	**資訊安全**
政策目標	● 2026 年 5G 相關資訊安全生產額達 4.7 兆韓元 ● $5G^{+}$各核心產業的資訊安全模型普及 ※2023 年起適用、擴大於民間主導 ● 2024 年前育成 10 個 $5G^{+}$核心服務等融合安全專門選定企業
10	**邊緣運算**
政策目標	● 2026 年邊緣運算市占率達 10%
11	**沉浸式內容**
政策目標	● 2023 年前建立 10 個全球 5G 沉浸式內容 ● 2023 年前育成 100 個沉浸式內容專門企業（2026 年育成 120 個）
12	**智慧工廠**
政策目標	● 5G 智慧工廠的解決方案為引進 1,000 個中小企業（2020-2022 年）
13	**無人駕駛車**
政策目標	● 2026 年前普及、推廣 5 個以 5G 為基礎的無人駕駛服務

<table>
<tr><td>14</td><td colspan="4">智慧城市</td></tr>
<tr><td>政策目標</td><td colspan="4">● 引入及推廣 15 種以 5G 為基礎的智慧城市公共服務（-2024 年）<table><tr><td>區分</td><td>2020 年</td><td>2023 年</td><td>2024 年</td></tr><tr><td>內容</td><td>都市安全、事故預防等核心智慧城市服務 3 種</td><td>智慧港口、智慧車站（Smart Railway Station）等社會資本（SOC）智慧化 7 種</td><td>「地方政府+ICT 企業」提案課題 5 種</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>15</td><td colspan="4">數位醫療保健</td></tr>
<tr><td>政策目標</td><td colspan="4">● 提供數位醫療保健國民體感服務（2020-2024 年）
– 2024 年前推動地方消防部門、醫療機構普及 5G 急救服務達 30%
– 2025 年前推動建立以 5G 為基礎的數位核心醫院平臺
– 開發初級醫療機構用國民生活緊密型服務（10 大常見疾病）</td></tr>
</table>

資料來源：韓國中央行政機關，2019。「5G+ 전략」실행계획(안)。

http://www.korea.kr/common/download.do?fileId=187012451&tblKey=GMN

2. 在民間單位與政府合作的基礎上，建立過去及未來的產業共同發展模式

透過民間單位與政府合作，以「早期建設基礎設施」、「推廣新服務與設備」、「振興市場」的階段性措施，建立良好循環的產業生態系統。

3. 振興 5G 服務，建立安全的使用環境

於 5G 大連結環境，建構最安全的 5G 使用環境，強化預防網路安全威脅、通信災難等因應系統。

韓國政府期望透過「5G+戰略」實現創新與成長，計劃於 2026 年

以 10 大戰略核心產業為基礎創造 180 兆韓元（約新臺幣 4.9 兆元[68]）的產值，並攻佔全球市場，同時創造 60 萬個就業機會，並進一步取得全球市場優勢地位。

為達政策目標，該戰略提出五項推行策略，分述如下。

（1） 透過公共投資改善初期市場及國民生活品質

- 於公共服務領域優先導入使用 5G 應用確認需求，為 5G 的初期市場作準備，發展 5G 結合服務的商業模式。
- 將 5G 技術及基礎設施引入公共服務領域，使全民都能感受到 5G 的益處，同時提升民眾的生活品質。

（2） 建立測試平臺並推動產業進步，擴大民間投資

- 建設測試及展示用途的 5G 終端基礎設施，使韓國成為世界級的 5G 測試平臺。
- 支持中小型企業技術商用化、推動 5G 內容市場，透過 5G 提升中小型企業與核心產業的生產力及創新能力。

（3） 支援 5G 服務以及用戶保護

- 為使國民能利用 5G 多樣化的新服務及推動新興產業，建立通訊與無線電波制度，推動 5G 結合新技術及服務規範創新。
- 透過強化網路安全、通訊網路穩定性等建立最安全的 5G 使用環境。

（4） 透過創建產業基礎，培育世界級的核心產業與人才

- 為提升競爭優勢，確保領先技術、培育資訊安全產業、支援

[68]以 2018 年我國與韓國通貨之年匯率 1,100.6KRW/USD 計算。
中央銀行，n.d.。我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料 https://www.cbc.gov.tw/public/Attachment/953117142271.pdf

創業及人力養成等，建構領先全球市場的生態系統。

（5） 支援海外推動，擴張實現 5G 全球化的技術及服務

- 透過引領全球 5G 標準化，使韓國搶佔技術優勢，以世界最初 5G 商用化的經驗，加速全球發展。

（二）5G 核心目標

「5G+戰略」核心目標羅列如下，

1. 確保次世代競爭優勢；
2. 擴大國內外市場，協助中型企業創新；
3. 尋求和投資有效的營利模式；
4. 振興市場並擴大民間投資。

三、 執行方式、主協辦機關及分工

為推動「5G+戰略」，韓國政府與民間單位共同成立「5G+工作委員會」，並於 2019 年 5 月 31 日進行第一次的會議。5G+工作委員會由韓國科學技術情報通訊部第二次長作為主任委員，與 10 個政府相關單位部、局長以及 18 名民間委員共 29 名委員所組成，並針對 5G+戰略產業育成等有效施行 5G+戰略之方案進行討論。會議重點則特別放在培育 5G+戰略產業、制定民間單位與政府單位的合作措施，以及針對早期市場推動的刺激投資及解決困難。

非公開的第一次會議中，5G+工作委員會針對政府所提出的「5G+戰略執行計畫案」進行報告，並對於 2019 年下半年主要計畫案以及

5G+戰略產業推動計畫案進行討論。5G+戰略各項目推動時程及分工如表 3.8.2 所示。

表 3.8.2　韓國 5G+戰略各項目推動時程

項目名稱	推動時程	相關部門
1. 公共投資		
1-1. 5G+ 核心服務展示、推廣		
(1)5G+ 核心服務展示	2018-2021	
-實感內容、智慧工廠、無人駕駛車、智慧城市	2018-2020	MSIT
-數位醫療保健（緊急醫療系統）	2019-2021	MSIT、衛生福利部、消防廳
(2)5G+ 核心服務傳播、推廣	2021-2025	
-5G+ 創新項目推動	2021-2025	MSIT、文化部、中小初創企業部、工業部、交通及建設部、內政部、衛生福利部等
-5G+ 創新中心設立	2021-	MSIT
1-2. 支援公共需求的產生		
(3)支持安全且高效率的社會資本（SOC）管理	2020-2023	
-（基礎設施）5G+智慧 SOC-ICT 計畫推動	2020-	MSIT、交通及建設部
-（生活設施）以 5G 為基礎的數位孿生（Digital Twin）應用	2020-	MSIT
-（老舊核電廠）以 5G 為基礎的安全性拆除核電廠	2020-2023	工業部
(4)根據公共需求建立 5G 設備市場	2019-	
-（機器人）以 5G 為基礎的公共服務機器人進行測試工作	2020-2023	MSIT、工業部
-（無人機）5G 無人機技術開發、測試	2019-	MSIT、交通及建設部、工業部
-（CCTV）以 5G 為基礎的 CCTV 開發、示範服務	2020-	MSIT
1-3. 引入 5G 公共服務來改善生活品質		
(5)推動 5G+ 生活計畫	2021-	MSIT 及相關部門
(6)以 5G 為基礎引入即時遠端合作	2020-	衛生福利部
(7)現場中心福利管理及改善殘疾人士照護	2020-	衛生福利部
1-4. 建立以 5G 為基礎的智慧城市		
(8)以 5G 為基礎建立智慧城市的基礎	2019-	交通及建設部
(9)5G 智慧城市展示、示範	2019-	交通及建設部
2. 擴大民間投資		

2-1. 擴大稅收、投資支援		
(10)5G 網路投資	2019-	財政部、MSIT
(11)連接現有投資企業	2019-	中小初創企業部、金融監督管理委員會
(12)建立投資基金	2019-	MSIT
2-2. 建立 5G 測試、示範基礎設施		
(13)建立 5G 測試平臺	2019-	MSIT、交通與建設部
-5G 終端	2019-	MSIT
-5G 網路設備	2020-	MSIT
-5G 車輛通訊（V2X）	2019-	MSIT、交通與建設部
-5G 無人機	2020-	交通與建設部、MSIT
-邊緣運算	2020-	MSIT
(14)舉辦 5G 無人駕駛車、無人機大賽	2019-	工業部
(15)建構松坡地區的行動網路	2020-2025	MSIT
2-3. 推動中小型企業的 5G 技術商業化		
(16)網路設備研發擴張及雙贏合作	2019-	MSIT
(17)開發及推廣 5G 通用模式	2019-	MSIT
(18)擴大研發購買條件	2019-	中小初創企業部
2-4. 支援推動 5G 內容市場		
(19)推動 5G 旗艦內容計畫	2019-	MSIT
(20)5G 內容開發及建立國際據點	2019-	MSIT、文化部
2-5. 支持主要產業的生產力創新		
(21)支援建立 1000 個 5G 工廠	2020-2022	中小初創企業部、MSIT
(22)建立以 5G 為基礎的大連結智慧造船廠	2020-2026	工業部、MSIT
(23)建立智慧海運物流系統	2019-	工業部、MSIT、中小初創企業部
(24)建立以 5G 為基礎的紡織廠	2020-	工業部
(25)履行最佳可再生能源產電系統	2020-2023	工業部
(26)製造領域的 AR 服務演示	2020-	工業部、中小初創企業部
3. 系統維護		
3-1. 通訊費率及系統維護		
(27)改善 5G 通訊費率	2019-	MSIT
(28)通訊系統維護	2019-	MSIT
3-2. 擴大無線電波資源及法規改善		
(29)擴大 5G 頻率供給	2019-	MSIT
(30)改善對無線電波資源利用的規則	2019-	MSIT
3-3. 建立最安全的 5G 使用環境		
(31)確立網路安全預防系統	2019-	MSIT
(32)強化通訊網路安全性	2019-	MSIT
3-4. 更新 5G 整合服務規定		

(33) 改善規定沙箱連結的規定	2019-	MSIT、交通與建設部及相關部門
(34) 改善示範連結的規定	2019-	交通與建設部、MSIT 及相關部門
(35) 建立完善的位置情報產業規定	2019-	KCC
3-5. 消除數位落差及使用者保護		
(36) 擴展智慧資訊社會的資訊接收性	2019-	MSIT、KCC
(37) 加強弱勢族群對於行動、智慧資訊服務的活用	2019-	MSIT、KCC
(38) 強化保護 5G 使用者	2019-	KCC
4. 創建產業基礎		
4-1. 確保全球技術領先		
(39) 次世代設備核心技術開發	2019-	工業部、MSIT
(40) 為了未來市場市占率進行技術領先開發	2020-	MSIT
4-2. 強化情報安全產業競爭力		
(41) 支持確保 5G 安全技術領先	2019-	MSIT
(42) 為因應 5G 整合服務，建立安全產業基礎	2019-	MSIT
4-3. 建立「5G⁺韓流」基礎		
(43) 加強對韓流內容的技術開發支援	2019-	文化部
(44)「5G⁺韓流」內容及服務的開發、擴散	2019-	文化部
4-4.推動 5G 創業及人才培育		
(45) 建立以 5G 為基礎的新產業創業生態系	2019-	中小初創企業部、MSIT
(46) 建立 5G 人才養成系統	2019-	MSIT、文化部
5. 支持海外擴張		
5-1. 推動 5G 服務全球化		
(47) 加強支援大、中小型企業及跨國合作企業	2020-	MSIT
(48) 開發 5G 商品、服務並推廣至海外	2019-	MSIT
5-2. 引領全球 5G 標準化		
(49) 因應 3GPP 國際標準化	2019-2020	MSIT
(50) 因應 ITU 國際標準化	2019-2020	MSIT
5-3. 協助國家間合作及海外擴張		
(51) 進軍主要國家及確保新市場的墊腳石	2019-	MSIT
(52) 透過 ODA（政府開發援助）國際交流實現全球領先地位	2019-	MSIT

資料來源：韓國中央行政機關，2019。5G+ 전략。

http://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156325462&call_from=seoul_paper

第九節、 中國大陸

一、 頻譜政策監理概述

中國大陸頻譜政策監理機關為中華人民共和國工業和信息化部（以下簡稱工信部），工信部乃由中國大陸國務院根據 2008 年舉行之第 11 屆全國人民代表大會的國務院機構改革方案和《國務院關於機構設置的通知》所設立[69]。主要職責包括提出工業及資通訊業發展戰略、產業規劃，監測工業及資通訊業發展動態、統一配置和管理無線電頻譜資源及協調事宜等十餘項。工信部又可細分為 24 個部門，其中無線電管理局的職責包括：無線電頻譜之規劃、分配與指配；監督管理無線電臺；負責衛星軌道位置協調和管理；協調處理軍地間無線電管理相關事宜；負責無線電監測、檢測、干擾查處，協調處理電磁干擾事宜，維護空中電波秩序；實施無線電管制；負責涉外無線電管理工作。

二、 5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

2013 年 2 月，中國大陸工信部、國家發展和改革委員會與科技部共同成立中國大陸 IMT-2020（5G）推進組，並於 2014 年 5 月 28 日招開第一次的「IMT-2020（5G）峰會-5G 目標及能力」會議，發佈「5G 願景與需求白皮書[70]」。2015 年 2 月 11 日中國大陸 IMT-2020

[69] 中华人民共和国工业和信息化部，2008《工业和信息化部主要职责内设机构和人员编制规定》印发。http://www.miit.gov.cn/n1146285/n6496186/c3722514/content.html

[70] 中國大陸 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

（5G）推進組發佈「5G 概念白皮書[71]」後，在中國大陸展開「國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要（簡稱十三五）」，並於其《十三五國家信息化規劃》[72]中提出 10 項重點工程及 12 項優先行動，具體規劃國家資通訊強化政策。隨後於 2016 年底公告延續「新一代寬頻無線移動通信網」專項計畫[73]，聚焦 5G 研究項目，發展 5G 相關系統、設備以及標準，希望透過此專項，使中國大陸於 2020 年成為 5G 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指示，目前中國大陸專項之發展重心可參表 3.9.1。

[71] 中國大陸 IMT-2020（5G）推進組，2015。5G 概念白皮書。
http://www.imt-2020.org.cn/zh/documents/download/2
[72] 中华人民共和国中央人民政府，2016。國務院關於印發“十三五”國家信息化規劃的通知。
http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5160221.htm
[73] 中华人民共和国工业和信息化部，2016。关于组织“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项 2017 年度课题申报的通知。
http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757020/c5356011/content.html

表 3.9.1　中國大陸十三五下之「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（原文件為移動寬帶）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 終端晶片原型平臺研發 課題 1-5：低時延高可靠 5G 終端晶片原型平臺研發 課題 1-6：低功耗大連接 5G 終端晶片原型平臺研發 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 無線接入與回傳一體化研發、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（原文件為網絡）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 無線接入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 與資訊中心網路（原文件為資訊中心網絡，ICN）融合技術研發
（三） 5G 關鍵設備（儀表等）模塊及平臺	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：行動物聯（原文件為移動物聯）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 課題 1-22：5G 技術研發試驗測試系統 課題 1-23：5G 智慧財產權（原文件為知識產權）戰略研究及專利評估資料庫（原文件為數據庫） 課題 1-24：5G 廣播電視網與行動通訊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

資料來源：本研究彙整自中國大陸工信部。

（二）核心目標

中國大陸於《十三五國家信息化規劃》中[74]優先行動第一項「新一代資通訊網路技術超前佈署行動」，明確訂立 5G 技術的行動目標，期能透過統籌中國大陸國內產學研[75]力量，推進 5G 關鍵技術研發、技術試驗和標準制定，提升 5G 網路佈建能力、業務應用創新能力；在頻譜資源部分，由國家評估 5G 技術和業務長期發展需求，統籌優化 5G 頻譜資源配置，加強無線電頻譜管理，透過結合上述措施共同推進 5G 技術研究和產業化。

此優先行動目標於 2018 年開展 5G 網路技術研發和測試工作，2020 年完成 5G 技術研發測試並實施商用佈署。希望能儘早完成商業佈署進而支持企業發展 5G 創新應用，積極拓展 5G 應用領域。

除積極著手 5G 技術發展外，此優先行動工作項目亦包含推進下一代廣播電視網建設與融合及下一代網際網路商用進程，期能完善整體資通訊發展環境。

[74] 中华人民共和国中央人民政府，2016。國務院關於印發“十三五”國家信息化規劃的通知。http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5160221.htm

[75] 產學研用係指「生產、學習、科學研究、實踐運用」。

三、　執行方式、主協辦機關及分工

依據《十三五國家信息化規劃》，工業和資訊化部、新聞出版廣電總局、國家發展和改革委員會、科技部、中科院、中央網信辦等機關將按職責分工負責實施「新一代資通訊網路技術超前佈署行動」，加速推進 5G 技術研究和產業化，同時推進下一代廣播電視網建設與融合及下一代網際網路商用進程。

而在優化國家頻譜資源配置部分，則由工業和資訊化部主責，新聞出版廣電總局、國家國防科工局、軍隊相關部門等按職責分工負責，共同加強無線電頻譜管理，以及合理規劃衛星頻率和軌道資源利用。

第十節、 香港

一、 頻譜政策監理概述

根據《通訊事務管理局條例》，香港通訊事務管理局（Communications Authority，以下簡稱 CA）於 2012 年 4 月 1 日成立，負責規管電信與廣播產業，主要職責包括：就電信與傳播等相關產業提供立法建議及政策規管方向，執掌電信執照釋照、財務監察與規管事宜，管理與編配無線電頻譜及電信號碼，及處理電信與傳播服務的投訴及懲處等職能。

而通訊事務管理局辦公室（Office of the Communications Authority，OFCA）則是通訊事務管理局的執行部門及秘書處，負責業務執行相關作業。

二、 5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

香港於其「香港智慧城市藍圖」[76]發展計畫中揭示 5G 作為其城市基礎設施發展中重要的一環，未來將會成為智慧城市發展的催化劑，香港亦已開始積極準備 2020 年商業推展 5G 服務及應用。其中頻譜規劃的部分，根據香港《無線電頻譜政策綱要》規定，政府必須每年公告未來三年的頻譜供應表，並以滾動式更新的方式逐年調整頻譜供應情形。2018 年 2 月時，OFCA 公佈「2018 至 2020 年頻譜供應表

[76] 香港特別行政區政府-政府資訊科技總監辦公室，2019。智慧城市-智慧政府-智慧城市基礎建設。https://www.smartcity.gov.hk/develop_plans/government/

[77]」，告知業界擬於未來三年供應的 5G 頻譜，2019 年 2 月公開的「2019 至 2021 年頻譜供應表[78]」亦公告目前頻譜供應的最新資訊。

5G 相關頻段規劃於 2019 至 2020 年之間以政府指配及拍賣方式釋出，並預期於 2020 年時展開商業 5G 服務及應用。待智慧城市基礎建設完成後，居民即能享受更廣泛、便捷且符合需求的數位公共服務，並有利於發展更多創新應用及服務。

（二）核心目標

「香港智慧城市藍圖」政策目標包括：

1. 利用創新及科技解決都市挑戰，並提升城市管理成效和改善市民生活素質，以及增強香港的可持續發展、效率及安全；
2. 提升香港對國際企業和人才的吸引力；
3. 鼓勵城市不斷創新和經濟持續發展。

為將香港打造為世界級的智慧城市，香港政府委託顧問進行相關研究，分別就「智慧出行（交通）」、「智慧生活」、「智慧環境」、「智慧市民」、「智慧政府」及「智慧經濟」六個主要範疇提出短、中、長期發展建議，並透過該文件規劃未來五年及以後的智慧城市發展計畫。

[77] OFCA，2018。二零一八至二零二零年的頻譜供應表（截至二零一八年七月二十六日的最新版本）。
https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/common/Industry/broadcasting/spectrum_plan2018_tc.pdf
[78] OFCA，2019。二零一九至二零二一年的頻譜供應表。
https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/common/Industry/broadcasting/spectrum_plan2019_tc.pdf

三、　執行方式、主協辦機關及分工

香港頻譜管理相關事務係由通訊事務管理局內的通訊事務管理局辦公室（OFCA）負責監管。而「香港智慧城市藍圖」乃由創新及科技局設立專責的「智慧城市辦公室」，負責協調各政府部門和公私營機構的智慧城市項目，並監督項目的執行進度和成效。

第十一節、 新加坡

一、 頻譜政策監理概述

新加坡推動 5G 政策的專責機關為新加坡電信監理機關資訊通信媒體發展局（Info-communications Media Development Authority，以下簡稱 IMDA），為實現 5G 網路佈署及提供 5G 相關服務，新加坡進行的第一步即為無線電頻譜分配。IMDA 在為 5G 技術分配頻譜時須考量諸多因素，除了 5G 技術的商業整備度（Commercial Readiness）外，尚須考量與該區域的鄰近國家協調 5G 頻段、重新規劃現有頻譜並分配予 5G 使用，以及解決和鄰近國家和諧使用的問題等。其中區域間及國際間的頻譜協調對於屬於小型市場的新加坡而言格外重要，可從國際漫遊（Global Roaming）及大量市場設備的可用性獲益。

考量國際 5G 發展進程，新加坡對於國內 5G 發展的規畫預計於 2020 年商業化，並將於 2023 年至 2024 年間進行更廣泛的佈署。

二、 5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

5G 網路架構將使電信業者能夠依照不同終端用戶的需求制定服務，支持創新服務與應用以推動新加坡的數位經濟發展。而為充分發揮 5G 潛能，並使新加坡成為全球 5G 創新應用服務的領導者，IMDA 致力於發展下列四個關鍵領域（Key Focus Areas）[79]，以培育新加坡

[79] IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.15-P.16)

的 5G 生態系（參見圖 3.11.1）：

1. 制訂監管框架及政策，以最大化經濟價值與消費者福利

IMDA 預計在獨立式（Standalone，以下簡稱 SA）網路規範確定後，於 2020 年開始推動 5G 發展，使新加坡成為全球佈署 5G 網路的先驅國家之一，於其國內供應全面性 5G 功能與服務。IMDA 亦將尋求確保市場競爭力以激勵各界對新技術與創新的投資，並維持網路多樣性使其具有彈性。

2. 發展可信賴且具彈性的 5G 系統與服務

5G 將引入新的技術概念，如軟體定義網路（Software-Defined Networks，SDN）、網路切片（Network Slicing）、網路功能虛擬化（Network Functional Virtualisation，NFV）、邊緣運算（Edge Computing）及分散式網路（Distributed Networks）等，並藉由支持更多用戶與設備移動性，以及同時連結大量設備來提升物聯網的應用。IMDA 體認到透過這些增強的功能，5G 展現了新的安全性與服務彈性，因此對於避免服務中斷或網路違規（Network Breach），在可信且可靠的未來行動網路中使用技術的能力顯得格外重要。為此，IMDA 尋求與產業專家、供應商及電信業者合作，研究 5G 網路安全及網路彈性等面向。

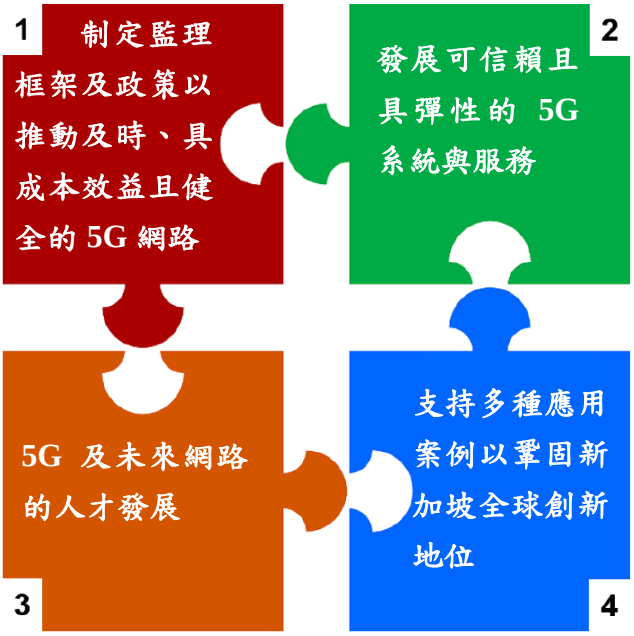
3. 提升工作者關於 5G 及未來網路的專業知識

人才技能的轉變是未來網路（包括 5G）佈署上的一大變革，需要新的技能組合來處理新技術與頻譜特性，並解決網路安全和網路彈性等課題，例如，新的通訊網路設計與運作將需要 SDF 及 NFV 技術應用方面的技能。此外，5G 的演變性質亦將引發 5G 生態系中人才需求的轉變—網路中心（Network-Centric）型工程師的比例下降，對具

有規劃與建構、軟體及應用發展／整合等技能的綜合型工程師需求則持續增加。

4. 支持多種應用案例以鞏固新加坡全球創新地位

由於 5G 仍處發展初期階段，展現 5G 優勢的應用案例將是及時發展 5G 應用與服務的關鍵成功因素，且超可靠（Ultra-Reliable）的低延遲通訊及網路切片功能帶來的優勢，預期將成為 5G 創新關鍵。



資料來源：IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority-Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks.

圖 3.11.1 新加坡建立 5G 生態系統之關鍵領域

（二）核心目標

IMDA 的願景是讓新加坡擁有蓬勃發展的數位經濟（Digital Economy），使得企業全面數位化、每位工作者皆能夠使用技術、每位公民皆能相互連結。為實現此目標，必須擁有世界一流的互連基礎設備支持，而 5G 技術受全球公認將為無線通訊領域帶來重大躍進，透過更快的速率、更佳的可靠性及更低的延遲性，5G 將會是建置互連基礎設備的重要元素。

對於新加坡 5G 網路的佈署，IMDA 旨在達成下列主要政策目標：

- 為經濟及消費者福利最大化 5G 價值；
- 促進頻譜等稀少資源的有效配置；
- 確保新加坡 5G 網路為可信賴且有彈性；
- 支持通訊部門的活絡成長。

為實現上述政策目標，IMDA 建議採取下列策略[80]：

1. 根據 SA 網路規範，自 2020 年起促進 5G 的早期佈署

將業界及技術團體的評估納入考量，即新的 SA 網路規範將呈現 5G 全部的功能與表現，如網路虛擬化、網路邊緣智慧以及為不同應用案例動態提供差異化服務等。IMDA 尋求在 2020 年 3 月 Release 16 的 SA 規範確定後，自 2020 年開始促進網路佈署，這將使新加坡成為最早在國內佈署全面性 5G 網路的國家之一。

80 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.19-P.20)

2. 在初期階段促進至少兩個全國性網路的持續競爭

IMDA 相信在行動通訊市場中以設備為基礎（Facilities-Based）的競爭依舊是確保市場參與者有誘因投資新技術、創新及競爭的關鍵，然而這需要透過以服務為基礎（Services-Based）的競爭提供更多選擇與服務創新來補充。尤其在存在市場限制的情況下更是如此，如頻譜資源限縮市場可容納的電信業者及網路數量。

體認到需要有效利用為 5G 指定的有限頻譜資源，並為新加坡的終端使用者帶來最佳性能與服務體驗，IMDA 將致力於在最初幾年佈署至少兩個全國性網路，同時鼓勵 MNO 間的網路共用（Network Sharing），並促進以服務為基礎的競爭。

3. 實施監管要求以確保 5G 網路具彈性且可信賴

IMDA 將針對合規性提出最基本的監管要求，以確保 5G 網路為可信賴且具彈性的。

4. 提供彈性的監管框架，以允許市場成長及調整

鑑於技術進步及市場發展的快速步調，IMDA 制訂的監管框架將允許未來網路建構變革及技術升級，同時考量可能改變市場動態的新頻段。

三、 執行方式、主協辦機關及分工

新加坡政府的目標在於建立一個健康且強大的生態系統，促進安全 5G 應用的持續創新，並開發差異化產品以實現良好的經濟成果。且隨著新加坡不斷精進 5G 創新方面的專業知識和經驗，IMDA 旨在加深與國際夥伴間的合作，並將新加坡定位成該領域的領導者。

自 2017 年 5 月以來，IMDA 提供無線電頻率作為 5G 試驗使用，並免除至 2019 年 12 月前的頻率費用（Frequency Fee），此後 MNO 已進行了多項 5G 試驗，展示 5G 應用的可能性，如透過無人機運送緊急醫療用品、用於提高效率和最小化製造過程中生產錯誤的雲分析，以及利用虛擬實境讓體育迷享受「現場活動」。

目前 IMDA 正著手進行下一階段的 5G 試驗，讓電信業者、供應商與企業合作展開實務上的產業應用案例。其中一個例子即為海運部門的應用，藉由 5G 技術實現通訊基礎設備以增強智慧港口的營運。展望未來的發展，加速並擴大 5G 創新，IMDA 將指定特定領域應用案例，以預期 5G 技術會創造的新成長機會或為新加坡現有戰略支柱帶來顯著價值的領域為主。潛在領域包括教育、智慧城市、港口與航空、工業 4.0 及沉浸式媒體（Immersive Media）。

IMDA 計劃與產業業主（Industry Owners）合作以促進多種應用案例，探索 5G 相關研究與創新機會，並展示 5G 技術及商業潛力。IMDA 旨在深化與 5G 價值鏈中的全球技術參與者及供應商的夥伴關係，以開發 5G 應用並針對各個垂直鏈拓展差異化產品。透過促進電信業者與其他生態系統參與者間的合作，IMDA 尋求確立這些參與者的長期承諾，從全球主要參與者獲得關於 5G 發展的土地專業知識，並支持新加坡 5G 持續創新。

IMDA 亦將根據技術試驗及市場試驗框架延長 5G 試驗的頻率費用減免期，直至相關頻段內的頻譜權利啟用。此舉將持續降低監管障礙與成本障礙，以鼓勵新加坡產業試驗 5G 功能。

第十二節、 澳洲

一、 頻譜政策監理概述

澳大利亞通信與藝術部（Department of Communications and the Arts）主要負責通訊傳播政策以及文化事務。下轄澳洲 5G 政策監理機關為澳大利亞通信與媒體管理局（Australian Communications and Media Authority，ACMA）。ACMA 於 2005 年 7 月 1 日由澳大利亞通信局（Australian Communications Authority，ACA）及澳大利亞廣播管理局（Australian Broadcasting Authority，ABA）整併而成。ACMA 的主要任務為監督電信及廣播相關業務，同時進行無線電頻譜管理。

根據無線電通訊法（Radiocommunications Act 1992）無線電頻譜的配置須達成公共利益最大化、滿足使用者需求、有效率的使用無線電科技以確保服務品質、以及支持澳洲政府的通訊政策等要求。

澳洲在頻譜使用上將執照分為三大類[81]：頻譜執照（Spectrum Licence）、設備執照（Apparatus Licence）、類別執照（Class Licence）。

（一）頻譜執照

頻譜執照授權項目為頻譜空間（Spectrum Space）的使用權，即執照持有者可以在澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）規範的條件及技術範圍下，在特定的地理空間和頻段使用無線電通訊設備的權利。此類執照的期限為 15 年、在有效期限內可交易。

[81] ACMA，2012。Spectrum Licensing FAQs
https://www.acma.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Spectrum-licences/spectrum_20#7

此類執照並無基本義務，除非有證據顯示業者因為反競爭原因而故意保留特定頻段，則貿易行為法（Trade Practices Act）有權取消該執照。此外，通訊協會（Communications Alliance）在規範 C564[82]（C564:2018 Mobile Phone Base Station Deployment）中要求行動網路業者佈署基地臺時遵守地理區域及功率限制等規範。

（二）設備執照

設備執照的授權項目為設備的特定位置和輸出特性。目前此類執照已授權 16 種發射機類型和 5 種接收機類型，期限為 5 年，且不可交易。但是若得到澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）允許，仍可將設備轉移至其他位置。

（三）類別執照

類別執照的授權對象為使用者的設備在共同的基礎條件（含頻率、相關技術等）下使用共用頻譜，常見設備為電視遙控器、行動電話、市民無線電臺等。此類執照的使用者不需申請、也不需要費用，當使用者使用該類設備時即被自動授權。

[82] Communications Alliance, n.d. C564:2018 Mobile Phone Base Station Deployment https://www.commsalliance.com.au/Documents/all/codes/c564
Communications Alliance, n.d. Mobile Phone Base Station Information https://www.commsalliance.com.au/popular-links/mobile-phone-tower-information

二、 5G 推動策略架構與核心目標

（一）5G 推動策略架構

澳洲通訊及藝術部於 2017 年發布「5G 戰略－邁向未來經濟發展文件[83]（5G—Enabling the Future Economy）」，該文件表示澳洲政府認為 5G 技術不僅只是提升網路流量，更可帶動澳洲不同產業的經濟生產力及創新力。

5G 網路也能與澳洲全國寬頻網路（National Broadband Network，NBN）計畫互補提高網路流量，並藉由高速無線、有線、固定式無線網路等通訊方式提供民眾連網服務。

（二）核心目標

澳洲政府將致力於即時釋出頻譜、參與國際頻譜標準制定工作、簡化行動業者佈建網路基礎建設之流程、檢視現行電信法規等方面，冀望澳洲通訊產業可盡早佈建 5G 網路以取得領先優勢，並支持數位經濟成長。

三、 執行方式、主協辦機關及分工

根據「5G 戰略－邁向未來經濟發展文件」，達成 5G 戰略核心目標的執行方式詳述如下。

[83] Department of Communications and the Arts, 2017. 5G—Enabling the Future Economy https://www.communications.gov.au/documents/5g-enabling-future-economy

（一）即時釋出頻譜

清楚且富有彈性的頻譜管制架構能讓 5G 頻譜釋出流程更有效率，目前澳洲政府正著手於更新澳洲的頻譜管理架構以確保內容合時合宜。本次更新方向[84]如下。

1. 法規

以新法規取代現行法規，取消現有的 3 種執照制度，簡化為單一執照類型，澳洲通訊及藝術部預計簡化執照制度將有助於授權執照的靈活性[85]。

2. 整合管理

更好的整合政府部門的頻譜管理，將各部門所使用的頻譜經評估後釋出或採取更有效的利用方法。

3. 頻譜價格

重新檢視頻譜價格，確保一致性與透明性，以支持頻譜有效使用與促進次級市場交易。

4. 頻譜釋出

澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）也將持續釋出 5G 頻譜，目前已釋出 3.6GHz 頻段，並開始進行重新分配 26GHz 頻段的作業，並針對 900MHz、1.5GHz 等有望成為 5G 先鋒頻段（Pioneer Band）的頻譜資源進行評估。

[84] Department of Communications and the Arts, n.d. Spectrum Reform
https://www.communications.gov.au/what-we-do/spectrum/spectrum-reform
[85] Department of Communications and the Arts, 2017. Introducing the Single Licensing System, Disqualified Persons and Spectrum Authorisations
https://www.communications.gov.au/file/27196/download?token=xNS-XZvj

（二）參與國際標準制定工作

過去澳洲與亞太地區國家為頻譜計畫及國際通信標準制定上做出極有影響力之貢獻，參與國際頻通信準制定工作不僅可以確保澳洲採用最新技術，最終也能夠讓澳洲消費者於行動裝置的選擇上更多元化且更便宜。因此澳洲政府將會持續積極參與國內外 5G 頻譜標準與協調討論，並確保其成果有利於澳洲。

（三）簡化行動業者佈建網路基礎建設流程

佈建 5G 網路須採用小型基地臺（Small Cells）、更密集之天線設置，與以往的行動網路使用的大型基地臺與較大型天線有極大的差異。採用全國一致的法律規範網路基礎設施之建設，可讓行動業者免於遵循不同州政府要求及規定的困境，加速行動業者佈建網路基礎建設流程。

澳洲政府也留意到部分地方社群（Local Community）針對通訊基礎建設的增加，是否影響到其他公共設施的情況表示關注。政府認為行動業者須與地方社群合作，並解決民眾對於網路基礎建設計畫之擔憂。此外，政府同時也鼓勵行動業者一同思考未來 5G 網路佈建的需求及難題並提出諮詢意見以利修法。

（四）檢視現行電信法規

由於通訊科技的發展而影響現行通訊監管架構之可行性，澳洲政府正積極進行管理架構之更新，以確保監管機制與政策可對應現行及未來通訊產業之需求。

而進行條例修訂時，澳洲政府將朝更靈活的方向努力，以應對新技術及新型商業模式，澳洲政府將持續與業界合作，確保更新後的管制架構可促進競爭與創新。

第四章、主要國家 5G 頻譜釋照分析

第一節、 英國

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

根據 Ofcom 在 2018 年 3 月發布的「英國啟用 5G[86]（Enabling 5G in the UK）」，英國將 5G 頻段分為低頻段 700MHz、中頻段 2.3GHz、3.4-3.6GHz、3.6-3.8GHz、3.8-4.2GHz 以及高頻段 26GHz 和 66-71GHz，其中 700MHz、3.4-3.8GHz、26GHz 為國際上指定的先期 5G 頻譜（表 4.1.1）。

表 4.1.1 英國 5G 規劃釋照頻段與頻寬

項目	頻段
低頻	700MHz
中頻	2.3GHz 3.4-3.6GHz 3.6-3.8GHz 3.8-4.2GHz
高頻	26GHz 66-71GHz

資料來源：本研究彙整。

86 Ofcom, 2018. Enabling 5G in the UK
https://www.ofcom.org.uk/spectrum/information/innovation-licensing/enabling-5g-uk

1. 低頻段頻率規劃

- **700MHz**

2019 年 3 月 12 日，Ofcom 已完成 700 MHz 及 3.6-3.8 GHz 釋照諮詢，諮詢提議書提及預計在 700 MHz 頻段中選擇 80 MHz 頻寬，及在 3.6-3.8 GHz 頻段中選擇 120 MHz 頻寬，共 200 MHz 進行釋照，以符日益漸增的行動通訊需求，同時包含對於 5G 技術進行投資[87]。

700 MHz 頻段目前供數位無線電視(Digital Terrestrial Television，DTT)、節目製作及特殊娛樂活動的無線麥克風使用[88]。就長期觀點而言，Ofcom 將 700MHz 視為擴展 MNO 的 5G 服務、同時也是具有提升服務品質潛力的頻段。然而，目前許多裝置已可使用 700MHz 頻段，因此該頻段將會先用於 4G 網路。Ofcom 規劃在 2019 年拍賣該頻段，並在 2020 年第二季完成釋照，同時在 2020 年 5-6 月清空此頻段供取得頻段的電信業者使用，且因為該頻段特性，預計賦予該頻段執照持有者覆蓋義務，以增進鄉村地區、建物內及偏遠地區的行動網路覆蓋率[89]。

87 Ofcom, 2018. Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz 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
88 Ofcom, 2018. Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz 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
89 Ofcom, 2018. Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz 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

2. 中頻段頻率規劃

- **2.3GHz 及 3.4GHz**

2.3GHz 及 3.4GHz 頻段已於 2018 年 4 月結束頻譜拍賣。2.3GHz 頻段在釋照後可立即使用於行動通訊服務，然目前多數裝置於當時並無支援 3.4GHz 頻段，因此預計在 2020 至 2021 年間該頻段才能開始使用。

- **3.6-3.8GHz**

2019 年 3 月 12 日，Ofcom 已完成 700 MHz 及 3.6-3.8 GHz 釋照諮詢，諮詢提議書提及預計在 700 MHz 頻段中選擇 80 MHz 頻寬，及在 3.6-3.8 GHz 頻段中選擇 120 MHz 頻寬，共 200 MHz 進行釋照，以符日益漸增的行動通訊需求[90]。

為將 3.6-3.8GHz 頻段提供為行動通訊服務使用，Ofcom 將會在 2022 年 12 月 23 日前終止 3.6-3.8GHz 頻段中所有的固定通信鏈路（Fixed Links）執照、在 2020 年 6 月 1 日變更 12 張永久地面站（Permanent Earth Station，PES）執照和 1 張認可頻譜接取（Recognised Spectrum Access，RSA）授權（Grants），以及在 2020 年 9 月 1 日變更 1 張 RSA 授權[91]。Ofcom 預計該頻段可從 2020 年開始在部分地區供行動通訊服務使用，而全國性行動通訊服務則須待 2022 年之後。

90 Ofcom, 2018. Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz 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

91 Ofcom, 2018. Improving Consumer Access to Mobile Services at 3.6GHz to 3.8GHz. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0018/110718/3.6GHz-3.8GHz-update-timing-spectrum-availability.pdf

- **3.4-3.8GHz 零散頻譜（Defragmentation of Spectrum）協商**

大量完整的連續頻譜釋照，才能使 5G 佈建效益最大化，此為各國的共識。但經過前述 700 MHz 及 3.6-3.8 GHz 釋照諮詢，Ofcom 意識到此頻段在釋照後將存在許多零散頻譜，除頻譜交易外，似乎無法促進頻譜使用效率。因此，Ofcom 於 2019 年 7 月 10 日完成對於 3.4-3.8GHz 零散頻譜協商諮詢並提出兩項建議[92]：

（1） 在釋照拍賣程序中，於 3.6-3.8GHz 頻段僅投標最高或最低位置且頻寬少於 20MHz 的得標業者，Ofcom 傾向對其進行限制。

（2） 建立一個釋照拍賣中的協商程序，促使此頻段得標者有機會同意頻譜分配結果。

- **3.8-4.2GHz**

Ofcom 表示 3.8-4.2GHz 頻段既有使用者之衛星地面接收站（Receiving Satellite Earth Station）和固定通信鏈路在未來仍對於 C-Band 有需求，同時也注意到該頻段具供既有使用者及未來使用者做共用接取（Shared Access）使用之潛能，因此計劃將該頻段較低頻的頻率與未來使用者分享。同時，Ofcom 也考慮該頻段適合供低功率室內產業使用，包含連接工廠與產業 IoT。

根據 Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日發布的「透過區域性執照實現無線創新（Enabling Wireless Innovation through Local Licensing）[93]」

92Ofcom, 2019. Defragmentation of spectrum holdings in the 3.4-3.8 GHz band. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0011/152102/consultation-defragmentation-spectrum-holdings.pdf

93 Ofcom, 2019. Enabling Wireless Innovation through Local Licensing. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf

文件，Ofcom 於 3.8-4.2GHz 頻段規劃共用接取執照（Shared Access Licence），以私人專網提供採用自動化的產業支援物聯網應用。

3. 高頻段頻率規劃

- **26GHz**

Ofcom 尚未決定 26GHz 頻段的用途，目前以鼓勵頻段試驗為主。英國提供兩種試驗類型執照：創新及研究執照（Innovation and Research Licence）、示範及實驗執照（Demonstration and Trial Licence），兩者期限皆為 12 個月並要價 50 英鎊起，且示範及實驗執照持有者可在試驗期間向試驗參與者收取費用。兩種試驗執照雖無限制使用頻段，但收費之規定主要為冀望執照持有者可在 26GHz 頻段測試新科技的同時確立商業模式及定價策略。

而根據 Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日發布的「透過區域性執照實現無線創新（Enabling Wireless Innovation through Local Licensing）[94]」文件，Ofcom 於 24.25-26.5GHz 頻段規劃共用接取執照（Shared Access Licence），但僅限室內使用，可做為 5G 創新、應用發展、商業使用等用途。

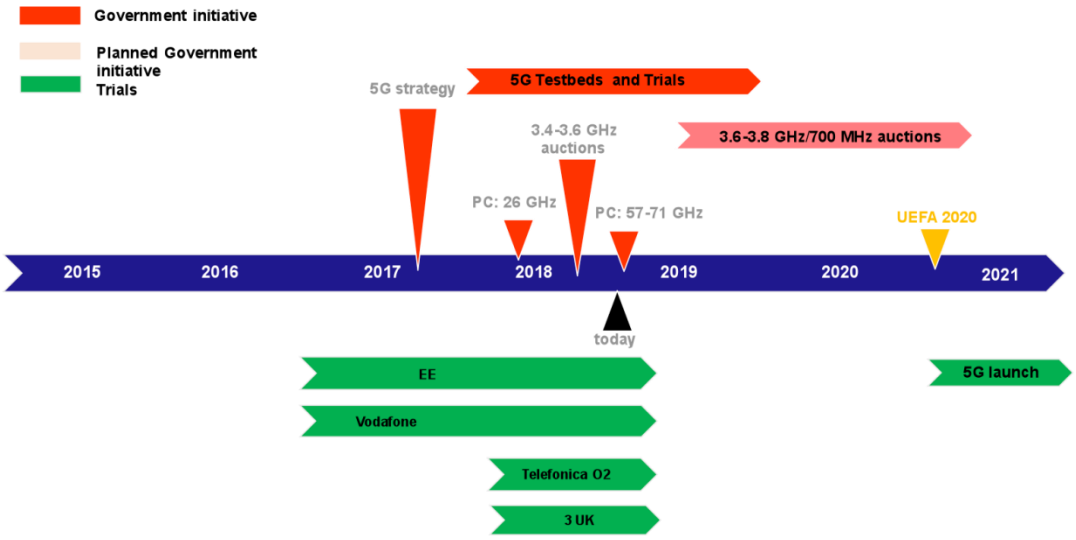
- **66-71GHz**

目前英國並沒有既有使用者使用該頻段，然而考量在現有的 60GHz Multi-Gigabit 科技生態系統及標準下，5G 設備可能較早出現，66-71GHz 被視為 5G 免執照使用（Licence Exempt Use）的潛在頻段。

94 Ofcom, 2019. Enabling Wireless Innovation through Local Licensing. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf

（二）釋出期程

英國於 2017 年展開 5G 試驗計畫（5G Testbeds and Trials Programme），並於 2018 年完成 3.4-3.6GHz 的頻譜拍賣，預計於 2019 年至 2020 年完成 3.6-3.8GHz 和 700MHz 的拍賣，並規劃於 2027 年完成大部分國土的 5G 覆蓋（圖 4.1.1）。



資料來源：IDATE DigiWorld, 2017. National 5G Plans and Strategies. https://5gobservatory.eu/public-initiatives/national-5g-plans-and-strategies/#1533566348807-66cd9716-c6d2

圖 4.1.1　英國 5G 政策期程規畫

二、 釋照方式及細節規定

英國於 2018 年拍賣 2.3GHz 及 3.4GHz 頻段。Ofcom 認為當時市面上已有許多行動裝置支援 2.3GHz 頻段，該次釋照可望吸引行動業者標得此頻段、並用於 LTE 服務[95]，而當時英國支援 3.4GHz 頻段的行動裝置數量過少，業者須等二至三年，才可將 3.4GHz 頻段用於 5G 服務[96]，以下進一步說明。

（一）拍賣方式與規定[97]

英國 2.3GHz 和 3.4GHz 頻譜釋照採用 SMRA 改良版機制拍賣，儘管在過往的頻譜拍賣中 Ofcom 採用過 SMRA 和 CCA 兩種模式，在綜合考量頻譜特性、業者意見與拍賣方式的優缺點後，Ofcom 最終決議 2.3GHz 和 3.4GHz 頻譜拍賣機制採用 2014 年的 SMRA 改良模式，以下將進一步介紹拍賣流程與細節規定：

1. 拍賣流程[98]

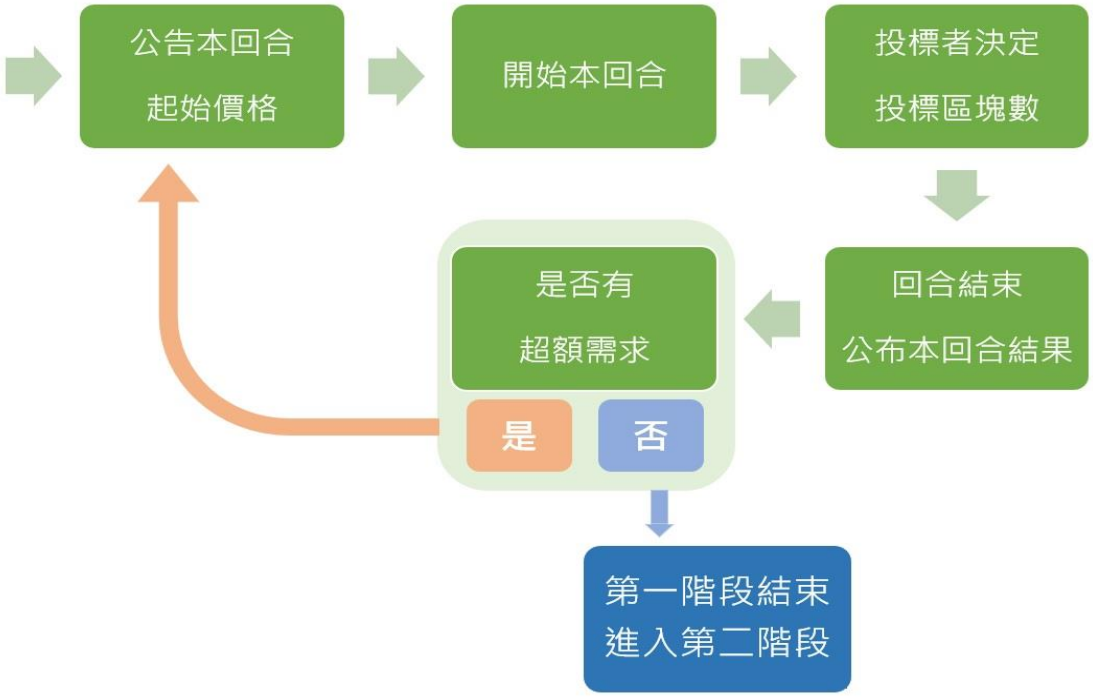
英國 2.3GHz 和 3.4GHz 頻譜拍賣分為兩個競標階段：主要階段（Principal Stage）和指配階段（Assignment Stage）。主要階段決定競標者贏得的區塊數量，指配階段則決定得標者贏得區塊的使用頻率。

主要階段開始時，所有頻譜都以底價提供。如果對區塊的需求大於或等於提供數量，則每個頻段的價格將在下一回合中提高，而投標

95 Ofcom, 2014. Public Sector Spectrum Release (PSSR) Technical Coexistence Issues for the 2.3 and 3.4 Ghz Award (p. 17). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0026/33497/pssr.pdf
96 Ofcom, 2017. Award of the 2.3 and 3.4GHz Spectrum Bands-Competition Issues and Auction Regulations (p. 26, 37). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103819/Statement-Award-of-the-2.3-and-3.4-GHz-spectrum-bands-Competition-issues-and-auction-regulations.pdf
97 Ofcom, 2015. Public Sector Spectrum Release: Award of the 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/68337/Public_Sector_Spectrum_Release_statement.pdf
98 Ofcom, 2018. A Guide to the Forthcoming Spectrum Auction. https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/features-and-news/spectrum-auction-guide

者將被以更高的價格邀請投標區塊數。當一回合中沒有新的投標時，主要階段結束。此時，所有投標者的需求基本上與供應量相匹配，得標者將可以知道他們贏得多少區塊數量，並支付其最後出價的價格。

主要階段結束後進入指配階段，指配階段僅舉行一回合，競標者投標標的為在主要階段贏得區塊於釋出頻段內的位置。而與主要階段競價模式不同，在指配階段時採用「次高價格（Second Price）」規則，即得標人將支付第二高投標價格（圖 4.1.2）。



資料來源：Ofcom, 2018. A Guide to the Forthcoming Spectrum Auction. https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/features-and-news/spectrum-auction-guide

圖 4.1.2　英國頻譜拍賣流程圖

2. 拍賣規則

（1） 保證金（Deposits）[99]

欲參與拍賣的電信業者必須在申請階段繳交初始保證金（Initial Deposit）10 萬英鎊，並且至少再繳交額外保證金（Addition Deposits）90 萬英鎊[100]。

在主要階段每一回合結束後，Ofcom 要求競標者的保證金不得低於其財務風險（Financial Exposure）。其財務風險金額係指當競標者為當回合暫時得標者時，其出價區塊數乘以暫時得標金額。若是無法補齊保證金，該競標者將無法進行新的投標。

在最後一回合主要階段結束後，得標者將會被要求補齊保證金額度至得標金額（即得標區塊數乘以得標金額）。如同每一回合結束時，若得標者無法補齊保證金額度，則該競標者在指配階段將僅能以 0 英鎊投標。

進入指配階段後，競標者的保證金必須包含主要階段的得標金額以及指配階段該競標者的最高出價，在指配階段的投標才算有效。若競標者的保證金低於以上要求，則該競標者在指配階段的投標金額將被認定為 0 英鎊。

99 Ofcom, 2017. Notice of Ofcom's Proposal to Make Regulations in Connection with the Award of 2.3 GHz and 3.4 GHz Spectrum (p. 15-17).
https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-3/notice-of-proposal-to-make-regulations-in-connection-with-the-award-of-2.3-ghz-and-3.4-ghz-spectrum

100 Legislation.gov.uk, 2018. The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018 (p. 16).
http://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/86/contents/made

（2） 資格規則（Eligibility Rule）

資格規則是用以預防競標者需求過剩。競標者的當回合可使用的資格點數（Eligibility Point）不得超過該競標者的資格上限（Eligibility Limit）。

Ofcom 於 2018 年 3.4GHz 頻段（3410-3480MHz、3500-3580MHz）及 2.3GHz 頻段（2350-2390MHz）拍賣中，釋出頻寬、單位頻寬、區塊數及資格點數彙整如表 4.1.2，2.3GHz 以 10MHz 為單位頻寬，共釋出 4 個區塊，每區塊為 4 點；3.4GHz 以 5MHz 為單位頻寬，共釋出 30 個區塊，每區塊為 1 點。

表 4.1.2 英國釋出頻段與資格點數

頻段	釋出頻寬	單位頻寬	區塊數	資格點數／區塊
2.3GHz	40MHz	10MHz	4	4 點
3.4GHz	150MHz	5MHz	30	1 點

資料來源：本研究彙整。

第一回合的資格上限將以競標者繳交的保證金（初始保證金加上額外保證金）衡量，衡量制度分為 3 種[101]（表 4.1.3）：

I. 競標者繳交的保證金小於等於 3,000 萬英鎊時，資格上限為保證金金額除以 100 萬英鎊（取捨去尾數的整數）

II. 競標者繳交的保證金大於 3,000 萬、小於 7,000 萬英鎊時。其中資格上限為「E」、繳交的保證金金額為「D」，資格上限（E）的計算公式如下： $E = 30 + [(D-30{,}000{,}000)/2{,}500{,}000]$（取捨去尾數的整數）

III. 競標者繳交的保證金大於等於 7,000 萬英鎊時，資格上限為 46 點

101 Legislation.gov.uk, 2018. The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018 (p. 16). http://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/86/contents/made

表 4.1.3　保證金與第一回合資格上限

保證金金額（D）	資格上限（第一回合）（E）
D≦£3,000 萬	E=D／100 萬
£3,000 萬<D<£7,000 萬	E= 30 + [(D-30,000,000)/2,500,000]
D≧£7,000 萬	E=46

資料來源：本研究彙整。

第二回合之後的資格上限如下：

I. 回合競標者所投標的區塊數量即為其下一回合的資格上限

II. 若當回合競標者並未投標任何區塊，在回合結束後該競標者所持有的暫時得標區塊數為其下一回合資格上限

III. 若當回合競標者並未投標任何區塊，且在回合結束後該競標者不持有任何暫時得標區塊，則下一回合資格上限為 0

基本上競標者的資格上限為前一回合所使用的資格點數，除非發生資格事件（Eligibility Event）。資格事件係指競標者在前一回合時提出將當時的資格上限延續至當回合的合法要求，此要求的許可要件為：

I. 競標者必須在前一回合提交文件

II. 前一回合結束時，競標者的暫時得標區塊數低於其資格上限時無效

III. 資格事件不能提出超過三次，第四次起為無效

除了主要階段的最後一回合之外，Ofcom 皆會通知各個競標者可使用資格事件的次數。

（3） 排名制度

在主要階段，Ofcom 在決定暫時得標區塊（Standing High Bid Status）時將採用排名制度。首先，Ofcom 會將競標者分為 3 類：

I. 第一類競標者：競標者做出有效投標的區塊價格等於最近一回合的價格

II. 第二類競標者：競標者做出有效投標的區塊價格小於最近一回合的價格、以及全部的投標區塊在前一回合皆被指定為暫時得標區塊

III. 第三類競標者：競標者做出有效投標的區塊價格小於最近一回合的價格、部分（非全部）投標區塊在前一回合皆被指定為暫時得標區塊、以及在最近一回合競標者並無撤回暫時得標區塊

在競標者排名名單（Bidder Ranking List）中三個分類的排序為第一類競標者優先於第二類競標者，第二類競標者優先於第三類競標者，每個分類中的競標者排序則為隨機。而 Ofcom 會依競標者排名名單排序投標名單（Overall Bid List），最後再依投標名單順序指定暫時得標區塊。

（4） 撤標（Withdrawal）[102]

當競標者在主要階段投標的區塊被指定為暫時得標區塊時，該競標者可在下一回合選擇撤標。當競標者決定撤標時，必須撤回所有的區塊數，不能僅撤回部份區塊數[103]。撤標時必須遵守以下規則：

I. 當競標者投標的所有區塊皆被指定為暫時得標區塊時，該競標者不得撤標

II. 撤標當回合，該競標者不得投標

III. 每一競標者僅能撤標五次，第六次起無效[104]

若競標者在主要階段最後一回合將暫時得標區塊撤回，導致 Ofcom 無法順利拍賣出 30 個區塊，則 Ofcom 仍會將該區塊指配給該競標者。在上述情形中，若該競標者拒絕取得該區塊執照，則須支付 Ofcom 得標價乘以撤標區塊數[105]；而若該競標者願意取得該區塊執照，則須付兩倍得標價乘以撤標區塊數[106]。

102 Legislation.gov.uk, 2018. The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018 (p. 26). http://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/86/contents/made

103 由於本次拍賣為同時拍賣 2.3GHz 和 3.4GHz，當撤回暫時得標區塊時可選擇只撤回其一頻段或是兩個頻段，但是必須撤回該頻段所有暫時得標區塊。

104 撤標限制次數為 2.3GHz 和 3.4GHz 頻段各 5 次。

105 Legislation.gov.uk, 2018. The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018 (p. 44-45). http://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/86/contents/made

106 Legislation.gov.uk, 2018. The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018 (p. 24). http://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/86/contents/made

（5） 3.4GHz 最小需求[107]（Minimum Requirement）

於 2018 年 Ofcom 發布的「Award of the 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands Process Guidance to Potential Applicants and Bidders in the Auction」中，並未明定 2.3GHz 的最小需求。至於 3.4GHz 競標者得依據申請文件（Application Form and Warranty）第 9 項所列之選項，選擇 3.4GHz 最小需求，若在主要階段最後一回合該競標者的暫時得標區塊數小於最小需求，Ofcom 將不會指配 3.4GHz 區塊給該競標者。但是若因為競標者撤回暫時得標區塊，而造成在最後一回合時 Ofcom 未能拍賣全部區塊，則將可能指配小於最小需求之區塊數給該競標者。

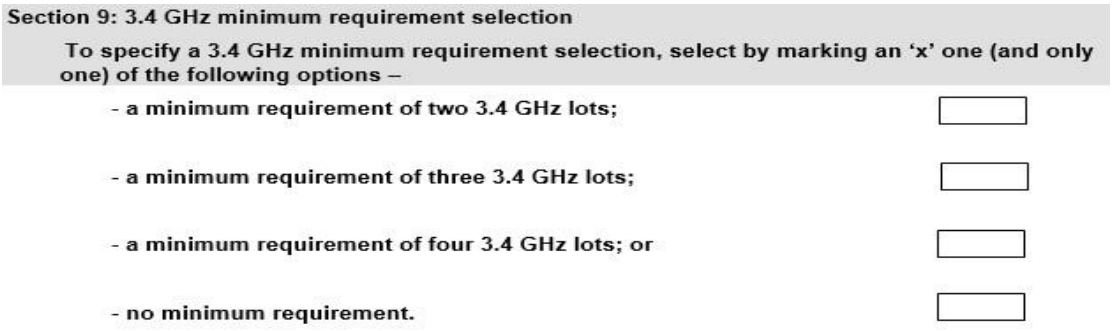
而競標者必須選擇 4 種 3.4GHz 最小需求選項其中之一（圖 4.1.3），分別為：

I. 最小需求為 3.4GHz 的 2 區塊數（10MHz）

II. 最小需求為 3.4GHz 的 3 區塊數（15MHz）

III. 最小需求為 3.4GHz 的 4 區塊數（20MHz）

IV. 無最小需求


Section 9: 3.4 GHz minimum requirement selection

To specify a 3.4 GHz minimum requirement selection, select by marking an 'x' one (and only one) of the following options –

- a minimum requirement of two 3.4 GHz lots; ☐
- a minimum requirement of three 3.4 GHz lots; ☐
- a minimum requirement of four 3.4 GHz lots; or ☐
- no minimum requirement. ☐

資料來源：Ofcom, 2018. Schedule 2: Application Form and Warranty.
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/rtf_file/0024/109761/schedule-2-application-form-warranty.rtf

圖 4.1.3 英國 3.4GHz 最小需求選項示意圖

107 Ofcom, 2018. Award of the 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands Process Guidance to Potential Applicants and Bidders in the Auction (p. 7).
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/109764/guidance-bidders.pdf

（6） 揭露資訊[108]

英國於 2.3GHz 及 3.4GHz 頻段競價期間應通知競價者資訊、公布資訊等相關資訊揭露上，競價者得以電子方式取得 Ofcom 提供有關自己的競價資訊，一般大眾則可於 Ofcom 網站[109]查詢到部分資訊。根據英國無線電信法 2018（The Wireless Telegraphy（Licence Award）Regulations 2018）[110]，Ofcom 於競價過程中揭露有限訊息給競標者，條列如下：

I. 主要階段每回合開始前

a. 競標日期

b. 競標開始時間

c. 2.3GHz 及 3.4GHz 每區塊起始價

d. 競標者可撤回暫時得標區塊的次數

e. 競標者可使用資格事件[111]的次數

f. 競標者的資格點數

II. 每個主要階段回合開始後

a. 競標者於 2.3GHz 及 3.4GHz 的有效下標區塊數

b. 競標者於 2.3GHz 及 3.4GHz 的暫時得標區塊數

c. 競標者於 2.3GHz 及 3.4GHz 的暫時得標區塊之價格

108 Ofcom, 2017. Award of the 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands (p. 75-76). https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-1/award-of-the-spectrum-bands

109 Ofcom, 2018. Award of the 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands – Regulation 56 of the Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018: Publication of Information at the End of Each Day of the Principal Stage of the Auction. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/spectrum-awards/awards-archive/2-3-and-3-4-ghz-auction/daily-updates

110 Legislation.gov.uk, 2018. The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018 (p. 29). http://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/86/contents/made

111 資格事件係指競標者在上一回合時提出將當時的資格上限延續至當回合的有效文件。

d. 競標者的撤標是否有成功

e. 競標者可撤回暫時得標區塊的次數

f. 競標者可使用資格事件的次數

g. 競標者下一回合的資格點數

h. 競標者的財務風險

i. 2.3GHz 及 3.4GHz 的超額需求

Ofcom 公告 2.3GHz 及 3.4GHz 超額需求以小於每 20MHz 為單位[112]。例如：如果超額需求為 10MHz，便告知超額需求程度小於 20MHz；若超額需求為 30MHz，則告知超額需求程度小於 40MHz；若是無超額需求，則告知超額需求程度小於 20MHz。

Ofcom 表示如果揭露超額需求的實際數量，當拍賣的超額需求偏低或是供給高於業者需求時，競標者可能藉此提早結束拍賣。另一方面，若以小於每 20MHz 作為超額需求的揭露單位，則將有助於競標者完成有效率的拍賣。

112 Ofcom, 2017. Award of the 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands (p. 75-76). https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-1/award-of-the-spectrum-bands

在拍賣過程中，競標者可取得隔日拍賣預定行程、當回合結果之揭露資訊，但競標者於當回合結果之資訊中僅能檢視自身相關資訊；於競價結束後，Ofcom 才會將完整資料公開（圖 4.1.4、圖 4.1.5、圖 4.1.6）。

3/20/2018 Message -

Confirming schedule for tomorrow

Message sent on 20 March 2018 at 16:40

Dear Bidder

This message is to inform you that bidding has finished for the day.

The schedule we expect to follow tomorrow is the schedule set out in figure 8 of the 'Process guidance to potential applicants and bidders in the auction'. The details of this schedule are contained in the table below.

Round	Scheduled activity	Scheduled time
6	Notify round prices and schedule principal stage round 6 (15 mins notice)	Previous Day
	Start of principal stage round 6 (30 mins duration)	09:30
	End of principal stage round 6	10:00
	Release round 6 results	10:05
7	Notify round prices and schedule principal stage round 7 (15 mins notice)	10:15
	Start of principal stage round 7 (30 mins duration)	10:30
	End of principal stage round 7	11:00
	Release round 7 results	11:05
8	Notify round prices and schedule principal stage round 8 (15 mins notice)	11:15
	Start of principal stage round 8 (30 mins duration)	11:30
	End of principal stage round 8	12:00
	Release round 8 results	12:05
9	Notify round prices and schedule principal stage round 9 (60 mins notice)	12:15
	Break for Lunch (60 mins)	12:15
	Start of principal stage round 9 (30 mins duration)	13:15
	End of principal stage round 9	13:45
	Release round 9 results	13:50
10	Notify round prices and schedule principal stage round 10 (15 mins notice)	14:00
	Start of principal stage round 10 (30 mins duration)	14:15
	End of principal stage round	14:45
	Release round results	14:50
11	Notify round prices and schedule principal stage round 11 (15 mins notice)	15:00
	Start of principal stage round 11 (30 mins duration)	15:15
	End of principal stage round 11	15:45
	Release round 11 results	15:50
12	Notify round prices and schedule principal stage round 12 (15 mins notice)	16:00
	Start of principal stage round 12 (30 mins duration)	16:15
	End of principal stage round 12	16:45
	Release round 12 results	16:50
	Message to bidders giving guidance of planned schedule for next day (start time)	17:00

Regards

Ofcom Auction Team

資料來源：Ofcom, 2018. Messages Issued by Ofcom During the Auction of 2.3 GHz and 3.4 GHz. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0016/113290/eas-message.pdf

圖 4.1.4　英國 2.3GHz、3.4GHz 頻譜拍賣向競標者揭露隔日拍賣行程

Results for round 5

Bidder	Eligibility limit in round 5	Eligibility points used	Eligibility limit in round 6
Airspan	34	24	24
EE	16	16	16
H3G	30	30	30
Telefonica	33	33	33
Vodafone	36	28	28

Bidder	Eligibility events available (start of round)	Eligibility event?	Eligibility events remaining
Airspan	2	No	2
EE	3	No	3
H3G	3	No	3
Telefonica	3	No	3
Vodafone	3	No	3

Bidder	Withdrawals (rounds) available (start of round)	Withdrawn?	Withdrawals (rounds) remaining
Airspan	5	No	5
EE	5	No	5
H3G	5	No	5
Telefonica	5	No	5
Vodafone	5	No	5

Bidder	2.3 GHz bid limit
Airspan	4 bids
EE	0 bids
H3G	4 bids
Telefonica	4 bids
Vodafone	4 bids

Bidder	Overall bid constraint
Airspan	190 MHz
EE	85 MHz
H3G	190 MHz
Telefonica	190 MHz
Vodafone	160 MHz

Bidder	3.4 GHz minimum requirement
Airspan	[REDACTED]
EE	[REDACTED]
H3G	[REDACTED]
Telefonica	[REDACTED]
Vodafone	[REDACTED]

Financial exposure

Bidder	Lot type	[a] Financial exposure from standing high bids	Withdrawn bids currently winning (WBCW)	[b] Provisional price of accepting WBCW	[c] Provisional price of refusing WBCW	Provisional total base price [a+b]	Financial Exposure [a+c]
Airspan	2.3 GHz	£29,282,000	None	None	None	£29,282,000	£29,282,000
	3.4 GHz	£11,712,000	None	None	None	£11,712,000	£11,712,000
Airspan subtotal		*£40,994,000*	None	None	None	*£40,994,000*	*£40,994,000*
EE	2.3 GHz	None	None	None	None	None	None
	3.4 GHz	£7,320,000	None	None	None	£7,320,000	£7,320,000
EE subtotal		*£7,320,000*	None	None	None	*£7,320,000*	*£7,320,000*
H3G	2.3 GHz	None	None	None	None	None	None
	3.4 GHz	None	None	None	None	None	None
H3G subtotal		None	None	None	None	None	None
Telefonica	2.3 GHz	None	None	None	None	None	None
	3.4 GHz	£24,888,000	None	None	None	£24,888,000	£24,888,000
Telefonica subtotal		*£24,888,000*	None	None	None	*£24,888,000*	*£24,888,000*
Vodafone	2.3 GHz	£29,282,000	None	None	None	£29,282,000	£29,282,000
	3.4 GHz	None	None	None	None	None	None
Vodafone subtotal		*£29,282,000*	None	None	None	*£29,282,000*	*£29,282,000*
Total		*£102,484,000*	None	None	None	*£102,484,000*	*£102,484,000*

Summary of bid edits

Bidder	Edited?
Airspan	No
EE	No
H3G	No
Telefonica	No
Vodafone	No

資料來源：Ofcom, 2018. Round Schedule Notices Issued by Ofcom under Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018.

https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/113293/eas-round-schedule.pdf

圖 4.1.5　英國 2.3GHz、3.4GHz 頻譜拍賣中向競價者揭露當回合結果

而在本次競價過程中揭露大眾的資訊方面，條列如下：

I. 每日最後一回合之價格

II. 超額需求（揭露方式如上述以每 20MHz 為單位）

Publication of information as at the end of the latest principal stage round of 23/03/18

	Round price	Excess demand*
2.3 GHz lot	£25,998,000	20 MHz
3.4 GHz lot	£10,832,000	260 MHz

*Excess demand is shown as the smallest strictly positive whole multiple of twenty MHz above the *actual* level of excess demand.

Publication of information as at the end of the latest principal stage round of 22/03/18

	Round price	Excess demand*
2.3 GHz lots	£25,998,000	20 MHz
3.4 GHz lots	£5,558,000	340 MHz

*Excess demand is shown as the smallest strictly positive whole multiple of twenty MHz above the *actual* level of excess demand.

資料來源：Ofcom, 2018. Award of the 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands – Regulation 56 of the Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018: Publication of Information at the End of Each Day of the Principal Stage of the Auction.
https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/spectrum-awards/awards-archive/2-3-and-3-4-ghz-auction/daily-updates

圖 4.1.6 英國 2.3GHz、3.4GHz 頻譜拍過程中向公眾揭露之資訊

（二）拍賣考量

在過往的頻譜拍賣中 Ofcom 採用過 SMRA 和 CCA 兩種模式，但 Ofcom 認為 CCA 拍賣模式較適合使用在有互補性的頻譜拍賣上，例如 2013 年同時拍賣 800MHz 和 2.6GHz 頻段，前者覆蓋範圍廣、後者可傳輸容量高，兩頻段具有互補性，因此採用 CCA 模式。而本次拍賣的 2.3GHz 和 3.4GHz 頻段並無互補性，因此較適合採用 SMRA 模式。英國電信業者 BT 和 UK Broadband 表示，SMRA 模式較透明且區塊組合較簡單，因此贊同使用 SMRA 模式；而 H3G 和 EE 則認

為採用 CCA 模式較不受殘餘風險[113]（Residual Risk）影響，H3G 更進一步指出可採行不使用組合區塊的 CCA 模式，亦或是基本型 SMRA 模式。

Ofcom 認為採用 SMRA 模式的殘餘風險為，即使價格為底價，仍有頻譜未售出、頻譜價格過低、電信業者難以標到偏好頻譜等風險。並沒有明顯證據顯示採行 SMRA 模式的殘餘風險會大於採用 CCA 模式。同時儘管 CCA 模式最大的優點為進行速度較 SMRA 快，但簡單化才是這次拍賣的考量重點[114]，因此 Ofcom 決定採用 SMRA 模式。

Ofcom 認為比起基本型 SMRA 模式，在 2014 年頻譜拍賣採用的 SMRA 改良版具有以下優點：

I. 競標者並非標「特定區塊（Unique Lots）」，而是投標頻段間的區塊數量，拍賣過程較為簡化。
II. 藉由新的排名制度（Ranking Rule），Ofcom 可確保每個頻段的每個區塊皆有一名暫時得標者。若競標特定區塊而非一般區塊，則難以達成。

因此，Ofcom 最終決議將本次 2.3GHz 和 3.4GHz 頻譜拍賣機制採用 2014 年的 SMRA 模式改良版。

113 殘餘風險係指在經由風險管理仍留下來的風險。
NCSU, 2004. COSO's Enterprise Risk Management - Integrated Framework. https://erm.ncsu.edu/library/article/coso-erm-framework
114 Ofcom, 2017. Award of the 2.3 and 3.4GHz Spectrum Bands-Competition Issues and Auction Regulations. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103819/Statement-Award-of-the-2.3-and-3.4-GHz-spectrum-bands-Competition-issues-and-auction-regulations.pdf

（三）競標區塊大小

在 2018 年的 3.4GHz5G 頻譜拍賣中，Ofcom 釋出頻段為 3410-3480MHz 以及 3500-3580MHz[115]，並劃分為每區塊單位頻寬為 5MHz，總頻寬為 150MHz 共 30 個區塊，每區塊底價為 100 萬英鎊（約新臺幣 4,023 萬元[116]）。

而 2.3GHz 則是釋出 2350-2390MHz，並劃分為每區塊單位頻寬 10MHz，總頻寬為 40MHz 共 4 個區塊，每區塊底價為 1,000 萬英鎊（約新臺幣 4 億 231 萬元[117]）。

（四）單一業者取得頻率上限

Ofcom 考慮到競爭市場有助於提升服務品質、提供給消費者合理價格及選擇，因此在 2017 年決定訂定每家電信業者可立即使用的頻譜持有上限總額為 255MHz，且於供行動通訊使用頻譜最高持有上限為總額之 37%，以 2020 年可使用的行動通訊頻譜總額為基準，37%頻譜為 340MHz。然而，Ofcom 本次訂定的持有上限僅供本次 2.3GHz 及 3.4GHz 頻譜拍賣使用，在未來的頻譜拍賣時（包含 700MHz 頻譜拍賣），將會視本次拍賣結果調整頻譜持有上限規定。

115 3.4MHz 頻段中的 3,480-3,500MHz 以及 3,580-3,600MHz 頻譜使用權屬於既有使用者 UK Broadband。

116 本研究參考中央銀行 2018 年月平均匯率（1 新臺幣：1 英鎊=40.2311196：1）計算之。

117 本研究參考中央銀行 2018 年月平均匯率（1 新臺幣：1 英鎊=40.2311196：1）計算之。

本次拍賣的 2.3GHz 釋照提供高速 4G 行動寬頻使用，屬於可立即使用頻譜；而 3.4GHz 釋照係提供給 5G 網路使用，700MHz 釋照亦同。本次拍賣前，英國四大電信業者所持有的行動通訊頻譜數量如下圖 4.1.7，BT／EE 持有 255MHz；Vodafone 持有 176MHz；Hutchinson 3G UK（下稱 Three）原本持有 90MHz，在併購 UK Broadband 後可額外使用 40MHz（2020 年後可用），共 130MHz；O2（Telephonica）持有 86MHz。



資料來源：Ofcom, 2017. Ofcom Sets Rules for Mobile Spectrum Auction. https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/media/media-releases/2017/ofcom-sets-rules-for-mobile-spectrum-auction#F2

圖 4.1.7　英國各電信業者持有頻譜與取得上限

因此，由上可知 Ofcom 在 2017 年所訂定的持有頻譜上限造成本次拍賣中 BT／EE 無法競標 2.3GHz 頻段，而 Vodafone 在 2.3GHz 及 3.4GHz 頻段的組合中最多可標得 160MHz，其他電信業者則無限制。

Ofcom 在制定 37%頻譜持有上限時的主要考量為保持英國行動電信市場競爭。Ofcom 認為在未來所有行動通訊業者皆需要額外的網路容量以滿足消費者對於網路的需求，同時行動通訊業者提供之網速

也影響到消費者意向，成為促進行動電信市場競爭的因素之一。因此，若有一家行動通訊業者持有極高比例之頻譜或極低比例之頻譜皆會削弱行動電信市場之競爭。但 Ofcom 不認為既有的四家業者須持有完全相同比例之頻譜，持有較少頻譜之業者可利用提供高品質服務等策略吸引消費者，且頻譜持有也並非完全反映在市佔率上。而在本次拍賣前，BT／EE 已持有 42%之頻譜[118]，Ofcom 認為單一行動通訊業者持有 40%以上頻譜將會削弱市場競爭；而於 2013 年拍賣時制定 37%總持有頻譜上限則符合 Ofcom 認為會影響市場競爭的門檻[119]。

短期而言，明顯的不對稱立即可用頻譜持有比例將會削弱市場競爭。而在本次競標前 BT／EE 已持有 42%的立即可用頻譜，若 BT／EE 取得本次釋出所有的 2.3GHz 頻段 40MHz 頻寬，則持有比例將上升至 46%；若將 BT／EE 屏除於 2.3GHz 頻段拍賣之外，則可將持有比例降至 39%。另外，Ofcom 也不認為給予 Vodafone 在 2.3GHz 頻段之持有上限有助於競爭。因此，最終 Ofcom 決定以總持有頻譜上限 37%，以及立即可使用頻譜上限 255MHz 為本次釋照的頻譜持有上限規定。

訂定持有頻譜上限機制時，Ofcom 除了市場競爭外，也考量到未來英國電信市場發展，包含儘管 3.6-3.8GHz 頻段預計將會與 3.4GHz 頻段同時期變更為提供行動通訊網路使用，但 Ofcom 無法確保使用範圍可擴展至全國，因此無法依賴 3.6-3.8GHz 釋照解決競爭問題。

另外，過去透過併購取得之頻譜也在 Ofcom 的考量範圍內，包含 Three 併購 UK Broadband 後於 3.4GHz 頻段額外擁有 40MHz 頻寬，

118 不考慮 UK Broadband 持有之 3.4GHz 及 3.6-3.8GHz 頻譜。

119 Ofcom, 2017. Award of the 2.3 and 3.4GHz Spectrum Bands-Competition Issues and Auction Regulations (p. 34-43). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103819/Statement-Award-of-the-2.3-and-3.4-GHz-spectrum-bands-Competition-issues-and-auction-regulations.pdf

於 3.6-3.8GHz 頻段額外擁有 84GHz 頻寬可使用，這兩個頻段都預計在未來提供做行動通訊使用；Ofcom 於 2015 年 9 月 22 日，同意 Vodafone 及 Three 對於 Qualcomm 持有的頻譜併購及移轉，前者移轉之頻段為 1452-1472 MHz，後者為 1472-1492 MHz，對此二頻段重新釋照[120]，因此兩家電信業者有更多頻段得以運用。

（五）業者得標義務

本次釋出的 3.4GHz 並無任何的建設及覆蓋率義務，Ofcom 考量到 3.4GHz 頻段的特性與 2.6GHz 頻段相似，而 2.6GHz 執照持有者並沒有覆蓋率或基礎建設之義務；此外，相較於覆蓋率，3.4GHz 頻段應更著重於其傳輸量的提升。因此，決定不對 3.4GHz 執照持有者設置義務。

另外，Ofcom 也曾考慮是否設置使用義務（Use It or Lose It），但基於難以定義「頻譜被使用」的基準、電信業者因為商業及科技上的原因尚未使用頻譜、設置義務可能導致投資頻譜的動機下降等理由，Ofcom 也無賦予 3.4GHz 執照持有者頻譜使用義務。

120 Ofcom, 2015. Trade of frequencies in the 1452-1492 MHz band from Qualcomm UK Spectrum Ltd to Vodafone Limited and Hutchison 3G UK Limited. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/81670/trade-of-frequencies-statement.pdf

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限[121]

2.3GHz 及 3.4GHz 頻譜為不定期（Indefinite Period）執照[122]，而本次拍賣標金為最初 20 年的執照使用費，在 20 年後 Ofcom 將會徵收額外的年度使用費。

（二）頻率使用相關規定

1. 使用範圍[123]

3.4GHz 頻段的使用範圍為大不列顛島，而北愛爾蘭、海峽群島（Channel Islands）、曼島（Isle of Man）皆不在使用範圍內，也不包含領海以及鄰接領海的內陸水域。

2. 頻譜交易

頻譜持有者可依循 2004 年無線電信法[124]（The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2004）轉移其頻譜執照之權利和義務。Ofcom 在同意頻譜轉移前將會進行競爭調查，核准同意頻譜轉移後將會授予受讓者新的頻譜執照。

121 Ofcom, 2015. Public Sector Spectrum Release: Award of the2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands (p. 49).
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/68337/Public_Sector_Spectrum_Release_statement.pdf
122 在最初使用期限過後，若 Ofcom 欲回收該執照，需給予電信業者 5 年的緩衝期限。
123 Ofcom, 2017. The Award of 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands Information Memorandum (p. 41).
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0030/81579/info-memorandum.pdf
124 Legislation.gov.uk, 2004. The Wireless Telegraphy （Spectrum Trading） Regulations 2004.
https://www.legislation.gov.uk/uksi/2004/3154/contents/made

四、 其他規定

- 既有 3.4GHz 頻譜執照持有者[125]

本次拍賣的 3.4GHz 中，英國電信業者 UK Broadband[126]於 2003 年的頻譜拍賣即取得 3480-3500MHz 及 3580-3600MHz 頻段的使用權，而在 2014 年 6 月時 UK Broadband 向 Ofcom 申請該執照在 2018 年 7 月到期後轉為不定期執照獲准[127]。

Ofcom 針對既有業者 UK Broadband 參與 3.4GHz 頻譜拍賣與否提出不同情境。包含：

1. 若執照持有者提出變更執照並參與主要階段競標時，則該次拍賣 Ofcom 便可提供 38 個區塊共 190MHz 頻寬，而執照持有者將自動獲得原有的 8 個區塊、以及額外得標區塊數，在指配階段時的可投標頻段位置將為 3410-3600MHz。
2. 若是執照持有者提出變更執照、但是不參與主要階段僅參與指配階段，Ofcom 則是在主要階段提供 30 個區塊共 150MHz 頻寬，而執照持有者在指配階段投標 8 個區塊的位置且可投標頻段位置為 3410-3600MHz。
3. 若是執照持有者不申請變更執照業也不參與競標，則該次拍賣競標者可競標的區塊數為 30 個、可競標頻段為 3410-3480MHz 以及 3500-3580MHz。

125 Ofcom, 2017. Notice of Ofcom's Proposal to Make Regulations in Connection with the Award of 2.3 GHz and 3.4 GHz Spectrum (p. 9).
https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-3/notice-of-proposal-to-make-regulations-in-connection-with-the-award-of-2.3-ghz-and-3.4-ghz-spectrum

126 於 2017 年 2 月英國競爭與市場管理局（Competition and Markets Authority，CMA）通過 UK Broadband 與 H3G 合併案。

127 Ofcom, 2014. Variation of UK Broadband's 3.4 GHz Licence.
https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-2/uk-broadband-licence

而 UK Broadband 並未參與本次 3.4GHz 頻譜拍賣，因此實際拍賣情形為拍賣區塊數 30 個，可競標頻段為 3410-3480MHz 以及 3500-3580MHz（表 4.1.4）。

表 4.1.4　英國 UK Broadband 參與 3.4GHz 頻譜拍賣情境

主要階段	指配階段	拍賣區塊數	UK Broadband 取得區塊數	拍賣頻率
參與	參與	38	8+得標區塊數	3410-3600MHz
不參與	參與	30	8	3410-3600MHz
不參與	不參與	30	—	3410-3480MHz、3500-3580MHz

資料來源：本研究彙整。

五、　釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

Ofcom 於 2018 年 4 月 13 日，宣佈本次 2.3GHz 及 3.4GHz 頻譜拍賣結果，其中 EE 標得位於 3540-3580MHz 的 40MHz 頻寬，總標金為 303,594,000 英鎊（約新臺幣 3,106,106,523 元[128]）；Three 標得位於 3460-3480MHz 的 20MHz 頻寬，總標金為 164,429,000 英鎊（約新臺幣 6,615,162,764 元[129]）；Telefónica 標得位於 3500-3540MHz 及 2350-2390MHz 共 80MHz 頻寬，總標金為 317,720,000 英鎊（約新臺幣 12,782,231,319 元[130]）；Vodafone 標得位於 3410-3460MHz 的 50MHz 頻寬，總標金為 523,616,000 英鎊（約新臺幣 21,065,657,920 元[131]）（參照表 4.1.5、圖 4.1.8）。

128 本研究參考中央銀行 2018 年月平均匯率（1 新臺幣：1 英鎊=1：40.2311196）計算之。
129 本研究參考中央銀行 2018 年月平均匯率（1 新臺幣：1 英鎊=1：40.2311196）計算之。
130 本研究參考中央銀行 2018 年月平均匯率（1 新臺幣：1 英鎊=1：40.2311196）計算之。
131 本研究參考中央銀行 2018 年月平均匯率（1 新臺幣：1 英鎊=1：40.2311196）計算之。

表 4.1.5　英國 2.3GHz 及 3.4GHz 頻段之拍賣結果

得標者	取得頻寬（MHz）	取得頻率（MHz）	主要階段標金（£）	指配階段標金（£）	總標金（£）
EE	40	3540-3580	302,592,000	1,002,000	303,594,000
Three	20	3460-3480	151,296,000	13,133,000	164,429,000
Telefónica	40	3500-3540	317,720,000	0	317,720,000
	40	2350-2390	205,896,000	不適用	205,896,000
Vodafone	50	3410-3460	378,240,000	0	378,240,000

資料來源：Ofcom, 2018. Award of 2.3 and 3.4 GHz Spectrum Bands - Publication under Regulation 111 of the Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2018 of Results of Auction. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0018/112932/Regulation-111-Final-outcome-of-award.pdf



資料來源：Ofcom, 2018. 2.3 GHz and 3.4 GHz Band Plans Based on Final Auction Results. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0017/112931/2.3-GHz-and-3.4-GHz-band-plans-based-on-final-auction-results.pdf

