1040728coco

104 年度

「我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究－我國未來頻譜政策規劃」

研究報告

執行單位：台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司

委託機關：交　通　部

中華民國　105　年　3　月

本報告為研究案並不代表交通部意見

1040728coco

104 年度

「我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究－我國未來頻譜政策規劃」

研究報告

著者：陳志仁、張正武、田崎嘉邦

郭力慈、沈宜中、王懷賢

執行單位：台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司

委託機關：交　通　部

中華民國　105　年　3　月

國家圖書館出版品預行編目資料

104 年度「我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究－我國未來頻譜政策規劃」研究報告 / 陳志仁等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部, 民 105. 03
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-8126-6 (平裝)

1. 無線電通訊業 2.電信政策

484.6 1010500274

104 年度「我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究－我國未來頻譜政策規劃」研究報告

著　　者：陳志仁、張正武、田崎嘉邦、
郭力慈、沈宜中、王懷賢

出版機關：交通部

地　　址：10052 臺北市仁愛路一段 50 號

網　　址：http://www.motc.gov.tw

電　　話：(02)2349-2900

出版年月：中華民國 105 年 3 月

印 刷 者：和範股份有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 40 冊

定　　價： 1200 元

本書同時登載於交通部網站

展售處：五南文化廣場 40042 臺中市中區中山路 6 號
電話: (04) 2226-0330 轉 10 或 28
http://www.wuan.com.tw
國家書店松江門市 10485 臺北市松江路 209 號 1 樓
電話: (02) 2518-0807
國家網路書店: http://www.govbooks.com.tw

GPN：1010500274

ISBN：978-986-04-8126-6

著作財產權人：交通部

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求著作財產權人書面同意或授權。

交通部郵電司委託研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：104 年度「我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究－我國未來頻譜政策規劃」研究報告

國際標準書號(或叢刊書)	政府出版品統一編號	計畫編號
978-986-04-8126-6	1010500274	1040728coco

主管：王廷俊
聯絡電話：02-23492200
傳真號碼：02-23813928
e-mail：tc_wang@motc.gov.tw
承辦人：陳明昌
聯絡電話：02-23492246
傳真號碼：02-23813928
e-mail：mc_chen@motc.gov.tw

研究單位：台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司
計畫主持人：陳志仁
聯絡電話：02-2718-7620 #131
傳真號碼：02-2718-7621
e-mail：c-chen@nri.co.jp
研究人員：陳志仁、張正武、田崎嘉邦、郭力慈、沈宜中、王懷賢
通信地址：台北市敦化北路 168 號 10 樓 F 室
聯絡電話：02-2718-7620 #131

其他參與合作之研究團隊：無

研究期間：自 104.9 至 105.3

研究經費：肆佰柒拾萬貳仟伍佰元整

關鍵詞：頻譜使用需求、3G 執照屆期後續規劃、頻率供應計劃、頻譜使用效率化技術、頻譜政策、頻譜管理機制

摘要：

我國已釋出 590MHz 頻寬之商用頻譜，研究團隊透過 ITU 之 M.2290 模型推估我國 2020 年頻寬需求為 1700MHz，為填補不足之頻寬，基於國際頻譜規劃趨勢，探討我國短中長期之頻譜供給可能性，再透過產官學界座談會凝聚規劃共識。建議短期應處理 1800MHz、2100MHz 及 2.3GHz 等頻段進行釋出規劃；中期針對 800MHz、1452-1492MHz、3.4-3.6GHz 頻段等國際上已有規範且開始有商轉經驗之頻段，追蹤國際發展動向並探討我國導入之可行性；長期再針對 WRC-15 決議提出之 IMT 頻段與潛在之 5G 頻段，持續追蹤國際發展狀況。另一方面，研究團隊亦針對各國導入頻譜使用效率化技術之現況與相關國家級的寬頻計畫與頻譜政策進行調研。期望藉由提出我國未來頻譜規劃以及相關政策方向之建議，俾利主管機關以更宏觀之觀點制定我國未來頻率供應計畫。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
105 年 3 月	424	1200	凡屬機密性出版品均不對外公開，普通性出版品；公營、公益機關團體及學校，由本部依業務性質函送參考，其他需要者可函洽本部免費贈閱，或逕進入www.motc.gov.tw之出版品項下下載。

機密等級：

☐限閱☐密☐機密☐極機密☐絕對機密

(解密【限】條件：☐　年　月　日解密，☐公布後解密，☐附件抽存後解密，☐工作完成或會議終了時解密，☐另行檢討後辦理解密)

☐普通

備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
DEPARTMENT OF POSTS & TELECOMMUNICATIONS
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE：The research report for the upcoming 3G spectrum release planning and the development trend in B4G/5G era.