圖 4.1.8　英國 3.4GHz 頻譜拍賣結果

（二）市場變化

Ofcom 於 2017 年發布的「授權 2.3 及 3.4GHz 頻段–競爭考量及釋照規定（Award of the 2.3 and 3.4GHz Spectrum Bands-Competition Issues and Auction Regulations）[132]」中，顯示 Ofcom 係以英國行動電信業者頻譜持有比例為考量依據。由表 4.1.6 與表 4.1.7 比較可看出原本頻譜持有比例最低的 O2 在本次拍賣後立即可使用頻譜持有比例由 14%上升至 20%，而總持有頻譜比例由 12%上升至 18%；O2 在立即可使用頻譜方面已超過 H3G 的持有頻譜，但總持有頻譜量仍維持 4 家電信業者中最末位。

在立即可使用頻譜比例方面，BT／EE、Vodafone、H3G 皆在本次拍賣結束後略微下降。而在總持有頻譜比例方面，則除了 Vodafone 略為上升之外，BT／EE 和 H3G 皆下降。

132 Ofcom, 2017. Award of the 2.3 and 3.4GHz Spectrum Bands-Competition Issues and Auction Regulations (p. 34).
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103819/Statement-Award-of-the-2.3-and-3.4-GHz-spectrum-bands-Competition-issues-and-auction-regulations.pdf

表 4.1.6　英國 2.3 及 3.4GHz 頻譜拍賣前各電信業者持有之行動頻譜

頻段	類型	BT/EE	Vodafone	O2	H3G	總和
800MHz	FDD	10	20	20	10	60
900MHz	FDD	0	34.8	34.8	0	69.6
1452-1492MHz	SDL	0	20	0	20	40
1800MHz	FDD	90	11.6	11.6	30	143.2
2100MHz	FDD	40	29.6	20	29.5	119.1
2.6GHz（對稱）	FDD	100	40	0	0	140
2.6GHz（不對稱）	TDD	15	20	0	0	35
3.4GHz	TDD	0	0	0	40*	40
3.6-3.8GHz	TDD	0	0	0	84*	84
立即可使用		255	176	86.4	89.5	606.9
立即可使用頻譜比例		42%	29%	14%	15%	
總持有		255	176	86.4	213.5	730.9
持有頻譜比例		35%	24%	12%	29%	

資料來源：Ofcom, 2017. Award of the 2.3 and 3.4GHz Spectrum Bands-Competition Issues and Auction Regulations (p. 25). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103819/Statement-Award-of-the-2.3-and-3.4-GHz-spectrum-bands-Competition-issues-and-auction-regulations.pdf

註*：為 UK Broadband 所持有之頻譜，其中 3.6-3.8GHz 為 3605-3689MHz。

表 4.1.7　英國目前各營運商持有之行動頻譜

頻段	類型	BT/EE	Vodafone	O2	H3G	總和
800MHz	FDD	10	20	20	10	60
900MHz	FDD	0	34.8	34.8	0	69.6
1452-1492MHz	SDL	0	20	0	20	40
1800MHz	FDD	90	11.6	11.6	30	143.2
2100MHz	FDD	40	29.6	20	29.5	119.1
2.3GHz	TDD	0	0	**40**	0	**40**
2.6GHz（對稱）	FDD	100	40	0	0	140
2.6GHz（不對稱）	TDD	15	20	0	0	35
3.4GHz	TDD	**40**	**50**	**40**	**60****	**190**
3.6-3.8GHz	TDD	0	0	0	84	84
立即可使用		255	176	126.4	89.5	646.9
立即可使用頻譜比例		39%	27%	20%	14%	
總持有		295	226	166.4	233.5	920.9
持有頻譜比例		32%	25%	18%	25%	

資料來源：本研究彙整。

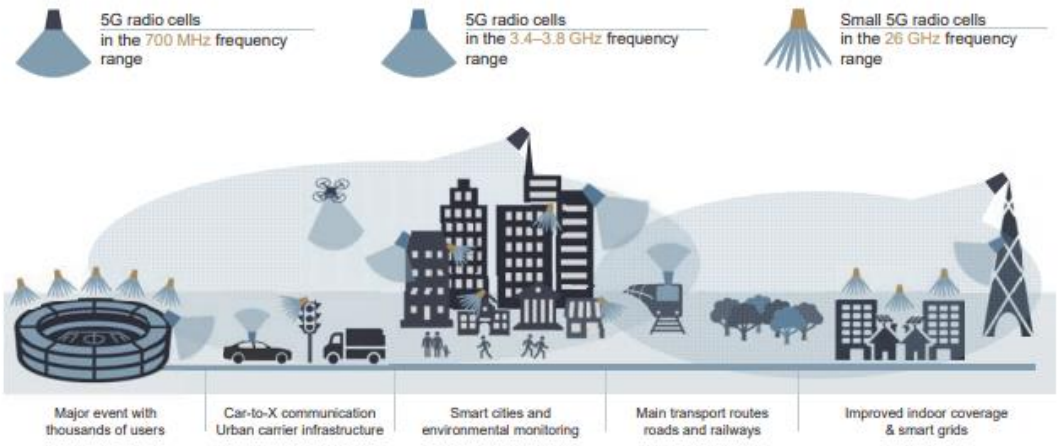
註**：60MHz 中的 40MHz 為 UK Broadband 持有、20MHz 為 H3G 持有。

第二節、 德國

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

為因應不同的 5G 行動通訊應用，並配合國際與歐盟頻譜使用規劃，德國政府釋出頻譜發展政策，以供未來 5G 釋照等產業用途。具體而言，德國 5G 頻譜規劃可分為低頻（700MHz）、中頻（3.4-3.8GHz）與高頻（26GHz）等三大類，如下圖 4.2.1。



資料來源：BMVI, 2016. 5G Strategy for Germany. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile

圖 4.2.1　德國 5G 頻譜規劃

低頻（700MHz）頻段因具備通訊距離較廣、穿透性較佳等技術特性，因此較適用於大規模、多人同時使用之場域，如體育場等；而中頻（3.4-3.8GHz）則適用於都會地區或主要交通運輸場域等；高頻（26GHz）具有通訊距離較短、覆蓋範圍小等技術特性，因此較適用於室內覆蓋或智慧工廠等企業特殊用途。德國政府為充分發揮不同頻段之技術特性，將基於上述低、中、高頻之頻段技術特性，規劃對應之釋照與政策目標。

總體而言，根據德國政府於 2016 年釋出的「數位基礎建設頻譜使用定位（Points of Orientation for the Provision of Spectrum for the Rollout of Digital Infrastructures）[133]」諮詢文件、2017 年整合相關諮詢結果所提出的「數位基礎建設與需求的關鍵要素（Key Elements for the Rollout of Digital Infrastructures and Identification of Demand）[134]」和 2018 年為 3.6GHz 等頻段釋照所準備的「5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018」、「5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018」等說明文件，本研究彙整德國整體 5G 頻譜規劃如下表 4.2.1。

133 參見：Bundesnetzagentur, 2016. Points of Orientation for the Provision of Spectrum for the Rollout of Digital Infrastructures.
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/PointsOfOrientation.pdf?__blob=publicationFile&v=1

134 參見：Bundesnetzagentur, 2017. Key Elements for the Rollout of Digital Infrastructures and Identification of Demand
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/201070704_KeyElementsDemandIdentification.pdf?__blob=publicationFile&v=1

表 4.2.1　德國 5G 頻譜總體規劃

分類	頻段		單位頻寬	使用用途	釋照方式	釋照年限	備註
低頻	700MHz		待定	待定	待定	預計在 2025 年前	2019 年 7 月德國頻譜主管機關 BNetzA 宣布清空 700MHz 頻段，未來將投入作為 5G 行動通訊用途*。
中頻	2GHz		5MHz	全國性 5G 網路	拍賣	現有使用權預計在 2020 年 12 月 31 日到期；新使用權拍賣已於 2019 年 6 月拍賣完畢，預計可用於 2040 年底	
	3.6GHz	3.4-3.7GHz	10MHz	全國性 5G 網路	拍賣	現有使用權預計在 2021 年 12 月 31 日、2022 年 12 月 31 日到期；新使用權拍賣已於 2019 年 6 月拍賣完畢，預計可用於 2040 年底	3.6GHz 頻段之頻譜使用者可共用頻譜。全國性 3.6GHz 頻段使用者可共用區域性頻段使用者之閒置頻譜；反之亦同。
		3.7-3.8GHz	10MHz	區域性 5G 網路	由不動產所有權或使用權人提出申請	預計於 2019 年底開放申請；使用年限最短為 10 年，可視情況申請延長。	
高頻	26 GHz	26GHz	待定	預定將保留作為 5G 行動通訊使用	待定	現有 28GHz 頻段預計在 2020 年底到期；德國政府已著手研擬該頻段新釋照方式。	德國政府於 2018 年已提出高頻之公眾諮詢文件**，以評估 26GHz 頻段之 5G 使用與相關釋照議題。截至目前為止，尚在評估公眾諮詢結果。
		28GHz					

資料來源：本研究彙整。

註*：原 700MHz 頻段主要用於無線廣播電視；但在 2015 年後，隨著數位無線電視廣播標準 DVB-T 逐漸轉換成 DVB-T2，因此也騰出該頻段可轉供行動通訊使用。參見 BnetzA, 2019. Räumung des 700 MHz-Bandes für den Mobilfunk abgeschlossen https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/20190704_700MHZ_Raeumung.html

註 **：參見 BNetzA , 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

（二）釋出期程

下表 4.2.2 為各頻段之釋照期程規劃：

表 4.2.2　德國各頻段之釋照期程

分類	頻段		釋照期程
低頻	700MHz		待定
中頻	2GHz		2019 年 3 月
	3.6GHz	3.4-3.7GHz	2019 年 3 月
		3.7-3.8GHz	預計於 2019 年底開放申請。
高頻	26 GHz	26GHz	待定
		28GHz	

資料來源：本研究彙整。

自 2019 年 3 月 19 日起，德國政府已展開 2GHz 與 3.6GHz 等頻段的頻譜拍賣，此次拍賣共釋出 420MHz 頻寬供 5G 使用。經過多輪競標回合後，德國聯邦網路局（BNetzA）於 6 月 12 日宣布 2GHz 與 3.6GHz 頻段的 5G 頻譜拍賣結果，共經過 497 競標回合，總標金達 65 億歐元（約新臺幣 2,237 億元[135]）。標金收入將用於提升全國的寬頻網路基礎建設與普及服務[136]。

得標者按得標金額由高至低依序為德國電信（Telekom Deutschland）、Vodafone、Telefónica Germany（O2），以及新進業者 Drillisch Netz AG 等共 4 家，其中 Drillisch Netz AG 為新進業者，如下表 4.2.3 所示。得標者有義務於 2022 年以前執行相關義務；且可在「全國漫遊」的條款下與其他競爭者共用基礎建設和頻譜[137]。

135 本研究援引臺灣銀行 2019/10/28 當日現金匯率（歐元：臺幣=34.43：1）計算

136 參見 BnetzA, 2019. Spectrum Auction Comes to an End. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190612_spectrumauctionends.html

137 關於德國 5G 頻譜和基礎建設共用之詳細規定請見第五章

表 4.2.3　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段得標業者

得標業者	得標頻譜	標金
Telekom Deutschland GmbH	2 GHz: 2 × 20 MHz 3,6 GHz: 90 MHz	€2,174,943,000
Vodafone GmbH	2 GHz: 2 × 20 MHz 3,6 GHz: 90 MHz	€1,879,689,000
Telefónica Germany GmbH & Co. OHG	2 GHz: 2 × 10 MHz 3,6 GHz: 70 MHz	€1,424,832,000
Drillisch Netz AG	2 GHz: 2 × 10 MHz 3,6 GHz: 50 MHz	€1,070,187,000
總計	420 MHz	€6,549,651,000

資料來源：BnetzA, 2019. Spectrum Auction Comes to an End. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190612_spectrumauctionends.html

本研究彙整本次釋照結果如下表 4.2.4。

表 4.2.4　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段釋照結果

頻段	用途	總頻寬	得標業者家數	釋照方式	使用年限
2 GHz	全國性	120 MHz	2x10MHz ×2 家 2x20MHz ×2 家	SMRA 拍賣制	至 2040 年
3.6 GHz		300 MHz	50MHz ×1 家 70MHz ×1 家 90MHz ×2 家		

資料來源：本研究彙整。

二、 釋照方式及細節規定

德國於 1996 年的「歐盟廣播訊息系統（European Radio Messaging System，ERMES）」、2000 年的全球行動通訊系統（Universal Mobile Telecommunications System, UMTS)頻率及 2006 年寬頻無線接取（Broadband Wireless Access，BWA）釋照時，採「同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multiple Round Ascending auction，SMRA）」。惟於 2010 年及 2015 年採改良型 SMRA 制度，含具體指配及抽象指配兩種拍賣方式，前者僅一階段拍賣（One-phase Auction），即直接競標具體的頻塊；後者為兩階段拍賣（Two-phase Auction），即先競標頻塊的數量，再指配頻塊的具體位置[138]。2019 年的 2 GHz 與 3.6 GHz 5G 頻譜拍賣亦循此種改良型 SMRA 制度。

為清楚說明其運作細節，本研究就德國最新一次全國性 5G 頻譜拍賣機制為例，即於 2019 年 3 月至 6 月中所進行的 2GHz 與 3.6GHz 頻譜釋照程序，說明其拍賣方式與規定，包含拍賣規則的考量、競標區塊大小、單一業者取得頻率上限、得標義務等細項。參考資料來源主要源自於德國頻譜主管機關 BnetzA 所發布的「5G Award - Decisions I & II[139]」、「5G Award - Decisions III & IV[140]」等競標規則說明文件。

138 德國 2010 年之頻譜拍賣制度，可參考王碧蓮等人，2013。行動寬頻業務執照拍賣底價、競價機制設計、競價機制撰寫及管理規則擬訂。國家通訊傳播委員會 101 年度委託研究報告。

139 此公告是針對 2GHz 和 3.6GHz 頻段所制定的拍賣方式。取自 BNetzA , 2018. 5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018.
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20180613_Decision_I_II.pdf?__blob=publicationFile&v=2

140參見 BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (pdf / 4 MB).
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

（一）拍賣方式與規定[141]

根據 2018 年德國頻譜主管機關 BnetzA 所發布的「5G Award - Decisions I & II[142]」說明文件，德國最近一次的 2019 年 2GHz 與 3.6GHz 全國性 5G 頻譜釋照採拍賣競標方式，其拍賣機制與 2010 年、2015 年改良型 SMRA 的競價機制相同，即投標者可同時對個別頻段投標，而沒有組合標[143]。

1. 頻譜拍賣方式

此次拍賣共釋出 420MHz 頻寬，其拍賣頻段可分別 2GHz 與 3.6GHz 頻段等兩種。以下說明不同頻段的頻譜拍賣方式：

（1） 2GHz

依照德國政府規劃，2GHz 頻段共分成 12 個 2×5 MHz 單位頻寬進行拍賣，總拍賣頻寬為 120MHz。其中 8 個單位頻寬預計可在 2021 年開始使用，另外 4 個則可在 2026 年開始使用[144]。

在標金方面，2021 年可啟用的頻段底價為 500 萬歐元（約新臺幣 17,215 萬元[145]）；2026 年可啟用的頻段底價 375 萬歐元（約新臺幣

141 以下拍賣方式說明是以德國於 2019 年 3 月 19 日開始競標的 2GHz 和 3.6GHz 頻段為例。

142 此公告是針對 2GHz 和 3.6GHz 頻段所制定的拍賣方式。取自 BNetzA , 2018. 5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018.
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20180613_Decision_I_II.pdf?__blob=publicationFile&v=2

143 例如拍賣包含 A、B 兩件商品，業者可對 A 商品投標同時也對 B 商品投標，但無法同時對 AB 商品組合標價。其詳細拍賣制度說明可參考樊沁萍、陳人傑，2017。頻譜拍賣制度之理論回顧、政策經驗與模擬研究。中央研究院人文社會科學研究中心人文及社會科學集刊第三十卷第三期，頁 1-40。

144 參見 BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (pdf / 4 MB).
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

145 本研究援引臺灣銀行 2019/10/28 當日現金匯率（歐元：臺幣=34.43：1）計算。

12,911 萬元[146]）。

（2） 3.6GHz

此次競標拍賣 3400-3700MHz 頻段。3400-3420MHz 頻段以 1 × 20MHz 單位頻寬進行拍賣，屬特定區塊（Specific Block）；3420-3690MHz 頻段則將拆分成 27 個 1 x 10MHz 單位頻寬；3690-3700MHz 則同樣作為 1 x 10 MHz 指配型頻段拍賣，投標人不能同時競標兩個特定區塊，拍賣底價分別為 170 萬到 200 萬歐元（約新臺幣 5,853 萬到 6,886 萬元[147]）。

2. 資格審查

根據 2018 年德國頻譜主管機關 BnetzA 所發布的「Decisions I and II[148]」說明文件，有意參與拍賣之業者必須在 2019 年第一季開始提交書面審查資料，申請截止日到 2019 年 1 月 25 日截止。其書面審查資料包括以下文件：

（1）申請者說明：包括申請者姓名及地址、申請者的法律形式（股份有限公司或有限公司等）、申請者的所在地、商業登記、代表人之說明（包括電話及傳真號碼，以及電子郵件帳號），以及可送達文件的地址；

（2）申請者的股權結構；

（3）申請者符合性聲明（Zuverlässigkeit）：包括過去是否取得無線電頻率指配、有無未履行營業執照或頻率使用之義務、有無違反電信法或個資法的規定等；

146 本研究援引臺灣銀行 2019/10/28 當日現金匯率（歐元：臺幣=34.43：1）計算。
147 本研究援引臺灣銀行 2019/10/28 當日現金匯率（歐元：臺幣=34.43：1）計算
148 此公告是針對 2GHz 和 3.6GHz 頻段所制定的拍賣方式。

（4）經營能力說明：申請者必須說明及證明，其具有經營的財務能力，並且必須就其營業計畫的執行能力提出說明；

（5）專業能力之說明：申請者必須證明其在無線網路的建置及經營上，具有必要的知識、經驗及能力，以及其服務提供義務及提供程度；

（6）無線電頻率的使用：申請者必須說明其所使用的技術規劃、頻率需求、商業模式、所提供的服務種類、營業計畫等說明，以及最小頻寬需求等，以作為後續業者資格點數計算之判別標準。

（7）申請者同意公告之說明：申請者必須聲明其同意主管機關公告競價程序的申請，以及在最後加價決定的公告。

根據德國政府公告之資料，2019 年 3 月 19 日參與頻譜拍賣之業者，最終共有 4 家獲審查通過，如下表 4.2.5。

表 2.2.5　德國參與 5G 競標之業者

德國獲參與 2GHz 與 3.6GHz 頻段的業者
Drillisch Netz AG
Telefonica Germany GmbH & Co. OHG
Telekom Deutschland GmbH
Vodafone GmbH

資料來源：BnetzA, 2019. Spectrum Auction Comes to an End.
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190612_spectrumauctionends.html

3. 競價程序

申請人最遲必須在拍賣前指定日期前繳交參與競標拍賣的授權申請書，每家業者最多可申請 4 至 8 人。在拍賣進行中，每家業者必須至少有 2 位已參與拍賣教學課程之受託人進入投標室內。

受託人得在拍賣進行前參與拍賣指導會議，以掌握實際拍賣運作情形，並熟悉電子投標程序和使用軟體等。

拍賣將於每周一至周五舉行，每天 8 點至下午 5 點 30 分。每位投標人將可在獨立的空間中進行投標軟體操作，拍賣結果將對外公開於網站中。投標人得以自由選擇要投標的單位頻譜，並透過特殊的電子軟體提交投標金額。

4. 有效出價

在第一回合中，最低有效出價是指每一單位頻寬最低起價，而隨後的競標回合中，最低有效出價則須超過上一回合的最高出價。若在前幾輪中對於每一單位頻寬未有效出價，則最低有效出價仍為每一單位最低起價；若上一回合出價最高者退出，最低出價也必須比上一回合最高者再高。當所有的頻段皆無有效出價、也沒有任何棄標，則拍賣結束。

在每一回合競標過程中，競標軟體將提供每一單位頻寬有效出價金額，投標人可再從中選擇出價金額，加價範圍幅度從 1 萬歐元到 1 億歐元（約新臺幣 33 萬到 33 億元[149]）不等，如下圖 4.2.2。

149 本研究援引臺灣銀行 2019/10/28 當日現金賣出匯率（1 歐元：1 臺幣=33.03：1）計算。

- the minimum valid bid
- the minimum valid bid plus €10,000
- the minimum valid bid plus €20,000
- the minimum valid bid plus €50,000
- the minimum valid bid plus €100,000
- the minimum valid bid plus €200,000
- the minimum valid bid plus €500,000
- the minimum valid bid plus €1,000,000
- the minimum valid bid plus €2,000,000
- the minimum valid bid plus €5,000,000
- the minimum valid bid plus €10,000,000
- the minimum valid bid plus €20,000,000
- the minimum valid bid plus €50,000,000
- the minimum valid bid plus €100,000,000.

資料來源：BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (pdf / 4 MB). https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

圖 4.2.2　德國競標加價範圍

在每回合拍賣結束後，拍賣師將為下一回合拍賣訂定最低加價範圍。第一回合競標中 2GHz 與 3.6GHz 頻段的最低出價增額應為最高出價的 10%，後續拍賣師可依照情況逐步降低最低加價比例至 2~10%。

拍賣師將會在每一回合拍賣開始前通知投標人當回合最低加價比例與金額，其計算方式採四捨五入到千位歐元。

如果同時有 2 位以上投標人提出相同的最高出價，則以遞交的時間順序來決定最高出價有效投標人。同時，投標人也有權撤回最高出價，每一回合拍賣進行中，投標人可出價的次數沒有限制，投標人可以在同一回合中不斷出價，若出價金額低於最低出價，則不允許撤回。

若投標人在上一輪中撤回一個或多個出價，且沒有投標人重新提交新的有效最高價格，則拍賣結束。如果在拍賣第一階段中，對於每單位頻譜並未有效投標，則投標人在撤回的同時，也有義務支付相同的投標金額。若已進入拍賣第二階段，最高出價投標人撤回時，則必須繳交相對的投標金額。除此之外，每投標人有 5 次棄標權。

5. 拍賣時間

每一輪拍賣為一小時，拍賣師可視當下情況調整。在當輪拍賣時間到期前 10 分鐘會警示提醒，每一投標人有一次要求拍賣暫停的機會。

6. 保證金

獲審查通過的業者必須在拍賣開始前 14 天內在主管機關 BnetzA 指定帳戶中繳交保證金，此外也可委由獲授權的金融機構或海外機構支付不可撤銷的銀行擔保金。每位業者保證金為 170 萬歐元。

7. 資格點數

所謂資格點數，為依照競標者欲投標區塊所換成的「區塊點數（Lot Rating）」總和。德國政府此次對於「區塊點數」的設計為：2GHz 頻段之 2 × 5 MHz（成對）區塊為 1 點；3.6GHz 頻段之 1 × 10 MHz（非成對）區塊為 1 點；3400-3420MHz 頻段之 1 × 20 MHz（非成對）區塊為 2 點。

於競標日前，競標者必須將向主管機關說明其欲投標的區塊，並以此換算成投標者的區塊點數。每位競標者的區塊點數總和，即為競標者的資格點數。且須在拍賣開始前 14 日前繳交保證金（Security

Deposit），每一區塊點數費用為 1,700,000 歐元[150]。

8. 拍賣的行動階段

頻譜拍賣過程中，頻譜拍賣過程中，競標者的有效出價或持有暫時得標區塊皆視為活動。將依照投標人資格點數與出價情形，判斷當前所屬的行動階段，其判別基準為當回合投標人對於各單位頻譜的有效出價總和。其有效出價判定標準為該單位頻譜有最高出價人，且最高出價者未棄標或撤回，該投標人則可視為當拍賣回合的有效出價。

依照投標人有效出價的總和，在德國的拍賣規則中，將拍賣過程區分為三大行動階段，分別為：

（**1**） 第一階段：競標者最少須使用 65%資格點數

（**2**） 第二階段：競標者最少須使用 80%資格點數

（**3**） 第三階段：競標者最少須使用 100%資格點數

拍賣官將視情況決定拍賣所處階段。在不同的行動階段中，投標人得依照其資格點數來決定當回合投標的最低投標數量。

9. 拍賣期間之資訊揭露

根據 BNetzA 所釋出之 Decision III、IV[151]規定，德國頻譜競標拍賣過程中，拍賣師會在每一輪拍賣開始前，向投標人提供各單位區塊競價資訊，包括以下訊息：

150 BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (p.11). https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

151 參見 BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

（**1**） 目前拍賣的回合數

（**2**） 目前拍賣的行動階段

（**3**） 該回合的拍賣時間

（**4**） 各單位頻譜的最高出價，以及暫時的最高（得標）者

（**5**） 各單位頻譜的最低有效投標金額，以及最低價加價金額

（**6**） 各投標者的有效投標價格清單(從投標軟體點選框中投標)

（**7**） 各投標者在該回合的投標能力範圍(以業者之資格點　數計算)，以及該回合最低的行動階段

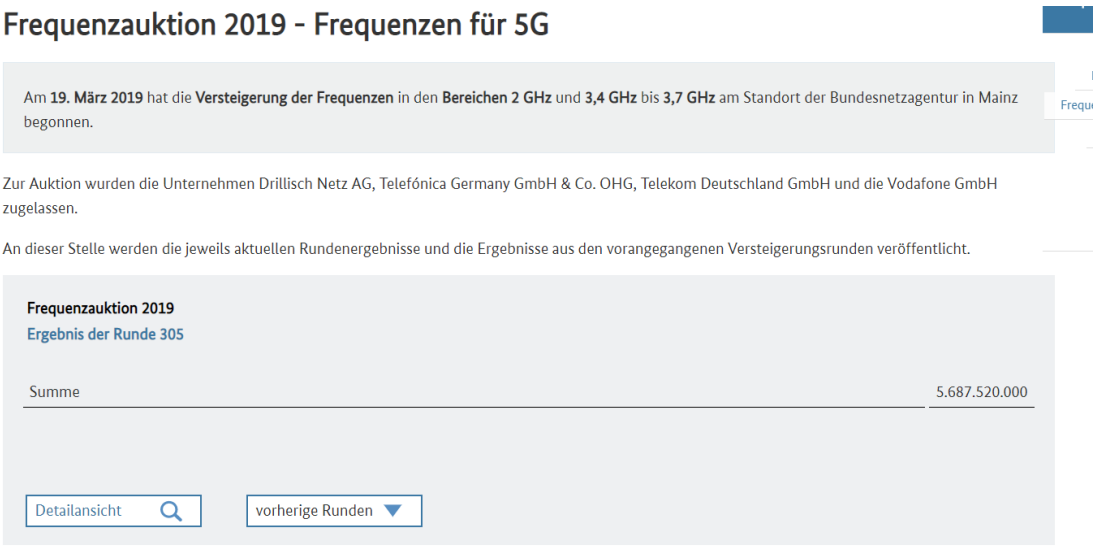
（**8**） 各投標者可棄標的次數

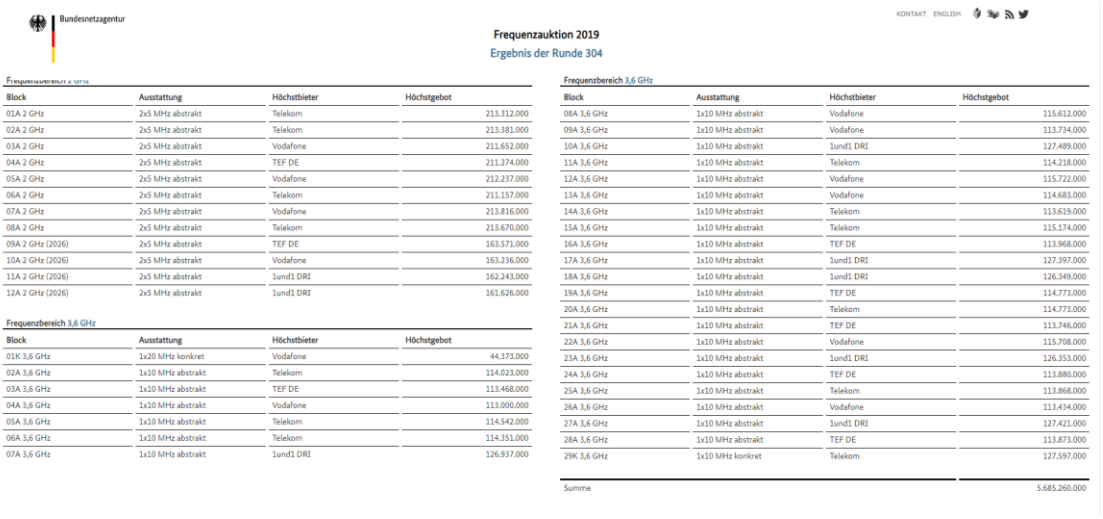
（**9**） 因違反規定而淘汰或不再予以投標的投標者姓名。

在每一回合拍賣結束後，拍賣師也將告知每位投標人每個單位頻譜當前的最高出價，以及每位投標人的有效出價。這些訊息將同步以電子方式傳送至每位投標人的獨立房間中，以便進行下一回合的投標準備。

除此之外，在不涉及任何商業機密的情況下，各界也可於主管機關 BnetzA 官方網站[152]中查看每一回合競標中，公開資訊包括每單位頻寬的最高出價金額和投標人，以及截至目前為止累計的最高標金總合和拍賣回合數，如下圖 4.2.3。

152 參見網站 www.bundesnetzagentur.de/mobilesbreitband





資料來源：bundesnetzagentur, 2019. Mobilfunknetze.

www.bundesnetzagentur.de/mobilesbreitband

圖 4.2.3　德國頻譜拍賣階段對外公開資訊

10. 取消資格

如果在拍賣進行中，拍賣人影響拍賣進行或結果，拍賣師可取消其資格。如投標人在取消資格時，為該單位頻寬的最高出價者，且未有其他新的有效出價，則被取消資格之投標人有義務支付最高出價金；如在拍賣第二階段中最高出價高於第一階段，則被取消資格之投標人不需支付出價金。

如是在拍賣結束後才查獲有非法投標行為，則同樣可撤銷其資格，最高出價人除有義務繳交標金外，還必須履行其義務，且付款金額將不予退還。

若於頻譜拍賣每一階段中，各單位頻譜若無有效拍賣，則將召開第二階段拍賣；與第一階段相同的單位頻譜最低出價將同樣適用於第二階段。

（二）拍賣考量

德國電信法（TKG）第 61 條明定，在頻譜指配和釋照的過程中，聯邦網路局（BNetzA）得透過公眾諮詢會議等程序徵詢相關利害關係人意見，以決定當次釋照是採競價程序或審議程序；但根據電信法第 61 條第 2 項，已註明應以競價程序為原則、審議程序為例外，主管機關得視個案和監管目的，考量競價制度與審議制度的合宜性。就德國最新一次 5G 頻譜拍賣機制而言，其於 2GHz、3.6GHz 等全國性用途之 5G 頻譜釋照即採競標制；而 3.7-3.8Ghz 供區域性 5G 應用之頻譜即採審議制。

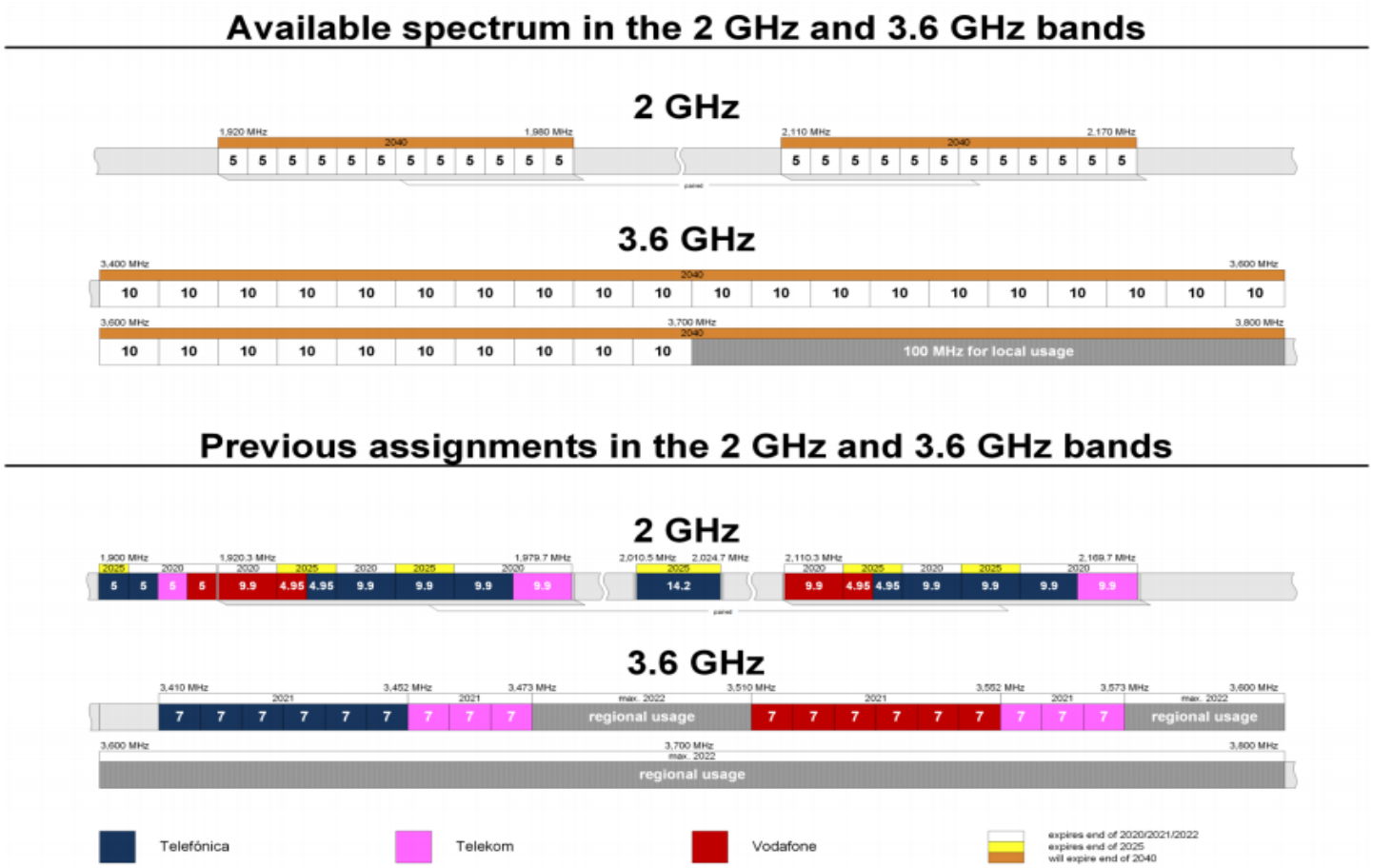
（三）競標區塊大小

德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段拍賣之頻寬、執照年限規劃與最低競標金額整理如下表 4.2.6，下圖 4.2.4 標示此二頻段可用頻譜與已指配頻譜，圖 4.2.5 與圖 4.2.6 則分別具體標示 2GHz 與 3.6GHz 的競標區塊。

表 4.2.6　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段競標區塊規劃

頻段	總頻寬	單位頻寬	執照年限	備註
2GHz（1.92-1.98、2.11-2.17GHz）	120MHz	2 x 5 MHz	至 2040 年底	2021 年可啟用的頻段底價 500 萬歐元/組 2026 年可啟用的頻段底價 375 萬歐元/組
3.6GHz（3.4-3.42、3.42-3.7GHz）	300MHz	1 x 20MHz	至 2040 年底	3.4-3.7GHz 應用於全國性服務，底價 200 萬歐元/段
		1 x 10MHz	至 2040 年底	3.4-3.7GHz 應用於全國性服務，底價 170 萬歐元/段

資料來源：本研究彙整自 BNetzA , 2018. 5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018.



資料來源：BNetzA , 2018. 5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018.

圖 4.2.4　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段可用頻譜與已指配頻譜

Frequency blocks in the 2 GHz band					
Designation	**Amount**	**Type of award**	**Frequency band**	**Minimum bid**	**Lot Rating**
01A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)	abstract	1920 MHz – 1980 MHz/ 2110 MHz – 2170 MHz	€5,000,000	1
02A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)			€5,000,000	1
03A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)			€5,000,000	1
04A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)			€5,000,000	1
05A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)			€5,000,000	1
06A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)			€5,000,000	1
07A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)			€5,000,000	1
08A 2 GHz	2 x 5 MHz (paired)			€5,000,000	1
09A 2 GHz (2026)	2 x 5 MHz (paired)			€3,750,000	1
10A 2 GHz (2026)	2 x 5 MHz (paired)			€3,750,000	1
11A 2 GHz (2026)	2 x 5 MHz (paired)			€3,750,000	1
12A 2 GHz (2026)	2 x 5 MHz (paired)			€3,750,000	1

資料來源：BNetzA , 2018. 5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018.

圖 4.2.5　德國 2GHz 頻段競標區塊

Frequency blocks in the 3400 MHz to 3700 MHz band					
Designation	Amount	Type of award	Frequency band	Minimum bid	Lot Rating
01K 3.6 GHz	1 x 20 MHz	specific	3400 – 3420 MHz	€2,000,000	2
02A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
03A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
04A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
05A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
06A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
07A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
08A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
09A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
10A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
11A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
12A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
13A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
14A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
15A 3.6 GHz	1 x 10 MHz	abstract	3420 – 3690 MHz	€1,700,000	1
16A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
17A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
18A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
19A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
20A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
21A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
22A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
23A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
24A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
25A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
26A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
27A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
28A 3.6 GHz	1 x 10 MHz			€1,700,000	1
29K 3.6 GHz	1 x 10 MHz	specific	3690 – 3700 MHz	€1,700,000	1

資料來源：BNetzA , 2018. 5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018

圖 4.2.6　德國 3.6GHz 頻段競標區塊.

（四）單一業者取得頻率上限

德國此次在 2GHz 與 3.6GHz 頻段之競標上，並無設定取得頻譜之上限或下限等任何規定[153]。

雖在此次競標前的公眾諮詢過程中，有意見表示應參考歐洲郵電管理委員會（CEPT）之建議，保證競標者在 3.6GHz 頻段至少得取得最低 50MHz 之下限限制；此外，亦有受訪者提議在 2GHz 頻段取得上限為 100MHz；2GHz 與 3.6GHz 加總頻譜上限為 150MHz 等。

針對諮詢建議，BNetzA 最終提出回應說明[154]，表示雖針對每位競標業者設定頻譜取得限制有助於業者依照其商業經營模式獲取所需頻段。但針對本次釋照，BNetzA 認為在 2GHz 與 3.6GHz 頻段上已提供足夠的頻譜，應足以滿足業者競標需求。因此 BNetzA 決議此次競標並無取得頻譜上限或下限等任何限制。

（五）業者得標義務

根據德國此次 2 GHz 與 3.5 GHz 5G 頻譜執照規劃，在網路佈建義務方面，為確保業者網路覆蓋與建設義務符合比例原則，避免不合理且過度的要求而影響產業市場經營，且在鼓勵新進業者進入市場的原則下，德國政府依照業者所取得之頻譜執照比例，提出相對之義務範圍，就取得全國性中頻段（2GHz、3.6-3.7GHz）的既有業者與新進業者所應履行之佈建義務分述如下。

153 參見 BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

154 參見 BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

1. 既有業者應履行之網路佈建義務：

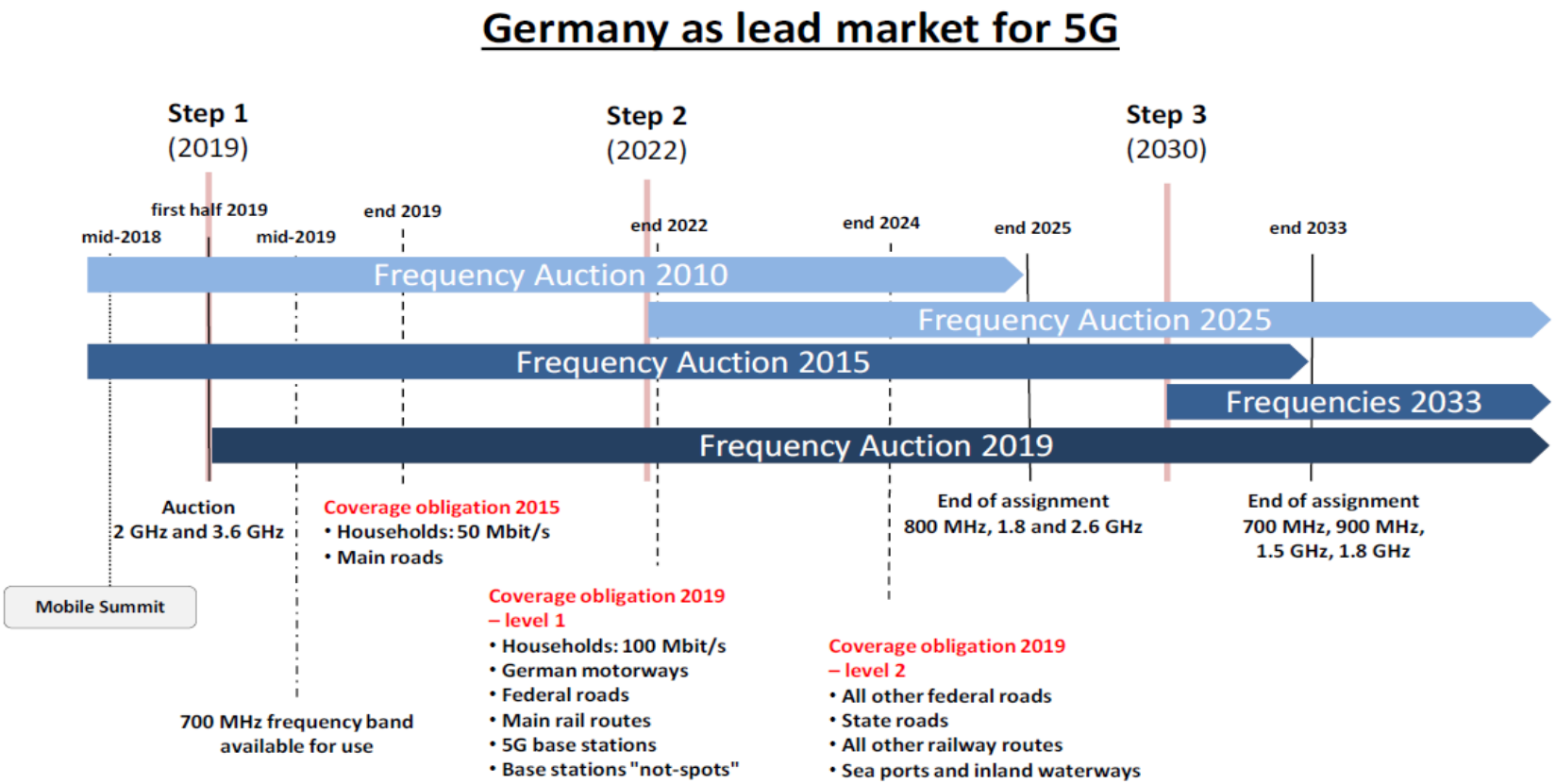
（1）第一階段

- 2022 年底前，每個聯邦洲至少 98%家庭的傳輸速率至少達 100Mbit/s。
- 2022 年底前，全國高速公路網路傳輸速率至少為 100Mbit/s，最大延遲為 10 毫秒（Milliseconds，MS）。
- 2022 年底前，連接功能等級（Connectivity Function Level）為 0 或 1 的聯邦公路傳輸速率至少達 100Mbit/s，最大延遲為 10 毫秒（MS）。
- 2022 年底前，每日乘載超過 2 千名乘客的鐵路網路傳輸速率至少達 100 Mbit/s。
- 2022 年底前，電信業者至少要營運 1,000 個 5G 基地臺（Base Stations），並額外在網路未覆蓋地區（Not-Spots）營運 500 個傳輸速率至少達 100 Mbit/s 的 5G 基地臺。

（2）第二階段

- 2024 年底前，所有其他聯邦洲道路網路傳輸速率至少達 100Mbit/s，最大延遲為 10 毫秒（MS）。
- 2024 年底前，所有洲道路的傳輸速率至少達 50 Mbit/s。
- 2024 年底前，海港和內陸水道核心網路的傳輸速率至少達 50 Mbit/s。
- 2024 年底前，所有鐵路網路傳輸速率至少達 50 Mbit/s。

針對取得全國性之中頻段業者所應履行義務如下圖 4.2.7。



資料來源：BnetzA, 2018. 5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018 (pdf / 4 MB).
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf?__blob=publicationFile&v=2

圖 4.2.7　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段拍賣與業者應達成義務時程表

2. 對於新進業者要求的義務：

德國政府為鼓勵新進業者投入市場，因此對新進業者提出較寬鬆之義務要求，以作為進入市場之誘因。對於新進業者應履行之義務要求，如下：

（**1**） 2022 年底前，至少要營運 1,000 個 5G 基地臺（且須分散在德國各個行政區域）。

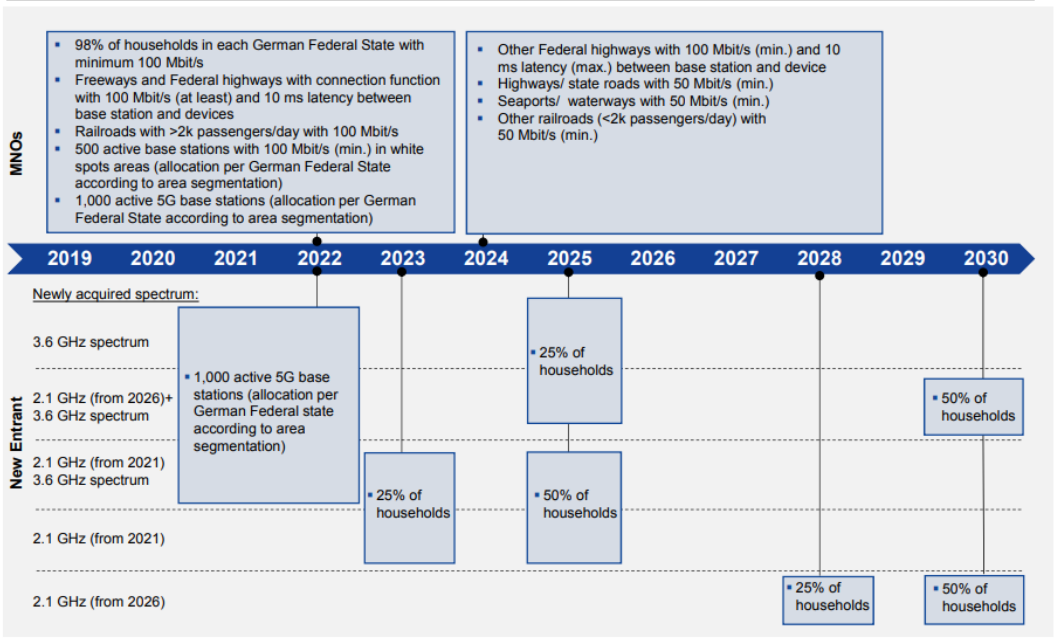
（**2**） 2023 年底前，取得 3.6GHz 和／或 2GHz 頻段優先釋出之頻譜執照新進業者，服務覆蓋範圍須至少達 25%家戶。

（**3**） 2025 年底前，取得 3.6GHz 和／或 2GHz 之其餘頻譜執照新進業者，服務覆蓋範圍須分別達 25%或 50%家戶。

（**4**） 2028 年，僅取得 2GHz 頻譜執照之新進業者，服務覆蓋範圍須至少達 25%家戶。

（**5**） 2030 年，取得 2GHz 與 3.6GHz 頻段之新進業者服務覆蓋範圍須至少達 50%家戶。

德國頻譜釋照規定對於既有業者和新進業者之義務要求與比較如下圖 4.2.8 所示。



資料來源：1&1Drillisch, 2019. 5G Rationale. https://imagepool.1und1-drillisch.de/v2/download/praesentationen/2019-01-25-Roadshow_Presentation.pdf

圖 4.2.8　德國 5G 基礎網路建設之相關政策要求

根據前開義務，取得頻譜執照之電信業者須針對運輸道路（包括聯邦各洲道路、水路和鐵路路線等）與地區於一定年限中完成網路建設，以確保其網路覆蓋率。且因新進業者與既有業者之間有不同之義務規定，德國政府希望藉由此方式，增加各業者之間的合作，讓業者不僅是建設自己商業經營地理位置的網路基礎設施，也必須涵蓋在不同的地區或經營不同的商業模式。

2004 年德國電信法已修法通過，允許頻譜和基礎建設共用之相關規定。德國 BNetzA 認為無線基礎設施和頻譜資源共用可以降低業者業務推展和營運成本。尤其是對於偏遠地區或農村等經濟規模較低的營運地區，透過業者合作得降低基礎建設投資成本，從而加速農村地區發展、擴大網路建設佈建範圍。

因此，本次在 5G 頻譜釋照，BnetzA 亦將頻譜與基礎建設共用的精神納入，即業者得在全國漫遊的基礎下，與業者共用基礎建設或頻譜，除此之外，新進業者亦有權共用現有競爭業者之行動網路基礎建設和頻譜，以提高閒置頻譜和基礎建設的使用效益。

而在義務規定上，本次德國政府所釋出的義務規定，只適用於 2GHz 與 3.6GHz 頻譜拍賣得標業者；而於 2025 年到 2033 年中期釋出的頻譜拍賣，則會重新定義其網路覆蓋等相關義務要求。這些準備工作預計在 2022 年到 2030 年進行。德國 BnetzA 將再視消費者和市場情況，來考量未來頻譜拍賣在覆蓋率和傳輸速率上面的要求。

目前預估 BnetzA 將於 2025 年再釋出 800MHz、1.8GHz 和 2.6GHz 等頻段；而 700MHz、900MHz、1.5GHz、1.8Ghz 等頻段則預計在 2033 年釋出。主管機關 BnetzA 預計在 2022 年和 2030 年間，依照當時的技術發展和市場狀況訂定對應的頻譜拍賣制度。

而除全國性 5G 行動通訊應用之外，德國政府於此次頻譜指配中，也規劃地區或地方型的 5G 頻譜用途，預計會釋出 3,700MHz-3,800MHz 頻段和 26GHz 高頻段作為地方型頻譜用途。目的是為確保在 3.6GHz 頻段滿足全國性服務需求後，也可以提供業者更靈活、更以地方需求為導向的頻譜使用方式，以讓業者開發更多元的商業模式，此部分區域性之 5G 頻譜應用與相關釋照規定將於本研究後半章節詳細說明。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

根據德國 BnetzA 所發布的釋照說明文件[155]，2GHz 與 3.6GHz 頻段釋照，業者執照使用期限原則上為 20 年，皆至 2040 年 12 月 31 日為止。

目前德國在 3400-3800MHz 頻段中，仍有部分頻段尚未釋出，現有頻譜執照持有者預計最晚將會在 2020 年到期，德國政府屆時將進行清頻，預計可再釋出 400MHz 頻寬供 5G 使用。其中 3400-3700MHz 將會作為全國性服務使用；3700-3800MHz 則會安排作為地區或地方性用途。德國政府預估協助電信業者於 2020 年開始商轉 5G 服務，屆時執照使用期限為 20 年，至 2040 年 12 月 31 日為止。

（二）頻率使用相關規定

拍賣頻段的頻率使用條件列於「5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018」的附件 2 與附件 3，以確保與其他無線系統和諧使用頻率，不互相干擾，具體內容，分述如下：

1. 2GHz 頻段（1920-1980MHz 與 2110-2170MHz）：

為達和諧使用頻譜之目的，特要求區塊外發射（Out-of-block Emission）協議應事先取得 BnetzA 許可，基地臺須為高空平臺（High Altitude Platform Stations，HAPS）設置，且邊界基地臺應有頻譜協議，

155參見 BNetzA , 2018. 5G Award - Decisions I & II of 24 October 2018. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20180613_Decision_I_II.pdf?__blob=publicationFile&v=2

另要求使用上不得干擾 BnetzA 的無線電監控與檢查用的固定接收器（Stationary Reciever）正常運作，亦須保證衛星無線訊號使用的 2200-2290MHz 頻段不受影響。

本頻段的 FDD 基地臺技術要求詳見「5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018」的附件 2。

2. 3.6GHz 頻段（3400-3700MHz）：

CEPT 於 2018 年 7 月發布 CEPT Report 67 文件，對於 5G 技術的相關要求進行修正，BnetzA 將依據此文件、5G 技術發展及未來歐盟可能施行的決定，對於本頻段技術使用條件進行調整，簡言之，僅得以 TDD 佈建 5G 網路，惟使用條件得依據頻譜有效及和諧使用原則及國際條約進行後續修正，併予敘明。

本頻段 TDD 基地臺技術要求詳見「5G Award - Decisions III & IV of 26 November 2018」的附件 3。

此外，當 BnetzA 提出要求時，獲頻譜指配者必須撰寫並提供頻譜使用、網路建設與啟用及啟用計畫的進度報告。

四、 其他規定

（一）全國性頻譜共用之規則

為充分利用頻譜資源，德國 BnetzA 在電信法的法源支持下，允許 3.6GHz 頻段之得標業者得在特定使用情境下共用或轉讓頻譜資源；業者得就本次釋照所取得之 3400-3700MHz 之頻譜，彼此相互簽訂合作或租用協議書，以進一步共用頻譜資源。

在全國性頻譜共用規管架構上，業者之間除須取得相互協議之外，依照個案情形，主管機關可視情形基於反壟斷法介入調查。但在電信

法之規管原則上，頻譜共用應在非歧視（Non-Discriminatory）之前提下進行。

而在共用頻譜業者之義務履行上，對於原頻譜執照業者所實踐之義務，可視為租用頻譜業者所實踐之義務。換句話說，業者得透過合作共用或轉租頻譜之方式，以共同提升對於 5G 頻譜執照之義務規定。

（二）全國性與區域性頻譜共用之規則

目前德國 5G 頻譜僅完成全國性之 3.6GHz 頻段釋照，BnetzA 預計須至 2019 年底始進行 3.7-3.8GHz 之區域性頻段釋照，對於區域性與全國性之 3.6GHz 頻段之頻譜共用義務界定等細節，還有待公共意見諮詢與主管機關研擬後釋出。

惟 BnetzA 於 2GHz 與 3.6GHz 頻段之 5G 釋照文件中已闡明考量部分區域性用途，對於全國性與區域性之閒置頻譜亦開放共用。取得區域性之 3.6GHz 頻段業者，若有臨時附加頻寬需求，可與取得全國性3.6GHz頻段之業者共用閒置頻譜資源；相反地，取得全國性3.6GHz頻段之業者，若有臨時之頻寬需求，則可以與區域性 3.6GHz 頻段業者共用閒置之頻譜資源[156]。

目前此規劃方向，是希望可以創造多元且彈性的 5G 商業運用與發展環境。例如讓車聯網等應用，得藉由彈性的區域性及全國性頻譜資源，於不同地區拓展服務。業者之間得就商業機制簽屬共用或租用協議書，以確保雙方無縫共用頻譜資源。

156 BnetzA, 2019. President's Chamber decision of 14 May 2018 on the order for and choice of proceedings for the award of spectrum in the 2 GHz and 3.6 GHz bands for mobile/fixed communication networks (MFCN). https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20180613_Decision_I_II.pdf?__blob=publicationFile&v=3

（三）全國漫遊和基礎建設共用之規則

本次在 5G 頻譜釋照規定上，有關全國漫遊（Roaming）與基礎建設共用，主管機關 BnetzA 允許業者彼此之間共用全國網路（Nationwide Networks），並協商共用基礎建設（Infrastructure Sharing）。

所謂漫遊，是指行動網路業者（Mobile Network Operator）使用其他業者之網路服務，來服務該業者營運覆蓋範圍以外的終端使用者。透過全國性漫遊，可以使業者和業者之間的服務區域擴大，增加其覆蓋範圍，尤其有助於農村等人口密集度較低的地區提高全國行動通訊網路服務。

而在基礎建設共用政策上，業者可簽屬協議以共用各式硬體設備，包括站點共用（Site Sharing）、電力設備（Power Supply）等多元裝置，包含新進業者亦可與既有業者共用基礎設備。

在業者雙方協議過程中，若有爭議或市場衝突，德國主管機關 BnetzA 將扮演「仲裁者」角色介入協商，並確保協議談判過程中的資訊透明、無歧視等要求。若有必要，BnetzA 亦會透過罰款等方式平衡業者違法行為。

五、 釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

德國聯邦網路局（BNetzA）於 2019 年 6 月 12 日宣布[157]，經過 52 天共 497 回合的競標作業後，2GHz 與 3.6GHz 頻段的 5G 頻譜拍賣結束。本次共有 4 家業者取得頻譜執照，其中包括 1 家新進業者 Drillisch Netz AG，共拍賣 420MHz 頻寬，總標金達 65 億歐元。得標業者如下表 4.2.7，競標結果如表 4.2.8。

表 4.2.7 德國 5G 得標業者

得標業者	得標頻譜	標金
Telekom Deutschland GmbH	2 GHz: 2 × 20 MHz 3,6 GHz: 90 MHz	€2,174,943,000
Vodafone GmbH	2 GHz: 2 × 20 MHz 3,6 GHz: 90 MHz	€1,879,689,000
Telefónica Germany GmbH & Co. OHG	2 GHz: 2 × 10 MHz 3,6 GHz: 70 MHz	€1,424,832,000
Drillisch Netz AG	2 GHz: 2 × 10 MHz 3,6 GHz: 50 MHz	€1,070,187,000
總計	420 MHz	€6,549,651,000

資料來源：BnetzA, 2019. Spectrum Auction Comes to an End. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190612_spectrumauctionends.html

157 參見 BnetzA, 2019. Spectrum auction comes to an end. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20190612_spectrumauctionends.html

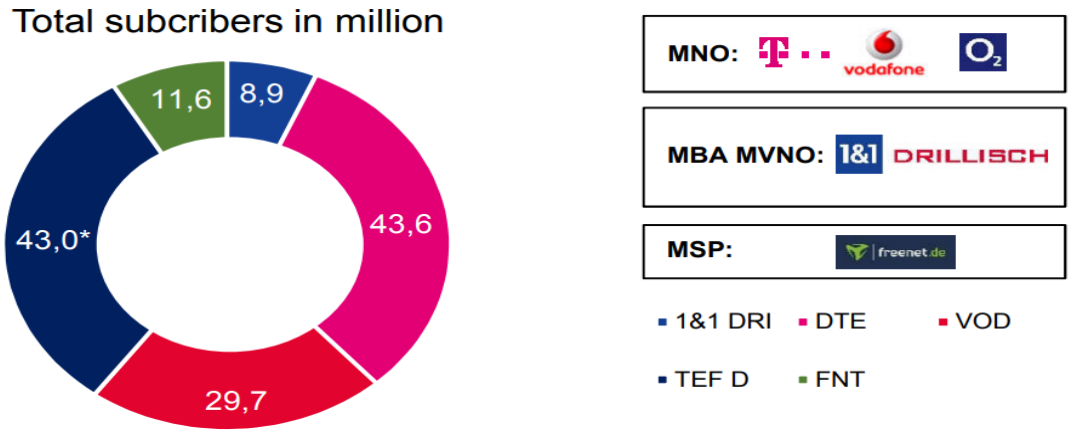
表 4.2.8　德國 2GHz 與 3.6GHz 頻段競標結果

頻段	用途	總頻寬	得標業者家數	釋照方式	使用年限
2 GHz	全國性	120 MHz	2×10MHz ×2 家 2×20MHz ×2 家	SMRA 拍賣制	至 2040 年
3.6 GHz		300 MHz	50MHz ×1 家 70MHz ×1 家 90MHz ×2 家		

資料來源：本研究彙整。

（二）市場變化

過去，德國行動通訊網路服務主要由 Telefónica Germany GmbH & Co. OHG（以下簡稱 Telefónica）、Telekom Deutschland GmbH（以下簡稱 Telekom）和 Vodafone GmbH（以下簡稱 Vodafone）等三家業者所主導，本次 5G 拍賣有 1 家新進業者 Drillisch 加入。Drillisch 過去於德國屬虛擬行動網路業者（Mobile Virtual Network Operator，MVNO），其在德國整體約有 8.9%市占率。各業者用戶市占分布如下圖 4.2.9。



資料來源：1&1Drillisch, 2019. 5G Rationale.
https://imagepool.1und1-drillisch.de/v2/download/praesentationen/2019-01-25-Roadshow_Presentation.pdf

圖 4.2.9　德國行動網路電信營運商市占

在德國政府的監理架構之下，得標者有義務於 2022 年以前於每個聯邦洲 98%家庭的傳輸速率至少達 100Mbit/s，且必須在「全國漫遊」的要求下，開放與其他業者共用頻譜和網路基礎建設。如面臨共網之爭議，則由主管機關 BNetzA 擔任仲裁角色，以避免業者之間的不當市場競爭行為，且允許新進業者共用既有業者之原有建設資源。

目前包括 Vodafone、Telekom 等業者都預計將在 2020 年啟動 5G 商用服務。

第三節、 義大利

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

義大利主管機關於 2017 年 12 月與 2018 年 2 月進行 5G 頻譜公開諮詢，規劃釋出 694-790MHz 頻段、3.6-3.8GHz 頻段、以及 26.5-27.5GHz 頻段。

（二）釋出期程

2018 年 3 月 5 日，AGCOM 公告 n. 89/18/CONS 決議案，針對 5G 先鋒頻段釋照規則與使用規定進行公開諮詢，並於同年 4 月 4 日結束，共有 24 位參與者表達相關意見。

2018 年 5 月 8 日，AGCOM 內部通過 n. 89/18/CONS 決議案，並於同年 5 月 23 日公布，此為歐洲第一個國家主管機關訂定使用三個 5G 先鋒頻段的指配與使用規則。7 月 11 日以 AGCOM 訂定的規則為基礎，邀請業者投標，8 月 6 日公告通過資格審查之投標者名單。2018 年 9 至 10 月歷經 14 天，共 171 回合，拍賣釋出 700MHz 頻段（694-790MHz）的 60MHz 頻寬、3.6-3.8GHz 頻段 200MHz 頻寬、以及 26.5-27.5GHz 頻段的 1,000MHz 頻寬，總標金達 65.5 億歐元（約新臺幣 2,331.538 億元），其中，中頻段總標金約達 40 億歐元（約新臺幣 1,423.84 億元），規劃及執照開始日期如表 4.3.1。

表 4.3.1　義大利釋照期程規劃

頻段	規劃	執照開始日期
700MHz	於 2018 年 9 月拍賣，共 60MHz	2022 年 7 月 1 日
3.6-3.8GHz	於 2018 年 9 月拍賣，共 200MHz	2018 年 12 月 1 日
26GHz	於 2018 年 9 月拍賣，共 1,000MHz	2018 年 12 月 1 日

資料來源：European 5G Observatory, n.d.. National 5G Spectrum Assignment. https://5gobservatory.eu/5g-spectrum/national-5g-spectrum-assignment/#1533310457982-93376798-7871

二、　釋照方式及細節規定

（一）釋照方式與考量

1. 拍賣方式

義大利 2018 年的 5G 先鋒頻段拍賣採用同時多回合制度（Simultaneous Multiple Round Auction，SMRA），所有指配的頻段皆為此次單一指配程序的一部分，而 700MHz FDD 的兩個 2×5MHz 保留區塊（Reserved Lots）[158]則優先於其他區塊先進行指配。

當競標階段結束，則進行虛擬區塊（Abstracts Lots）的分配，MISE 發布命令通知得標的電信業者以核發虛擬區塊。在接下來的 10 天之內，電信業者受邀進行分配的提案（Allocation Proposal），若電信業者未提案或 MISE 未接受提案，則由 MISE 進行公開的分配程序，按照電信業者支付的平均區塊價格，由電信業者依序選擇區塊，MISE 提供所有電信業者取得連續區塊。在此情形之下得標者不需要另外繳交費用。

158 700MHz FDD 的 2 個保留區塊，係考量 700MHz 的物理特性覆蓋率較佳，對於欲提供大範圍服務的新進業者而言為重要的資產。在拍賣開始前預先將保留區塊拍賣給市場新進入者，以及合併案 M.7758－和記 3G 義大利/WIND/JV 補救措施（Remedy Taker）的 Iliad。

義大利 2018 年 5G 先鋒頻段釋照以全國性執照為主，其中 28GHz 的執照為「個別非專用執照（Individual Licence Not Exclusive）」，藉由讓其他執照持有者使用閒置頻譜，有利於提高頻譜的使用效率。

（1） 700MHz FDD 頻段：全國性執照

（2） 700MHz SDL 頻段：全國性執照

（3） 3.6-3.8 GHz 頻段：全國性執照

（4） 26.5-27.5 GHz 頻段：全國性執照，此頻段為「個別非專用執照」，採行「Club Use 模式」，供每個執照持有者動態使用該執照許可的所有閒置頻譜（至多 1GHz）。每個執照持有者皆有權先使用其欲使用之區塊。成本由執照持有者共同訂定商業合理且公平之協議分擔，並可指定第三方團體管理頻譜的和諧使用。

2. 拍賣考量

義大利主管機關認為採用 SMRA 可一次拍賣複數頻段，並有利於將頻譜分配給最有效利用的使用者，且一般而言，SMRA 確保有效競爭的要素，包含方法本身簡單而透明、競爭者須準備事業計畫書等。

根據義大利 2018 年預算法（Budget Law 205/2017 for 2018-2020），5G 頻譜釋照的兩大目標為：

（1） 拍賣收入不低於 25 億歐元（約新臺幣 889.9 億元），其中（12.5 億歐元（約新臺幣 444.95 億元）須於 2018 年付款，其餘款項分四年期繳付。

（2） 確保最廣泛的 5G 覆蓋率，國家領土內所有用戶皆可接取

義大利 2018 年預算法[159]第 1045 節訂定 3.6-3.8GHz 與 26.7-27.5GHz 標金收入目標為 25 億歐元（約新臺幣 889.9 億元），並於 2018-2022 年度每個財政年度（9 月 30 日前）分期支付，2018 年為 12.5 億歐元（約新臺幣 444.95 億元）；2019 年為 5,000 萬歐元（約新臺幣 17.798億元）；2020 年為 3 億歐元（約新臺幣 106.788 億元）；2021 年為 1.5 億歐元（約新臺幣 53.394 億元），2022 年則為不少於 7.5 億歐元的尾款（約新臺幣 266.97 億元）。為確保達成預算法設定之 25 億歐元（約新臺幣 889.9 億元）收入目標，義大利設定之頻譜底價金額（除 700MHz SDL 以外）總計約 25.89 億歐元（約新臺幣 921.580 億元）[160]。

（二）競標區塊大小

1. 700MHz 頻段

700MHz 頻段總頻寬 2×30MHz，如下圖 4.3.1，分為 6 個 FDD 區塊（A1-A6），其中 703-733MHz 與 758-788MHz 為 2 個成對的 5MHz；以及在 738-758MHz 間最多 20MHz 的 4 個 SDL 區塊（B1-B4）。700MHz 頻段的競標區塊位置皆為虛擬區塊，在拍賣階段結束後才指定區塊位置。

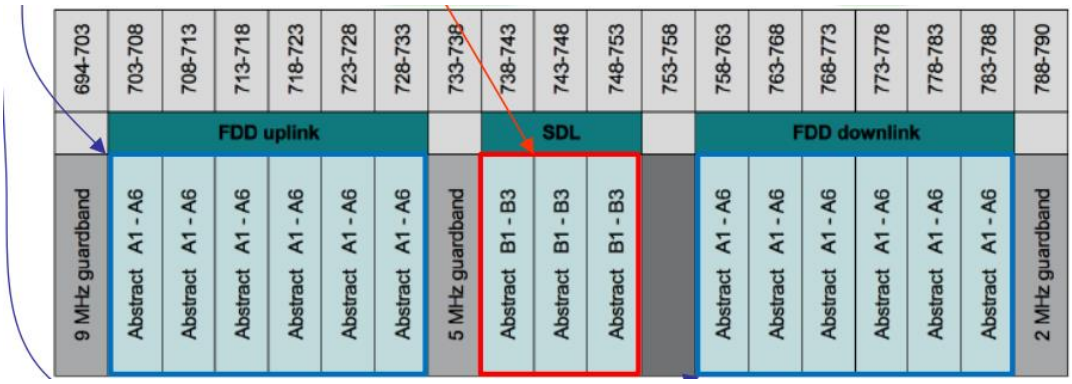
其中，700MHz FDD 區塊包含 2 個保留區塊，考量 700MHz 的物理特性覆蓋率較佳，對於欲提供大範圍服務的新進業者而言為重要的

159 LEGGE 27 dicembre 2017, n. 205.
https://www.agenziaentrate.gov.it/wps/file/Nsilib/Nsi/Schede/Agevolazioni/Canone+TV/Normativa+Prassi+Canone+TV/articolo+1+comma+1147+legge+bilancio+2018/articolo+1+comma+1147+legge+bilancio+2018.pdf

160 Marco Petracca, 2019. The Agcom's Regulation for the Award and the Use of the 700 MHz, 3.6 3.8 GHz and 26.5 27.5 GHz Bands to Foster the Transition to 5G Technology. (p.22)
http://www.emergonline.org/wp-content/uploads/2018/12/EMERG-BEREC-workshop-on-5G_Marco-Petracca.pdf

資產。在拍賣開始前預先將保留區塊拍賣給市場新進入者，以及合併案 M.7758－和記 3G 義大利/WIND/JV 補救措施（Remedy Taker）的 Iliad。

而於 700MHz SDL 區塊當中，義大利經濟發展部基於驗證公共安全與救難應變專屬無線通訊系統（Public Protection and Disaster Relief，簡稱 PPDR）的需求而指定 3 個區塊（B1-B3）。

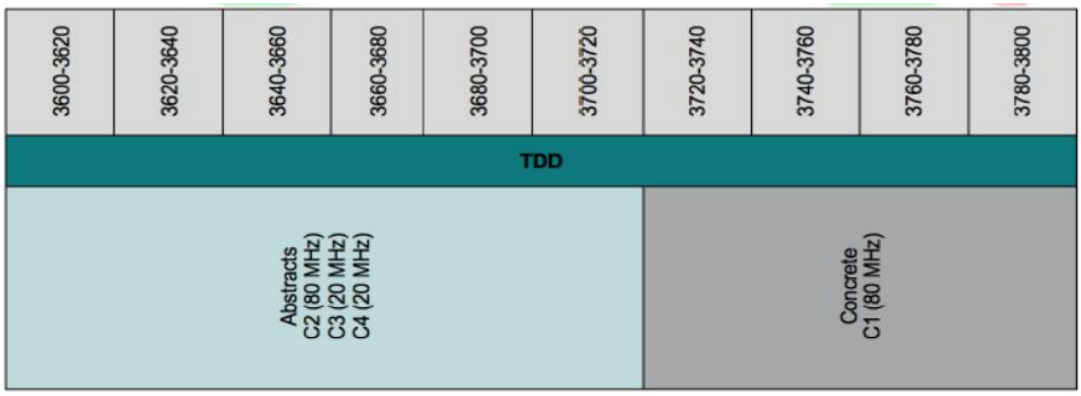


資料來源：Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

圖 4.3.1　義大利 700MHz 頻段競標區塊規劃

2. 3.6-3.8GHz 頻段

3.6-3.8GHz 頻段如下圖 4.3.2，共分為 80MHz（C1、C2）與 20MHz（C3、C4）兩種頻寬之區塊，皆為全國性執照。C1 為具體區塊，具明確位置，位置為 3720-3800MHz；而 C2-C4 則是虛擬區塊，分為較低的 3600-3700MHz 與較高的 3700-3800MHz。

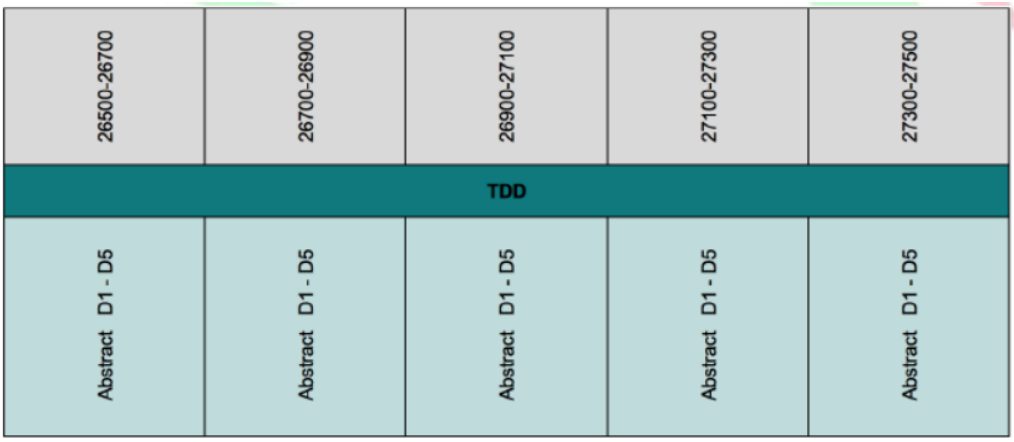


資料來源：Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

圖 4.3.2　義大利 3.6-3.8GHz 頻段競標區塊規劃

3. 26GHz 頻段

26GHz 頻段如下圖 4.3.3，由 26.5-27.5GHz 共分為 5 個 200MHz 頻寬之虛擬區塊（D1-D5），為全國性執照，該執照為個別非排他之 Club Use 共用執照。



資料來源：Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

圖 4.3.3　義大利 26GHz 頻段競標區塊規劃

（三）單一業者取得頻率上限

1. 700MHz FDD 頻段

700MHz FDD 頻段的頻率取得上限為 2×15MHz 頻寬。由於此頻段的頻率特性與已指配的 800MHz 與 900MHz 頻段相似，因此除了 700MHz FDD 頻段本身（Intra-band）上限之外，亦設置包含 800MHz 與 900MHz 頻段合計的跨頻段（Inter-band）取得上限共 2×30MHz 頻寬。

2. 700MHz SDL 頻段

無取得上限規定。

3. 3.6-3.8 GHz 頻段

3.6-3.8 GHz 頻段的頻率取得上限為 100MHz 頻寬，而包含 3.4-3.6GHz 頻段總計的跨頻頻率取得上限亦為 100MHz 頻寬，且由於 3.4-3.6GHz 頻段使用權（RoU）有效期限至 2023 年，因此，若於 3.6-3.8 GHz 頻段得標頻寬與在 3.4-3.6GHz 頻段擁有頻寬總和超過 100MHz 頻寬的上限，則須放棄於 3.4-3.6GHz 頻段超出頻寬上限的頻率使用權的展延。

4. 26.5-27.5 GHz 頻段

26.5-27.5 GHz 頻段頻段頻率取得上限為 400MHz。

（四）業者得標義務

義大利 5G 頻譜執照義務共分為頻譜使用義務（Obligations of Spectrum Usage）、覆蓋率義務（Coverage Obligations）、接取義務（Access Obligations）三種，主管機關得撤銷未盡義務者的使用權。

各類義務內涵詳述如下。

1. 頻譜使用義務

核發後所有執照持有者必須在全國境內使用核配頻率，700MHz SDL 頻段須於 3 年內開始在全國境內使用核配頻率；3.6-3.8 GHz 頻段須於 2 年內開始在全國境內使用核配頻率；26.5-27.5 GHz 頻段須於 4 年內開始在全國境內使用核配頻率。

「使用核配頻率」的定義為：啟動 BS/固定鏈路的物理載波，連接端對端的傳輸網路推出無線寬頻商用服務（零售或批發），亦可以漫遊、MORAN、MOCN 或提供網路切片的形式供應（一般而言禁止頻率聯營（Frequency Pooling））。

2. 覆蓋率義務

覆蓋率義務之對象為 700 MHz FDD 頻段與 3.6-3.8GHz 頻段，至於 700MHz SDL 頻段與 26.5-27.5 GHz 頻段則無覆蓋率義務。各頻段覆蓋率義務說明如下：

（1） 700 MHz FDD 頻段

700MHz FDD 頻段的覆蓋率義務包含每家電信業者應達成之個別義務，及得標者共同達成之聯合義務，前者包含人口覆蓋率與觀光地區覆蓋率義務；後者則包含人口覆蓋率與主要陸上交通路線覆蓋率。

I. 個別義務

a. 人口覆蓋率

頻率核可後 3 年內（新進業者為 4 年）提供至少 80%人口 5G 服務（eMBB、URLLC、mMTC），適度涵蓋室內空間。eMBB 服務須確保 30Mbit/s 以上之下載速率，覆蓋範圍應包含所有居民超過 3 萬人之自治市與各省省會。市政當局最多允許 2 個電信業者的 700MHz 頻

率共用協議。

b. 觀光地區覆蓋率

頻率取得後 48 個月內須在全國特定數量的觀光地區（所有執照持有者最多 2,400 個）提供 5G 服務（同上）。頻率指定後兩年內，MISE 將定義須覆蓋之觀光地區，以居住觀光客人數顯著者為主，這些地區通常因為非穩定居住而常有覆蓋率/容量的問題（例如：渡假村、水療中心、別墅、季節性居住等）。觀光地區將分為 6 個列表，並組合分給各 2×5MHz FDD 區塊；每個電信業者須覆蓋其區塊分配到之 90%的觀光地區。

II. 聯合義務

聯合義務之訂定旨在促進MNO在偏遠地區與主要交通路線覆蓋率的合作，同時配合歐盟的架構，聯合義務又分為人口覆蓋率與主要陸上交通路線覆蓋率，分述如下：

a. 人口覆蓋率

頻率取得後 54 個月內，執照持有者集體（合乎競爭法）須提供 5G 服務（同上）給至少 99.4%的人口。覆蓋範圍須涵蓋 120 個自治市每個「深度數位落差（Deep Digital Divide）」[161]地區至少 90%人口。允許頻譜聯營（Spectrum Pooling）漫遊。

b. 主要陸上交通路線覆蓋率

頻率取得後 42 個月內，執照持有者集體（合乎競爭法）須提供 5G 服務（同上，但此處考量特定流動性需求（Specific Mobility

161 無寬頻通訊服務且無 4G 類型的通訊網路覆蓋。

Requirements)），即高速公路與高速鐵路，包括交通連接節點，如車站等重要交通節點，如港口和機場。至少一家電信業者應覆蓋上述區域；允許頻譜聯營（Spectrum Pooling）漫遊（或其他相等技術方法），郊區地區強制施行。覆蓋率須包含歐盟等級（European Level）的廊道（Corridors）。

（2） 3.6-3.8GHz 頻段

3.6-3.8GHz 頻段的覆蓋率義務則分為義務清單、需求驅動服務義務與使用或租用。

I. 義務清單（Obligation List）

每個執照持有者應於核發後 90 天內提出義務清單，義務清單內容包含至少 10%居民低於 5,000 人的自治市，並作為超大寬頻服務國家策略計畫（National Strategic Plan for Ultra-Broadband Services）的補充手段（Complementary Approach），以該計畫未涵蓋的建築物為義務對象。

II. 需求驅動服務義務（Demand-Driven Service Obligation）

每個擁有 80MHz 以上全國性頻段（於此頻段或廣義上於 3.4-3.8GHz 頻段）的執照持有者在義務地區內任何（居民或商業）客戶申請的 6 個月內，須「準備好實現」5G 服務。服務供應的條件（包含價格)必須無歧視、與其他用戶等值且不對申請地點增加費用負擔。而 eMBB 服務必須確保至少 30Mbit/s 之下載速率。

III. 使用或租用（Use-It-Or-Lease-It）

未包含在所有執照持有者的義務清單中，居民少於 5,000 人之自治市（或稱小公地（Small Commons））為自主性清單（Free List）。其他未持有 3.6-3.8GHz 頻段（或 3.5GHz 頻段執照持有者的頻率覆蓋率低於全國人口的 40%)的電信業者，可在自主性清單中所列之自治市，租用 3.6-3.8GHz 執照持有者未使用的頻率；租賃價格設定為得標金額的適當比例。租用頻率的電信業者在其從自主性清單中選擇的自治市中，亦適用與執照持有者相同的需求驅動服務義務。執照持有者可以於義務清單增加新自治市（尚無電信業者要求租用頻率的自治市）。

3. 接取義務（Access Obligations）

（1） 700MHz FDD 頻段

取得 700MHz FDD 頻段的電信業者必須在其 700、800 與 900MHz 網路提供全國漫遊給此頻段的新進業者[162]，30 個月內提供全國範圍漫遊、60 個月內提供新進業者尚未覆蓋區域的漫遊。漫遊條件必須公平、無歧視且透明。新進業者的全國漫遊權利，須滿足啟用商用服務且在自有頻率提供至少 10%人口覆蓋率。

（1） 3.6-3.8GHz 頻段

所有取得全國範圍 3.6-3.8GHz 頻段至少 80MHz 頻寬的得標者（或加上其有權利或透過協議使用的 3.4-3.6GHz 頻率後達到此數量），必須提供在 3.8GHz 頻段無執照（或 3.5GHz 頻段執照持有者的頻率覆蓋率低於全國人口的 40%）的其他參與者（Players），例如，其他電信業者或服務提供者。依下列條款提供網路接取：

I. 接取目的為發展 5G 服務，並以公平且無歧視的商業協議為

162 不包括合併案 M.7758－和記 3G 義大利/WIND/JV 補救措施（Remedy Taker）的 Iliad

基礎。

II. 接取協議中具體指出利害相關的區域（Area of Interest）（不必要在持有者覆蓋義務或通常有意覆蓋的區域）。

III. 如果執照持有者覆蓋範圍不包含參與者所需連接的區域，則參與者可在協議或租用頻率的條件下佈建網路。

此義務同時旨在培植垂直發展創新商業應用案例，例如，透過利用高效能技術（例如 Massive-MIMO 與波束成形）提供未來服務（Future Proof Services）。

（2） 26.5-27.5GHz 頻段

I. Club Use 模式

執照持有者必須提供其他參與者（非 TELCOs，例如服務提供者）網路接取（批發容量），以發展 5G 服務。

若參與者要求接取的區域已經有網路覆蓋，則由覆蓋的電信業者提供接取服務。

a. 若參與者要求接取的區域尚無網路覆蓋，則執照持有者須聯合或透過可信賴的第三方團體回應其要求；網路佈建可委由第三方團體（同一個或其他的）。

b. 獲允許接取的電信業者不得轉賣純 TLC 服務（須遵守與執照持有者間的協議）。

c. 在公共場所（即港口、機場、體育館、競技場、電影院、劇院、國家公園、博物館、捷運等）的封閉土地上，無線電臺建設須經土地所有者/管理者授權，執照持有者實施覆蓋範圍必須提供其他執照持有者的接取權限，以避免封鎖機制（Foreclosure Mechanisms）與重複投資。

任何時候 AGCOM 與 MISE 都可以干預，規範執照許可人必須在 180 天內表示處理接取要求（包含使用信賴的第三方團體），以及在職權範圍解決最後爭端。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

本次釋照頻率使用期限至 2037 年 12 月 31 日，3.6-3.8GHz 與 26GHz 頻段的執照效期為 19 年又 1 個月；由於 700MHz 頻段自 2022 年 7 月 1 日起才可使用，因此執照效期為 15 年又 6 個月。義大利主管機關認為適當的執照時效有益於 5G 新技術發展，又可同時確保業者的投資報酬率。

（二）頻率使用相關規定

1. 頻譜交易限制

釋照後兩年內不允許頻譜交易，保留區塊則為四年；受讓者須對該區塊授權使用義務與覆蓋率義務提出適當保證。

2. 確保既有頻段使用者權益

根據 2018 年預算法，必須確保既有頻段使用者與現行的 5G 試驗計劃權益，包括：

（1） 既有頻段使用者

（2） 固定衛星服務（Fixed Satellite Services，FSS）

（3） 地球探測衛星服務（Earth Exploration Satellite Service，EESS）

（4） 目前在義大利五個城市（Milan、Prato、L’Aquila、Bari、Matera）利用 3.7-3.8GHz Sub-band 進行的 5G 試驗計劃

3. 遵守其他相關規定

（1） 得標者使用頻譜必須遵守電子通訊法（Code of Electronic Communications）及其他相關法規，特別是電子通訊法中有關網路安全與資料保護之相關規定。

（2） 頻率使用應遵守義大利國家頻率分配計畫（National Frequency Distribution Plan）中之設備標準與規格。無線設備使用必須符合歐盟無線電設備指令 Directive 2014/53/EU。

四、 釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

2018 年 10 月，歷經 14 天、171 回合的 5G 頻譜拍賣結束，共釋出 60MHz 之 700MHz 頻段（694-790MHz）、200MHz 之 3.6-3.8GHz 頻段以及 1,000MHz 之 26.5-27.5GHz 頻段，總標金達 65.5 億歐元。

低頻段部分，700MHz FDD 由 Vodafone、Italia 電信（TIM）、Iliad 三家業者得標，各標得 2 個區塊，其中保留區塊由 Iliad 標得。700MHz SDL 頻段無業者投標。中頻段部分，3.7GHz 由 TIM 與 Vodafone 標得 80MHz 區塊，Wind Tre 與 Iliad 標得 20MHz。高頻段部分，26GHz 共有 5 家業者取得執照，包含：TIM、Iliad、Fastweb、Wind Tre 與 Vodafone。由表 4.3.2 可觀察到 3.7GHz 頻段競爭最為激烈，得標金額超過底價幅度最大，超過底價部分為底價的 997%。

表 4.3.2　義大利 5G 拍賣結果

頻段	區塊	頻寬（MHz）	得標者	價格（歐元）	超過底價部分之百分比
700 MHz FDD	700_R	2×10	Iliad	676,472,792	0%
	700_FDD	2×5	Vodafone	345,000,000	2%
	700_FDD	2×5	Vodafone	338,236,396	0%
	700_FDD	2×5	TIM	340,100,000	0.6%
	700_FDD	2×5	TIM	340,100,000	0.6%
		2×30		2,039,909,188	0.52%
3.7GHz	3700_C1	80	TIM	1,694,000,000	970%
	3700_C2	80	Vodafone	1,685,000,000	962%
	3700_C3	20	Wind Tre	483,920,000	1120%
	3700_C4	20	Iliad	483,900,000	1120%
		200		4,346,820,000	997%
26GHz	26G	200	TIM	33,020,000	1.3%
	26G	200	Iliad	32,900,000	1.0%
	26G	200	Fastweb	32,600,000	0.04%
	26G	200	Wind Tre	32,586,535	0%
	26G	200	Vodafone	32,586,535	0%
		1,000		163,693,070	0.5%
總和		1,260		6,550,422,258	162.0%

資料來源：Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

700MHz SDL 頻段流標的主要原因有二：

1. 該頻段的拍賣將影響到既存的電視臺，在 2018 年 4 月 AGCOM 針對 700MHz 頻段釋出拍賣進行公開意見徵詢時，兩家電視臺表示擬採取法律程序，對抗 AGCOM 的頻譜規劃。
2. 行動通訊業者方面，則認為該頻段訂價過高，且至 2022 年才可使用，因此無意競標。

（二）市場概況

義大利 4 大電信業者為 Italia 電信（TIM）擁有 3,100 萬用戶、和記電訊旗下的 Wind Tre 擁有 2,900 萬用戶、Vodafone 擁有 2,200 萬用戶、Iliad 擁有 100 萬用戶。

（三）市場變化

1. 新進業者

此次得標 700MHz、3.7GHz 與 26GHz 頻段的電信業者 Iliad，是義大利第三大和記電訊的 3 Italy（Tre）與第四大 Wind Italy 電信業者合併時，做為確保市場有效競爭之補救措施，而自 2018 年 5 月進入市場的新進業者。

而得標 26GHz 頻段的 Fastweb 原為固網寬頻電信業者，於 2008 年開始經營 MVNO 業務，並在 2018 年收購網路服務業者 Tiscali 在 3.5GHz 頻段的固定無線業務（包含 3.5GHz 頻段的使用權），在此次釋照取得 26GHz 執照後，已獲 MISE 指定為義大利第 5 個 MNO[163]。

2. 5G 商用化服務推動情形

義大利行動通訊業者 Vodafone 與 TIM 已於 2019 年 6 月推出 5G 商用化服務。Vodafone 首先在 2019 年 6 月 16 日於羅馬、杜林、米蘭都會區、波隆那及那不勒斯等地，推出義大利首個 5G 商用化服務，並計畫在 2020 年底之前於 45-50 個城市提供 5G 服務，於 2021 年實現於約 100 個城市與觀光地區提供 5G 服務。Vodafone 部分既有資費

163 TeleGeography. Fastweb becomes Italy’s fifth MNO. https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2019/07/31/fastweb-becomes-italys-fifth-mno/

方案（RED Unlimited Smart、RED Unlimited Black t、Shake it Easy 與 Vodafone One Pro）用戶無須支付額外費用，即可使用 5G 服務，其他資費方案的用戶如欲使用 5G 服務，則需要每月額外支付 5 歐元[164]。

TIM 亦於 2019 年 6 月 24 日啟用在其羅馬與杜林（Turin）的部分 5G 網路後，開始提供 5G 商用化服務[165]。TIM 預計在 2019 年之前達成於 9 個城市及數個觀光景點與商業中心推出 5G 服務，並在 2021 年底前於 120 個城市啟用 5G 服務。TIM 提供三個新的 5G 資費方案，而既有方案的用戶則可以額外支付每個月 10 歐元的費用登錄「5G ON」，並享有第一個月免費的優惠[166]。

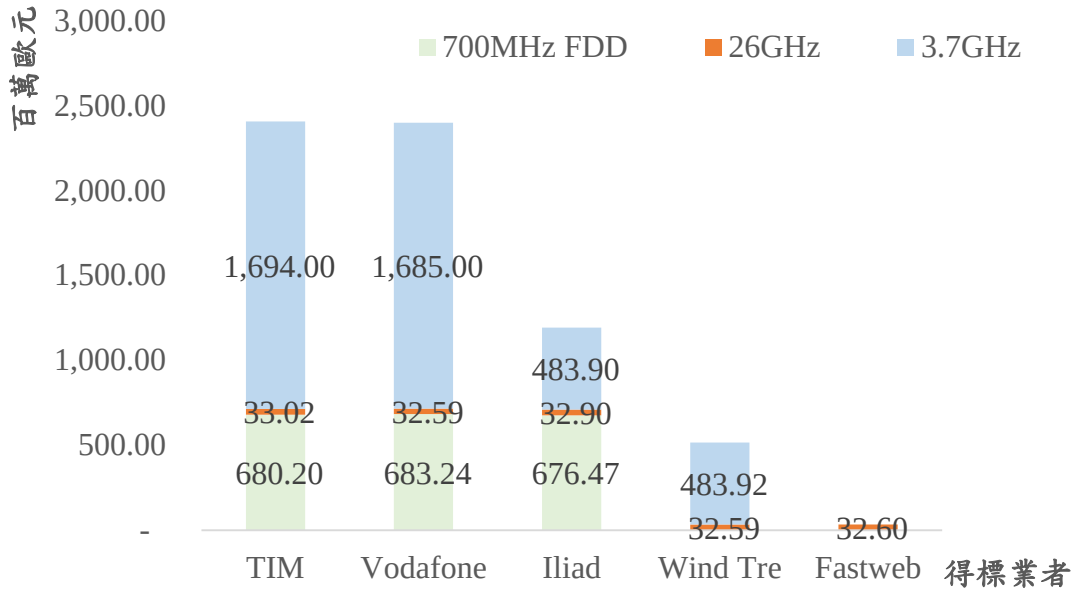
3. MNO 的競合關係

義大利 2018 年的 5G 頻譜拍賣得標業者包含：TIM、Wind Tre、Iliad、Vodafone 與 Fastweb 等 5 家業者，各業者得標金額比較如圖 4.3.4。

164 TeleGeography, 2019. Vodafone set to launch Italy's first 5G network. https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2019/06/06/vodafone-set-to-launch-italys-first-5g-network/

165 European 5G Observatory, 2019. TIM launches 5G services in parts of Rome and Turin with new 5G plans. https://5gobservatory.eu/tim-launches-5g-services-in-parts-of-rome-and-turin-with-new-5g-plans/

166 TeleGeography, 2019. TIM to have 5G live in nine cities this year . https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2019/07/08/tim-to-have-5g-live-in-nine-cities-this-year/



資料來源：Mauro Martino, 2018. Regulation And Award of 5G Pioneer Bands in Italy. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/5G%20Greece/Session%202%20Mauro%20Martino%20New.pdf

圖 4.3.4　義大利 5G 頻譜標金（依得標業者別）

得標業者除須繳付高的頻譜標金，亦必須投資 5G 建設。為此 Vodafone 在 2019 年 5 月首度宣布減少股利，Iliad 亦出售位在法國與義大利的基礎設施以籌措資金[167]。2019 年 5 月 7 日，Iliad 宣布與 Cellnex 成為策略合作夥伴，並達成合作協議[168]，將其在義大利的行動電信基礎設施管理公司 Iliad Italia TowerCo 全部的資本，包含 2,200 個站點，售予 Cellnex，並以承租人承建的租賃協議計畫（Build-to-Suit Program）確保 Iliad 未來可以長期使用這些基礎設施。

為降低 5G 佈建成本，義大利電信業者間尋求合作機會，據 TeleGeography 報導[169]，2019 年 2 月 TIM 與 Vodafone 達成 5G 主動網

167 Mobile Europe, 2019. TIM Prepared to Extend 5G Network Sharing to Iliad. https://www.mobileeurope.co.uk/press-wire/ceo-says-tim-prepared-to-extend-5g-network-sharing-to-iliad

168 Iliad, 2019. [Iliad Press Release] Iliad and Cellnex Form a Strategic Partnership. https://www.globenewswire.com/news-release/2019/05/07/1817976/0/en/Iliad-Press-Release-Iliad-and-Cellnex-form-a-strategic-partnership.html

169 TeleGeography, 2019. TIM and Vodafone to Share 5G Networks in Italy.

路之共用協議，並擬共用 4G 基礎設施，結合各自的行動網路（Mobile Tower Networks）共 22,000 個站點，以期透過合作減少 5G 佈建之成本，並加速 5G 佈建範圍的擴大，既有的被動基礎設施共用將從原來的 10,000 個站點（人口覆蓋率約 45%），增加至 22,000 個站點。Iliad 認為 TIM 與 Vodafone 間之共用協議將造成市場競爭的阻礙，要求 AGCOM 進行調查評估，對此 TIM 則表示歡迎 Iliad 一同參與網路共用合作[170]。

另一方面，Wind Tre 與固網寬頻電信業者 Fastweb 亦於 2019 年 6 月宣布簽署十年的合作協議[171]共同佈署 5G 網路，此協議目前由主管機關審核中。Wind Tre 與 Fastweb 的合作協議內容包含共用 5G 無線電接取、後端網路等，目標於 2026 年達成 90%覆蓋率。此外，Wind Tre 也將提供 Fastweb 現有網路漫遊，增加其行動覆蓋率；Fastweb 則將提供 FTTH 及 FTTC 之批發接取服務，供 Wind Tre 提升網路容量，以提供超高速寬頻有線服務。

170 Mobile Europe, 2019. TIM Prepared to Extend 5G Network Sharing to Iliad. https://www.mobileeurope.co.uk/press-wire/ceo-says-tim-prepared-to-extend-5g-network-sharing-to-iliad

171 Wind Tre, 2019. Wind Tre and Fastweb Announce a Strategic Agreement for the Deployment of a Nationwide State-of the-Art 5G Network.https://www.windtre.it/EN/Press-&-Events/press-releases/Istitutional-Press-Releases/2019/windtre-fastweb-agreement-5g.aspx

第四節、法國

一、　釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

ARCEP 於 2017 年 1 月 6 日，針對 2.6GHz 及 3.5GHz 頻段未來使用規劃及釋照程序展開公眾意見諮詢，傾聽利害關係人的建議[172]。目前已預計開放 3.4-3.8GHz 和 26GHz 頻段供 5G 服務使用。另於 2018 年 1 月展開「5G Pilot Window 計畫」，本計畫旨在統一 5G 價值鏈上的參與者，輔助業者測試新興商業模式，解決實務問題，因此將暫時分配 3400-3800MHz 頻段作 5G 試驗，ARCEP 將由試驗結果獲得第一批回饋，為 5G 釋照程序作準備[173]。

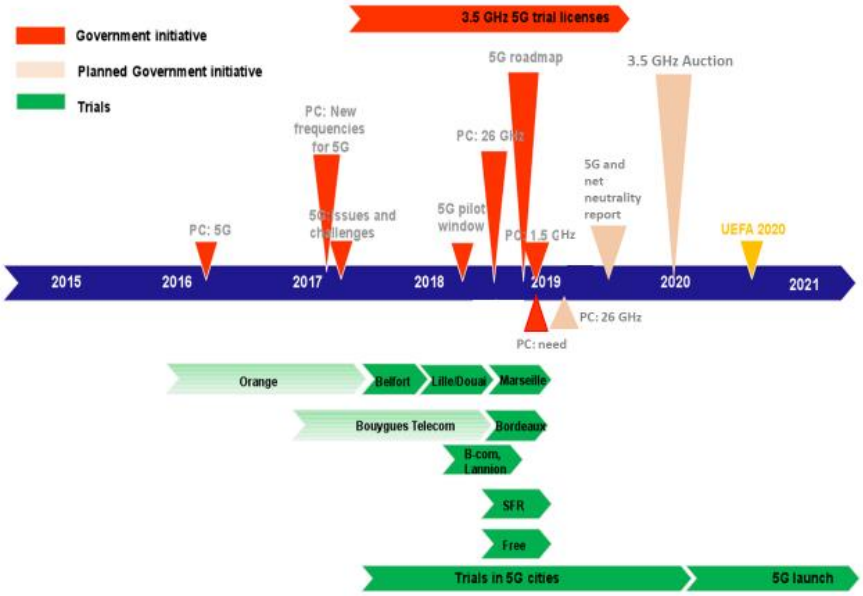
（二）釋照期程

法國 5G 政策期程規劃上，可參考圖 4.4.1。於 2018 年 1 月，ARCEP 展開 5G Pilot Window 計畫，對於從事 5G 試驗者釋照。同年 6 月，完成對於 26GHz 頻段釋照的公眾諮詢。同年 9 月，完成 1.5GHz 頻段釋照的公眾諮詢。同年 12 月，完成釋照程序、測序及利害關係人意見的蒐集。於 2019 年 1 月，法國政府及 ARCEP 對用於 5G 試驗的 26GHz 頻段釋照。同年 7 月，ARCEP 對用於 5G 的 3.4-3.8GHz 頻段釋照條件進行公眾諮詢，惟截至本案期末報告繳交時間 11 月中旬

172 ARCEP, 2017. Arcep launches a public consultation on “New frequencies for the regions, businesses, 5G and innovation”. https://en.arcep.fr/news/press-releases/p/n/arcep-launches-a-public-consultation-on-new-frequencies-for-the-regions-businesses-5g-and-innovat.html

173 ARCEP, 2018. To prepare for the advent of 5G, Arcep opens a « 5G pilot » window for all market players. https://en.arcep.fr/news/press-releases/p/n/to-prepare-for-the-advent-of-5g-arcep-opens-a-5g-pilot-window-for-all-market-players.html

為止，尚未公告公眾諮詢結果，惟仍預計 2020 年起商轉[174]。



資料來源：IDATE DigiWorld, 2018. National 5G Plans And Strategies. https://5gobservatory.eu/public-initiatives/national-5g-plans-and-strategies/#1533564836149-a4b726da-37e2

圖 4.4.1　法國 5G 政策推動期程

（三）釋照方式與考量

ARCEP 於 2019 年 7 月 15 日發布「Projet de Décision Proposant les Modalités d'Attribution de la Bande 3490 - 3800 MHz en France Métropolitaine[175]」，該文件就法國 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣細節進行公眾諮詢，諮詢期間由 2019 年 7 月 15 日至 2019 年 9 月 4 日止。截至本案期末報告繳交時間 11 月中旬為止，ARCEP 尚未公告公眾諮詢結果。

174 European 5G Observatory, 2019. NATIONAL 5G PLANS AND STRATEGIES. https://5gobservatory.eu/public-initiatives/national-5g-plans-and-strategies/#1533564836149-a4b726da-37e2

175 ARCEP, 2019. Projet de Décision Proposant les Modalités d'Attribution de la Bande 3490 - 3800 MHz en France Métropolitaine. https://www.arcep.fr/actualites/les-consultations-publiques/p/gp/detail/les-modalites-dattribution-de-la-bande-3490-3800-mhz-en-france-metropolitaine-15-juillet-2019.html

1. 拍賣方式

法國 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣將採用 SMRA 改良版方式進行，拍賣流程說明如後。

2. 拍賣流程

法國 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣將分為 3 階段，包含「第一階段」、「主要階段」與「指配階段」，分述如下。

- **第一階段**

於第一階段，願意簽署 8 項承諾（Commitment）之競標者可以底價獲得至少 40MHz 頻寬，ARCEP 尚未決定可獲得之頻寬大小，僅表示將不小於 40MHz 頻寬，4 位第一階段得標者可取得之頻寬皆相同[176]。上述承諾羅列如下。

I. 承諾於行動網路提供固定式接取（Fixed Access）服務

II. 承諾提供超高速（Ultrafast）固定式無線接取或超高速固定式批發服務

III. 承諾公布佈建現況及計畫

IV. 承諾公布服務中斷狀況及修復計畫

V. 承諾提供垂直應用相關服務

VI. 承諾允許企業或公部門連接分散式天線系統（Distributed Antenna Systems，DAS）之請求

VII. 承諾共用小型基地臺

VIII. 承諾託管 MVNO

176 ARCEP, 2019. Draft Decision Proposing the Procedure for Awarding the 3490 - 3800 MHz Band in Metropolitan France (p.7). https://en.arcep.fr/fileadmin/cru-1568292809/user_upload/publications/consultations_publiques/2019_English/3.5_GHz_frequency_awards_-_call_for_tender.pdf

於第一階段，最多僅 4 位競標者可取得至少 40MHz 頻寬之區塊。當 4 位或以下競標者願意承擔上述承諾時，全部承諾者皆能取得 1 區塊；當有 5 位或以上競標者願意為上述承諾時，ARCEP 將要求所有承諾者遞交不低於底價之願付價格，由出價最高之 4 位競標者各取得 1 區塊，皆各須支付第 5 高出價之標金。

（1） 主要階段

經過第一階段後，剩餘之頻段將於主要階段進行拍賣。主要階段將以 SMRA 改良版方式進行拍賣，標的為虛擬區塊（Simplex Blocks），並以 10MHz 作為單位區塊。ARCEP 將決定每回合價格，而競標者僅能投標需要之區塊數量，且投標之需求量僅可持平或降低，不可上升。拍賣將結束於需求量等於供給量時。

（2） 指配階段

競標者將就 ARCEP 提供的位置選項進行一回合拍賣，價格機制採次高價規則，即得標者僅須支付第二高價格。

3. 其他拍賣規定

（1） 最小頻譜需求

ARCEP 預計將最小頻譜需求訂定為 40MHz 頻寬[177]，當競標者投標需求量小於 40MHz 時，將視其需求為 0MHz。

177 ARCEP 暫訂最小頻譜需求為 40MHz，尚未正式確定數值。
ARCEP, 2019. Draft Decision Proposing the Procedure for Awarding the 3490 - 3800 MHz Band in Metropolitan France (p.7).
https://en.arcep.fr/fileadmin/cru-1568292809/user_upload/publications/consultations_publiques/2019_English/3.5_GHz_frequency_awards_-_call_for_tender.pdf

（2） 揭露資訊

於每回合開始前 ARCEP 提供予競標者之資訊羅列如下。

- 該回合數
- 以遞減且匿名方式揭露所有競標者於前一回合之投標
- 該回合之區塊價格。ARCEP 有權於每日結束時調整出價增額（Increment），出價增額將介於 100 萬至 2,000 萬歐元（約新臺幣 3,440 萬至 68,800 萬元[178]）。

（3） 中間價格（Intermediate Price）

於主要階段，競標者指定區塊數量，此時將會衡量中間價格，中間價格須介於上一回合價格與該回合價格之間。競標者除須就該回合價格投標需求量外，也可就中間價格投標需求量。

當上一回合價格之總需求量僅比供給量多 1 區塊，且該回合價格之總需求量小於供給量，但該回合中間價格之需求量等於供給量時，可視為主要階段結束，所有得標者須就投標區塊量支付中間價格。

二、 釋照方式及細節規定

（一）競標區塊大小

法國 3.4-3.8GHz 頻段為全國性執照，預計釋出 3490-3800MHz 共 310MHz 頻寬；並以 10MHz 為區塊單位，共釋出 31 個區塊。

178由於本釋照規則僅屬諮詢階段，本研究援引臺灣銀行公告 2019/10/29 賣出現金匯率（1 歐元：1 新台幣=34.4：1）進行計算。

（二）單一業者取得頻率上限

鑑於頻譜的稀缺性及行動通訊市場公平競爭，法國規定 3.4-3.8GHz 頻段執照持有者不得使用大於 100MHz 頻寬作為行動通訊服務使用。該規定適用於有合作關係之執照持有者及有合作關係之業者，合作關係係指以下其一：

1. 一執照持有者有決定性影響力，可直接或間接決定另一公司之頻率使用權
2. 一自然人或法人有決定性影響力，可直接或間接決定執照執有者及其他公司之頻率使用權

（三）業者取得頻率義務

所有 3.4-3.8GHz 執照持有者皆須遵守以下義務。

1. 於 2020 年年底前啟動 3.4GHz-3.8GHz 頻段商用

執照持有者須於 2020 年 12 月 31 日前達成 3.4-3.8GHz 頻段商用化，且須覆蓋至少一個 15 萬人以上城市面積 50%，及另一個 15 萬人以上都會區面積 50%。

而其行動通訊網路最高下行鏈路（Downlink）速率須達到至少每 10MHz 100Mbit/s，且封包傳送速度為 5ms 以下。

2. 佈建 3.4-3.8GHz 行動網路

（1） 執照持有者須於 2022 年 12 月 31 日前使用 3,000 個基地臺於 3.4-3.8GHz 頻段提供行動網路接取[179]。

（2） 執照持有者須於 2024 年 12 月 31 日前使用 8,000 個基地臺

179 行動接取服務需達到最高下行鏈路速率須至少為每 10MHz 100Mbit/s，且封包傳送速度為 5ms 以下。

於 3.4-3.8GHz 頻段提供行動網路接取。

（3） 執照持有者須於 2025 年 12 月 31 日前使用 12,000 個基地臺於 3.4-3.8GHz 頻段提供行動網路接取。

（4） 執照持有者須於 2030 年 12 月 31 日前使所有提供行動網路接取的基地臺皆須可提供 5G 服務，其基地臺使用頻率可為 3.4-3.8GHz 或其他頻段。

3. 提升行動網路速度

（1） 於 2022 年 12 月 31 日前，執照持有者之 75%行動網路基地臺皆須可提供 240Mbit/s 以上之速度

（2） 於 2024 年 12 月 31 日前，執照持有者之 85%行動網路基地臺皆須可提供 240Mbit/s 以上之速度

（3） 於 2025 年 12 月 31 日前，執照持有者之 90%行動網路基地臺皆須可提供 240Mbit/s 以上之速度

（4） 於 2030 年 12 月 31 日前，執照持有者所有的行動網路基地臺皆須可提供 240Mbit/s 以上之速度

若是在用戶數少導致流量較少之地區，透過協議基地臺及頻譜共用，即可完成上開義務。

4. 郊區佈建

（1） 於 2024 年 12 月 31 日前，執照持有者須將其 20%之基地臺佈建於優先佈建地區（Priority Rollout Area）或經濟活動目標之低密度地區[180]（An Area to Target Economic Activity

180 經濟活動目標之低密度地區尚未有完整定義。
ARCEP, 2019. Draft Decision Proposing the Procedure for Awarding the 3490 - 3800 MHz Band in Metropolitan France (p.19).
https://en.arcep.fr/fileadmin/cru-1568292809/user_upload/publications/consultations_publiques/2019_English/3.5_GHz_frequency_awards_-_call_for_tender.pdf

in Low-Density Areas），並使用 3.4-3.8GHz 頻段

（2） 於 2025 年 12 月 31 日前，執照持有者須將其 25%之基地臺佈建於優先佈建地區或經濟活動目標之低密度地區，並使用 3.4-3.8GHz 頻段

5. 覆蓋交通道路

（1） 高速公路（Motorway）

於 2025 年 12 月 31 日前，執照持有者須提供法國國家地理研究院（French National Geographic Institute，IGN）所定義之高速公路優先路段提供無線接取服務，並於 2027 年 12 月 31 日前，提供所有高速公路無線接取服務。其無線接取服務須於交通工具外部達到至少 100Mbit/s，且封包速度須小於 10ms。

（2） 主要道路（Main Link Roads）

於 2025 年 12 月 31 日前，執照持有者須提供法國國家地理研究院所定義之主要道路優先路段提供無線接取服務，並於 2027 年 12 月 31 日前，提供所有主要道路無線接取服務。其無線接取服務須於交通工具外部達到至少 100Mbit/s，於交通工具內部達到至少 50Mbit/s。

6. 提供差異性服務（Tiered Services）

於 2023 年 12 月 31 日前，執照執有者須可利用網路切片（Network Slicing）提供差異性服務。若於 2022 年 12 月 31 日前，可提供差異性服務之技術尚未商用化，則須於該類型技術商用後 1 年內提供差異型服務。

7. 支援 IPv6

於 2020 年 12 月 31 日前，執照持有者之網路須可支援 IPv6 通訊協議兼容。

8. 於部分地區網路共用

網路共用之義務僅適用於有合理因素無法佈建 3.4-3.8GHz 行動網路之地區。目前 ARCEP 就該義務提出兩種版本，分述如下。

（1）若一 3.4-3.8GHz 執照持有者可佈建 3.4-3.8GHz 行動網路於上述地區，則必須允許另一無法佈建於該區域之 3.4-3.8GHz 執照持有者提出主動式網路共用之要求

（2）ARCEP 將會在評估 3.4-3.8GHz 行動網路佈建障礙後，強制 3.4-3.8GHz 執照持有者履行主動式網路共用義務，含簽署漫遊協議等。

上述網路共用協議須建立在執照持有者間的商業協商之上。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

3.4-3.8GHz 頻段執照可使用期限為 15 年。於執照到期前 2 年，ARCEP 將通知執照持有者延展或更新執照之條件，而延展期為 5 年。

（二）頻率使用相關規定

由於 3.4-3.8GHz 頻段釋照規則上處諮詢階段，因此相關規定尚未制定。

四、 其他規定

由於 3.4-3.8GHz 頻段釋照規則上處諮詢階段，因此相關規定尚未制定。

五、 釋照結果與市場變化

（一） 釋照進度

ARCEP 於 2019 年 7 月 15 日擬定「Projet de Décision Proposant les Modalités d'Attribution de la Bande 3490-3800 MHz en France Métropolitaine」，對 3490-3800 MHz 釋照程序進行公眾諮詢，釋照機制與規定皆尚未定案，預計於 2019 年底至 2020 年始能展開釋照工作。

（二） 市場概況

法國主要有四家電信業者：Orange、SFR、Bouygues Telecom 以及 Free Mobile。2018 年市佔率排名依序為 Orange 佔 36.99%、Bouygues 佔 16.24%、SFR 佔 15.66%，而 Free Mobile 則為 15.66%[181]。

根據 ARCEP 於 2019 年 9 月公布的統計資料[182]，法國電信業者於 2019 年 9 月時所持有行動通訊頻譜比例方面（圖 4.4.2）：

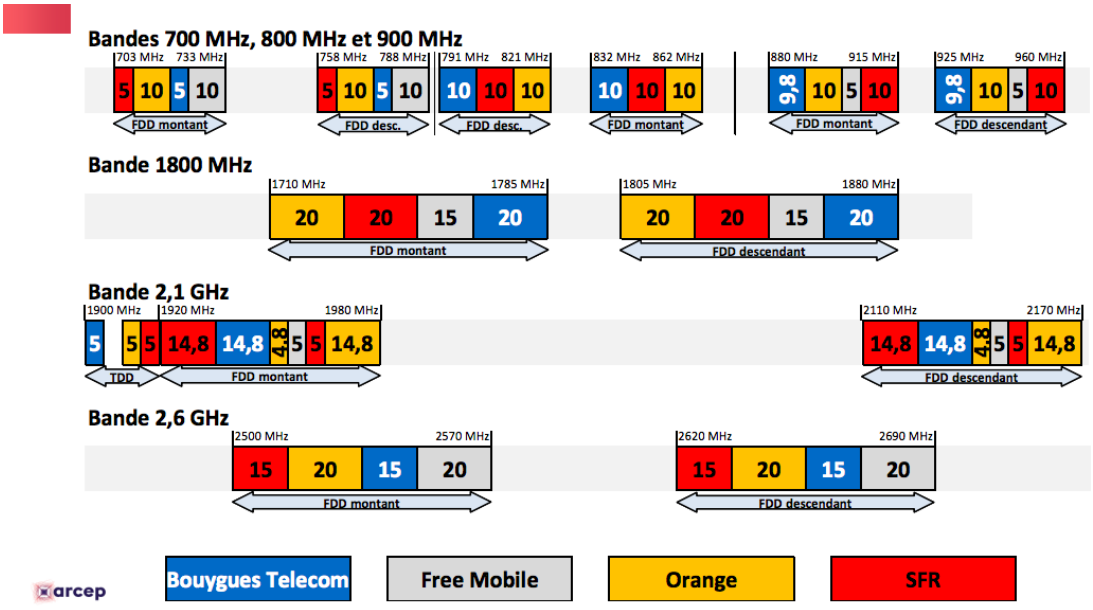
- 700MHz 頻段：Orange 持有總頻寬為 2×10 MHz，SFR 持有總頻寬為 2×5MHz，Bouygues Telecom 持有總頻寬為 2×5MHz，

181 Export.gov, 2018. France – Telecommunications. https://www.export.gov/article?id=France-Telecommunications-Market

182Arcep, 2019. Les attributions de fréquences en France métropolitaine aux opérateurs de réseaux mobiles ouverts au public.
https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1570120300/reprise/dossiers/frequences/attributions-frequences-operateurs-mobiles-metropole-sept2019.pdf

Free Mobile 持有總頻寬為 2×10MHz。

- 800MHz 頻段：Orange 持有總頻寬為 2×10 MHz，SFR 持有總頻寬為 2×10MHz，Bouygues Telecom 持有總頻寬為 2×10MHz，Free Mobile 持有總頻寬為 2×10MHz。
- 900MHz 頻段：Orange 持有總頻寬為 2×10 MHz，SFR 持有總頻寬為 2×10MHz，Bouygues Telecom 持有總頻寬為 2×9.8MHz，Free Mobile 持有總頻寬為 2×10MHz。
- 2.1GHz 頻段：Orange 持有總頻寬為 2×(4.8+14.8) MHz，SFR 持有總頻寬為 2×(14.8+5)MHz，Bouygues Telecom 持有總頻寬為 2×14.8MHz，Free Mobile 持有總頻寬為 2×5MHz。其中，2.1GHz TDD 頻段，Orange 持有總頻寬為 5 MHz，SFR 持有總頻寬為 5MHz，Bouygues Telecom 持有總頻寬為 5MHz。
- 2.6GHz 頻段：Orange 持有總頻寬為 2×20MHz，SFR 持有總頻寬為 2×15MHz，Bouygues Telecom 持有總頻寬為 2×15MHz，Free Mobile 持有總頻寬為 2×20MHz。



資料來源：Arcep, 2019. Les attributions de fréquences en France métropolitaine aux opérateurs de réseaux mobiles ouverts au public.

圖 4.4.2　法國電信商持有之行動通訊頻譜（2019 年 9 月）

（三） 市場變化

2019 年 7 月 15 日 ARCEP 已擬定「Projet de Décision Proposant les Modalités d'Attribution de la Bande 3490-3800 MHz en France Métropolitaine」，對 3490-3800MHz 釋照程序進行公眾諮詢，釋照機制與規定皆尚未定案，預計於 2019 年底至 2020 年始能進行釋照工作。

雖然法國 5G 頻譜尚未釋照，主要的電信業者已開始進行 5G 網路系統測試，根據法國國家頻譜管理機構（Agence nationale des frequences，ANFR）的報告[183]，截至 2019 年 9 月，已授權 352 個 5G 實驗基地臺站點（site），其中 Orange 設置 263 個、Bouygues Telecom 設置 63 個、SFR 設置 25 個、Free Mobile 設置 1 個。

[183] ANFR, 2019. OBSERVATOIRE DU DEPLOIEMENT DES RESEAUX MOBILES Métropole. https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/Observatoire/0919/20190904-pzjsuo-Observatoire-2G-3G-4G-0919-metropole.pdf

第五節、 奧地利

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

奧地利廣電與電信管理局（RTR）對國內頻譜資源的規畫如下表4.5.1[184]，規劃供 5G 使用頻段包含 700MHz、1500MHz、2100MHz 與 3.4 -3.8 GHz 等頻段。頻譜資源除行動通訊應用外，也包含集群無線電（Trunked Radio）、點對點無線電（Point-to-point Radio）、無線攝影機、WLAN 等不歸屬奧地利電信監管委員會（TKK）分配的使用型態。

[184] RTR, n.d. Overview frequency bands. https://www.rtr.at/en/tk/FRQ_spectrum

表 4.5.1　奧地利頻段規劃與頻譜拍賣時間

頻段	使用執照到期日期	使用型態	電信監管委員會（TKK）負責分配頻段	LTE 頻段	5G 頻段	附註
400MHz	-	集群無線電	不是	-	-	
450MHz	2029/12/31	行動裝置	是	31/72	-	
700MHz	準備拍賣	5G	是	28	n28	2020 年 700/1500/2100 MHz 頻譜拍賣
800MHz	2029/12/31	LTE	是	20	n20	
900MHz	2034/12/31	GSM/LTE	是	8	n8	
1500MHz	準備拍賣	行動裝置	是	32/75	n75	2020 年 700/1500/2100 MHz 頻譜拍賣
1800MHz	2034/12/31	GSM/LTE	是	3	n3	
2100MHz FDD	2020/12/31	UMTS/LTE	是	1	n1	2020 年 700/1500/2100 MHz 頻譜拍賣
2100MHz TDD	2020/12/31	-	不是	33/34	n34	2020 年前清空頻譜
2300MHz	-	無線攝影機	不是	40	n40	
2.4 GHz	-	WLAN (IEEE 802.11b,g,n,ac)	不是	-	-	-
2.6 GHz FDD	2026/12/31	LTE	是	7	n7	
2.6 GHz TDD	2026/12/31	LTE	是	38	n38/(n41)	
3.4 -3.8 GHz	2039/12/31	5G	是	42/43	n78/(n77)	2019 年 3.4-3.8 GHz 頻譜拍賣
5 GHz	-	WLAN (IEEE 802.11a,n,ac)	不是	-		
26 GHz	2020/12/31	點對點無線電	不是	-		
26 GHz	-	5G	不是	-	n258	

資料來源：RTR, n.d. Overview frequency bands.

https://www.rtr.at/en/tk/FRQ_spectrum

1. 低頻

- **700MHz 頻段**

目前奧地利 700MHz 頻段為數位無線電視（Digital Video Broadcasting-Terrestrial，DVB-T）49 至 60 頻道使用。根據歐盟執委會（EC）於 2016 年 4 月 28 日發佈之 on the Harmonisation of the 694-790MHz Frequency Band for Terrestrial Systems Capable of Providing Wireless Broadband Electronic Communications Services and for Flexible National Use in the Union）[185]，奧地利於同年展開清頻規劃及作業，目標於 2020 年前釋出 700MHz 頻段供 5G 通訊使用。

2. 中頻

（1） 1500MHz 頻段

目前奧地利 1500MHz 頻段為無線數位廣播（Terrestrial Digital Audio Broadcasting，T-DAB）使用，歐洲郵電管理會（Conference of European Postal and Telecommunications administration，CEPT）於 2014 年即展開頻道分配及技術條件檢視的作業[186]，希望將 1452-1492MHz 轉為無線寬頻使用。經過歐盟電子通訊委員會（The Electronic Communications Committee，ECC）於 2017 年 11 月 17 日決議[187]，將 1427MHz -1452MHz 與 1492MHz -1518MHz 作為補充下鏈（Supplemental Downlink，SDL）。

---

[185] EC, 2016. on the harmonisation of the 694-790 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing wireless broadband electronic communications services and for flexible national use in the Union
https://www.rtr.at/en/tk/Spectrum700MHz/CELEX_32016D0687_EN_TXT.pdf

[186] CEPT, 2014. Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate “To develop harmonised technical conditions in the 1452-1492 MHz frequency band for wireless broadband electronic communications services in the EU”
https://www.rtr.at/en/tk/Spectrum1500MHz/CEPTREP054.PDF

[187] ECC, 2017. The harmonised use of the frequency bands 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL).
https://www.rtr.at/en/tk/Spectrum1500MHz/ECCDEC1706.pdf

但奧地利考量到 1427MHz -1432MHz 與 1432MHz -1437MHz 兩個頻譜區塊可能干擾相鄰頻段，即地球探測衛星（Earth Exploration-Satellite Service，EESS）所使用的被動遙測頻段（Passive Band，1400-1427MHz），利用價值較低，可能將這兩個頻譜區塊分配給 1437MHz -1442MHz 頻譜區塊的得標者。

（2） 2100MHz 頻段

目前奧地利 2100MHz 頻段為 3G（Universal Mobile Telecommunications System，UMTS）使用，現有的使用執照將於 2020 年 12 月 31 日到期，奧地利希望 3G 執照到期的隔日（2021 年 1 月 1 日）即能利用 2100MHz 頻段即時推出 5G 服務，使 2100MHz 頻段發揮最大效益。

（3） 3.4 -3.8 GHz 頻段

奧地利電信監管委員會（TKK）於 2016 年即開始辦理第一次 3.4-3.8GHz 頻段釋照諮詢作業，其中 3.4-3.6 GHz 原用於微波無線電（Microwave Radio）與區域內廣播、無線攝影機，並將於 2019 年 12 月底屆期，此外奧地利、克羅埃西亞、匈牙利與斯洛伐克等國的 3400-3410MHz 頻段因為與雷達系統所使用的頻段相鄰，為避免干擾將不會釋出；而 3.6 -3.8 GHz 為固定無線服務與衛星服務使用，但奧地利目前只有一個衛星地面站，地點位於阿夫倫茲（Aflenz）[188]，奧地利電信監管委員會（TKK）考量衛星地面站周圍人口涵蓋密度極低，認為設置地理協調區（Geographical Coordination Zone）保護即能解決干

[188] TKK, 2016. Consultation on Future Frequency Awards. https://www.rtr.at/en/inf/Konsult_Frequenzvergaben/Consultation_on_Future_Frequency_Awards.pdf

擾問題。

2017 年 7 月，奧地利辦理第二次 3.4-3.8GHz 頻段釋照諮詢文件，針對釋出程序、拍賣機制設計、使用期限、拍賣上限與建設義務規範等進行討論[189]。

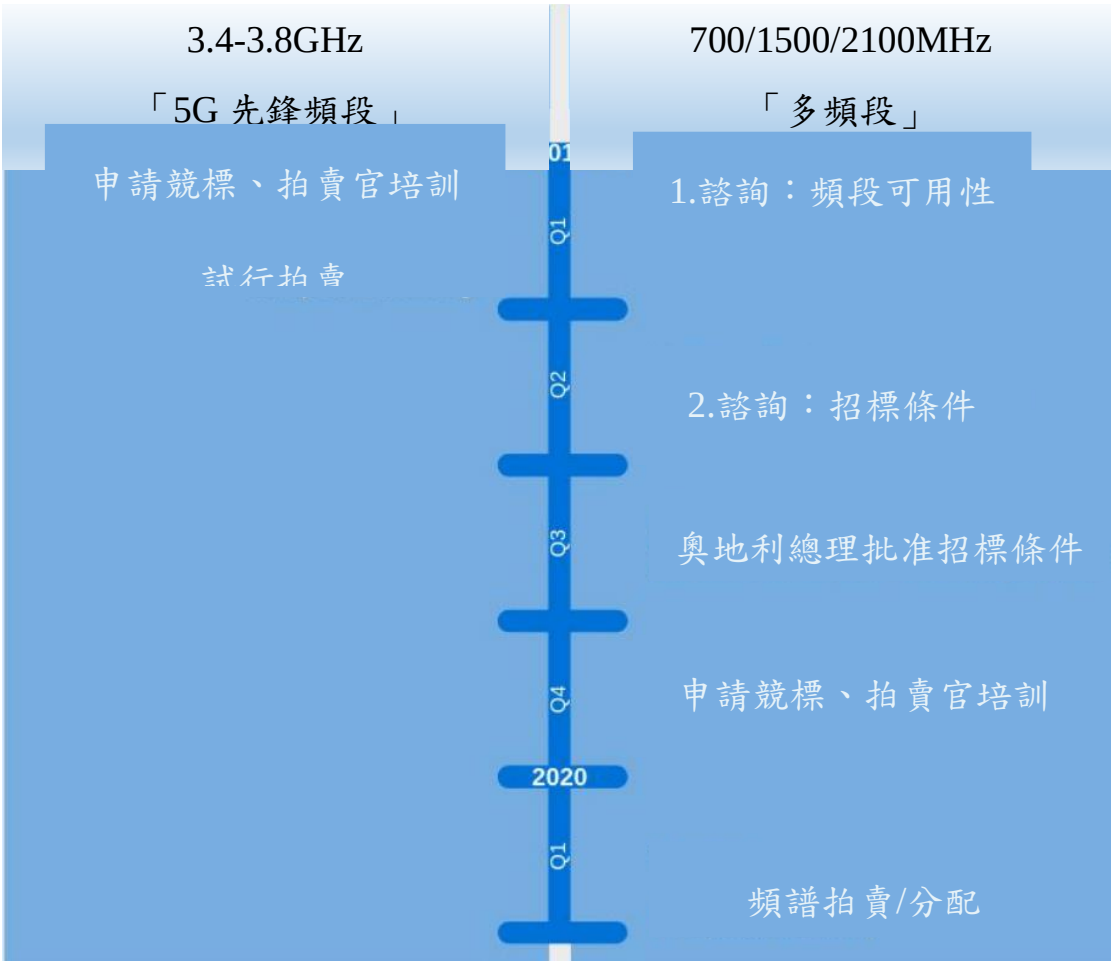
2018 年 3 月，奧地利辦理第三次 3.4-3.8GHz 頻段釋照諮詢文件，針對競價規則與拍賣機制草案進行討論，最後於 2018 年 9 月公告其 3410-3800MHz 之頻譜釋出程序政策決議[190]。

（二）釋出期程

如下圖 4.5.1，3.4 -3.8 GHz 頻段經過競標者資格審查、試行拍賣等過程後，已於 2019 年 Q1 拍賣完成並進行頻譜分配。而 700/1500/2100MHz 頻譜拍賣，則於 2019 年 Q1/Q2 完成頻譜可用性與拍賣流程設計等諮詢，目前正在進行投標資格審查諮詢。奧地利廣電與電信管理局（RTR）宣布 700/1500/2100MHz 頻譜拍賣將於 2019 年 Q4 開始申請參加競標，並於 2020 年 Q1 舉辦 700/1500/2100MHz 頻譜拍賣。

[189] TKK, 2017. Consultation on the Award of ohe 3.4-3.8GHz Frequency Range. https://www.rtr.at/en/inf/konsult5gauktion2018

[190] TKK, 2018, Tender Documents 3.4-3.8GHz. https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Tender_Documents_3_4_-_3_8_GHz_EN.pdf



資料來源：RTR, 2019. Telekom und Post Newsletter TK 01/2019 – Sondernewsletter zu Frequenzvergaben und 5G.
https://www.rtr.at/de/inf/NewsletterTK012019

圖 4.5.1　奧地利 5G 釋照期程規畫

二、　釋照方式及細節規定

（一）釋照方式與考量

1.　3.4 -3.8 GHz 頻段

奧地利於 2019 年拍賣 3.4 -3.8 GHz 頻段，奧地利電信監管委員會(TKK)對於 3.4 -3.8 GHz 頻段之釋照方式採取拍賣機制。根據 2003 年奧地利電信法[191]要求，主管機關必須確保頻譜申請者符合電信法中

[191] TKK, 2018. Tender Documents 3.4-3.8GHz.
https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Tender_Documents_3_4_-_3_8_GHz_EN.pdf

的一般規範，並保證申請者以最有效率的方式使用頻譜資源，申請結果則依據申請人願意對頻譜執照支付的費用而定。

3.4 -3.8 GHz 頻段的主要功能是提升網路連結速度，人口數的多寡將對未來營運有重大影響，故本次拍賣以奧地利 6 大經濟區域，區分郊區及都會區進行分區釋照[192]。

（1） 拍賣方式

第一次 3.4 -3.8 GHz 頻段頻譜釋照已經完成，該次拍賣採取簡易價格鐘拍賣制（Simple Clock Auction，SCA），並加入額外競價回合以釋出未售出頻譜。

拍賣分為兩個競標階段：主要階段（Principal Stage）和指配階段（Assignment Stage）。主要階段決定競標者贏得的頻譜區塊數量；指配階段則決定得標者贏得區塊的頻率位置。

I. 保證金

參與頻譜競標的申請者必須檢附由銀行提供的財務安全保證（Security）文件，例如銀行擔保（Bank Guarantee）才能夠進行投標。最低保障金額為所有區域的最低底價（A03r 區域 10Mh 頻譜區塊的底價 19,700 歐元）。但在主要階段拍賣過程中，允許競標者出示額外的銀行擔保文件證明財務安全以參與投標，保證金額與投標限制如下表 4.5.2：

[192] TKK, 2018. 5G frequency award 3.4-3.8 GHz – spectrum. https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Spectrum

表 4.5.2　奧地利保證金額與投標限制

財務安全金額保證	投標限制
小於 600 萬歐元	保證金額 1.25 倍
600 萬歐元未到 2000 萬歐元	保證金額 1.5 倍
2000 萬歐元未到 4000 萬歐元	保證金額 2 倍
大於 4000 萬歐元	無限制

資料來源：TKK, 2018. Tender Document Procedure for Spectrum Award in the 3410 to 3800 MHz Range(p.32).
https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Tender_Documents_3_4_-_3_8_GHz_EN.pdf

II. 申請資格

奧地利電信監管委員會（TKK）以拍賣方式釋出 3.4-3.8GHz 頻段。2003 年奧地利電信法中要求主管機關於頻率釋出中[193]，申請者必須符合電信法的一般規範，同時必須保證以最有效率的方式使用頻譜，申請結果則依據申請人願意對頻譜執照支付的費用而定[194]。接受申請後，奧地利電信監管委員會（TKK）將驗證申請者是否達到電信法中的規範要求，若未達到則取消申請資格。

（2）　主要階段

主要階段由多個競價回合（Clock Round）組成，競價回合（Clock Round）開始時，拍賣官（Auctioneer）將設定頻譜區塊的價格鐘價格（Clock Price），起始價格是各區域所設定的底價。

I.　投標點數（Bidding Point）

為促使投標者達到最低活動水準（Activity Level），拍賣設有投標點數，初始的數值由各區域的投標點數乘以投標者的區域需求來決定，

[193] TKK, n.d. Telecommunications Act 2003.
https://www.rtr.at/en/tk/TKG2003
[194] TKK, 2019. Tender Document Procedure for Spectrum Award in the 3410 to 3800 MHz Range.
https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Tender_Documents_3_4_-_3_8_GHz_EN.pdf

每個回合拍賣官皆會設定投標點數限制，投標者必須在投標中滿足此投標點數限制，否則下個競價回合可用的投標點數將會減少，以致無法取得足夠的頻譜區塊。

II. 價格鐘出價（Clock Bids）

每個回合開始投標者在投標書中寫下各區域中所需要的頻譜區塊並出價，投標者不可以寫下超過取得上限與超過財務擔保上限的投標書。

結束計算時，如果所有投標者於至少一個區域之頻譜區塊需求總合（Blocks Aggregated）大於頻譜區塊供給，則拍賣官將提高所有區域的頻譜區塊價格並進行下一輪，當每個區域的頻譜區塊需求總和沒有超過頻譜區塊供給時，主要階段便宣告結束。

III. 退場出價（Exit Bids）

如果一位投標者希望減少其總合頻譜區塊需求，即頻譜區塊數目較上一競價回合更少時，除時間鐘出價外，亦得提出退場出價（Exit Bids）。投標者在每個區域的退場出價，只有在下一競標回合時頻譜區塊供給數減去其他投標者需求的數目大於或等於退場出價頻譜區塊需求數目才會生效。

n_t 為某位投標者在第 t 競價回合在某個區域需求的頻譜區塊數目

n_e 為退場出價的頻譜區塊需求數目

p_t 為第 t 競價回合時頻譜區塊價格

p_e 為頻譜區塊退場出價

當 $n_t > n_{t+1}$，投標者以 $n_t \geq n_e > n_{t+1}$ 與 $p_{t+1} \geq p_e > p_t$ 的規則寫下退場出價。投標者可以寫下多組退場出價，例如投標者在下一回合希望減少 m 個頻譜區塊需求數目，在 $m \geq k$ 的情況下，則有從減少 1 個頻譜區塊需

求數目的（n_e^1 ，p_e^1）到減少 k 個頻譜區塊需求數目（n_e^k ，p_e^k）的退場出價。

IV. 額外競價回合（Additional Bidding Round）

如果在主要階段結束後，因頻譜區塊供給大於投標者總需求的緣故，產生未出售的頻譜區塊。此時將提高各業者頻譜取得上限[195]，並從各地區最後一競標回合的價格開始競標。

（3） 指配階段

指配階段僅由單次密封投標回合（Sealed Bidding Round）組成，首先拍賣官提供數個頻率指配選項（Assignment Options），由主要階段贏得頻譜區塊之投標者參與競標，投標者將對不同的頻率指配選項投標以贏得有利的實際頻譜位置分配。

2. 700/1500/2100MHz 頻段

奧地利預計於 2020 年第一季展開 700/1500/2100MHz 頻譜拍賣，將採取全國性的執照釋出。TKK 表示本次釋照的頻段將用於改善 5G 涵蓋率，故要求競標者承諾將 5G 服務拓展至郊區[196]。奧地利 700/1500/2100MHz 頻譜拍賣諮詢已順利於 2018 年底結束，目前正在進行投標文件（Tender Document）諮詢，預計 2019 年 12 月完成投標文件[197]。

---

[195] 為確保市場競爭性，與避免不對稱分配造成單一業者頻譜資源過多，奧地利電信監管委員會（TKK）規定市占率一、二名的 A1 Telekom 及 T-Mobile 兩間業者在所有區域最多僅能持有 150MHz，而其他業者的上限為 170MHz。但於額外拍賣回合，為將剩餘頻譜售出，上限將放寬，此時 A1 Telekom 及 T-Mobile 兩間業者的上限為 160MHz，其他業者的上限為 190MHz。

[196] Reuters, 2019. New 5G licenses in Austria to be tied to rural rollout https://www.reuters.com/article/us-austria-telecoms-5g/new-5g-licenses-in-austria-to-be-tied-to-rural-rollout-idUSKBN1W81H4

[197] TKK, 2019. Award 700/1500/2100 MHz (2020) https://www.rtr.at/en/tk/FRQ5G_2020

根據奧地利 700/1500/2100MHz 頻譜拍賣諮詢文件[198]，奧地利 700/1500/2100MHz 頻譜釋照主要考量 700MHz 是否能在時限內完成清頻，以及是否要拍賣 1500MHz 頻段的擴充頻段（Extension Band）。奧地利電信監管委員會（TKK）目前尚未決定採用同時拍賣（Simultaneous Auction）或順序拍賣（Sequential Auction），但已提出三種不同方案規畫以因應 2020 年 Q1 的拍賣，其中方案 A 與方案 B 係在 700/1500/2100MHz 頻段皆清頻完成的情況下，方案 C 則是單獨拍賣 2100MHz。

（1） 方案 A：傳統方式三頻段拍賣

若於釋照前，700/1500/2100MHz 清頻作業皆順利完成，方案 A 將依據過去的拍賣經驗（4G LTE 釋照）採取三頻段拍賣。在拍賣方式部分，因為奧地利於 2013 年 800/900/1800MHz 頻譜拍賣時採取組合價格鐘拍賣制(Combinatorial Clock Auction，CCA)，故不一定會採用 3.4 -3.8 GHz 頻段釋照時所使用的簡單價格鐘拍賣拍賣（SCA）。

但是奧地利為避免頻譜碎裂化（Spectrum Fragmentation），依然會納入主要階段（Principle Stage）與指配階段（Assignment Stage）的作法，透過頻譜指配以確保得標頻率連續。

（2） 方案 B：達成頻段釋照關鍵目標

方案 B 的主要目的是增加網路涵蓋率與促進競爭，確保 700MHz 的得標者們能在最小頻譜組合（Minimum Spectrum Portfolio）的情況下建設全國 5G 網路。方案 B 分為 4 個階段：

[198] TKK, 2018. Consultation on the 700/1500/2100 MHz Award Procedure. https://www.rtr.at/en/inf/konsult700-1500-2100-mhz/Consultation_Award_700_1500_2100_MHz_20122018.pdf

- **階段 1（主要階段）**

為提高網路涵蓋率，方案 B 的第一階段中，奧地利電信監管委員會（TKK）將 700MHz 頻段分為三組 2×10MHz 虛擬區塊（Generic Lots），每組虛擬區塊各有不同的附加義務（MVNO 接取、道路、住民區域），每位競標者可以購買一組區塊，並需要完成相應的義務。如果某組虛擬區塊無法在此階段賣出，將會在階段 2 拍賣，此時將會酌情保留或免除附加義務。

- **階段 2（主要階段）**

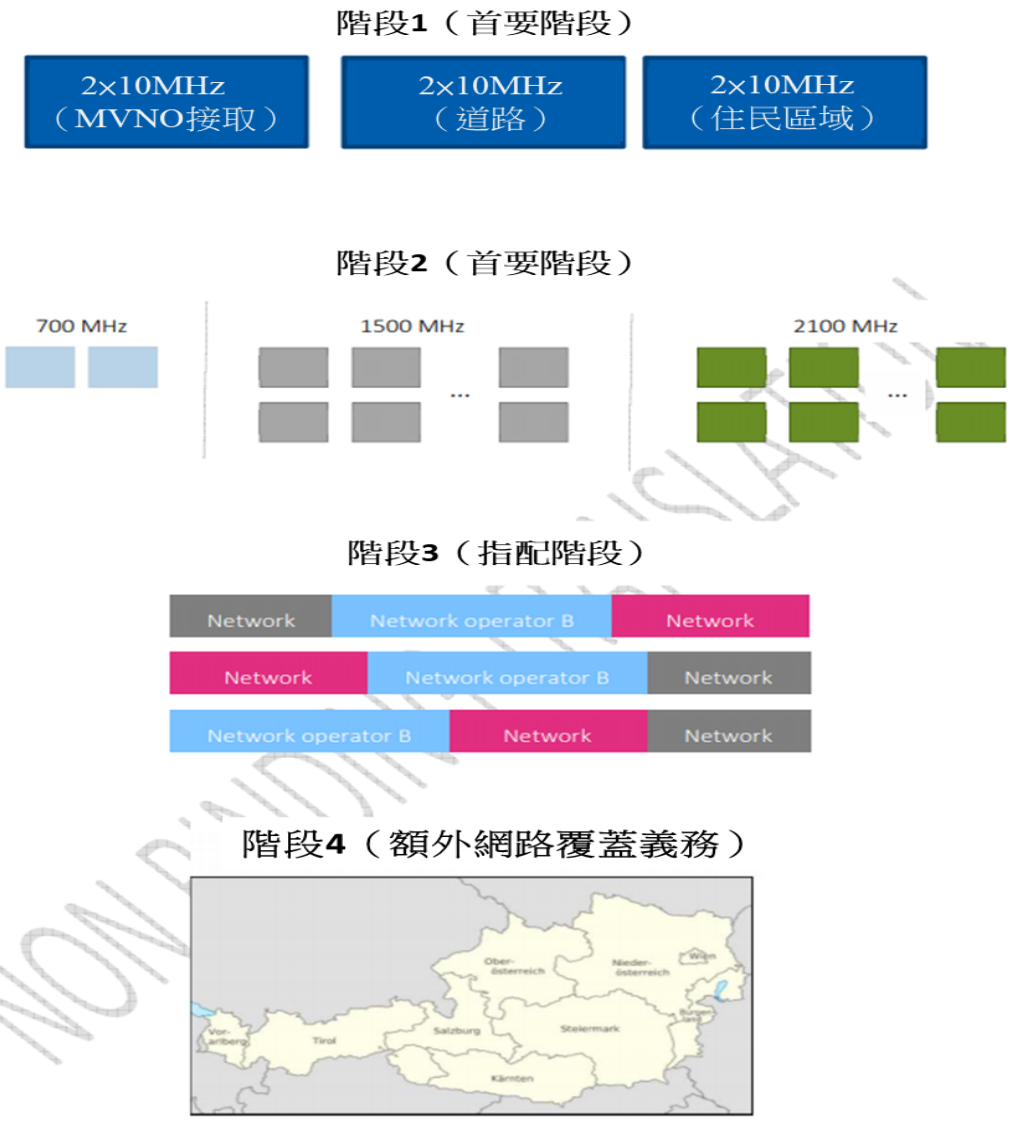
1500/2100MHz 頻段與階段 1 的 700MHz 頻段(如果有未售出者）將在階段 2 以競標的方式售出，與階段 1 相同，此階段同樣將頻段規劃為虛擬區塊。

- **階段 3（指配階段）**

本階段的目的是以連續頻率區塊（Contiguous Frequency Blocks）的方式分配頻段位置給與階段 1 與 2 的得標者，得標者可以針對不同的分配方式展開競標。

- **階段 4（額外網路覆蓋義務）**

本階段會舉辦一場逆向拍賣（Procurement Auction），目的是提升全國行動網路涵蓋率，包含提升永久居住區外（Permanent Settlement Area）的居民區與網路接取率較低的住戶行動網路涵蓋率，奧地利將上述地區的涵蓋率義務以商品的方式逆向拍賣，促使電信業者負擔義務以換取總標金折扣，是否存在階段 4 及階段 4 的規模（Scope）將被首要階段的拍賣結果所影響，方案 B 之示意圖如下圖 4.5.2。



資料來源：TKK, 2019. Consultation on the 700/1500/2100MHz Award Procedure. https://www.rtr.at/en/inf/konsult700-1500-2100-mhz/Consultation_Award_700_1500_2100_MHz_20122018.pdf

圖 4.5.2　奧地利方案 B：達成關鍵頻段釋照目標示意圖

（3）　方案 C：2100MHz 單一頻段拍賣

如果 700MHz 頻段無法在 2020 年的時限前內完成清頻，則考慮將 2100MHz 與 700MHz/1500MHz 兩頻段切開單獨拍賣。雖然頻譜拍賣諮詢書原文中沒有提及 1500MHz 不拍賣的原因，但 1500MHz 較低頻率的兩個頻譜區塊（1427MHz -1432MHz 與 1432MHz -1437MHz）可能干擾相鄰的地球探測衛星被動頻段（1400-1427MHz），且會使拍

賣複雜性上升[199]，因為相較其他區塊，1500MHz 較低頻率部份的兩個頻譜區塊價值較低，具潛在價格落差，需要設計不同的產品類別及規則。方案 C 雖然是採用機率較低的方案，但奧地利電信監管委員會（TKK)仍將方案 C 保留為備案以因應 700MHz 清頻未完成的情形。

（二）競標頻譜區塊與大小

1. 3.4 -3.8 GHz 頻段

（1） 區域劃分

如表 4.5.3，奧地利依照 6 大經濟區域中的城市、州等行政單位，將全國分為 6 個都會區(A01u 至 A06u)以及 6 個郊區(A01r 至 A06r)。各區域並依照經濟價值給予不同的投標點數與底價，其中 A01u（維也納市、聖珀爾滕）無論投標點數與底價皆最高，而 A03r（薩爾茨堡州）的底價 19,700 歐元為最低者。

[199] TKK, 2019. P10, Consultation on the 700/1500/2100 MHz Award Procedure(p.47). https://www.rtr.at/en/inf/konsult700-1500-2100-mhz/Consultation_Award_700_1500_2100_MHz_20122018.pdf

表 4.5.3　奧地利區域劃分總覽

區域編碼	地區描述	投標點數	底價（歐元）
A01u	維也納市、聖珀爾滕	4	311,400
A01r	維也納州、布根蘭州、下奧地利州	2	92,700
A02u	林茲、韋爾斯	2	50,700
A02r	上奧地利州	2	58,400
A03u	薩爾茨堡市	1	25,400
A03r	薩爾茨堡州	1	19,700
A04u	因斯布魯克、布雷根茨	2	39,600
A04r	北蒂羅爾、福拉爾貝格州	2	42,600
A05u	菲拉赫、克拉根福	1	24,900
A05r	東蒂羅爾、凱恩藤州	1	23,000
A06u	格拉茲	2	45,600
A06r	史泰爾馬克州	2	48,100

資料來源：本研究整理

（2）　頻譜劃分

將 3.4-3.8GHz 頻段從 3410 到 3790，每 10MHz 分為一個頻譜區塊（Frequency Block），編碼由 L01 至 L39。結合區域及頻譜代碼組成實際區塊（Specific Lot），例如 A03uL01 代表薩爾茨堡市的 3410–3420MHz 頻段。

2.　700/1500/2100MHz 頻段

本次拍賣預計釋出總頻寬為 270MHz。700MHz 與 2100MHz 以成對區塊拍賣；1500MHz 頻寬為 90MHz，預計其中 80MHz 將以拍賣釋出，10MHz 將以指配方式釋出。

（1）　700MHz 頻段

2 × 30MHz（703-733MHz 與 758-788MHz），共分為 6 個成對區塊（2 × 5MHz），每區塊底價 1,660 萬歐元。

（2） 1500MHz 頻段

共拍賣 8 個頻譜區塊（8 × 10MHz），雖然 1500MHz 頻段（1427MHz -1517MHz）共有 90MHz 可供分配，但 1427-1437MHz 因為使用條件受限，將採用指配（Assigned）方式釋出[200]，每區塊底價 312.5 萬歐元。

（3） 2100MHz 頻段

2 × 60MHz（1920-1980MHz 與 2110-2170MHz），共分為 12 個成對區塊（2 × 5MHz），每區塊底價 1,420 萬歐元。

（三）單一業者取得頻率上限

1. 3.4 -3.8 GHz 頻段

為確保市場競爭性，避免不對稱分配造成單一業者頻譜資源過多，奧地利電信監管委員會（TKK）規定市占率一、二名的 A1 Telekom 及 T-Mobile 兩間業者在所有區域最多僅能持有 150MHz，而其他業者的上限為 170MHz。

但於額外競價回合，為將剩餘頻譜售出，將放寬各業者頻率取得上限，此時 A1 Telekom 及 T-Mobile 兩間業者的上限為 160MHz，其他業者的上限為 190MHz。

[200] 投標諮詢文件中沒有寫分配方式，但在釋照諮詢文件 1500MHz 部分中有建議指派給 1437MHz-1447MHz 頻塊的得標者。
" The regulatory authority does not plan to offer these in the (principle stage of the) auction, but to award them to the winner of the neighbouring block"

2. 700/1500/2100MHz 頻段

（1） 個別頻段上限

I. 700MHz 頻段

各投標者可以取得的上限為 4 個區塊（2×20MHz），但市占率第一的 A1 Telekom（A1 TA）上限為 2 個區塊。

II. 1500MHz 頻段

各投標者可以取得的上限為 6 個區塊（60MHz）。

III. 2100MHz 頻段

各投標者可以取得的上限為 8 個區塊（2 × 40MHz）。

IV. A1 Telekom 特別規定

除個別頻段的取得頻率上限，特別規定市占率第一的 A1 Telekom（A1 TA）於 700/1500/2100MHz 所取得的總和頻寬不能大於 130MHz。

（2） 總和頻段上限

限制 A1 Telekom（A1 TA）與 T-Mobile（TMA）不能聯合（Jointly）於 700MHz 與 2100MHz 頻段取得超過 15 個區塊（2 × 75MHz）。

（四）業者取得頻率義務

1. 3.4 -3.8 GHz 頻段

根據奧地利廣電與電信管理局（RTR）於 2016 年 3 月發布之「未來頻譜釋照意見諮詢[201]（Consultation on Future Frequency Awards）」

[201] TKK, 2016. Consultation on Future Frequency Awards. https://www.rtr.at/en/inf/Konsult_Frequenzvergaben/Consultation_on_Future_Frequency_Awards.pdf

中指出頻譜拍賣的目標是提升寬頻網路涵蓋率。

因此奧地利對 3 家全國性電信業者在行動通訊各頻段（800MHz/900MHz/1800MHz/2100MHz/2600MHz）皆有達成人口涵蓋率目標的義務要求[202]，但與 4G 時期 900 MHz /1800 MHz 以人口比例為基礎不同，針對 3.4-3.8GHz 頻段的涵蓋率以基地臺數目為標準。

於 3.4-3.8GHz 頻段釋照後，奧地利對於 3.4-3.8GHz 頻段之得標者，設定網路建設義務規範，依據頻譜持有程度，設計不同等級之規範[203]。得標者必須依據時程設定於第一階段（2020 年 12 月 31 日之前）以及第二階段（2022 年 6 月 30 日前）完成相應之基地臺佈建。各得標者應於各階段結束後四周內繳交建設義務完成清單，包含基地臺運作頻段、地理資訊位置以及運作狀態，如下表 4.5.4 所示：

表 4.5.4　奧地利涵蓋率義務等級與基地臺數量

區域	第一級（Level 1）任何得標頻率數		第二級（Level 2）得標頻率超過 50MHz		第三級（Level 3）得標頻率超過 90MHz	
	2020/12/31	2022/6/30	2020/12/31	2022/6/30	2020/12/31	2022/6/30
A01u	11	35	8	26	94	312
A01r	11	35	7	23	-	-
A02u	6	20	4	13	15	51
A02r	9	30	6	20	-	-
A03u	6	20	4	13	8	26
A03r	6	20	4	13	-	-
A04u	6	20	4	13	12	40
A04r	9	30	6	20	-	-
A05u	6	20	4	13	8	25
A05r	6	20	4	13	-	-
A06u	6	20	4	13	14	46
A06r	9	30	6	20	-	-

資料來源：本研究彙整

[202] TKK, 2013. coverage requirements.
https://www.rtr.at/de/tk/Versorgungsauflagen
[203] TKK, 2018. Tender Document Procedure for Spectrum Award in the 3410 to 3800 MHz Range 3.5.1 Location as defined in terms of the coverage obligation(p.16).
https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Tender_Documents_3_4_-_3_8_GHz_EN.pdf

2. 700/1500/2100MHz 頻段

奧地利對於 700/1500/2100MHz 頻段的得標義務分為特定頻段涵蓋率義務、基本涵蓋率義務與延伸涵蓋率義務。

（1） 特定頻段涵蓋率義務

得標者在特定頻段（Band-Specific）標得一個以上的頻譜區塊則需要遵守相同的基地臺佈建義務，700MHz/1500MHz 部分與 3.4-3.8GHz 頻譜釋照相同，要求得標者分兩階段完成義務；而 2100MHz 則只有一階段。

基地臺部分需要遵守兩基地臺間直線距離超過 25 公尺，最小傳輸功率 20 瓦特，並且為室外基地臺等規定。

I. 700MHz 頻段

第一階段要求 2022 年 12 月 31 日前完成 500 臺基地臺，第二階段要求 2023 年 12 月 31 日前完成 1,500 臺基地臺。

II. 1500MHz 頻段

第一階段要求 2025 年 12 月 31 日前完成 300 臺基地臺，第二階段要求 2030 年 12 月 31 日前完成 500 臺基地臺。

III. 2100MHz 頻段

於 2021 年 12 月 31 日前完成 2,000 臺基地臺，並且每個州（奧地利共有 9 個州級行政區域）至少要佈建 150 臺基地臺。

（2） 基礎涵蓋率義務

標得 700MHz/2100MHz 等頻段的得標者需要負擔佈建全國基礎網路，提升奧地利全國網路的涵蓋率。但此基礎涵蓋率義務允許廠商

運用其所擁有的所有頻譜資源（例如 800MHz、900MHz、1800MHz 與第一次頻譜釋出的 3410-3800MHz）完成。

I. 700MHz 頻段

得標者在 700MHz 標得至少兩組頻譜區塊（2 × 10MHz）則需要遵守基礎涵蓋率義務。此外，雖然機率較低，但只得到一組頻譜區塊的得標者亦須達成以下義務相同的涵蓋率，但上/下載速度得折半。

- **總體人口涵蓋率**

  於 2023 年 12 月 31 日前佈建 95%總體人口涵蓋率，上傳速度 1Mbps、下載速度 10Mbps 的室外寬頻網路；在此基礎上 90%總體人口的網路速度為上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps。

  於 2025 年 12 月 31 日前佈建 98%總體人口涵蓋率，上傳速度 1Mbps、下載速度 10Mbps 的室外寬頻網路；在此基礎上 95%總體人口的網路速度為上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps。

- **郊區人口涵蓋率**

  於 2023 年 12 月 31 日前，在指定郊區佈建 98%總體人口涵蓋率，上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps 的室外寬頻網路。

- **郊區平均地理涵蓋率**

  於 2023 年 12 月 31 日前，在指定郊區佈建 95%地理涵蓋率，上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps 的室外寬頻網路。

- **交通路線**

  於 2023 年 12 月 31 日前，在指定郊區佈建 90%涵蓋率，上傳速度 1Mbps、下載速度 10Mbps 的室外寬頻網路；在此基礎上，70%的交通路線需要達到持續涵蓋（不中斷）網路。

  於 2025 年 12 月 31 日前，80%的交通路線需要達到持續涵蓋（不中斷）網路。

於 2027 年 12 月 31 日前，90%的交通路線需要達到持續涵蓋（不中斷）網路。

- **高速公路**

  於 2023 年 12 月 31 日前，在高速公路佈建 98%涵蓋率，上傳速度 1Mbps、下載速度 10Mbps 的室外寬頻網路。

- **選定鐵路路線**

  於 2023 年 12 月 31 日前，在選定鐵路路線佈建 98%涵蓋率，上傳速度 1Mbps、下載速度 10Mbps 的室外寬頻網路。

涵蓋率義務之百分比與不同完成時間如下表 4.5.5：

表 4.5.5　奧地利涵蓋率義務百分比與完成時間

義務總類	2023/12/31 前		2025/12/31 前		2027/12/31 前	
	10 Mbps/ 1Mbps	30 Mbps/ 3Mbps	10 Mbps/ 1Mbps	30 Mbps/ 3Mbps	10 Mbps/ 1Mbps	30 Mbps/ 3Mbps
總體人口涵蓋率	95%	90%	98%	95%		
郊區人口涵蓋率		98%				
郊區平均地理涵蓋率		95%				
交通路線	90% 70%持續涵蓋		80%持續涵蓋		90%持續涵蓋	
高速公路	98%					
選定鐵路路線	98%					

資料來源：本研究整理，參考 TKK, 2019. Consultation on the Tender Conditions in the procedure for awarding spectrum in the 700, 1500 and 2100 MHz bands. https://www.rtr.at/en/inf/konsult-700-1500-2100-mhz-2/Annex__2_Tender_Document__700_1500_2100.pdf

II. 2100MHz 頻段

得標者於 2100MHz 標得至少三組頻譜區塊（2×15MHz）須遵守基礎涵蓋率義務；若只得到兩組頻譜區塊的得標者亦須達成相同的涵蓋率，但上/下載速度折半；得標頻譜區塊僅有一組的得標者則不需要負擔任何義務。

2100MHz 頻段的基礎涵蓋率義務與 700MHz 頻段相比，郊區人口涵蓋率與郊區平均地理涵蓋率的義務相同，但總體人口涵蓋率則較低，此外沒有道路與鐵道部分。

- **總體人口涵蓋率**

  於 2023 年 12 月 31 日前佈建 90%總體人口涵蓋率，上傳速度 1Mbps、下載速度 10Mbps 的室外寬頻網路；在此基礎上 85%總體人口的網路速度為上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps。

  於 2025 年 12 月 31 日前佈建 95%總體人口涵蓋率，上傳速度 1Mbps、下載速度 10Mbps 的室外寬頻網路；在此基礎上 90%總體人口的網路速度為上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps。

- **郊區人口涵蓋率**

  於 2023 年 12 月 31 日前，在指定郊區佈建 98%總體人口涵蓋率，上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps 的室外寬頻網路。

- **郊區平均地理涵蓋率**

  於 2023 年 12 月 31 日前，在指定郊區佈建 95%地理涵蓋率，上傳速度 3Mbps、下載速度 30Mbps 的室外寬頻網路。

（3） 延伸涵蓋率義務

700MHz 頻段的 6 個成對區塊於主要階段拍賣時（仍未指配指定頻段，而是虛擬區塊的狀態），將與特定的延伸涵蓋率義務（Extended Coverage Obligations）相連結，得標者將於 2023 年 12 月 31 日前負責提升 75 座自治市[204]（Cadastral Municipalities）的網路涵蓋率[205]，而 2025 年 12 月 31 日前則要提升 150 座自治市的網路涵蓋率。

（4） MVNO 義務

為促進電信市場競爭，得標者可以於逆向拍賣時主動負擔 MVNO 義務以換取折扣。MVNO 義務即行動網路業者（Mobile Network Operator，MNO）提供批發接取（Wholesale Access）給予虛擬行動網路業者（Mobile Virtual Network Operator，MVNO），以此降低電信產業進入障礙。於 2021 年 1 月 1 日前，至多 6 間虛擬行動網路業者（MVNO）可以申請此批發接取。

行動網路業者（MNO）提供至多 10%的行動網路資料傳輸能力，此外，批發價格也受到限制，不可以超過行動網路業者（MNO）零售淨收入（Net Retail Revenues）的 55-60%。

[204] 自治市是歐洲獨有的行政區劃單位，廣泛存在於舊哈布斯堡王朝，即今日的奧地利、捷克與斯洛文尼亞等國，大部分規模極小。

[205] 投標諮詢文件原文沒有提到人口/地理涵蓋率標準，但後文中提到地籍市的部分中提到 95%總人口涵蓋率

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

1. 3.4 -3.8 GHz 頻段

3.4-3.8 GHz 頻譜拍賣的執照使用期限為 20 年，3.4-3.6GHz 頻段之可用期間自 2020 年 1 月至 2039 年 12 月 31 日；至於 3.6-3.8GHz 頻段之可用期間，則於頻譜釋照分配決議後即可使用，最終使用期限同樣為 2039 年 12 月 31 日。

2. 700/1500/2100MHz 頻段

700/1500/2100MHz 的執照使用期限則高於 20 年，700MHz 為 2020 年 7 月 1 日至 2042 年 12 月 31 日，1500MHz 為頻率分配後至 2042 年 12 月 31 日，21000MHz 為 2021 年 1 月 1 日至 2044 年 12 月 31 日（表 4.5.6）。

表 4.5.6 奧地利 700/1500/2100MHz 頻譜使用期限

頻段	分配起始日期	使用期限
700MHz	2020/7/1	2042/12/31
1500MHz	指配決議（Assignment Decision）後*	2042/12/31
2100MHz	2021/1/1	2044/12/31

註*：如果超過 2021/1/1 日，則以投標結果通知書發出（Issued）的時間為準

資料來源：本研究彙整，參考 TKK, 2019. Consultation on the Tender Conditions in the procedure for awarding spectrum in the 700, 1500 and 2100 MHz bands.
https://www.rtr.at/en/inf/konsult-700-1500-2100-mhz-2/Annex__2_Tender_Document__700_1500_2100.pdf

（二）頻率使用相關規定

為保護衛星運作，奧地利電信監管委員會（TKK）特別設立以阿夫倫茲衛星地面站為中心的 16 邊的多邊形保護區域，此區域內禁用 3.4-3.8 GHz 頻段[206]。

針對其他的無線電接收站（Reception Station），則有功率限制範圍及空間限制範圍，其中功率部分為訊號強度的功率流量密度（Power Flux Density，PFD），於任何時段不能超過-183.52 dBW/m^2/4kHz；而空間限制範圍是由無線電接收站為中心畫出的圓柱體，其中科爾賴特貝格接收站（Kohlreithberg）的半徑是 80 公尺、而 Königswarte 接收站的半徑是 230 公尺，圓柱體高度皆為 15 公尺。

此外奧地利電信監管委員會（TKK）與各國電信主管機關保留日後修改頻譜使用辦法的權利。

四、 其他規定

（一）3.4 -3.8 GHz 頻段

1. 不同網路服務間的時間同步（Temporal Synchronisation）

為避免頻譜干擾，奧地利電信監管委員會（TKK）要求頻譜得標者必須合作達成不同網路服務間的時間同步（Temporal Synchronisation），共有兩種區段邊緣遮罩（Block Edge Masks，BEM）能夠將干擾減至最低：

[206] TKK, 2018. p.13. Tender Document Procedure for Spectrum Award in the 3410 to 3800 MHz Range 3.4.2.3 Use restrictions based on frequency usages in Austria requiring protection https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Tender_Documents_3_4_-_3_8_GHz_EN.pdf

- **預設區段邊緣遮罩（Default Block Edge Mask）**

訊號必須以下表的訊框結構（Frame Structure）傳輸，其中上行鏈路（Uplink，UL）與下行鏈路（Downlink，DL）的比例為 1:3。

時槽的傳輸時間單位為 1 毫秒，並且必須確保傳輸於誤差小於 1.5 微秒（μs）的統一參考時間（Uniform Reference Time）內，訊框結構如下表 4.5.7：

表 4.5.7　奧地利預設訊框結構

上行鏈路（UL）/ 下行鏈路（DL）比例	時槽/子訊框編號（Subframe Number）									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1:3	D	S[1]	U	D	D	D	S	U	D	D

資料來源：本研究整理，參考參考 TKK, 2018. Tender Document Procedure for Spectrum Award in the 3410 to 3800 MHz Range(p.10).
https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Tender_Documents_3_4_-_3_8_GHz_EN.pdf

註 1：S 代表特殊子訊框（Special Subframe），為分時雙工（Time Division Duplexing，TDD）的特有子框架

- **限制性區段邊緣遮罩（Restrictive Block Edge Mask）**

當有以下的情況時，可以採用其他的訊框結構：

- 使用其他技術傳輸，唯此時頻譜得標者需要與其他頻譜得標者商議，以免發生子訊框重疊（Overlapping）產生的破壞性干擾（Damaging Interference）。
- 頻譜得標者使用內在保護頻段（Internal Guard Band）或是以降低傳輸功率的方式避免干擾

2. 室內小型基地臺（Small Cells）

室內小型基地臺豁免於與其他網路時間同步的義務，但建議採用預設區段邊緣遮罩以降低干擾的風險。

3. 成本與費用

（1） 頻譜執照費

奧地利規範得標者於拍賣時必須預存頻譜執照費，當拍賣結束後，應於頻譜指配決議核發之四周內完成頻率執照費用之繳交。

（2） 頻譜使用費

得標者必須於頻譜使用期間，繳交頻譜使用費，相關費率將依循監理機關的電信收費規範（Telecommunications Fee Ordinance）[207]，在2500-3800MHz 的頻段範圍內，每年 10MHz 的地區頻譜使用費用為581.4 歐元。

（3） 諮詢費用

參與拍賣設計與拍賣進行流程的專家學者所產生費用視為必要的諮詢費用，將由競標者按取得頻譜的比例均分。

（二）700/1500/2100MHz 頻段

1. 基礎設施共用

700/1500/2100 MHz 頻段基礎設施共用部分，奧地利不允許擁有全國 10%以上頻譜資源（包含 LTE 頻段及 5G 頻段）的得標者與其他

[207] Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft und Verkehr über Gebühren im Bereich der Telekommunikation.) IIIa. Frequenznutzungsgebühren für digitale breitbandige drahtlose mobile oder feste Kommunikationsnetze (ausgenommen Punkt-zu-Punkt Richtfunksysteme)

得標者共用核心網路。唯有於維也納市、格拉茲、林茲為的基礎設施共用不受限制，但得標者依然需要佈建並達到特定頻段涵蓋率義務中所要求的基地臺數量。

2. 成本與費用

與 3.4-3.8GHz 頻段釋照拍賣同樣包含頻譜執照費、頻譜使用費、諮詢費用三項。不同之處在於存在逆向拍賣以促使競標者承擔額外義務（如網路涵蓋率）的可能性，將直接於頻譜執照費總額扣除逆向拍賣的價格折扣（Price Discount）金額。

五、 釋照結果與市場變化

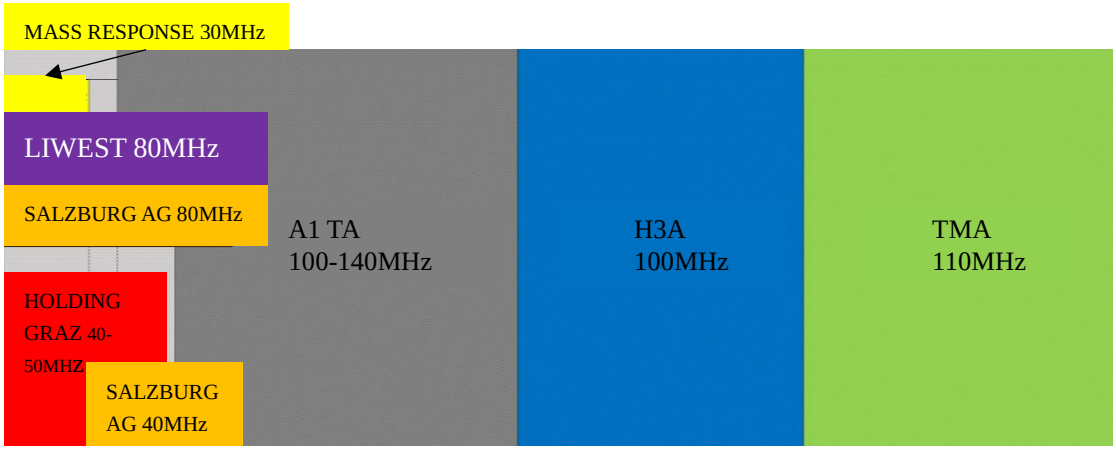
（一）釋照結果

在 2019 年 3 月 7 日，奧地利廣電與電信管理局（RTR）宣布 3.4-3.8 GHz 頻譜拍賣結果，由 3 家全國性電信業者與 4 家地區性電信業者得標。

其中 3 家全國性電信業者部分：A1 Telekom（A1 TA）標得 100-140MHz[208]，總標金為 64,345,972 歐元、Hutchison Drei（H3A）標得 100MHz，總標金為 51,910,054 歐元、T-Mobile（TMA）標得 110MHz，總標金為 56,903,001 歐元；而 4 家地區性電信業者部分：MASS Response 標得 30MHz，總標金為 1,845,000 歐元、LIWEST 標得 80MHz，總標金為 5,328,000 歐元、Salzburg AG 標得 40-80MHz，總標金為

[208] 本次拍賣為區域性執照釋出，A1 Telekom 在不同區域標得 100MHz、120MHz、140MH 等頻寬

4,359,449 歐元、Holding Graz 標得 40MHz，總標金為 2,998,100 歐元。拍賣結果如下圖 4.5.3，本次頻譜拍賣的總收入為 1 億 876 萬歐元[209]。



資料來源：TKK, 2019. 5G frequency award 3.4 - 3.8 - outcome of auction. https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Outcome

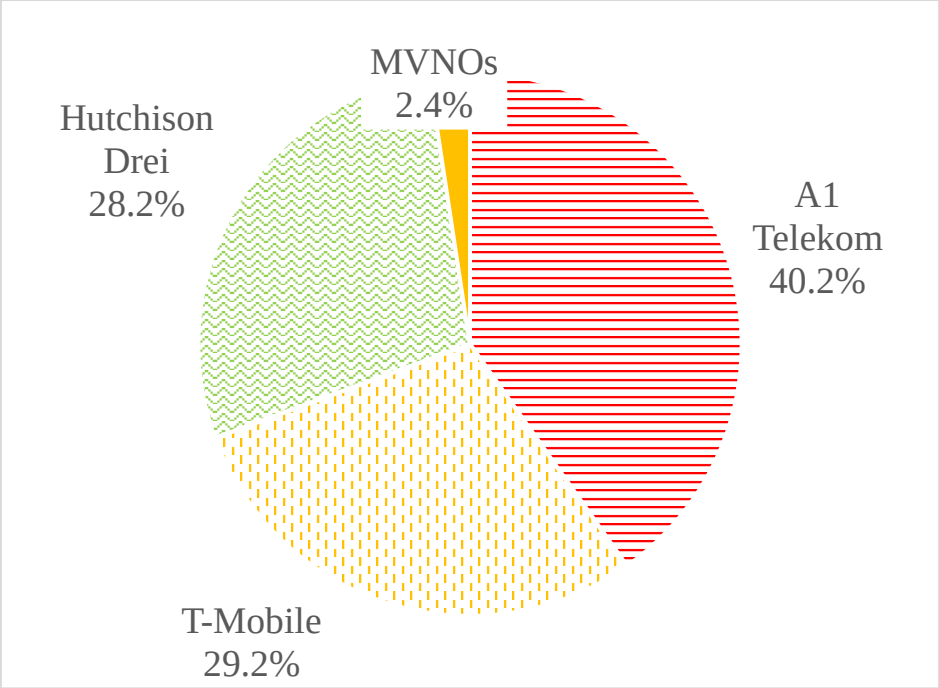
圖 4.5.3　奧地利 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣結果

（二）市場概況

如下圖 4.5.4，根據 RTR 的市場調查報告[210]，奧地利有 3 家全國性電信業者，A1 Telekom 占有 40%市占率，其次是 T-Mobile 的 29%與 Hutchison Drei 的 28%，剩下 3%的市場則由虛擬行動網路業者（MVNO）經營。

[209] RTR, 2019. 5G frequency award 3.4 - 3.8 GHz - outcome of auction. https://www.rtr.at/en/tk/5G-Auction-Outcome

[210] RTR, 2016. Consultation on Future Frequency Awards. https://www.rtr.at/en/inf/Konsult_Frequenzvergaben/Consultation_on_Future_Frequency_Awards.pdf



資料來源：RTR Telekom Monitor, 2015. RTR Telekom Monitor 4/2015 (p.15)
https://www.rtr.at/de/inf/TK_Monitor_4_2015/TM4_2015.pdf

圖 4.5.4　奧地利電信業者市占率圓餅圖

（三）市場變化

於 3.4-3.8GHz 頻段釋照後，總頻譜持有比率無明顯變化，且 3.4-3.8GHz 頻段皆取得大約 100MHz 頻寬，接近均分的結果。

RTR 主管 Johannes Gungl 解釋這次拍賣的政策目的：「歐盟國家認為電信業者擁有 80-100MHz 頻寬對佈建 5G 網路有極大幫助，而本次釋照，3 家全國性電信業者皆得到至少 100MHz 連續頻寬，這使奧地利在歐盟國家的 5G 競爭中佔有領先地位[211]。」，釋照前後各業者持有頻率如下表 4.5.8 與表 4.5.9：

[211] Telegeography, 2019. Austrian 5G auction raises EUR188m. https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2019/03/08/austrian-5g-auction-raises-eur188m/

表 4.5.8　奧地利 3.4-3.8GHz 頻譜拍賣前各業者持有之行動頻譜

頻段	類型	A1 TA	TMA	H3A	總和
800MHz	FDD	2×20	2×10	-	2×30
900MHz	FDD	2×15	2×15	2×5	2×35
1800MHz	FDD	2×26.4	2×28.7	2×19.9	2×75
2100MHz	FDD	2×20	2×15	2×25	2×60
2.6GHz（對稱）	FDD	2×25	2×20	0	2×70
2.6GHz（不對稱）	TDD	25	-	25	50
總持有頻譜		237.8	177.4	174.8	590
總持有頻譜比例（%）		40.3%	30.1%	29.6%	100%

資料來源：TKK, 2019. Spectrum per operator.
https://www.rtr.at/en/tk/FRQshare

表 4.5.9　奧地利 2020 年 5G 釋照後各業者持有之行動頻譜

頻段	類型	A1 TA	TMA	H3A	總和
800MHz	FDD	2×20	2×10	-	2×30
900MHz	FDD	2×15	2×15	2×5	2×35
1800MHz	FDD	2×35	2×20	2×20	2×75
2100MHz	FDD	2×20	2×15	2×25	2×60
2.6GHz（對稱）	FDD	2×25	2×20	2×25	2×70
2.6GHz（不對稱）	TDD	25	-	25	50
3.4 -3.8 GHz	TDD	100*	110	100	310
總持有頻譜		355	270	275	900
總持有頻譜比例（%）		39.4%	30%	30.5%	100%

資料來源：TKK, 2019. Spectrum per operator.

https://www.rtr.at/en/tk/FRQshare

註*：在 3.4GHz 頻段的拍賣中還有其他的區域頻譜分配（3410-3490MHz），而 A1 Telekom（A1 TA）已標得部分使用權（20-40MHz）。

第六節、 美國

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

根據美國 2018 年 9 月所發佈的 5G Fast Plan，前瞻性的頻譜政策是下世代無線網路發展的關鍵，FCC 目前正積極專注於釋出額外的頻段（包含低頻、中頻與高頻）提供 5G 服務使用，高頻部分包含 24GHz、26GHz、28GHz、37GHz、39GHz、42GHz、47GHz 等頻段，共 7.75GHz 頻寬；中頻部分則包含 2.5GHz、3.5GHz、3.7-4.2GHz，共 844 MHz 頻寬；低頻部分，則為改善與提升 600MHz、800MHz 和 900MHz 頻段使用效率與更廣泛的通訊覆蓋率。另在免執照頻段方面，FCC 則致力發展下世代 Wi-Fi 於 6GHz 及 95GHz 以上的頻譜使用（表 4.6.1）。

而為取得 5G 發展之領先地位，FCC 過去即積極展開高頻段測試，目前已規劃之 5G 使用頻段即包含 24GHz、26GHz、28GHz、37GHz、39GHz、42GHz、47GHz 等，而 FCC 更於今年 3 月提出「Spectrum Horizons[212]」計畫，開放 95GHz 至 3THz 的「實驗性」執照。

212 FCC, 2019. FCC Opens Spectrum Horizons for New Services & Technologies. https://www.fcc.gov/document/fcc-opens-spectrum-horizons-new-services-technologies-0

表 4.6.1　美國 5G 規劃釋照頻段與頻寬

項目	頻段	總頻寬
高頻 High-Band	24GHz、26GHz、28GHz、37GHz、39GHz、42GHz、47 GHz 等	7.75GHz
中頻 Mid-Band	2.5GHz、3.5GHz、3.7-4.2 GHz	844MHz
低頻 Low-Band	600MHz、800MHz 和 900MHz	提升使用效率
免執照頻段 Unlicensed	6GHz 及 95GHz	-

資料來源：本研究彙整自 FCC, 2018. The FCC's 5G Fast Plan. https://www.fcc.gov/document/fccs-5g-fast-plan

目前已完成的釋照分別為 2019 年 1 月 24 日完成的 28GHz（Auction 101）及 2019 年 5 月 28 日完成的 24GHz（Auction 102）兩次釋照。於 Auction 101 的 28GHz 拍賣中，總頻寬為 850 MHz，單位頻寬為 425 MHz，執照係以郡為單位的地方性執照，L1 與 L2 頻段各 1,536 張執照，共規劃釋出 3,072 張（表 4.6.2）。而在 Auction 102 的 24 GHz 中，總頻寬為 700 MHz，單位頻寬為 100 MHz，執照則係以部分經濟區域（Partial Economic Area，PEA）為單位的地方性執照，共有 A-G 7 個頻段，其中 A-F 頻段 416 張執照；G 頻段 413 張執照，共規劃釋出 2,909 張（表 4.6.3）。

表 4.6.2　美國 28GHz 頻譜規劃

項目	說明
釋照編號	Auction 101
競標起始日期	2018 年 11 月 14 日
頻段	27.500 – 28.350 GHz
應用範圍	FCC 授權 28 GHz 用於固定與行動通訊服務

UMFUS License Summary — Auction 101（28 GHz）

區塊	頻段（GHz）	頻寬	執照類型	執照數量
L1	27.500 – 27.925	425 MHz	County*	1,536
L2	27.925 – 28.350	425 MHz	County*	1,536
Total		850 MHz		3,072

資料來源：FCC, 2018. Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz.