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-04-8126-6	1010500274	1040728coco

DIRECTOR GENERAL：Wang, Ting-Jun
HONE：02-23492200
FAX：02-23813928
E-MAIL：tc_wang@motc.gov.tw
SPONSOR STAFF：Chen, Ming-Chang
PHONE：02-23492246
FAX：02-23813928
E-MAIL：mc_chen@motc.gov.tw

RESEARCH AGENCY：Nomura Research Institute Taiwan, Ltd.
PRINCIPAL INVESTIGATOR：Chen, Chih-Jen
PHONE：02-27187620 #131
FAX：02-27187621
E-MAIL：c-chen@nri.co.jp
PROJECT STAFF：Chen, Chih-Jen , Chang, Cheng-Wu, Yoshikuni Tazaki, Kuo, Li-Tzu, Shen, Yi-Chung, Wang, Huai-Hsien

ADDRESS：Room F, 10F, No.168, Dunhua N. Rd., Taipei, 105
PHONE：02-27187620 #131

PROJECT PERIOD	From: September 2015 To: March 2016	PROJECT BUDGET	NT $ 4,702,500

KEY WORDS：Spectrum needs, 3G spectrum license releasing plan, spectrum supply plan, Spectrum efficiency improvement techniques, Spectrum policy, Spectrum management mechanism

ABSTRACT：

The amount of spectrum release has reached 590MHz in Taiwan. The project team predicted that the spectrum bandwidth demand will be 1700MHz until 2020 in Taiwan using ITU model M.2290. To fulfill the traffic needs, the project team studied global spectrum allocation plan and the recommendations from international organization. Combining the information collected and the suggestion from industry representatives, the following spectrums are supposed to be released in the short-term plan: 1800MHz、2100MHz、2.3GHz. For the mid-term plan, 800MHz、1452-1492MHz、3.4-3.6GHz deserve more attention. The project team would keep following the trend of these spectrums and also start to discuss about the possibility to release these spectrums in Taiwan. As for the long-term plan, there would be more discussion about the spectrum assigned for 5G in WRC-15 in recent years. In addition, the project team also studied the technique used to improve the spectrum efficiency and the broadband strategies or the spectrum strategies implemented by foreign government. In summary, the project team proposed the advice about the 2016 spectrum plan as a reference for the government to establish the future mobile broadband policies and regulations.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION ☐SECRET ☐CONFIDENTIAL ☐UNCLASSIFIED
March 2016	424	NT $ 1200	

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications

全文摘要

我國目前已釋出 590MHz 頻寬之商用頻譜，研究團隊透過 ITU 之 M.2290 模型推估得我國 2020 年頻寬需求為 1700MHz，為填補不足之頻寬，基於國際頻譜規劃趨勢，探討我國短中長期之頻譜供給可能性，再透過產官學界座談會凝聚規劃共識。建議短期應處理 1800MHz、2100MHz 及 2.3GHz 等頻段進行釋出規劃；中期針對 800MHz、1452-1492MHz、3.4-3.6GHz 頻段等國際上已有規範且開始有商轉經驗之頻段，追蹤國際發展動向並探討我國導入之可行性；長期再針對 WRC-15 決議提出之 IMT 頻段與潛在之 5G 頻段，持續追蹤國際發展狀況。另一方面，研究團隊亦針對各國導入頻譜使用效率化技術之現況與相關國家級的寬頻計畫與頻譜政策進行調研。期望藉由提出我國未來頻譜規劃以及相關政策方向之建議，俾利主管機關以更宏觀之觀點制定我國未來頻率供應計畫。

關鍵詞：頻譜使用需求、3G 執照屆期後續規劃、頻率供應計劃、頻譜使用效率化技術、頻譜政策、頻譜管理機制

目錄

壹、前言.....1
一、 計畫簡介.....1
貳、研究目的.....3
一、 研究背景與目的.....3
二、 計畫重要性.....5
參、研究方法.....6
一、 研究方法.....6
（一）文獻分析法.....6
（二）標竿事例研究法.....6
（三）深度訪談法.....6
（四）問卷調查法.....7
二、 採用原因.....8
（一）文獻分析法.....8
（二）標竿事例研究法.....8
（三）深度訪談法.....8
（四）問卷調查法.....9
三、 預計完成之工作項目.....10
（一）Task 1：國際組織與主要國家頻譜配置現況與未來趨勢研究.....11
（二）Task 2：主要國家寬頻計畫與頻譜政策調研.....13
（三）Task 3：我國頻譜使用現況掌握及未來行動寬頻頻譜需求推估.....14
（四）Task 4：主要國家頻譜管理機制分析.....15
（五）Task 5：產官學界頻譜規劃意見交流研討.....16
（六）Task 6：105 年度我國頻率供應計畫暨重點頻段規劃建議.....18
（七）Task 7：我國頻譜政策與管理機制建議.....19
四、 預計產出之項目.....20
（一）政策面.....20
（二）技術面.....20
（三）產業面.....20
（四）社會面.....20
（五）各界意見彙整.....21
（六）學界溝通橋梁建立.....21
（七）整體規劃建議.....21
五、 預期具體成果.....22
肆、研究成果.....24
一、我國頻譜釋出現況解析.....24
（一）各頻段釋出現況.....25