表 4.6.3　美國 24GHz 頻譜規劃

項目	說明
釋照編號	Auction 102
競標起始日期	於 Auction 101 結束後舉行
頻段	24.25 - 24.45 GHz ； 24.75 - 25.25 GHz
應用範圍	FCC 授權 24 GHz 用於固定與行動通訊服務

UMFUS License Summary — Auction 102（24 GHz）

區塊	頻段（GHz）	頻寬	執照類型	執照數量
A	24.25–24.35	100 MHz	PEA	416
B	24.35–24.45	100 MHz	PEA	416
C	24.75–24.85	100 MHz	PEA	416
D	24.85–24.95	100 MHz	PEA	416
E	24.95–25.05	100 MHz	PEA	416
F	25.05–25.15	100 MHz	PEA	416
G*	25.15–25.25	100 MHz	PEA	413
Total		700 MHz		2,909

資料來源：FCC, 2018. Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHz.

（二）釋出期程

在 5G 頻譜釋照期程規劃上，美國最優先執行頻譜拍賣的頻段為 mmWave 的高頻段頻譜資源。首波釋照的 28GHz（Auction 101）已於 2018 年 11 月 14 日展開，並於 2019 年 1 月 24 日結束競標；緊接著 FCC 於 2019 年 3 月 14 日展開 24GHz（Auction 102）的頻譜釋照，並於 2019 年 5 月 28 日結束競標。而 FCC 也將於 2019 年年底舉行第三波的頻譜拍賣（Auction 103），進一步釋出 37GHz、39GHz 與 47GHz 的頻段。而高頻段的 26GHz 與 42GHz，以及中頻段的 2.5GHz、3.5GHz 與 3.7-4.2GHz 頻段則在積極規劃中，尚未公佈釋照時程（表 4.6.4）。

表 4.6.4　美國 5G 頻段釋照時程規劃

項目	頻段	釋照情形
高頻 High-Band	28 GHz	已於 2018 年 11 月 14 日至 2019 年 1 月 24 日間完成釋照
	24 GHz	已於 2019 年 1 月 24 日至 2019 年 5 月 28 日間完成釋照
	37 GHz、39 GHz 與 47 GHz	預計 2019 年 12 月 10 日啟動釋照
	26 GHz 與 42 GHz	釋照時程規劃中
中頻 Mid-Band	2.5 GHz、3.5 GHz 與 3.7-4.2 GHz	釋照時程規劃中
低頻 Low-Band	600 MHz、800 MHz 與 900 MHz	無釋照， 僅提升頻譜使用效率
免執照頻段 Unlicensed	6 GHz 與 95 GHz 以上頻段	-

資料來源：本研究彙整。

FCC 主委 Ajit Pai 於 2019 年 5 月 7 日向國會報告所提出之 2020 年財政預算及施政規劃，視 5G 發展與佈署以及將於 12 月 10 日進行的 37、39 及 47GHz 頻譜拍賣為重點項目，年底的拍賣為第三波 5G

頻譜拍賣（Auction 103），也於 2019 年 5 月 14 日正式宣佈，另 FCC 也規劃釋出 3.4GHz 頻段作為商用。Ajit Pai 表示，FCC 將規劃於下個財政年度推出 3.5GHz 中頻段拍賣，並持續努力推動其他中頻段（2.5GHz、3.7-4.2GHz）的靈活使用。美國積極佈署 5G 網路不僅能提升全美網路接取效能，也預估將創造 300 萬個就業機會、提升私人投資金額達 2,750 億美元，並增加 5,000 億美元的經濟成長。

二、 釋照方式及細節規定

截至 2019 年 7 月止，美國已分別於 2019 年 1 月 24 日與 5 月 28 日完成 Auction 101（28GHz）與 Auction 102（24GHz）的 5G 頻譜釋照，並預計在 2019 年底進行 Auction 103（37 GHz、39 GHz 及 47 GHz），以下將就三次釋照的釋照方式與細節規定進行介紹。

（一）拍賣方式與規定

1. 釋照方式

自 1994 年起，FCC 即展開無線電頻率執照的拍賣，任何具資格且提交申請與預付款的公司或個人皆可參與拍賣，而 FCC 會進行審查公佈合格投標人。FCC 拍賣方式透過網際網路以電子拍賣的方式進行，合格投標人可透過網路於辦公室或家中進行投標，此外，任何人皆可透過瀏覽器追蹤拍賣進度，查看每輪的拍賣結果[213]。

在過去 FCC 透過聽證會與抽籤的方式，從一組互斥的申請者中選擇執照持有者，而在 1993 年美國國會通過綜合預算調節法（the Omnibus Budget Reconciliation Act）通過後，賦予 FCC 採用拍賣的權

213 FCC, 2006. About Auctions. https://www.fcc.gov/auctions/about-auctions

利，可以從兩個或多個互斥的申請中決定初始執照（Initial License）的核發。FCC 也發現拍賣的方式比過去更加有效率，在初始執照申請到許可授權的平均時間可縮短至不到一年，公眾可直接從發照獲得經濟效益。

而在 1997 年的平衡預演算法（the Balanced Budget Act of 1997）中，美國國會擴大了 FCC 的拍賣權，該法案要求 FCC 直接採用拍賣的方式進行釋照。除了部分豁免類型，如公共安全無線電服務（Public Safety Radio Services）、取代類比執照的數位電視執照（Digital Television Licenses to Replace Analog Licenses），以及非商業教育（Non-Commercial Educational）與公共廣播電臺（Public Broadcast Stations）等。

而在目前已完成的 Auction 101（28GHz）與 Auction 102（24GHz）皆採用拍賣的方式進行釋出，兩次拍賣的合格申請者名單羅列如下（表 4.6.5、表 4.6.6）。

表 4.6.5　美國 Auction 101 合格申請者名單

合格申請名單
8538 GREEN STREET LLC
Arctic Slope Telephone Association Cooperative
Aries Wireless LLC
AT&T Spectrum Frontiers LLC
Beyerle, David E
Central Broadband 24/28 GHz Consortium
Cityfront Wireless LLC
Connection Capital, LLC
Crestone Wireless L.L.C. (This bidding entity appears to be Dish Network)
Day Management Corporation (This bidding entity appears to be Day Wireless Systems)
High Band License Co LLC (This bidding entity appears to be Columbia Capital)
Horry Telephone Cooperative, Inc.

Howard, Judith
Inland Cellular LLC
LICT Wireless Broadband Company, LLC
NEIT Services, LLC
Nsight Spectrum, LLC
Panhandle Telephone Cooperative, Inc.
Pine Belt Cellular, Inc.
Public Service Wireless Services, Inc.
RNB Spectrum, LLC
Roller Network LLC
Townes 5G, LLC
Union Telephone Company
Universal Electrical Contractors
Williams, Leslie

資料來源：FCC, 2019. Auction 101.

表 4.6.6　美國 Auction 102 合格申請者名單

合格申請名單
8538 GREEN STREET LLC
Arctic Slope Telephone Association Cooperative
Aries Wireless LLC
AT&T Spectrum Frontiers LLC
Beyerle, David E
Cellco Partnership d/b/a Verizon Wireless
Central Broadband 24/28 GHz Consortium
Cityfront Wireless LLC
Connection Capital, LLC
Cox Communications, Inc
Crestone Wireless L.L.C. (This bidding entity appears to be Dish Network)
Day Management Corporation (This bidding entity appears to be Day Wireless Systems)
Docomo Pacific, Inc.
High Band License Co LLC (This bidding entity appears to be Columbia Capital)
Horry Telephone Cooperative, Inc.
Howard, Judith
Inland Cellular LLC
Kitsune Communications LLC
LICT Wireless Broadband Company, LLC

NEIT Services, LLC
Nsight Spectrum, LLC
One Ring Networks III, Inc.
Pine Belt Cellular, Inc.
Public Service Wireless Services, Inc.
RNB Spectrum, LLC 0
Roller Network LLC 0
RSA 1 Limited Partnership (This bidding entity appears to be a collection of many smaller providers)
Skyriver Spectrum & Technology LLC
Starry Spectrum Holdings LLC
TeleGuam Holdings, LLC
Tri County Radio
Union Telephone Company
Universal Electrical Contractors
Williams, Leslie

資料來源：FCC, 2019. Auction 102.

2. 拍賣方式

一般而言，FCC 的拍賣設計，系採同時多回合拍賣（Simultaneous Multiple Round Auction，SMRA），於拍賣流程中，可以對所有執照進行拍賣。與一般拍賣不同之處，SMRA 有連續不同回合的拍賣流程，並由 FCC 規範每回合的長度[214]。每回合競標結束後，藉由發布該回合拍賣結果，使投標者掌握暫時得標者的出價，提供投標者所投標的執照價值，也提高執照拍賣給最重視的投標者的可能性。在不同回合的拍賣中，也允許投標人評估並調整其投標策略。在 SMRA 拍賣中，沒有預設的回合，直到所有投標者停止投標的回合，才視為該次投標的最後一回合。

214 FCC, 2006. Auction Designs. https://www.fcc.gov/auctions/auction-designs#block-menu-block-4

而在 FCC 所修訂的同時性多回合拍賣制能夠應用在組合拍賣或包裹拍賣（Package Bidding）。在包裹拍賣的競標規則下，競標者可以針對組合執照和單一執照下標；出售者組合不同價值項目執照，降低競標者只贏得部分特許期間的風險，也更能發揮競標物的綜效價值。整體來說，包裹拍賣相當適合用在競標頻譜，尤其對競標者來說，眾多執照中皆有強烈的互補性，且互補性模式各有不同，也因競標者而異。包裹拍賣的競標結果相當有效益，能確保執照賣給估價最高的競標者，再者，其拍賣程式，鼓勵直接的競標方式，使競標者適當應用彈性備案。

美國於 Auction 101 的 28GHz 頻段拍賣，係採多回合上升拍賣（SMRA）；而於 Auction 102 的 24GHz 頻段，則採多輪提價拍賣（Ascending Clock Auction，ACA），競標者可投標區塊數量以及願付價格。

於指配階段時，Auction102 的低頻段（24.25-24.45GHz）採用次高價格規則；而高頻（24.75-25.25GHz）則採用 Vickrey 最近核心價格，以確保沒有其他競標者組合願付更高價格[215]。

Auction 103 的 37 GHz、39 GHz 及 47 GHz 頻段，也將採用昇冪時間鐘拍賣。在 Auction 103 的指配階段，時間鐘階段的得標者可自願參與密封投標（Sealed Bid），表達其對頻譜組合選項的偏好。此階段的得標者將支付額外金額，以取得偏好的頻譜組合。指配階段的得標金額以次高價格規則計算，意即得標者支付的金額將足以使其獲配偏好的頻譜組合，且確保無其他競標者願意為選擇頻譜組合支付更高的金額。透過次高價格規則計算價格可鼓勵競標者以實際衡量的價值

215 FCC, 2019. Auction 102 Assignment Phase Bidding System User Guide (p.3). https://www.fcc.gov/file/15756/download

進行投標[216]。

3. Auction 101 與 Auction 102 拍賣規定

（1）底價

FCC 於 Auction 101 與 Auciton 102 中，基於頻寬以及人口數訂定底價。於 Auction 101 中，位於 PEAs1-50 範圍內之郡執照以 0.002 美金 MHz/pops 為單位；位於 PEAs51-100 範圍內之郡執照以 0.0004 美金 MHz/pops 為單位；而其他地區之郡執照以 0.0002 美金 MHz/pops 為單位計算底價。

而於 Auction 102 中，PEAs1-50 之執照以 0.002 美金 MHz/pops 為單位；PEAs51-100 之執照以 0.0004 美金 MHz/pops 為單位；而其他 PEA 則以 0.0002 美金 MHz/pops 為單位計算底價。

（2）預付款與起始資格點數

I. 預付款

在預付款（Upfront Payment）[217]方面，於拍賣開始前，競標者至少須支付一張執照或一個一般區塊之資格點數（Bidding Units）。而競標者所支付的的預付款總和即為初始資格點數，每 10 美元換算為資格點數 1 點。

II. 預付款計算方法

216 FCC, 2019. Notice and Filing Requirements, Minimum Opening Bids, Upfront Payments, and Other Procedures for Auction 103. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-19-63A1.pdf
217 FCC, 2018. Notice and Filing Requirements, Minimum Opening Bids, Upfront Payments, and Other Procedures For Auctions 101 (28 Ghz) And 102 (24 Ghz) (p.53-55). https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-109A1.pdf

FCC 於 Auction 101 與 Auciton 102 中，基於頻寬以及人口數訂定預付款。於 Auction 101 中，位於 PEAs1-50 範圍內之郡執照以 0.001 美金 MHz/pops 為單位；位於 PEAs51-100 範圍內之郡執照以 0.0002 美金 MHz/pops 為單位；而其他地區之郡執照以 0.0001 美金 MHz/pops 為單位計算預付款。

而於 Auction 102 中，PEAs1-50 之執照以 0.001 美金 MHz/pops 為單位；PEAs51-100 之執照以 0.0002 美金 MHz/pops 為單位；而其他 PEA 則以 0.0001 美金 MHz/pops 為單位計算預付款。

（3）資格點數規則

資格點數僅能維持或減少，無法增加。而下一回合競標者可使用之資格點數以競標者使用之「活動（Activity）」衡量。活動係指競標者投標或持有暫時得標（Provisionally Winning Bids），若競標者撤回暫時得標，則不再被視為活動。

在資格點數使用比例方面，Auction 101 分為兩階段。於第一階段時，競標者須至少使用 80%的資格點數以維持現有的資格點數，若競標者使用低於 80%的資格點數，下一回合的資格點數為活動之資格點數乘以$\frac{5}{4}$。於第二階段時，競標者須至少使用 95%的資格點數以維持現有的資格點數，若競標者使用低於 95%的資格點數，下一回合的資格點數為活動之資格點數乘以$\frac{20}{19}$。

FCC 將會在階段轉換前一回合通知競標者。FCC 也保留於競標時變更使用資格點數比例之權力。例如，FCC 可決定不進入第二階段；或以比 95%更高／更低的比例進入第二階段。

於 Auction 102[218]，競標者的活動為競標者對於標的之需求總和。若競標者減少需求量之投標未被受理，則將被使為未減少需求。而競標者須使用之資格點數使用比例為 92%～97%，而第一回合的資格點數使用比例為 95%。若競標者未使用足夠比例之資格點數，其資格點數將減少。

（4）出價

I. Auction 101

本次 FCC 的 Auction 101（28GHz）拍賣中，每回合標的將被賦予九個出價選項，競標者可從出價選項中選取對該標的之願付價格[219]。

出價選項中之最低可接受出價價格（Minimum Acceptable Bid Amounts）於第一回合為底價，直到該執照有暫時持有者為止。在暫時執照持有者出現之後，競標者於下一回合的最低出價將訂定為高於暫時執照持有者之出價的 10%～20%，下一回合的最低出價比例由該回合該執照之競標者數量及上一回合的最低出價比例得出[220]。

而其他出價選項則由最低可接受出價價格乘以額外出價增額比例（Additional Bid Increment Percentage），而 FCC 所設定的額外出價增額比例為 5%。因此，競標者可選擇的第一個出價選項為最低可接受出價價格；第二個出價選項為最低可接受出價價格×1.05；第三個選項為最低可接受出價價格×（2×1.05）；第四個選項為最低可接受出價價格×（3×1.05）；依此類推。

218 FCC, 2018. Notice and Filing Requirements, Minimum Opening Bids, Upfront Payments, and Other Procedures For Auctions 101 (28 Ghz) And 102 (24 Ghz) (p.75-76). https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-109A1.pdf

219 FCC, 2018. Notice and Filing Requirements, Minimum Opening Bids, Upfront Payments, and Other Procedures For Auctions 101 (28 Ghz) And 102 (24 Ghz) (p.58). https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-109A1.pdf

220 FCC, 2018. Notice and Filing Requirements, Minimum Opening Bids, Upfront Payments, and Other Procedures For Auctions 101 (28 Ghz) And 102 (24 Ghz) (p.66-67). https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-109A1.pdf

II. Auction 102

本次 FCC 的 Auction 102（24GHz）拍賣中，每回合競標者最低出價價格為上一回合的標價。而 FCC 每回合也會給予標的時間鐘價格，該價格為競標者可出價之最高價格。計算方法為上一回合標價乘以時增額比例（Percentage Increment），第一回合的增額比例為 10%，之後回合的增額比例將落在 5-15%之間。FCC 可藉由調整增額比例以加快拍賣速度。

4. Auction 103 拍賣模式及規定

（1）申請階段及資格審核階段

Auction 103 的參與者必須依照 FCC 規定的電子申請流程，提交一份簡短的電子形式申請表（FCC 表格 175）。在規定時間內提交足夠的預付金額和一份 FCC 匯款通知表格（FCC 表格 159）。並遵守公告中所有規定和適用的委員會規則。

（2）申請的相關資料

Auction 103 申請，被稱為簡式申請（Short-Form Application）或 FCC 表格 175，此申請文件提供委員會資訊以確定申請者是否具有參加拍賣頻譜的執照以及法律、技術和財務資格。

簡式申請是委員會兩階段拍賣申請程序的第一部分。在第一階段，有意參加 Auction 103 的一方必須提交一份簡短的申請書，證明自己的資格，且當作偽證時要受到處罰。包括執照沒收、沒有資格參加未來的拍賣或刑事起訴。參與 Auction 103 的資格為申請者的簡短申請和證明，以及申請人提交的足夠拍賣預付金。

在第二階段的過程中，每位得標者必須為在拍賣中贏得的執照提交一份更全面的拍賣後長期申請（post-auction, long-form application ）

（FCC 表格 601），並向委員會提交一份精確完整的所有權揭露資訊報告（FCC 表格 602）。

參與 Auction 103 的一方必須在 2019 年 9 月 9 日美國東部時間下午 6 點前透過拍賣申請系統提交 FCC 表格 175。提交 FCC 表格 175 的申請者將受到委員會的規定而禁止某些通訊。從申請截止日期(美國東部時間 2019 年 9 月 9 日下午 6 點)開始，申請人將受到禁令的約束。

同一當事人進行競標不得多於一項拍賣申請。如果一方提交多份拍賣申請，只有一份申請才有資格參加拍賣。委員會也會禁止聯合投標的規定，一方一般只能透過一個投標實體參加委員會的拍賣。因此，不允許同一個人或一組個人在不同實體中提出申請。

在最初申請提交截止日後，委員會將審查所有提交的 Auction 103 申請，以確定每個申請符合申請要求。亦設立一個重新提交申請的窗口，在此期間，申請者可對其申請作出許可的輕微修改。合格的投標人將在類比拍賣（Mock Auction）前至少 10 天確定。

（3）執照區域選擇

申請者須從 FCC 表格 175.49 上的 PEAs 列表中選擇要競標的所有許可區域。申請者必須在 FCC 175 表格提交截止日期前仔細審查和驗證 PEA 的選擇，因為這些選擇不能在拍賣申請提交截止日期後更改。

（4） 揭露同意與競標安排

申請者須提供 FCC 表格 175 簡要描述並確定每一當事人的夥伴關係、合資企業、財團或協議、籌劃、或任何形式的有關執照拍賣。

非全國性的供應商可以簽訂協議，組成一個聯合體或合資企業，使單一當事人可申請參加拍賣。具體而言，一個個體在拍賣中只能參

與一個財團或合資企業，作為其成員在該拍賣中的唯一競價工具。

（5） 預付款

參與 Auction 103 投標者，必須在美國東部時間 2019 年 10 月 22 日下午 6 點前提交預付款和 FCC 匯款諮詢表。委員會會決定每個執照的預付款。預付款是為每位申請者證明其投標資格的可退還押金。

為了獲得其投標區塊的投標資格，申請者必須支付足夠的預付款。FCC 將建立基於 MHz-pops 的預付金，申請者提交的預付金額將決定初始投標資格。為了能競標區塊，合格的競標者必須具有當前資格水準，須達到或超過分配給 PEA 中該通用區塊的投標單位數量。因此，申請者的預付金總額至少須足以建立資格去競標在 Auction 103 中 PEA 的至少一個區塊，否則申請者沒有資格參與拍賣。而預付金總額不影響投標者出價的總金額。

使用 PEA 中通用區塊的預付款，PEA 1-50 的每個加權 MHz-pop 0.00005 美元、PEA 51-100 則每個 0.000005 美元以及其他 PEA 中每個加權 MHz-pop 的 0.000025 美元，最低預付金額為 250 美元/個 PEA 中的通用區塊。

（6） 拍賣登記

Auction 103 的所有合格投標者會自動登記參加競標。登記文件將在競標前一晚遞送。未收到的合格投標者將無法投標。

（7） 透過 FCC 拍賣競標系統遠端電子競標

投標者將在網路上參加 Auction 103，使用 FCC 拍賣競標系統（FCC Auction Bidding System，投標系統）。只有合格的投標者才允許競標。每個競標者擁有自己的 SecurID ®代幣。每個 SecurID ®代幣都是針對特定的拍賣定制的。

（8） 競標階段

所有合格的競標者有資格參加類比拍賣的時間鐘階段，將在 2019 年 12 月 2 日這一週開始。類比拍賣使合格的投標者熟悉投標系統，並在拍賣前練習提交投標。

I. 時間鐘和指配階段

FCC 將採用昇冪時間鐘拍賣（Ascending Clock Auction），分兩個階段進行。第一階段，即時間鐘階段，競標者將表明需求的區塊在特定類別和地理區域中（即 PEA）。第二階段（指配階段），時間鐘階段的得標者有機會在一系列密封投標回合中，競標他們的想要的頻率執照組合。

II. 通用區塊和投標類別

在時間鐘階段，將對所有 PEA 中的兩類通用區塊進行投標。第一類包括 37.6-40 GHz 的可用區塊。此類別為 M/N 類別，總共包含 24 個區塊，37GHz 頻段（M1-M10）10 個，39GHz 頻段（N1-N14）14 個）。第二類，P 類，包括 47.2-48.2 GHz（P1-P10）的 10 個區塊。拍賣中的競標將決定每個 PEA 中每個類別的通用區塊單個最終時間鐘階段價格。

III. FCC 拍賣投標系統

投標者在特定 PEA 中對通用執照區塊的投標能力取決於兩個因素，①投標人的 FCC 表格 175 和②投標人的資格。

第一輪時間鐘階段，合格的投標者將以最低公開價格在 PEA 中要求投標類別的區塊。投標系統不接受低於這些金額的投標。在隨後的每一回合中，符合條件的投標者將能以時間鐘價格或上一回合價格與新時間鐘價格之間的價格，表達在 PEA 類別中區塊的需求。每一

輪時間鐘階段，投標者可以取消在當前投標回合中的投標。如果投標者在一輪中修改了 PEA 類別中的區塊的投標，系統將提交最後的投標作為該投標者的出價。

時間鐘階段結束後，但在指配階段開始投標前，投標系統將為每個時間鐘階段得標者提供指配階段投標選項功能表，包括頻率特定執照的可能配置。

Auction 103 的時間鐘階段採用同時停止規則（Simultaneous Stopping Rule），規則為所有 PEA 中所有類別的區塊可繼續投標，直到每個 PEA 的每個類別的投標停止。即在所有 PEA 的任何類別中沒有任何超額需求時，所有 PEA 中所有類別的區塊的投標將結束。而指配階段將在所有 PEA 中頻率特定執照分配完後結束。

（9） 投標資訊

在時間鐘階段每回合後會公佈每個 PEA 中每類區塊的供應、總需求及最後一回合價格；和下一輪的時間鐘價格。在 Auction 103 結束（即指配階段結束前）之前，不會公開特定類別或 PEA 標塊的投標者身份。每位投標者將獲得與漬劑投標資格相關的其他資訊。即在一輪投標後，系統將通知每位投標者，每個類別和 PEA 持有的區塊數量與下一輪的資格。

（10） 時間鐘階段

時間鐘階段中，如果投標者總需求超過該類別可用區塊數，則此類區塊的時間鐘價格將增加。時間鐘階段回合將繼續，直到所有地理區域的所有類別的區塊中，需求的區塊數量不超過可用區塊的供應。

要求投標者在每一個時間鐘回合中保持最低限度的活動，以保持投標資格，這將有助於確保拍賣迅速進行，並促進合理的價格發現過程。在所有時間鐘回合中設置活動要求須達投標者投標資格的 90%

到 100%。此外，初始活動要求設置為 95%。未能維持必要的活動水準將導致投標者資格下降，可能會削弱或取消投標者在拍賣中提出額外出價的能力。

投標單位的初始（最大）資格使用預付金決定。PEA 中的每個頻譜塊將根據 PEA 中的加權數量分配特定的投標單位。投標者的預付金將決定投標者在拍賣開始時所需的最大區塊數。

第一回合投標後，系統將宣佈下一輪的時間鐘價格，這是投標者在第一回合回應的最高價格。對於每一輪，系統將透過上一輪已過帳價格添加固定百分比增量來設置每個 PEA 中每個類別的時間鐘價格。只要類別中的區塊的總需求超過區塊的供給，百分比增量將從上一輪添加到時間鐘價格中。如果需求在上一輪中標價格中等於供應，則下一輪的時間鐘價格將透過將百分比增量添加到回合內的標價。

初始增量為 10%，的增量範圍設置在 5-20%。在拍賣期間，根據競價活動，可以按 PEA 或類別更改增量，以確保系統能夠向投標人提供適當的價格選擇。PEA 中的給定類別，當總需求不再超過該類別中的區塊的可用供應時，該類別中所有區塊的價格將停止上升。如果沒有進一步的出價，該類別的最終時間鐘階段價格將是停止價格。

當滿足停止規則時，時間鐘階段則結束，並在指配階段分配特定頻率的執照。

（11） 指配階段

指配階段會決定於時間鐘階段通用區塊的得標者贏得哪些特定頻率的執照。競標者可以使用密封出價將價格分配給一個或多個可能的頻譜區塊。投標價格將代表競標者願意為特定頻率的執照支付的最高價格。採用的程序根據指配階段的投標金額確定每個 PEA 內每個類別中執照的最佳分配。

（12） 拍賣後程序

Auction 103 的結束公告發布後 10 個工作日內，每位得標者必須提交足夠的資金（除預付款外），使在委員會存入的總金額達到淨得標金額的 20%，此為首款（Down Payments）。且在提交首款截止日期後 10 個工作日內再提交每個中標的淨餘額（Final Payments）。

委員會規則規定，拍賣結束公告發布後 10 個工作日內，得標者必須以電子形式提交完成的拍賣後申請（Post-Auction Application）（FCC 表 601），即贏得拍賣的執照。

（二）拍賣考量

根據 FCC 公告，在 Auction 101 與 102 的兩次 5G 頻譜釋照中，拍賣 5,984 張上層微波彈性使用服務（Upper Microwave Flexible Use Service，UMFUS）執照，釋出統稱為 UMFUS 頻段（the UMFUS Bands）中的 27.5–28.35 GHz 頻段（28 GHz）及 24.25–24.45、24.75–25.25 GHz 頻段（24GHz）。該拍賣藉由釋出 24GHz 之上層頻段，促進未來 5G 無線網路、物聯網（the Internet of Things，IoT），及其他以頻譜為基礎的先進服務發展。透過 5G 頻譜釋照拍賣，確立美國在無線網路頻寬領導地位，振興經濟成長、創造就業機會、維護公共安全，及提高全球競爭能力。

2016 年 FCC 所發布的 Spectrum Frontiers Order 中，即提及毫米波（Millimeter Wave，mmWave）頻段可採申照和免照方式使用，並授權在 28GHz 頻段使用地理區域執照之固定和行動通訊營運，用以協助建立 UMFUS 釋照和營運規則，並由 FCC 決定競標規則拍賣 UMFUS。2017 年發布的 Spectrum Frontiers Order 則提到，FCC 要求

釋出含 24GHz 頻段之額外 mmWave 頻段，以增進無線網路使用彈性。而在 2018 年的 Spectrum Frontiers Order 中，FCC 表示已排除會影響 28GHz 及 24GHz 頻段的使用問題。隨後 2018 年 4 月 17 日，FCC 根據修改後的《1934 年通訊法》309 條第（j）項第（3）款，發布公告尋求對競爭性投標的評論，而後根據 Auction 101 與 Auction 102 之拍賣展開公眾諮詢，最終確立拍賣機制。

彙整美國釋照規劃與考量，可分列如下：

1. 注重公共利益，協調各業者利益共同發展，
2. 注重頻段內不同業務應用的發展。
3. 不損害且維護既有業者。
4. 具大且連續的頻寬可提供各類型大量數據、高速傳輸與創新應用。
5. 頻譜的直接可用性有助大規模 5G 系統發展。
6. 執照以地方性執照釋出。

本次美國 24GHz 與 28GHz 釋照上，亦針對小型投標業者、鄉村服務提供者提供標金優惠，另也提供投標信貸，如表 4.6.7 所示。而 Auction103 也繼續採取一致的方式提供小型投標業者標金優惠，而符合資格的鄉村服務提供者亦可申請 15%的標金折扣，上限為 1,000 萬美元[221]。

表 4.6.7　美國 UMFUS 頻段（28GHz 及 24GHz）拍賣優惠

項目	說明
小型投標業者	如果投標人的前三年平均年收入總額不超過 5,500 萬美元，則有資格獲得中標 15%的折扣。

221 FCC, 2019. Notice and Filing Requirements, Minimum Opening Bids, Upfront Payments, and Other Procedures for Auction 103. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-19-63A1.pdf

	如果投標人的前三年平均年收入總額不超過2,000萬美元，則有資格獲得中標25%的折扣。 符合條件的人可以合作競標 投標額度上限為2,500萬美元 500,000或以下人口的區域，任何得標者都不能超過1,000萬美元
鄉村服務提供者	提供商業通信服務的服務提供者， 且總公司與相關企業的無線、有線、寬頻和有線電視用戶總數不到250,000 主要服務於鄉村地區，定義為每平方英里人口密度為100人或更少人口的縣。 申請人必須揭露擁有的用戶數量 符合條件的人可以合作競標；但身分須皆符合 申請人必須列出申請人與參賽者簽訂的任何頻譜使用協議或安排，以及申請人在拍賣102中可能獲得的任何執照；且須接露可能獲得任何執照25%以上的使用者 投標額度上限為1,000萬美元 500,000或以下人口的區域，任何得標者都不能超過1,000萬美元
投標信貸	若欲使用其執照向任何電信業者為建設或提供服務覆蓋率等於或低於85%的聯邦認可部落土地（Tribal Lands） 佈署設施和提供服務的得標者有資格獲得部落土地委員會規則第1.2107和1.2110(f)節規定的投標信貸。

資料來源：FCC, 2018. Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz ; FCC, 2018. Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHz.

（三）競標區塊大小

在 FCC 規劃的 Auction 101 與 Auction 102 拍賣中，共釋出1.55GHz頻寬，並以地理區域為釋照單位進行執照拍賣。Auction 101釋出 28GHz 頻段，總頻寬為 850 MHz，包含 27.500- 27.925GHz、27.925-28.350GHz 兩區塊，單位頻寬為 425MHz；執照係以郡[222]

222 郡（county）為美國州以下的行政區劃。

（County）為單位，L1 與 L2 區塊各釋出 1,536 張執照，共計釋出 3,072 張執照（表 4.6.8）。

表 4.6.8　美國 Auction 101（28 GHz）UMFUS 頻段釋照資訊

區塊	頻率	頻寬	地理區域類型	釋照數量
L1	27.5–27.925 GHz	425 MHz	郡級（County）	1,536
L2	27.925–28.35 GHz	425 MHz	郡級（County）	1,536

資料來源：FCC, 2018. Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz ; FCC, 2018. Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHz.

Auction 102 則釋出 24GHz 頻段，總頻寬為 700MHz，包含較低頻段（Category L）24.25–24.45GHz 的兩個區塊，以及較高頻段（Category U）24.75–25.25GHz 的五個區塊，單位頻寬為 100MHz；執照則以部分經濟區域（Partial Economic Area，PEA）為單位，共含 A～G 共 7 個頻段，其中 A-F 頻段釋出 416 張執照；G 頻段釋出 413 張執照，共計釋出 2,909 張（表 4.6.9）。

表 4.6.9　美國 Auction 102（24GHz）UMFUS 頻段釋照資訊

區塊	頻率	頻寬	地理區域類型	釋照數量
A	24.25–24.35 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	416
B	24.35–24.45 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	416
C	24.75–24.85 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	416
D	24.85–24.95 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	416
E	24.95–25.05 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	416
F	25.05–25.15 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	416
G	25.15–25.25 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	413

資料來源：FCC, 2018. Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz ; FCC, 2018. Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHz.

Auction 103 釋出 37GHz、39GHz 及 47GHz 頻段，共 3400MHz 頻寬，如下表 4.6.10，皆以部分經濟區（PEA）為單位，釋照數量 37.6 – 38.6 GHz 為 4,160 張，38.6 – 40 GHz 為 5,824 張，47.2 – 48.2 GHz

為 4,160 張，共計 14,144 張執照。

表 4.6.10　美國 Auction 103（37GHz、39GHz、47GHz）頻段釋照資訊

頻率	頻寬	地理區域類型	釋照數量
Upper 37 GHz band: 37.6 – 38.6 GHz	共 2400 MHz，以 100MHz 為單位頻寬	部分經濟區域（PEA）	4,160
39 GHz band: 38.6 – 40 GHz		部分經濟區域（PEA）	5,824
47 GHz band: 47.2 – 48.2 GHz	共 1000 MHz，以 100MHz 為單位頻寬	部分經濟區域（PEA）	4,160

資料來源：FCC, 2019. Auction 103: Spectrum Frontiers – Upper 37 GHz, 39 GHz, and 47 GHz. Fact Sheet

於時間鐘階段分為兩大類別，第一類為 M/N 頻段（Category M/N），將 37.6-40GHz 頻段分為 24 個區塊（2,400MHz 連續頻譜），由 37GHz 頻段（Category M）10 區塊與 39GHz 頻段（Category N）14 個區塊組成；第二類為 P 頻段（Category P），將 47.2-48.2GHz 頻段分為 10 個區塊（分開的 1,000MHz 連續頻譜）。執照以部分經濟區域（Partial Economic Area，PEA）為單位[223]（參照表 4.6.11）。

表 4.6.11　美國 Auction 103（37、39 與 47GHz）

UMFUS 頻段釋照資訊

區塊	頻率	頻寬	地理區域類型	釋照數量
M/N	37.6-40 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	24
P	47.2-48.2 GHz	100 MHz	部分經濟區域（PEA）	10

資料來源：彙整自 FCC, 2019. Number of Generic License Blocks Available in Incentive Auction of Upper Microwave Flexible Use Service Licenses in the Upper 37 GHz, 39 GHz, And 47 GHz Bands (Auction 103).

223 FCC, 2019. Number of Generic License Blocks Available in Incentive Auction of Upper Microwave Flexible Use Service Licenses in the Upper 37 GHz, 39 GHz, And 47 GHz Bands (Auction 103). https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-792A1.pdf

（四）單一業者取得頻率上限

本次 FCC 的 Auction 101（28GHz）與 Auction 102（24GHz）拍賣中，係以地理區域為釋照單位進行執照拍賣，非以全國性執照的方式拍賣，28GHz 以郡[224]（County）為單位，共計釋出 3,072 張執照；24GHz 以部分經濟區域（Partial Economic Area，PEA）為單位，共計釋出 2,909 張。每區塊頻寬部分，28GHz 以 425MHz 為單位，共兩個區塊；24GHz 則以 100MHz 為單位，共七個區塊。而因本次係採地理區域執照釋出，在頻寬或執照數量上，FCC 皆未設定投標者取得上限。

（五）業者得標義務

針對本次 Auction 101（28GHz）與 Auction 102（24GHz）拍賣得標者，FCC 並無規定業者得標義務，但若業者希望於初始執照期限 10 年到期後，繼續使用執照，則須滿足 FCC 規定，已取得執照重新核配，初始核照（Initial Issuance）或申請換照（Renewal）效期皆為 10 年。而依據 FCC 釋照規定，28 GHz 與 24GHz 執照重新核配條件相同，分列如下：

被許可者，不論行動通訊或點對點服務（Point-to-Point Service），須證明能為服務區內至少 40%的訊號覆蓋率，且在該區域已有內部或用戶服務提供。

若執照為使用點對點服務若許可區域人口數等於或小於 268,000 人，須證明具有四個運行中之點對點連接（Point-to-Point Links）供內部或用戶使用；若許可區域超過 268,000 人，則必須至少有一個運行

224 郡（county）為美國州以下的行政區劃。

中之連接，且提供 67,000 用戶服務。為符合點對點擴建標準，每個點對點連接之發射功率須大於 +43dBm。

若為被許可者同時具有固定衛星服務（Fixed-Satellite Service）執照，且使用 UMFUS，則須提出此頻段下的地面通訊站（Earth Station）的使用證明。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

使用期限方面，本次 Auction 101（28GHz）與 Auction 102（24GHz）執照期限皆為 10 年，FCC 將依據執照持有者頻譜使用情形，決定是否重新核發執照與持有者繼續使用，重新核發執照之條件，如前節所述。

（二）頻率使用相關規定

在 UMFUS 的頻譜應用範圍上，28GHz 可應用於非聯邦業務的固定通訊、行動通訊、固定衛星通訊使用；24GHz 則可用於非聯邦業務的固定通訊、行動通訊、固定衛星通訊、衛星間/衛星（地對空）無線電定位與衛星間/衛星（地對空）無線電導航，以及聯邦業務的衛星間/衛星（地對空）無線電定位、衛星間/衛星（地對空）無線電導航使用（表 4.6.12）。

表 4.6.12　美國 UMFUS（24GHz 與 28GHz）頻段應用範圍

28 GHz	24 GHz
非聯邦業務使用 1. 固定通訊 2. 行動通訊 3. 固定衛星通訊	非聯邦業務使用 1. 固定通訊 2. 行動通訊 3. 固定衛星通訊 4. 衛星間/衛星（地對空）無線電定位 5. 衛星間/衛星（地對空）無線電導航 聯邦業務使用 1. 衛星間/衛星（地對空）無線電定位 2. 衛星間/衛星（地對空）無線電導航

資料來源：本研究彙整自 FCC, 2018. Auction 101: Spectrum Frontiers – 28 GHz ; FCC, 2018. Auction 102: Spectrum Frontiers – 24 GHz.

由於 UMFUS 的頻譜應用範圍除了固定通訊與行動通訊外，亦包含衛星通訊之應用，因此在頻譜釋出上，亦根據不同頻段有所規定，分述如下。

1.　28 GHz （Auction 101）

固定衛星服務（Fixed-Satellite Service）可作為無線通訊業務的次級服務，可在不干擾的情況以先到先得的方式取得執照。技術規定包含：

在每個州（區域範圍）內，部屬的衛星地球站量不可超過 3 個。區域範圍中衛星地球站在地面以上 10 公尺處產生的功率流密度（Power Flux Density，PFD）不可超過−77.6 dBm/m 2/MHz 。

- 地球站的干擾區域不得超過規定範圍。
- 人數多於 450,000 人，最大範圍不可超過區域人口 0.1%。
- 人數介於 6,000 人到 450,000 人，最大範圍限制為 450 人。
- 人數少於 6,000 人，最大範圍不可超過區域人口 7.5%。
- 干擾區域不得影響公共設施，如州際公路、高速公路、主要

幹道等。

- 於 UMFUS 執照持有者的區域內，衛星執照申請必須先進行協調。

另原 28 GHz 既有頻段業者為地方多點分配業務（Local Multipoint Distribution Service，LMDS）。在該段頻譜規劃上，FCC 對既有 LMDS 業者，直接核發新機制的行動業務執照。

2. 24 GHz （Auction 102）

在 UMFUS 頻段中，允許有限數量的固定衛星服務（Fixed-Satellite Service，FSS）地面站在 24.75-25.25GHz 頻段運作，並提供 24.75-25.25GHz 頻段內 UMFUS、FSS 地面站以及廣播衛星服務（Broadcasting Satellite Service，BSS）供給線路（Feeder Links）地面站使用之共用機制。24.75-25.25GHz 頻段僅適用於具獨立執照（Individually-Licensed）的 FSS 地球站，且這些地球站必須滿足與 UMFUS 共用的特定要求，技術規定包含：

在每個 PEA 內，部屬的衛星地球站量不可超過 14 個。區域範圍中衛星地球站在地面以上 10 公尺處產生的功率流密度（Power Flux Density, PFD）不可超過−77.6 dBm/m 2/MHz 。

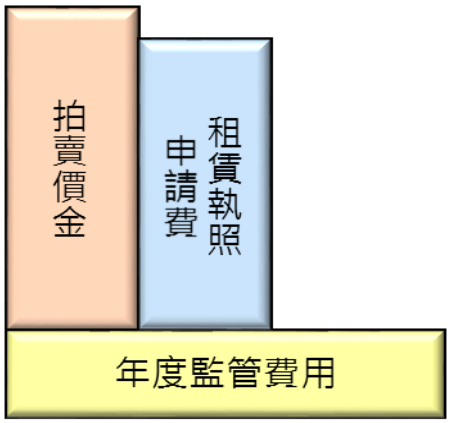
- 地球站的干擾區域不得超過規定範圍。
- 人數多於 2,250,000 人，最大範圍不可超過 PEA 人口 0.1%。
- 人數介於 60,000 人到 2,250,000 人，最大範圍限制為 2,250 人。
- 人數少於 60,000 人，最大範圍不可超過 PEA 人口 3.75%。
- 干擾區域不得影響公共設施，如州際公路、高速公路、主要幹道等。
- 於 UMFUS 執照持有者的區域內，衛星執照申請必須先進行

協調。

四、 其他規定

（一）使用費相關規定

美國的頻譜相關費用，除了標金之外，使用費包含於年度監管費用進行收取，另亦有頻譜租賃執照的申請費用，如圖 4.6.1 所示。年度監管費用係為回收其執法、制定政策和規章、管理用戶資訊、從事國際活動的相關監管成本；租賃執照申請手續費則為回收成本 FCC 處理申請流程的成本。



資料來源：本研究繪製。

圖 4.6.1 美國頻譜使用相關費用

（二）相關費用計算方式

在使用費的計算方式上，年度監管費用方面，為回收監管成本，年度監管費用總額會由國會提出，而各費用類別的分配是依據 FCC 對每個監管類別中的全職員工（FTE）比例計算。以 2018 年為例，2018 年度的監管費用總額（包含所有服務）為 322,035,000 美元。

租賃執照申請手續費方面，每個偶數年份，FCC 會重新檢視租賃執照申請手續費，並依據物價指數的百分比變化調整，調整單位以 5 元作為增減單位。但若有以下情況，FCC 不得調整申請手續費：

- 若目前申請手續費小於 200 美元時，且欲調整的幅度小於 10 美元時。
- 若目前申請手續費大於 200 美元時，且欲調整的幅度小於 5 美元時。

除了上述調整外，若 FCC 確定費用須調整時，可依法進行修改。

（三）相關費用優惠措施

而 FCC 亦對針對年度監管費用與租賃執照申請手續費之部分資格給予費用優惠。

年度監管費用[225]方面，

（A） 業餘無線電業務的執照申請人、執照持有人免於監管費用。

（B） 獲得政府部門許可的執照申請人、執照持有人免於監管費用。

（C） 非營利實體的執照申請人、執照持有人免於監管費用。

（D） 所有特殊緊急和公共安全無線電服務的執照申請人、執照持有人免於監管費用。

（E） 非商業教育（Noncommercial Educational，NCE）廣播電台的執照申請人、執照持有人免於監管費用。

（F） 若符合上述（E）項資格的執照申請人、執照持有人旗下任何其他大眾媒體無線電服務、公共營運商無線電服務等需要支付監管費用的服務在 NCE 基礎上與其 NCE 廣播

225 https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/1.1162

電台一起使用，其免於監管費用。

（G） 其他未獲得（E）項資格，但仍提供相同服務的執照申請人、執照持有人依據規定有免於繳納監管費用的可能性。

（H） 提供教育寬頻服務（Educational Broadband Service，EBS）的執照申請人、執照持有人免於監管費用。

（I） 正在申請修改目前授權或授權申請待批准的無線廣播服務（Wireless Radio Service）申請人，但若申請人同時要求更新或恢復執照或其他須提交監管費用的項目，此類要求的相關監管費用必須隨申請一併提供。

租賃執照申請手續費[226]方面

（A） 為符合 FCC 規則或其他聯邦機構規則的新要求或附加要求，正在申請修改目前授權或授權申請待批准的申請者不須繳納申請手續費。但若申請人同時要求更新或恢復執照或其他須提交申請手續費的項目，此類要求的相關申請手續費必須隨申請一併提供。

（B） 政府部分及非營利實體的特殊緊急和公共安全無線電服務申請者不須繳納申請手續費。

（C） 非商業教育（Noncommercial Educational，NCE）廣播電台的執照申請人、執照持有人不須繳納申請手續費。

（D） 若符合上述（C）項資格的執照申請人、執照持有人旗下任何其他大眾媒體無線電服務、公共營運商無線電服務等需要支付監管費用的服務在 NCE 基礎上與其 NCE 廣播電台一起使用，其免於繳納申請手續費。

226 https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/1.1116

（E） 其他未獲得(C)項資格,但仍提供相同服務的執照申請人、執照持有人依據規定有免於繳納申請手續費的可能性。

（F） 獲得政府部門許可的執照申請人、執照持有人免於繳納申請手續費。

（G） 申請限制無線電通訊營運商執照（Restricted Radiotelephone Operator Permits）的申請者，且其打算將執照結合（C）、（D）、（E）項資格使用，其免於繳納申請手續費。

五、 釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

FCC 於 2019 年 5 月 28 日完成 5G 第一波 mmWave 頻譜拍賣，並於 6 月 5 日公佈 28GHz（Auction 101）及 24GHz（Auction 102）拍賣得標名單。

Auction 101 於 2019 年 1 月 24 日結束，總標金為 7.026 億美元，28GHz 原規劃 3,072 張執照，最終結果釋出 2,965 張，其中 Verizon 以 5.057 億美元標得 1,066 張執照，為該次拍賣獲得最多頻譜的得標者，其次為 US Cellular 以 1.294 億美元標得 408 張執照，T-Mobile US 則以 3,930 萬美元標得 865 張執照。

相較 Auction 101，於 5 月 28 日結束的 Auction 102 總標金達 20 億美元，24GHz 原規劃 2,909 張執照，最終結果釋出 2,904 張，其中 AT&T 以 9.8 億美元標得 831 張執照，其次依序為 T-Mobile US 以 8.032 億美元獲得 1,346 張、US Cellular 以 1.26 億美元獲得 282 張，以及固定寬頻無線接取（Fix Broadband Wireless Access，FBWA）營運商 Starry Spectrum Holdings 以 4,850 萬美元獲得 104 張執照。

（二）市場變化

以競標與得標者觀察，競標者除了 AT&T、Verizon Wireless、Cox Communications、T-Mobile、U.S. Cellular 與 Windstream 等大型行動通訊或固定通訊服務業者外，亦包含許多小型或地方性服務提供者，但仍為經營通訊服務之業者，而非如德國、日本、香港、英國目前規劃或將進行釋照的更小使用範圍（申請資格如土地或房舍的財產所有權人或財產使用所有權人、50 平方公尺裡內等），供公部門、校園、企業、組織申請使用的區域性頻譜執照。釋由此可見，主要取得高頻段頻譜者仍以 AT&T、Verizon、T-Mobile 等大型全國性行動通訊業者為主，在其他區域，也有不論是因小型或地方性業者優勢或大型業者考量建設較不經濟等因素，而於最終競標結果取得高頻段地方性執照之業者。

不論是上述何種執照持有者，或其所採技術、服務為何，皆有通訊服務業者在不干擾衛星通訊服務、符合 FCC 規定之固網與行網服務等前提下，於美國各地展開 5G 通訊基礎建設，並於未來提供 5G 服務，以下將就 AT&T、Verizon、T-Mobile 與 Sprint 等業者進行合併研析。

1. AT&T

AT&T 作為美國首間無線網路先行者，於 2018 年起便致力投入 5G 行動通訊服務市場。今年在 MWC 中宣佈與微軟的雲端運算服務 Azure 建立合作關係來達到真正的 5G 網際網路。目前 AT&T 的「5G+」（5G over Millimeter Wave）網路服務遍及 20 個大城市，含亞特蘭大、拉斯維加斯和洛杉磯等地，並計劃在未來幾個月內擴展到至少 30 個。與 5G +配合使用的毫米波（Millimeter Wave，mmWave）頻譜可實現

高速傳輸（Ultra-High Speeds）和服務容量（Capacity），因此非常適合在標誌性和高流量區域提供覆蓋[227]。而目前可使用 AT&T 的 5G 服務的終端只有 Netgear 的 Nighthawk 5G 行動熱點[228]。

Auction 102 後，AT&T 取得的執照營業範圍可涵蓋全美 98%，並取得 383 個部分經濟區（PEAs）的全國平均頻率 254 MHz 的 24 GHz 頻譜，所有獲得的執照都在 24 GHz 頻段較有價值的上層 500 MHz 頻寬中，AT&T 計劃到年底前到達 29 個城市部分地區的網路佈建。AT&T 目前擁有超過 630 MHz 的全國 mmWave 頻譜，也進一步提升其在 5G 領域的地位[229]。

AT&T 計劃於 2019 年提供至少三個 5G 行動設備，除今年春季支援的 Samsung Galaxy S10 5G 智慧型手機外，下半年將提供支援另一款 Samsung 5G 智慧型手機，使用戶能在速度和覆蓋範圍方面充分利用 5G 領先優勢，並同時使用 mmWave 和 sub-6 GHz 頻譜。

AT&T 也與三星合作，在 Samsung Austin Semiconductor 與 Samsung Electronics America 建立 5G 創新園區（5G Innovation Zone）[230]，展示 5G 對智慧型製造業帶來的影響，並提供參觀者體驗如醫療與環境感測、自動化原料搬運、工業物聯網、機器人、AR 虛擬實境員工訓練等。園區從數千臺機器中收集數據，並應用 5G 以增強數據收集的規模和數量，提高近乎即時（Real Time）處理數據的能力，及增加頻寬與減少延遲以改善生產現場效率和性能。

227 AT&T. 2019. AT&T takes next step towards introducing 5G over Sub-6GHz spectrum.https://about.att.com/innovationblog/2019/07/first_sub6_data_transfer.html
228 Forbes. 2019. MWC 2019: AT&T, Sprint, T-Mobile And Verizon Update 5G Plans .https://www.forbes.com/sites/jeanbaptiste/2019/03/10/mwc-2019-att-sprint-t-mobile-and-verizon-update-5g-plans/#2502072e5dd3
229 AT&T. 2019. AT&T Enhances Spectrum Position Following FCC Auction 102 .https://about.att.com/story/2019/att_enhances_spectrum_position.html
230 AT&T. 2019. AT&T and Samsung Bring 5G to Life for the Manufacturing Industry.https://about.att.com/innovationblog/2019/06/5g_innovation_zone.html

除行動服務外，AT&T 也瞄準媒體產業，2019 年 3 月於聯邦法庭中勝訴，獲准以 850 億美元併購 Time Warner[231]。未來將重點投資劇集頻道，並重組 WarnerMedia 業務，以加入數位串流影音戰場，與 Netflix 和 Disney 等新興媒體一較高下。

而被 PCMag[232]及 Ookla[233]選為美國最快速及穩定的無線網路，也為 AT&T 網路表現給予品質保證，對他們的 5G 發展計畫具有重大意義。報告顯示，與其他任何營運商相比，AT&T 在更多城市和更多地區表現更好，也為農村地區帶來最佳體驗。

在首次進行 Sub-6 GHz 頻譜數據傳輸後，AT&T 準備將 5G 引入 sub-6 GHz 頻段，並計劃於 2020 年上半年向全國範圍內提供 5G 頻段服務。也將繼續按計劃提供第一款能夠透過低頻段連結 5G 的智慧型手機。

AT&T 也估計影音體驗將構成未來超過 75%的網路流量，如超高畫質 4K 影音（Ultra High Definition，UHD）、無人駕駛載具、無人駕駛飛機、手機遊戲等。而行動網路服務須提供複雜且廣泛的網路管理功能，以實現品質、表現、頻寬、延遲和覆蓋率等需求[234]。

2. Verizon

2018 年 10 月，Verizon 推出了「5G Home」方案，宣稱是第一款商用 5G 服務，成為第一個展開 5G 服務的電信商。但所提供的 5G 家用高速寬頻服務（Home High-Speed Broadband Internet Service）為以

231 Reuters, 2019. AT&T Restructures WarnerMedia to Gird for Netflix Fight: Memo https://www.reuters.com/article/us-at-t-warnermedia/att-restructures-warnermedia-to-gird-for-netflix-fight-memo-idUSKCN1QL1EJ

232 AT&T. 2019. AT&T Named the Nation's Fastest and Most Reliable Wireless Network by PCMag.https://about.att.com/innovationblog/2019/06/att_fastest_network.html

233 AT&T. 2019. AT&T Receives "Fastest Wireless Network in the Nation" Recognition for Second Time in a Row. https://about.att.com/inside_connections_blog/2019/07/fastest_network_recognition_second_quarter.html

234 AT&T. 2019. The Next Wave. https://about.att.com/pages/5G

固定無線接入（Fixed Wireless Access，FWA）的固網服務，因此並非與真正的 5G 行動服務一樣相容於智慧型手機和熱點，其 5G 固網已可用在休士頓、洛杉磯、沙加緬度和印第安納波利斯。而 5G 行動服務方面，Verizon 宣佈 2018 年 4 月於芝加哥與明尼亞波利斯（Minneapolis）範圍提供服務，並支援 moto z3 和 5G moto mod 等 5G 智慧型手機。

Verizon 的 5G 固網依照 5G 技術論壇（Verizon 5G Technology Forum, V5TF）的 5G 規格發展，而 5G 行動技術則將會遵循 3GPP 的規格。而 Verizon 的 5G 吃到飽服務價格將比目前 4G 吃到飽方案多 10 美元[235]。

FCC 於 2019 年 5 月 28 日完成 5G 第一波 mmWave 頻譜拍賣，並於 6 月 5 日公佈 28GHz（Auction 101）及 24GHz（Auction 102）拍賣得標名單，Verizon 以 5.057 億美元標得 1,066 張執照，為該次拍賣獲得最多頻譜的得標者[236]。

Verizon 的 5G 網路獨立場域測試顯示，薩克拉門托市（Sacramento）約有 10%的 5G 家庭覆蓋率。但其所使用 FWA 服務技術是預先標準版本，可能於 3GPP 標準設備可用時被替換。Verizon 的網路基於 28 GHz 頻譜，該頻段適合高速網路下載，但不適用於大範圍覆蓋率。Verizon 聲稱距離發射站和潛在客戶的位置約 300 米，但現場測試顯示其結果約僅一半[237]。

235 Mobile World Live, 2019. Verizon names first cities to get mobile 5G. https://www.mobileworldlive.com/featured-content/top-three/verizon-names-first-cities-to-get-mobile-5g/?ID=00Qw0000015wHH1EAM&JobID=194538&HE=4599ea4cd51447eea4786e58092c00ed833b30b0e204fb67a7a7b8151f743af7&utm_source=sfmc&utm_medium=email&utm_campaign=MWL_20190313&utm_content=https%3a%2f%2fwww.mobileworldlive.com%2ffeatured-content%2ftop-three%2fverizon-names-first-cities-to-get-mobile-5g%2f

236 TeleGeography, 2019. FCC announces winners of 24GHz, 28GHz mmWave auctions. https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2019/06/04/fcc-announces-winners-of-24ghz-28ghz-mmwave-auctions/

237 European Parliament, 2019. 5G Deployment. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf

但其他方面，Verizon 於 2018 年測試雙向數據傳輸及多重載波聚合（Carrier Aggregation，CA)，在戶外得到極佳成果；與 Nokia 成功利用 28GHz 頻段轉移 5G NR 信號至電動車；並利用 Nokia 5G 原型核心網路、無線電設備完成對華盛頓測試車的 5G 傳輸測試，及在華盛頓特區和明尼亞波利斯（Minneapolis）的商業試驗中 5G NR 網路下運用原型用戶設備傳輸[238]。

Verizon 的 5G 超寬頻（Ultra Wideband）服務239的頻寬和速度優勢已在密集的城市地區推出，可體驗 Verizon 5G 超寬頻服務的領域包括芝加哥千禧公園、華盛頓特區國家廣場等公共區域，並預計 2019 年推行至 30 個城市，如亞特蘭大、波士頓、夏洛特等。

Verizon 也推出第五款商用 5G 設備 Inseego MiFi M1000，該設備支援有力的新型公共安全應用，如物體識別、地理空間視覺化、即時遠程醫療服務提供、機器人、雲端人工智慧即時互動等。

3. T-Mobile

T-Mobile 提供的 5G 服務為 600MHz 頻段，但因為缺乏可使用 600MHz 頻譜的智慧型手機，因此 T-Mobile 證實商用 5G 服務將延遲至 2019 下半年。但 T-Mobile 承諾旗下 5G 服務將會是無流量限制且將不超過現有 4G LTE 服務的價格（$70/月）[240]。

T-Mobile 首階段推出 600 MHz 頻段載波，第二階段將由 28 GHz 和 39 GHz 頻段接力，以期盡早展示高速網路覆蓋率，並在美國市場佔據優勢。T-Mobile 在 2019 年 1 月 Consumer Electronics Show 中，

238 Verzion. 2019. Verizon customers get more plans to fit everyone in the family with more ways to save. https://www.verizon.com/about/news/verizon-customers-get-more-plans
239 Verzion. 2019. Verizon customers in four more U.S. cities experience 5G Ultra Wideband service. https://www.verizon.com/about/news/four-more-us-cities-experience-5g-ultra-wideband-service
240 Forbes. 2019. MWC 2019: AT&T, Sprint, T-Mobile And Verizon Update 5G Plans .https://www.forbes.com/sites/jeanbaptiste/2019/03/10/mwc-2019-att-sprint-t-mobile-and-verizon-update-5g-plans/#2502072e5dd3

與 Intel 與 Ericsson 進行部門合作，整合實時商業（LTE）網路。T-Mobile 也證實目前可經由 600 MHz、28 GHz 與 39 GHz 進行三頻視訊通話。T-Mobile 將對 600 MHz 佈建投資 61 億美元，也宣佈 2020 年將推行 5G 的目標城市：達拉斯、拉斯維加斯、洛杉磯及紐約等四座城市。

T-Mobile 在位於華盛頓的實驗室裡使用 Qualcomm Snapdragon X55 5G 數據機和商用 5G Ericsson 無線電系統，完成首次 600MHz 的 5G 數據對話測試。T-Mobile 的首席技術官 Neville Ray 表示，這款數據機將會為利用 600MHz 低頻頻譜的設備提供支援，未來將利用作為 5G 全國覆蓋[241]。

T-Mobile 與 Sprint 於 2018 年 4 月達成併購協議，合併後 T-Mobile 將擁有關鍵的中頻頻譜和發展所需資源以增強行動通訊網路，為美國帶來廣泛且深入的 5G 轉型，T-Mobile 也表示不會因合併而提高服務價格。協議中，司法部要求 T-Mobile 與 Sprint 必須分割（Divestiture）資產予 Dish Network 作為條件，並提供至少 20,000 個基地臺租約及數百個零售位址予 Dish Network，還可選擇 T-Mobile 部分五年內退役基地臺和零售場所的租約，但受轉讓限制。T-Mobile 必須授予 Dish 網路七年的訪問權限，使後者建立自己的 5G 網路。T-Mobile 和 Dish 也須在智慧型手機上支援 eSIM 技術[242]。

241 TeleGeography, 2019. T-Mobile tests 600MHz 5G with Ericsson, Qualcomm. https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2019/07/12/t-mobile-tests-600mhz-5g-with-ericsson-qualcomm/

242 MOBILE WORLD LIVE. 2019. Sprint, T-Mobile merger wins DoJ approval. https://www.mobileworldlive.com/featured-content/home-banner/sprint-t-mobile-merger-wins-doj-approval/?ID=a6g1r000000y1bCAAQ&JobID=263013&HE=4599ea4cd51447eea4786e58092c00ed833b30b0e204fb67a7a7b8151f743af7&utm_source=sfmc&utm_medium=email&utm_campaign=MWL_20190729&utm_content=https%3a%2f%2fwww.mobileworldlive.com%2ffeatured-content%2fhome-banner%2fsprint-t-mobile-merger-wins-doj-approval%2f

而 T-Mobile 也將成為第一家提供覆蓋率地圖（Coverage Map）的業者，用戶可從地圖中瞭解城市提供 5G 網路所在服務狀情形。此外，相較其他業者投注心力在建築物的高頻網路上，T-Mobile 注重推廣農村客戶，運用 sub-600MHz 頻段覆蓋更多的基礎設施，並宣稱其網路將覆蓋全國約 6,200 萬農村居民的 95%以上[243]。

4. Sprint

Sprint 在 MWC 於 2019 年 5 月在芝加哥、亞特蘭大和達拉斯等地展開提供 5G 商用服務，另規劃 2019 年將擴及休士頓、洛杉磯和紐約市等地。同時也宣佈可使用 Sprint 5G 服務的終端如 LG V50 ThinQ 5G 智慧型手機和 HTC 5G 分享器等。

Sprint 是擁有美國最多 2.5GHz 頻譜的租用實體行動網路運營商，透過大規模多輸入多輸出（Multi-Input Multi-Output，MIMO）技術，在市中心重新使用 LTE 與 5G，能影響大型基地臺（Macrocell）及行動通信基地塔（Cell Tower）。Sprint 也在 2.5 GHz 範圍內測試 5G，如 2018 年亞特蘭大超級盃的人口稠密環境下測試，也為飛行員智慧型手機提供軟體升級。

2019 年 7 月，T-Mobile 和 Sprint 合併為 New T-Mobile，預計將在第三季度獲得最終的聯邦機關批准，合併將在 2019 年下半年完成。同時將 Sprint 的預付費業務，包括 Boost Mobile、Virgin Mobile 等，及 Sprint 的 800 MHz 頻譜許可證分割給 Dish Network。分割交易完成後，Sprint 將為 Dish Network 無線網路用戶提供七年的 New T-Mobile 網路訪問權限，及長達三年的過渡期服務[244]。

243 TechRadar. 2019. T-Mobile 5G: phones, coverage map and cities rollout. https://www.techradar.com/news/t-mobile-5g-phones.

244 Sprint. 2019. T-Mobile and Sprint Receive Clearance from Department of Justice for Merger to Create the New T-Mobile. https://newsroom.sprint.com/t-mobile-and-sprint-receive-clearance-from-department-justice-for-merger-to-create-new-t-mobile.htm

Dish Network 已同意收購 Sprint 全國範圍內的 800 MHz 頻譜組合，總交易價值約 36 億美元。這將允許 New T-Mobile 在整合期繼續為 Sprint 原有客戶提供服務，並等待 FCC 批准許可證。而兩間公司也簽訂協議，Sprint 可在頻譜銷售結束後將部分頻譜出售給 Dish Network 兩年。

合併協議後，Boost Mobile、Virgin Mobile 與 Sprint 品牌的預付費用戶以及新的 Dish Network 無線網路客戶，將分階段由 Sprint 網路連接至 New T-Mobile 網路，並由虛擬行動網路營運商（Mobile Virtual Network Operator，MVNO）安排，以及透過基礎設施的 MNO 部分區域漫遊，直到 Dish Network 的 5G 網路建立完成。

Sprint 本季度佈署巨量天線（Massive MIMO）無線電數量與前期相比幾近兩倍，目前已佈署約 3,000 臺。Massive MIMO 是一項突破性技術，可提高網路容量，是建立 Sprint True Mobile 5G 網路的基礎。使用 64T64R (64 Transmitters 64 Receivers)大規模 MIMO 無線電，支援分離模式（Split-Mode）功能，使 Sprint 能夠同時提供 LTE 和 5G New Radio（5G NR）服務[245]。

5. Dish Network

隨著 T-Mobile 和 Sprint 合併為 New T-Mobile，美國無線網路市場的新進業者 Dish Network（原為衛星電視供應商）與 FCC 於 2019 年 7 月達成協議，承諾建立一個包括 15,000 個基地臺的 5G 網路，並於 2023 年 6 月達到 70%的美國人口覆蓋率。

Dish Network 最近同意收購 Sprint 的全國性 800MHz 頻譜組合、預付行動業務，以及 Boost Mobile 和 Virgin Mobile 的資產。同時 Dish

245 Sprint. 2019. Sprint Reports Fiscal Year 2019 First Quarter Results. https://newsroom.sprint.com/sprint-reports-fiscal-year-2019-first-quarter-results.htm

Network 要求監管機構延長先進無線服務（Advanced Wireless Service, AWS）的 700MHz E 區塊（E-block）和 AWS H-block 之執照使用期限及其相關施工期限，以滿足 Dish Network 自身推出的 5G 網路服務上線時間。

此外根據協議 Dish Network 將獲得 T-Mobile LTE 核心網路（LTE Core）使用權限長達 7 年，允許先提供用戶服務直到成為完全獨立的無線網路運營商。另 Dish Network 亦承諾將在 2022 年 6 月 14 日之前佈署 20％人口覆蓋率的核心網路和基礎設施。

Dish Network 指出：「Dish Network 長期作為市場顛覆者和低成本供應商，特別是對於美國鄉村地區的客戶而言。在 90 年代，Dish Network 即透過提供顛覆性定價以及創新的消費者技術與有線電視提供商（Cable Providers）展開競爭，並快速取得市場地位。如今，Dish Network 計劃作為一個新的全國性設置傳輸機線設備（Facilities-Based）提供商進入無線網路市場，將佈署美國首個從頭開始構建的 5G 網路，以此架構充分發揮 5G 功能」。

第七節、 日本

一、 釋照期程規劃

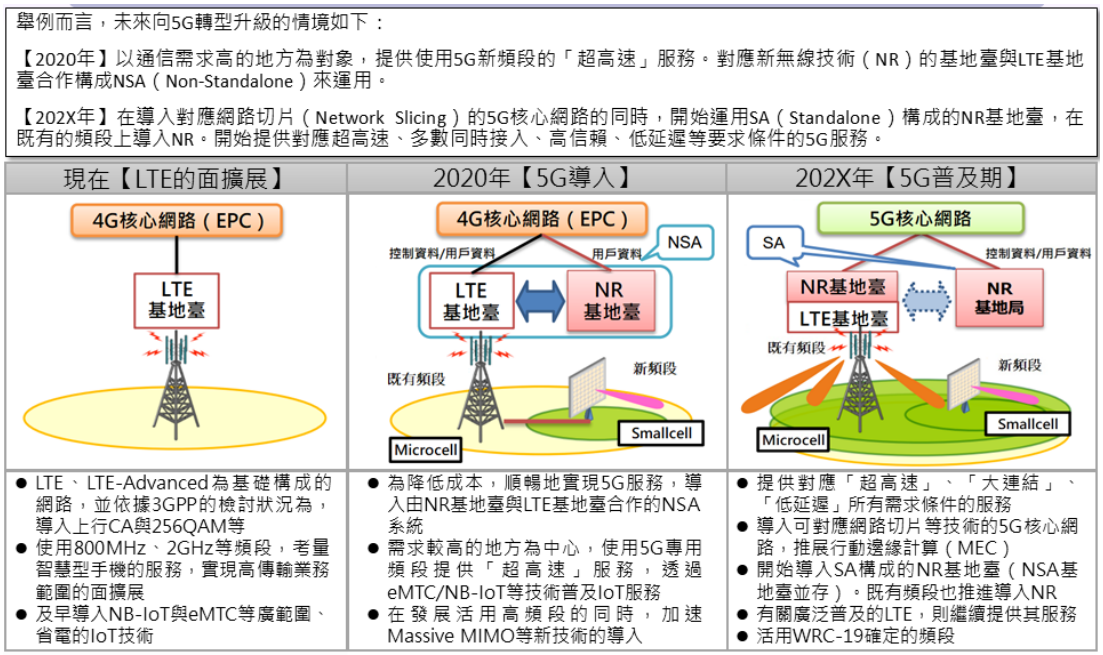
（一）5G 頻率規劃

根據總務省新世代通信系統委員會 2018 年 7 月公佈的資料，日本 5G 頻譜規劃如表 4.7.1 所示，可分為 6GHz 以下的 3.6-4.2GHz、4.4-4.9GHz，及 6GHz 以上的 27.5-29.5GHz；而總務省亦同時研議檢討於既有的 LTE 頻段，也正在檢討導入 5G 服務使用，如圖 4.7.1。

表 4.7.1 日本 5G 頻段規劃

6GHz以下	6GHz以上
● 3.6-4.2GHz、4.4-4.9GHz =>檢討與既有無線電臺的共用 ※3.4-3.6GHz已指配完畢	● 27.5-29.5GHz =>檢討與既有無線電臺的共用 ● WRC-19候補頻段 =>特別積極檢討43.5GHz以下的頻段，其中，有關27.0-27.5GHz，檢討與既有無線電臺的共用 ※目前LTE等使用的頻譜也正在檢討5G的導入

資料來源：総務省，2018。情報通信審議会 情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会報告概要（案）。http://www.soumu.go.jp/main_content/000565878.pdf



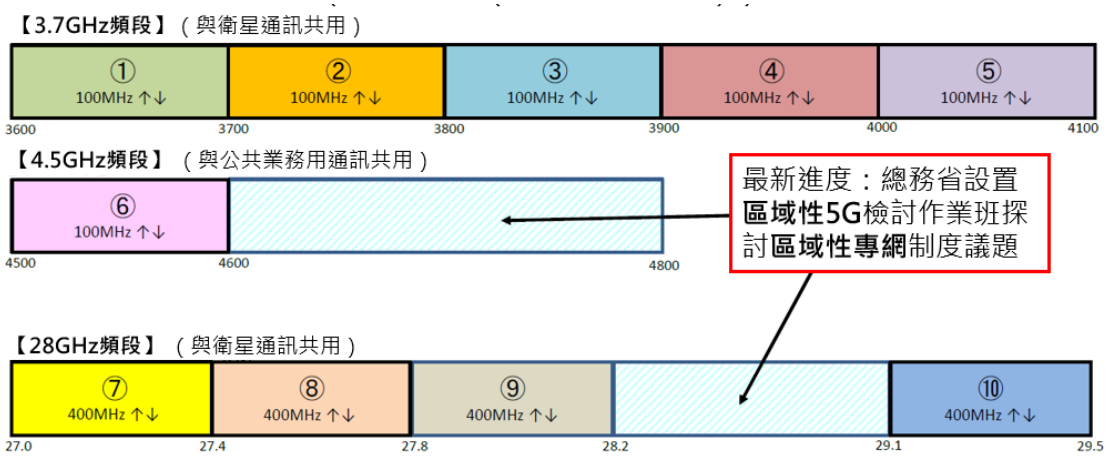
資料來源：總務省，2018。情報通信審議会 情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会報告概要（案）。http://www.soumu.go.jp/main_content/000565878.pdf

圖 4.7.1　日本 4G 轉型升級 5G 情境圖

此外，為因應新的 5G 頻譜利用需求，總務省也正積極檢討 2019 年 WRC19 的 5G 候補頻段。針對未來可能指配的 5G 候補頻段 5.77-5.925GHz、24.05-24.75GHz、25.25-29.5GHz、36-39.5GHz、41-42GHz 等，進行臨時頻譜利用狀況調查[246]。

總務省規劃釋出的全國性 5G 頻段，包括將 3.7GHz 頻段的 500MHz 規劃為 5 個 100MHz 區塊；於 4.5GHz 頻段的 100MHz 規劃 1 個區塊；以及於 28GHz 頻段的 1,600MHz 規劃 4 個 400MHz 區塊。為提供貼近地方需求且可以自在利用的 5G 環境，總務省也擬訂新的區域性 5G 頻譜指配製度，預計釋出 4.6-4.8GHz 及 28.2-29.1GHz 頻段，作為區域性專網（自営網）等使用，如圖 4.7.2。

246 総務省，2019。第 5 世代移動通信システム（5G）等の新たな電波利用ニーズに対応するための臨時の電波の利用状況調査に関する告示案の意見募集。
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000287.html



資料來源：総務省，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案について。http://www.soumu.go.jp/main_content/000582765.pdf
總務省，2018。ローカル５G 検討作業班の主な検討内容。
http://www.soumu.go.jp/main_content/000589526.pdf

圖 4.7.2　日本 5G 頻段規劃

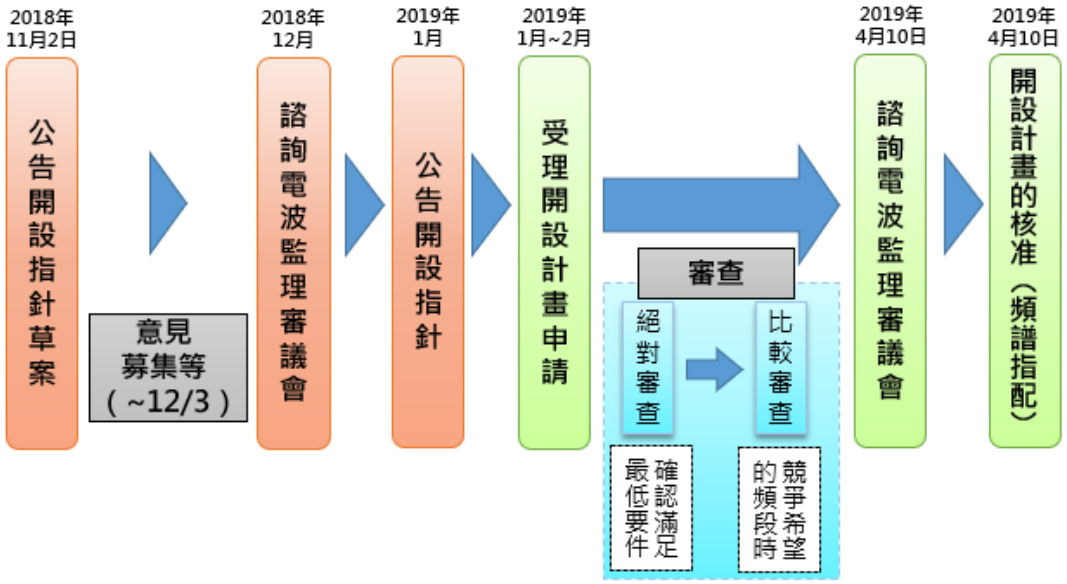
（二）釋出期程

日本 5G 頻譜釋照分為全國性 5G 執照與區域性 5G 執照，其中全國性 5G 頻譜於 2019 年 4 月完成指配，區域性 5G 頻譜的指配對象、方式與規則等則尚在研議階段。

1.　全國性 5G 頻譜

日本全國性 5G 頻譜的釋出期程規劃如圖 4.7.3，2018 年 11 月 2 日，總務省公告 5G 特定基地臺開設指導方針草案，經過公開意見募集、諮詢電波監理審議委員會後[247]，於 2019 年 1 月 24 日至 2 月 25 日開始受理全國電信業者申請 5G 特定基地臺的開設計畫[248]。

247 総務省，2019。第５世代移動通信システムの導入のための周波数の割当てに関する意見募集の結果及び電波監理審議会からの答申。
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000367.html
248 総務省，2019。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画に係る認定申請の受付開始。http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000372.html



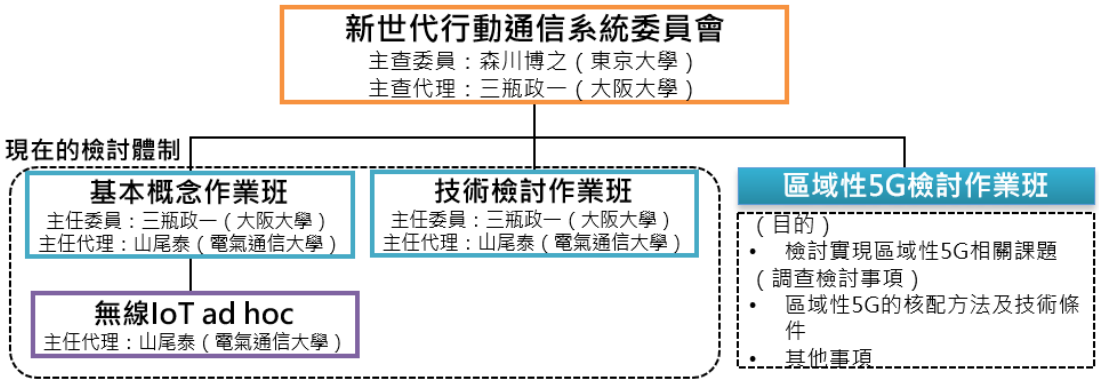
資料來源：本研究繪製，參考総務省，2018。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設に関する指針案について。http://www.soumu.go.jp/main_content/000582765.pdf

圖 4.7.3　日本全國性 5G 頻譜釋出時程規劃

根據 2019 年 2 月 26 日日本總務省公告，總共受理四家全國電信業者的申請，分別為 NTT docomo（株式会社 NTT ドコモ）、KDDI／沖繩行動電話（KDDI 株式会社／沖縄セルラー電話株式会社）、SoftBank（ソフトバンク株式会社）、樂天行動網路（楽天モバイルネットワーク株式会社），總務省並於 2019 年 4 月 10 日公告審查結果並核發執照。

2.　區域性 5G 頻譜

有鑑於未來通信需求將持續朝向多樣化發展，為提供與地方密切關連且具彈性的 5G 利用環境，總務省研擬新的區域性 5G 頻譜指配制度。新世代行動通信系統委員會（新世代モバイル通信システム委員会）在 2018 年 12 月 3 日的會議上，決議於委員會之下設置「區域性 5G 檢討作業班」（圖 4.7.4），以檢討實現區域性 5G 所需的頻譜釋照制度與技術條件等議題（表 4.7.2）。



資料來源：總務省，2018。ローカル５G 検討作業班の主な検討内容。

http://www.soumu.go.jp/main_content/000589526.pdf

圖 4.7.4　日本新世代行動通信系統委員會下設置區域性 5G 檢討作業班

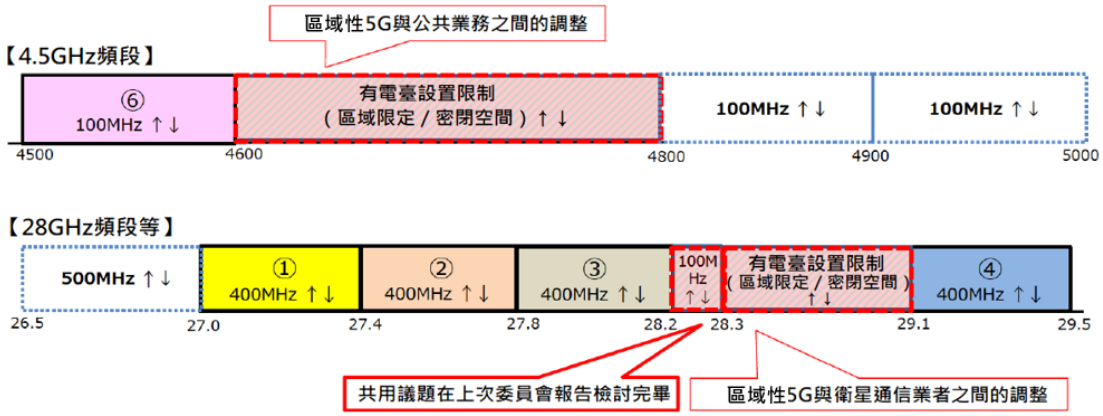
表 4.7.2　日本區域性 5G 檢討作業班探討之主要議題與重點

主要議題與重點
1. **區域性5G頻譜核配對象/核配單位等的檢討** • **區域性5G用例的明確化**（專網使用/電信業務使用） • **核配對象**（專網使用/電信業務使用）與**核配單位**（屋內/設施內/屋外（公共空間））的檢討 2. **區域性5G的技術條件測定** • 以用例、核配對象及核配單位為基礎，檢討**技術條件**（輸出、同步其他電氣特性） • 與相鄰頻段的行動電話業者之間的**共用檢討**（包含上下行時間同步） • 與同一頻段其他區域性5G系統的**共用檢討** • 與同一頻段/相鄰頻段的其他執照持有者之間的**共用檢討** 3. **在地域寬頻無線接入（BWA）頻段導入BWA專網使用** 由於唯有在28GHz頻段難以做面狀覆蓋的專網利用，因此檢討在BWA頻段導入BWA專網 • 核配對象（地域BWA業者之間的制度的共用（1次/2次業務））的檢討 • 核配單位（屋內/設施內/屋外（公共空間））的檢討 • 與同一頻段的其他業者（地域BWA業者及其他專網業者）的**共用檢討** （偏移距離及上下行時間的同步：基本上預期與地域BWA同等基準不會有問題）

資料來源：總務省，2018。ローカル５G 検討作業班の主な検討内容。

http://www.soumu.go.jp/main_content/000589526.pdf

區域性 5G 檢討作業班主要探討議題，包含頻譜核配對象、核配單位、應用案例（Use Case）、技術條件測定等。規劃作為區域性 5G 頻段包含中頻 4.6-4.8GHz 及高頻 28.2-29.1GHz，其中，優先檢討 28.2-28.3GHz 的釋照議題，現階段已於 2019 年 6 月完成技術條件測定[249]，預期在 2019 年 12 月先行完成釋照所需的制度整備作業[250]；其他區域性 5G 頻段則計劃於 2020 年 11-12 月完成制度整備並開放申請[251]（參見圖 4.7.5）。



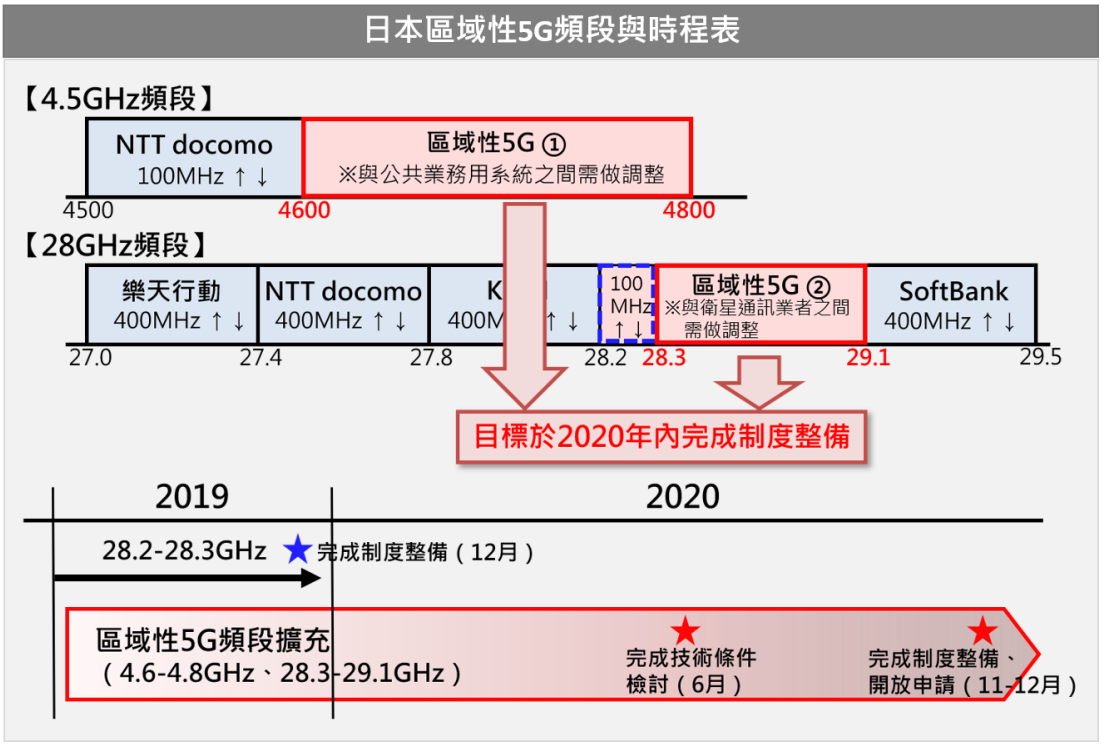
資料來源：総務省，2019。ローカル５Ｇ検討作業班論点整理（案）。http://www.soumu.go.jp/main_content/000594340.pdf

圖 4.7.5　日本區域性 5G 頻段與共用檢討情形

[249] 総務省，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/menu_news/s-news/01kiban14_02000385.html

[250] 総務省，2018。ローカル 5G 検討作業班報告書骨子（案）。http://www.soumu.go.jp/main_content/000604240.pdf。

[251] 総務省，2019。Society 5.0 時代の持続可能な地域社会の構築（総務省重点施策 2020）　重点施策集。http://www.soumu.go.jp/main_content/000641283.pdf。



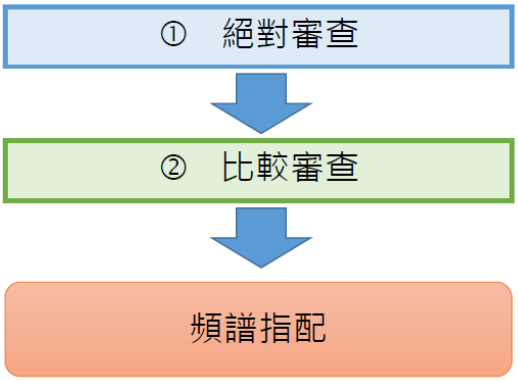
資料來源：総務省，2019。Society 5.0時代の持続可能な地域社会の構築（総務省重点施策2020）重点施策集。http://www.soumu.go.jp/main_content/000641283.pdf。

圖 4.7.6　日本區域性 5G 頻段與時程表

二、　釋照方式及細節規定

（一）拍賣方式與規定

日本的頻譜指配方式長年採用審議制，並透過比較審查制於複數申請者存在時比較優劣，再指配頻率執照的做法。為確保制度的公平透明，於制定頻譜管理基準與方針時，皆會經過諮詢情報通信審議會及徵詢公眾意見。而總務省於今年 2019 年 4 月 10 日公告結果的全國性 5G 頻譜釋照即以比較審查方式進行（參見圖 4.7.7）。



資料來源：總務省，2019。第５世代移動通信システム（５Ｇ）の導入のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。

圖 4.7.7　日本全國性 5G 頻譜指配審查過程

總務省審查全國電信業者提出的 5G 高度特定基地臺申請計畫書時，先進行「絕對審查」（參見表 4.7.3）篩選通過門檻條件的申請者（不分頻段進行審查），再藉由「比較審查」（參見表 4.7.4）將申請者依標準評價（3.7GHz 與 4.5GHz 頻段視為一體）。而在比較審查基準的審查方面（參見表 4.7.4），除了基準 H 之外皆為對抗審查（兩者間的循環賽制）。

以申請者數為 4 時的情況為例，從最佳者開始評予 3 分、2 分、1 分、0 分；基準 A、B 與 F 從最佳者開始評予 4 分、8/3 分、4/3 分、0 分）；而基準 H 則是給新進業者 3 分，既有業者則依照其已獲指配頻率的用戶數比例高者開始依序給 3 分、2 分、1 分。計算各申請者的得點（得分），依照申請者的點數高低，按照其所填報之頻段與區塊志願序（參見表 4.7.5）分配頻段。

表 4.7.3　日本絕對審查基準

類別	編號	基準
區域擴展	1	核准後 5 年內，必須在全國及各地區配置 5G 高度特定基地臺，使 5G 基礎整備率[1]達 50%以上
	2	核准後 2 年內，所有都道府縣必須啟用 5G 高度特定基地臺[2]
設備	3	具有確保基地臺設置場所、設備籌措以及確保設置工程體制之相關計畫
	4	具有確保運用基地臺必要之電信設備安全、信賴措施之相關計畫
財務	5	具有投資設備等必要資金籌措計畫以及核准有效期間（5 年內）在期滿之前達成單年度營利之計畫
法遵	6	具有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護（包含廣告時的通信速度以及服務地區表示等）相關措施以及實施措施的體制整備計畫
服務	7	具有針對無行動電話執照者（如 MVNO）提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用之計畫（本計畫的實績將作為將來指配的審查對象）
	8	關於欲提供之服務，具有因應使用者通訊量需求、多樣資費設定之計畫
干擾措施	9	採取防止對既有執照者所開設之無線電臺訊號干擾或其他妨害之具體措施
其他	10	無同一集團的複數申請
	11	接受指配的業者不讓渡給既有行動通信業者

資料來源：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案について。http://www.soumu.go.jp/main_content/000582765.pdf

註 1：5G 基礎整備率：全國開設 5G 高度特定基地臺網格數除以全目標網格數（約 4,500）的值。

註 2：5G 高度特定基地臺：使用理論上通訊速度最高達 10Gpbs 的迴路的特定基地臺，該基地臺可接續其他複數的特定基地臺。

表 4.7.4　日本比較審查基準

基準	審查事項	評價方法	配分[1] (N=申請者數)
A	核准 5 年後全國 5G 基礎整備率	數值最高者得最高配點	N（最高點）
B	核准 5 年後特定基地臺（戶外）數量	數值最高者得最高配點	
C	核准 5 年後能使室內如地下街等公共場所可進行通訊的基地臺數量及地點之具體建置計畫之充實程度	方案最優者得最高配點 評價要點：1. 開設基地臺（室內等）數量多　2. 計畫的具體程度	N-1（最高點）
D	在整備 5G 高度基地臺的網格及以外的網格，能更充分地因應各樣需求浮現時開設基地臺等措施之充實程度	方案最優者者最高配點（整備措施的充實程度）	
E	確保電信設施安全性及可靠性的具體計畫之充實程度	方案最優者得最高配點 評價要點：1. 防止人為疏失 2. 確保設備容量 3. 防止程式錯誤 4. 其他資安措施	
F	透過對多數的 MVNO 業者提供批發電信服務等方法，以促進基地臺利用的具體計畫充實程度	方案最優者得最高配點 評價要點：1. 服務提供方法多樣性 2. 服務提供對象的多數性	N（最高點）
G	先進且多樣利用 5G 特點並擴大 5G 利用需求的具體實現計劃	方案最優者得最高配點 評價要點：1.利用的具體程度　2. 關於擴大需求的做法具體程度	N-1（最高點）
H	未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數佔比	必須屬於以下任一情形： 1. 新進業者等 2. 已獲指配頻譜數用戶數佔比高者	N-1（最高點）
I	核准 5 年後解決最多無訊號地區人口【僅在既有業者間的比較審查實施】	數值大於既存業者得最高配點	N-1（最高點）
J	核准 5 年後特定基地臺的面積覆蓋率【僅在 A～I 審查結果同分時實施】	數值大於既存業者得最高配點	

資料來源：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案について。http://www.soumu.go.jp/main_content/000582765.pdf

註 1：3.6GHz-4.0GHz 頻率 N=4；4.0GHz-4.1GHz 頻段 N=3；4.5GHz-4.6GHz 頻段 N=2。

表 4.7.5　日本申請者的區塊志願序

頻段	志願序	NTT Docomo	KDDI	SoftBank	樂天行動
3.7GHz 及 4.5GHz	1	3.6-3.7GHz	3.6-3.7GHz	3.7-3.8 GHz	3.6-3.7GHz
	2	3.7-3.8 GHz	3.7-3.8 GHz	3.6-3.7GHz	3.7-3.8 GHz
	3	3.9-4.0 GHz	3.9-4.0 GHz	3.8-3.9 GHz	3.8-3.9 GHz
	4	3.8-3.9 GHz	3.8-3.9 GHz	3.9-4.0 GHz	3.9-4.0 GHz
	5	4.5-4.6 GHz	4.0-4.1 GHz	4.0-4.1 GHz	-
	6	4.0-4.1 GHz	-	4.5-4.6 GHz	-
28GHz	1	27.8-28.2 GHz	27.8-28.2 GHz	27.0-27.4 GHz	27.0-27.4 GHz
	2	27.4-27.8 GHz	27.0-27.4 GHz	27.8-28.2 GHz	27.4-27.8 GHz
	3	27.0-27.4 GHz	27.4-27.8 GHz	29.1-29.5 GHz	27.8-28.2 GHz
	4	29.1-29.5 GHz	29.1-29.5 GHz	27.4-27.8 GHz	29.1-29.5 GHz

資料來源：總務省，2019。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定に係る審査結果。

（二）指配的考量

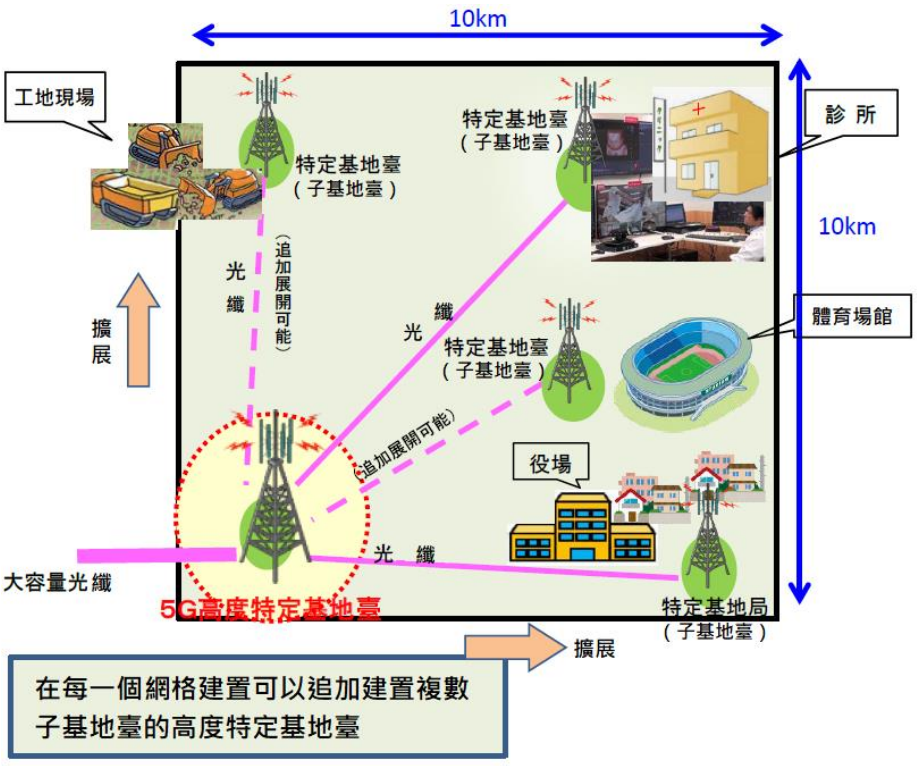
日本 5G 全國性頻譜指配的考量因素包括 1.考量頻段不同特性與大頻寬需求；2.確保 5G 服務在全國推展；3.提供可以自在利用的 5G 環境；4.促進地方 5G 服務；5. 確保 5G 頻譜的有效利用；分述如下：

1. 考量頻段不同特性與大頻寬需求

總務省對於以全國為營業範圍的電信業者，個別給予可以發揮 5G 特性的頻段區塊。審查時根據頻段特性，將 3.7GHz 頻段與 4.5GHz 頻段作為一體來實施審查。申請者可以排序希望頻段的順位（於 3.7GHz 頻段與 4.5GHz 頻段申請的同時，也註記希望的最大頻寬為 100MHz 或 200MHz）。透過比較審查制，讓申請者中得點數高者優先分配希望的頻段區塊。

2. 確保 5G 服務在全國推展

有鑑於 5G 時代的服務對象不再只限於「人」,「物」也將會是服務對象。因此，總務省改變以往採用作為評價指標的人口覆蓋率，改為設置可以促進「在全國擴大、開展的可能性」、「及早於地方提供服務」、「服務多樣性」等之評價指標，不分都市、鄉村設定有彈性的指標，將重點放在「有拓展產業可能性的地方」，以期在預期會需要服務的地區及早推展 5G 服務。具體作法是將全國以 10*km*×10*km* 的網格分割，每網格中整備一座 5G 高度特定基地臺（因應需求做為擴建基礎的基地臺），確保 5G 服務於全國擴展，如圖 4.7.8 所示。



資料來源：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案について。http://www.soumu.go.jp/main_content/000582765.pdf

圖 4.7.8　日本 5G 高度基地臺作為擴建基礎之概念圖

3. 提供可以自在利用的 5G 環境

為提供可以自在利用的 5G 環境，總務省檢討可以做為專網（自営用）等用途頻段區塊，並研擬新的區域性 5G 頻譜制度。

4. 促進地方 5G 服務

日本政府期待透過活用 5G 解決地方課題與地方創生，因此注重在地方推展 5G 的指標。

5. 確保 5G 頻譜的有效利用

總務省將 MNO（Mobile Network Operator，行動網路營運商）對 MVNO（Mobile Virtural Network Operator，虛擬行動網路營運商）的服務提供計劃列為評價重點，在確保基地臺有效利用的同時，促進 MNO 對更多 MVNO 業者提供多樣化的電信服務。並將此項評價基準的實施成果，做為未來增加頻譜指配時之評價標準。

（三）指配區塊大小

日本全國性 5G 的區塊與頻寬包含中頻段 3.6-3.7GHz、3.7-3.8GHz、3.8-3.9GHz、3.9-4.0GHz、4.0-4.1GHz、4.5-4.6GHz，六個 100MHz 區塊；以及高頻段 27.0-27.4GHz、27.4-27.8GHz、27.8-28.2GHz、29.1-29.5GHz，四個 400MHz 區塊，如下表 4.7.6 所示：

表 4.7.6　日本全國性 5G 區塊

頻段	區塊	頻寬
中頻	3.6-3.7GHz 、 3.7-3.8GHz 、 3.8-3.9GHz 、 3.9-4.0GHz、4.0-4.1GHz、4.5-4.6GHz	100MHz
高頻	27.0-27.4GHz、27.4-27.8GHz、27.8-28.2GHz、29.1-29.5GHz	400MHz

資料來源：総務省，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案について。http://www.soumu.go.jp/main_content/000582765.pdf

（四）單一業者取得頻率上限

根據開設指針，每位申請者在 3.7GHz 與 4.5GHz 頻段可選擇希望頻寬為 100MHz 或 200MHz 至多取得 200MHz 頻寬；28GHz 頻段至多取得 400MHz 頻寬。

（五）全國業者取得頻譜之義務

取得頻譜之業者須每季或在總務大臣（即總務省）要求時，向總務省提報開設計畫執行進度之相關資料。總務省根據業者提報之資料確認業者是否適當地根據開設指針及開設計畫執行，並將結果摘要以網路等方式公告。此外，從全國性 5G 頻譜的審查門檻條件，可以歸納出日本全國性 5G 頻譜執照義務主要包含：1. 5G 基礎整備率義務、2. 全都道府縣 5G 啟用義務；3. 頻譜有效利用義務；4. 防止干擾義務；5. 法遵與消費者保護義務；6. 提供多樣性服務與資費設定，分述如下：

1. 5G 基礎整備率義務

全國性 5G 頻譜的審查門檻條件要求業者在核准後 5 年內，必須在全國及各地區配置 5G 高度特定基地臺，使 5G 基礎整備率達 50%以上。

（1） 5G 基礎整備率的計算

根據總務省公布的 5G 特定基地臺開設指導方針（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を定める件），5G 基礎整備率是將一個綜合通訊局（含沖繩綜合通訊局）

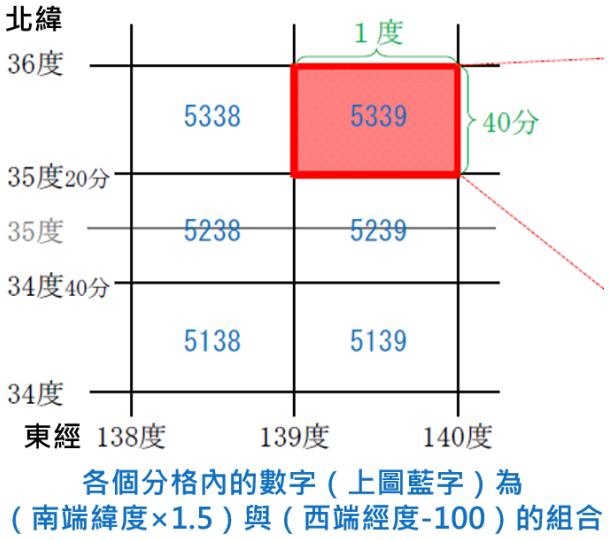
所掌管的區域內的每一個第二級網格[252]（排除土地利用種類[253]為森林、荒地、河川地及沼澤和海水的區域（含全部為以上土地利用種類的區域或是由以上土地利用種類組成的區域）或是無人島[254]）的 5G 高度特定基地臺建設總數，除以該管轄區域內的第二級網格總數。

（2） 網格的劃分與大小

日本的地理網格（Mesh）系統主要分為四個層級，分述如下：

I. 第一級網格

將全國區域以 1 度經線、每 2 度緯度（偶數）分為三等份的方式切割（圖 4.7.9）。



資料來源：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計画の認定申請マニュアル。

圖 4.7.9 日本 5G 基礎整備率第一級網格示意圖

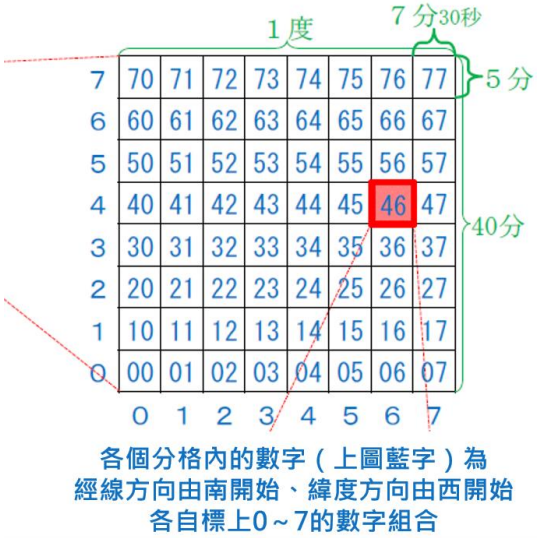
252 第二級網格（二次メッシュ，Secondary Area Partition）係指昭和 48 年行政管理廳公告第 143 號（統計用標準地區網格及標準地區網格標號）第 1 項第 1 號イ所規定之第二級地區規劃。

253 根據地理空情報活用推進法 第 18 條第 2 項規定之國家所提供之基礎地圖情報等中的土地利用第三級網格資料

254 附屬於本州、北海道、四國、九州、沖繩島的島嶼

II. 第二級網格

將第一級網格由經線方向、緯線方向 8 等分（圖 4.7.10）。

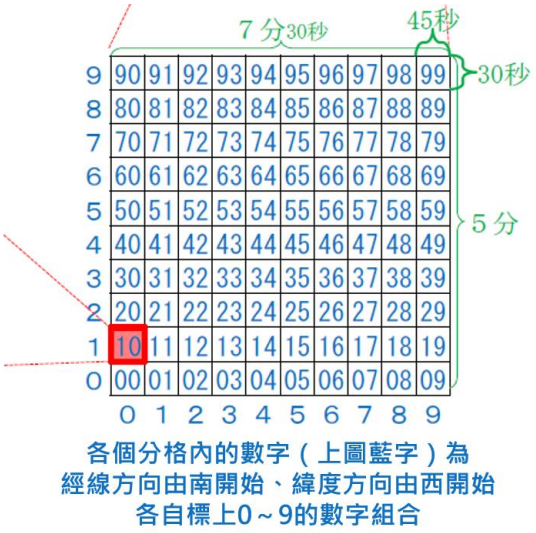


資料來源：總務省，2018。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定申請マニュアル。

圖 4.7.10　日本 5G 基礎整備率第二級網格示意圖

III. 第三級網格

將第二級網格由經線方向和緯線方向 10 等分（圖 4.7.11）。

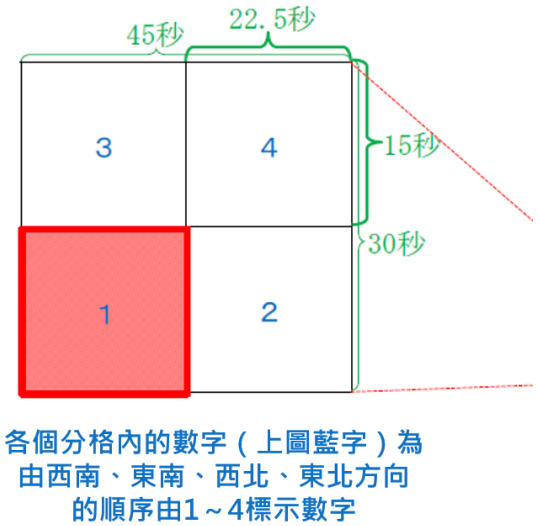


資料來源：總務省，2018。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定申請マニュアル。

圖 4.7.11　日本 5G 基礎整備率第三級網格示意圖

IV. 第四級網格

將第三級網格由經線方向和緯線方向 2 等分（圖 4.7.12）。



資料來源：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計画の認定申請マニュアル。

圖 4.7.12　日本 5G 基礎整備率第四級網格示意圖

網格大小如表所示，計算 5G 基礎整備率係採用第二級網格，計算覆蓋率則採用第四級網格。如同開設指針第 1 項第 5 號和第 6 號所規定，第二級網格為昭和 48 年行政管理廳公告之第 143 號第 1 項第 1 號所規定是第二級地域區劃、第四級網格[255]為同項第 2 號規定之地區網格的二分之一（表 4.7.7）。

表 4.7.7　日本網格大小列表

網格層級	緯度間隔	經度間格	網格邊長
第一級網格	40 分	1 度	80*km*
第二級網格	5 分	7 分 30 秒	10*km*
第三級網格	30 分	45 秒	1*km*
第四級網格	15 秒	22.5 秒	500*m*

資料來源：經濟部，n.d.。國內外經驗比較。
http://egis.moea.gov.tw/MoeaEGPortal/UserDownLoad/Download1_%E5%9C%8B%E5%85%A7%E5%A4%96%E7%B6%93%E9%A9%97.pdf

255 第四級網格（四次メッシュ，Divided Grid Square）係指第 143 號第 1 項第 2 號規定之地區網格的二分之一。

然而，網格大小計算時會因為緯度越高，而經度 1 秒的長度越短，因此越高緯度的網格，網格面積越小。特別是第四級網格會在計算覆蓋率時使用到，因此必須謹慎確認第四級網格大小[256]的差異。位於緯度 Ø 的第四級網格大小，可以利用下面公式得到小數點後兩位。

- 經線方向（縱向）：15 秒／（360 度×60 分×60 秒）×4 萬 *km* ≒約 463*m*
- 緯線方向（橫向）：22.5 秒／（360 度×60 分×60 秒）×4 萬 *km*×cosØ≒694cosØ

（3） 5G 高度特定基地臺之定義

計算 5G 基礎整備率的 5G 高度特定基地臺技術規格條件如下：

I. 使用 3.7GHz 頻段、4.5GHz 頻段的特定基地臺中，符合以下 3 點：

① 使用分空間多工制（Space Division Multiplex）（僅限於一發射訊號給陸上行動終端時，使用 4 個以上天線的特定基地臺）。

② 使用 256QAM 直交振幅調變。

③ 入口迴線（Entrance Channel）訊號的傳送速度與基地臺的無線設備訊號傳送速度相同或以上，並且可和複數特定基地臺連接。

256 可以使用日本國土地理院的測量網站以得到更精確的網格大小（https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2stf.html）。

II. 使用 28GHz 頻段的特定基地臺中，符合以下 3 點：

① 使用分空間多工制（Space Division Multiplex）（僅限於一發射訊號給陸上移動終端時，使用 2 個以上天線的特定基地臺）。

② 使用 64QAM 直交振幅調變。

③ 入口迴線（Entrance Channel）訊號的傳送速度與基地臺的無線設備訊號傳送速度相同或以上，並且可和複數特定基地臺連接。

2. 全都道府縣 5G 啟用義務

核准後 2 年內，業者必須在所有都道府縣啟用 5G 高度特定基地臺。

3. 頻譜有效利用義務

具有針對無行動電話執照者（如 MVNO）提供電信服務或者電信設備接續方法以促進基地臺利用計畫（本計畫的實績將作為將來指配的審查對象）。

4. 防止干擾義務

採取防止對既有執照者所開設之無線電臺訊號干擾或其他妨害之具體措施。

5. 法遵與消費者保護義務

業者提出的開設計畫須具有遵守法令、個人資料保護和使用者利益保護（包含廣告時的通信速度及服務地區表示等）相關措施以及實施措施的體制整備計畫。

6. 提供多樣性服務與資費設定

業者欲提供之服務，須具備因應使用者通訊量需求、多樣資費設定之計畫。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

此次核配的全國性 5G 頻譜使用期限為 5 年。

（二）使用限制

接受指配的業者不得將事業等讓渡給既有行動通信業者。

四、 其他規定

（一）使用費相關規定

依據電波法與總務省公佈的頻譜使用費費率表，目前主要的頻譜使用費如下列所示。

1. 基地臺及陸上行動中繼站的頻譜使用費

（1） 使用廣域專用電波：

- 200 日圓/每基地臺（依電波法附表 6 之 2 項及備註 9）

（2） 未使用廣域專用電波，依照其使用的頻率計算：

- 6GHz 以下，只使用 3GHz 以下的頻段：12,700 日圓/每基地臺（依電波法附表 6 之 2 項）
- 6GHz 以下，使用 3GHz 以下及 3GHz 以上 6GHz 以下的頻段：

79,000 日圓/每基地臺（依電波法附表 6 之 2 項及備註 8）

- 6GHz 以下，只使用 3GHz 以上 6GHz 以下的頻段：66,500 日圓/每基地臺（依電波法附表 6 之 2 項）
- 只使用 6GHz 以上頻段：5,000 日圓/每基地臺（依電波法附表 6 之 2 項及備註 7）

2. 陸上行動電臺的頻譜使用費

（1） 使用廣域專用電波的包括執照：

- 140 日圓/每基地臺（依電波法 103 條之 2 第 7 項及第 8 項）

（2） 未使用廣域專用電波的包括執照：

- 420 日圓/每電臺（依電波法 103 條之 2 第 5 項及第 6 項）

五、 釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

日本總務省於 2019 年 2 月 26 日公告[257]受理 NTT docomo（株式会社 NTT ドコモ）、KDDI／沖縄行動電話（KDDI 株式会社／沖縄セルラー電話株式会社）、SoftBank（ソフトバンク株式会社）與樂天行動（楽天モバイル株式会社），共四家全國電信業者的申請。

2019 年 4 月 10 日總務省公佈審查結果[258]，比較審查評分結果如表 4.7.8-表 4.7.11 所示。

257 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に係る認定申請の受付結果。
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000375.html
258總務省，2019。第５世代移動通信システム（５Ｇ）の導入のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。

表 4.7.8　日本比較審查結果（①～④ 3.6GHz-4.0GHz 頻段）

審查項目	NTT docomo	KDDI	SoftBank	樂天行動
A 全國 5G 基礎整備率	**4 分** （97.0%）	**8/3 分** （93.2%）	**4/3 分** （64.0%）	**0 分** （56.1%）
B 特定基地臺數量	**4/3 分** （8,001 座）	**4 分** （30,107 座）	**0 分** （7,355 座）	**8/3 分** （15,742 座）
C 能使室內如地下街、地下鐵等公共場所可進行通訊的基地臺數量及地點之具體建置計畫之充實程度	**3 分** （3,498 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單），活用顧慮景觀的設備	**2 分** （2,201 座） 與既有基地臺併設，活用顧慮景觀的設備	**0 分** （300 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單）	**1 分** （1,385 座） 依據各類室內的基準為基礎選擇設置場所（提供候補建置場所清單）
D 在整備 5G 高度基地臺的網格及以外的網格，能充分地因應各樣需求浮現時開設基地臺等措施之充實程度	**0 分** • 基本上以光纖連結 5G 高度基地臺與特定基地臺，活用臨時基地臺來因應 • 活用相鄰網格的 5G 高度基地臺	**0 分** • 同左 • 同左	**0 分** • 同左 • 同左	**0 分** • 基本上以光纖連結 5G 高度基地臺與特定基地臺，根據需求顯化的一定數量為基礎因應 • 同左
E 確保電信設施安全性及可靠性的具體計畫之充實程度	**0 分** 實施防止人為疏失、確保設備容量、防止程式錯誤的措施，因應事故時的修復、資安對策等	**0 分** 同左	**0 分** 同左	**0 分** 同左
F 透過對多數的 MVNO 業者提供批發電信服務等方法，以促進基地臺利用的具體計畫充實程度	**4 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，提供 HLR/HSS 合作機能 • L2 接續契約數：24 家/850 萬契約	**8/3 分** • 同左 • L2 接續契約數:7 家/119 萬契約	**4/3 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，回應 HLR/HSS 協議 • L2 接續契約數：5 家/20 萬契約	**0 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等 • L2 接續契約數：41 家/70.6 萬契約（因沒有明確根據，無法評分）
G 先進且多樣利用 5G 特點並擴大 5G 利用需求的具體實現計劃	**2 分** • 提供超高速、低延遲通訊、大量同時接續 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等，全國 3 地點設置 5G Open Lab	**2 分** • 同左 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等，地方創生基金，全國 3 地點設置地方創生支援室	**1 分** • 同左 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等	**0 分** • 同左 • 與地方自治體的合作協議，提供參加樂天 5G 聯盟的企業與地方自治體實驗環境等
H 未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數佔比	**3 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：32.10 萬用戶/MHz	**2 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：22.54 萬用戶/MHz	**1 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：17.08 萬用戶/MHz	**3 分** 獲指配但尚未使用提供電信服務
I 核准 5 年後解決最多收訊不良地區人口	**1 分** （4,722 人）	**2 分** （1,5694 人）	**0 分** （1,824 人）	**2 分** （15,694 人）
總得分	**18.3 分（1 位）**	**17.3 分（2 位）**	**4.7 分（4 位）**	**8.7 分（3 位）**

資料來源：總務省，2019。第５世代移動通信システム（５Ｇ）の導入のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。

表 4.7.9　日本比較審查結果（⑤ 4.0GHz-4.1GHz 頻段）

審查項目	NTT docomo	KDDI	SoftBank
A 全國 5G 基礎整備率	**3 分** （97.0%）	**1.5 分** （93.2%）	**0 分** （64.0%）
B 特定基地臺數量	**3 分** （5,001 座）	**4 分** （4,160 座）	**0 分** （3,863 座）
C 能使室內如地下街、地下鐵等公共場所可進行通訊的基地臺數量及地點之具體建置計畫之充實程度	**1 分** （1,205 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單），活用顧慮景觀的設備	**2 分** （2,201 座） 與既有基地臺併設，活用顧慮景觀的設備	**0 分** （300 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單）
D 在整備 5G 高度基地臺的網格及以外的網格，能充分地因應各樣需求浮現時開設基地臺等措施之充實程度	**0 分** • 基本上以光纖連結 5G 高度基地臺與特定基地臺，活用臨時基地臺來因應 • 活用相鄰網格的 5G 高度基地臺	**0 分** • 同左 • 同左	**0 分** • 同左 • 同左
E 確保電信設施安全性及可靠性的具體計畫之充實程度	**0 分** 實施防止人為疏失、確保設備容量、防止程式錯誤的措施，因應事故時的修復、資安對策等	**0 分** 同左	**0 分** 同左
F 透過對多數的 MVNO 業者提供批發電信服務等方法，以促進基地臺利用的具體計畫充實程度	**3 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，提供 HLR/HSS 合作機能 • L2 接續契約數：24 家/850 萬契約	**1.5 分** • 同左 • L2 接續契約數：7 家/119 萬契約	**0 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，回應 HLR/HSS 協議 • L2 接續契約數：5 家/20 萬契約
G 先進且多樣利用 5G 特點並擴大 5G 利用需求的具體實現計劃	**1 分** • 提供超高速、低延遲通訊、大量同時接續 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等，全國 3 地點設置 5G Open Lab	**1 分** • 同左 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等，地方創生基金，全國 3 地點設置地方創生支援室	**0 分** • 同左 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等
H 未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數佔比	**3 分** 已獲指配頻 2 數用戶數佔比（2018 年 9 月）：32.10 萬用戶/MHz	**1 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：22.54 萬用戶/MHz	**0 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：17.08 萬用戶/MHz
I 核准 5 年後解決最多收訊不良地區人口	**1 分** （4,722 人）	**2 分** （1,5694 人）	**0 分** （1,824 人）
總得分	**14 分（1 位）**	**10.5 分（2 位）**	**0 分（3 位）**

資料來源：總務省，2019。第５世代移動通信システム（５Ｇ）の導入のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。

表 4.7.10　日本比較審查結果（⑥ 4.5GHz-4.6GHz 頻段）

審查項目	NTT docomo	SoftBank
A 全國 5G 基礎整備率	**2 分** （97.0%）	**0 分** （64.0%）
B 特定基地臺數量	**2 分** （5,001 座）	**0 分** （3,373 座）
C 能使室內如地下街、地下鐵等公共場所可進行通訊的基地臺數量及地點之具體建置計畫之充實程度	**1 分** （3,498 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單），活用顧慮景觀的設備	**0 分** （300 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單）
D 在整備 5G 高度基地臺的網格及以外的網格，能充分地因應各樣需求浮現時開設基地臺等措施之充實程度	**0 分** • 基本上以光纖連結 5G 高度基地臺與特定基地臺，活用臨時基地臺來因應 • 活用相鄰網格的 5G 高度基地臺	**0 分** • 同左 • 同左
E 確保電信設施安全性及可靠性的具體計畫之充實程度	**0 分** 實施防止人為疏失、確保設備容量、防止程式錯誤的措施，因應事故時的修復、資安對策等	**0 分** 同左
F 透過對多數的 MVNO 業者提供批發電信服務等方法，以促進基地臺利用的具體計畫充實程度	**2 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，提供 HLR/HSS 合作機能 • L2 接續契約數：24 家/850 萬契約	**0 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，回應 HLR/HSS 協議 • L2 接續契約數：5 家/20 萬契約
G 先進且多樣利用 5G 特點並擴大 5G 利用需求的具體實現計劃	**1 分** • 提供超高速、低延遲通訊、大量同時接續 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等，全國 3 地點設置 5G Open Lab	**0 分** • 同左 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等
H 未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數佔比	**1 分** 已獲指配頻 2 數用戶數佔比（2018 年 9 月）：32.10 萬用戶/MHz	**0 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：17.08 萬用戶/MHz
I 核准 5 年後解決最多收訊不良地區人口	**1 分** （4,722 人）	**0 分** （1,824 人）
總得分	**10 分（1 位）**	**0 分（3 位）**

資料來源：總務省，2019。第５世代移動通信システム（５Ｇ）の導入のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。

表 4.7.11　日本比較審查結果（28GHz 頻段）

審查項目	NTT docomo	KDDI	SoftBank	樂天行動
A 全國 5G 基礎整備率	**4 分** （97.0%）	**8/3 分** （93.2%）	**4/3 分** （64.0%）	**0 分** （56.1%）
B 特定基地臺數量	**4/3 分** （5,001 座）	**4 分** （12,756 座）	**0 分** （3,855 座）	**8/3 分** （7,948 座）
C 能使室內如地下街、地下鐵等公共場所可進行通訊的基地臺數量及地點之具體建置計畫之充實程度	**2 分** （1,335 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單），活用顧慮景觀的設備	**3 分** （2,201 座） 與既有基地臺併設，活用顧慮景觀的設備	**0 分** （300 座） 與既有基地臺併設（提供候補建置場所清單）	**1 分** （1,385 座） 依據各類室內的基準為基礎選擇設置場所（提供候補建置場所清單）
D 在整備 5G 高度基地臺的網格及以外的網格，能充分地因應各樣需求浮現時開設基地臺等措施之充實程度	**0 分** • 基本上以光纖連結 5G 高度基地臺與特定基地臺，活用臨時基地臺來因應 • 活用相鄰網格的 5G 高度基地臺	**0 分** • 同左 • 同左	**0 分** • 同左 • 同左	**0 分** • 基本上以光纖連結 5G 高度基地臺與特定基地臺，根據需求顯化的一定數量為基礎因應 • 同左
E 確保電信設施安全性及可靠性的具體計畫之充實程度	**0 分** 實施防止人為疏失、確保設備容量、防止程式錯誤的措施，因應事故時的修復、資安對策等	**0 分** 同左	**0 分** 同左	**0 分** 同左
F 透過對多數的 MVNO 業者提供批發電信服務等方法，以促進基地臺利用的具體計畫充實程度	**4 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，提供 HLR/HSS 合作機能 • L2 接續契約數：24 家/850 萬契約	**8/3 分** • 同左 • L2 接續契約數：7 家/119 萬契約	**4/3 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等，回應 HLR/HSS 協議 • L2 接續契約數：5 家/20 萬契約	**0 分** • 於單一窗口公佈接續條款、批發電信服務的標準方案等 • L2 接續契約數：41 家/70.6 萬契約（因沒有明確根據，無法評分）
G 先進且多樣利用 5G 特點並擴大 5G 利用需求的具體實現計劃	**2 分** • 提供超高速、低延遲通訊、大量同時接續 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等，全國 3 地點設置 5G Open Lab	**2 分** • 同左 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等，地方創生基金，全國 3 地點設置地方創生支援室	**1 分** • 同左 • 與地方自治體、夥伴企業合作進行試驗、展示會等	**0 分** • 同左 • 與地方自治體的合作協議，提供參加樂天 5G 聯盟的企業與地方自治體實驗環境等
H 未獲得頻譜指配或已獲指配但尚未使用提供電信服務或已獲指配頻譜數用戶數佔比	**3 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：32.10 萬用戶/MHz	**2 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：22.54 萬用戶/MHz	**1 分** 已獲指配頻譜數用戶數佔比（2018 年 9 月）：17.08 萬用戶/MHz	**3 分** 獲指配但尚未使用提供電信服務
I 核准 5 年後解決最多收訊不良地區人口	**1 分** （4,722 人）	**2 分** （1,5694 人）	**0 分** （1,824 人）	**2 分** （15,694 人）
總得分	**17.3 分（2 位）**	**18.3 分（1 位）**	**4.7 分（4 位）**	**8.7 分（3 位）**

資料來源：總務省，2019。第５世代移動通信システム（５Ｇ）の導入のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。

依此列出各頻段之比較審查結果依得分高到低分別為(括弧內為得分)：

- 3.6GHz-4.0GHz 頻段（①～④區塊）：
  - NTT docomo(18.3)、KDDI(17.3)、樂天行動(8.7)、SoftBank（4.7）
- 4.0GHz-4.1GHz 頻段（⑤區塊）：
  - NTT docomo（14）、KDDI（10.5）、SoftBank（0）
- 4.5GHz-4.6GHz 頻段（⑥區塊）：
  - NTT docomo（10）、KDDI（0）
- 28GHz 頻段：
  - KDDI(18.3)、NTT docomo(17.3)、樂天行動(8.7)、SoftBank（4.7）

總務省根據審查結果對所有申請者有條件核准開設計畫，核准條件除了所有申請者須遵守之共通條件，針對個別業者總務省也設置個別條件，針對業者須加強的部分進行要求分述如下：

1. 共通條件

（1）不分都市、地區適切地掌握需求，致力於在有業務可能性的地區，廣泛並確實普及活用 5G 特性的多樣化服務。

（2）在網路建構方面，致力於確保充分活用 5G 特性提供多樣化服務所需之不可或缺之適切而足夠的光纖。

（3）有鑑於 2018 年 7 月豪雨與北海道膽振東部地震等災害造成通訊的障礙，須致力於停電對策、壅塞對策與通訊障礙的防止，提高電信設備相關的安全與可靠性。

（4）須留意「資通訊網路安全、可靠性基準（情報通信ネットワーク安全・信頼性基準（昭和 62 年郵政省告示第 73 号））」、「政府機關等資訊安全對策之統一基準群（政府機関等の情報セキュリティ対策のための統一基準群（平成 30 年度版））」、及「IT 採購相關國家的物品等或服務的採購方針及採購手續相關協定（IT 調達に係る国の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ」（平成 30 年 12 月 10 日関係省庁申合せ））」，採取包含供應鏈風險對策在內的充分資訊安全對策。

（5）針對未獲頻譜指配者，致力於透過電信設備的接續、批發電信服務的提供等方法，促進特定基地臺的使用。特別是，致力於促進使用 GPRS Tunnelling Protocol 通訊方式的接取方法，促進特定基地臺的使用。

（6）致力於可更容易使用 5G 滿足多樣化需求的資費設定，包含 IoT 服務及個人服務。

（7）採取措施防止與既有執照人所開設之無線電臺發生訊號干擾。

（8）有鑑於行動通訊對國民而言已然為重要的生活手段，須致力於在收訊不良的地區開設基地臺。

（9）透過提供批發電信服務、電信設備接續等方法促進特定基地臺使用的契約或協定的締結，若使用 4.6-4.8GHz 或 28.2GHz-29.1GHz 頻段，須盡可能圓滿達成協議。

2. 個別條件

- 僅針對 SoftBank 設置之個別條件

由於 2018 年 7 月及 12 月因災害等因素 SoftBank 發生過數次大規模之通訊故障問題，總務省針對 SoftBank 加強共通條件之第（3）點，特別進一步要求 SoftBank 防止通訊故障問題重演，致力於相關預防對策，並提升電信設備的安全與可靠性，具體條件如下：

（3）在徹底防止過去重大事故再發生的同時，有鑑於 2018 年 7 月豪雨與北海道膽振東部地震等災害造成通訊的障礙，須致力於停電對策、壅塞對策與通訊障礙的防止，提高電信設備相關的安全與可靠性。

- 僅針對樂天行動設置之個別條件

總務省對於新進業者樂天行動，除了上述 9 個共通條件，又增設第（10）～（13）點個別條件，條列如下：

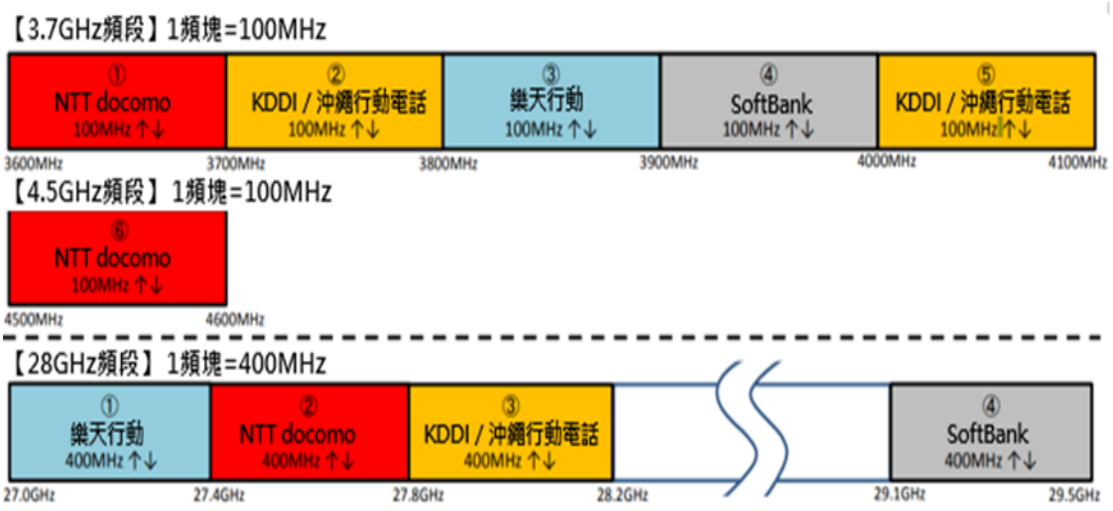
（10）接受核准的行動通訊業者須遵守自行建構網路以拓展業務之原則，確實致力於基地臺的開設。

（11）為順利並確實整備特定基地臺，須致力於確保基地臺的設置場所，以及構築與工程業者之間的合作體制。

（12）為確實地經營電信事業，須致力於整備公司內部的必要體制。特別是，為適切運用特定基地臺及其他電信設備，須致力於確保並配置無線電從業人員等必要的技術人員與基地臺開設之必要人員。

（13）即使競爭環境發生變化，須致力於確保設備投資與穩定服務提供所必要的資金，並確保其他財務健全。

在業者皆同意核准條件的基礎上，總務省指配各申請者全國性5G 頻段。NTT docomo 獲指配 3.7GHz 頻段及 4.5GHz 頻段之 2 區塊（3.6-3.7GHz 與 4.5-4.6GHz）200MHz 頻寬，與 28GHz 頻段之 1 區塊（27.4-27.8GHz）400MHz 頻寬；KDDI 獲指配 3.7GHz 頻段及 4.5GHz 頻段之 2 區塊（3.7-3.8GHz 與 4.0-4.1GHz）200MHz 頻寬與 28GHz 頻段之 1 區塊（27.8-28.2GHz）400MHz 頻寬；樂天行動獲指配 3.7GHz 頻段之 1 區塊（3.8-3.9GHz）100MHz 頻寬，與 28GHz 頻段之 1 區塊（27.0-27.4GHz）400MHz 頻寬；SoftBank 獲指配 3.7GHz 頻段之 1 區塊（3.9-4.0GHz）100MHz 頻寬，與 28GHz 頻段之 1 區塊（29.1-29.5GHz）400MHz 頻寬，如圖 4.7.13 所示。



資料來源：総務省，2019。第５世代移動通信システム（５Ｇ）の導入のための特定基地局の開設計画の認定（概要）。http://www.soumu.go.jp/main_content/000613734.pdf

圖 4.7.13　日本全國 5G 頻譜指配結果

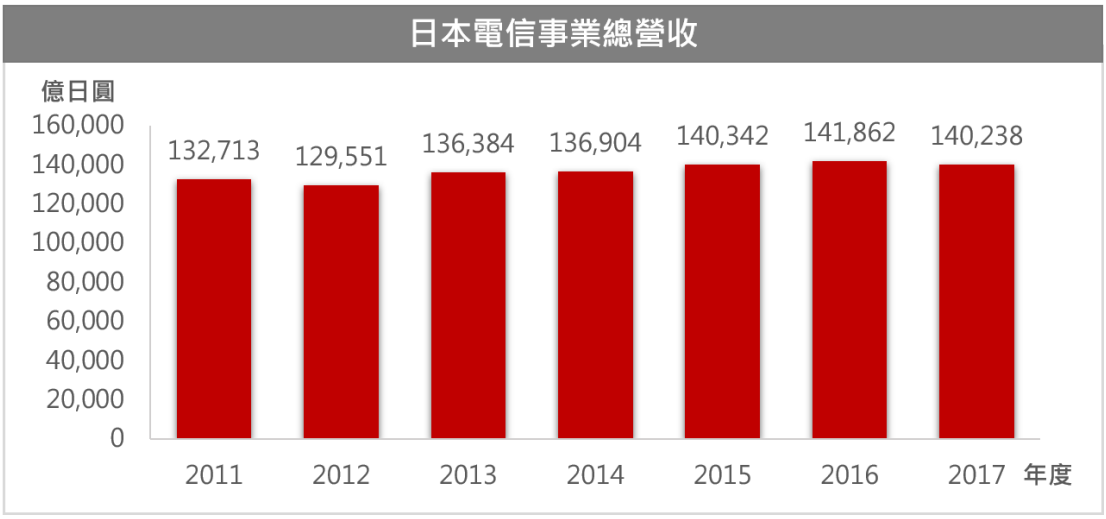
（二）市場概況

日本有 4 家全國電信商：NTT docomo、KDDI、SoftBank、樂天行動；4 家皆參與 5G 全國性頻譜指配的申請。其中，樂天行動於 2018 年 4 月取得 4G 頻段執照，並正式成為日本第四家電信商，為備受矚目的新進業者。

1. 電信市場概況

日本電信業者數於 2018 年度達 19,818 家[259]，而根據日本近年資通訊業基本調查結果[260]，2017 年度電信事業總營收為 14 兆 238 億日圓，相較於前一年度略為減少 1.1%（參見圖 4.7.14）。而將總營收再進一步分為固定通訊與行動通訊來看，固定通訊佔 32.4%，行動通訊佔 52.2%，顯示行動通訊佔整體營收的一半以上（參見圖 4.7.15）。而若將營收以服務區分，則可以觀察到語音服務佔整體營收 27.6%，數據傳輸服務佔 56.9%，且數據傳輸服務所佔比例逐年提升（參見圖 4.7.16）。

[259] 総務省，2019。（2）事業者数。情報通信白書令和元年版。
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd231720.html
[260] 総務省，2012-2018・経済産業省「情報通信業基本調査」（各年）。
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics07.html



資料來源：總務省，2012-2018・経済産業省「情報通信業基本調査」(各年)。

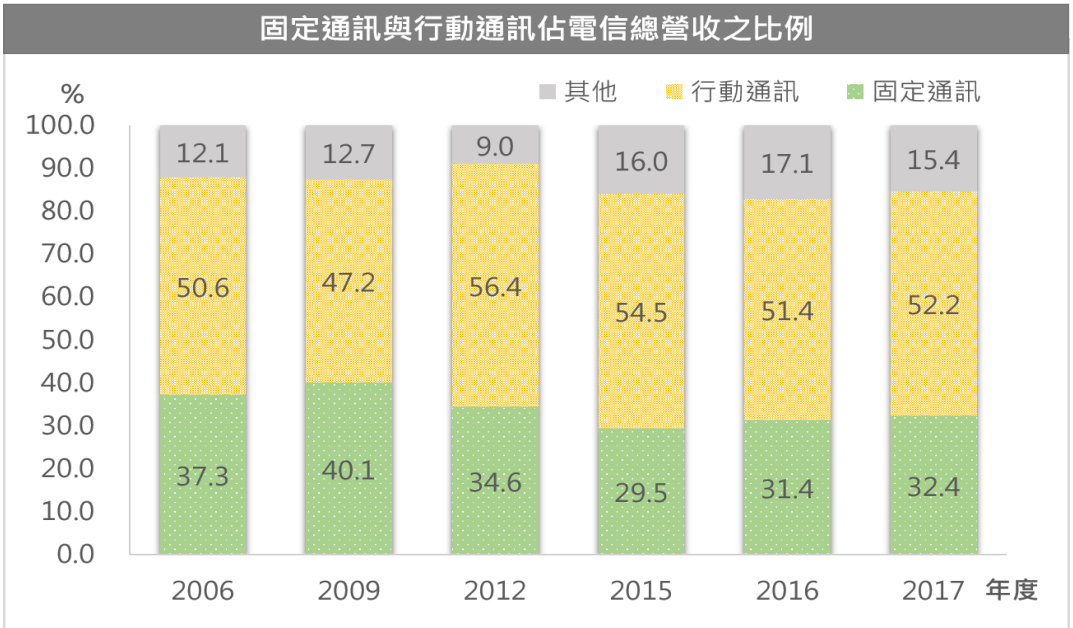
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics07.html

総務省，2019。7　電気通信市場の動向。情報通信白書令和元年版。

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd231710.html

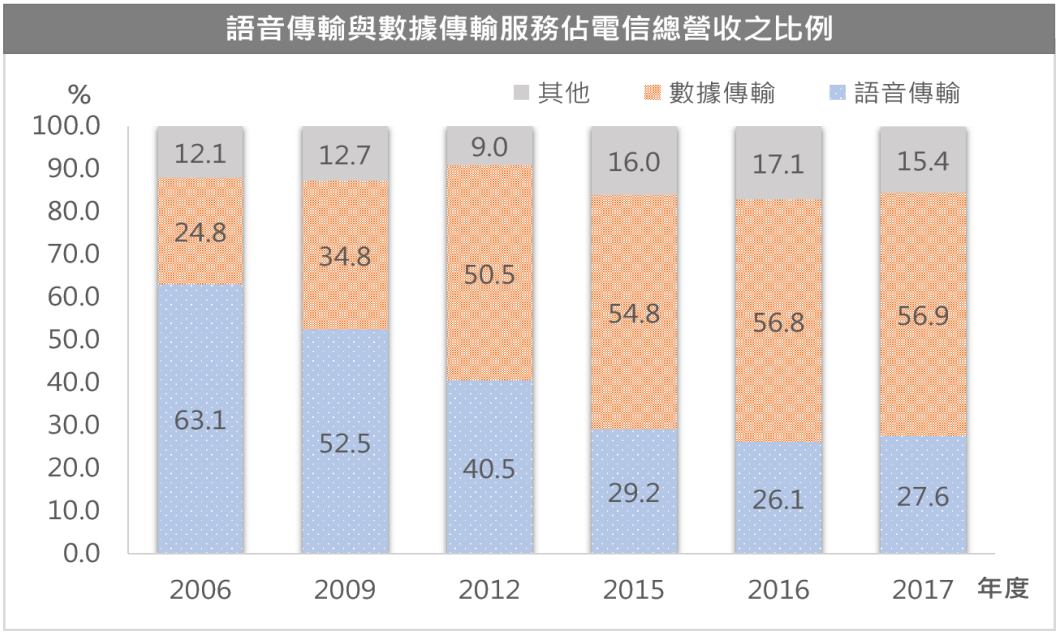
註：總營收根據所有回答業者提供之資料計算，各年度回答業者數可能不同。

圖 4.7.14　日本電信事業總營收



資料來源：總務省，2011-2018・経済産業省「情報通信業基本調査」(各年)。
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics07.html
総務省，2019。情報通信白書令和元年版。
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd231710.html
註：排除營收內涵不明確者。

圖 4.7.15　日本固定通訊與行動通訊佔電信總營收之比例



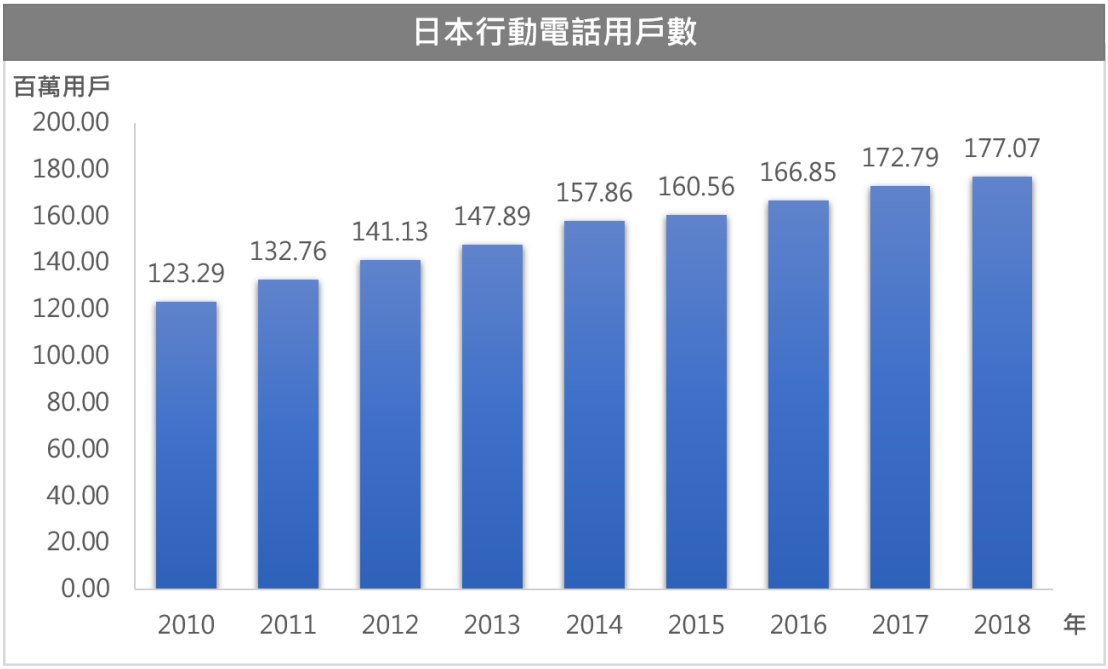
資料來源：総務省，2011-2018・経済産業省「情報通信業基本調査」（各年）。http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics07.html
総務省，2019。7　電気通信市場の動向。情報通信白書令和元年版。http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd231710.html
註：排除營收內涵不明確者。

圖 4.7.16　日本語音傳輸與數據傳輸服務佔電信總營收之比例

2. 行動通訊市場概況

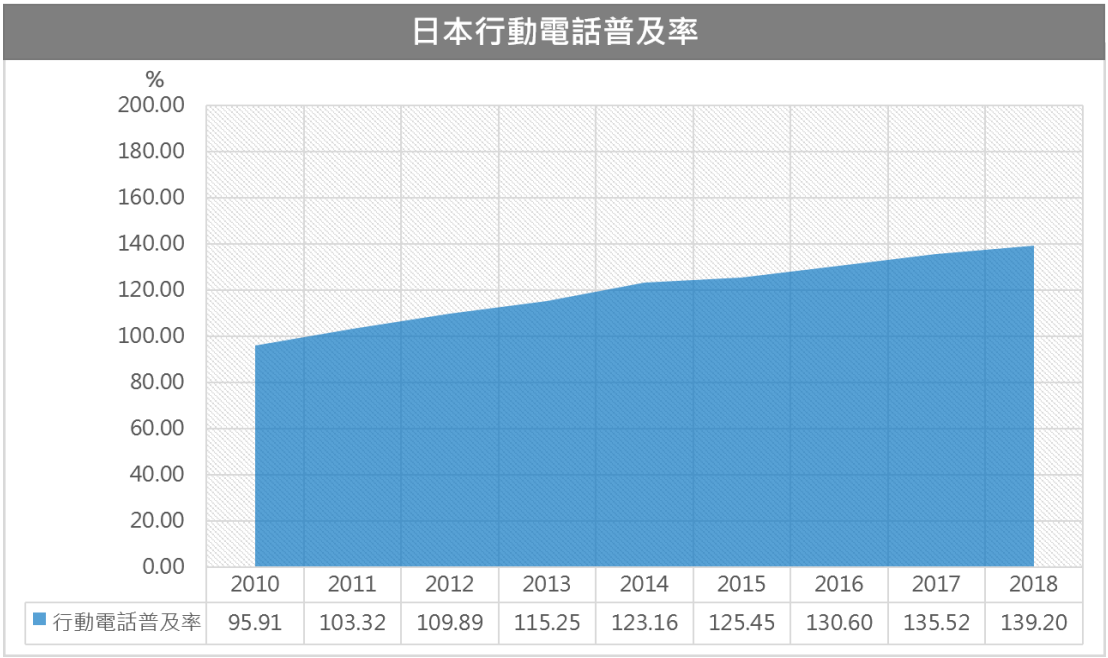
（1） 行動通訊市場規模

聚焦日本行動通訊市場規模，根據國際電信聯盟（International Telecommunication Union，ITU）ICT 指標資料庫，日本至 2018 年底行動電話用戶數已達 1 億 7,700 萬用戶（參見圖 4.7.17），行動電話普及率與行動寬頻普及率則分別達 139.2%與 188.92%（參見圖 4.7.18 與圖 4.7.19），三個指標皆呈現逐年成長的趨勢。



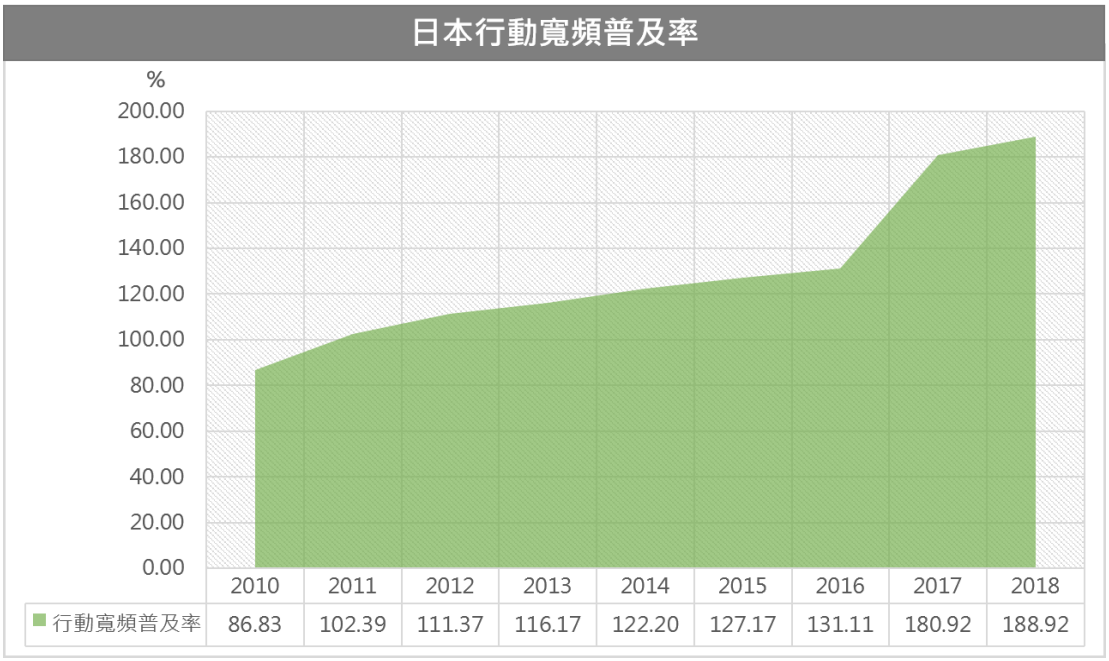
資料來源：ITU, 2019. ITU ICT Indicators Database.

圖 4.7.17　日本行動電話用戶數



資料來源：ITU, 2019. ITU ICT Indicators Database.

圖 4.7.18　日本行動電話普及率



資料來源：ITU, 2019. ITU ICT Indicators Database.

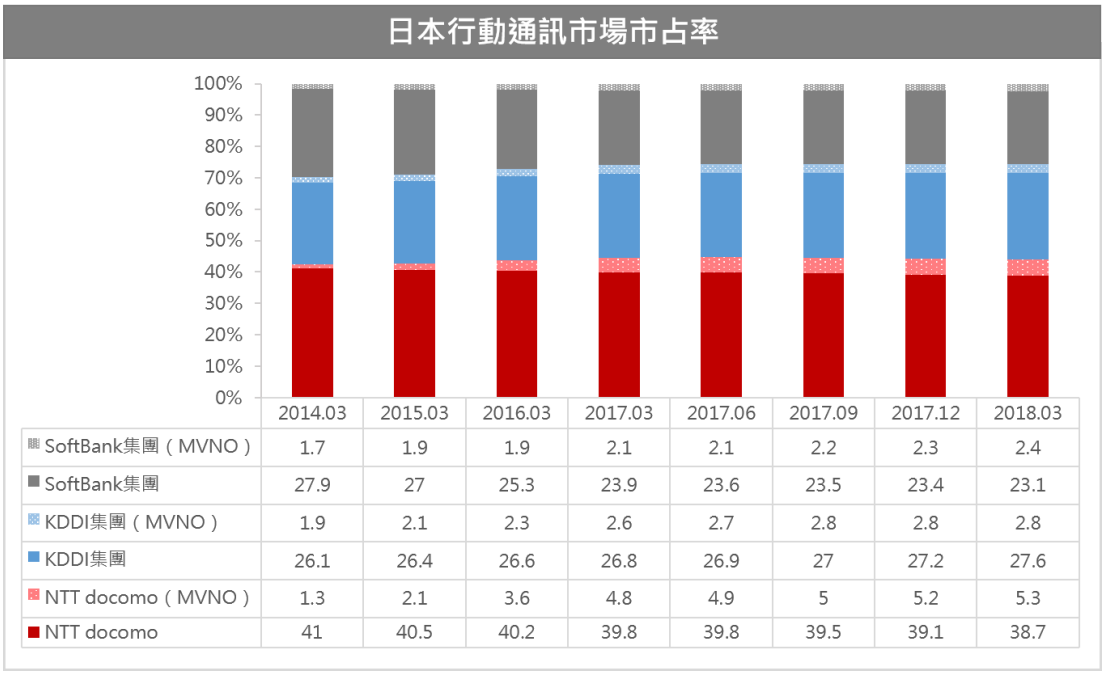
圖 4.7.19　日本行動寬頻普及率

根據總務省的統計資料顯示，截至 2018 年 12 月底，日本 MVNO 業者數總計 962 家[261]；且值得關注者，日本的 MNO 亦得成為其他 MNO 的 MVNO，顯示日本電信監理政策容許市場上的彈性經營環境，以利經營資源有效應用。

[261] 総務省，2019。電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表（平成 30 年度第 3 四半期（12 月末））。http://www.soumu.go.jp/main_content/000590807.pdf

（2） 行動通訊市場市占率

目前日本電信事業主要以 NTT、KDDI 以及 SoftBank 等三大集團[262]為主，同時兼營固定與行動通訊業務。2018 年 3 月底，行動通訊市場市占率最高之業者為 NTT docomo（38.7%），其次依序為 KDDI（27.6%）以及 SoftBank（23.1%）（參見圖 4.7.20）。



	2014.03	2015.03	2016.03	2017.03	2017.06	2017.09	2017.12	2018.03
SoftBank集團（MVNO）	1.7	1.9	1.9	2.1	2.1	2.2	2.3	2.4
SoftBank集團	27.9	27	25.3	23.9	23.6	23.5	23.4	23.1
KDDI集團（MVNO）	1.9	2.1	2.3	2.6	2.7	2.8	2.8	2.8
KDDI集團	26.1	26.4	26.6	26.8	26.9	27	27.2	27.6
NTT docomo（MVNO）	1.3	2.1	3.6	4.8	4.9	5	5.2	5.3
NTT docomo	41	40.5	40.2	39.8	39.8	39.5	39.1	38.7

資料來源：総務省，2018。電気通信事業分野における市場検証（平成 29 年度）年次レポート。
註 1：「KDDI 集團」包含 KDDI、沖繩行動電話、以及 UQ 通訊；「SoftBank 集團」包含 SoftBank、WILLCOM（2014 年 3 月）、eAccess（2014 年 3 月）、以及 Y!mobile（2015 年 3 月）。
註 2：MVNO 的市占率合計於提供其批發服務之 MNO 集團，故於該 MNO 集團後以「（MVNO）」標示。

圖 4.7.20　日本行動通訊市場市占率

[262] 「KDDI 集團」包含 KDDI、沖繩行動電話、以及 UQ 通訊。「SoftBank 集團」包含 SoftBank、WILLCOM（2014 年 3 月）、eAccess（2014 年 3 月）、以及 Y!mobile（2015 年 3 月）。

（三）市場變化

日本行動通訊市場長年以三大 MNO（Mobile Network Operator，行動網路營運商）為主，日本第四家 MNO 為 2018 年 4 月取得 4G 頻段執照的樂天行動。

樂天行動原預計藉由與 KDDI 的漫遊合作[263]，及早自 2019 年秋天開始提供全國範圍的 4G LTE 行動服務，然而因為基地臺建設進度延遲等原因，將正式商用化服務推出時間延後至 2020 年春季[264]。預期樂天加入行動通訊市場將促進日本 MNO 間的競爭，為日本行動通訊產業注入新的活水。

1. 5G 市場預測

根據 2019 年 6 月調查公司 IDC Japan 所發表的市場預測[265]，日本 5G 行動電話將在 2019 年第四季（10-12 月）開始出貨，預測至 2023 年將出貨 870 萬臺 5G 行動電話，約佔整體行動電話市場的 28.2%。而有關日本 5G 通訊服務市場預測，5G 行動電話用戶數將隨著 5G 行動電話的普及而增加，加上在各產業的 IoT 應用等，預測 2023 年將達到 3,316 萬連網數，並佔行動通訊服務全體的 13.5%，而 5G 服務在日本全國普及則預計要等到 2025 年[266]。

---

[263] ソフトバンク株式会社，2019。ソフトバンクと KDDI、基地局資産の相互利用により地方における 5G ネットワークの早期整備で協争～日本の産業育成や地方創生、国土強靭化に貢献することで国際競争力の向上を目指す～。
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20190703_01/

[264] 日本経済新聞，2019。楽天携帯、基地局工事で苦戦　利用者絞りサービス開始へ。
https://www.nikkei.com/article/DGXMZO49461840V00C19A9TJ2000/?n_cid=SPTMG053

[265] IDC Japan，2019。国内 5G 市場予測を発表。
https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prJPJ45262819

[266] ZDNet Japan，2019。5G 市場の立ち上がりは緩やか--全国普及は 2025 年ごろの見通し。
https://japan.zdnet.com/article/35138780/

2. 日本 5G 商用服務推動時程

日本全國性 5G 業者 NTT docomo、KDDI、SoftBank 與樂天於 2019 年 4 月取得全國性 5G 頻譜。根據日本媒體報導[267]，NTT docomo、KDDI 與 SoftBank 已於 2019 年 7 月 31 日取得 5G 基地臺執照。NTT docomo 取得信越地區[268]以外全國各地共 222 座基地臺商用執照，KDDI 取得關東地區、中國地區[269]、九州地區共 11 座基地臺商用執照，SoftBank 則取得東北地區、關東地區、中國地區、九州地區共 15 座基地臺預備執照[270]。

而為加速日本各地 5G 網路整備，2019 年 7 月 3 日 KDDI 與 SoftBank 達成協議[271]，互相運用兩家公司擁有之基地臺資產，加速地方 5G 網路推展，並實施可有效活用兩家業者基地臺設備的工程設計與施工管理等。KDDI 與 SoftBank 已設置準備辦公室，並自 2019 年秋季開始於北海道旭川市內、千葉縣成田市內及廣島縣福島市內進行共同試驗，測試工程設置至施工管理過程的效率，同時檢驗是否可提升 5G 網路品質並縮短整備時間。

在 5G 商用化服務推出時程上，NTT docomo 預計於 2019 年 9 月開始預商用服務（Pre-Service），2020 年春季開始商用化服務；KDDI 計劃自 2019 年度啟動 5G 試驗（Trial），2020 年 3 月推出商用化服務；SoftBank 預計從 2019 年夏季開始預商用服務，2020 年 3 月正式

---

[267] 日本経済新聞，2019。通信 3 社、5G 基地の免許取得　ドコモは W 杯活用。https://www.nikkei.com/article/DGXMZO48020300R30C19A7TJ1000/

[268] 日本長野縣與新潟縣的總稱。

[269] 日本本州最西部地方的合稱。

[270] 待 SoftBank 完成基地臺建設，總務省確認技術基準後發予商用執照。

[271] SoftBank，2019。ソフトバンクと KDDI、基地局資産の相互利用により地方における 5G ネットワークの早期整備で協争。https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20190703_01/

推出商用化服務[272]；樂天則計劃 2020 年 6 月開始 5G 商用化服務[273]。

3. 日本 5G 業者策略推動現況

承上述，4 家電信業者皆預計在 2020 年內推出 5G 商用化服務，針對企業客戶方面，各電信業者則已積極展開相關策略與實驗計畫，期與多方合作夥伴攜手創造 5G 服務新價值。目前 NTT docomo 與 SoftBank 則分別於 2019 年 9 月及 2019 年 7 月開始 5G 預商用服務，各電信業者 5G 策略推動現況分述如下。

（1）NTT docomo

NTT docomo 於 2019 年 9 月 20 日起，在世界盃橄欖球賽提供在體育場館內可同時從多個角度觀賽的多角度觀賞（マルチアングル視聴）服務，並在即時觀賽（ライブビューイング）場地提供觀賽服務，正式啟動 5G 預商用服務[274]。

5G 預商用服務使用未來正式商用化將使用的網路設備與頻段（5G 預商用服務的通訊速度參見表 4.7.12），營業範圍將從都市地區、各地區主要車站與機場、體育場館、合作夥伴的機構等地開始依序擴展（參見表 4.7.13）。

[272] 総務省，2019。第５世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定に係る審査結果。http://www.soumu.go.jp/main_content/000613735.pdf

[273] 日本経済新聞，2019。通信 3 社、5G 基地の免許取得　ドコモは W 杯活用。https://www.nikkei.com/article/DGXMZO48020300R30C19A7TJ1000/

[274] NTT DOCOMO，2019。NTT ドコモ、「5G プレサービス」を 9 月 20 日（金曜）より開始。https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/09/18_00.html

表 4.7.12　日本 NTT docomo 5G 預商用服務開始時可達之最高通訊速度

頻段	接收/傳送時最高通訊速度	
毫米波	接收時：3.2Gbps	傳送時：202Mbps
Sub6	接收時：2.4Gbps	傳送時：107Mbps

資料來源：NTT DOCOMO，2019。NTT ドコモ、「5G プレサービス」を 9 月 20 日（金曜）より開始。https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/09/18_00.html

表 4.7.13　日本 NTT docomo 5G 商用化正式開始前主要營業範圍

地點	說明
Docomo Shop	部分店面
Docomo 5G Open Lab	Docomo 5G Open Lab
體育場館、球場	札幌巨蛋、東京體育場、橫濱國際綜合競技場、靜岡縣小笠山綜合運動公園體育場、豐田體育場、東大阪市花園橄欖球場、阪神甲子園球場、神戶市御崎公園球技場、大分體育公園綜合競技場、馬自達 Zoom-Zoom 廣島球場、福岡巨蛋
車站	札幌車站、仙台車站、金澤車站、大阪車站、京都車站、高松車站
機場	東京國際機場、成田國際機場、關西國際機場

資料來源：NTT DOCOMO，2019。NTT ドコモ、「5G プレサービス」を 9 月 20 日（金曜）より開始。https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/09/18_00.html

而為擴大與合作夥伴共同創造新的 5G 應用情境，NTT docomo 自 2018 年 2 月 21 日起開始「開放夥伴計畫（Open Partnership Program）」，以及早開始建構與檢驗 5G 服務，截至 2019 年 9 月 18 日已超過 3,000 家企業或團體參加。

「開放夥伴計畫」提供合作夥伴 5G 技術、規格的相關資訊，讓合作夥伴於 5G 夥伴工作坊（5G Partner Workshop）交換意見。NTT docomo 亦提供常設的 5G 技術檢驗環境「Docomo 5G 開放實驗室

（Docomo 5G Open Lab）」，無償提供合作夥伴使用連接 5G 基地臺裝置與行動臺的影像傳輸機器等。

配合 5G 預商用服務的推出，NTT docomo 也向其合作夥伴提供「Docomo 開放創新雲（Docomo Open Innovation Cloud）」，Docomo 開放創新雲具備多接取邊緣運算（Multi-access Edge Computing，MEC）可實現降低網路傳輸延遲的特性，並於 NTT docomo 的網路上連接雲端平臺。

而在雲端平臺上搭載的 NTT docomo 影像辨識與智慧代理（AI Agent）平臺等技術，則可提供作為 5G 解決方案（Solution）。

（2）KDDI

展望 5G 時代來臨，KDDI 預期未來即時處理與連接大量資料將成為日常，正式進入真正的無限流量（Unlimited）時代，故 KDDI 自 2019 年 8 月 28 日啟動「UNLIMITED WORLD」[275]，並推出新的「au 5G」標誌，為 2020 年 3 月即將推出的 5G 商用化服務做好準備[276]。

針對企業客戶，KDDI 為與客戶創造新的商業解決方案，於 2018 年夏季開設 IoT 與 5G 時代的商業開發據點「KDDI 數位之門（KDDI DIGITAL GATE）」[277]。有鑑於近年企業追求透過數位轉型（Digital Transformation，DX）運用資通訊技術擴展事業，加快決策速度與提升效率，KDDI 與夥伴企業組成專業團隊，期與客戶共同及早推出高市場價值的服務。

[275] ケータイ Watch，2019。5G は「UNLIMITED WORLD」、KDDI が描く制約のない世界。https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/news/1203918.html

[276] KDDI，2019。今までの制約から解放された 5G 時代の「UNLIMITED WORLD」始動。https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2019/08/28/3982.html

[277] KDDI，2018。IoT、5G 時代のビジネス開発拠点「KDDI DIGITAL GATE」を今夏にオープン！
https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/04/05/3062.html

KDDI 數位之門提供應用 IoT、5G、AR、VR、AI 的資料分析解決方案、雲端計算等先進科技實現各種解決方案的體驗空間；設計型思考潛在課題與創新觀點的工作坊空間；可容納百人規模的講座空間。KDDI 亦提供企業客戶「活用數據雲」、「通訊網路」、「感測器與裝置」三個層次組成的 5G/IoT 解決方案。

伴隨著 KDDI 數位之門於 2018 年 9 月 5 日正式開放[278]，「KDDI∞Labo」亦開始「次世代計畫（次世代プログラム）」，以 5 個團隊支援 5G 時代的新創事業[279]。

（3）SoftBank

SoftBank 於 2019 年 7 月 26 日至 28 日在新潟縣苗場滑雪場舉辦的戶外搖滾音樂節「FUJI ROCK FESTIVAL '19」提供一般顧客可體驗的 5G 預商用服務。5G 預商用服務內容包含以 VR 頭戴式設備觀賞在 YouTube 上直播的演唱會影片，以及透過行動裝置的應用程式（Application，APP），確認會場各舞臺的擁擠狀況，及體驗 3D 空間影像重現會場熱鬧情形[280]。

此外，SoftBank 於 2018 年 2 月 6 日啟動「5G×IoT 工作室（5G×IoT Studio）」，提供 5G 與 IoT 的試驗環境，希望藉此可與各領域企業共創新的價值[281]。

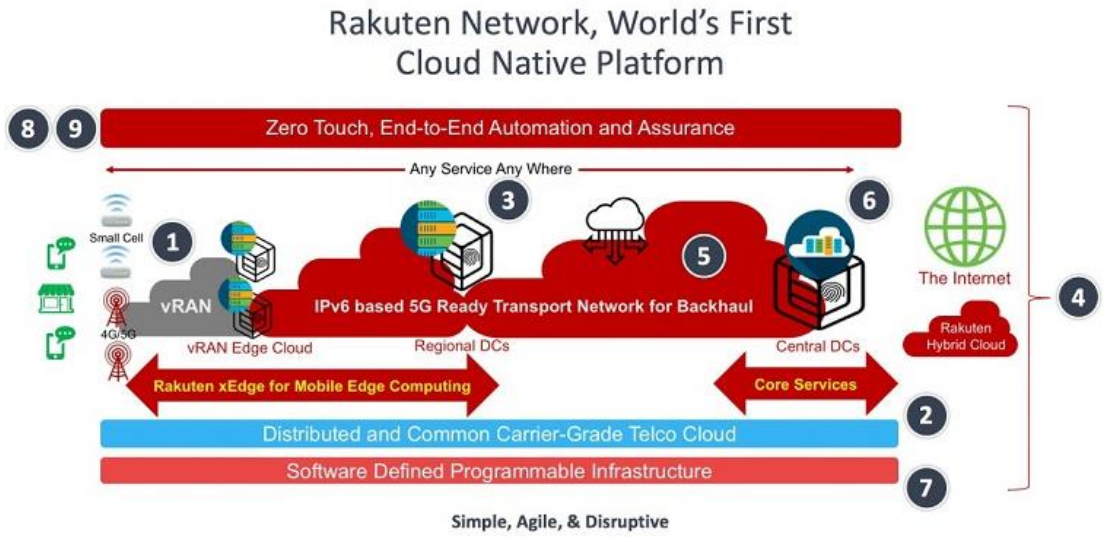
[278] KDDI，2018。5G、IoT 時代のビジネス開発拠点「KDDI DIGITAL GATE」9 月 5 日オープン! https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/09/05/3362.html
[279] KDDI，2018。KDDI ∞ Labo、「次世代プログラム」を開始。https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/09/05/3354.html
[280] SoftBank，2019。フジロックで 5G プレサービスを提供。https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20190702_03/
[281] SoftBank，2018。「5G×IoT Studio」がスタート。https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2018/20180206_02/

（4）樂天

樂天採用全新的網路架構，從無線接取網路至核心網路皆完全虛擬化，打造世界首個網路與服務營運皆端對端自動化的雲端原生行動網路，並在服務開始時就使用「5G Ready」的構造。2019 年 2 月 12 日樂天宣布世界首個端對端完全虛擬化的雲端原生行動網路的數據通訊實驗成功[282]。

樂天以既有電子商務、信用卡、網路銀行等行動服務[283]，結合全新的「端對端完全虛擬化的雲端原生行動網路」作為與三大電信業者競爭的策略[284]，採用虛擬無線接取網路（Virtualized Radio Access Network，vRAN）與其他專利技術，有利於降低營運與維護成本，並可望透過軟體升級將 4G 網路轉換為 5G 網路[285]。端對端完全虛擬化的雲端原生行動網路架構如下圖 4.7.21：

[282] Rakuten，2019。楽天モバイルネットワーク、世界初のエンドツーエンドの完全仮想化クラウドネイティブネットワークにおいて実証実験に成功。
https://corp.rakuten.co.jp/news/press/2019/0212_06.html
[283] 科技新報，2019。日本樂天一場豪賭，將顛覆電信龍頭寡占局面。
https://technews.tw/2019/04/11/rakuten-5g/
[284] 鉅亨網，2019。樂天打造全球首個 5G 雲端原生行動網路 預計 2020 年 6 月推出。
https://www.inside.com.tw/article/17094-rakuten-to-roll-out-5g-services-by-june-2020
[285] 科技新報，2019。日本樂天一場豪賭，將顛覆電信龍頭寡占局面。
https://technews.tw/2019/04/11/rakuten-5g/



資料來源：Rakuten，2019。楽天モバイルネットワーク、世界初のエンドツーエンドの完全仮想化クラウドネイティブネットワークにおいて実証実験に成功。
https://corp.rakuten.co.jp/news/press/2019/0212_06.html

圖 4.7.21　日本樂天端對端完全虛擬化的雲端原生行動網路

① 開放、虛擬且分散的無線接取網路（vRAN）

② 藉由完全虛擬化的通用且分散式的電信雲（Telco Cloud），脫離對專用硬體與傳統架構（legacy Infrastructure）的依賴

③ 運用行動邊緣計算使伺服器等設備的配置更貼近用戶

④ 從服務開始即採用「5G Ready」系統架構

⑤ 5G 的 IPv6 傳輸／行動回傳（Mobile Backhaul）架構

⑥ 將使用軟體定義網路（Software-Defined Networking，SDN）實現 5G 數據中心（Data Center）

⑦ 泛用的硬體庫存管理單元（Stock Keeping Unit，SKU）－標準化和簡單化

⑧ 網路營運的完全自動化

⑨ OSS / BSS 的統一

⑩ 建立新的商業模型和生態系統

第八節、 韓國

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

有鑑於第四次工業革命為各類產業帶來大量資訊與 ICT 技術，將引發產業結構的重大變革，為準備中長期頻率綜合計劃，MSIT 組成研究團隊，以選擇性及戰略性的方式來面對未來頻譜需求。2016 年 12 月 22 日，MSIT 舉行諮詢會議蒐集各界專家與利害關係人的建議並經由各政府部門協商後，隨即於 2017 年 1 月 18 日發布「K-ICT 頻譜計畫（K-ICT 스펙트럼 플랜 수립）[286]」。

預期未來將因資訊社會與第四次工業革命而出現環境變化與大量頻譜需求，專家建議提出至 2026 年涵蓋未來共 10 年間的 40GHz 頻寬供給計畫及主要的系統改進項目，透過增加頻寬提供即時可用的頻譜資源。

為了建構、佈署世界最早的 5G 環境，MSIT 於 2018 年前須確認共 1,300MHz 的可用新興頻率，包含 28GHz 頻段至少有 1,000MHz 頻寬，3.5GHz 頻段則有 300MHz 頻寬，並建立 5G 頻譜分配計畫以呈現 5G 頻譜政策方向及市場應用。

286 MSIT，2017。K-ICT 스펙트럼 플랜 수립。
https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw315&artId=1324832

（二）釋出期程

根據 MSIT 於 2017 年 1 月 18 日發布之「K-ICT 頻譜計畫[287]」，以有效佈建及營運 5G 網路，並確保至 2026 年共 10 年間提供共 4,300MHz 的 5G 可用頻寬(參照表 4.8.1)，並將 24GHz 以上的 mmWave 頻段與 6GHz 以下的低頻段並行提供行動通訊使用。

表 4.8.1　韓國行動通訊頻率確保方案

單位:MHz

頻段		～2018 年*	～2021 年*	～2026 年	合計
4G 低頻段	1.4GHz	-	40	-	40
	2.1GHz	-	-	60	60
	2.3GHz	-	40	-	40
5G 寬頻	3.5GHz	300	-	-	300
	24GHz 以上	1,000+α	2,000-α	1,000	4,000
合計		1,300+α	2,080-α	1,060	4,440

資料來源：MSIT，2017。K-ICT 스펙트럼 플랜 수립。
https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw315&artId=1324832
註*：韓國預計於 2021 年前，確保 24GHz 以上頻段共 2,000MHz 頻寬，包含 28GHz 相鄰頻段（26.5-27.5GHz、28.5-29.5GHz）或 WRC-19 會後選擇的頻段。但若 28GHz 相鄰頻段此 2,000MHz 頻寬內設備與終端的生態系提前發展完成，且相關設備終端符合供給要件，則將於 2018 年前先行確保此頻段內之頻率，先行確保的頻寬以「α」表示。