（二）2.6GHz 拍賣結果 28
（三）我國電信業頻譜持有現況 31
二、我國未來頻率需求推估與分析 34
（一）新版本 ITU M.2290 36
（二）ITU M.2290 模型計算 38
（三）ITU M.2290 模型之參數設定 41
（四）以 M.2290 模型所算出之 2020 年我國頻譜需求 52
（五）我國頻譜需求討論 54
三、我國潛在短期供應頻譜探討 59
（一）800MHz 頻段 60
（二）1800MHz 頻段 75
（三）1900MHz 頻段 77
（四）2100MHz 頻段 82
（五）2.3GHz 頻段 86
四、我國潛在中長期供應頻譜探討 90
（一）WRC-15 結論 91
（二）Sub-700MHz 頻段 106
（三）L-Band 116
（四）C-Band 121
（五）5G 頻段發展趨勢 131
五、國際寬頻計畫與相關應用發展調研 139
（一）各國頻譜釋出現況解析 139
（二）各國 ICT 與寬頻相關計畫 170
（三）數位電視發展趨勢 207
（四）PPDR 趨勢 218
（五）ITS 趨勢 225
六、國際頻譜使用效率化技術發展 235
（一）Carrier Aggregation 236
（二）Supplemental DownLink 238
（三）Unlicensed-LTE 242
（四）Licensed Shared Access 247
（五） 極高頻毫米波技術及應用 252
七、國際頻譜政策調研 261
（一）頻譜核釋 262
（二）頻譜屆期處理 266
（三）頻譜共享 276
（四）頻譜試驗 302
八、我國 3G 執照屆期後續規劃建議 306

（一）短期頻段規劃座談會業者意見回饋.....309
（二）各頻段規劃方向建議.....327
（三）3G 執照屆期處理適法性探討.....340
九、我國 105 年度頻率供應計畫建議.....343
（一）中長期頻段規劃座談會業者意見回饋.....344
（二）未來頻譜需求與釋出時間點業者意見回饋.....349
（三）階段性工作重點建議.....352
十、我國未來相關頻譜政策之配套建議.....357
伍、結論.....360
陸、附錄.....363
附件 1-「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷.....363
附件 2-「我國都會區行動上網使用行為調查」分析.....374
附件 3- 座談會會議記錄.....384
（一）第一次座談會：我國 3G 頻段屆期後續頻段規劃探討.....384
（二）第二次座談會：我國未來頻率規劃探討.....398
（三）第三次座談會：我國短中長期頻譜供應與需求探討.....407
附件 4- 中英文對照表.....417
柒、參考文獻.....419

表目錄

表 1 我國主要電信業者頻段持有現況.....31
表 2 我國主要電信業者頻段持有現況(續).....32
表 3 台灣頻段使用現況.....33
表 4 SC 種類.....39
表 5 SE 種類.....40
表 6 無線方式種類.....40
表 7 我國現狀與參數的設定.....42
表 8 台北市大安區基地台布建情形.....44
表 9 ITU.M.2290 模型中沿用 ITU 預設值之參數.....57
表 10 規劃 APT700 國家目前 800MHz 頻段使用現況.....68
表 11 德國、法國、英國 800MHz 頻段近年規劃.....70
表 12 載波聚合(2CA)提案狀況－800MHz 頻段(截至 Rel-13).....73
表 13 載波聚合(3CA)提案狀況－800MHz 頻段(截至 Rel-13).....74
表 14 CEPT 研究 1900-1920 MHz 與 2010-2025 MHz 的替代應用.....78
表 15 2.3GHz 主要國家規劃現況.....88
表 16 GSMA 對 WRC-15 之新增 IMT 頻段提案.....93
表 17 CEPT 對 WRC-15 之新增 IMT 頻段提案.....95
表 18 NTIA 對 WRC-15 之新增 IMT 頻段提案.....97
表 19 APT 對 WRC-15 之新增 IMT 頻段提案.....98
表 20 WRC-15 Sub-700、L-Band 頻段決議.....101
表 21 WRC-15 C-Band 及鄰近頻段決議.....102
表 22 WRC-15 5G 候選頻段決議.....103
表 23 WRC-19 IMT 相關議程.....105
表 24 國際上主要國家對 470-698MHz 頻段之動向.....106
表 25 亞太地區國家對 470-698MHz 頻段之態度.....115
表 26 3.5GHz 頻段國際規劃使用狀況.....122
表 27 ECC 針對 5GHz 以上 5G 用途重點研究頻段.....135
表 28 各組織對 5G 候選頻段提案及 WRC-15 決議.....138
表 29 我國與其他標竿國家之頻譜釋出使用情形.....140
表 30 日本主要電信業者頻譜持有現況.....142
表 31 韓國主要電信業者頻譜持有現況.....145
表 32 新加坡主要電信業者頻譜持有現況.....150
表 33 中國主要電信業者頻譜持有現況.....154
表 34 英國主要電信業者頻譜持有現況.....158
表 35 美國主要電信業者頻譜持有現況.....163
表 36 台灣與標竿國家頻譜分配現況比較.....169

表 37 美國的教育用寬頻促進支援計畫案.....172
表 38 Ofcom 對頻譜管理策略之 6 大領域之短中長期議題 181
表 39 日本平成 27 年情報通訊白書中關於其頻譜政策之議題與願景
.....186
表 40 2008 年香港「Digital 21」主要目標 190
表 41 近年「Digital 21」推動進展與成效 191
表 42 韓國 2013 年底之 IMT 頻率總頻寬與分配情形 196
表 43 韓國 2023 年底預計確保之 IMT 頻率 197
表 44 2012－2015 澳洲公部門資通訊科技發展策略.....202
表 45 澳洲行動寬頻頻譜供應五大策略方向.....203
表 46 各國 ICT 與寬頻相關計畫彙整 206
表 47 世界主要國家電視連線方式之家戶數及占比.....207
表 48 各國 4K 電視服務與使用連線方式.....212
表 49 國際上實驗 8K 電視無線測試國家資料.....213
表 50 國際上實驗 4K 電視無線測試國家資料.....214
表 51 WRC-12 修訂之第 646 號決議－各區域 PPDR 頻段 219
表 52 世界使用之 ISM 頻段 245
表 53 毫米波頻段劃分.....254
表 54 推廣 60GHz 毫米波無線短離通訊技術之主要技術及聯盟 258
表 55 執照核釋方式之種類、作法、優缺點及採用國家.....262
表 56 競標制及評審制之差異性比較.....264
表 57 各國競標制導入現況.....265
表 58 2.1GHz 各國屆期處理 267
表 59 香港 3G 業務頻段拍賣結果.....273
表 60 CORE+計畫之 LSA 公開測試時程 288
表 61 日本 C-band 干擾實驗結果彙整.....292
表 62 第三代行動電話業務執照資訊整理.....306
表 63 本次專案三場頻率供應座談會會議資訊.....309
表 64 本次專案三場頻率供應座談會參加單位.....310
表 65 「我國 3G 執照屆期後續規劃探討」座談會討論主題.....311
表 66 「我國未來頻譜規劃探討」座談會討論主題.....312
表 67 「我國短中長期頻譜供應與需求探討」座談會討論主題.....312
表 68 座談會(I)意見整理：800MHz 頻段屆期後釋出規劃探討 315
表 69 座談會(II)意見整理：800MHz 頻段屆期後釋出規劃探討.....318
表 70 座談會(III)意見整理：800MHz 頻段屆期後釋出規劃探討.....319
表 71 座談會意見整理： 2.3GHz 釋出規劃探討 320
表 72 座談會意見整理：Band34/Band39 TDD 頻段釋出規劃探討 ...321
表 73 座談會(I)意見整理：2100MHz 頻段屆期釋出探討 322

表 74 座談會(II)、(III)意見整理：2100MHz 頻段屆期釋出探討 323
表 75 座談會(I)意見整理：其他頻段(2350-2390MHz)釋出探討 325
表 76 座談會(II)、(III)意見整理：其他頻段(2350-2390MHz)釋出探討 326
表 77 座談會意見整理：業者對 800MHz 規劃方式建議 329
表 78 Sub-700MHz 釋出規劃座談會意見彙整.....344
表 79 L-Band 釋出規劃座談會意見彙整 346
表 80 C-Band 釋出規劃座談會意見彙整 348
表 81 未來頻譜需求與釋出時間點座談會意見彙整.....351