中高頻段部分，於 2018 年前須確保 3.5GHz 頻段共 300MHz 頻寬、28GHz 頻段共 1,000MHz 頻寬，合計 1,300MHz 的可用頻譜。於 2021 年前，在 28GHz 的鄰近頻段（26.5-27.5GHz、28.5-29.5GHz）或根據 WRC-19 所確立的頻段確保共 2,000MHz 的可用頻譜;並在 2026 年前，因應 5G 使用流量增加，須確保高頻共 1,000MHz 的追加頻寬。

低頻段的部分，則於 1.4GHz、2.1GHz 及 2.3GHz 等頻段中確保共 140MHz 的可用頻寬，同時保留 700MHz 及 2.5GHz 等頻段提供既

287 MSIT，2017。K-ICT 스펙트럼 플랜 수립。
https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw315&artId=1324832

有或新進業者需要時優先使用。

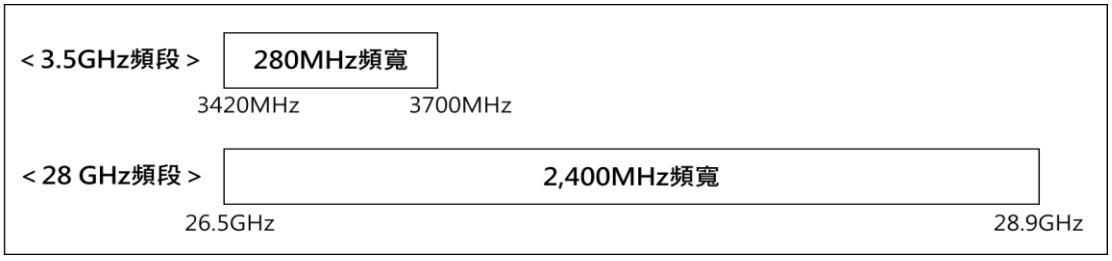
2018 年 6 月，韓國完成中頻段 3.5GHz（3420-3700MHz）及高頻段 28GHz（26.5-28.9GHz）的 5G 頻譜拍賣，釋出中頻段 280MHz 頻寬及高頻段 2,400MHz 頻寬，共釋出 2,680MHz 頻寬。

二、 釋照方式及細節規定

（一）拍賣方式與規定

MSIT 於 2018 年 5 月 4 日發布「行動通訊（IMT）用頻段分配公告[288]」，該公告指出自 2018 年 6 月 4 日開始電信業者得提交投標申請予主管機關審核，並於 6 月 15 日開始競標。2018 年拍賣釋出中頻 3.5GHz 頻段共 280MHz 頻寬，以 10MHz 為單位頻寬、共 28 個區塊；以及高頻 28GHz 頻段共 2,400MHz 頻寬，以 100MHz 為單位頻寬、共 24 個區塊拍賣，如下圖 4.8.1。

3.5GHz 頻段總底價為 2 兆 6,544 億韓元（約新臺幣 727.29 億元），而 28GHz 頻譜拍賣總底價為 6,212 億韓元（約新臺幣 170.21 億元）。



資料來源：MSIT，2018. 전파법。이동통신（IMT）용 주파수할당 공고。
https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw32&artId=1381869

圖 4.8.1 韓國 2018 年釋出之 5G 頻段

288 MSIT，2018。전파법. 이동통신（IMT）용 주파수할당 공고。
https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw32&artId=1381869

依據韓國「無線電波法（전파법）[289]」第 11 條，2018 年 6 月 15 日開始的 5G 頻譜釋照採二階段混合式的拍賣方式，且 3.5GHz 與 28GHz 兩頻段的所有區塊為同時競標。與過去的混合式拍賣競標稍有不同，2016 年的行動頻譜釋照以同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multi-Round Auction，SMRA）搭配密封投標（Sealed Bid Auction）

進行競價，而本次 5G 頻譜競標在第一階段則採用昇冪時鐘拍賣（Clock Ascending Auction，CAA），最多可進行 50 回合，若於第 50 回合拍賣仍未結束，則再進行一次追加回合；第二階段同樣採密封投標，以決定第一階段得標區塊的位置。以下針對此次拍賣的流程及相關規定，依照二階段分項進行說明：

1. 第一階段拍賣（區塊數量決定階段）

（1） 基本規則及相關事項

I. 基本規則

- MSIT 於各回合開始時公告該回合的起始價格與建議價格。
  - 第一階段標的為虛擬區塊（Generic Lot），第一回合的起始價格及建議價格[290]皆訂為競標底價。
  - 自第二回合起，每回合的起始價格為前一回合的得標價格。每一回合的建議價格則為該回合的起始價格加上價格增量的總和。
  - 價格增量為每回合起始價格的 1%（價格增量上限比率）以

[289] MSIT，2018。전파법。
http://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A0%84%ED%8C%8C%EB%B2%95
[290] 建議價格係指該回合之起始價加上價格增量。

內，由 MSIT 決定。

- 各投標者可根據每回合公告的建議價格進行期望區塊數量（期望區塊需求）投標（此為建議投標）。
- 投標者可於各頻段針對每回合建議價格以外的金額進行期望區塊數量（期望區塊需求）投標（此為選擇投標）。
  - 選擇投標的投標金額範圍為超過起始價格且未達建議價格。
  - 選擇投標須依據「選擇投標規則及相關事項」出示價格。

II. 回合結算價格及結算區塊數

- 於第一回合結束時，各投標者的結算區塊數由該回合的期望區塊需求決定，結算金額由該回合的建議價格決定。
- 當所有投標者的期望區塊總需求大於或等於供應區塊數則須進行 2 回合以上的投標。
  - 當沒有選擇投標，只有建議投標時，該回合的建議價格訂為結算價格，各投標者的期望區塊需求由各得標者的結算區塊數來決定。
  - 當有選擇投標時，根據「選擇投標規則及相關事項」決定該分配區塊的結算價格及結算區塊數。
- 若進行 2 回合以上的投標，且所有投標者的期望區塊總需求小於供應區塊數時。
  - 當沒有選擇投標，只有建議投標時，以前一回合的結算價格及結算區塊數作為本回合的結算金額及結算區塊數。
  - 當有選擇投標時，根據「選擇投標規則及相關事項」決定該分配區塊的結算價格及結算區塊數。
- 當特定回合的建議價格投標不存在時，根據「選擇投標規則及相關事項」決定建議價格的期望區塊需求總和。

III. 決定得標者及得標區塊數量

- 當於特定回合的選擇投標或是建議投標的結果，達到期望區塊需求總和與供給區塊數相同時，該回合結束的同時即為該頻段拍賣結束。
  - 但，於第 1 回合的投標結果中，特定頻段的期望區塊需求總和少於供給區塊數時，即為該回合的結束與該頻段的拍賣結束。
  - 於投標結束回合的結算金額與結算區塊數為第 1 階段拍賣的得標金額與各投標者的得標區塊數。
- 假使進行到第 50 回合，仍未結束拍賣時，將針對該頻段的拍賣進行追加回合，來決定各投標者的得標區塊數及第 1 階段拍賣的得標金額。

IV. 投標可行量

- MSIT 根據各投標者所申請的分配頻段、頻寬以及繳交的保證金進行審核，並給予各投標者其投標可行量。
  - 投標可行量為根據各投標者及各頻段別給予。
  - 每回合開始前接受各投標者告知自身於該回合所保留的投標可行量。
- 各投標者所能獲得的各頻段投標可行量限制：3.5GHz 頻段最多 10 個區塊（100MHz 頻寬）、28GHz 頻段最多 10 個區塊（1,000MHz 頻寬）。
- 在特定回合中，特定投標者於各頻段的結算區塊數將訂為下一回合該投標者於各頻段的投標可行量。

（2） 選擇投標規則與相關事項

I. 選擇投標

- 選擇投標為投標者於各頻段的投標回合中，選擇超過起始價格但未達建議價格的特定價格，並提出期望區塊需求。
  - 選擇投標不適用於第 1 回合。
  - 選擇投標的金額須以億韓元作為單位。

II. 選擇投標細部規則

- 投標者於特定回合中提交投標書時，最多可提交 2 個選擇投標，所有投標（選擇投標及建議投標）適用於以下規則。
  - 各投標者的所有投標金額皆不得相同。
  - 各投標者的所有投標由最低投標金額開始安排，所有投標的期望區塊需求必須隨著投標金額的提高而減少（包括先前回合的結算區塊數）。
- 投標者可以在沒有建議投標的狀況下，只進行選擇投標。
  - 在特定回合中，沒有特定投標者的建議投標時，以投標者於該回合選擇投標中投標金額最高的期望區塊需求作為選擇投標的考慮性期望區塊需求。
  - 考慮性投標不包含在實際投標次數當中。

III. 選擇投標進行順序及方法

- 選擇投標的處理方式為所有投標者的所有投標金額當中，從最低投標金額開始依順序進行。
  - 只進行到選擇投標的期望區塊需求總數與供給區塊數相同時。
- 當投標者於特定回合中只提交 1 個選擇投標時，

- 若該回合的超過起始價格，未達選擇投標之投標金額時，擁有前一回合結算區塊數的期望區塊需求，
- 若選擇投標的投標金額時，擁有少於前一回合結算區塊數，大於選擇投標的期望區塊需求之區塊數，
- 若選擇投標的金額在超過投標金額但未達建議價格時的區間，擁有選擇投標的期望區塊需求之區塊數。

- 當投標者於特定回合中提交 2 個選擇投標時（從投標金額較低的投標開始，分別稱之選擇投標 1 和選擇投標 2），
  - 若該回合的超過起始價格，未達選擇投標 1 之投標金額時，擁有前一回合結算區塊數的期望區塊需求，
  - 若與選擇投標 1 的投標金額相同時，擁有少於前一回合結算區塊數，大於選擇投標 1 的期望區塊需求之區塊數，
  - 若超過選擇投標 1 的投標金額但未達選擇投標 2 的投標價格時，擁有選擇投標 1 的期望區塊需求之區塊數，
  - 若與選擇投標 2 的投標金額相同時，擁有少於選擇投標 1 的結算區塊數，大於選擇投標 2 的期望區塊需求之區塊數，
  - 若選擇投標 2 的金額在超過投標金額但未達建議價格時，擁有選擇投標 2 的期望區塊需求之區塊數。
- 若投標者於特定回合中同時提交選擇投標及建議投標，未達建議價格的期望區塊需求依照前項進行，與建議價格相同時，根據建議投標的期望區塊需求進行處理。
- 若出現兩位以上投標者提交相同投標金額時，將給予各投標一亂數，由亂數數值順序進行投標。

IV. 選擇投標時的結算價格及結算區塊數決定

- 進行選擇投標時，各頻段的結算價格及結算區塊數依照下述順序進行。
  - 各回合投標的結果產生是根據該頻寬的期望區塊需求總和與供給區數相同時的選擇投標來決定。
  - 該次投標的投標額為結算價格，該次投標經確認後各投標者的期望區塊需求定為各投標者的結算區塊數。
- 若無選擇投標及建議投標符合特定頻段的期望區塊需求總和與供給區塊數一致的情況下，
  - 前一回合的結算價格及結算區塊數定為該回合的結算價格及結算區塊數

（3） 追加回合規則與相關事項

I. 追加回合規則

- 拍賣在進行 50 回合後仍未結束時，將實施追加回合。
  - 在第 50 回合拍賣時仍未放棄（包含放棄出價的狀況）投標的投標者必須參加追加回合。
- 追加回合時，各投標者於第 50 回合拍賣結束時未滿的投標可行量根據下述區塊數進行選擇投標（此為「追加投標」）。
  - 針對 3.5GHz 頻段，在第 50 回合拍賣結束時的結算區塊數為 10 個的投標者應對 9 個及 8 個區塊進行追加投標；結算區塊數為 9 個的投標者應對 8 個區塊進行追加投標。
  - 針對 28GHz 頻段，與前項規則相同，最少適用於 4 個區塊。
- 追加回合的投標規則適用於「選擇投標規則及相關事項」，以下的例外狀況也適用。

- 追加回合的投標金額大於第 50 回合的結算價格。
- 追加回合無建議價格（無上限）。

II. 得標區塊及得標者決定

- 當實施追加回合的狀況下，追加回合的結算價格及結算區塊數為該投標者第一階段的得標價及得標區塊數。
  - 各投標者的追加回合結算價格與結算區塊數適用於「選擇投標規則及相關事項」來決定。
  - 但，在追加回合有放棄投標（包含放棄出價的狀況）的投標者情形時，除了此情形投標者外的其餘投標者於追加回合的結算區塊數及結算價格由第 50 回合的結算區塊數及結算價格決定。

（4） 揭露資訊

I. 回合別公告事項

- 於每回合結束後，向各投標者告知下列事項
  - 該回合的頻段結算價格
  - 該回合頻段是否有供不應求的狀況
  - 該投標者的頻段期望區塊需求及區塊價格
  - 該投標者的頻段結算區塊數
  - 該投標者於該回合的投標書是否有效
  - 該投標者是否延後投標[291]
  - 該投標者是否放棄投標
  - 該投標者的延後投標次數等
- 於每回合開始時，向各投標人告知下列事項

291 延後投標：投標者於特定回合休息，不進行投標的意思。投標者若欲使用延後投標，須於提交投標書時進行延後投標申請。

- 各頻段的建議價格及起始價格
- 該投標者對於各頻段的投標可行量
- 投標書提交截止時間等

II. 無效投標

- 與以下敘述相同情況時，投標以無效處理。
  - 投標者所提交的期望區塊需求超過投標可行數量
  - 投標者並未遵守選擇投標的規則
  - 投標者無法出示有效的投標書
  - 投標者未遵守投標書的書寫規準或拍賣的基本規則
- 於特定回合中有無效投標的情形時，將從該投標者的延後投標次數中使用延後投標，延後投標說明如後。

III. 延後投標

- 延後投標是指投標者於特定回合休息，不進行投標的意思。投標者若欲使用延後投標，須於提交投標書時進行延後投標申請。
  - 若是有超過 1 位投標者於特定回合申請延後投標，該回合以不接受投標處理(維持前一回合各頻段的結算及結算金額)。
- 延後投標於各頻段的拍賣各有 2 次的使用機會。
  - 但第 1 回合不得申請延後投標，當於第 1 回合申請延後投標時，將視為放棄投標及撤回該申請，不得參加以後的拍賣。
- 於特定回合中有投標無效的情形時，將從該投標者的延後投標次數中使用延後投標。

IV. 放棄投標

- 若有以下狀況，以放棄投標處理。

- 投標者於投標書上提出放棄投標之申請。
- 投標者未於投標截止時內提出投標。
- 投標者在沒有延後投標的次數下申請延後投標或是產生無效投標。

● 若未於拍賣過程中進行投標，將認定為放棄投標及撤回該申請。

2. 第二階段拍賣（頻段位置決定階段）

（1） 基本規則

● 第一階段拍賣時仍未放棄投標（包含放棄出價的狀況）的投標者必須參加第二階段的拍賣。

● 第二階段拍賣開始前，向各投標者告知第一階段在各頻段的得標區塊數以及在第二階段拍賣可以投標的所有頻段位置。

● 投標者應針對所有頻段位置個別以億元為單位提交大於 0 元的金額。

- 投標者無提交金額的頻段位置將認定以 0 元進行投標。

（2） 得標區塊及得標者決定

● 投標結束後，假設所有投標者頻段位置各有一個的組成下，選擇所有組合中投標金額總和最高的最高價位置組合。

● 當最高價位置組合為唯一組合時，以此作為得標組合。而該得標組合所包含的頻段位置投標者為得標者，各頻段位置的投標金額為第 2 階段的得標金額。

（3） 同分組合處理

● 當最高價位置組合有複數的情形下，將再次進行投標。

（4） 最終得標價

- 各投標者的最終得標價為第一階段與第二階段的拍賣金額總合。

（二）拍賣考量

根據韓國電信業務法第六條，獲得定期通訊業務許可且符合下列兩項條件的電信業者得申請頻譜分配：

1. 非屬無線電波法第 13 條所規範者；
2. 若符合壟斷規章及公平貿易相關法律施行令[292]第 11 條規範的特殊關係者，僅得以一個法人身分進行分配申請。

電信業者應於申請頻譜分配時依規定註明各頻段欲獲得的最大頻寬數量，並依據網路建設義務提出頻譜使用計畫書，內容須包含各頻段的服務提供時間、地區及新設基地臺的建設計畫等相關事項。另根據無線電波法施行令第 15 條之規定，欲申請頻譜分配的電信業者須向 MSIT 支付保證金，各頻段保證金計算如下：

- 3.5GHz：{(最低競爭價格 ÷ 280) × 申請分配頻寬} × 0.1
- 28GHz：{(最低競爭價格 ÷ 2,400) × 申請分配頻寬} × 0.1

（三）競標區塊大小

MSIT 將 3.5GHz 頻段以 10MHz 頻寬為單位切割出 28 個虛擬區塊，同時 28GHz 頻段則以 100MHz 頻寬為單位切割為 24 個虛擬區塊，而虛擬區塊指區塊的位置不進行事前決定，申請頻譜核配的電信

292 MSIT，2019。독점규제 및 공정거래에 관한 법률 시행령。
http://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EB%8F%85%EC%A0%90%EA%B7%9C%EC%A0%9C%EB%B0%8F%EA%B3%B5%EC%A0%95%EA%B1%B0%EB%9E%98%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0%EC%8B%9C%ED%96%89%EB%A0%B9

業者在投標時僅能以區塊數量為單位進行競價。

（四）單一業者取得頻率上限

在本次頻譜拍賣中，MSIT 分別制訂 3.5GHz 及 28GHz 各頻段業者取得之頻寬上限。在 3.5GHz 部分，每家業者可分配的頻寬最多不得超過 100MHz，即 10 區塊；28GHz 部分，頻寬競標上限則不得超過 1,000MHz，即 10 區塊。

（五）業者得標義務

1. 網路建設義務

根據韓國 MSIT 所發布之「行動通訊(IMT)頻譜分配公告[293]」，於 2018 年 6 月 18 日的中頻段 3.5GHz 及高頻段 28GHz 頻譜釋照取得頻譜之業者，皆須遵守表 4.8.2 中的年度網路建設義務及申請時提交的「頻寬使用計畫書」，並於 2019 年 4 月提交實施結果。

檢視 3.5GHz 與 28GHz 建設義務可見，3.5GHz 建設義務為佈建 150,000 個基地臺。如同韓國近年行動寬頻釋照義務，以基地臺數量進行計算，其中基地臺包含中繼基地臺、RF 中繼基地臺及小型基地臺。而在無線電基地臺架設時，針對鄰近頻段須以公共目的為基準，在事前與已架設基地臺之業者進行協商及取得授權方可使用。

另在 2.8GHz 建設義務，則以安裝於基地臺的裝置數量計算，此處裝置數量包含波束成形(Beamforming)及支援多輸入多輸出(Multi-Input Multi-Output，MIMO）的天線設備等，如 RU/AU、AAU/DAU 等，規定總建設數量須達 10 萬個。所有的執照持有者須於 3 年內須

293 MSIT，2018。이동통신(IMT)용 주파수할당 공고。
https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw32&artId=1381869

完成建設義務之 15%，而 3.5GHz 頻段執照持有者另須於 5 年內完成 30%之建設義務，即 45,000 個基地臺。

表 4.8.2　韓國 5G 頻段持有者建設義務

頻段	數量標準[1]	強制建設數量（依年度計算）	
		三年（15%）	五年（30%）
3.5GHz	150,000	22,500	45,000
28GHz	100,000[2]	15,000	-

資料來源：MSIT，2018。이동통신(IMT)용 주파수할당 공고。

https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw32&artId=1381869

註 1：基地臺包含中繼基地臺、RF 中繼基地臺及小型基地臺。

註 2：係指安裝於基地臺的裝置數量（包含波束成形及支援 MIMO 的天線設備等，如 RU/AU、AAU/DAU 等）。

2.　5G 基地臺與裝置技術規定

上述建設義務所指之基地臺或裝置的技術規定，說明如下。南韓 5G 行動通訊無線設備技術基準，係依據 3GPP 釋出的標準規範進行制定，以確保與國際標準一致。MSIT 並於 2018 年 8 月 16 日發布「5G 無線網路建設技術標準[294]」，導入新的 5G 終端及無線網路標準。不同於現有 3G 及 LTE 所使用標準，5G 基地臺為天線及基地臺的整合，因此採用總輻射功率（Total Radiated Power）標準。在技術標準制定時，除考量生命安全及無線電干擾預防等基本原則外，亦將無線電設備技術與頻率特性納入考量。

而關於 3.5GHz 與 28GHz 的 5G 行動通訊無線設備技術基準，可見 MSIT 於 2018 年 8 月 16 日發布的「5G 無線網路建設技術標準[295]」文件，細部規定則可參考韓國無線電研究所（National Radio Research

294 MIST, 2018. 5G 무선망 구축을 위한 무선설비 기술기준 마련
https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=notice&file_parentseq=2209&file_seq=1

295 MSIT，2018。5G 무선망 구축을 위한 무선설비 기술기준 마련。
https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1398612

Agency， RRA）於 2018 年 12 月發布之「建立 5G 商業化無線電波利用基地[296]」文件，詳述如後。

（1） 南韓 3.5GHz 的 5G 行動通訊無線設備技術基準

I. 共同條件

a. 通訊方式為正交分頻多工的方式

b. 電磁波形式為使用 G7D、D7D、D7W、G7W 或是 W7W 中一種以上。

c. 頻率波段須符合以下條件：利用 3420-3700MHz 頻段的行動通訊無線設備可使用的佔用頻寬為 10MHz、15MHz、20MHz、30MHz、40MHz、50MHz、60MHz、70MHz、80MHz、90MHz、或是 100MHz。

II. 基地臺發射裝置的條件

a. 提供天線分接頭的功率小於（佔用頻寬(MHz)*0.4/MHz）W 以及總功率不超過（佔用頻寬(MHz)*3.2/MHz）W，或是總輻射功率不超過第 3 款的基本值 9dB。但，天線連接形式基地臺送信裝置的功率小於（佔用頻寬(MHz)*0.6/MHz）W 以及總功率不超過（佔用頻寬(MHz)*4.8/MHz）W，此外應符合第三款所規定之基本值。

b. 頻率容許誤差應滿足以下條件（表 4.8.3）：

296 RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。
https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

表 4.8.3　韓國 3.5GHz 頻率容許誤差範圍技術規定

天線分接頭最大提供功率大於 38dBm 時	應小於 ±0.05ppm
天線分接頭最大提供功率未滿 38dBm 時	應小於 ±0.1ppm

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

c. 相鄰通道洩漏比應較基本頻率的平均功率小於 45dB 以上，或是較下表 4.8.4 所訂定的絕對值更加嚴謹

表 4.8.4　韓國 3.5GHz 頻率容許誤差範圍技術規定

天線分接頭最大提供功率大於 38dBm 時	小於 -15dBm/MHz
天線分接頭最大提供功率介於 24~38dBm 時	小於 -25dBm/MHz
天線分接頭最大提供功率小於 24dBm 時	小於 -32dBm/MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

d. 頻寬外發射須滿足以下條件：

① 基本頻率的天線分接頭最大提供功率超過 38dBm 時(表 4.8.5)

表 4.8.5　韓國 3.5GHz 頻率容許誤差範圍技術規定
（最大提供功率超過 38dBm）

佔用超過頻寬的距離(Δf)	各天線分接頭非必要發射之平均功率	解析頻寬
0.05MHz ≤ Δf <5.05MHz	小於 $-7\text{dBm} - \frac{7}{5}\left(\frac{\Delta f}{MHz} - 0.05\right) dB$	100 kHz
5.05MHz ≤ Δf<10.05MHz	小於 -14dBm	100 kHz
10.05 MHz≤ Δf <40MHz	小於 -15dBm	100 kHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

② 基本頻率的天線分接頭最大提供功率超過 38dBm 時(表 4.8.6)

表 4.8.6 韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定
(最大提供功率超過 38dBm)

佔用超過頻寬的距離(Δf)	各天線分接頭非必要發射之平均功率	解析頻寬
0.05MHz ≤ Δf <5.05MHz	天線分接頭最大提供功率小於 $-53\text{dB} - \frac{7}{5}\left(\frac{\Delta f}{MHz} - 0.05\right) dB$	100 kHz
5.05MHz≤ Δf <10.05MHz	天線分接頭最大提供功率小於 -60dB	100 kHz
10.05MHz≤ Δf <40MHz	天線分接頭最大提供功率小於 -60dB 或是-25dBm 中最小值	100 kHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

③ 基本頻率的天線分接頭最大提供功率超過 24dBm，小於 31dBm 時(表 4.8.7)

表 4.8.7 韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定
(最大提供功率超過 24dBm，小於 31dBm)

佔用超過頻寬的距離(Δf)	各天線分接頭非必要發射之平均功率	解析頻寬
0.05MHz ≤ Δf <5.05MHz	小於 $-22\text{dBm} - \frac{7}{5}\left(\frac{\Delta f}{MHz} - 0.05\right) dB$	100 kHz
5.05MHz ≤ Δf <10.05MHz	小於 -29dBm	100 kHz
10.05MHz≤ Δf <40MHz	小於 -29dBm	100 kHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

④ 基本頻率的天線分接頭最大提供功率小於 24dBm 時(表 4.8.8)

表 4.8.8 韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定
(最大提供功率小於 24dBm)

佔用超過頻寬的距離(Δf)	各天線分接頭非必要發射之平均功率	解析頻寬
0.05MHz ≤ Δf <5.05MHz	小於 $-30\text{dBm} - \frac{7}{5}\left(\frac{\Delta f}{MHz} - 0.05\right) dB$	100 kHz
5.05MHz ≤ Δf <10.05MHz	小於 -37dBm	100 kHz
10.05MHz≤ Δf <40MHz	小於 -37dBm	100 kHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

e. 雜散發射應符合以下的條件（表 4.8.9）

表 4.8.9 韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定

頻寬段	各天線分接頭非必要發射之 平均功率	解析頻寬
30MHz - 1GHz	小於 -36dBm	100 kHz
1GHz - 12.75GHz	小於 -30dBm	1 MHz
12GHz - 第五高頻		1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

III. 基地臺接收裝置的二次發射應符合的條件（表 4.8.10）

表 4.8.10 韓國 3.5 GHz 頻率容許誤差範圍技術規定

頻寬段	各天線分接頭非必要發射之 平均功率	解析頻寬
30MHz - 1GHz	-57dBm	100 kHz
1GHz - 12.75GHz	-47dBm	1 MHz
12GHz - 第五高頻	-47dBm	1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

IV. 行動臺送信裝置所可以使用的佔用頻寬為 10MHz、15MHz、20MHz、30MHz、40MHz、50MHz、60MHz、70MHz、80MHz、90MHz、100MHz。

V. 行動臺送信裝置條件

a. 頻寬容許偏差值為指定頻寬的±0.1 ppm以下

b. 天線提供功率須小於 200mW

c. 相鄰通道洩漏比應較基本頻率的平均功率小於 30dB 以上

d. 頻寬外發射應符合以下條件（表 4.8.11）

表 4.8.11　韓國 3.5 GHz 頻段頻寬外發射之技術規定

<table>
<tr><th colspan="11">頻寬外發射 (dBm)</th></tr>
<tr><th>佔用超過頻寬的距離 (MHz)</th><th>10 MHz</th><th>20 MHz</th><th>30 MHz</th><th>40 MHz</th><th>50 MHz</th><th>60 MHz</th><th>80 MHz</th><th>90 MHz</th><th>100 MHz</th><th>解析頻寬</th></tr>
<tr><td>± 0-1</td><td>-18</td><td>-20</td><td>-21</td><td>-24</td><td>-24</td><td>-24</td><td>-24</td><td>-24</td><td>-24</td><td>30kHz</td></tr>
<tr><td>± 1-5</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td rowspan="22">1MHz</td></tr>
<tr><td>± 5-6</td><td rowspan="3">-13</td><td rowspan="4">-13</td><td rowspan="4">-13</td><td rowspan="9">-13</td><td rowspan="13">-13</td><td rowspan="18">-13</td><td rowspan="17">-13</td><td rowspan="16">-13</td><td rowspan="15">-13</td></tr>
<tr><td>± 6-10</td></tr>
<tr><td>± 10-15</td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 15-20</td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 20-25</td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 25-30</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 30-35</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 35-40</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 40-45</td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 45-50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 50-55</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 55-60</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 60-65</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 65-80</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 80-85</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 85-100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>± 100-105</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
</table>

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

e. 雜散發射應符合以下的條件

f. 對於任何電信業者的用戶通用辨識模組（USIM）皆提供語音服務、影像通話服務、來電顯示服務、簡訊服務、多媒體簡訊服務以及數據服務（但不包括 WAP 服務)

g. 行動臺接收裝置的二次發射應符合的條件（表 4.8.12）

表 4.8.12　韓國 3.5 GHz 頻段行動臺接收裝置之二次發射技術規定

頻寬段	各天線分接頭非必要發射之 平均功率	解析頻寬
30MHz ~ 1GHz	-57dBm	100kHz
1GHz ~ 12.75GHz	-47dBm	1MHz
12GHz ~ 第五高頻	-47dBm	1MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

（2） 南韓 28GHz 的 5G 行動通訊無線設備技術基準

I. 共同條件

a. 通訊方式為正交分頻多工的方式

b. 電磁波形式為使用 G7D、D7D、D7W、G7W 或是 W7W 中一種以上。

c. 頻率波段須符合以下條件：利用 26.5-29.5GHz 頻段的行動通訊無線設備可使用的佔用頻寬為 100MHz、200MHz 或是 400MHz。

II. 基地臺送信裝置的條件

a. 頻率容許誤差應滿足以下條件（表 4.8.13）：

表 4.8.13 韓國 28GHz 頻段頻率容許誤差範圍之技術規定

總輻射功率大於 25dBm 時	應小於 ±0.05ppm
總輻射功率小於 25dBm 時	應小於 ±0.1ppm

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

b. 總輻射功率應根據不同的指定頻段，小於（佔有頻寬（MHz）*0.02/MHz）W

c. 相鄰通道洩漏比定義為在所需頻率頻寬（佔用頻率頻寬的 90%）內洩漏的功率與除最低指定頻率和最高指定頻率之外頻率的基頻平均頻率與佔用頻率頻寬之比。相鄰通道洩漏比應較基頻平均頻率小於 28dB 以上，或是較下方的絕對值更加嚴謹（表 4.8.14）。

表 4.8.14 韓國 28GHz 頻段相鄰通道洩漏比之技術規定

總輻射功率大於 25dBm 時	小於 -13dBm/MHz
總輻射功率小於 25dBm 時	小於 -20dBm/MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

d. 頻段外發射須滿足以下條件

① 總輻射功率超過 25dBm 時（表 4.8.15）

表 4.8.15 韓國 28GHz 頻段外發射頻寬之技術規定（超過 25dBm）

佔用頻寬	與所需頻寬的距離（Δf）	不必要發射平均功率（總輻射功率）	解析頻寬
100、200、400 MHz	0 ≤ Δf < 佔有頻寬的 10%	小於 -5dBm	1 MHz
	佔有頻寬的 10% ≤ Δf < 帶外邊界	小於 -13dBm	1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

② 總輻射功率未達 25dBm 時（表 4.8.16）

表 4.8.16 韓國 28GHz 頻段外發射頻寬之技術規定（總輻射功率未達 25dBm）

佔用頻寬	與所需頻寬的距離（Δf）	不必要發射平均功率（總輻射功率）	解析頻寬
100、200、400 MHz	0 ≤ Δf < 佔有頻寬的 10%	最大（總輻射功率 -40dB,-12dBm）	1 MHz
	佔有頻寬的 10% ≤ Δf < 帶外邊界	最大（總輻射功率 -48dB,-20dBm）	1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

③ 混附發射應符合以下的條件（表 4.8.17）

表 4.8.17 韓國 28GHz 頻段混附發射技術規定

頻段	不必要發射平均功率（總輻射功率）	解析頻寬
30 MHz ~ 1 GHz	小於 -13dBm	100 kHz
1 GHz ~ 第二高頻 GHz		1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

III. 應符合的條件（表 4.8.18）

表 4.8.18　韓國 28GHz 頻段基地臺接收裝置的二次發射技術規定

頻段	不必要發射平均功率 （總輻射功率）	解析頻寬
30 MHz ~ 1 GHz	-57dBm	100 kHz
1 GHz ~ 第二高頻 GHz	-47dBm	1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

IV. 行動臺送信裝置條件（表 4.8.19）

a. 頻寬容許偏差值為指定頻寬的±0.1 ppm以下

b. 等效全向輻射功率須小於 20W

c. 相鄰通道洩漏比應較基本頻率的平均功率小於 17dB 以上

d. 應符合以下條件

表 4.8.19　韓國 28GHz 頻段頻段外發射之技術規定

佔有頻寬	與指定頻寬的距離	不必要發射平均功率 （總輻射功率）	解析頻寬
100 MHz	±(0~10) MHz	小於 -5dBm	1 MHz
	±(10~200) MHz	小於 -13dBm	1 MHz
200 MHz	±(0~20) MHz	小於 -5dBm	1 MHz
	±(20~400) MHz	小於 -13dBm	1 MHz
400 MHz	±(0~40) MHz	小於 -5dBm	1 MHz
	±(40~800) MHz	小於 -13dBm	1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

e. 混附發射應符合以下的條件（表 4.8.20）

表 4.8.20 韓國 28GHz 頻段混附發射之技術規定

頻段	不必要發射之平均功率 （總輻射功率）	解析頻寬
30 MHz ~ 1 GHz	小於 -36dBm	100 kHz
1 GHz ~ 12.75 GHz	小於 -30dBm	1 MHz
12 GHz ~ 第二高頻	小於 -13dBm	1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

V. 行動臺接收裝置的二次發射應符合的條件（表 4.8.21）

表 4.8.21 韓國 28GHz 頻段行動臺接收裝置的二次發射技術規定

頻段	不必要發射之平均功率 （總輻射功率）	解析頻寬
30 MHz ~ 1 GHz	-57dBm	100 kHz
1 GHz ~ 第二高頻	-47dBm	1 MHz

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

VI. 輸出容差（表 4.8.22）

表 4.8.22 韓國 28GHz 頻段輸出容差技術規定

送信裝置	容許偏差（%）	
	上限百分比	下限百分比
1.使用分頻雙工的無線通訊設備 甲、行動臺	20	-
2.使用時分複合方法的 28GHz 頻寬無線通訊設備 甲、行動臺	100	-

資料來源：RRA，2018。5G 상용화에 대비한 전파이용 기반 마련。

https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=research2&file_parentseq=1136&file_seq=1

三、 頻率使用期限及限制

（一）頻率使用期限

MSIT 於「5G 行動通訊頻率分配公告[297]」中訂定 3.5GHz 及 28GHz 頻段的釋照日期，考量當時 3GPP 標準決議時間為 2018 年下半年，再加上基礎設施建構測試所需時間，該拍賣釋出的 3.5GHz 及 28GHz 頻段其分配時間皆為 2018 年 12 月 1 日。

在頻譜使用期限上，3.5GHz 與 28GHz 的頻譜使用時間不同，3.5GHz 頻段的使用期限為 2018 年 12 月 1 日至 2028 年 11 月 30 日，可使用時間為 10 年；28GHz 頻段的使用期限則為 2018 年 12 月 1 日至 2023 年 11 月 30 日，可使用時間為 5 年，如表 4.8.23。

表 4.8.23 韓國 3.5GHz 及 28GHz 執照期限

頻段	可用日期	使用期限	年限
3.5GHz	2018 年 12 月 1 日	2028 年 11 月 30 日	10 年
28GHz	2018 年 12 月 1 日	2023 年 11 月 30 日	5 年

資料來源：MSIT，2018. 전파법。이동통신（IMT）용 주파수할당 공고。
https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw32&artId=1381869

[297] MSIT，2018。5 세대（5G） 이동통신 주파수 할당。
https://www.msit.go.kr/cms/www/m_con/news/report/__icsFiles/afieldfile/2018/06/18/180618%20%EC%A6%89%EC%8B%9C%20(%EB%B3%B4%EB%8F%84)%205%EC%84%B8%EB%8C%80(5G)%20%EC%9D%B4%EB%8F%99%ED%86%B5%EC%8B%A0%EC%9A%A9%20%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%20%EA%B2%BD%EB%A7%A4%20%EC%B5%9C%EC%A2%85%20%EA%B2%B0%EA%B3%BC.pdf

（二）避免混頻、干擾

取得頻譜的電信業者應考量申請頻段內外各種業務，並根據選擇的技術方式於「頻寬使用計畫書」提出針對無線電基地臺、外來電波等所造成混頻、干擾時的解決方案，或避免混頻、干擾的網路建設計畫。

針對 3.5GHz 頻段，申請相關頻段的電信業者應考量其他行動通訊頻段造成的諧波、相互調變產生混頻或干擾的可能性、與鄰近公共頻段與衛星地面站收訊頻段產生混頻或干擾的可能性，以及其他申請頻段內外各種業務及無線電基地臺、外來電波等產生混頻或干擾的可能性，並提出解決方案或迴避計畫。

在 28GHz 方面，電信業者須考量頻段內與各種鄰近頻段的汽車防撞雷達產生的混頻或干擾發生的可能性、與鄰近的移動衛星地面站（Earth Stations in Motion，ESIM）頻段產生混頻或干擾的可能性，以及其他申請頻段內外各種業務及無線電基地臺、外來電波等產生混頻或干擾的可能性，並提出解決方案或迴避計畫。

取得頻段的電信業者應於發生混頻或干擾時透過相互協商解決，並根據「頻段使用計畫書」中提出的保護及迴避方案確實執行。

四、　其他規定

根據韓國電信相關法令，取得頻譜的電信業者若未遵守網路建設義務，MSIT 得採縮短頻譜使用期限或回收頻譜等相關懲處措施，但基於使用者保護原則，經過必要性的判斷後，MSIT 可於進行懲處前採取一次糾正措施。相關懲處措施如下：

- 若電信業者於取得頻譜後的第三年或第五年未確實執行網路建設規範，經查核後 MSIT 將減少其頻譜使用期限(以 10%為單位)或回收該頻譜。
  - 若電信業者未執行網路建設義務，或中間（第三年或第五年）核查分數未滿 70 分時，進行糾正措施或減少整體使用期間的 10%。
  - 若電信業者實際的架設數量低於 10%，或是中間核查分數未滿 30 分時，MSIT 回收取得頻段。
- 使用期間結束（重新分配)時，中間核查結果若未執行，則不進行重新分配或回收部分頻譜。

五、 釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

韓國本次頻譜拍賣 3.5GHz 總底價為 2 兆 6,544 億韓元（約新臺幣 727.29 億元[298]），28GHz 頻譜拍賣總底價為 6,212 億韓元（約新臺幣 170.21 億元）。

韓國於 2018 年 6 月 18 日完成 5G 頻譜拍賣，總標金達 3 兆 6,183 億韓元（約新臺幣 991.4 億元），如表 4.8.24。其中 3.5GHz 頻譜總標金為 2 兆 9,960 億韓元（約新臺幣 820.89 億元），而 28GHz 頻譜總標金為 6,223 億韓元（約新臺幣 170.51 億元）。

[298] 以 2018 年我國與韓國通貨之年匯率 1,100.6KRW/USD 計算。
中央銀行，n.d.。我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料
https://www.cbc.gov.tw/public/Attachment/953117142271.pdf

表 4.8.24　韓國 5G 頻譜拍賣結果

項目		得標業者			總底價(億韓元)	總標金(億韓元)
		SKT	KT	LG U +		
3.5 GHz	頻段	3.60-3.70GHz（右）	3.50-3.60GHz（中）	3.42-3.50GHz（左）	26,544	29,960 第 1 階段：27,104 第 2 階段：2,856
	得標價格	12,185 第 1 階段：9,680 第 2 階段：2,505	9,680 第 1 階段：9,680 第 2 階段：-	8,095 第 1 階段：7,744 第 2 階段：351		
28 GHz	頻段	28.1-28.9GHz（右）	26.5-27.3GHz（左）	27.3-28.1GHz（中）	6,212	6,223 第 1 階段：6,216 第 2 階段：7
	得標價格	2,073 第 1 階段：2,072 第 2 階段：1	2,078 第 1 階段：2,072 第 2 階段：6	2,072 第 1 階段：2,072 第 2 階段：-		
總計(億韓元)		14,258	11,758	10,167	32,756	36,183

資料來源：MSIT，2018。5 세대（5G） 이동통신용 주파수 경매 최종 결과。
https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1386500

在 3.5GHz 頻段，拍賣第一階段於第九回合結束，SKT 及 KT 皆獲得 100MHz 頻寬，LG U +則獲得 80MHz 頻寬。而在頻段位置決定階段，確立三家業者獲核配的頻譜位置，SKT 為 3.6-3.7GHz、KT 為 3.5-3.6GHz、LG U +則為 3.42-3.5GHz。

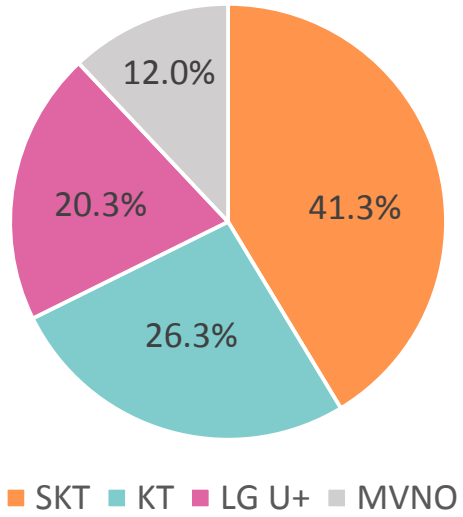
在 28GHz 頻段，第一階段拍賣於第一回合即結束，三家業者皆獲 800MHz 頻寬。而在頻段位置決定階段，SKT 的頻段位置為 28.1-28.9 GHz、KT 為 26.5-27.3 GHz、LG U +則為 27.3-28.1 GHz。

整體而言，韓國 3.5GHz 頻段的拍賣標金達 2 兆 9,960 億韓元（約新臺幣 820.89 億元），由 SKT、KT、LGU+分別支付 1 兆 2,185 億韓元（約新臺幣 333.86 億元）、9,680 億韓元（約新臺幣 265.23 億元）及 8,095 億韓元（約新臺幣 221.8 億元）；28GHz 頻段方面，拍賣標金達 6,223 億韓元（約新臺幣 170.51 億元），由 SKT、KT、LG U + 分別支付 2,073 億韓元（約新臺幣 56.8 億元）、2,078 億韓元（約新臺幣 56.94 億元）及 2,072 億韓元（約新臺幣 56.77 億元）。

（二）市場概況

1. 韓國行動通訊市場

韓國行動通訊市場主要有 SKT、KT、LG U+三大行動通訊業者（Mobile Network Operator，MNO），2018 年 1 月各業者的市占率分別為 SKT 的 42.3%、KT 的 26.0%、LG U+的 19.8%、MVNO 約 40 家佔 11.8%[299]。於 5G 釋照後，整體市占率並無太大變化，2019 年 5 月底各業者的市占率分別為 SKT 的 41.3%、KT 的 26.3%、LG U+的 20.3%、MVNO 的 12.0%，如下圖 4.8.2[300]。



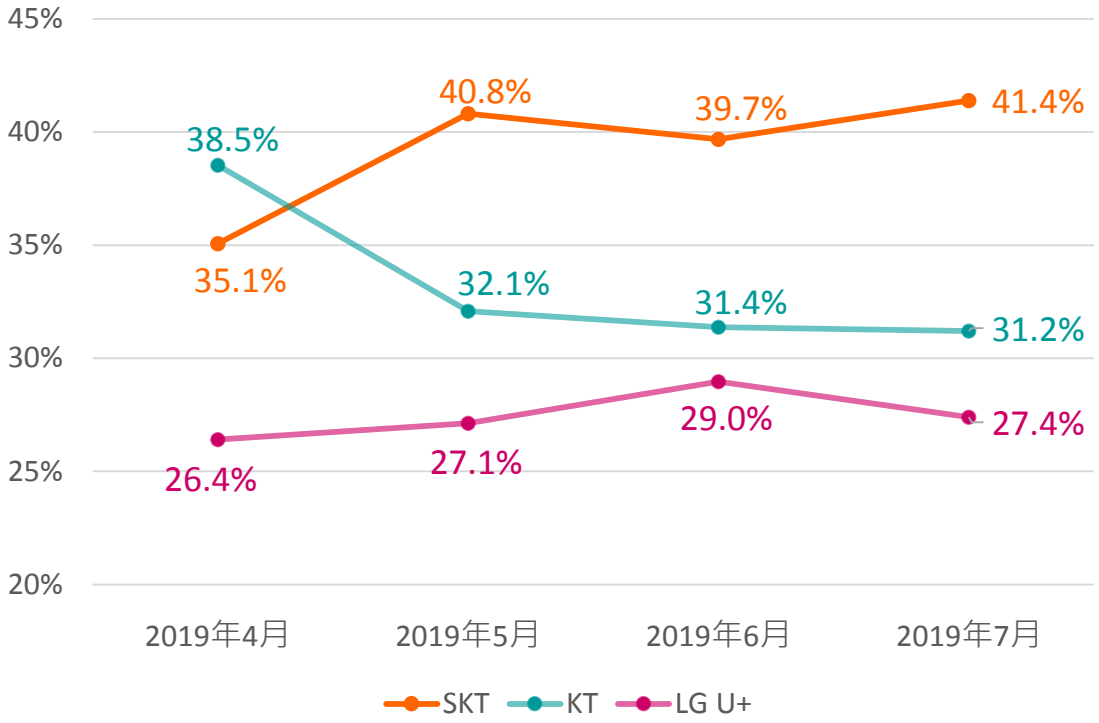
資料來源：本研究繪製，參考 Istat, 2019.무선통신가입자수(이동전화)
http://www.itstat.go.kr/stat.it?no=1147&dateType=TMSRES_002&startYear=2016&startMonth=1&endYear=2019&endMonth=5&x=4&y=10

圖 4.8.2　韓國 2019 年 5 月行動通訊市場市占率

[299] Istat, 2019.무선통신가입자수(이동전화)
http://www.itstat.go.kr/stat.it?no=1147&dateType=TMSRES_002&startYear=2016&startMonth=1&endYear=2019&endMonth=5&x=4&y=10
[300] Istat, 2019.무선통신가입자수(이동전화)
http://www.itstat.go.kr/stat.it?no=1147&dateType=TMSRES_002&startYear=2016&startMonth=1&endYear=2019&endMonth=5&x=4&y=10

2. 韓國 5G 行動通訊市場市占率

2019 年 7 月，SKT 5G 市占率為 41.4%、KT 為 31.2%、LG U+則為 27.4%，其比例與整體行動通訊市場市占率相近，如下圖 4.8.3。



資料來源：本研究繪製。MSIT, 2019. 무선 통신서비스 통계 현황 (2019 년 7 월) http://www.msit.go.kr/dynamic/file/afieldfile/mssw67a/2168734/2019/09/02/(2019%EB%85%84%207%EC%9B%94%20%EA%B8%B0%EC%A4%80)%20%EB%AC%B4%EC%84%A0%ED%86%B5%EC%8B%A0%EC%84%9C%EB%B9%84%EC%8A%A4%20%EA%B0%80%EC%9E%85%ED%9A%8C%EC%84%A0%20%ED%86%B5%EA%B3%842.pdf

圖 4.8.3　韓國 5G 市占率

（三）市場變化

韓國本次取得 5G 頻譜之行動通訊業者包含 SKT、KT、LG U+。資費方面，最低資費方案為 LG U+僅供 18 歲以下或 65 歲以上申請的 8G 限速方案[301]（流量超過 8G 後降速為 1Mbps），資費為 45,000 韓元（約新臺幣 1,268 元）；而最高資費方案為 KT 的無限制流量方案，資費為 130,000 韓元（約新臺幣 3,663 元）。覆蓋範圍方面，3 家行動通訊業者皆已覆蓋首都圈及五大廣域市[302]（광역시）。另外，SKT 及 KT 皆已宣布與企業合作，發展 5G 應用科技。茲將韓國電信業者之市場變化資料彙整於表 4.8.25。

表 4.8.25　韓國電信業者之市場變化

項目	SKT	KT	LG U+
獲配頻段	3.5GHz：100MHz（3.6GHz-3.7GHz） 28GHz：800MHz（28.1GHz-28.9GHz）	3.5GHz：100MHz（3.5GHz-3.6GHz） 28GHz：800MHz（26.5GHz-27.3GHz）	3.5GHz：80MHz（3.42GHz-3.5GHz） 28GHz：800MHz（27.3GHz-28.1GHz）
採用技術	● NR 頻段採用 n78（3.5GHz） ● 技術重心放在 LTE 與 5G NR 的雙連結架構（Dual Connectivity，DC），將可支援大於 2Gb/s 的峰值數據傳輸速率[303]	● NR 頻段採用 n78（3.5GHz） ● 技術中心為低延遲，專家預測網速限至在約 1Gb/s 左右[304]	● NR 頻段採用 n78（3.5GHz）

[301] 另有無年齡限制之 8GHz 限速方案，資費為 55,000 韓元。
LG U+, n.d. 5G 요금제 https://www.uplus.co.kr/ent/fiveg/5GPlanList.hpi?mid=13049
[302] 廣域市為韓國行政區域之一，韓國五大廣域市係指釜山市、大邱市、仁川市、光州市、大田市。
[303] Mobile World Live. 2019. SKT, KT Split Strategies on Path to 5G. https://www.mobileworldlive.com/asia/asia-news/skt-kt-split-strategies-on-path-to-5g/
[304] Mobile World Live. 2019. SKT, KT Split Strategies on Path to 5G. https://www.mobileworldlive.com/asia/asia-news/skt-kt-split-strategies-on-path-to-5g/

資費選擇	4 種資費方案[305]（5GX Plan） ● 最低費率：55,000 韓元（約新臺幣 1,550 元[306]） ● 最高費率：125,000 韓元（約新臺幣 3,523 元）	3 種資費方案[307]（KT 5G Super Plan） ● 最低費率：88,000 韓元（約新臺幣 2,480 元） ● 最高費率：130,000 韓元（約新臺幣 3,663 元）	8 種資費方案 ● 最低費率：45,000 韓元（約新臺幣 1,268 元） ● 最高費率：115,000 韓元（約新臺幣 3,241 元）
覆蓋範圍	集中於首爾特別市、首都圈以及五大廣域市，SKT 視強化室內 5G 覆蓋率為目標，並將覆蓋率焦點放在使用者集中的都市樞紐，預計於 2019 下半年擴張 5G 覆蓋範圍，強化地鐵、公園等地點之 5G 覆蓋率	集中於首爾特別市、首都圈以及五大廣域市，已開通使用的基地臺設備為 44,875 臺	覆蓋範圍仍集中於首爾特別市、首都圈以及五大廣域市，未來持續朝覆蓋全國為目標
結合產業	● SKT 與美國辛克萊電視集團（Sinclair Broadcast Group）、哈曼國際工業（Harman International Industries）等業者合作，採用 5G 電信技術和新一代電視廣播標準 ATSC 3.0，於車用電視中進行高畫質無線電視傳輸。 ● SK Telecom 宣佈收購第二大有線電視服務 Tbroad，並將與旗下固網電信子公司 SK Broadband 合併，若 SK 併購案皆通過，該業者將掌握韓國付費電視市場 23-24%市占率。	KT 與韓國南方電力公司（KOSPO）、無人機開發商 Woori Aviation 與語音辨識新創公司 Syncspace 簽署備忘錄（MOU），共同開發智慧無人機（KT Changing Drone）以建構智慧電廠之環境	LG U+率先宣佈收購韓國第一大有線電視業者 CJ Hello，目前已提交申請書至公平交易委員會審核

資料來源：本研究彙整

[305] SKTelecom, 2019. SK Telecom Announces the Beginning of the Age of Hyper-Innovation with 5G https://www.sktelecom.com/en/press/press_detail.do?idx=1388

[306] 以 2019 年 9 月 4 日台灣銀行掛牌之匯率 0.02818 計算。

[307] KT, n.d. KT 5G 슈퍼플랜 요금제를 비교해보세요 https://5g.kt.com/learn/price5g.do

然而，韓國 3 家行動通訊業者皆收到 5G 連網速度慢、服務品質差等大量客訴。2019 年 6 月時，3 家業者雖已於全國佈建完成共約 6 萬 3 千臺 5G 基地臺，但該數量僅為韓國 4G 基地臺數量的 7%[308]，且基地臺集中於首爾地區，導致其他城市的消費者對於 5G 服務使用意願較低[309]。

網路速度方面，依據 IHS Markit 於 2019 年 8 月調查[310]，LG U+的中間下載速度（Median Download Speed）可達 426.4Mbps，其次是 SKT 及 KT，分別為 286.9Mbps 及 163.0Mbps。延遲體驗方面，LG U+的 5G 下載延遲為 72 毫秒，KT 和 SK Telecom 則分別為 107 毫秒和 195 毫秒。然該份調查使用器材及調查方法備受爭議，因此該報告的代表性及可靠性仍有待驗證[311]。

[308] Financial Times, 2019. South Koreans Complain at Poor Quality of 5G Network. https://www.ft.com/content/1ff639a4-a85a-11e9-984c-fac8325aaa04

[309] The Investor, 2019. S. Korea Expands 5G User Base, but Quality Concerns Remain http://www.theinvestor.co.kr/view.php?ud=20190711000527

[310] IHS Markit, 2019. IHS Markit First Look Report Reveals LG U+ as Fastest Operator in South Korean 5G Rollout https://news.ihsmarkit.com/press-release/technology/ihs-markit-first-look-report-reveals-lg-u-fastest-operator-south-korean-5g-

[311] Korea IT Times，2019。이통 3 사, '5G 속도 보고서' 공방 가열 http://www.koreaittimes.com/news/articleView.html?idxno=92360

第九節、 中國大陸

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

中國大陸規劃之 5G 頻段包含中頻段的 3.3-3.6GHz、4.8-5GHz，以及高頻段的 24.75-27.5GHz 和 37-42.5GHz。除上述規畫外，工信部亦於 2018 年底時，向基礎電信營運商發放 5G 系統試驗頻率使用許可[312]。其中中國電信集團有限公司（以下簡稱中國電信）和中國聯合網路通訊集團有限公司（以下簡稱中國聯通）獲得 3.5GHz 頻段試驗頻率使用許可，而中國移動通信集團有限公司（以下簡稱中國移動）則獲得 2.6GHz 和 4.9GHz 頻段試驗頻率使用許可。

（二）釋出期程

中頻段部分，2017 年 6 月 5 日發佈之「中國工業與資訊化部關於第五代國際行動通訊系統（IMT-2020）使用的 3.3-3.6GHz 和 4.8-5GHz 頻段相關事宜的通知（徵求意見稿）」，規劃於中頻段釋出超過 400MHz 的頻寬；隨後於 2017 年底發布 5G 系統中頻段頻率使用規畫[313]，明確訂定 3.3-3.6GHz 和 4.8-5.0GHz 頻段作為 5G 系統工作頻段，其中 3.3-3.4GHz 未來原則上僅限於用於室內。此中頻段頻率規畫對推進中國大陸 5G 系統技術研發、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。

312 中华人民共和国工业和信息化部，2018。工业和信息化部向基础电信运营企业发放 5G 系统试验频率使用许可。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c6534397/content.html

313 中华人民共和国工业和信息化部，2017。工业和信息化部发布 5G 系统在 3000－5000MHz 频段内的频率使用规划。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c5906943/content.html

高頻段部分，則於 2017 年 6 月 8 日，中國大陸公開徵集針對 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。2019 年 2 月時，亦預告將於 2019 年適時發布 5G 系統部分毫米波頻段頻率使用規畫。

2019 年 6 月 6 日，工信部頒發基礎電信業務經營許可證[314]，批准四家企業包括中國電信集團有限公司、中國移動通信集團有限公司、中國聯合網路通信集團有限公司及中國廣播電視網路有限公司，可經營 5G 通信服務，但未有正式文件公佈各業者取得之頻段。

二、 釋照方式及細節規定

（一）釋照方式與規定

1. 釋照方式

目前中國大陸針對 5G 釋照方式係依據 2017 年 7 月發布《無線電頻率使用許可管理辦法》[315]第四條採用許可制，另依據 2017 年 12 月《中華人民共和國無線電管理條例》[316]第十六條將綜合考慮國家安全需要與可用頻率情況，決定是否核發無線電頻率使用許可證。

2. 申請資格及申請流程

中國大陸 5G 釋照並未公開頻譜釋照規劃文件，然而根據《無線電頻率使用許可管理辦法》第二章，若欲取得無線電頻率使用許可，

314 中华人民共和国工业和信息化部，2019。工业和信息化部向四家企业颁发 5G 牌照。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146397/c6992938/content.html
315 中华人民共和国工业和信息化部，2017。无线电频率使用许可管理办法。http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146557/n1146624/c5727360/content.html
316 中华人民共和国国防部，2016。中华人民共和国无线电管理条例。http://www.mod.gov.cn/big5/regulatory/2016-11/25/content_4764724.htm

應符合以下條件：

（1）所申請的無線電頻率符合無線電頻率劃分和使用規定，有明確具體的用途；

（2）使用無線電頻率的技術方案可行；

（3）有相應的專業技術人員；

（4）對依法使用的其他無線電頻率不會產生有害干擾；

（5）法律、行政法規規定的其他條件。

申請無線電頻率使用許可證時，則應向無線電管理機構提供以下資料：

（1）使用無線電頻率的書面申請及申請人身份證明資料；

（2）申請人基本情況，包括開展相關無線電業務的專業技術人員、技能和管理措施等；

（3）擬開展的無線電業務的情況說明，包括功能、用途、通信範圍（距離）、服務對象和預測規模以及建設計畫等；

（4）技術可行性研究報告，包括擬採用的通信技術體制和標準、系統配置情況、擬使用系統（設備）的頻率特性、頻率選用（網路組建)方案和使用率、主要使用區域的電波傳播環境、干擾保護和控制措施，以及運行維護措施等；

（5）依法使用無線電頻率的承諾書；

（6）法律、行政法規規定的其他資料。

另外，無線電頻率擬用於開展的無線電業務，須依法取得並提有關部門批准的相關文件。

繳交申請資料後，若資料齊全且符合法定形式，無線電管理機構應當予以受理，並向申請人出具受理申請通知書；資料未齊或不符合法定形式的申請者，應當場或在 5 個工作日內一次性告知申請人須補正之內容。

無線電管理機構於受理申請後 20 日內應完成審查，審查結果將綜合考慮國安與可用頻率的情況，作出准予許可或者不予許可的決定。若 20 個工作日內不能決定者，經無線電管理機構負責人批准可延長 10 個工作日，並應將延長期限的理由告知申請人。審查結果出爐後，無線電管理機構應於 10 個工作日內向申請人頒發無線電頻率使用許可證。不予許可者，無線電管理機構應出具不予許可決定書，向申請人說明理由，並告知其享有依法申請行政附議或提起行政訴訟的權利。

（二）釋照考量

有鑑於國際 5G 進入商用部屬關鍵期，中國大陸衡量國家 5G 產業發展已建立競爭優勢，在國際標準制定、必要專利數量、技術試驗等方面，皆已具備商用基礎，因此工信部於 2019 年 6 月初宣佈提前核發 5G 商用執照[317]，但有關執照與頻譜分配相關正式文件皆未釋出[318]。

317 中華人民共和國工業和資訊化部，2019。工業和資訊化部將於近期發放 5G 商用牌照。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n7038720/c7049997/content.html

318 elecfans.com，2019。中國廣電獲得 5G 牌照以後會迎來哪些機會。http://m.elecfans.com/article/999264.html

（三）釋出區塊大小

中國大陸於 2019 年 6 月釋出的 5G 商用頻譜尚無公佈相關正式文件，而 2018 年年底工信部核發 5G 試驗頻譜使用許可，劃分情形如下：中國聯通在中頻段獲核配 3.5-3.6GHz，共 100MHz 頻寬；中國電信在中頻段獲核配 3.4-3.5GHz，共 100MHz 頻寬；中國移動則共獲得 260MHz 頻寬，包含 2515-2675MHz，共 160MHz 頻寬，以及 4.8-4.9GHz，共 100MHz 頻寬。

（四）單一業者取得頻率上限

中國大陸工信部於 2019 年 6 月釋出的 5G 商用頻譜尚無公佈相關正式文件，而根據 2018 年底工信部核發的 5G 試驗頻譜使用許可觀察，中國聯通與中國電信各獲得 100 MHz，中國移動則獲得共 260MHz。

（五）業者取得頻率義務

中國大陸工信部目前未發布業者取得頻率之相關文件，無公佈業者之部分。

三、 頻率使用期限及限制

雖然中國大陸無公開相關資料，但根據《無線電頻率使用許可管理辦法》第二章第十一條，無線電頻率使用許可的期限不得超過 10 年，而無線電頻率的臨時使用許可的期限則不超過 12 個月。

四、 其他規定

（一）頻率佔用費

2018 年 4 月，中國大陸國家發展改革委員會、財政部發布降低部分無線電頻率佔用費標準的通知文件[319]，其中針對 5G 公眾行動通信系統的頻率佔用費標準制訂優惠政策，自 5G 頻率使用許可證發放日起，第一年至第三年（按照財務年度計算）免收頻率佔用費，第四至第六年則按照國家收費標準的 25%、50%、75%收取頻率佔用費，第七年後按照國家收費標準收取。而文件中亦針對使用範圍受限（如僅限於室內使用）的公眾行動通信系統頻段進行收費調整，未來將依據國家規定收費標準的 30%收取無線電頻率佔用費。

另外，該文件中亦降低 3GHz 以上公眾行動通信系統的頻率佔用費標準。其中，在全國範圍內用於 5G 的頻段，即 3GHz-4GHz 頻段由人民幣 800 萬元／MHz／年，降為 500 萬元／MHz／年；4GHz-6GHz 頻段由人民幣 800 萬元／MHz／年，降為 300 萬元／MHz／年；6GHz 以上頻段由 800 萬元／MHz／年，降為 50 萬元／MHz／年；而省範圍及市範圍內使用的頻段亦有調降（參見表 4.9.1），此政策預計可大幅降低 5G 頻率資源的使用成本，將可力促中國大陸 5G 發展。

319 中华人民共和国工业和信息化部，2018。无线电频率占用费减免政策助推 5G 和卫星互联网发展。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c6149876/content.html

表 4.9.1　中國大陸降低部分無線電頻率佔用費標準

在全國範圍內使用的頻段	原佔用費標準	現今佔用費標準
3GHz-4GHz 頻段	800 萬元／MHz／年	500 萬元／MHz／年
4GHz-6GHz 頻段	800 萬元／MHz／年	300 萬元／MHz／年
6GHz 以上頻段	800 萬元／MHz／年	50 萬元／MHz／年
省（自治區、直轄市）範圍內使用的頻段	**原佔用費標準**	**現今佔用費標準**
3GHz-4GHz 頻段	80 萬元／MHz／年	50 萬元／MHz／年
4GHz-6GHz 頻段	80 萬元／MHz／年	30 萬元／MHz／年
6GHz 以上頻段	80 萬元／MHz／年	5 萬元／MHz／年
市（地、州）範圍內使用的頻段	**原佔用費標準**	**現今佔用費標準**
3GHz-4GHz 頻段	8 萬元／MHz／年	5 萬元／MHz／年
4GHz-6GHz 頻段	8 萬元／MHz／年	3 萬元／MHz／年
6GHz 以上頻段	8 萬元／MHz／年	0.5 萬元／MHz／年

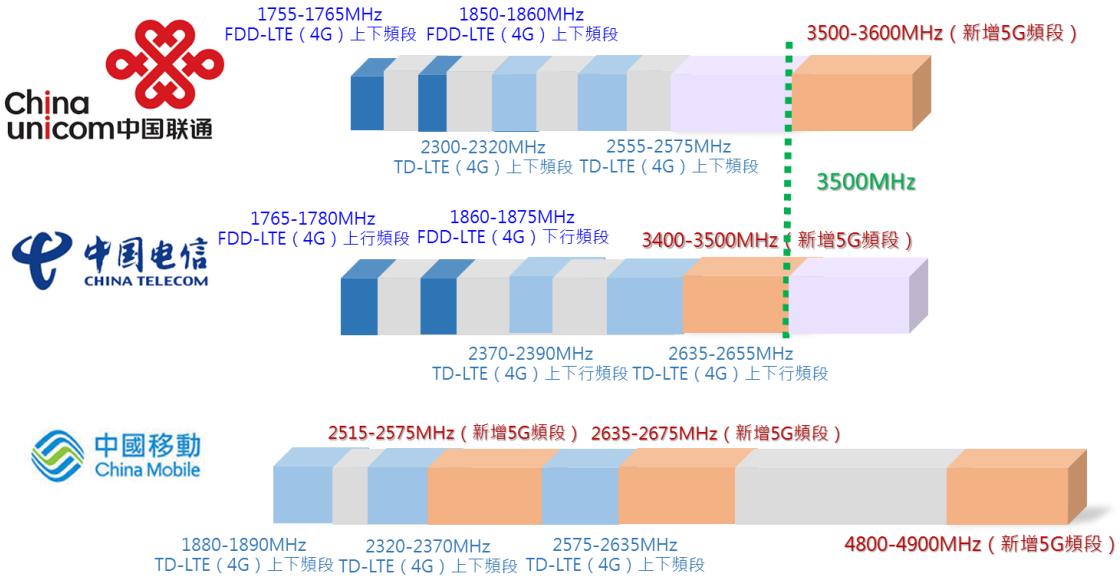
資料來源：中華人民共和國工業和資訊化部，2018。無線電頻率占用費減免政策助推 5G 和衛星互聯網發展。http://www.miit.gov.cn/n1146290/n4388791/c6149876/content.html

五、　釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

1. 實驗頻譜核配情形

在 5G 實驗執照核配上，中國聯通獲得 3.5-3.6GHz，共 100MHz 頻寬；中國電信獲得 3.4-3.5GHz，共 100MHz 頻寬；中國移動則獲得 2515-2675MHz，共 160MHz 頻寬，以及 4.8-4.9GHz，共 100MHz 頻寬（圖 4.9.1）。



資料來源：本研究彙整。

圖 4.9.1　中國大陸 5G 實驗執照核配結果

進一步檢視核配結果，中國聯通及中國電信獲配 5G 主流頻段 3.5GHz，較能與國際接軌。而中國移動採用的連續性頻段儘管成熟度較差，須投入大量資源；但頻段範圍覆蓋較廣、成本較低，建網成本具一定優勢。詳細分析可參考表 4.9.2。

表 4.9.2　中國大陸 5G 試驗頻率釋照分析

項目	中國聯通	中國電信	中國移動	
4G 用戶數（2018.07）	2.0677 億戶（~18.58%）	2.2266 億戶（~20.01%）	6.83327 億戶（~61.41%）	
5G 累計投資（2017.12）	5,770.9 億（人民幣）	6,628 億（人民幣）	10,284.8 億（人民幣）	
頻段	3.5GHz	3.5GHz	2.6GHz	4.9GHz
優勢	● 主流設備商基於 3.5GHz 進行 5G 產品研發與測試國外主流營運商基本上也是依託 3.5GHz 來進行 5G 網路部屬建設，開展 5G 網路服務。 ● 三大營運商前期的 5G 測試也集中在 3.5GHz 頻段，當前已部屬 5G 基站也是依 3.5GHz 頻段。 ● 中國大陸境內許多地區尚未規劃使用 3.5GHz 頻段，不需要大幅頻譜重規劃，可加速 5G 上市時程。 ● 由於中國大陸境外營運商一般採 3.5GHz 頻段建置 5G 網路（主流頻段），可進一步將 3.5GHz 作為初期網路漫遊全頻段。		● 2.6GHz 相比 3.5GHz 頻率更低，在覆蓋性能上會更好，更節省成本，建網具有優勢。 ● 中國移動 4G 網路建立在 2.6GHz 頻段上，中國移動 5G 網路可以最大程度上沿用現有的站址、機房等資源，節省中國移動建網資金。	-
劣勢	-	-	● 支持 2.6GHz 頻段的產業鏈尚不成熟，需要花費大量資源。	● 支持 4.9GHz 頻段的產業鏈尚不成熟，需要花費大量資源。

資料來源：本研究彙整。

前揭已說明中國大陸工信部於 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 業者互連的營運商。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。

2. 5G 商用執照釋照結果

2019 年 6 月 6 日工信部正式向包括中國電信集團有限公司、中國移動通信集團有限公司、中國聯合網路通信集團有限公司及中國廣播電視網路有限公司在內的四家企業[320]發放 5G 執照，較原先中國規劃的 5G 商用時程提前半年，由 2020 年初提前到 2019 年中。值得注意的是，此次核照對象包含非電信營運商之中國廣播電視網路有限公司，該公司未來將可經營 5G 通信服務。惟目前尚未釋出執照之詳細資訊。

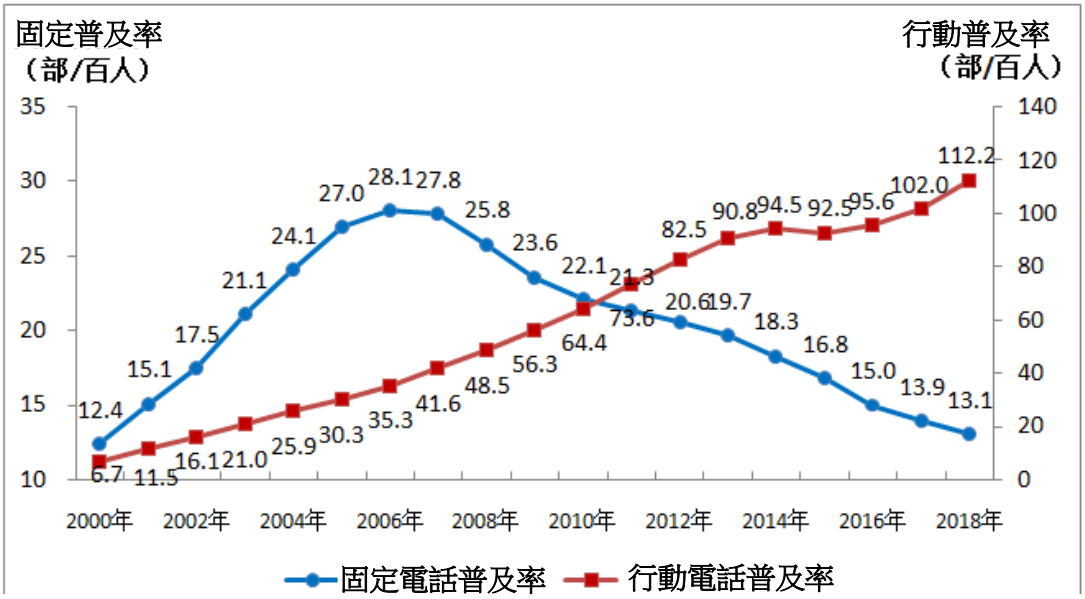
據中國大陸媒體分析[321]，中國大陸提前釋照原因可能有三：首先，根據 GSMA 預估，2019 年年底時，全球將有 29 個市場開通 5G 服務，亦即全球 5G 佈署已逐漸成形，中國大陸勢必加快腳步以搶占 5G 發展先機。第二、中國大陸 5G 相關技術及專利數領先他國，亦在 5G

320 中华人民共和国工业和信息化部，2019。工业和信息化部向四家企业颁发 5G 牌照。
http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146347/n1147601/n1147605/c6994472/content.html
321 百度，2019。5G 牌照提前發放 將對整個產業界帶來哪些影響？
https://baijiahao.baidu.com/s?id=1636304443556678197&wfr=spider&for=pc

規模測試上有豐富經驗，已具備商用佈署條件。最後，由於 2018 年時中國大陸營運商並未投入大量預算進行 4G 建設，5G 執照釋出後，預估營運商將會大規模投資網路建設，進而帶動整體產業成長。

（二）市場概況

據《2018 年通信業統計公報》[322]，2018 年中國大陸行動電話用戶數達 15.7 億戶，用戶普及率則達 113.3 部／百人，相較 2017 年末增加 10.2 部／百人，且全國已有 24 個省份行動電話用戶普及率已超越 100 部／百人（圖 4.9.2）。



資料來源：中華人民共和國工業和資訊化部，2019。2018 年通信業統計公報。
http://www.miit.gov.cn/n1146312/n1146904/n1648372/c6619958/content.html

圖 4.9.2　中國大陸 2000-2018 年固定電話及行動電話普及率發展情況

市場現況部份，目前中國大陸行動通訊市場主要由三家電信營運商提供相關服務，分別為中國電信、中國聯通和中國移動，其中又以中國移動規模最大。

322 中華人民共和國工業和資訊化部，2019。2018 年通信業統計公報。
http://www.miit.gov.cn/n1146312/n1146904/n1648372/c6619958/content.html

（三）市場變化

對營運商而言，雖然 5G 能帶來新的成長機會，但前期的基礎建設也會使其壓力倍增，預估中國大陸三大營運商 2019 年將投入約人民幣 300 億元建設約 10 萬座基地臺，2020 年新建約 50 萬座基地臺，資本投入約人民幣 1,350 億元。此外，三大營運商皆於上海世界行動通訊大會上表態，現階段雖以 5G NSA 配合 5G SA 進行過渡，但未來將會以 5G SA 為建設目標發展，其中中國移動董事長楊傑更表示，自 2020 年 1 月 1 日開始，所有 5G 終端必須支援 5G SA，僅支援 5G NSA 的終端將就不能連網。由於 5G SA 高額的建網成本將會為營運商帶來沉重負荷，中國大陸政府也強調營運商間應加強合作，避免 5G 重複投資。

對設備供應商及終端業者而言，5G 發展可帶動整體產業鏈的成長，為產業帶來一劑強心針，然而由於目前支援 5G SA 的基頻晶片[323]及相關設備尚不如 5G NSA 成熟，仍須進一步發展。而對基礎設施服務提供商中國鐵塔[324]而言，5G 雖可帶來大幅度的營收成長，同時也挑戰其對網路規劃、基地臺選址、電力供應等相關業務的能力。

除了釋照時程提前外，新得標者也將為市場帶來劇烈變化。除原先三大營運商獲照外，本次工信部亦將執照發放予中國廣播電視網路有限公司（中國廣電）。中國廣電乃於 2014 年由財政部出資，廣電總局負責組建和代管，中國廣電於成立 2 年後便獲得《基礎電信業務經營許可證》，可在全國範圍內經營物聯網國內數據傳送業務、國內通

323 基頻晶片（Baseband Processor／Baseband Radio Processor，BP／BBP）是一種用於網路服務的晶片裝置，主要負責管理所有需要天線的射頻服務，但 wifi 與藍牙不一定被包括在內。通常擁有自己的 RAM 與韌體，並採用實時作業系統。

324 中國鐵塔為全球規模最大的通訊鐵塔基礎設施服務提供商，可為 5G 業務提供所有基地臺建設。

信設施服務業務，被外界視為肩負「落實國家三網融合戰略」的使命。

據中國大陸媒體報導[325]，中國廣電控股公司眾多，其中中廣傳播集團有限公司擁有 700MHz 頻段的使用權，但由於沒有明確的商業模式，已被廣電總局暫停所有業務並進行清算，隨後由 2017 年成立的中廣行動網路有限公司負責上述 700MHz 頻段業務的營運。由於 700MHz 頻段具備訊號損耗率低、覆蓋率高、穿透力強、網路組建成本低等優勢，被產業界視為發展行動通訊的黃金頻段，也因此外界認為中國廣電在 5G 建設上有先天優勢。雖然中國廣電在關鍵頻譜的掌握上或有優勢，但其知名度遠不如三大傳統營運商，且中國大陸各地的有線電視網路系統乃由各級政府管控，未來整合各區域的廣電網路亦須大量時間及資源。

雖存在廣電系市場化營運經驗不足、相對三大營運商資本投入有限、各地有線電視行業股權結構複雜導致整合進度有限等問題，中國廣電仍有許多可積極耕耘的方向。2019 年 7 月底，中國廣電經理梁曉濤於出席活動時針對中國廣電未來發展進行說明，並歸納以下五項重點發展方向[326]：

1. 廣播電視業務

向用戶提供廣播電視節目和大型活動／賽事、熱門事件直播、及各類影視、娛樂、體育、音樂等音視頻內容點播、下載等服務。

325 新浪科技，2019。中国广电获 5G 牌照：700MHz 自带"buff" 但硬伤也不少。
https://tech.sina.com.cn/5g/i/2019-06-07/doc-ihvhiews7356985.shtml
326 每日頭條，2019。中國廣電梁曉濤：實施廣電 5G 協同發展戰略，著重在五個方面發力。
https://kknews.cc/tech/x6vxkn9.html
鳳凰網科技，2019。四張 5G 牌照背後：國有廣電系復興視頻平台生變。
http://tech.ifeng.com/c/7nWB7XkRtrc

2. 高畫質視訊及相關創新服務

觀看視訊的行動數據訊務量逐年增長，民眾對於視訊品質及創新應用需求日漸提升，未來 5G 將可帶動 4K/8K、3D、VR/AR/MR 等創新應用場景的視訊服務成長。

3. 融合媒體播控業務

匯聚有線電視網、廣播電視台、IPTV 和 OTT 播控平臺內容資源等資源，向用戶提供網際網路新媒體業務，為內容生產者提供生產、交易、發布所需的基礎設施服務，並支援相關管理部門進行內容管控和技術管理決策。

4. 萬物聯網

承載政務、商務、教育、醫療、交通、能源、旅遊、金融、智慧城市、智慧家庭、智慧園區等領域業務應用。

5. 公共服務

承載公共安全、緊急通訊、緊急廣播、主題宣傳、公益資訊等服務。

觀察本次中國廣電能獲得 5G 執照的原因，顯示中國大陸政府希望能建構一個結合廣播電視、現代通訊和物聯網等服務的 5G 網路，推進廣電相關的智慧服務，並進一步擴展至智慧城市服務，從中開發創新營運模式及應用場域，帶動國家社會經濟轉型。無論中國廣電未來是否能發揮自身優勢創造另外一片藍海市場，都已成為未來中國大陸通訊市場發展的重要未知數。

第十節、 香港

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

香港於 2019 年 2 月公佈《二零一九至二零二一年的頻譜供應表》[327]，發表 5G 各頻段頻譜的釋照規劃，預計釋出頻段包括高頻段的 26GHz、28GHz，中頻的 3.3GHz、3.5GHz 及 4.9GHz 以及低頻的 700MHz（參見表 4.10.1）。

（二）釋出期程

2019 年 3 月底，香港完成首批 5G 頻譜釋照，OFCA 核配共 1,200MHz 的高頻頻譜予三家行動網路營運商，包括中國移動香港有限公司（以下簡稱中國移動香港）、香港電訊有限公司（Hong Kong Telecommunications Limited，以下簡稱香港電訊）及數碼通電訊有限公司（以下簡稱數碼通），用以提供 5G 服務。另外，5G 中頻段拍賣已於 2019 年 7 月 19 日開始接受申請，預計在 2019 年 10 月 14 日舉行 3.5GHz 頻段拍賣，之後將依序拍賣 4.9GHz 頻段與 3.3GHz 頻段[328]。

327 OFCA，2019。二零一九至二零二一年的頻譜供應表。
https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/common/Industry/broadcasting/spectrum_plan2019_tc.pdf
328 OFCA，2019。參與 5G 頻譜拍賣接受申請。
https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1958.html

表 4.10.1　香港 5G 釋照規劃表

頻段類型	頻段	總頻寬（MHz）	單位頻寬（MHz）	執照年限	釋出時間	釋照方式	備註
高頻	**26GHz**（24.25-27.50GHz）	3,250	100	15 年；共用頻段為 5 年	2019	政府指配	● 預計於 2019 年 4 月開始提供行動／無線固定服務。 ● 3,700MHz 讓本地的行動通訊業者申請，其餘 400MHz 則會以按地區劃分的共用模式。 ● 目前已結束申請受理，正在進行審核流程。 ● 非共用頻譜訂定每家 800MHz 的上限；至於共用頻譜，則限定為 400MHz。
	28GHz（27.50-28.35GHz）	850	100		2019	政府指配	
中頻	**3.3GHz**（3.3-3.4GHz）	100	10	15 年	2019	拍賣-Clock	● 提供室內行動服務。 ● 限定每名競標者只可取得 40MHz 頻寬。
	3.5GHz（3.4-3.6GHz）	200	10	15 年	2019	拍賣-Clock	● 提供行動服務。 ● 限定每名競標者只可取得 70MHz 頻寬。
	4.9GHz（4.84-4.92GHz）	80	40*	15 年	2019	拍賣-SMRA	● 提供行動服務。 ● 限定每名競標者只可取得一個 40MHz 頻寬的頻段。
低頻	**700MHz**（617-698MHz、703-803MHz）	最多 160	2019 年進行諮詢	2019 年進行諮詢	2020	預計 2019 年進行諮詢	● 最早可於 2021 年 7 月起供室內行動服務之用。

資料來源：OFCA，2019。二零一九至二零二一年的頻譜供應表。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/common/Industry/broadcasting/spectrum_plan2019_tc.pdf

OFCA，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/480/joint_statement_st_052018_tc.pdf

OFCA，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/481/joint_statement_st_062018_tc.pdf

OFCA，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/482/joint_statement_st_072018_tc.pdf

註*：4.9GHz 可供使用的頻譜分為兩個區塊，每區塊頻寬為 40MHz，另外預留 2 個 10MHz 的頻段（即 4.83-4.84GHz 及 4.92-4.93GHz），與日後可能提供的頻譜合併，便可於稍後階段指配。

二、 釋照方式及細節規定

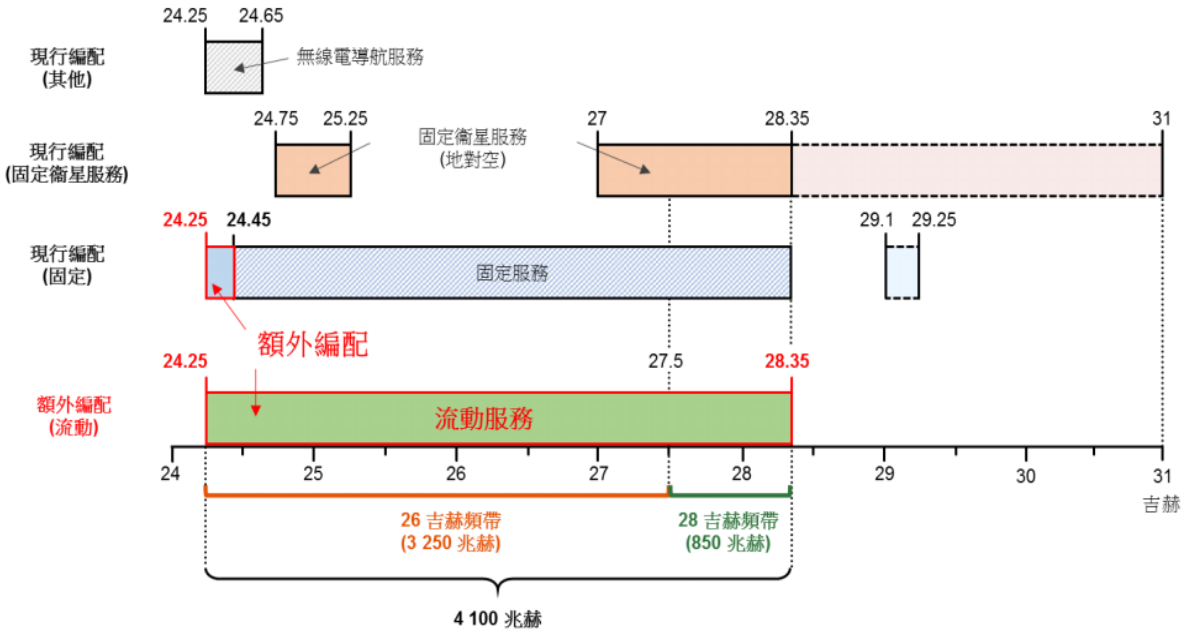
（一）釋照方式與考量

由於頻譜資源的特性及數量多寡不一，因此 OFCA 依據高、中、低頻段訂定不同的釋照機制，高頻段的部分，由於 26GHz 及 28GHz 頻段內頻譜資源充足，共有 4,100MHz 的頻譜可供公共行動服務（包括 5G 服務）使用，OFCA 認為高頻段無競爭性需求，因此決定採用行政方式指配。中頻段則存在明顯競爭性需求，OFCA 決定以市場主導模式作為中頻頻譜釋照的方式。低頻段則須等待諮詢會議後方能確定釋照模式。以下針對高、中、低頻段釋照機制分別進行詳細說明：

1. 高頻段釋照方式與考量

根據國際間對 26GHz 及 28GHz 頻段作為 5G 頻譜的需求及現有服務相容併存問題的相關國際研究，OFCA 於 26GHz 及 28GHz 頻段的聲明文件[329]中，決定自 2019 年 1 月 1 日起將 26GHz 及 28GHz 頻段規劃以行動服務作為主要業務用途，並把 24.25-24.45GHz 這段子頻段規劃以固定服務作為主要業務用途。因此，在 26GHz 及 28GHz 頻段應用的 5G 服務（不論是行動或無線固網應用形式）及固定衛星服務（在 24.75-25.25GHz 及 27-28.35GHz 頻段上的既有用途）將同樣作為主要業務用途（圖 4.10.1）。

329 OFCA，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/480/joint_statement_st_052018_tc.pdf



資料來源：通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聯合聲明，2018。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
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/480/joint_statement_st_052018_tc.pdf

圖 4.10.1　中國大陸 26GHz 及 28GHz 頻段頻率編配安排

由於頻段用於多種業務，OFCA 決議任何新設置的無線電基地臺不得對其他主要業務用途已設置的基地臺造成有害干擾，亦不得要求受其保護，意即頻段使用者將就上述兩類主要業務設置的無線電基地臺以先到先得的方式受到保護，以避免頻譜使用爭議。