圖目錄

圖 1 本研究工作項目.....10
圖 2 本計畫預期成果.....23
圖 3 我國頻譜釋出現況.....25
圖 4 我國 3G 頻段（800MHz、2.1GHz）釋出現況.....26
圖 5 我國各頻段釋出現況.....27
圖 6 我國 2.6GHz 釋出候選方案.....28
圖 7 我國 2.6GHz 競標規劃.....29
圖 8 我國 2.6GHz 競標結果.....30
圖 9 M.2290 模型所調整的 RATG 主要參數 (radio parameters).....37
圖 10 M.2290 模型所調整的 RATG 主要參數 (spectral efficiency).....37
圖 11 M.2290 計算步驟與參數.....38
圖 12 台北市大安區基地台設置情形所設定之 Sector Area 數值.....45
圖 13 User Density 設定示意圖.....47
圖 14 User Density 參數輸入.....48
圖 15 預測我國 2020 年各 RATG 之使用比率.....49
圖 16 以基地台布建及 Wi-Fi 使用情形算出我國版本之 Population Coverage Percentage 參數.....51
圖 17 3G (RATG1)與 4G (RATG2) 業者數量推估.....51
圖 18 利用 M.2290 模型推算我國 2020 頻譜需求之結果.....53
圖 19 合併為 5 家業者後我國頻寬需求推估變化.....54
圖 20 二面向探討業者數下降造成需求下降原因.....55
圖 21 800MHz 國際頻譜分配與我國規劃現狀.....60
圖 22 我國 700, 800, 900MHz 分配現狀.....61
圖 23 韓國 700, 800, 900MHz 分配現狀.....63
圖 24 日本 700, 800, 900MHz 分配現狀.....64
圖 25 澳洲 700, 800, 900MHz 分配現狀.....65
圖 26 中國 700, 800, 900MHz 分配現狀.....66
圖 27 香港 700, 800, 900MHz 分配現狀.....67
圖 28 CEPT CPG 討論 700MHz 之可能配置方式.....69
圖 29 德國、法國、英國 800MHz 頻段（Band 20）釋出現況.....70
圖 30 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－800MHz 頻段.....71
圖 31 全球 LTE FDD 頻段設備發展現況－800MHz 頻段.....72
圖 32 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－1800MHz 頻段.....75
圖 33 全球 LTE FDD 頻段設備發展現況－1800MHz 頻段.....76
圖 34 1800MHz 競標後電信業者持有現況.....76
圖 35 1900MHz 國際頻譜分配與我國規劃現狀.....77

圖 36 1900-1920 與 2010-2025 MHz 未來可能的國際規劃.....79
圖 37 全球 LTE TDD 頻段商轉現況－1900MHz 頻段.....80
圖 38 全球 LTE TDD 頻段設備發展現況－1900MHz 頻段.....81
圖 39 2100MHz 國際頻譜分配與我國規劃現狀.....82
圖 40 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－2100MHz 頻段.....84
圖 41 全球 LTE FDD 頻段設備發展現況－2100MHz 頻段.....85
圖 42 全球 LTE TDD 頻段商轉現況－2.3GHz 頻段.....86
圖 43 全球 LTE TDD 頻段設備發展現況－2.3GHz 頻段.....87
圖 44 澳洲 2.3GHz 頻譜應用演進 (Optus).....89
圖 45 我國中長期頻段近期發展彙整.....104
圖 46 Incentive Auction 概念.....108
圖 47 Incentive Auction 預計清出之頻段.....108
圖 48 Incentive Auction 規劃頻段上下行分配方式.....109
圖 49 美國 600MHz Incentive Auction 時程變動說明.....110
圖 50 美國 600MHz Incentive Auction 之可能情境.....111
圖 51 歐盟對 470-694MHz 使用看法與 GSMA 相歧.....113
圖 52 歐盟對於 L-Band 規劃之動向.....116
圖 53 國際組織對於 L-Band 規劃之動向.....117
圖 54 英國 L-Band 近來動向.....119
圖 55 義大利 L-Band 釋出結果.....119
圖 56 各 Region 對於 L-Band(1452-1492MHz)之建議.....120
圖 57 3.4-3.6GHz TDD/FDD 國際標準.....121
圖 58 美國 3.5GHz 頻譜規劃.....124
圖 59 英國 3.5GHz 頻譜規劃.....125
圖 60 中國 3.4-4.2GHz 使用狀況.....127
圖 61 日本 3.5GHz 拍賣結果.....128
圖 62 日本 3.4-4.2GHz 使用狀況.....129
圖 63 日本 C-Band 干擾測試結果.....130
圖 64 ITU-R 之 5G 進程時間軸.....131
圖 65 5G 通訊之技術內容與規格需求.....133
圖 66 美國 FCC 探討 5G 頻段之用途與執照規劃.....134
圖 67 日本總務省至 2020 年之 IMT 頻段探討.....136
圖 68 日本頻段分配.....143
圖 69 日本各電信業者頻率使用現狀.....144
圖 70 韓國頻段分配.....146
圖 71 韓國各電信業者頻率使用現狀.....148
圖 72 新加坡頻段分配.....151
圖 73 新加坡各電信業者頻率使用現狀.....152

圖 74 中國頻段分配.....155
圖 75 中國各電信業者頻率使用現狀.....156
圖 76 英國頻段分配.....160
圖 77 英國各電信業者頻率使用現狀.....161
圖 78 美國頻段分配.....164
圖 79 美國各電信業者頻率使用現狀.....165
圖 80 澳洲頻段分配.....166
圖 81 澳洲各電信業者頻率使用現狀.....167
圖 82 FCC 的新版 Open Internet 規範更新內容.....173
圖 83 美國 AWS-3 頻段(1.7/2.1GH).....174
圖 84 歐洲委員會的數位市場單一化方案探討.....175
圖 85 歐洲委員會之國際漫遊減價實施.....176
圖 86 歐盟 UHF 頻帶區域和諧「2020-2030-2025」方式規劃.....177
圖 87 德國 700MHz 頻段拍賣結果.....178
圖 88 Digital Communications Infrastructure Strategy 政府未來執行項目.....180
圖 89 英國 Ofcom 頻譜管理計畫主要內容.....181
圖 90 中國的國家 ICT 計畫.....188
圖 91 中國電信業者 FDD 頻段分配現況.....189
圖 92 2014 年「Digital 21」公開諮詢方向.....192
圖 93 韓國的資通訊策略委員會.....193
圖 94 韓國的 ICT Master Plan.....194
圖 95 韓國的 K-ICT 體質改善策略.....195
圖 96 Infocomm Media Ecosystem.....199
圖 97 異質網路技術應用.....200
圖 98 新加坡技術發展 Roadmap.....201
圖 99 行動寬頻頻譜管理框架.....204
圖 100 IDATE 預測之世界電視連線方式占比(2016 年底).....208
圖 101 近年歐洲主要電視連線方式占比變化.....208
圖 102 我國數位電視利用頻段現況.....209
圖 103 16:9 解析度比較.....210
圖 104 日本 4K/8K 推動藍圖.....216
圖 105 近年我國無線電視市場產值.....217
圖 106 PPDR 應用技術演進.....220
圖 107 IMT 基礎之 PPDR 系統導入方式.....221
圖 108 Region 1 於 700MHz 頻段上之 PPDR 規劃.....222
圖 109 Region 2 之美國於 700MHz 頻段上之 PPDR 規劃.....222
圖 110 Region 3 熱門之 PPDR 規劃.....223

圖 111 ITU-R M.2015-1 建議 Region 3 之 PPDR 規劃 224
圖 112 無線技術延遲時間與 ITS 應用配對.....226
圖 113 日本道路資訊系統服務模式.....227
圖 114 日本 ITS 規劃 Road Map.....228
圖 115 日本 ITS 相關頻譜資源配置.....229
圖 116 日本 700MHz ITS 頻譜規劃調整 229
圖 117 歐盟六大執行計畫.....230
圖 118 歐盟 5.9G ITS 用頻譜規劃.....231
圖 119 美國 2015-2019 智慧交通策略 232
圖 120 美國 5.9G ITS 頻譜規劃.....233
圖 121 中國智慧交通執行案例.....234
圖 122 三類 Carrier Aggregation 模式示意圖 236
圖 123 SDL 模式示意圖 239
圖 124 利用 SDL 及 CA 技術所展示的 LTE-U 示意.....242
圖 125 LAA 標準使用 CCA 技術進行空頻道探測連線與 Wi-Fi 共存示意.....243
圖 126 動態頻譜技術減低 LTE-U 造成干擾之方案 246
圖 127 法國 2.3-2.4GHz 軍用雷達範圍.....248
圖 128 LSA 頻譜共用方式之基本架構.....249
圖 129 執照頻段 Macro Cell 搭配 LSA Small Cell 之應用模式.....250
圖 130 3.5GHz Exclusion Zone 區域.....251
圖 131 毫米波頻段在大氣中被吸收之峰值.....253
圖 132 NTT DoCoMo 與各大廠商針對高頻率頻段進行之實驗內容.260
圖 133 香港 3G 業務頻段分配現狀.....269
圖 134 香港 3G 業務頻段屆期規劃處理時程.....270
圖 135 香港 3G 業務頻段屆期三種候選規劃方式.....270
圖 136 香港 3G 業務頻段屆期 2013 年 11 月 15 日公告釋出方案.....271
圖 137 香港 3G 業務頻段實際拍賣頻段.....272
圖 138 頻譜連線及使用權分配方式.....276
圖 139 美國頻譜共享管理系統初步架構.....277
圖 140 美國 Citizens Broadband Radio Service 頻譜共享使用者分級規劃 278
圖 141 美國 TVWS 發展進程 281
圖 142 共享經濟三大商業模式.....283
圖 143 EURO-SHE 實現共享經濟之步驟.....284
圖 144 EU 頻譜共享之推動契機與面臨挑戰 285
圖 145 EU 頻譜共享之推動契機與面臨挑戰 286
圖 146 英國 2.3GHz 與 3.5GHz 釋出非技術相關之執照條件 291