5G NR 技術預期可帶來各類創新服務和應用的需求，為使業界可依據服務類型進行配置與安排，OFCA 將本次高頻釋照分為「非共用頻譜（Non-Shared Spectrum）」及「共用頻譜（Shared Spectrum）」。非共用頻譜用於大規模公共行動服務，共用頻譜則用於地區性無線服務、固定服務。

共用頻譜部分，按地區劃分的共用模式進行指配，僅限於指定地點使用，例如：大學校園、工業區、機場、科技園區等。除此之外，亦會用於固定無線傳輸或智慧城市應用項目。

為鼓勵 5G 創新服務發展，共用頻譜獲配者不能將共用頻譜以批發或零售方式向公眾提供傳統公共行動服務。換言之，共用頻譜只可用於向指定用戶群組提供創新 5G 服務。

以下分別就釋照方式與規定進行詳細說明：

（1）高頻段釋照規劃

香港 26GHz 及 28GHz 頻段採時分雙工模式（Time-Division Duplex，TDD），釋出頻寬共 4,100MHz，其中 3,700MHz 為非共用頻譜，其餘 400MHz 為共用頻譜。

根據 5G 技術規格及設備供應商的資料指出，該頻段操作的 5G 設備可支援 50、100、200 及 400MHz 的頻段頻寬。因此，OFCA 在結合業界意見及最新技術發展下，決定以 100MHz 為單位頻寬進行釋出。此規劃將預計可提供彈性，顧及不同數目的申請者，並配合日後各類 5G 應用需求。現有的技術已可聚合最高達 800MHz 的頻寬，OFCA 預計獲配者將可以聚合多個 100MHz 頻段的方式，以組成較大頻寬，發揮頻譜最大效率（表 4.10.2）。

表 4.10.2　香港 26GHz 及 28GHz 頻段釋照

	頻段	總頻寬 (MHz)	單位頻寬 (MHz)	執照年限	釋出時間	釋照方式	備註
高頻	**26GHz**（24.25-27.50GHz）	3250	100	15年；共用頻段為5年	2019	政府指配	● 其中，3,700MHz 供本地的行動通訊業者申請，其餘 400MHz 則以地區劃分的共用模式釋出。 ● 非共用頻譜以每家 800MHz 為上限；共用頻譜，則以 400MHz 為上限。
	28GHz（27.50-28.35GHz）	850	100		2019	政府指配	

資料來源：通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聯合聲明，2018。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
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/480/joint_statement_st_052018_tc.pdf

（2）高頻段申請資格及流程

I. 非共用頻譜

首先，OFCA 會評估申請者是否符合相關的預先審定資格及發照準則。若須符合資格須具備以下條件：

a. 述明其計劃提供的服務種類及所申請的頻譜數量，並提供理據；
b. 向 OFCA 證明其在技術、組織及財政方面都有能力履行執照責任，適時提供服務，並提交 OFCA 要求的任何其他相關輔助資料；
c. 根據所申請的頻譜數量，以現金或符合資格銀行所發出的信用狀方式繳交保證金（原文件為「按金」）。

若資格符合，OFCA 會評估合格申請者的需求，並決定指配予合格申請者的頻譜數量及頻率範圍。若合格申請者對頻譜的需求小於或等於可提供的頻譜資源時，則每位合格申請者皆可獲配其申請的頻譜數量；若需求大於頻譜資源時，則採用「兩階段頻譜分配機制」，以分配可供應的頻譜資源予合格的申請者，以下將就「兩階段頻譜分配機制」實施流程進一步介紹。

- **第一階段**
  - 若頻段內的頻譜供不應求，每名申請者在每回合分配中會輪流獲得一個頻段（即在單一回合分配中把x個頻段分配予x名申請者）；
  - 上述程式會重複進行，申請者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；
  - 當可供分配頻段的數目少於剩下的申請者數目時，分配程式便會停止，第二階段分配程式亦會隨即展開。

- **第二階段**
  - 剩餘頻譜以抽籤方式分配予剩餘的申請者。

上述分配階段結束後即可確定每名申請者可獲配的頻譜數量，OFCA 接著會將有關頻段組成連續頻段作指配，從而達到較佳的頻譜效率。未被指配的頻譜資源則皆由 OFCA 保留，作為未來可運用的頻譜資源。

申請者申請成功後將獲發「綜合傳送者執照」，執照效期由執照核發當日起計算為 15 年。OFCA 已於 2019 年 4 月 25 日將本次高頻執照發予 3 家營運商，執照期限自 2019 年 4 月 25 日至 2034 年 4 月 24 日止。

剩餘頻譜將在下一輪進行指配，而其執照期限將會與首批指配頻譜相同，以利所有非共用頻譜將來可在執照期限屆滿後一同重新指配。

II. 共用頻譜

共用頻譜的申請於非共用頻譜完成指配後隨即展開，2019 年 7 月 15 日 OFCA 已經開放共用頻譜的申請。而為利業界因應科技發展和各種需求引入創新服務，共用頻譜的指配申請可在申請程式開始後隨時提交，指配將以先到先得的方式進行。

為鼓勵 5G 創新應用發展，OFCA 擬針對共用頻譜採較寬鬆的發照方法，以鼓勵更多類別的服務供應商進入新的 5G 市場，並避免受地區覆蓋範圍限制的獲配者須承受不合比例的規管負擔。因此，OFCA 設立新的「地區性無線寬頻服務執照」作為共用頻譜執照。而由於「地區性無線寬頻服務執照」屬於「非傳送者執照」[330]，執照條件會較「綜合傳送執照」[331]寬鬆，執照期限為五年，並可延長最多五年。

330非傳送者牌照及傳送者牌照為一相對概念，傳送者牌照用於批准提供設施為本的公共電訊服務，傳送者牌照持有人可獲准在公共街道及未出租的政府土地上鋪設電訊線路及網路，提供公共電訊服務。非傳送者牌照則不需提供設施為本的公共電訊服務。

331 綜合傳送者牌照是用於批准提供設施為本的電信服務，持牌人可按其牌照指定的服務範圍，鋪設電信網路及線路提供對外固定服務、對內固定服務及/或行動服務。

2. 中頻段釋照方式與考量

基於 3.3GHz、3.5GHz 及 4.9GHz 存在競爭性需求，OFCA 於個別的聲明文件[332]中決定以拍賣方式指配中頻段頻譜資源。

3.5GHz 頻段用途將由固定衛星服務（空對地）改為行動服務；3.3GHz 及 4.9GHz 亦規劃予行動服務，並與現有用途共同作為頻段主要業務用途。然而針對 3.3GHz 及 4.9GHz 頻段已應用於其他業務，恐產生干擾問題方面，OFCA 認為 3.3GHz 限室內使用，僅可使用較低的發射功率，且不可對在室外操作的現有無線電定位服務造成干擾，應不至於對 3.4 至 4.2GHz 頻段內的固定衛星服務造成有害干擾。而 4.9GHz 的相鄰頻段（即 4.5 至 4.8GHz）雖已編配予固定衛星等服務，但目前在香港未作任何實際用途。因此，潛在干擾問題不應成為落實頻率釋照的障礙。

（1） 中頻段釋照規劃

香港中頻段共釋出 380MHz，其中 3.3GHz 釋出 100MHz 頻寬，3.5GHz 釋出 200MHz 頻寬，4.9GHz 則釋出 80MHz 頻寬，如表 4.10.3 所示。

332 OFCA，2018。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。https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/481/joint_statement_st_062018_tc.pdf
OFCA，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/482/joint_statement_st_072018_tc.pdf

表 4.10.3　香港中頻頻段釋照

	頻段	總頻寬（MHz）	單位頻寬（MHz）	執照年限	釋出時間	釋照方式	備註
中頻	**3.3GHz**（3.3-3.4GHz）	100	10	15 年	2019	拍賣-Clock	● 提供室內行動服務。 ● 限定每名競標者只可取得 40MHz 頻寬。
	3.5GHz（3.4-3.6GHz）	200	10	15 年	2019	拍賣-Clock	● 提供行動服務。 ● 限定每名競標者只可取得 70MHz 頻寬。
	4.9GHz（4.84-4.92GHz）	80	40*	15 年	2019	拍賣-SMRA	● 提供行動服務。 ● 限定每名競標者只可取得 1 個 40MHz 頻寬的頻段。

資料來源：OFCA，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/481/joint_statement_st_062018_tc.pdf
OFCA，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/482/joint_statement_st_072018_tc.pdf
註*：4.9GHz 可供使用的頻譜分為 2 頻段，每段頻寬為 40MHz，另外預留 2 個 10MHz 的頻段（即 4.83–4.84GHz 及 4.92–4.93GHz），與日後可能提供的頻譜合併，便可於稍後階段指配。

根據 OFCA 的諮詢文件，香港行動網路營運商普遍認為應同時舉行 3.3GHz、3.5GHz 及 4.9GHz 頻段的拍賣，單次拍賣或同時進行所有拍賣可令競標者更能掌握頻譜供應及定價的整體情況，從而在獲得充分資料的情況下作出競標決定。

但 OFCA 認為各頻段在使用上各有不同特性，故應採用不同的拍賣方式與規則，例如，3.3GHz 與 3.5GHz 頻段將採用時間鐘拍賣（Clock Auction）方式拍賣頻段數量，並於指配階段決定頻段位置；4.9GHz 則採用同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multiple Round Auction，SMRA）方式進行拍賣。但為回應營運商的意見，OFCA 承諾會盡量將三個頻段的拍賣時間間隔縮短，逐一完成中頻段的釋照。

OFCA 於 2019 年約 7 月 19 日開放申請參與 3.5GHz、3.3GHz 及 4.9GHz 頻段拍賣，並將拍賣的詳細安排公佈於各頻段拍賣的資訊備

忘錄，首先將於 2019 年 10 月 14 日舉行 3.5GHz 頻段拍賣，接續進行 4.9GHz 頻段與 3.3GHz 頻段拍賣[333]。

（2） 中頻段拍賣資格、方式及流程

I. 3.3GHz 拍賣模式及規定

為確保頻譜使用效率最大化，OFCA 認為頻譜拍賣應開放所有有興趣的人士參與，不論是現有營運商或新進業者，只要參與競標者仍在意向及提供服務的能力上符合最低資格要求，即可參與拍賣。

拍賣方式部分，為方便成功競標者能使用相連頻段的頻譜以達到更佳的技術效益，OFCA 在諮詢文件中建議先採用時間鐘拍賣方式拍賣 3.3GHz 頻段的數量，然後再於指配階段決定頻段。

2019 年 7 月公開之拍賣資訊備忘錄[334]中，OFCA 決議採用時間鐘拍賣方式配合指配階段拍賣 3.3GHz 頻段。

拍賣完整流程包括申請階段、資格審核階段、投標階段及釋照階段，以下將分別就各階段進行詳細介紹。

- **申請階段及資格審核階段**

申請階段中，所有欲投標的業者須於 OFCA 規定時間內提供以下 3 項文件及證明：

- 填妥的申請資料（所有須繳交的表格和證明文件）

333 OFCA，2019。參與 5G 頻譜拍賣接受申請。
https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_1958.html
334 OFCA，2019。拍賣 3.5 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務 - 資訊備忘錄。
https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1168/3_5_ghz_Auction_IM.pdf

- 填妥的投標人合格證書
- 與業者欲取得的資格點數相應的存款（表 4.10.4）。

表 4.10.4　香港 3.3GHz 拍賣資格點數及其相應存款

存款	投標者可獲得的資格點數
2 千萬元港幣	1
4 千萬元港幣	2
6 千萬元港幣	3
8 千萬元港幣	4

資料來源：OFCA，2019。拍賣 3.3 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務 - 資訊備忘錄。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1170/3_3_ghz_Auction_IM.pdf
註 1：本次 3.5GHz 單一業者取得上限為 40MHz。
註 2：一個資格點數可對應一個單位區塊(10MHz)。

申請階段結束後，若 OFCA 認為投標者未符合以下 4 點要求時，OFCA 將不給予其合格投標者資格。

- 提交完整申請書（包括申請表格、相關資料及證明文件、投標人合格證書及存款）;
- 符合或能夠遵守投標者合格證書中的所有承諾;
- 投標者為另一投標者的關聯投標者[335]
- 並未撤回其申請。

完成審查後，OFCA 將會宣布合格投標者身分。而合格投標者數將會影響後續程序進行，若無投標者或合格投標者，或僅有一個合格投標者，則不會進行投標階段。在僅有一個合格投標者的情況下，OFCA 將會請投標者於指定日期內提交其欲獲得的區塊數（由最高頻段 C10 頻段向下計起，但須符合單一業者取得頻譜上限及其存款金

335 關係投標者指與另一投標人有實質關係的投標者。實質關係可包括以下 3 項情況：
A 公司持有 B 公司重大權益。
B 公司持有 A 公司重大權益。
某特定人士持有 A 公司及 B 公司之重大權益。

額)，應負的頻譜使用費則是其獲得的頻譜數量乘以單位區塊的最低金額[336]，若獲得 4 個區塊，應負頻譜使用費則為 8 千萬元港幣。

若有多個合格投標者參與，且發放予各投標者之資格點數總數超過 10 點，則將進行完整的投標階段（包括數量階段及分配階段）；若有多個合格投標者參與，但發放之資格點數總數少於 10 點，則不進行數量階段，僅進行分配階段。

- **投標階段**

投標階段分為兩個階段進行，第一階段是「數量階段」，採用時間鐘拍賣方式決定指配的頻段數量；第二階段則為「指配階段」，決定實際指配的頻段位置。數量階段各區塊資格點數如下表 4.10.5。

表 4.10.5　香港 3.3GHz 各區塊資格點數規畫

區塊編號	頻段	頻寬	資格點數	底價
C1	3300-3310	10 MHz	1	2 千萬港幣
C2	3310-3320	10 MHz	1	2 千萬港幣
C3	3320-3330	10 MHz	1	2 千萬港幣
C4	3330-3340	10 MHz	1	2 千萬港幣
C5	3340-3350	10 MHz	1	2 千萬港幣
C6	3350-3360	10 MHz	1	2 千萬港幣
C7	3360-3370	10 MHz	1	2 千萬港幣
C8	3370-3380	10 MHz	1	2 千萬港幣
C9	3380-3390	10 MHz	1	2 千萬港幣
C10	3390-3340	10 MHz	1	2 千萬港幣

資料來源：OFCA，2019。拍賣 3.3 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務 - 資訊備忘錄。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1170/3_3_ghz_Auction_IM.pdf

而在「數量階段」中又可分為兩個部分，競標者在第一部分按拍賣官就每一輪競標所定出的價格，競標有意取得的頻段數量。競標回

336 3.3GHz 頻譜使用費的最低金額為 200 萬港幣/MHz，由於每一頻塊頻寬為 10MHz，因此一單位頻塊為 2,000 萬港幣。

合會持續進行，直到所競標的頻段總數量相等於或少於可供拍賣的頻段總數量為止。數量階段第一部分結束時，每個售出頻段所須繳付標金為競標者在該階段最後一輪競標的出價。

當數量階段第一部分最後一輪的競標頻段總數量少於可供拍賣頻段的總數量時，數量階段第二部分便會展開。採以單一輪競標方式拍賣未售出的頻段數量。在該單一輪競標中，競標者可就未售出的頻段數量出價。如在該輪拍賣中所收到的競標數量多於未售出的頻段數量，出價由高至低排序，未售出的頻段由出價較高的競標者得標，出價相同時則由 OFCA 以隨機決定。該競標者就數量階段第二部分須繳付的標金為他們在該輪的出價。

在「指配階段」時，由「數量階段」成功投得頻段的競標者可提交單一出價，以決定獲指配相連頻段的優先次序（由最高頻段（C10 頻段）向下計起），出價相同時則由 OFCA 以隨機決定。競標者的出價會由高至低排序，以定出優先次序。因此，出價最低（包括沒有出價）的競標者將獲配 C1 頻段。每名競標者須就「指配階段」繳付費用，而金額為每名競標者的最低出價金額，若其中有一位競標者並未出價，則不須繳交「指配階段」之費用。

- **釋照階段**

拍賣結束後，成功的 3.3GHz 競標者將獲發「綜合傳送者執照」，執照有效期為執照核發日起共計 15 年，成功取得頻譜的現有綜合傳送者執照持有人可按本身的意願，選擇主動向 OFCA 申請把其現有的綜合傳送者執照與將獲發的新綜合傳送者執照合併。

II. 3.5GHz 拍賣模式及規定

OFCA 認為無明確理由限制 3.5GHz 僅能指配給現有營運商，若開放所有有興趣的企業參與競標，更能使市場有效競爭。因此，OFCA 決定把 3.5GHz 開放予所有有興趣人士參與競標，但參與競標者仍須在意向及提供服務的能力上符合最低資格要求。

OFCA 在諮詢文件中建議採用時間鐘拍賣方式配合指配階段拍賣 3.5GHz 頻段，以確保成功競標者可獲得相連頻段，諮詢回應方面大致不反對 OFCA 建議的拍賣方式。然而，部分行動網路營運商認為，A1 頻段（3.40-3.41GHz）的頻譜獲配者須與獲發「遙測、追蹤及控制站」[337]執照的相關衛星服務供應商協調，以保障其中一個限制區內於 3.4-3.405GHz 頻率範圍操作的遙測、追蹤及控制頻道，將使 A1 頻段的吸引力低於其他頻段。

2019 年 7 月公開之拍賣資訊備忘錄[338]中，OFCA 決議採用時間鐘拍賣方式配合指配階段拍賣 3.5GHz 頻段。

拍賣完整流程包括申請階段、資格審核階段、投標階段及釋照階段，以下將分別就各階段進行詳細介紹。

- **申請階段及資格審核階段**

申請階段中，所有欲投標的業者須於 OFCA 規定時間內提供以

337 「遙測、追蹤及控制站」是指在 3.40–3.405GHz 或 3.6–4.2GHz 頻段內操作，設立於大埔工業邨或赤柱，負責遙測、追蹤及控制在軌衛星的獲發牌衛星地球站。為避免受來自公共行動服務的無線電干擾，OFCA 將在這些遙測、追蹤及控制站的所在地點（即大埔和赤柱）設立限制區，禁止在 3.5GHz 的公共行動服務行動基地臺設置於限制區內。

338 OFCA，2019。拍賣 3.5 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務 - 資訊備忘錄。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1168/3_5_ghz_Auction_IM.pdf

下 3 項文件及證明：

- 填妥的申請資料（所有須繳交的表格和證明文件）
- 填妥的投標人合格證書
- 與業者欲取得的資格點數相應的存款（表 4.10.6）。

表 4.10.6　香港 3.5GHz 拍賣資格點數及其相應存款

存款	投標者可獲得的資格點數
4 千萬元港幣	1
8 千萬元港幣	2
1.2 億元港幣	3
1.6 億元港幣	4
2 億元港幣	5
2.4 億元港幣	6
2.8 億元港幣	7

資料來源：OFCA，2019。拍賣 3.5 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務 - 資訊備忘錄。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1168/3_5_ghz_Auction_IM.pdf

註 1：本次 3.5GHz 單一業者取得上限為 70MHz。

註 2：一個資格點數可對應一個單位區塊(10MHz)。

申請階段結束後，若 OFCA 認為投標者未符合以下 4 點要求時，OFCA 將不給予其合格投標者資格。

- 提交完整申請書（包括申請表格、相關資料及證明文件、投標人合格證書及存款）；
- 符合或能夠遵守投標者合格證書中的所有承諾;
- 投標者為另一投標者的關聯投標者[339]
- 並未撤回其申請。

339 關係投標者指與另一投標人有實質關係的投標者。實質關係可包括以下 3 項情況：
(1) A 公司持有 B 公司重大權益。
(2) B 公司持有 A 公司重大權益。
(3) 某特定人士持有 A 公司及 B 公司之重大權益。

完成審查後，OFCA 將會宣布合格投標者身分。而合格投標者數將會影響後續程序進行，若無投標者或合格投標者，或僅有一個合格投標者，則不會進行投標階段。在僅有一個合格投標者的情況下，OFCA 將會請投標者於指定日期內提交其欲獲得的區塊數（由最高頻段 A20 頻段向下計起，但須符合單一業者取得頻譜上限及其存款金額），應負的頻譜使用費則是其獲得的頻譜數量乘以單位區塊的最低金額[340]，若獲得 7 個區塊，應負頻譜使用費則為 2.8 億元港幣。

若有多個合格投標者參與，且發放予各投標者之資格點數總數超過 20 點，則將進行完整的投標階段（包括數量階段及分配階段）；若有多個合格投標者參與，但發放之資格點數總數少於 20 點，則不進行數量階段，僅進行分配階段。

- **投標階段**

投標階段分為兩個階段進行，第一階段是「數量階段」，採用時間鐘拍賣方式決定指配的頻段數量；第二階段則為「指配階段」，決定實際指配的頻段位置（參見圖 4.10.2）。數量階段各區塊資格點數如下表 4.10.7。

表 4.10.7　香港 3.5GHz 各區塊資格點數規畫

區塊編號	頻段	頻寬	資格點數	底價
A1	3400-3410	10 MHz	1	4 千萬港幣
A2	3410-3420	10 MHz	1	4 千萬港幣
A3	3420-3430	10 MHz	1	4 千萬港幣
A4	3430-3440	10 MHz	1	4 千萬港幣
A5	3440-3450	10 MHz	1	4 千萬港幣
A6	3450-3460	10 MHz	1	4 千萬港幣
A7	3460-3470	10 MHz	1	4 千萬港幣

[340] 3403.5GHz 頻譜使用費的最低金額為 400 萬港幣/MHz，由於每一頻塊頻寬為 10MHz，因此一單位頻塊為 4,000 萬港幣。

A8	3470-3480	10 MHz	1	4 千萬港幣
A9	3480-3490	10 MHz	1	4 千萬港幣
A10	3490-3500	10 MHz	1	4 千萬港幣
A11	3500-3510	10 MHz	1	4 千萬港幣
A12	3510-3520	10 MHz	1	4 千萬港幣
A13	3520-3530	10 MHz	1	4 千萬港幣
A14	3530-3540	10 MHz	1	4 千萬港幣
A15	3540-3550	10 MHz	1	4 千萬港幣
A16	3550-3560	10 MHz	1	4 千萬港幣
A17	3560-3570	10 MHz	1	4 千萬港幣
A18	3570-3580	10 MHz	1	4 千萬港幣
A19	3580-3590	10 MHz	1	4 千萬港幣
A20	3590-3600	10 MHz	1	4 千萬港幣

資料來源：OFCA，2019。拍賣 3.5 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務 - 資訊備忘錄。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1168/3_5_ghz_Auction_IM.pdf



資料來源：本研究彙整自 OFCA，2018。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。

圖 4.10.2　香港 3.5GHz 拍賣流程

而在「數量階段」中又可分為兩個部分，競標者在第一部分按拍賣官就每一輪競標所定出的價格，競標有意取得的頻段數量。競標回合會持續進行，直到所競標的頻段總數量相等於或少於可供拍賣的頻段總數量為止。數量階段第一部分結束時，每個售出頻段所須繳付標金為競標者在該階段最後一輪競標的出價。

當數量階段第一部分最後一輪的競標頻段總數量少於可供拍賣頻段的總數量時，數量階段第二部分便會展開。採以單一輪競標方式拍賣未售出的頻段數量。在該單一輪競標中，競標者可就未售出的頻段數量出價。如在該輪拍賣中所收到的競標數量多於未售出的頻段數量，出價由高至低排序，未售出的頻段由出價較高的競標者得標，出價相同時則由 OFCA 以隨機決定。該競標者就數量階段第二部分須繳付的標金為他們在該輪的出價。

在「指配階段」時，由「數量階段」成功投得頻段的競標者可提交單一出價，以決定獲指配相連頻段的優先次序（由最高頻段（A20 頻段）向下計起），出價相同時則由 OFCA 以隨機決定。競標者的出價會由高至低排序，以定出優先次序。因此，出價最低（包括沒有出價）的競標者將獲配 A1 頻段，而該競標者無須就指配階段繳付任何頻譜使用費。至於獲配 A1 頻段以外頻段的每名競標者，須就「指配階段」繳付頻譜使用費，金額為獲配 A1 頻段以外頻段的每名競標者的最低出價金額。

- **釋照階段**

拍賣結束後，OFCA 將於 2020 年 4 月 1 日成發放綜合傳送者執照與得標者，由執照核發當日起計算為 15 年，成功取得頻譜的現有綜合傳送者執照持有者可按本身的意願，選擇主動向 OFCA 申請把其現有的綜合傳送者執照與將獲發的新綜合傳送者執照合併。

III. 4.9GHz 拍賣模式及規定

4.9GHz 頻段的拍賣資格與其他中頻段相同，不論是現有營運商或新進業者，只要參與競標者仍在意向及提供服務的能力上符合最低資格要求，即可參與拍賣。

拍賣方式部分，由於 4.9GHz 頻段中每名競標者只可取得 1 個 40MHz 頻寬的區塊且單位頻寬為 40MHz，意即每名競標者只可競標一個區塊，OFCA 在 2019 年 7 月 19 日諮詢文件中建議採用同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multiple Round Auction，SMRA）模式進行拍賣。

完成拍賣後，成功的 4.9GHz 競標者將獲發綜合傳送者執照，執照有效期為執照核發日起計 15 年，成功取得頻譜的現有綜合傳送者執照持有者可按本身的意願，選擇主動向 OFCA 申請合併其現有的綜合傳送者執照與將獲發的新綜合傳送者執照。

OFCA 規劃以同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multiple Round Auction，SMRA）拍賣 4.9 GHz 頻段，分為 2 個 40 MHz 的區塊(分別為 B1 與 B2)，拍賣總頻寬為 MHz。其中兩個區塊將在多個回合中同

時拍賣，並且每個區塊的價格分別獨立調整；在提出參加拍賣的申請時，每位投標者必須提交保證金，完成填寫申請表和投標者合規證書。

如果有多位合格競標者，則將進行競標階段。某個區塊的暫時得標者將是在競標階段結束時持有該區塊最高出價的競標者。如果只有一名合格的競標者，則不會進行競標階段。合格競標者將成為其選擇區塊的暫時得標者（受頻譜上限的限制）。 應付的頻譜使用費（即標金）將為該區塊的最低費用。

拍賣完整流程包括申請階段、資格審核階段、投標階段及釋照階段，以下將分別就各階段進行詳細介紹。

- **申請階段及資格審核階段**

新進業者和執照持有人，均可參加拍賣。可以自行參與和/或以合資企業或其他類型的協議形式與他人合作（取決於《公司條例》和《通知》的條款和條件，例如與反勾結有關）。競標者沒有外國所有權限制。

- 填妥的申請資料（所有須繳交的表格和證明文件）
- 填妥的投標者合格證書
- 規定的保證金額。

申請必須在申請日期的上午 9:00 至下午 5:30 之間，即在 2019 年 9 月 12 日或 2019 年 9 月 13 日，交付給管理局辦公室。

提交申請後，作為資格條件，投標者必須繳交保證金。保證金必須為 1.2 億港元，使管理局在競標階段的第一回合將 EP 授予投標者。每個區塊將分配一個 EP。競標者必須有一個 EP 才能競標區塊。在競

標中，任何競標者均不得獲取超過 40 MHz 或一個以上的區塊。

申請階段結束後，若 OFCA 認為投標者未符合以下 4 點要求時，OFCA 將不給予其合格投標者資格。

- 提交完整申請書（包括申請表格、相關資料及證明文件、投標人合格證書及存款）；
- 符合或能夠遵守投標者合格證書中的所有承諾;
- 投標者為另一投標者的關聯投標者；
- 並未撤回其申請。

完成審查後，OFCA 將會宣布合格投標者身分。而合格投標者數將會影響後續程序進行，如果沒有競標者或沒有合格競標者，或者只有一個合格競標者，則不會進行競標階段。如果只有一個合格投標者，OFCA 將會請投標者於指定日期內提交其欲獲得的區塊數，以表明希望分配的區塊。如果有多個合格競標者，則將進行競標階段。

- **投標階段**

競標階段採取同時多回合上升拍賣（Simultaneous Multiple Round Auction，SMRA）形式。兩個區塊的區標將同時進行，並且將由一個或多個競標回合組成，投標者可以在其中進行區塊的競標。

在第一個回合中，將回合價格設置為最低費用（表 4.10.8）。競標者必須為一個區塊提交有效競標。如果投標人在第一輪中未提交有效投標書，它將被取消參與資格，並沒收其全部保證金。隨後的每個回合，OFCA 將為每個區塊指定回合價格。投標者可以選擇是否以「回合價格」提交有效投標。投標者無權以高於或低於回合價提交投標。在每個回合結束時，OFCA 將在每個區塊的有效出價中確定一個常設

最高出價（Standing Highest Bid）。如果針對某個區塊收到了兩個或多個有效投標，則管理局將隨機確定該區塊的常設最高投標（Standing Highest Bid）。

在競標階段開始前至少一個工作日，OFCA 將向每位競標者發布競標階段通知，告知競標階段開始的日期和時間。在競標階段，OFCA 將自行決定安排回合。預計在工作日的上午 9:00 至下午 5:30 之間安排回合。一回合將不少於 5 分鐘或不超過 60 分鐘。

表 4.10.8　香港 4.9GHz 拍賣區塊及底價

區塊	頻段（MHz）	頻寬	底價
B1	4840-4880	40 MHz	1 億 2 千萬港幣
B2	4880-4920	40 MHz	1 億 2 千萬港幣

資料來源：OFCA，2019。拍賣 4.9 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務 - 資訊備忘錄。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1169/4_9_ghz_Auction_IM.pdf

隨著競標階段從一輪到另一輪的進行，OFCA 可能會酌情調整回合價。 一般而言，OFCA 會按照以下方式調整區塊的回合價格：

1. 如果在前一個回合中收到了一個區塊的一個或多個有效出價，則該區塊的回合價格將向上調整。
2. 如果在前一回合中未收到某個區塊的有效出價，但該區塊有常設最高出價（Standing Highest Bid），則該區塊的回合價格可以保持不變或向下調整。無論如何，調整後的回合價格將不低於常設最高出價（Standing Highest Bid）。
3. 如果在前一個回合中沒有收到針對某個區塊的有效出價，並且該區塊沒有常設最高出價（Standing Highest Bid），則回合價格可以向下調整。

為防止任何競標者競標超出頻譜取得上限，將有一些規則來管理

競標階段。在隨後的每一輪中，競標者的 EP 數量（在所有情況下應為 0 或 1）將等於前一輪競標者的水準，除非競標者提交或被視為已在前一回合中提交了棄權書，在這種情況下，下一輪之後歸屬於投標人的 EP 數量將等於上一輪未提交或未提交投標人的最近一輪競標者的活動水準。

競標階段將在沒有任何投標者提交有效投標，撤銷或放棄的回合時結束。在競標階段結束時，該區塊的常設最高價的競標者將是該區塊的臨時成功競標者，並且該區塊支付的費用為常設最高競標的金額。如果競標階段持續了很長一段時間，OFCA 可以自行決定，給予六個回合的提前通知期（如果可行）將回合指定為最後一回合。

在競標階段結束後的兩個工作日內，OFCA 將發布一個暫時得標者公告，以向公眾宣布每個區塊的暫時得標者的身份以及每個區塊應支付的頻譜使用費（即標金）。

- **釋照階段**

每位暫時得標者必須在發布暫時得標者通知後的兩個工作日內通知 OFCA 是否認可。

在發布暫時得標者公告或經修訂的暫時得標者公告（視情況而定）後的 25 個工作日內，每位暫時得標者必須向 OFCA 支付應付的頻譜使用費；和根據執照所列表格，向 OFCA 提供網路和服務推出要求的履約保證金。

（二）競標區塊大小

1. 高頻段

（1） 非共用頻譜

非共用頻譜主要提供大規模公共行動服務，競標總頻寬為3,700MHz，單位頻寬為100MHz。

（2） 共用頻譜

共用頻譜主要用來提供地區性無線服務，僅可用於向指定用戶群組提供創新的5G服務（不可向公眾提供傳統公共行動服務），而在指定地區合計提供的網路覆蓋範圍[341]不得超過50平方公里。共用頻譜的總頻寬為400MHz，單位頻寬為100MHz。

2. 中頻段

（1） 3.3GHz

3.3GHz頻段預計將提供室內行動服務，其總頻寬為100MHz，單位頻寬為10MHz。

根據第三代合作夥伴計畫（3GPP）[342]所採納的5G設備和裝置技術規格，3.3GHz頻段容許的最小頻寬為10MHz。OFCA乃就最新技術規格制訂單位頻寬。

341 網路覆蓋範圍的限制將適用於獲配者的所有關連公司合計提供的網路覆蓋範圍。

342 3GPP技術規格TS 38.104「NR；基站無線電傳送與接收」(“NR; Base Station (BS) Radio Transmission and Reception”)訂明3.5GHz內的頻道頻寬由10MHz至100MHz不等（見NR頻段n77及n78）。3GPP技術規格TS 38.104載於：
https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3202.

（2） 3.5GHz

3.5GHz 頻段預計將提供行動服務使用，其總頻寬為 200MHz，單位頻寬為 10MHz。

OFCA 從業界意見書（包括 3 家行動網路營運商的意見書及 2 個行動通訊業組織的連署意見書）中留意到，10MHz 頻寬的頻段可容納 10MHz 單數倍數的頻道頻寬（包括 10MHz、30MHz、50MHz 及 70MHz 的頻段頻寬），可為 3.5GHz 的頻譜獲配者提供更大的靈活性，且 2018 年 6 月已確定並獲國際採納的首套 5G 技術規格可支援 3.5GHz 內 10MHz 的頻寬。因此 OFCA 將單位頻寬訂定為 10MHz。

（3） 4.9GHz

4.9GHz 頻段釋出總頻寬為 80MHz，單位頻寬為 40MHz，另有預留 2 個 10MHz 的頻段（4.83-4.84GHz 及 4.92-4.93GHz），未來或可與日後提供的頻譜合併。

（三）單一業者取得頻率上限

1. 高頻段

（1）非共用頻譜

為符合 ITU 訂定的 5G 最高下載速度目標（20Gbps）所需的頻寬，同時避免頻譜過度集中於同一業者手中，OFCA 訂定單一業者取得頻率上限為 800MHz。

（2）共用頻譜

單一業者取得頻率上限為 400MHz，且已獲配非共用頻譜的營運商將不具共用頻譜的獲配資格。

2. 中頻段

（1）3.3GHz

為防止頻譜持有量過度集中於個別營運商，OFCA 決議單一業者取得頻率上限為 40MHz。

（2） 3.5GHz

單一業者取得頻率上限原訂為 100MHz，但該上限將導致拍賣中僅出現 2 名成功獲配者，為確保營運商之間存在有效競爭，雖然 70MHz 會導致最高數據傳輸速度及技術效益會略遜於 100MHz 的效果，但若能有更多營運商可因而取得頻譜並善用之，亦將提升頻譜效益，進而提供優良且穩定的 5G 服務。結合業界意見後，OFCA 決議將單一業者取得頻率上限訂為 70MHz。

（3） 4.9GHz

為防止頻譜持有量過度集中於個別營運商，每名競標者只可取得 1 個 40MHz 頻寬的頻段。

（四）業者取得頻率義務

1. 高頻段

（1） 非共用頻譜

為鼓勵業界及早使用 26GHz 及 28GHz 頻段推展 5G 網路，OFCA 在諮詢文件中建議指配 26GHz 及 28GHz 頻段內的非共用頻譜時，應予以提供網路及服務的責任。由於毫米波頻譜的傳輸距離有限，適合在通訊熱點提供高流量的傳送，不宜用作提供大範圍的網路覆蓋，因

此 OFCA 認為以頻譜獲配者須設置的無線電基地臺數目來訂定義務較合適，而非以須覆蓋的人口百分比來訂定。然而考量毫米波頻譜的技術特性，一個無線電基地臺登記位址可設置超過一個無線電裝置，以向有關地區的不同方位提供良好的網路覆蓋。考量相關業者意見後，OFCA 決定改為計算無線電基地臺登記位址內設置的「無線電裝置數」（即有源天線裝置、天線集成無線電或遠程無線電頭端／裝置的數量）。舉例來說，如有三個無線電裝置連接到同一個無線電基地臺的基頻裝置，在計算符合最低覆蓋要求時會作三個無線電裝置計算。

OFCA 參考四家現有行動網路營運商為營運 2G、3G 及 4G 行動網路時設置的無線電基地臺總數（超過 12,000 個），以及毫米波頻譜的技術特性進行建設義務的規劃。考量毫米波頻譜須較高密度的覆蓋，每位非共用頻譜的獲配者須在獲配頻譜後前五年內設置和營運不少於某個數目的無線電裝置，而有關數目會與其獲配的頻譜數量成正比。

具體而言，如某一申請者獲配 26GHz 及 28GHz 頻段內 800MHz 的非共用頻譜，該申請者須於獲配頻譜後首五年內設置和營運最少 5,000 個無線電裝置。提供網路及服務的責任將根據獲指配頻譜的數量按比例減少。舉例來說，一名獲配 400MHz 非共用頻譜的獲配者須履行的義務為獲配頻譜後前五年內設置和營運最少 2,500 個無線電裝置。而建置的五年內亦須分四個階段設置無線電裝置，即在獲配頻譜後前一年半內設置 20%規定設置的無線電裝置；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加設剩下的 30%無線電裝置。

（2） 共用頻譜

獲配者使用毫米波頻譜及新無線電技術引進創新服務，無須就共用頻譜施加提供網路及服務的責任。

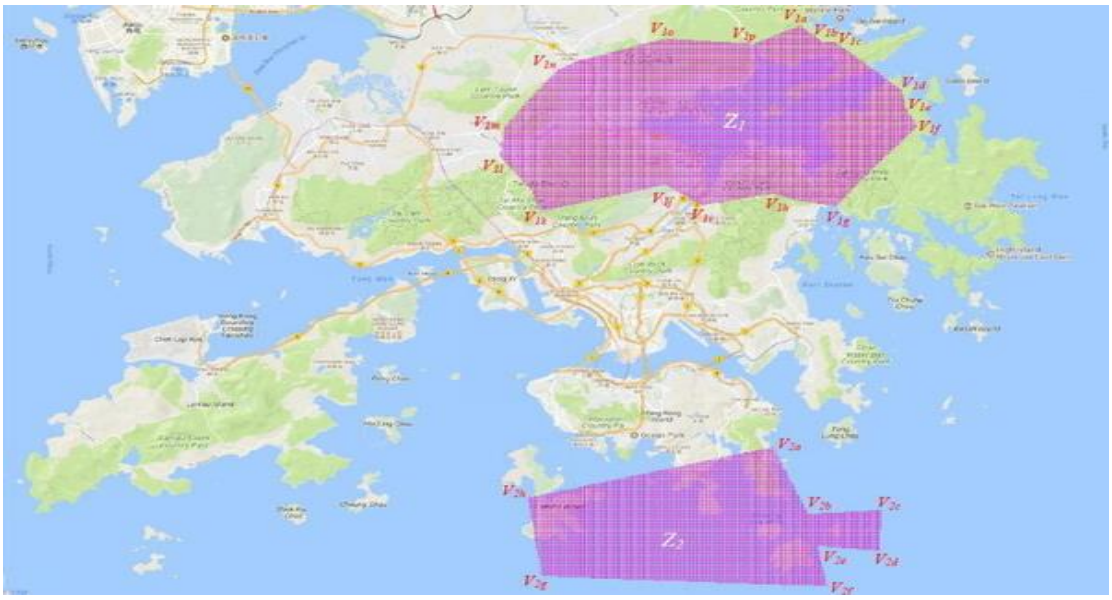
2. 中頻段

（1） 3.3GHz

OFCA 參考香港行動網路營運商迄今已設置的室內無線電基地臺平均數目後，建議在執照核發日期起計前五年內，每名 3.3GHz 的成功競標者應設置 500 個在該頻段操作的室內基地臺，且亦須交付履約保證金，以確保履行上述提供網路及服務的責任。諮詢回覆意見則認為該數字與現有室內基地臺的實際數目相比過高。為平衡兩造意見，OFCA 決定適當調整該義務，規定每名 3.3GHz 的成功競標者須設置最少 400 個在該頻段操作的室內無線電基地臺。另外，每名成功競標者須交付履約保證金，以確保履行上述每項提供網路及服務的責任。

（2） 3.5GHz

為防止頻譜囤積，以及確保適時提供 5G 服務，OFCA 在諮詢文件中建議對成功競標者予以提供網路及服務的責任，每名頻譜獲配者應於執照核發日期起計前五年內提供覆蓋最少 50%人口的行動服務。由於 3.5GHz 頻段須在「遙測、追蹤及控制站」的所在地（大埔和赤柱）設立限制區，禁止 3.5GHz 的行動基地臺設置於限制區內，以避免公共行動服務對衛星服務供應商的無線電造成干擾（圖 4.10.3）。諮詢意見認為，由於香港有 10%人口（約 740,000 人）居於限制區內，因此制訂提供網路及服務的責任時不應包括居於兩個限制區內人口。



資料來源：OFCA，2018。通訊事務管理局聲明-把 3.4-3.7 吉赫頻帶的編配由固定衛星服務改為流動服務。

圖 4.10.3　香港 5G 限制區

OFCA 參考回應者意見後，最終決定要求每名成功競標者在執照核發日期起計五年內提供覆蓋最少 45%人口的行動服務，並須交付履約保證金，作為其會履行上述提供網路及服務責任的保證。

（3）　4.9GHz

OFCA 在諮詢文件中建議，於執照核發日期起計前五年內，每名 4.9GHz 頻段的成功競標者在使用該頻段內獲指配的頻譜提供行動服務時，必須提供最少覆蓋 50%人口的網路及服務，且亦須交付履約保證金，以確保履行上述提供網路及服務的責任。一名回應者認為應將最低人口覆蓋率訂為 10%，其他諮詢意見則認為營運商為吸引消費者，必將爭相在香港鋪設 5G 網路，因此沒有必要給予提供網路及服務的責任。OFCA 表示，由於 50%人口覆蓋率是過去不同頻段（如過去透過拍賣指配的 1.9-2.2GHz、2.3GHz 及 2.5／2.6GHz）普遍採用的最低規定，為防止頻譜囤積，仍應將最低人口覆蓋率定為 50%。另外，每

名成功競標者亦須交付履約保證金，以確保履行上述每項提供網路及服務的責任。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

1. 高頻段

非共用頻譜執照年限為 15 年，自 2019 年 4 月 25 日至 2034 年 4 月 24 日止。共用頻譜執照年限為 5 年，並可延長最多五年。

2. 中頻段

3.3GHz、3.5GHz、4.9GHz 頻段執照年限均為 15 年，三頻段在執照屆滿後，並不存在直接續約或優先購買的權利。

（二）頻率使用相關規定

1. 高頻段共用頻譜的使用限制

共用頻譜獲配者無須提供網路及服務，但不可將共用頻譜以批發或零售方式向公眾提供傳統公共行動服務。

2. 確保既有頻段使用者之權益

為保護 3.5GHz 頻段中操作的「遙測、追蹤及控制站」，OFCA 決定在大埔及赤柱設立限制區，限制在 3.5GHz 頻段中操作的公共行動服務行動基地臺的設置，避免公共行動服務所發出的強大無線電訊號導致「遙測、追蹤及控制站」的接收器靈敏度下降或受到有害干擾。

四、 其他規定

（一）高頻段

1. 履約保證金

非共用頻譜獲配者須繳付金額與獲指配頻譜數量成正比的履約保證金，以保證其會履行提供網路及服務的責任；而共用頻譜獲配者由於不須承擔提供網路的責任，因此不須提供履約保證金。

OFCA 訂定非共用頻譜的履約保證金為 100 萬元港幣／MHz。若頻譜獲配者獲 400MHz 的頻譜，將須繳交四億元的保證金。若獲配者定期完成得標義務，履約保證金將會分四期退還予頻譜獲配者，若獲配者未能按照規定達成每期得標義務，相關部分的保證金將會被沒收。

2. 頻譜使用費

由於 26GHz 及 28GHz 頻段並非透過拍賣或其他市場機制發放的頻譜，其頻譜使用費將依據反映該段頻譜的機會成本計算，以鼓勵頻譜使用者發揮頻譜的最大效益，或將未使用或未充分利用的頻譜歸還予 OFCA，以指配予其它使用者。

有鑑於此，香港商務及經濟發展局（Commerce and Economic Development Bureau，以下簡稱 CEDB）局長決定採用「頻譜使用費徵收計畫」[343]徵收 26GHz 及 28GHz 頻段的頻譜使用費。若頻段內少於 75%的頻譜被指配或佔用，將不會徵收頻譜使用費。只有在頻段出現擁擠（即有 75%或以上被佔用），且預期未來將會更為擁擠的情況

343 頻譜使用費徵收計畫於 2011 年引入，並於 2018 年 1 月 1 日起實施，並在全面生效前設有 5 年過渡期，在首 2 年（2018 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日）不徵收頻譜使用費；在第 3 年（2020 年）只需繳付 30%的頻譜使用費；第 4 年（2021 年）繳付 70%的頻譜使用費，直至第 5 年（2022 年）起才徵收全費。

下，才會徵收頻譜使用費。

若頻譜佔用情況已達 75%門檻，商經局則會採用最低成本替代方法來計算頻譜的機會成本[344]。非共用頻譜的頻譜使用費水準訂為每年 21,600 元港幣／MHz；而共用頻譜使用有覆蓋範圍限制，加上希望鼓勵新進經營者提供創新服務，其頻譜使用費訂為每年 1,080 元港幣／MHz。

由於「頻譜使用費徵收計畫」甫於 2018 年 1 月 1 日開始實施，全面生效前尚設有五年過渡期。而 26GHz 及 28GHz 頻段會自 2019 年 4 月開始指配（在五年過渡期內）。換句話說，2019 年獲配者無需為 26GHz 及 28GHz 頻段繳付頻譜使用費；2020 年只須繳付有關頻譜使用費的 30%；2021 年繳付當中的 70%，直至 2022 年起才須全額繳付。商經局局長認為五年過渡期應已給予頻譜使用者充足時間和空間適應「頻譜使用費徵收計畫」。另外，未來每五年也將進行 1 次在頻譜使用費徵收計劃的頻譜使用費水準檢討，確保頻譜使用費水準可如實反映頻譜的機會成本。

（二）中頻段

1. 履約保證金

3.3GHz、3.5GHz 及 4.9GHz 頻段皆須繳納履約保證金，以確保履行上述每項提供網路及服務的責任。

344 即頻譜使用費會設定於頻譜使用者現時的運作方法與其最低成本替代方法兩者之間的成本差額。即使頻譜使用者並無其他相配或可行方法提供同樣服務，其佔用某段頻段或會令其他使用者無法使用該段頻段，因此仍具有機會成本。

2. 頻譜使用費

3.3GHz、3.5GHz 及 4.9GHz 頻段頻譜使用費以拍賣方式決定，頻譜使用費即為頻譜標金，而預期 3.3GHz、3.5GHz 及 4.9GHz 頻段將涉及高額頻譜使用費，為使頻譜獲配者有較大彈性因應其個別情況，商經局根據《電訊條例》第 32I(2)條提交規例，訂定頻譜獲配者（包括行動網路營運商及新加入市場的經營者）可選擇以下列其中一種方式繳付頻譜使用費：

(1) 一次繳付拍賣釐定所需繳付的整筆費用；或

(2) 每年分期形式繳付，第一期相當於(1)項所述的整筆費用除以15（即執照年限），而往後期數的金額則按年遞增 2.5%（最新的中期基本通膨率預測），以反映有關金額對政府的時間價值。

若頻譜獲配者選擇以每年分期形式繳付，政府會要求頻譜獲配者在整個指配期內，每年須就隨後五年的頻譜使用費提供擔保，以利政府確保該獲配者資金流穩健。

另外，部分行動網路營運商提出建議，希望以年費形式繳付頻譜使用費，但由於年費制並非國際間常見做法，而且有關計算方法須實施分開報帳以確保所有相關收入在計算使用年費時得以適當分攤。OFCA 和行動網路營運商亦需要協商分開報帳方法並取得共識，以釐定不同頻段所衍生的網路營業額。過往經驗顯示，分開報帳和提交報告程式對 OFCA 和行動網路營運商而言均會耗用大量資源，同時難以實施，因此 OFCA 將不採納此作法。

3. 互換頻譜的限制

為確保拍賣中存在真正的競爭，體現每個頻段在拍賣中的市場價值。3.3GHz、3.5GHz 及 4.9GHz 頻段自指配日期起計前五年內，一般不會考慮成功競標者提出互換頻譜要求的可能。

4. 保護「遙測、追蹤及控制站」

為保護 3.5GHz 頻段中操作的「遙測、追蹤及控制站」，OFCA 決定在大埔及赤柱設立限制區，限制在 3.5GHz 頻段中操作的公共行動服務行動基地臺設置，避免公共行動服務所發出的強大無線電訊號會導致「遙測、追蹤及控制站」的接收器靈敏度下降或受到有害干擾。

5. 支援現有衛星電視共用天線系統升級的資助計劃

鑑於將來的頻譜獲配者會因 3.5GHz 頻段用途由固定衛星服務（空對地）重新編配為行動服務而受惠，OFCA 在諮詢文件中建議一項推行資助計劃，以支援受頻譜重新編配影響的衛星電視共用天線系統升級。符合資格的衛星電視共用天線系統（即在 2018 年 3 月 28 日或之前領有衛星電視共用天線執照的系統）將可獲得一筆用於升級的資助，但資助範圍不包括保養或維修等經常性開支。每個衛星電視共用天線系統只能獲得一次升級資助，資助額上限為每個系統港幣兩萬元。

衛星營運商認為由於衛星電視共用天線系統升級的市場需求會在短期內上升，OFCA 應考慮提高資助額。行動網路營運商則表示，資助計劃的經費應從 3.5GHz 頻段的頻譜使用費、相關的執照費或 OFCA 營運基金資源中撥款。但 OFCA 表示反對，其中執照費是為支

援通訊辦執行所需工作，以履行在管理和規管執照持有人的職責，不宜作為資助計劃經費；若使用 OFCA 營運基金資源會使 3.5GHz 頻譜獲配者外的其他持照人亦須承擔資助計劃的成本；而頻譜使用費則是市民可由頻譜作為商業用途所取得的財政收益。換言之，資助衛星電視共用天線系統升級並不屬於執照費、OFCA 營運基金資源或頻譜使用費的使用範圍。因此，OFCA 認為要求 3.5GHz 頻譜獲配者共同承擔資助計劃的經費，屬合理安排。相關資訊將載明於 3.5GHz 頻譜拍賣的《資訊備忘錄》。

根據 3.5GHz 頻譜拍賣的《資訊備忘錄》，暫時得標者在 OFCA 發布得標通告後，須共同繳納基金以提供資助計劃。由於暫時得標者可選擇自行管理資助計劃或委任 OFCA 管理資助計劃，流程可分為下列兩種情形

（1） 自行管理資助計劃

每位暫時得標者須在 30 個營業日內依據得標比例，共同出資 3,200 萬港元作為基金，而基金必須以 OFCA 可接受的形式存放在銀行帳戶中，專門為該資助計劃設立，且其銀行帳戶的報表必須根據要求提供給 OFCA；此外，暫時得標者須於 45 個營業日內提交令 OFCA 滿意的資助計劃規劃。

（2） 委任 OFCA 管理資助計劃

每位暫時得標者須在 15 個營業日內共同委任 OFCA 管理資助計劃，並於 30 個營業日內依據得標比例支付 3,200 萬港元。

6. 技術中立

OFCA 在指配 3.5GHz 頻段用於公共行動服務時，將採用技術中立的原則。相關頻譜獲配者將可自由使用有關頻譜，提供其執照訂明的服務，只要使用技術屬廣泛認可的標準，且不會對合法服務造成有害干擾，頻譜獲配者可適切利用先進科技並迎合市場的需要，因此 OFCA 最終決定不會就使用 3.5GHz 頻段施加採用任何特定技術之標準。

五、 釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

1. 高頻段

歷經第一輪釋照申請及審核流程後，OFCA 於 2019 年 3 月 27 日宣佈共有 3 家電信營運商，包括中國移動香港、香港電訊及數碼通皆獲得 400MHz 頻寬的頻段，成為 26GHz 及 28GHz 頻段的成功申請者（參見表 4.10.9）。

表 4.10.9 香港 26GHz 及 28GHz 頻譜指配現況

成功申請者	要約指配的頻譜	
	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）	27.35-27.75	400

資料來源：通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聯合聲明，2018。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。
https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/480/joint_statement_st_052018_tc.pdf

除上述 3 家電信營運商外，香港和記電訊旗下的 3HK 亦為香港電信市場的主要競爭者，但卻未參與本次頻譜釋照申請。3HK 認為目前 5G 生態系統尚未成熟；且政府將於 2019 年釋出更多 5G 頻譜，其中包括 5G 發展關鍵的中頻段 3.3GHz、3.5GHz 和 4.9GHz。此外，香港政府已宣佈於 2020 年底終止類比電視廣播服務，並在 600、700GHz 頻段內規劃頻段予行動通訊使用，以豐富 5G 頻譜供應。另外，由於 26GHz、28GHz 頻段的成功申請者須在規定年限內建置數量龐大的無線電裝置，3HK 認為現階段尚不適合承諾相關責任。因此，綜上因素，為審慎評估整體 5G 網路構建，3HK 未來將視 5G 發展動態決定是否參加 26GHz、28GHz 於二年後的第二輪指配以及中頻段頻譜拍賣。

2. 中頻段

（1） 3.3GHz 頻段

OFCA 於 2019 年 11 月 6 日公布 3.3GHz 頻段拍賣結果，共由 4 家業者得標 3.3GHz 頻段內共 100MHz 的頻譜，頻譜使用費總額為港幣 665,133,332 元（參見表 4.10.10）。4 名得標者分別為和記電話有限公司（和記）、Hong Kong Telecommunications (HKT) Limited（HKT）、數碼通電訊有限公司（數碼通）及中國移動香港有限公司（中國移動香港）。各暫定得標者須在 2019 年 12 月 11 日以前繳交頻譜使用費及保證會履行提供網路及服務的履約保證金，至於頻譜指配將於 2019

年 12 月生效，有效期限為 15 年[345]。

表 4.10.10　香港 3.3GHz 頻段拍賣結果

區塊	頻率範圍（MHz）	得標頻寬（MHz）	暫定得標者	標金
C1-C3	3300-3330	30	和記	港幣 199,533,333 元（約新臺幣 7.88 億元）
C4-C6	3330-3360	30	HKT	港幣 199,533,333 元（約新臺幣 7.88 億元）
C7-C8	3360-3380	20	數碼通	港幣 133,033,333 元（約新臺幣 5.25 億元）
C9-C10	3380-3400	20	中國移動香港	港幣 133,033,333 元（約新臺幣 5.25 億元）

資料來源：通訊事務管理局辦公室，2019。3.3 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成新聞公報。https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_t_id_2023.html

備註：1. 匯率以 1 港元=新臺幣 3.949 元計算。

（2） 3.5GHz 頻段

OFCA 於 2019 年 10 月 14 日公布 3.5GHz 頻段拍賣結果，共由 4 家業者得標 3.5GHz 頻段內共 200MHz 的頻譜，頻譜使用費（即標金）總額為港幣 10 億 600 萬元（參見表 4.10.11）。4 名得標者分別為中國移動香港有限公司（中國移動香港）、Hong Kong Telecommunications（HKT）Limited（HKT）、和記電話有限公司(和記)及數碼通電訊有限公司(數碼通)。各暫定得標者須在 2020 年 1 月 14 日或之前繳付標金及履約保證金，以保證履行提供網路及服務的規定。此外，各暫定得標人須在 2019 年 11 月 25 日以前，共同為資助計劃基金提供經費，以支援升級現有衛星電視共用天線系統。頻譜指配將於 2020 年 4 月

[345] OFCA，2019。3.3 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_t_id_2023.html

1 日生效，有效期限為 15 年[346]。

表 4.10.11　香港 3.5GHz 頻段拍賣結果

區塊	頻率範圍（MHz）	得標頻寬（MHz）	暫定得標者	標金
A1-A6	3400-3460	60	中國移動香港	3 億港元（約新臺幣 11.85 億元）
A7-A11	3460-3510	50	HKT	2.52 億港元（約新臺幣 9.95 億元）
A12-A16	3510-3560	50	數碼通	2.52 億港元（約新臺幣 9.95 億元）
A17-A20	3560-3600	40	和記	2.02 億港元（約新臺幣 7.97 億元）

資料來源：通訊事務管理局辦公室，2019。3.5 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成新聞公報。https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2005.html

備註：1. 匯率以 1 港元=新臺幣 3.949 元計算。2. A1-A20 每一區塊（10MHz）底價皆為 4,000 萬港元（約新臺幣 1.58 億元）。3. 我國 3.5GHz 頻段每一區塊（10MHz）底價皆為新臺幣 9 億元。

（3） 4.9GHz 頻段

根據 OFCA 於 2019 年 10 月 16 日發布的「拍賣 4.9 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務-合資格競投人公告[347]」原中國移動香港、HKT、數碼通、和記等共四家業者申請參加 4.9GHz 頻段拍賣，然而數碼通與和記於 2019 年 10 月 15 日退出拍賣，因此此次拍賣僅中國移動香港與 HKT 兩次業者參加。

4.9GHz 頻段拍賣結果於 2019 年 10 月 23 日公告，共拍賣 80MHz 頻寬，由 2 家業者成功標得，總標金為港幣 2 億 4,000 萬元（參見表

[346] OFCA，2019。3.5 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成新聞公報。https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2005.html

347 OFCA，2019。拍賣 4.9 吉赫頻帶內的無線電頻譜以提供公共流動服務-合資格競投人公告。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_1169/4_9_ghz_Auction_QualifiedBidderNotice.pdf

4.10.12)。暫定得標者須在 2019 年 11 月 27 日或之前繳付標金及履約保證金，以保證履行提供網路及服務的規定。頻譜指配將於 2019 年 12 月生效，有效期限為 15 年[348]。

表 4.10.12　香港 4.9GHz 頻段拍賣結果

區塊	頻率範圍（MHz）	得標頻寬（MHz）	暫定得標者	標金
B1	4840-4880	40	中國移動香港	1.2 億港元（約新臺幣 4.74 億元）
B2	4880-4920	40	HKT	1.2 億港元（約新臺幣 4.74 億元）

資料來源：通訊事務管理局辦公室，2019。4.9 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成新聞公報。https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2014.html

備註：1. 匯率以 1 港元=新臺幣 3.949 元計算。2. B1-B2 每一區塊（40MHz）底價皆為 1.2 億港元（約新臺幣 4.74 億元）。3. 我國 3.5GHz 頻段每一區塊（10MHz）底價皆為新臺幣 9 億元。

（二）市場概況

目前香港共有四家行動網路營運商提供相關服務，包括數碼通、中國移動香港、香港電訊及 3 HK，其中又以香港電訊市占率最高。

（三）市場變化

由本次釋照結果觀察，中國移動香港、數碼通、香港電訊以及 3HK 四家電信商中，僅 3HK 採取較保守態度，未參與首次高頻頻譜指配。

根據媒體報導[349]香港將在 2020 年第二季正式推出 5G 的服務，3.5GHz 頻段會是 5G 時代的主流區塊。因為 3.5 GHz 頻段為全球 5G

348 通訊事務管理局辦公室，2019。4.9 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成新聞公報。https://www.ofca.gov.hk/tc/media_focus/press_releases/index_id_2014.html

349 Engadget 中文版，2019。香港 5G 黃金頻段競投結果出爐，誰家獲得最多資源呢？https://chinese.engadget.com/2019/10/15/5g-auction-results-hk/

的主流頻譜，大部分電信業者將在此處佈署 5G 網路，而 3.5GHz 由中國移動香港投得最多，市場預計中國移動香港將快速擴張香港 5G 市場。此外 HKT 提及 4.9GHz 頻段可提升香港 5G 的整體速度；也能在香港南面、新界東兩處佈署 4.9GHz 頻段，以增強網路覆蓋率。

和記與數碼通未參與 4.9GHz 頻譜拍賣。數碼通表示，不參與 4.9GHz 頻段競標的原因為此頻段屬高頻段，無法有效提供大範圍的網路覆蓋，且 5G 的技術亦不夠成熟。

和記也提及，不參與 4.9GHz 頻段是由於此頻段較高，現階段的系統未能相對應，且此頻段頻譜供應也不足，公司綜合分析後決定不參與競標[350]。和記將整合現有網路與舊有的頻譜，全力投入 5G 網路，預計在 2020 年為香港提供新的 5G 服務，且推動香港邁向智慧城市[351]。

香港資訊科技商會（Hong Kong Information Technology Federation）猜測，未參與此次 5G 頻譜拍賣的業者可能考慮到頻譜費用過高，將透過重新劃分現有頻譜，或等待政府釋出其他 5G 頻段，以建構完整 5G 網路覆蓋。4.9GHz 頻段目前只有日本手機能夠使用，香港並非每個基地台都能配合使用。

總結，中國移動香港，擁有最多頻譜，此僅顯示容量最大，值得注意的是，中國移動香港投資以中國大陸為主，以至於中國移動香港股價無法上升。而和記自從 2017 年出售固網電訊業務後，就沒起色，

350 明報，2019。中移動香港電訊底價再奪 5G 頻譜和電數碼通棄投分析：少手機適用。https://news.mingpao.com/pns/%E7%B6%93%E6%BF%9F/article/20191024/s00004/1571853899273/%E4%B8%AD%E7%A7%BB%E5%8B%95%E9%A6%99%E6%B8%AF%E9%9B%BB%E8%A8%8A-%E5%BA%95%E5%83%B9%E5%86%8D%E5%A5%AA5g%E9%A0%BB%E8%AD%9C-%E5%92%8C%E9%9B%BB%E6%95%B8%E7%A2%BC%E9%80%9A%E6%A3%84%E6%8A%95-%E5%88%86%E6%9E%90-%E5%B0%91%E6%89%8B%E6%A9%9F%E9%81%A9%E7%94%A8

351 和記電訊，2019。成功競投 3.5 吉赫頻帶內 40 兆赫頻譜，全力構建 5G 流動網絡，推動智慧城市發展。https://doc.irasia.com/listco/hk/hthkh/press/cp191014.pdf

股價也不盡理想。而 HKT 雖然收費較高，但品質卻較好，有機會成為香港 5G 市場的領頭羊。至於數碼通則比較中庸，市佔率排行最後[352]。

352 The Motley Fool Hong Kong,2019。香港 5G 頻譜大局已定 4 大電訊商情勢分析。https://www.fool.hk/2019/10/24/%e9%a6%99%e6%b8%af5g%e9%a0%bb%e8%ad%9c%e5%a4%a7%e5%b1%80%e5%b7%b2%e5%ae%9a-4%e5%a4%a7%e9%9b%bb%e8%a8%8a%e5%95%86%e6%83%85%e5%8b%a2%e5%88%86%e6%9e%90/

第十一節、 新加坡

一、 釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

5G 技術不同於過去行動網路技術，可在各類型的頻段中混合應用。低頻段（1GHz 以下）適用於廣泛地理覆蓋且具有良好室內穿透性，可用於支持大規模物聯網應用；中頻段（1 至 6GHz）用於增強行動寬頻和任務控制（Mission Control），高頻（6GHz 以上）則可用於都會密集區。

新加坡現階段將 3.5GHz、26GHz 及 28GHz 頻段規劃為 5G 先鋒頻段，而 2.5GHz 及 4.5GHz 等其他頻段則預計將於下一階段進行釋照及商用準備[353]。

1. 第一階段釋出頻段

（1） 3.5GHz 頻段規畫

3.5GHz 頻段是提供大範圍 5G 覆蓋的關鍵，目前赤道地區的亞洲國家多將該頻段廣泛用於固定衛星服務（Fixed Satellite Services，以下簡稱 FSS），新加坡則是將 C-band 中的 3.7-4.2GHz 用於固定衛星服務，而 3.4-3.6GHz 中的 Extended C-band 則多用於接收衛星電視節目的信號（TV Receive Only，以下簡稱 TVRO）。考量到新加坡的地理條件，在同一頻段中營運固定衛星服務及國際行動通訊服務（International Mobile Communications，以下簡稱 IMT）必不可行。因此，為使 3.4-3.7 GHz 頻段用於 5G 服務，IMDA 提出 2 種移頻的建

353 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.20-P.31)

議，分別為完全遷移及部分遷移。在 2 種建議中，Extended C-Band 內的衛星用戶皆可選擇遷移至 3.7-4.2GHz 頻段。

根據 2017 年 5 月的公眾諮詢[354]結果，部分意見認為應將現有的衛星業務完全移出 C-band，避免未來須再次移頻；然而其他意見則認為將現有衛星業務完全移出 Extended C-band 須付出過多的代價和成本；另有意見建議開放 3.4-3.5GHz 頻段用於行動通訊服務，同時保留 3.5-3.7GHz 頻段用於衛星服務的業務，該作法將可為國際行動通訊服務增加 100MHz 的頻寬（即 3.4-3.5GHz），同時最大限度減少對衛星服務造成的影響。

而為解決固定衛星服務及國際行動通訊服務的頻段佈署問題，部分意見認為可參考 ITU 和其他機構早期研究時建立的參數值；另有意見認為，確定適當的共存參數後，應針對固定衛星服務及國際行動通訊服務系統的操作參數和建模進行實際模擬，以反映兩個系統的實際情況。

另外，新加坡在 Extended C-band 中作出的任何決定都應考慮到是否會對鄰國的頻率產生干擾，部分受訪者鼓勵 IMDA 與鄰國簽訂雙邊協議和跨境協調，以減少干擾問題。

考量所有利益關係人的意見，IMDA 決議在努力發展 5G 服務的同時保留衛星業務，參見表 4.11.1，未來 3.4-3.7GHz 頻段的主要應用領域將從固定衛星服務（空對地）改為行動通訊服務；3.7-4.2GHz 頻段的主要應用領域將保留為固定衛星服務（空對地）。

354 IMDA, 2017. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—5G Mobile Services and Networks.

表 4.11.1　新加坡 C-band 使用規劃

頻段（GHz）	目前應用領域	未來應用領域
3.4-3.7	固定衛星服務（空對地） Fixed-Satellite （Space-to-Earth）	行動通訊服務 Mobile
3.7-4.2	固定衛星服務（空對地） Fixed-Satellite （Space-to-Earth）	固定衛星服務（空對地） Fixed-Satellite （Space-to-Earth）

資料來源：IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks.

在考量所有技術限制後，IMDA 預計將 3.5GHz 頻段分為兩種應用：非限制性頻段（Unrestricted Spectrum）可用於室內及室外，限制性頻段(Restricted Spectrum)則僅可用於室內及地下室，如下圖 4.11.4。



資料來源：IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore.

圖 4.11.1　新加坡 3.5GHz 頻段規劃

（2）　26、28GHz 頻段規劃

26GHz 和 28GHz（即 24.25-27.5GHz 和 27.5-29.5GHz）頻段已確定將用於新加坡的 5G 服務，未來將可透過其高速傳輸及大容量的特性補充 5G 服務的覆蓋範圍和服務連續性。

在諮詢回覆中，部分意見建議 IMDA 為每個 MNO 提供 800MHz 的連續頻譜，以便初步佈署毫米波（mmWave）5G 系統，且 3GPP 在 5G NR 系統的毫米波頻段中採用 400MHz 的載波聚合頻寬，可將其聚合使用以提供更大的連續頻寬。

據 IMDA 觀察，28GHz 頻段的發展受到美國、韓國和日本等主要行動通訊市場的影響，發展進度快速，目前該頻段也有 5G 早期佈署的實際案例。未來 28GHz 開發的生態系統、應用實例和商業模式也將加速其他毫米波頻段的發展（特別是 26GHz 頻段）。然而，部分意見認為，目前 28GHz 頻段多運用於衛星業務及相關投資，且該頻段也被視為高傳輸量衛星（High Throughput Satellites，以下簡稱 HTS）和超高傳輸量衛星（Very High Throughput Satellites，以下簡稱 VHTS）持續創新及佈署的關鍵頻段。由於同頻下衛星服務與 5G 網路共存較困難，鄰國的固定通訊服務（Fixed Services，以下簡稱 FS）和固定衛星服務也可能會對新加坡 28GHz 頻段佈署的國際行動通訊服務業務造成干擾。

由於新加坡 28GHz 頻段目前分配予固定衛星服務（上行鏈路），其主要用於海上船舶到衛星的傳輸，因此 IMDA 認為透過協調該頻段的技術參數和使用，即可實現固定衛星服務及國際行動通訊服務之間的共存。

若以長遠角度評估，雖然 28GHz 頻段未來可能佈署額外的衛星裝置，但衛星業務僅限於空中和太空平臺，IMDA 認為此類衛星業務與 5G 之間應可共存。如有必要，IMDA 也將在衛星服務的允許條件下制訂操作指南，以減輕干擾問題。

鑑於 26GHz 和 28GHz 頻段與 5G 的全球發展密切相關，考量多方意見後，IMDA 決定行動通訊業務及固定衛星業務將共同作為

26GHz 及 28GHz 頻段的主要業務。未來應用固定衛星服務的電臺應確保同頻中的 5G 服務受到保護，而不對其規範不當限制，若發生任何干擾問題則應與同頻中持有頻譜權的 MNO 進行協調。

新加坡毫米波頻段使用規劃可彙整如表 4.11.2。

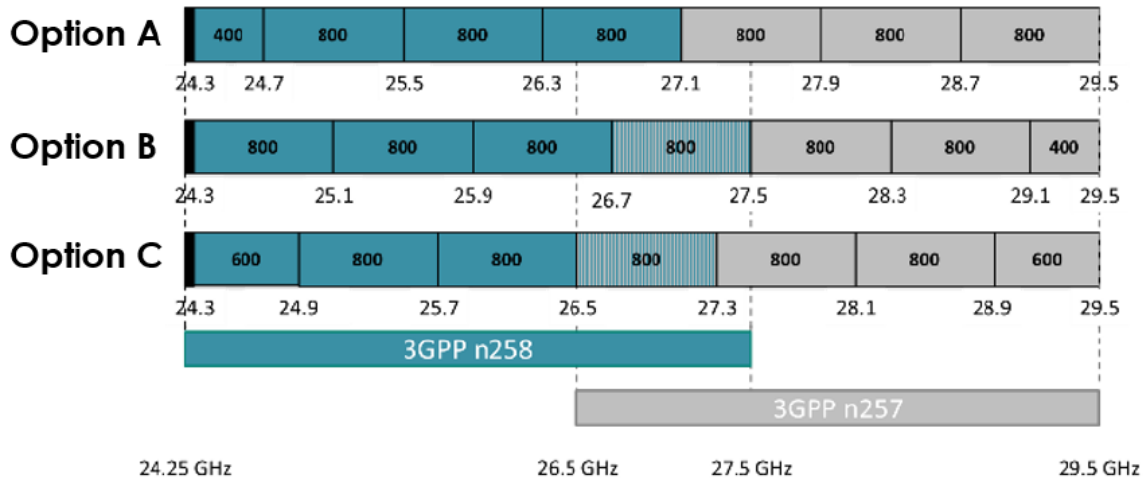
表 4.11.2　新加坡毫米波頻段使用規劃

頻段（GHz）	目前應用領域	未來應用領域
24.25-27.5	尚未分配	行動通訊服務
27.5-28.5	固定通訊服務 Fixed	行動通訊服務及固定通訊服務 Mobile、Fixed
28.5-29.5	固定通訊服務及固定衛星服務（地對空） Fixed、Fixed-Satellite（Earth-to-space）	行動通訊服務、固定通訊服務及固定衛星服務（地對空） Mobile 、 Fixed 、 Fixed-Satellite（Earth-to-space）

資料來源：IMDA, 2019. Consultation Paper Issued By The Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation On 5G Mobile Services And Networks.

IMDA 為 26GHz 及 28GHz 提出 3 種可能的頻段規劃選項[355]（參見圖 4.11.2），由於選項 B 或 C 更符合 3GPP 推薦的頻段規劃，因此更傾向選項 B 或 C。

355 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.34-P.35)



資料來源：IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks.

圖 4.11.2　新加坡 26、28GHz 頻段規劃

而經公眾諮詢，IMDA 將於 26、28GHz 頻段規劃 3.2GHz 頻寬供行動通訊業者提供 5G 服務[356]。

2. 下一階段頻段規劃

（1） 1GHz 以下頻段

目前新加坡 700MHz 以下的頻段大量使用於無線廣播服務，使得底層雜訊電平（Noise Floor Level）相對較高，可能不適合行動通訊服務佈署。因此，IMDA 將不會在短期內釋出 700MHz 以下的頻譜用於行動通訊服務，但會持續觀察 700MHz 以下頻段的國際趨勢及發展，並考慮在環境更加適合的情況下重新規劃。

356 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p.21-22).
https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

在 700MHz 的部分，由於該頻段具有優異的傳播性質，被視為潛在的 5G 頻段，但新加坡在 2017 年已將 700MHz 頻段拍賣作為 4G 使用，並授予 15 年的頻譜權利使用期限，權利開始時間將取決於鄰近國家在邊境地區完成數位轉換（Analogue Switch Off，以下簡稱 ASO）的時程。

IMDA 建議將 810-823MHz 與 855-868MHz 配對，共同分配給 IMT 服務。由於目前可用的頻譜和 3GPP Band 26 與 27 重疊，其設備和網路生態系統發展程度較低，且仍未有已知的 5G 開發，IMDA 評估後認為不將該頻譜規劃為 5G 使用的機會成本較低，因此建議規劃給 LTE 基礎（LTE-Based）的企業專用。IMDA 將分別就擬定的頻段規劃和指配方式進行諮詢。

由於 1GHz 以下的可用頻譜具有良好的傳播特性，被視為實現大規模物聯網佈署的必要元素，但目前多數物聯網服務僅限於小規模佈署，導致對物聯網服務的需求相對較低。因此有部分意見表示現階段的行動網路、存以 3GPP 為基礎的行動物聯網技術（Cellular IoT Technologies）及供應商專有技術已足夠支持目前的物聯網應用需求。

展望未來發展，MNO 除了 4G 服務外，還可以利用 700MHz 頻段佈署物聯網服務。當頻譜可用時，IMDA 可能考慮允許該頻段用於佈署 5G 服務。

（2） L-Band（1427-1518MHz）

隨著全球在 L-Band 佈署 IMT 的趨勢，IMDA 目前也在考慮將該頻段用於 IMT 服務的可能性，且大多數意見表示傾向於分配整個 91MHz 頻寬。目前區域及國際論壇皆在進行研究，欲解決該頻段的頻率規劃及與鄰近頻段和諧使用問題，包括和 1518MHz 頻段邊緣附近的行動衛星服務（Mobile Satellite Service，以下簡稱 MSS）有相鄰頻

段共用問題等。

目前考慮用於 L-Band 的三種 IMT 佈署技術包括頻分雙工（Frequency Division Duplex，以下簡稱 FDD）、時分雙工（Time Division Duplex，以下簡稱 TDD）及補充下行鏈路（SDL）技術，多數意見建議同歐洲一樣採用 SDL 頻率安排，除可提供額外的下行鏈路容量，相較於 FDD 頻率安排，頻譜使用也將更有效率。

IMDA 利用以 3GPP Release 15 為基準的 LTE 載波聚合和 LTE-NR 雙連接組合，以及 MNO 持有的其他頻段研究 L-Band 的各種配對安排，發現這些現有組合並無法最大限度地將完整頻段（如 91MHz）用於行動通訊服務，或是與新加坡尚未提供的頻段配對，儘管如此，IMDA 認為在之後的 3GPP 版本中可能會有適用於新加坡的額外 L-Band 配對安排。至於設備生態系的部分，多數意見認為 L-Band 設備將在 2020 年或之後上市，因此在將該頻段分配給行動通訊業務使用前，IMDA 將持續關注區域與國際間對於 L-Band 訊道安排之協調，以及該頻段生態系統發展。IMDA 亦將持續開放對 L-Band 進行試驗。

（3） 2.1GHz 頻段

2.1GHz 頻段主要使用於 3G 服務，且隨著越來越多國家及電信業者計劃重新將該頻段分配給 4G 使用，2.1GHz 頻段逐漸用於 4G 服務。目前 3GPP Band 1 已採用 2.1GHz 作為 5G NR 頻段，IMDA 體認到 2.1GHz 會是新加坡 5G 佈署的候選頻段，但同時也了解該頻段的 5G 設備／網路生態系統將會到 2020 年或 2021 年之後才開發。另一方面，IMDA 認為在短期至中期內，新加坡的 3G 服務仍需要使用該頻段，因此可能至少要到 2025 年之後 2.1GHz 頻段才能用於 5G 佈署。IMDA 於 2019 年 5 月 17 日至 7 月 15 日針對該頻段進行公眾諮詢。

（4） 2.5GHz 頻段

2.5GHz 頻段包括於 2013 年拍賣的 2500-2560MHz 和 2017 年拍賣的 2620-2680MHz，兩者的頻譜權利將分別於 2030 年 6 月及 2033 年 6 月到期，目前是依據 3GPP Band 7（用於 FDD）和 Band 38（用於 TDD）佈署 4G 服務，且均被採用為 5G NR 頻段。

2.5GHz 頻段也屬 3GPP Band 41（2496-2690MHz，同樣被採用為 5G NR 頻段）的範圍，IMDA 了解 Band 38 及 Band 41 皆為全球佈署 LTE TDD 的熱門頻段之一，預期 2.5GHz 頻段將會是下階段在 6GHz 以下用於 5G 的關鍵頻段，並帶來快速發展的生態系統，預計將在 2020／2021 年左右做好商用準備。

然而，有鑑於目前 2.5GHz FDD 被廣泛用於 4G，且需要和鄰近國家進行邊境協調，使得新加坡在此時採用 Band 41 將更具技術上的挑戰。因此，當未來生態系統準備就緒時，IMDA 將會審視重新分配 2.5GHz 用於 5G 服務的機會。

（5） 4.5GHz 頻段

全球 IMT 在 4.4-5.0GHz 範圍內的頻譜可用性正在增加，部分意見表示該頻段的頻率具有 5G 長期發展的潛力。目前該頻段在新加坡被使用於 FS，受到跨境協調及既有用戶遷移影響，4.5GHz 頻段可用於 5G 佈署（約 200MHz）的頻譜預計需要至少 3 至 5 年才能重新使用。

（二）釋出期程

IMDA 自 2019 年 5 月 7 日至 6 月 19 日間針對 3.5GHz、26GHz 及 28GHz 的 5G 頻段釋照規劃展開意見諮詢。IMDA 認為，相較於韓國、美國等擁有成熟網路設備供應商且已推出 5G 網路的國家，新加坡的背景與之相異，新加坡國內並無網路設備相關供應商。此外，美國及澳洲將 5G 視為最後一哩路（Last Mile）的解決方案，希望透過固定無線接取（Fixed Wireless Access，以下簡稱 FWA）取代光纖佈建的龐大成本。但新加坡已擁有全國光纖寬頻網路覆蓋，有線寬頻家戶普及率亦超過 90%，且能以每月 34 新幣（約新臺幣 776 元）的低價提供 1Gbps 的網路速率，意即新加坡並無解決最後一哩路的需求。另外，新加坡的行動通訊市場發展已十分成熟，電信業者皆可提供具有競爭力的價格和創新服務，例如近期推出的 SIM-only 方案、數據增量方案和每月 29.99 新幣（約新臺幣 685 元）的吃到飽方案等。因此，IMDA 認為 5G 的價值應著重於協助產業開拓市場機會，並在製造、運輸、媒體和醫療保健等領域開發創新應用和服務。

根據全球的頻譜釋照趨勢，新加坡規劃 3.5GHz、26GHz 及 28GHz 頻段為 5G 先鋒頻段，而其他頻段如 2.1GHz、2.5GHz 及 4.5GHz 等頻段則將於下一階段進行釋照及商用準備（表 4.11.3）。

表 4.11.3　新加坡 5G 服務頻段總覽

	頻段	目前應用領域	總頻寬	可應用時間
第一階段	3.5GHz（3450-3650MHz）	固定衛星服務（Fixed Satellite Services，FSS）（下行鏈路）	200MHz	約 2021 年*
	26／28GHz	部分 28GHz 用於固定衛星服務（上行鏈路）	3,200MHz	2020 年

下一階段	700MHz	4G	90MHz	邊境地區的司法管轄區終止類比訊號播送後
	1.4GHz（L-band）	數位音訊廣播（Digital Audio Broadcasting，DAB）	約 91MHz	目前 1452-1492MHz 頻段用於測試
	2.1GHz	3G（亦允許 4G）	135MHz（包括 TDD 頻段）	將於 2022 年 1 月更新
	2.5GHz TDD	4G	45MHz	頻譜執照於 2017 年開始，將於 2032 年到期
	3.5GHz（3400-3450MHz）	FSS	50MHz	2023 年後期
	4.5GHz	固定通訊服務（Fixed Service，FS）	約 200MHz	2025 年後期**

資料來源：IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore.
註*：視 FSS 使用者移轉情形而定
註**：視既有 FS 使用者移轉情形而定

二、 釋照方式及細節規定

（一）釋照方式與考量

1. 釋照方式

IMDA 為實現 5G 政策目標，並確保電信業者在新科技、創新、升級與競爭上的投資誘因，同時考量有限的頻譜資源無法支持兩個以上可有效發揮 5G 技術所有潛力的全國網路，IMDA 規劃 2 組頻譜組合（Spectrum Packages），透過「徵求提案（Call for Proposal，以下簡稱 CFP）」方式指配。IMDA 將依據行動通訊業者之提案是否滿足其政策目標，以及願付價格的高低進行評分與排名，評分最高的前兩名獲得指配權利[357]。CFP 自 2019 年 10 月 17 日至 2020 年 1 月 21 日接

357 IMDA, 2019. Executive Summary. https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Summary.pdf?la=en

受申請，並預計於 2020 年中期核發頻率執照[358]。

IMDA 本次規劃共包含 2 組 3.5GHz 與毫米波（mmWave）頻段，在 3.5GHz 與毫米波頻段的組合方面，2 組頻譜組合各包含 1 個 3.5GHz 頻段 100MHz 頻寬區塊以及 1 個毫米波頻段 800MHz 頻寬的區塊，CFP 評分最高的前兩名可討論並選擇其偏好的 3.5GHz 頻段及毫米波頻段區塊。未獲得頻譜組合的申請者得申請剩下的 2 個毫米波頻段 800MHz 頻寬的區塊。若頻譜指配過程中無法達成共識，IMDA 將針對無法達成共識的頻段分配進行一次性的密封投標拍賣。此次釋照對象僅針對既有行動通訊業者，或由既有行動通訊業者組成的合資公司（Joint Venture）[359]。

2. 釋照考量

目前新加坡的 4G 網路覆蓋全國，平均下載速度最低可達 40Mbps，並且能夠實現 1Gbps 的理論下載速度。由於 5G NSA 系統將依賴於現有的 4G 網路，因此僅能帶來增強型行動寬頻服務的增量優勢。為實現 5G 的全部潛力，如虛擬化和網路切片功能，政策面規劃推動電信業者佈署 5G SA 網路。

IMDA 規劃於 5G 發展的初始階段佈署至少 2 個可提供全面性 5G 功能的全國性網路。為促進 5G SA 系統的早期佈署，IMDA 認為在處理頻譜限制和新興商業案例時，拍賣機制無法實現預期的政策效果，因此決議透過「徵求提案（Call for Proposal，CFP）」[360]的方式進行指

358 IMDA, 2019. Singapore Continues to Invest in Infrastructure, Partnerships and Innovation to Boost Our Digital Economy. https://www2.imda.gov.sg/news-and-events/Media-Room/Media-Releases/2019/Singapore-Continues-to-Invest-in-Infrastructure-Partnerships-and-Innovation-to-Boost-Our-Digital-Economy

359 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

360 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development

配，並要求申請者在提案中必須符合 IMDA 提出的關鍵義務與要求[361]：

（1）在 3.5GHz 頻譜權利啟用後的 24 個月內應提供覆蓋率大於 50%的 5G SA 網路；

（2）在頻譜指配後的 12 個月內使用毫米波頻段；

（3）5G 網路的設計必須（a）滿足並超越相關 IMDA 業務法規（Codes of Practice）所規範的關鍵彈性與資安要求；並且（ii）一開始即依深度防護（Defence-in-Depth）、零信任環境（Zero-Trust Environment）等原則進行設計建置。

（4）依其他 MNO 及 MVNO 的要求提供基於 IMDA 監管要求與原則的 5G 批發服務

（5）申請者應標明對 3.5GHz 頻段 1 區塊的報價（須高於新幣 5,500 萬元的基本價格），並提出相當於基本價格的銀行擔保。

3. 申請資格

既有電信業者皆可參與，包含與現有 MNO 或兩個／多個以上現有 MNO 共同合資的企業（Joint Venture）。IMDA 無意在 5G 頻譜指配促進 MNO 之間的併購，也無意引入新進業者[362]。

4. 評分標準

申請者須在提案中提出針對兩個頻段的詳細規劃，包含 5G 網路

Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.38)

361 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p.46). https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

362 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore (p.22-23).
https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

設計與佈署計畫，以及如何滿足 IMDA 針對全國與區域 5G 網路的關鍵義務與要求等[363]。IMDA 審核提案進行評分與排名的項目包含：（1）網路設計與彈性（Network Design and Resilience）佔 40%；（2）網路佈署與效能（Network Rollout and Performance）佔 35%；（3）對 3.5GHz 頻段 1 個區塊的報價佔 15%；（4）財務能力（Financial Capability）佔 10%。項目的權重反映出其對於 IMDA 的 5G 政策目標的相對重要性程度[364]（參見表 4.11.4）。

表 4.11.4　新加坡 CFP 評分標準及說明表

評分標準	說明
網路設計與彈性（40%）（Network Design and Resilience）	此標準將評估申請者提議的 5G 網路是否具有以下設計：（i）滿足且超越相關 IMDA 業務法規（Codes of Practice）所規範的關鍵彈性與安全要求，並且（ii）一開始即根據以下原則進行設計建置： – 深度防護（Defence-in-Depth） – 零信任環境（Zero-Trust Environment） – 網路元件保障（Network Element Assurance） – 成果彈性（Resilience by Outcome） – 最小化依賴（Minimise Dependency） – 採用技術（Adopt Technology）
網路佈署與效能（35%）（Network Rollout and Performance）	此標準將著眼於申請者提議的網路佈署與效能潛力，例如，IMDA 將考量 5G 覆蓋的程度、網路佈署的時間表/速度（包括實現全國範圍的室外覆蓋），提議的 5G 系統的功能，包含支持應用案例的能力，以及超越 IMDA 設定的關鍵要求的效能標準。
頻譜報價（15%）（Spectrum Offer Price）	此標準將審查申請者提出超出基本價格的報價，申請者也要提出與基本價格相當的銀行擔保。

363 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore (p.40). https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

364 IMDA, 2019. Executive Summary (p.6). https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Executive-Sumary.pdf?la=en

財務能力（10%） （Financial Capability）	此標準將評估申請者是否有財務能力投資其規劃的 5G 網路佈署，並滿足其預期的成本。
批發服務 （Wholesale Services）	根據 IMDA 的框架（Framework），有義務遵守。

資料來源：IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p. 44).