圖 147 日本 3.5GHz 頻段釋出規劃 294
圖 148 日本 3.5GHz 頻段釋出結果 294
圖 149 新加坡 Smart Nation Platform 建置規劃 295
圖 150 新加坡 TVWS 頻段表 296
圖 151 新加坡 TVWS HPC 運作模式 297
圖 152 SWSPG TVWS 前導實驗案例 299
圖 153 新加坡開放短期試驗之 TDD 頻段 303
圖 154 日本特定實驗試驗無線電台申請流程 304
圖 155 我國 3G 業務頻段分配現狀 307
圖 156 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－800MHz 頻段 328
圖 157 我國 800MHz 頻段探討議題 329
圖 158 新加坡 800MHz 規劃方式 331
圖 159 1800MHz C6 頻段釋出規劃建議 333
圖 160 3G 屆期頻段(2100MHz)之釋出規劃建議 335
圖 161 日本業者於 Band 1 上之頻譜配置 336
圖 162 韓國業者於 Band 1 上之頻譜配置 336
圖 163 澳洲業者於 Band 1 上之頻譜配置 336
圖 164 中國業者於 Band 1 上之頻譜配置 336
圖 165 2.3GHz TDD 頻段釋出規劃建議 338
圖 166 中長期頻段後續處理階段 353
圖 167 短中長期頻段分類 355
圖 168 短中長期頻段工作重點 356
圖 169 我國頻譜規劃建議總表 360
圖 170 我國未來頻譜政策規劃整體建議 362
圖 171 103 與 104 年度網路問卷樣本遍布 375
圖 172 兩年度網路問卷中我國 3G、4G、Wi-Fi 普及率 376
圖 173 兩年度網路問卷中 3G、4G、Wi-Fi 使用行為與地點普及率 378
圖 174 兩年度網路問卷中以行動網路從事遠距教學行為統計 379
圖 175 兩年度網路問卷中以行動網路從事網路買賣行為統計 380
圖 176 兩年度網路問卷中以行動網路從事多媒體娛樂行為統計 381
圖 177 兩年度網路問卷中以行動網路從事遠距連網服務行為統計 .. 382
圖 178 兩年度網路問卷中以行動網路從事影片收發行為統計 383

壹、前言

一、 計畫簡介

本研究計畫對歐美亞各技術領先國近期在行動寬頻頻譜配置、3G 頻譜屆期後之釋出與回收機制、頻譜管理運用相關法規、國家寬頻計畫與頻譜政策等領域進行相關調研；並關注國際間與國際組織（如：ITU、3GPP 等）對於新增行動寬頻候補頻段之看法，配合即將召開之 WRC-15 各國之提案，以掌握國際間頻譜配置現況與未來趨勢，瞭解各頻段之大致規劃方向。同時，研究國際上對頻譜使用效率化技術或創新頻段運用技術的發展現況以及導入情形。

此外，本研究計畫亦將延續 103 年計畫中，利用 ITU 提出之未來頻譜需求計算模型 M.2290 推算我國於 2020 年之行動通訊需求頻寬項目；將搭配我國現時點之市場現狀與產業環境，輸入相關在地化參數數值。同時，以三場產官學交流座談會促進對於我國未來頻譜規劃之共識，與三場校園說明會提升新一代人才對頻譜議題之重視。綜合上述之國內外研究、需求推估及座談會，提出我國未來頻率供應計畫之方向與頻譜政策管理機制之建議，作為主管機關未來政策規劃之參考依據。

本計畫期望透過國內外之頻譜配置、管理方案與國家寬頻發展計畫之調查，及相關頻譜運用之技術研究，提供政策面上未來頻譜規劃與國際接軌之建議方向、技術面上頻譜運用技術之發展趨勢方向、產業面上對於頻率資源之早期共識掌握、及社會面上終端消費者享有服務權益確保等四大面向之效益；並建立產官學各界溝通橋梁彙整意見，最終提出我國頻譜政策整體規劃建議。

貳、研究目的

一、 研究背景與目的

無線行動網路技術日新月異，建構於無線行動網路上的應用服務及傳輸量急遽增加；然而，作為乘載其數據傳輸之媒介－無線電頻譜，如同實體土地資源供應般，並非取之不盡用之不完的資源。是以，世界各國均認為有必要對於頻譜資源使用進行妥善的規劃，確保整體電信環境的健全。