5. 釋照時程

CFP 的重要時程與預定時間如表 4.11.5 所示，自 2019 年 10 月至 2020 年 1 月 21 日徵求提案，預計於 2020 年中公告釋照結果：

表 4.11.5　新加坡 CFP 重要時程表

重要時程	預定時間
CFP 發布 （Issuance of CFP）	2019 年 10 月
CFP 繳交期限 （Submission Deadline to the CFP）	2020 年 1 月 21 日
決定 CFP／執照核發公告 （Decision on CFP/ Notification of Award）	2020 年中期

資料來源：IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p. 44).

（二）指配區塊大小

CFP 釋出區塊共包含 2 組頻段，由 3.5GHz 頻段的 100MHz，及 26GHz/28GHz 頻段的 800MHz 組成。其中 3.5GHz 頻段的 100MHz 包含 50MHz 的非限制性頻段及 50MHz 的限制性頻段（僅可用於室內與

地下室），如下圖 4.11.3[365]。

- Lot A（100MHz）：
  - 非限制性頻段（50MHz）：3500-3550MHz
  - 限制性頻段（50MHz）：3450-3500MHz
- Lot B（100MHz）：
  - 非限制性頻段（50MHz）：3550-3600MHz
  - 限制性頻段（50MHz）：3600-3650MHz

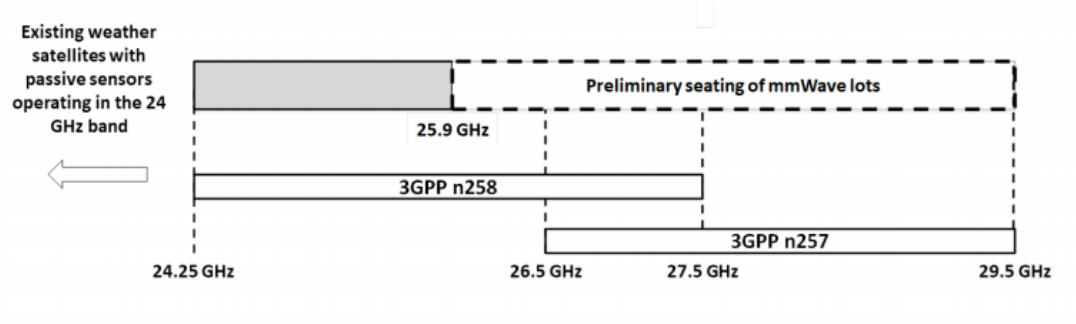


資料來源：IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore.

圖 4.11.3　新加坡 3.5GHz 頻段規劃

26GHz/28GHz頻段（即毫米波頻段）的具體規劃尚待WRC-19之後，預計將於2019年底決定。IMDA總共規劃3,200MHz頻寬供行動通訊業者用於5G服務，可能的頻段區塊如下圖4.11.4所示。

365 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore.



資料來源：IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore.

圖 4.11.4　新加坡毫米波頻段規劃

釋出頻寬部分，3.5GHz頻段是目前5G服務的先鋒頻段，能有效提升容量和覆蓋率。容量方面，參見表4.11.6，3.5GHz頻段的最大單載波頻寬為100MHz，用戶的理論下載速率達1,750Mbps，而若頻寬低於40MHz，傳輸速度將與4G差異不大；受限於有限的頻譜資源，若以50MHz載波頻寬，用戶的理論下載速率雖然僅能達850Mbps，但仍可以藉由佈署高階天線（64T64R）來提升理論傳輸速率。

表 4.11.6　不同情況下 3.5 GHz 頻段的理論傳輸速率

項目	3.5 GHz頻段的理論傳輸速率（Mbps）		
天線	16T16R	32T32R	64T64R
50 MHz	850 Mbps	1,700 Mbps （850 Mbps／人）	3,400 Mbps （850 Mbps／人）
100 MHz	1,750 Mbps	3,500 Mbps （1,750 Mbps／人）	7,000 Mbps （1,750 Mbps／人）

資料來源：IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks.

考量上述限制，IMDA 原規劃 3.5GHz 頻段釋出 1 張 100MHz（由 50MHz 限制性頻段與 50MHz 非限制頻段組成）與 1 張 50MHz（限制性頻段）執照[366]。然而，IMDA 參採大部分意見回覆建議平等規劃 2

366 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks.

張執照的頻寬分配，並在經技術研究，規劃 3600-3650MHz 在限制條件下供行動通訊用途使用。因此將 3.5GHz 區塊規劃為 2 個 100MHz 區塊，分別包含 50MHz 限制性頻段與 50MHz 非限制頻段[367]。

另外，鑑於毫米波頻段的技術特性，單獨佈署毫米波頻段將無法提升覆蓋率且難以發揮5G的潛能。因此，單獨分配毫米波頻段將無法滿足IMDA的政策目標。故順利取得3.5GHz頻段的2位得標者，將同時取得各800MHz的28GHz頻段使用權[368]。

（三）單一業者取得頻率上限

釋照文件中未記載頻率取得上限相關說明，但依 IMDA 目前規劃，取得組合方案者，可獲得 3.5GHz 頻段 100MHz 與毫米波頻段 800MHz，單獨獲得毫米波頻段者亦為 800MHz。

（四）業者取得頻率義務

IMDA要求CFP申請者達成下列義務，包括網路佈署與效能、網路設計與彈性以及批發安排（Wholesale Arrangements）[369]：

1. 在 3.5GHz 頻譜權利啟用後的 24 個月內應提供覆蓋率大於 50%的 5G SA 網路；
2. 在頻譜指配後的 12 個月內使用毫米波頻段；
3. 5G 網路的設計必須（a）滿足並超越相關 IMDA 業務法規（Codes of Practice）所規範的關鍵彈性與資安要求；並且（ii）一開始即依深度防護（Defence-in-Depth）、零信任環境（Zero-Trust

367 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p.20-21).
368 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks.
369 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p.46). https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

Environment）等原則進行設計建置。

4. 依其他 MNO 及 MVNO 的要求提供基於 IMDA 監管要求與原則的 5G 批發服務。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

考量到5G更密集的佈署需求，為提供MNO充分的投資確定性，並迎合技術變遷及未來新釋出的5G頻段[370]，3.5GHz頻段使用期限為15年，毫米波頻段使用期限為16年，3.5GHz頻段與毫米波頻段使用權將同時到期。3.5GHz頻段須待既有使用者遷移完成，2021年才可以開始使用；毫米波頻段則於2020年即可開始使用[371]。

IMDA在意見徵詢時[372]，建議將頻譜權利使用期限規劃為12至15年，亦建議3.5GHz和毫米波的頻譜權利同時到期。公開徵詢意見回應者表示此期限規劃適當，亦有回應者希望更長使用期限（20-25年），IMDA考量行動技術發展快速，20年使用期限過長，為取得平衡並同時延續過去4G釋照使用期限介於13-16年的規劃，將3.5GHz頻段使用期限訂為15年，將毫米波頻段使用期限訂為16年。

370 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.39)
371 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en
372 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.39)

（二）頻率使用相關規定

取得 3.5GHz 頻段的 MNO 應從一開始即佈署 SA 網路，若有業者欲同時於 3.5GHz 頻段佈署 NSA 網路以滿足早期的需求，則必須事先經過 IMDA 批准；取得毫米波頻段的 MNO 可佈署 SA 網路或暫時佈署 NSA 網路，但當 SA 生態系完備時，應在 24 個月內佈署 SA 網路[373]。

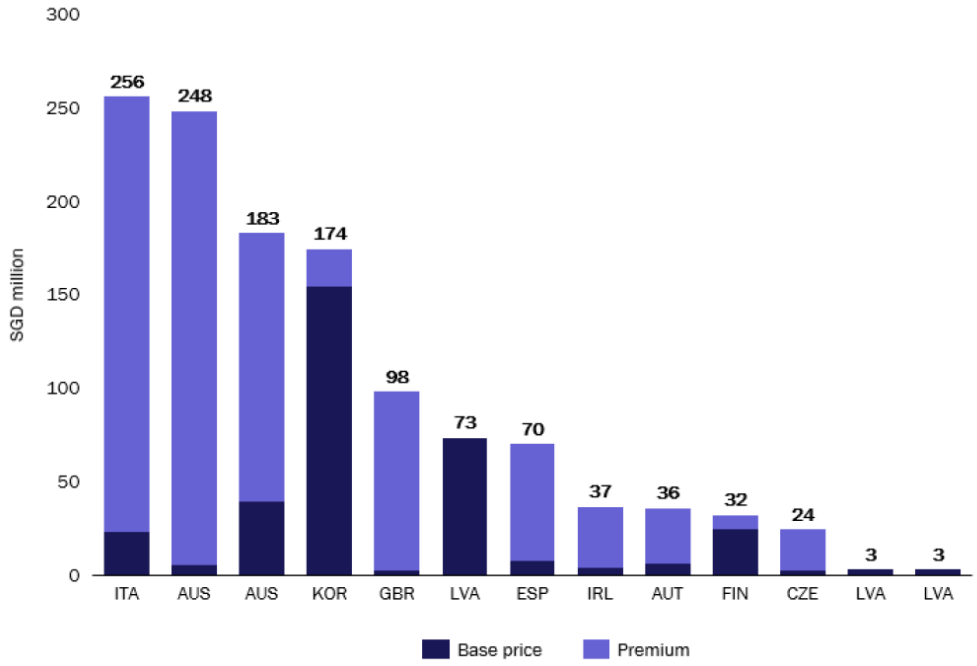
四、 其他規定

（一）頻譜相關費用（含標金、使用年費及一次性的申請處理費）

在底價方面，IMDA 將參考 2017 年至 2019 年間全球相似頻段的拍賣資訊（圖 4.11.5），研擬 3.5 GHz 及毫米波頻段頻譜組合的底價[374]。

373 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p.45). https://www2.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

374 IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority of Singapore—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. (P.40)



資料來源：IMDA, 2019. Consultation Paper Issued By The Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation On 5G Mobile Services And Networks.

圖 4.11.5　已釋照國家 3.4-3.8 GHz 頻段每 100 MHz 的頻譜均衡價格、底價和溢價（已依據新加坡人口和頻譜年限 13 年進行標準化）

經標準化計算後，可觀察到全球 3.5GHz 頻段的頻譜均衡價格中位數為 7,000 萬新幣／100MHz（約新臺幣 15.59 億元），第一四分位數及第三四分位書則分別為 3,200 萬新幣／100MHz（約新臺幣 7.13 億元）及 1.74 億新幣／100MHz（約新臺幣 38.75 億元）。IMDA 未來可能依據上述資料進行評估並訂定適切的底價。而毫米波頻段則因資源充足，故不收取釋照金額亦不訂定底價。

而在頻譜使用相關費用方面，不論是 3.5GHz 或毫米波頻段皆須收取年費以及一次性的申請處理費（Application and Processing Fees，以下簡稱 A&P Fees），詳參下表 4.11.7。

表4.11.7　新加坡申請處理費及年費

頻段	申請處理費 （新幣）	年費 （新幣）
3.5GHz （50MHz 非限制性頻段+ 50MHz 限制性頻段）	6,000 （約新臺幣13.4萬元）	154,000 （約新臺幣342.8萬元）
26、28GHz （800MHz）	48,000 （約新臺幣106.8萬元）	1,232,000 （約新臺幣2,742.4萬元）

資料來源：IMDA, 2019. Consultation Paper Issued By The Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation On 5G Mobile Services And Networks.

IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore.

（二）提案約束力與履約保證金

申請成功的業者所提的提案將具有約束力，且將成為其執照內容的一部分。申請成功的業者必須繳交相當於其預算資本支出的 5%作為履約保證金（Performance Bond），且必須與提案中的關鍵績效里程碑與承諾有所關連[375]。

五、　釋照結果與市場變化

（一）釋照進度

新加坡於 2019 年 10 月至 2020 年 1 月 21 日受理徵求提案，預計於 2020 年中釋出執照。

（二）市場概況

根據 IMDA 的統計資料[376]，新加坡 2018 年的行動通訊普及率為 148.8%，2019 年第 2 季月平均行動數據用量為 27.55PB，相較於前一

375 IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore(p.46).
376 IMDA, 2019. Statistical Charts.
https://www2.imda.gov.sg/infocomm-media-landscape/research-and-statistics/telecommunications

年同期的 18.47PB 增加約 3 分之 1，並呈現上升的趨勢。

新加坡主要行動通訊業者為新加坡電信（Singtel）、星和電信（StarHub）及 M1，第四家行動通訊業者 TPG 電信雖然在 2016 年 12 月取得頻譜執照，但尚未獲得顯著的市佔率。檢視 2018 年 6 月時新加坡行動通訊業者的市佔率狀況，新加坡電信約 50%、星和電信與 M1 皆約 25%[377]。

MVNO 方面，根據 2018 年 4 月的統計資料[378]，新加坡取得 IMDA 執照的 MVNO 共 17 家，但實際提供服務的業者僅 8 家。

（三）市場變化

因新加坡於 2019 年 10 月至 2020 年 1 月 21 日受理徵求提案，預計於 2020 年中釋出執照，故目前尚無釋照結果與釋照後之市場變化。

377 世界情報通信事情，2018。シンガポール(p.5)。
http://www.soumu.go.jp/g-ict/country/singapore/pdf/065.pdf
378 世界情報通信事情，2018。シンガポール(p.5)。
http://www.soumu.go.jp/g-ict/country/singapore/pdf/065.pdf

第十二節、　澳洲

一、　釋照期程規劃

（一）5G 頻率規劃

1. 低頻

（1）　850／900MHz 頻段

900MHz 頻段（890-915MHz 及 935-960MHz）目前以 2 組 2×8.4 MHz 及 1 組 2×8.2MHz 的區隔方式承租給澳洲 3 大電信業者 Telstra、Optus 與 Vodafone，用以提供 2G/3G 服務，其執照將於 2028 年到期[379]。

與 850MHz 頻譜執照（Spectrum Licences）頻段（825-845MHz 及 870-890MHz）相鄰的 850MHz 延伸頻段（Expansion Band），是澳洲 3G 服務的使用頻段。目前澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）正在清理 850MHz 延伸頻段，預計 2024 年前可完全清空該頻段。

若澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）能夠與 900MHz 頻段既有行動網路業者協商移頻至 850MHz 延伸頻段，則 850/900MHz 頻段將有望發展為澳洲 5G 頻段。

[379] ACMA, 2018. Five-Year Spectrum Outlook 2018–22 (p. 59-60). https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Review-Implementation-Taskforce/Issue-for-comment/IFC-12-2018/Five-year-spectrum-outlook-2018-22-docx.docx?la=en

2. 中頻段

（1） 1500MHz 頻段

1.5GHz 頻段（1427-1518MHz）被視為潛在無線寬頻頻段，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）將視國際使用、技術規範等議題再決議釋出頻寬大小及分配方式。目前暫定將於 2020 年下半年拍賣該頻段。

（2） 3.6GHz 頻段

有鑑於自 2016 年起 3.6GHz 頻段已於國際上被認定為 5G 先鋒頻段，包含歐洲、美國、日本等國家皆已研究或宣布將 3300-3800MHz 分配於 5G 無線寬頻服務使用，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）自 2016 年針對 3.6GHz 頻段之重新分配進行公眾諮詢，並於 2017 年 10 月發布「未來使用 3.6 GHz 頻段的計畫與準備[380]（Future Use of the 3.6 GHz Band—Decisions and Preliminary Views）」，該文件詳述澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）重新分配 3.6GHz 頻段之頻譜釋照規畫。

於 2017 年時，澳洲 3.6GHz 頻段之既有使用者包含固定式點對點鏈路（Fixed Point-to-Point Links）、使用 C-Band 之固定式衛星服務（Fixed Satellite Services，FSS）、設備執照授權之無線寬頻服務[381]。

依據「未來使用 3.6 GHz 頻段的計畫與準備」，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）將依照地區給予不同期限之重新分配期，Adelaide、Brisbane、Canberra、Melbourne、Sydney 等城市給予 2 年

---

[380] ACMA, 2017. Future Use of the 3.6 GHz Band—Decisions and Preliminary Views
https://www.ACMA.gov.au/theACMA/-/media/9172FB58ADDA421A8137219272D5734B.ashx

[381] 僅可佈署於地區（Region）和澳洲偏遠地區，不可佈署於城市。
ACMA, 2018. Draft Allocation Instruments for 3.6 GHz Band (3575–3700 MHz) Metropolitan and Regional Lots Auction (p.5).
https://www.ACMA.gov.au/-/media/Major-Spectrum-Allocations/Issue-for-comment/IFC-14-2018/Optus-submission---allocation-instruments-pdf.pdf

期限、Perth 給予 5 年期限、其餘地區則給予 7 年期限。因此其餘地區的既有點對點鏈路設備執照持有者可繼續使用其設備直到期限結束，執照自動失效為止。既有點對點鏈路設備執照持有者的另一個選擇是將使用頻段移轉至 5.6GHz 頻段，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）將優先審核該申請；地面站部分將重新調整 3.6GHz 頻段受影響之服務，若部分地區無法重新調整則將成立地面站保護區；業餘無線電業務（Amateur Service）可持續使用至重新分配期結束，若業餘無線電業務位於重新分配地理區之外，則不受影響。未來規劃固定鏈路（Fixed Links）之使用將僅侷限於 3800-4200MHz。而 3.6GHz 頻段內之既有類別執照則不受重新分配影響。

3. 高頻段

（1） 26GHz 頻段

繼 2018 年年底完成 3.6GHz 頻譜拍賣後，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）著眼於 26GHz 之頻譜拍賣，並於 2018 年 9 月發布「26GHz 頻段的無線寬頻決策資料[382]（Wireless Broadband in the 26 GHz Band Options Paper）」，該文件針對 5G 佈署而重新規劃 26GHz 頻段的設置區域、釋出頻率上下限、和執照種類做出討論。

於 2019 年 4 月以 26GHz 頻段達到最佳使用價值（Highest Value Use）為方針，發佈了「未來使用 26GHz 頻段的計畫與準備[383]（Future Use of the 26 GHz Band Planning Decisions and Preliminary Views）」，該文件詳述澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）對於 26GHz 的規劃。

[382] ACMA, 2018. Wireless Broadband in the 26 GHz Band Options Paper https://www.ACMA.gov.au/theACMA/options-for-wireless-broadband-in-the-26-ghz-band
[383] ACMA, 2019. Future Use of the 26 GHz Band Planning Decisions and Preliminary Views https://www.ACMA.gov.au/theACMA/options-for-wireless-broadband-in-the-26-ghz-band

於釋出頻段上下限的部分，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）主要關注於與既有服務的共用，目前澳洲在 26GHz 頻段的既有服務為以下 3 種：

I. 地球探測衛星被動頻段（Passive Earth Exploration Satellite Service）所使用之 23.6～24GHz 頻段。

II. 設置於坎培拉和新諾舍（New Norcia）的同頻太空研究業務地面接收站（Co-Frequency Space Research Service Earth Receive Station）使用的 25.5 GHz～27GHz 頻段。

III. 共頻固定衛星服務（FSS Earth-to-Space）所使用之 27-27.5GHz 頻段。

有關釋出頻段下限，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）考慮到既有的被動地球探測衛星頻段，因此在授權頻譜執照方面設定護衛頻寬（Guard Band），頻譜執照的下限須從 25.1GHz 開始，但只要遵循保護被動地球探測衛星的附加條件，設備執照與類別執照便可允許在保護帶使用。

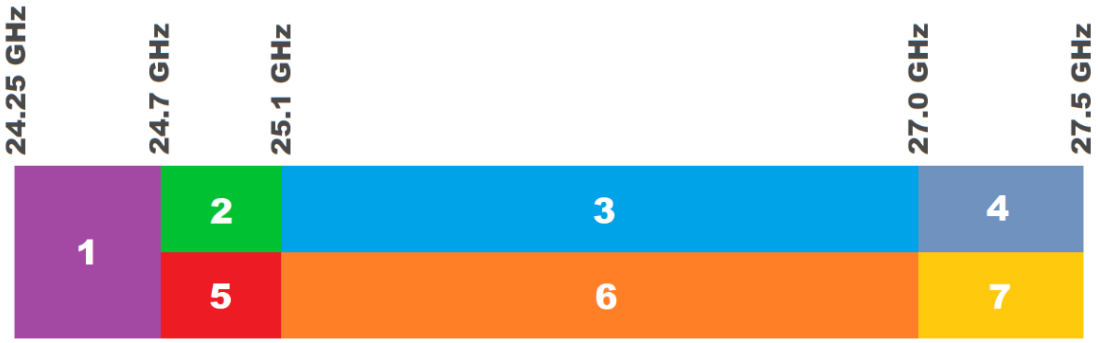
而有關釋出頻段上限部分，儘管 ITU 的 Task Group 5/1 研究[384]顯示國際行動電信（International Mobile Telecommunications，IMT）系統對 FSS 接收器的影響有限，但澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）考量到全國寬頻網路（National Broadband Network，NBN）並擔心無線電服務對衛星的影響，因此決議給閘道衛星地面站（Gateway Earth Stations）附近區域的 27GHz～27.5GHz 頻段無線寬頻執照加上附加條件。綜合以上考量，澳大利亞 26GHz 頻段無線寬頻規劃如下表 4.12.1 及下圖 4.12.1。

[384] ITU, 2018. Proposals for the 26 GHz FSS summary text. https://www.itu.int/md/R15-TG5.1-C-0446/en

表 4.12.1　澳洲 26GHz 頻段無線寬頻規劃表

編號	頻段	頻譜使用規劃
1	24.25GHz～24.7GHz	全澳洲類別執照（私人建築物的室內使用）
2	24.7GHz～25.1GHz	全澳洲類別執照（私人建築物的室內/外使用）
3	25.1GHz～27GHz	廣域無線寬頻的頻譜執照，授權人口大於 5 萬的城鎮、以及對於高密度無線寬頻服務有需求的旅遊地或是有大學在的小城鎮
4	27GHz～27.5GHz	廣域無線寬頻的頻譜執照，授權地理空間為澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）的指定區域，含附加條件以保護 FSS 運作
5	24.7GHz～25.1GHz	全澳洲小型或區域網路設備執照
6	25.1GHz～27GHz	全澳洲(除指定區域)小型或區域網路設備執照，含附加條件以保護太空研究業務地面站
7	27GHz～27.5GHz	全澳洲（除指定區域）設備執照，含附加條件以保護 FSS 上行，新的無線寬頻服務設備在不影響衛星地面站運作的情況下也可使用。

資料來源：本研究整理



資料來源：ACMA, 2019. p.5. Future Use of the 26 GHz Band Planning Decisions and Preliminary Views. https://www.ACMA.gov.au/theACMA/options-for-wireless-broadband-in-the-26-ghz-band

圖 4.12.1　澳洲 26GHz 頻段無線寬頻規劃圖

（2） 28GHz 頻段

目前 28GHz 頻段規劃用於固定式衛星服務（FSS）使用，全頻段可供與匣道衛星地面站協調(Coordinated)且有設備執照的儀器使用；而未協調且僅有類別執照的儀器，則僅能使用 28GHz 的部分頻段。澳洲考量美國、英國已經將此頻段規畫為 5G 使用，預期此毫米波（mmWave）頻段將為無線網路服務商（Wireless Internet Serivice Providers，WISPs）、礦業、固定無線接取(Fixed Wireless Access, FWA）等領域創造商機。

（二）釋出期程

澳洲已於 2018 年 11～12 月完成 3.6GHz 頻譜拍賣，而根據澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）於 2019 年發布之「5 年頻譜展望 2019-22 諮詢擬稿[385](Five-Year Spectrum Outlook 2019–23 The ACMA's Spectrum Management Work Program—Consultation Draft)」，澳洲規劃於 2018 Q3-Q4 完成 26GHz 頻段之重新分配，並於 2020 年 Q1-Q2 進行頻譜拍賣。

850／900MHz 頻段之重新分配將於 2018 年 Q4 進行決策，並於 2020 年 Q1-Q2 進行頻譜拍賣。1.5GHz 頻段則預計 2020 年 Q1-Q2 進行分配決議，並於 2021 年 Q3-Q4 進行拍賣。

[385] ACMA, 2018. Five-Year Spectrum Outlook 2018–22. https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Review-Implementation-Taskforce/Issue-for-comment/IFC-12-2018/Five-year-spectrum-outlook-2018-22-docx.docx?la=en

表 4.12.2　澳洲 5G 頻段釋照期程

頻段	ACMA 決策	總理核准	拍賣
850/900MHz	2018 Q4	2019 Q1-Q2	2020 Q1-Q2
1.5GHz	2020 Q1-Q2	2020 Q3-Q4	2021 Q3-Q4
3.6GHz	2017 Q2	2017 Q3	2018 Q2[1]
26GHz	2018 Q3-Q4	2019 Q1	2020 Q1-Q2
28GHz	2019 Q1	待定	

註 1：3.6GHz 頻段已於 2018 年 11～12 月拍賣完成。

資料來源：ACMA, 2019. Five-Year Spectrum Outlook 2019–23 The ACMA's Spectrum Management Work Program—Consultation Draft (p. 57-58).
https://www.ACMA.gov.au/theACMA/draft-five-year-spectrum-outlook-2019-23

二、　釋照方式及細節規定

根據澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）釋出的資料，除已經釋照完成之 3.6GHz 頻段外。於 2019 年 4 月，「重新配置 900MHz 頻段的決策資料[386]（Reconfiguring the 900 MHz band Options paper）」簡略提及 850/900MHz 頻段的拍賣方式構想；而於 2019 年 5 月公佈「26 GHz 頻段於都會及區域中心頻譜重新分配草案建議書諮詢文件[387]（Draft Spectrum Reallocation Recommendation for the 26 GHz Band in Cities and Regional Centres Consultation paper）」則較詳盡討論頻譜釋照方式、拍賣方式及使用時間。

386 ACMA, 2019. Reconfiguring the 900 MHz band Options paper.
https://www.acma.gov.au/Home/theACMA/reconfiguring-the-900-mhz-band
387 ACMA, 2019. Draft Spectrum Reallocation Recommendation for the 26 GHz Band in Cities and Regional Centres Consultation paper.
https://www.acma.gov.au/theACMA/draft-spectrum-reallocation-recommendation-for-the-26-ghz-band

（一）釋照方式與考量

1. 850/900MHz 頻段

釋照的 850MHz 為「850MHz 延伸頻段（809–824 MHz 與 854–869 MHz）」，而非 850MHz 頻段（825–845 MHz 與 870–890 MHz）。

（1） 抵押拍賣（Encumbered Auction）

抵押意指 850/900MHz 頻段的名義使用者，並非頻段的真正擁有者，只是一種租用頻段的狀態。在抵押拍賣的情況下，既有設備執照持有者（Incumbent Apparatus Licensees），即 900MHz 頻段的行動網路業者將被授予使用期限延長至 850MHz 清頻完成時間，即延長至 2024 年中而非原訂的 2021 年中；並與 850/900MHz 頻段釋照後的頻譜執照持有者（Spectrum Licensee）共用頻段，甚至有可能會出現執照區域重疊（Overlap）的現象，所以需要干擾防護（Interference Protection），限制既有設備執照持有者不允許再建設新基地臺。

因為依然要付出高昂的年度執照費用，在市場收益自然縮小但成本不變的情況下，促使既有設備執照持有者於 2024 年中執照使用期限前繳還執照。此外，但澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）認為即便既有頻段執照擁有者並未標得任何頻段，在頻譜拍賣結束至執照許可終止日期之間的合理期限（Reasonable Period）內，仍可在行動網路設備上做出頻率調整或遷移，使客戶權益不受損失。

I. 益處

- 採用競標拍賣，確保頻譜資源的市場價值、並保證運用效率。
- 850/900MHz 兩頻段一齊釋出，給予既有設備執照持有者（既有行動網路業者）機會，移出 900MHz 頻段而在「850MHz 延伸頻段」

取得較大的連續頻譜。

- 如果 3 間既有行動網路業者 Telstra、Optus 與 Vodafone（VHA）於拍賣中成功取得頻譜，除了無須考量 900MHz 頻段 2024 年中執照使用期限外，還能與業者於 850MHz 頻譜執照頻段先有的頻寬結合，可以使其頻譜相關之商業計畫及頻段整體規劃更為連續。
- 使用期限越長，越能促使業者做出長期設備與技術投資。
- 相比於維持現狀（Status Quo）或其他方式，抵押拍賣提供行動市場新進業者（Entrant）於 900MHz 頻段取得 2 組 2×5MHz 頻譜區塊的機會，對行動市場新進業者有利。
- 採用抵押拍賣可以營造適合商業談判（Commercial Negotiation）以達成 850MHz 頻段降頻（Downshift）2×1MHz，建立護衛頻寬（Guard Band）的環境。因為一組 2×1MHz 的頻寬將被附加給 900MHz 最低區塊的得標者（即標得 2×6MHz 區塊，包涵 890-895MHz 區塊與 850MHz 頻段降頻後新增之 2 × 1MHz 的區塊），900MHz 最低區塊的得標者可以運用此區塊與 850MHz 頻段的頻譜執照持有者（Spectrum Licensees）磋商以利降頻作業，而不用政府強制推動。

II. 風險

- 如果既有設備執照持有者無法減輕失去頻譜的損失，比如未標得 850/900MHz 頻段或是僅得到極少的頻譜，可能會以縮減客戶網路品質及服務的方式來應對。
- 然而，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）認為上述風險可以忽略。因為到 2024 年前，業者仍有機會調整而不需要直接停止服務；此外，使用第三方授權接取或頻譜交易都是可能的應對方式。

（2） 混合選項（Hybrid option）

混合審議與拍賣制度，首先由主管機關審議後分配 900MHz 頻段（890 MHz–915 MHz 與 935 MHz–960 MHz）中不相鄰的 2 × 5MHz 頻譜區塊（Block 1/3/5）給 3 間既有設備執照持有者，即 Telstra、Optus 與 Vodafone。而後則以拍賣方式釋出 900MHz 頻段另外的 2 個區塊（Block 2/4）。

I. 益處

- 將 900MHz 頻段的頻譜單位調整為 5MHz，雖然增加頻譜破碎化的機率，但此單位及架構易於管理與釋照，長遠來說將對投資及營運有益處。
  - 每間既有行動網路業者至少用有 2×5MHz 頻寬，保證他們繼續使用 900MHz 頻段，減輕使客戶權益損失的風險。

II. 風險

- 900MHz 頻段未分配的 2 個區塊商品價值有限，可能只會吸引分配到相鄰區塊（Block 2 對 Block 1/3 有用）的業者參與競標。
- 儘管 900MHz 頻段未分配的 2 個區塊仍可被其他競標者，如 850MHz 頻段的得標者合併使用，但這將造成頻譜破碎化。
- 混合選項將使 850MHz 頻段降頻 2 × 1MHz 建立護衛頻寬的分配程序更為複雜，可能的應對方式是將此 850MHz 頻段降頻後新增之 2 × 1MHz 的區塊拍賣，或是主管機關審議後分配。

比較維持現況、抵押拍賣、混合選項三種作法，可以發現抵押拍賣能夠達成釋照、市場價格、交換更大頻寬等政策目的。採用混和選項於 850MHz 頻段降頻部分值得注意的是，雖然混和選項仍有分配 2 × 1 MHz 區塊的流程，但是它更複雜，可能需要在於頻段釋照拍賣中將此 2 × 1 MHz 區塊作為一個獨立的商品進行競標，澳洲 900MHz 頻

段政策目標與釋照方式關係如下表 4.12.3。

表 4.12.3　澳洲 900MHz 頻段政策目標

政策目標	維持現狀	抵押拍賣	混和選項
頻譜釋出	✕	✓	✓
有助於設置護衛頻寬	✕	✓	?
以 5MHz 為單位的架構	✕	✓	✓
市場價格	✕	✓	✕
減少既有電信業者縮減客戶服務的風險	✓	✓	✓
移動到更大的頻寬	✕	✓	✕

資料來源：ACMA, 2019. Reconfiguring the 900 MHz band Options paper(p.6).
https://www.acma.gov.au/Home/theACMA/reconfiguring-the-900--band

2. 3.6GHz 頻段

（1） 拍賣方式

為盡早為澳洲各區域提供包含 5G 在內的新服務，並將頻譜重新規劃以最大化公共利益，澳洲於 2018 年以進階多回合同時上升競價法（Enhanced Simultaneous Multi-Round Ascending Auction，ESMRA）的方式進行 3.6 GHz 頻譜釋照。

依據無線電通信法（Radiocommunications Act 1992）60 條[388]，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）必須以拍賣、招標、預定或協商之價格中其一方式分配頻譜執照。根據 2018 年 5 月發布之 Draft Allocation Instruments for 3.6 GHz Band (3575–3700 MHz) Metropolitan and Regional Lots Auction - Consultation Paper[389]，經過資訊後發現澳洲 3.6GHz 頻段的需求大於供給，較適合讓市場決定頻譜價格。而拍

[388] Federal Register of Legislation, 2017. Radiocommunications Act 1992
https://www.legislation.gov.au/Details/C2017C00356
[389] ACMA, 2018. Draft Allocation Instruments for 3.6 GHz Band (3575–3700 MHz) Metropolitan and Regional Lots Auction - Consultation Paper (p.25).
https://www.ACMA.gov.au/theACMA/3_6-ghz-band-legislative-instruments-consultation

賣優於招標則是因為拍賣的過程較透明且允許買賣雙方達成價格發現（Price Discovery）的均衡狀態。

部分利益關係人認為 ESMRA 不適用 3.6 GHz 頻段拍賣，由於連續性區塊使用上的不同、3.6GHz 頻段重新分配的時程等因素，主要階段之拍賣區塊並不具有可取代性，另外採用新拍賣制度將可能造成成本增加及不確定性，因此傾向使用同時多回合拍賣（Simultaneous Multi-Round Ascending Auction，SMRA）於本次拍賣。

但澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）則認為 ESMRA 可讓競標者標得每個地區的區塊數後，再由指配階段取得連續性頻譜，可降低 SMRA 方式容易造成不連續頻譜的風險；而最小頻譜需求則減少競標者取得過少頻譜數量而無法使用之風險。因此最終仍決議使用 ESMRA 方式拍賣 3.6GHz 頻段。

（2） 標金底價

為最大限度提高效率、競爭結果與 3.6GHz 用於 5G 的效益，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）依區域設定不同起始價格，如表 4.12.4，都會區為 0.08 澳幣/MHz/pop（約新臺幣 1.8 元[390]），其中 Perth 的 Lower Band 執照為 0.053 澳幣/MHz/pop（約新臺幣 1.194 元）；地區則為 0.03 澳幣/MHz/pop（約新臺幣 0.676 元）。依據上述計算各執照價格，以 Sydney 為例，人口估計為 5,410,725 人，換算每張執照起始價格為 2,164,000 澳幣（約新臺幣 4 仟 8 百萬元）。

[390] 以 2018 年我國與澳洲通貨之年匯率 22.533NTD/AUD 計算。
中央銀行，n.d.。我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料
https://www.cbc.gov.tw/public/Attachment/953117142271.pdf

表 4.12.4　澳洲頻譜拍賣起始價格

Band	Lot identifier	Region name	Frequency (MHz)	Number of lots	Lot bandwidth (MHz)	Estimated population (Sep. 2018)	Starting price ($/MHz/pop)	Starting price	Lot rating (points/lot)
3.6 GHz metro	ADEL01	Adelaide	3575-3700	25	5	1,339,396	$0.08	**$536,000**	60
	BRIS01	Brisbane	3575-3700	25	5	2,199,910	$0.08	**$880,000**	100
	CANB01	Canberra	3575-3700	25	5	459,542	$0.08	**$184,000**	20
	MELB01	Melbourne	3575-3700	25	5	4,744,464	$0.08	**$1,898,000**	200
	SYDN01	Sydney	3575–3700	25	5	5,410,725	$0.08	**$2,164,000**	200
	PERT01	Perth–lower	3575–3655	16	5	2,026,374	$0.0531	**$538,000**	100
	PERT02	Perth–upper	3655–3700	9	5	2,026,374	$0.08	**$811,000**	100
3.6 GHz regional	NQLD01	North Queensland	3575–3700	25	5	267,538	$0.03	**$40,000**	10
	CQLD01	Central Queensland	3575–3700	25	5	636,451	$0.03	**$95,000**	20
	RNSQ01	Regional Northern NSW/Southern Queensland	3575–3700	25	5	2,295,854	$0.03	**$344,000**	100
	RSWN01	Regional Southern/ Western NSW	3575–3700	25	5	1,503,450	$0.03	**$226,000**	60
	RVIC01	Regional Victoria	3575–3700	25	5	1,500,786	$0.03	**$225,000**	60
	TASM01	Tasmania	3575–3700	25	5	526,838	$0.03	**$79,000**	20
	RESA01	Regional South Australia	3575–3700	25	5	383,545	$0.03	**$58,000**	10
	REWA01	Regional Western Australia	3575–3700	25	5	329,534	$0.03	**$49,000**	10

資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz band auction, November 2018 Auction guide (p. 45). https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en

（3）　拍賣流程

ESMRA 拍賣分為 3 階段：主要階段（Primary Stage）、補充階段（Secondary Stage）、指配階段（Assignment Stage）。主要階段決定競標者贏得的區塊數量及價格；補充階段拍賣主要階段後未分配之區塊；指配階段則決定得標者贏得區塊的實際使用頻率。

I. 主要階段

- 投標方式

在主要階段競標者須投標產品之需求量及價格。ESMRA 有 3 種投標方式：

a. 維持投標：維持現在的產品需求量於本回合之標價。

b. 增加投標：增加產品 n 區塊於競標者決定之價格。

c. 減少投標：減少產品 n 區塊於競標者決定之價格。

- 價格

在每一回合皆會有 3 種價格：

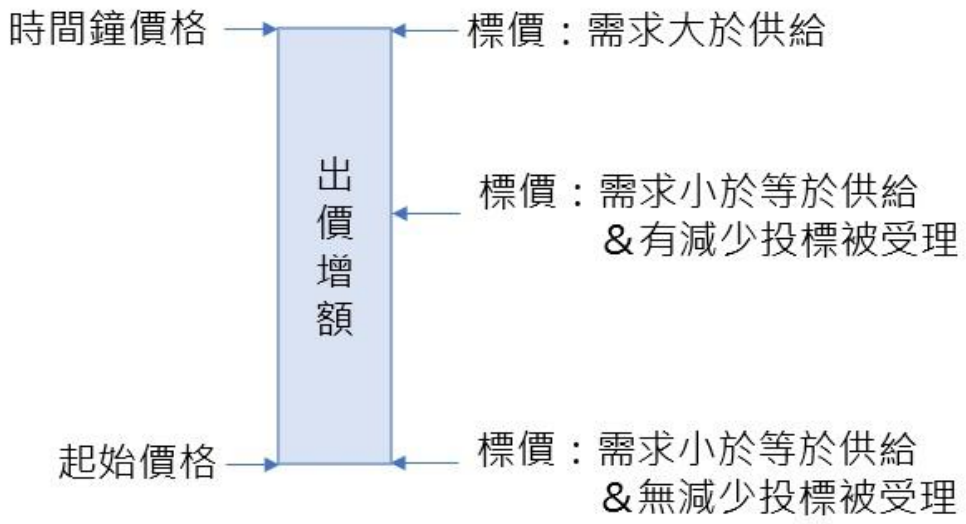
a. 起始價格（Opening Price）：本回合之起始價格。

b. 時間鐘價格（Clock Price）：起始價格加上出價增額（Increment Percentage）。出價增額的數目於競標者資格提報截止後訂定，而拍賣官有權於競標者諮詢後，於拍賣時變更出價增額。

c. 標價（Posted Price）：計算於回合結束時，並為下一回合之起始價格。計算方式如圖 4.12.2，分述如下：

- 若需求大於供給，標價等於時間鐘價格。
- 若需求小於等於供給，標價為該產品受理減少投標之競標者決定價格中最高者。
- 若需求小於等於供給，且無減少投標被受理，則標價等於起始價格。

競標者於投標時決定之價格必須為起始價格與時間鐘價格之間，且以 100 澳幣（約新臺幣 2253.3 元）作為出價單位。



資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz Band Auction, November 2018 Auction Guide (p.30). https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en

圖 4.12.2　澳洲時間鐘價格示意圖

II. 投標受理

當競標者申請投標時，有可能被拒絕、或部分受理、或全部受理。申請維持投標時一定會被全部受理；而增加投標時在不違反資格點數、拍賣上限、最小頻譜需求的情形下，皆會被全部受理；申請減少投標時則視超額需求而定。

- 當需求小於供給時，申請減少投標將會被拒絕（但排入等待受理名單中）。
- 當需求大於供給時，超額需求大於申請減少區塊數，則全部受理。
- 當需求大於供給時，超額需求小於申請減少區塊數，則部分受理。受理減少區塊數量視供需平衡而定，但當競標者申請最小頻譜需求時為例外，此時需要滿足最小頻譜需求以免競標者得到的頻譜數量過少無法使用。

III. 回合結束

在回合結束後，拍賣系統受理投標申請順序如下：

a. 依有效出價金額由低至高排序所有產品之增加投標及減少投標。

b. 受理投標申請程序如下：

- 依照排序受理投標申請
  - 若排序第一之申請為全部受理，將申請自等待受理名單中移除。
  - 若排序第一之申請部分受理，將未受理之部分申請留在受理名單中。
  - 若排序第一之申請被拒絕，將被拒絕之申請留在受理名單中，並進行下一順位申請。
- 當一投標申請被拒絕後無下一個投標申請，或沒有投標申請在等待受理時，本回合申請受理程序結束。
- 下一回合開始前，移除所有受理名單中的剩餘投標。

c. 計算每項產品之標價及當回合需求量。

d. 計算下一回合每位競標者的資格點數。

即便單一產品之供需已達平衡，該產品仍開放投標。直到所有的產品的供需皆達到均衡，主要階段才會結束。而主要階段之得標者需支付標得之所有產品區塊數乘以該產品之標價。

IV. 補充階段

主要階段結束後，若產品仍有一區塊尚未分配，則進行補充階段；若產品仍有複數區塊尚未分配，則不會進行補充階段且不於本次拍賣中分配該區塊。

補充階段將採用簡單價格鐘拍賣（Simple Clock Auction，SCA）方式進行。拍賣官每回合皆會設定特定價格於剩餘區塊，競標者可出價高於該特定價格以繼續競標；或是出價低於該特定價格以退出競標。競標者本回合出價下限為上回合之特定價格，且一旦出價低於本回合之特定價格後，便不得再次競標。

而剩餘區塊拍賣結束於以下情形：

- 當回合只有一位競標者出價高於特定價格時，得標者為該競標者。
- 當回合所有競標者皆出價低於特定價格，得標者為出價最高者。
- 無任何投標發生，無得標者。

而得標者須支付第二高出價價格，即「次高價格（Second Price）」規則。若所有競標者皆出價低於特定價格、且其中出價最高者為複數位競標者時，得標者將由擬隨機（Pseudo-Random）選擇，須支付金額為最後一次出價金額。當所有的剩餘區塊拍賣完畢，則結束補充階段。

由於競標者可能於主要階段在 Perth 區域贏得小於拍賣上限 1 區塊數，並於補充階段於 Perth 高頻段與低頻段各贏得 1 區塊，導致超過拍賣上限。若有上述情況發生，該競標者只能參與補充階段之 Perth 高頻段或低頻段其中一。並於補充階段前提交投標意向，若不提交則兩產品之補充階段皆不允許參加。

V. 指配階段

指配階段拍賣得標者於主要皆段及補充階段取得區塊於頻譜之位置，拍賣方式採用類似組合價格鐘拍賣制(Combinatorial Clock Auction，CCA)模式，對於產品進行單次密封投標（Sealed-Bid）。

拍賣官將提供數個頻率指配選項給競標者，競標者可對每個偏好的選項下標。而拍賣官提供之頻率指配選項必須為連續頻譜、且符合主要階段及指配階段之結果。若有於主要階段及補充階段中未分配之區塊，則將被視為連續頻譜、且位於該頻段中最高頻率，並且不為本次指配階段中之選項。

Perth 高頻段的未分配區塊配置規則如上，但 Perth 低頻段的未分配區塊位置則於指配階段拍賣決定。且為了確保得標者持有連續頻譜，除了考慮主要階段 Perth 地區得標者之得標區塊數外，還有以下規定：

a. 若只有一位得標者同時取得 Perth 高頻及低頻之區塊，則該得標者將保證可取得連續頻譜。
b. 若有複數位得標者同時取得 Perth 高頻及低頻之區塊，則取得最多區塊數之得標者將保證可取得連續頻譜。
c. 若有複數位得標者同時取得 Perth 高頻及低頻之區塊，且取得區塊數相同時，則於 Perth 高頻取得最多區塊數者將保證可取得連續頻譜。
d. 若有複數位得標者同時取得 Perth 高頻及低頻之區塊，且取得相同之 Perth 高頻及低頻區塊數時，則進行指配階段，競標者須參與指配階段投標以取得連續頻譜。

若一位得標者取得所有 Perth 高頻及低頻之區塊，則仍進行指配階段，但指配價格為 0 澳幣。

於回合結束時，拍賣系統將決定最高投標金額之頻率指配選項，若有複數個最高投標金額之頻率指配選項，則以擬隨機選擇。而得標金額則採用「Vickrey 最近核心價格（Nearest Vickrey Core Pricing Rule）」決定。Vickrey 最近核心價格規則為當核心價格大於 Vickrey 價格時，支付總金額須為最接近 Vickrey 價格之最小核心價格，而每位得標者須支付 Vickrey 價格、及 Vickrey 價格與最小核心價格之價差（與其他得標者以取得區塊數之比例平分）。

（4） 拍賣規定

I. 申請文件

須於 2018 年 8 月 31 日下午 5 點前提交申請表（Application Form）、申請確認表（Deed of Acknowledgement）、保密契約（Deed of Confidentiality）、申請費用 10,000 澳幣（約新臺幣 22 萬 5 仟元）。

II. 資格提報（Eligibility Nomination）

於 2018 年 9 月 27 日前提交完整的資格提報單（Eligibility Nomination Form）、繳付資格點數費用（Eligibility Payment）或財務擔保證明（Deed of Financial Security）。

III. 資格提報單

資格提報單須包含每項產品之起始需求（區塊數）、依照起始需求計算之資格點數（Eligibility Point）、每項產品之最小需求。而其中有效之起始需求不得超過每項產品之拍賣上限及不得超過每項產品之供給量。

IV. 資格點數費用

每一資格點數費用為 500 澳幣（約新臺幣 1 萬 1 仟元），而競標者可選擇：

- 繳付全額資格點數費用。
- 繳付部分資格點數費用、剩餘費用提供財務擔保證明。
- 提供全額資格點數費用之財務擔保證明。

V. 資格規則

競標者可在不超過限制的情形下投標任何產品或產品組合，而限制便是競標者的資格點數（Eligibility Point）。而第一回合資格點數的計算方式為產品之區塊點數（Lot Rating）乘以競標者的起始需求區塊數之總和。

區塊依區域不同皆會被賦予不同的區塊點數，區塊點數為不同區塊相對價值之衡量參考。下表 4.12.5 為不同區域之區塊點數。

表 4.12.5　澳洲區塊點數

產品編號	區域	總頻寬	單位頻寬	區塊數	區塊點數
都會區（Metro）					
ADEL01	Adelaide	125 MHz	5	25	60
BRIS01	Brisbane	125 MHz	5	25	100
CANB01	Canberra	125 MHz	5	25	20
MELB01	Melbourne	125 MHz	5	25	200
SYDN01	Sydney	125 MHz	5	25	200
PERT01	Perth 低頻	80 MHz	5	16	100
PERT02	Perth 高頻	45 MHz	5	9	100
地區（Region）					
NQLD01	North Queensland	125 MHz	5	25	10
CQLD01	Central Queensland	125 MHz	5	25	20
RNSQ01	Regional Northern NSW/	125 MHz	5	25	100

	Southern Queensland				
RSWN01	Regional Southern/ Western NSW	125 MHz	5	25	60
RVIC01	Regional Victoria	125 MHz	5	25	60
TASM01	Tasmania	125 MHz	5	25	20
RESA01	Regional South Australia	125 MHz	5	25	10
REWA01	Regional Western Australia	125 MHz	5	25	10

資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz band auction, November 2018 Auction guide (p.45). https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en

依據上述計算資格點數，以競標者於資格提報單中提出於 Canberra（CANB01）有 6 個區塊需求、Sydney（SYDN01）有 4 個區塊需求、Central Queensland（CQLD01）有 10 個區塊需求為例，則該競標者於第一回合之資格點數為(6×20)+(4×200)+(10×20)=1,120，而須繳交之資格點數費用則為 1120×500=560,000 澳幣（約新臺幣 1 仟 3 百萬元）。

VI. 資格需求比例（Eligibility Requirement Percentage，ERP）

資格點數僅會持平或減少，一旦減少便無法在之後的回合中取回。拍賣官（Auction Manager）於每一回合皆會設定資格需求比例，競標者於該回合須至少申請使用該比例之資格點數，否則下一回合可使用之資格點數將會減少。而資格需求比例之數值將會在拍賣官與已註冊之競標者諮詢後設定，且在拍賣過程中可能變更該數值。以第 n 回合資格需求比例為 90%，且競標者持有 1,000 資格點數為例，該競標者須在第 n 回合使用至少 900 點數，第 n+1 回合才可維持資格點數 1000 點。

由於投標者提出之申請有可能僅部分被受理，導致投標者於回合結束時的投標可能低於回合中使用的投標，因此採用回合結束時的投標和回合中申請的投標中較高者為基準。下一回合競標者可使用之資格點數計算方式如下：

$$\text{資格點數}\left(\text{n}+1\ \text{回合}\right) = \min\left\{\text{資格點數}\left(\text{n 回合}\right), \frac{\text{ma}\times\left(\text{回合結束時的投標,回合中申請的投標}\right)}{\text{ERP}}\right\}$$

延續上個例子，且以該競標者於第 n 回合申請減少 Canberra 的 3 個區塊（20 點數/區塊），並增加 Adelaide 的 1 個區塊（60 點數/區塊）為例。若因為申請部分受理的關係導致該競標者只能減少 Canberra 的 2 個區塊，且因此導致資格點數不足以增加 Adelaide 的 1 個區塊的情況下，若採取回合結束時的投標為基準，則該競標者減少 2 個區塊，因此資格點數為 1000-40=960。但若以回合中申請的投標為基準，則該競標者則維持 1,000 點數。計算下回合資格點數時則採用較高的回合中申請之投標，如下：

$$\text{資格點數}\left(\text{n}+1\ \text{回合}\right) = \min\left\{1000, \frac{\max\left(960,1000\right)}{0.9}\right\} =$$

$$\min\left\{1000, \frac{1000}{0.9}\right\} = \min\left\{1000,1111\right\} = 1000$$

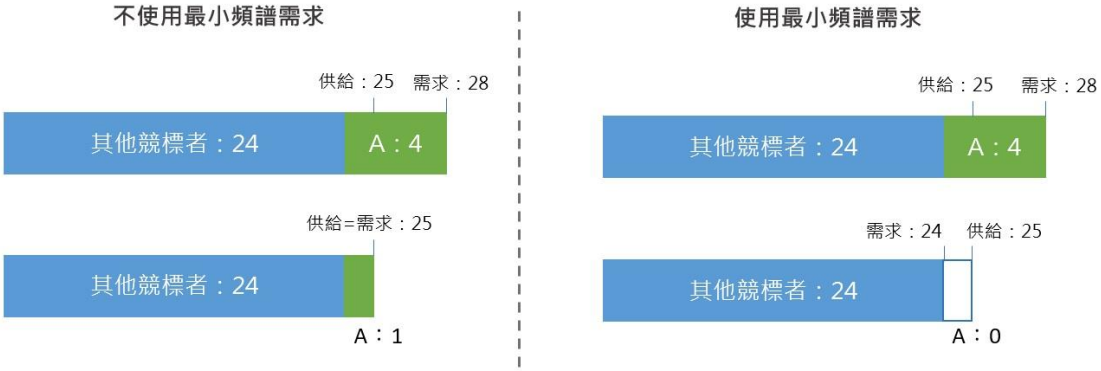
而以該競標者於第 n 回合只申請減少 Canberra 的 6 個區塊、且全數被受理為例，則該競標者於回合結束時只使用了 1000-(6×20)=880 資格點數。此時下回合的資格點數計算如下：

$$\text{資格點數}\left(\text{n}+1\ \text{回合}\right) = \min\left\{1000, \frac{880}{0.9}\right\} = \min\left\{1000,977\right\} = 977$$

VII. 最小頻譜需求（Minimum Spectrum Requirement）

澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）設定最小頻譜需求為 2 個區塊即 10MHz 頻寬，競標者須在拍賣開始前透過資格提報單設定是否使用最小頻譜需求，若使用則最小頻譜需求為 10MHz，若不使用則無最小頻譜需求。而競標者可選擇部分地區使用、部分地區不使用，也可在未提出起始需求的地區使用最小頻譜需求。當競標者設置最小頻譜需求時，若因申請減少投標時、且因部分受理導致小於最小頻譜需求時，申請會被全數受理。

以供給 25 區塊、需求 28 區塊時，競標者 A 申請減少 4 區塊為例，如圖 4.12.3。當競標者 A 不使用最小頻譜需求時，為達到供需均衡，僅有減少 3 區塊之申請會被受理（部分受理），競標者 A 能持有 1 區塊；當競標者 A 使用最小頻譜需求時，則因為部分受理將導致取得區塊數小於最小頻譜需求，因此競標者 A 的申請將會被完全受理。



資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz Band Auction, November 2018
https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en

圖 4.12.3　澳洲使用最小頻譜需求與否

此外，若競標者於某產品設置最小頻譜需求，卻未在主要階段時購買該產品，則該競標者將不得參加該產品之補充階段。

VIII. 揭露資訊

- **時間鐘回合開始**

澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）在主要階段第一次時間鐘回合開始前將揭露每個產品之起始需求、起始資格點數、每個產品的最小需求量與指配限制等訊息給競標者；而主要階段第二次時間鐘回合後，在時間鐘回合開始前，除了時間鐘回合開始與結束時間、每個產品的起始價和時間鐘價格、每個產品的超額需求與任何拍賣官認為有需要通知之事項等一般資訊外，還增加當回合競標者的資格點數、資格條件比例等投標者資格相關資訊。

- **時間鐘回合結束**

而主要階段每一時間鐘回合結束後，將揭露每個產品的標價、競標者對於每個產品的需求量、任何拍賣官認為有需要通知之事項等訊息給競標者。

澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）認為提供詳細的超額需求數字時，投標者有可能犧牲部分欲取得的頻譜，以提早結束拍賣，此時得標的頻譜將會落於較低的價格，因此超額需求僅在需求超過 4 區塊（20MHz）時公布實際超額需求量，若超額需求小於 4 區塊，則公布資訊將為「超額需求小於 4 區塊」。

- **對外公布資訊**

澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）解釋 ESMRA 規則之網頁[391]中提到在每一輪結束後，將會公告起始價、時間鐘價格、總需求、標價、和下一輪的時間鐘價格。

[391] ACMA, 2019. The ACMA's Auction Capability https://www.ACMA.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Spectrum-licences/the-ACMAs-auction-capability

3. 26GHz 頻段

（1） 拍賣方式

根據「26 GHz 頻段於都會及區域中心頻譜重新分配草案建議書諮詢文件[392]（Draft Spectrum Reallocation Recommendation for the 26 GHz Band in Cities and Regional Centres）」，各類拍賣方式都被納入考量，包含：

- 簡單價格鐘拍賣

澳洲的簡易價格鐘拍賣制(Simple Clock Auction，SCA)結合英式公開喊價競價(English Open Outcry，EOO)與電子化的執行方式，為一上升競價拍賣，拍賣官在每回合開始前將宣布時間鐘價格並請競標者競價，競標者可以出比間鐘價價格更高價或是比間鐘價價格更低的退場價格(Exit Bid)，時間鐘拍賣將結束於只有一位競標者出比間鐘價價格更高價或是全部競標者接出退場價格，得標者將支付次高價格。

- 多回合同時上升競價法

多回合同時上升競價法（Simultaneous Multi-Round Ascending，SMRA）使競標者可以同時對複數的區塊出價，在每個回合結束後，競標者可以得知每個區塊的最高出價，直到沒有競標者出價即為最後一回合。拍賣允許競標者轉換投標區塊，當某一區塊價格過高時，競標者可以轉換投標策略競標不同的頻譜組合。

- 進階多回合同時上升競價法

進階多回合同時上升競價法（Enhanced Simultaneous Multi-Round

[392] ACMA, 2019. Draft Spectrum Reallocation Recommendation for the 26 GHz Band in Cities and Regional Centres Consultation paper (p21). https://www.acma.gov.au/theACMA/draft-spectrum-reallocation-recommendation-for-the-26-ghz-band

Ascending，ESMRA）是 2018 年澳洲 3.6GHz 的釋照方式，以區塊供給與需求為主，並且採取二階段競標，降低 SMRA 造成不連續頻譜的風險。

- 組合拍賣

多回合的組合拍賣如澳洲第一次數位紅利時所採用的組合價格鐘拍賣（Combinatorial Clock Auction，CCA）或丹麥能源署於 2016 年 1800MHz 釋照所採用的組合多回合拍賣（Combinatorial Multi-Round Auction，CMRA），以及單次組合拍賣如一次性密封投標組合拍賣制(Sealed-Bid Combinatorial Auction)等。競標者首先競標需要的虛擬區塊組合與數量，而後再決定區塊於頻譜上的位置。

（2） 可能選擇與規則調整

澳洲 26GHz 釋照可能仍會採用 ESMRA，因為競標者可能會視各地理區域中的區塊為可替換、無相對價值差異，需要採取一種拍賣方式使競標者可以替換（Switching）投標頻譜。

相比 3.6GHz 頻譜釋出，26GHz 頻譜釋出可能會有以下調整：

I. 取消最小頻譜需求，儘管釋出區塊的頻寬大小還未確定，但可能會以更大的頻寬大小提供競標，不再需要最小頻譜需求保證競標者取得的頻譜下限。另外，透過取消最小頻譜需求相關的額外拍賣階段能讓拍賣流程簡化。

II. 如美國 Auction 102 24GHz 釋照，允許在競標開始之前設定區塊數量初始需求（Initial Demand），加速拍賣流程。

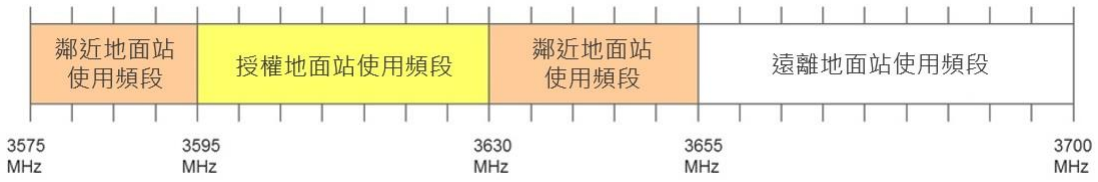
（二）競標區塊大小

1. 850/900MHz 頻段

900 MHz 頻段將分成五組 2 × 5MHz 的區塊，而 850MHz 延伸頻段將分成兩組 2 × 10MHz 的區塊。此外依照釋照方式的不同，一組 2×1MHz 頻寬的區塊(850MHz 頻段降頻後新增之 2 × 1MHz 的區塊）將被附加給 900MHz 最低區塊的得標者或直接用於拍賣。

2. 3.6GHz 頻段

在澳洲的首波 5G 釋照中，係以地理區域性頻譜執照釋出，其執照依區域分為都會區(Metro)及地區(Region)兩類。釋出頻段為 3575-3700MHz，每單位頻寬為 5MHz。由於 Perth 地區 3.6GHz 低頻(3595-3630MHz）目前由衛星地面站（Earth Station）使用，並正在進行為期 5 年的重新分配階段，因此低頻被認為價值較低，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）決議將該地區 3.6GHz 低頻與高頻分開拍賣。下圖 4.12.4 即顯示 Perth 地區 3.6GHz 頻段既有使用情形。



資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz Band Auction, November 2018 Auction Guide (p.18). https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en

圖 4.12.4　澳洲 Perth 地區 3.6GHz 頻段既有使用情形

因此本次拍賣依頻段與地方分為 3 種類，並將頻譜區塊（Lot）按照頻段與地理區域區別統稱為產品（Products），如表 4.12.6，簡述如下：

1. 除了 Perth 以外的都會區／地區拍賣 3575-3700MHz，每個都會區／地區各規劃 25 個頻譜區塊。
2. Perth 低頻拍賣 3575-3655MHz，共 16 個區塊。
3. Perth 高頻拍賣 3655-3700MHz，共 9 個區塊。

表 4.12.6　澳洲地理區域執照之產品規劃

產品編號	地理區域	釋出頻段	總頻寬	單位頻寬	頻譜區塊數
都會區（Metro）					
ADEL01	Adelaide	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
BRIS01	Brisbane	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
CANB01	Canberra	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
MELB01	Melbourne	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
SYDN01	Sydney	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
PERT01	Perth 低頻	3575-3655MHz	80 MHz	5	16
PERT02	Perth 高頻	3655-3700MHz	45 MHz	5	9
地區（Region）					
NQLD01	North Queensland	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
CQLD01	Central Queensland	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
RNSQ01	Regional Northern NSW/Southern Queensland	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
RSWN01	Regional Southern/ Western NSW	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
RVIC01	Regional Victoria	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
TASM01	Tasmania	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
RESA01	Regional South Australia	3575-3700MHz	125 MHz	5	25
REWA01	Regional Western Australia	3575-3700MHz	125 MHz	5	25

資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz Band Auction, November 2018 Auction Guide (p.17).

https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en

3. 26GHz 頻段

（1） 頻寬大小

I. 100MHz

將 26GHz 頻段（25.1–27.5 GHz）的 2.4GHz 頻寬以 100MHz 為單位劃分為 24 組頻譜區塊，可以吸引更多競標者參與，包含那些較小的地理區域範圍的行動網路業者；較小的頻譜區塊提供全體競標者調整的彈性，方便業者表達交換的意願；此外較小的區塊使拍賣限制（如取得上限）容易設計。

II. 400MHz

根據 3GPP 的 5G 技術規範[393]，400MHz 是最大的頻段寬度，而部分利害關係人表示需要 800MHz 的頻寬大小以實現 5G 技術的全部潛力；較大的區塊可以保障頻譜使用效益，避免被較大行動業者買走相鄰頻寬而產生的的暴露風險（Exposure Risk），而且較大的區塊價格較高，使競標者較不會做出購買頻譜囤積等不利於有效利用頻譜資源的行為。但是較大的區塊也可能產生頻譜資源分配無效率的現象，並妨礙競標者競爭。

（2） 地理區域

I. 澳洲全境（Australia-Wide）

全國性釋照將確保得標者得到全國的頻譜使用權，免除特定區域高價競標的風險，所以適合希望提供全國性行動服務的業者。

但是只希望在部分地區提供行動服務的業者將被迫競標他們服務未涵蓋區域的頻譜執照，如果這樣的情況發生，則代表服務未涵蓋

[393] 3GPP, 2018. 3GPP TS 38.104: NR; Base Station (BS) radio transmission and reception. https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3202

區域的民眾將沒有 26GHz 頻段的行動網路。此外，全國性頻譜執照將會減少競標參與者數量，因為部分潛在競標者的商業利益僅與部分地區有關。

II. 地理區域（Defined-Area）

儘管存在競標者無法得到人口中心區域的頻譜執照，而使商業計劃受到阻礙的風險，但地區性釋照仍提供更多彈性，使競標者只要競標那些與他們與其商業利益相關的地理區域。此外，地理區域性釋照可能會鼓勵一部分只對地區型行動網路經營者有興趣的用戶使用行動網路。

澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）認為如果採用地理區域性釋照，則全澳洲 34 個地理區域將是基本的劃分單位，如表 4.12.7，然而為了達成吸引最多投標者的目的，仍然希望利害關係人提供回饋以利地理區域性頻譜釋照。

表 4.12.7　澳洲地理區域

編號	地理區域名稱	編號	地理區域名稱
1	Adelaide	18	Lismore
2	Albany	19	Mackay
3	Albury-Wodonga	20	Margaret River
4	Armidale	21	Melbourne
5	Ballarat	22	Mildura
6	Bathurst	23	Perth
7	Bendigo	24	Port Macquarie
8	Brisbane	25	Rockhampton
9	Bunbury	26	Shepparton-Mooroopna
10	Bundaberg	27	Sunshine Coast
11	Cairns	28	Sydney
12	Canberra	29	Traralgon-Morwell
13	Coffs Harbour	30	Toowoomba
14	Darwin	31	Townsville
15	Hervey Bay	32	Tuncurry-Forster

16	Hobart	33	Wagga Wagga
17	Launceston	34	Warrnambool

資料來源：ACMA, 2019. 26 GHz draft reallocation recommendation_consultation paper (p. 31).

https://www.acma.gov.au/theACMA/draft-spectrum-reallocation-recommendation-for-the-26-ghz-band

（三）單一業者取得頻率上限

1. 3.6GHz 頻段

根據 The Radiocommunications（Spectrum Licence Limits-3.6 GHz Band）Direction 2018[394]，任何人均不可在都會區取得超過 60MHz 的相關頻段，而地區部分的限制是 80MHz 的頻譜大小。

在本次頻譜拍賣中，除目前已持有相關頻段（3400-3700 MHz）執照的業者另行計算指配現額外，其他參與競標者皆可於拍賣中獲得達到指配上限的頻寬。

現有相關頻譜執照持有者於各區域指配限額如下表 4.12.8：

表 4.12.8　澳洲頻譜拍賣各地區指配限額

Region	Telstra	Optus	NBN Co
Adelaide	35 MHz	0 MHz	0 MHz
Brisbane	30 MHz	0 MHz	0 MHz
Canberra	30 MHz	0 MHz	0 MHz
Melbourne	60 MHz	0 MHz	0 MHz
Sydney	60 MHz	0 MHz	0 MHz
Perth	25 MHz	0 MHz	0 MHz
North Queensland	45 MHz	80 MHz	0 MHz
Central Queensland	45 MHz	80 MHz	0 MHz
Regional Northern NSW/Southern Qld	50 MHz	80 MHz	0 MHz
Regional Southern/Western NSW	80 MHz	80 MHz	0 MHz
Regional Victoria	45 MHz	80 MHz	0 MHz
Tasmania	55 MHz	80 MHz	0 MHz
Regional South Australia	80 MHz	80 MHz	0 MHz
Regional Western Australia	80 MHz	15 MHz	20 MHz

資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz Band Auction, November 2018 Auction Guide. https://www.ACMA.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/3-6-GHz-

[394] ACMA, 2018. Radiocommunications（Spectrum Licence Limits—3.6 GHz Band）Direction 2018. https://www.legislation.gov.au/Details/F2018L01022

auction-2018-Auction-guide-pdf.pdf?la=en

（四）業者取得頻率義務

1. 3.6GHz 頻段

頻譜執照並無基本義務，除非有證據顯示業者因為反競爭原因而故意保留特定頻段，則貿易行為法（Trade Practices Act）有權取消該執照[395]。

三、 頻率使用期限及限制

（一）使用期限

1. 3.6GHz 頻段

本次授權之頻譜執照將會在都市頻譜重分配期結束後的 2020 年 3 月 30 日起開始商用，並在 2030 年 12 月 13 日到期，使用期間約為 10 年 8 個月。而到期日旨在配合 3.4GHz 頻譜執照到期日，3.4GHz 及 3.6GHz 頻段皆被認為適合使用於固定及行動無線寬頻技術，而相同的到期日將促進頻譜交易。

2. 26GHz 頻段

依照無線電通信法第 65 條第三項，頻譜執照期限至多 15 年。26Ghz 頻段之頻譜執照將會在頻譜重分配期結束起開始生效，因為頻譜分配後即頒發執照將允許頻譜得標者（行動網路業者）更快開始其服務並響應用戶對 5G 服務的需求。

[395] ACMA,2012. Spectrum Licensing FAQs https://www.ACMA.gov.au/Industry/Spectrum/Radiocomms-licensing/Spectrum-licences/spectrum_20#7

（二）頻率使用相關規定

1. 3.6GHz 頻段

（1） 使用範圍

由於本次釋照為區域性執照，得標之行動網路業者可再得標之地理區使用該頻段。若動網路業者欲於得標地理區外發射電波，則須與受干擾之執照持有者簽訂協議，並遵守協議之無線電發射最高功率。若未簽訂協議，則無線電發射最高功率不得超過 48 dBm/5 MHz[396]。

（2） 使用限制

執照持有者在運用頻譜時須遵循以下限制：

I. 遵守無線電通信法（Radiocommunications Act 1992）第 66 條第 1 項之核心執照條件：
   a. 明訂該執照授權操作無線電裝置的頻譜。
   b. 明訂該執照授權的頻譜內操作無線電裝置的最大允許發射功率。
   c. 明訂該執照授權操作無線電裝置的範圍。
   d. 明訂在該執照授權的範圍外無線電裝置的最大允許發射水準。
II. 執照持有者應盡支付頻譜接取費及頻譜執照稅的義務。
III. 第三方使用頻譜之相關條件。
IV. 無線電發射機之註冊條件。
V. 參照無線電通信法第 145 條、262 條為 3.6GHz 頻段訂定之技術文書，以管理干擾問題。

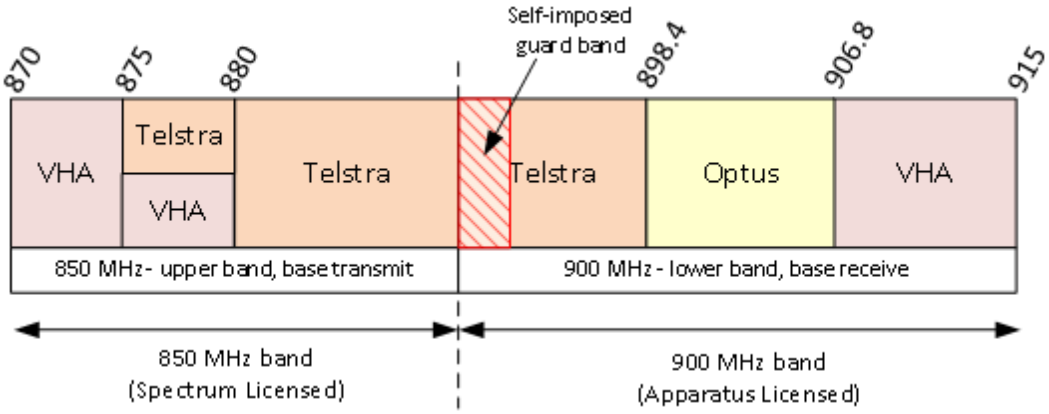
[396] Federal Register of Legislation, 2018. Radiocommunications Spectrum Marketing Plan (3.6 GHz Band) 2018 (p.21).
https://www.legislation.gov.au/Details/F2018L01064

四、 其他規定

（一）850/900MHz 頻段

3GPP 標準將 850 MHz 頻段定義為 UMTS 和 LTE 的工作頻段 5（824-849 MHz 與 869-894 MHz），但由於歷史原因，於澳洲此頻段的工作頻率為 825-845 MHz 與 870-890 MHz，目前由 Vodafone（VHA）和 Telstra 用於 3G 和 4G 服務。

為了保障 900MHz 頻段低頻的使用效率，Telstra 於 890-891.6MHz 設置自加護衛頻寬（Self-Imposed Guard Band），如圖 4.12.5。



資料來源：ACMA, 2015. The ACMA's long-term strategy for the 803–960 MHz band (p.42). https://www.acma.gov.au/theACMA/review-of-the-803-960--band

圖 4.12.5 澳洲現行 900MHz 頻段護衛頻寬示意圖

從長遠來看，ACMA 打算將 850 MHz 頻段的邊界向下移動 1 MHz，即 824–844MHz 與 869–889 MHz 頻段，這將為澳洲帶來 3 大好處：

1. 與國際標准保持一致，並從長遠角度提高經濟效益
2. 使相鄰的 850 MHz 延伸頻段一同調整，使其符合國際標準
3. 解決 900MHz 頻段設置自加護衛頻寬的問題，增加能夠提供 4G 服務的頻譜數量來最大化 900MHz 頻段的效益。

雖然設立護衛頻寬與移頻將會帶來一定成本，但澳大利亞通信與

媒體管理局（ACMA）指出政府、行動網路業者與客戶在 850 MHz 和 900 MHz 頻段上有共同利益，且與國際標準接軌亦能擴大設備相容性，故仍決議設置 2 × 1MHz 護衛頻寬。

（二）3.6GHz 頻段

1. 拍賣撤標或棄權

ESMRA 運作關鍵在於需求等於供給，而與 SMRA 不同之處在於沒有暫時得標區塊（Standing High Bidder 或 Holding Lots）。且 ESMRA 也沒有撤標（Withdrawals）或棄權（Waivers）機制。

2. 成本與費用

根據無線電通信法[397]（Radiocommunications Act 1992）第 67 條，頻譜執照持有者須支付以下費用：

- 澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）Act 2005 決議之費用（主管機關諮詢/服務費）。
- 頻譜使用費
- 頻譜執照稅

上述費用可用於支付管理頻譜的直接成本及管理頻譜的間接成本（如國際協調、國內規劃等），並獎勵有效運用頻譜的行為。

[397] https://www.legislation.gov.au/Details/C2017C00356

（1） 頻譜使用費

根據 Radiocommunications（Spectrum Licence Tax）Determination 2014 計算各業者的頻譜使用費，分為周年稅（執照期間自 2020 年 3 月 30 日至 2030 年 3 月 30 日每年繳交，以 A 代稱）及最後一年稅（2030 年 3 月 31 日至 2030 年 12 月 13 日共 258 天，以 L 代稱）如下表 4.12.9：

表 4.12.9 澳洲獲核配業者之頻譜使用費

	Dense Air Australia Pty Ltd		Mobile JV Pty Limited		Optus Mobile Pty Ltd		Telstra Corporation Limited	
	A	L	A	L	A	L	A	L
Adelaide	882	623	1,764	1,247	0	0	1,029	727
Brisbane	1,690	1,195	2,898	2,048	0	0	1,449	1,024
Canberra	353	250	605	428	0	0	303	214
Melbourne	521	368	6,249	4,417	0	0	6,249	4,417
Sydney	594	420	7,127	5,037	0	0	7,127	5,037
Perth 低頻	2,433	1,720	1,043	737	0	0	2,085	1,474
Perth 高頻	0	0	5,560	3,930	0	0	0	0
North Queensland	0	0	235	166	206	145	294	208
Central Queensland	0	0	559	395	489	346	699	494
Regional Northern NSW/ Southern Queensland	0	0	2,016	1,425	1,764	1,247	2,520	1,781
Regional Southern/ Western NSW	0	0	990	700	990	700	2,145	1,516
Regional Victoria	0	0	1,318	931	99	70	1,647	1,164
Tasmania	0	0	463	327	405	286	578	409
Regional South Australia	0	0	168	119	253	179	631	446
Regional Western Australia	0	0	326	230	0	0	579	409

資料來源：本研究彙整。

（2） 頻譜執照稅

根據 3.6GHz 頻段拍賣指南，澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）將該頻段的頻譜執照稅基本稅額訂為 69,180 澳幣（約新臺幣 1 百 55 萬元），並於 2018 年 7 月修訂 Radiocommunications（Spectrum Licence Tax）Determination 2014[398]將該決議加入法案中。

該法案亦規範自持照持有日期起每年應繳交的執照稅額計算方式，共分為兩部分：

I. 自執照持有日起，每年須繳交稅額如下計算

$$\text{基本稅額} \times \frac{Area\ Population}{Australian\ Population} \times \frac{SL\ Bandwidth}{Total\ Specified\ Spectrum}$$

II. 執照到期日的最後一年，若未滿一年則如下計算

$$\text{基本稅額} \times \frac{Area\ Population}{Australian\ Population} \times \frac{SL\ Bandwidth}{Total\ Specified\ Spectrum} \times \frac{Days}{365}$$

其中：

- *Area Population* 指 2016 年人口普查中，該執照覆蓋範圍人口數。
- *Australian Population* 指 2016 年人口普查之澳洲人口數。
- *SL Bandwidth* 指該執照覆蓋範圍中實際頻譜數量。
- *Total Specified Spectrum* 指 3.6GHz 頻譜執照各區域的頻譜總量。
- *Days* 指執照持有日最後一周年至執照到期日不滿一年之期間。

398 https://www.legislation.gov.au/Details/F2014L00957

（3） 頻譜執照稅減免措施

根據 Radiocommunications Taxes Collection Regulations §5 及 Radiocommunications （Charges） Determination 2017，滿足以下條件者可豁免頻譜執照稅：

- 外交領事團。
- 提供水上救援及偏遠地區救護車服務之機構。
- 提供緊急服務及保衛人民安全之機構。

五、 釋照結果與市場變化

（一）釋照結果

澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）於 2018 年 12 月 7 日宣布 3.6GHz 頻譜拍賣結束，本次得標電信業者包含 Dense Air 以 18,492,000 澳幣得標（約新臺幣 4 億 1 仟 7 百萬元）、Mobile JV 以 263,283,800 澳幣得標（約新臺幣 59 億元）、Optus 以 185,069,100 澳幣得標（約新臺幣 42 億元）、Telstra 以 386,008,400 澳幣得標（約新臺幣 87 億元）。各電信業者取得之區域頻段如表 4.12.10。

表 4.12.10　澳洲 3.6GHz 頻譜拍賣結果

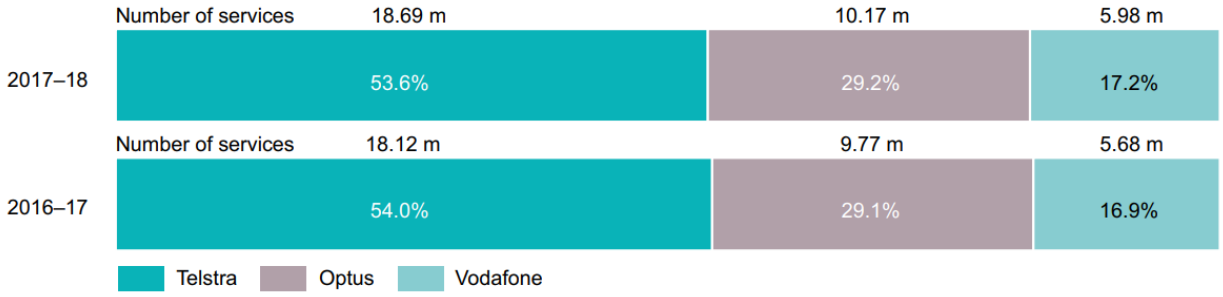
區域	取得頻率位置			
	Dense Air	**Mobile JV**	**Optus**	**Telstra**
Adelaide	3670-3700MHz	3610-3670MHz	N/A	3575-3610MHz
Brisbane	3665-3700MHz	3605-3655MHz	N/A	3575-3605MHz
Canberra	3605-3640MHz	3640-3700MHz	N/A	3575-3605MHz
Melbourne	3605-3640MHz	3636-3695 MHz	N/A	3575-3635MHz
Sydney	3635-3640MHz	3640-3700MHz	N/A	3575-3635MHz
Perth 低頻	3605-3640MHz	3640-3655MHz	N/A	3575-3605MHz
Perth 高頻	N/A	3655-3700MHz	N/A	N/A
North Queensland	N/A	3625-3665MHz	3665-3700MHz	3575-3625MHz
Central Queensland	N/A	3625-3665MHz	3665-3700 MHz	3575-3625MHz
Regional Northern NSW/ Southern Queensland	N/A	3625-3665MHz	3665-3700MHz	3575-3625MHz
Regional Southern/ Western NSW	N/A	3640-3670MHz	3670-3700MHz	3575-3640MHz
Regional Victoria	N/A	3625-3665MHz	3665-3700MHz	3575-3625MHz
Tasmania	N/A	3625-3665MHz	3665-3700 MHz	3575-3625MHz
Regional South Australia	N/A	3650-3670MHz	3670-3700MHz	3575-3650MHz
Regional Western Australia	N/A	3655-3700MHz	N/A	3575-3655MHz
總標金	$18,492,000	$263,283,800	$185,069,100	$386,008,400

資料來源：3.6 GHz Band Spectrum Auction Results.

https://www.ACMA.gov.au/theACMA/3-6-ghz-band-spectrum-auction-results

（二）市場概況

根據澳大利亞通信與媒體管理局（ACMA）最新年度通信報告，截至 2018 年為止，澳洲共有 3 間全國性電信業者，其中 Telstra 市佔率過半（53.6%），最大的競爭者為 Optus（29.2%），最後為 Vodafone（17.2%），如圖 4.12.6。



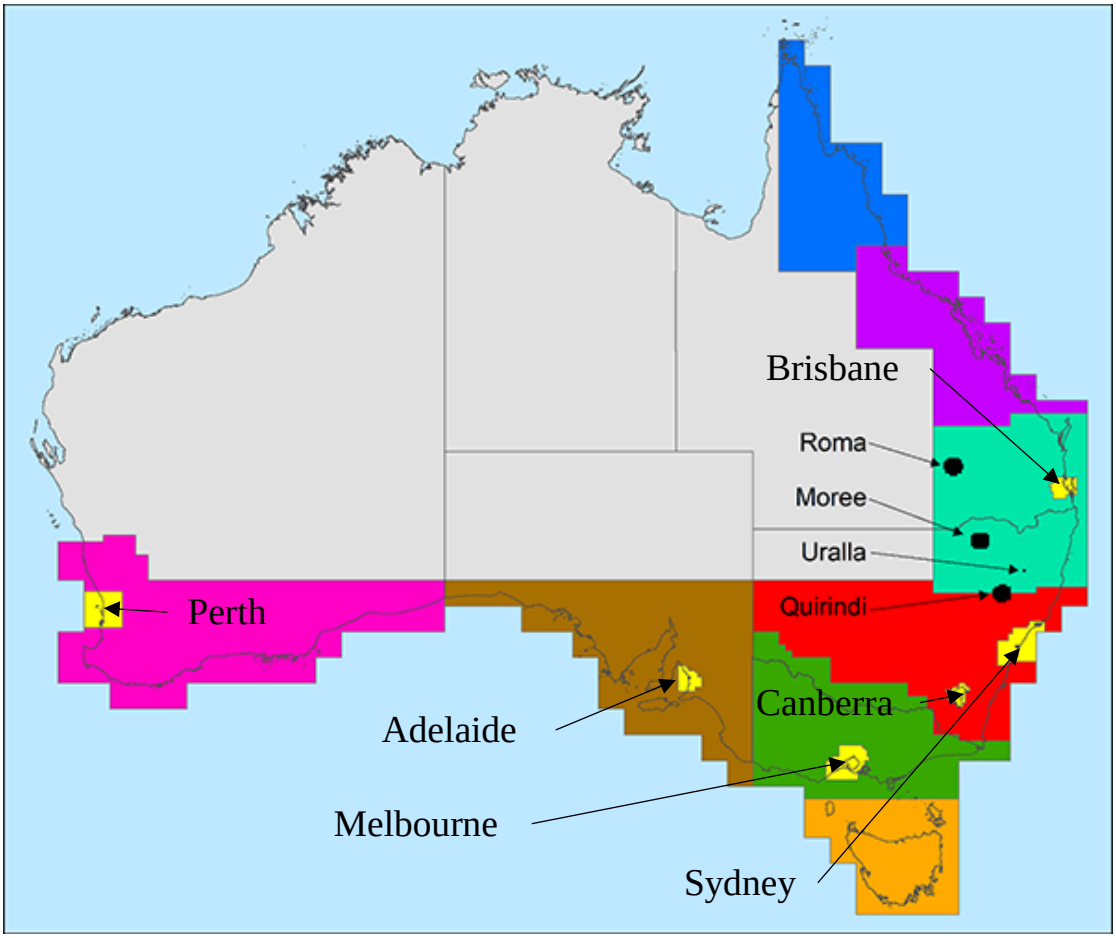
資料來源：ACMA, 2019. Communications report 2017–18 (p.31). https://www.acma.gov.au/-/media/Research-and-Analysis/Report/pdf/Communications-report-2017-18-pdf.pdf?la=en

圖 4.12.6　澳洲行動網路業者市佔率與用戶數量

（三）市場變化

澳洲 36GHz 釋照的結果如圖 4.12.7，顯示不同業者經營策略的不同，如 Dense Air 所取得的 5G 頻譜皆位於都會區並推展其微型基地臺（Small Cell）5G 業務，而 Optus 所取得的 5G 頻譜皆位於地區可加強它於地區部分的競爭優勢。

公私合營的澳洲電信（Telstra）與 Vodafone 與固網業者 TPG Telecom 合資成立的 Mobile JV 則擁有充裕資金，取得包含都會區與地區的澳洲全境頻譜執照，希望於全國推展 5G 業務。



	試驗地區	Moree,NSW
		Quirindi,NSW
		Roma, NSW
		Uralla,NSW
黃色	都會區	Adelaide
		Brisbane
		Canberra
		Melbourne
		Sydney
		Perth（高/低頻）
藍色	地區	North Queensland
紫色		Central Queensland
綠寶石色		Regional Northern NSW/Southern Queensland
紅色		Regional Southern/Western NSW
綠色		Regional Victoria
橘色		Tasmania
棕色		Regional South Australia
粉紅色		Regional Western Australia

資料來源：ACMA, 2018. 3.6 GHz band spectrum auction results.

https://www.acma.gov.au/theACMA/3-6-ghz-band-spectrum-auction-results

圖 4.12.7　澳洲 3.6GHz 釋照地理位置