有鑒於此趨勢，我國行政院推動「加速行動寬頻服務及產業發展方案」，每年提出頻率供應計畫，104 年版本已於 104 年 5 月由交通部公布；經由該計畫所建立之「早期且定期對外公告」程序，可促使產業及早掌握頻率資源的可取得性；而透過每年定期的公告與諮詢等交流結果，政府亦可以反向瞭解產業對於頻譜政策所關心的議題。而行政院國家發展委員會亦在 104 年 7 月推出「網路政策白皮書與行動計畫」，針對我國寬頻政策提出施政願景及重點，並提出於 2017 年前將釋出 410MHz 之頻寬作為商用頻段之目標。

據此，本研究計畫為協助主管機關達成每年我國頻率供應計畫及寬頻計畫之擬訂，由我國行動通信長期頻寬需求推估、歐美

亞主要國家頻譜使用現況與未來趨勢、頻譜使用效率化技術之演進與前瞻等角度切入探討，並以座談會方式凝聚我國產官學專家對於未來頻譜規劃之共識。此外，當年度將針對前一年度公告之我國頻率供應計畫中，急需重點改善或研擬之議題，藉由分析歐美亞主要國家之作法、凝聚專家共識、進行公眾諮詢與適法性分析，提出相關處理建議。

二、 計畫重要性

為因應未來行動寬頻頻譜使用需求增長與國際間技術快速演進，完善的頻譜使用環境已成為帶動經濟成長的動力之一；而國際組織及各國政府也均以國家的資通訊政策高度進行頻譜使用規劃。在此趨勢下，我國主管機關亦有必要以更具彈性與前瞻性的方式規劃頻譜資源；藉由觀察未來世界各頻段頻譜運用之趨勢、評估行動寬頻產業未來發展極可能形成的效益、分析釋照時程程序及原有業者屆期之處理方式等角度切入，規劃我國行動寬頻政策及法規方向，提供主管機關擬定相關策略時之參考依據。

叁、研究方法

一、 研究方法

（一）文獻分析法

文獻分析法是一種對文獻內容作客觀且系統性定量分析的專門方法，其目的是弄清或測驗文獻中本質性的事實和趨勢，揭示文獻所含有的隱性情報內容，對事物發展作情報預測。基本做法是把媒介上的文字、非量化的有交流價值的資訊轉化與整理，建立有意義的類目及內容以分析資訊的特徵。

（二）標竿事例研究法

標竿事例研究法係透過尋求並研究對相關議題之最佳作業典範事例，汲取對方的優點，並找出並填補組織本身與最佳作業典範在績效之間的差距，使組織能夠有效的提昇能力。

（三）深度訪談法

深度訪談法是指由受訪者與施測者進行面對面溝通討論的一種方法，以廣泛的蒐集所需要的資料。通常使用此法時，施測者會盡可能使用最少的提示與引導問題，而是鼓勵受訪者在一個沒有限制的環境裡，就主題自由的談論自己的意見，因此深入訪談

法除可增加資料蒐集的多元性外，更能藉此瞭解受訪者對問題的想法與態度。

（四）問卷調查法

問卷調查法係將一系列事先設計好的問題，於各種管道發放給被選取之特定對象，經由大量收集對象之填答以及資料的統整與分析，了解對於特定議題時之一般性現況及意見之分布情形。問卷調查法可經由問題集的廣泛發放，在短時間內有效率地收集到大量且系統性的量化資料；亦可經由篩選條件的設定，將收集資料之對象侷限於一固定範疇內，以避免無意義的資料產生。

二、 採用原因

（一）文獻分析法

本計畫以文獻分析法作為各個子項或細項研究議題之基礎與素材。經由廣泛收集國際組織、國內外主管機關、國際具影響力技術發展廠商等對於頻譜規劃的現況、重要規劃或政策法律、技術發展進程與標準制定等相關次級資料，找出與本計畫相關的資訊，作為進一步政策建議或是分析的依據。

（二）標竿事例研究法

透過標竿事例研究法，本計畫可從世界各頻譜規劃先進國家地區的頻譜政策與頻譜使用案例中，吸取良好的經驗及作法；同時研究各國技術發展與法令制定的經緯，結合我國國情以提出我國可遵循之準則。

（三）深度訪談法

由於文獻分析法以及標竿事例研究法的研究素材以次級資料為主，深度訪談法可用來輔助佐證，增強本研究專案的務實性和在地性，以掌握相關單位所面臨之現實議題。此外，透過舉辦各式專家學者座談會以及中小型集體訪談、一對一訪談，可建立產

官學界的互動交流機制；透過意見交換取得共識，以確保頻譜政策制定貼近實際現狀與需求。

（四）問卷調查法

本計畫在進行我國未來頻寬需求推估之計算時，須了解我國使用無線及行動上網之情形比例、各類應用服務之使用地點與普及率等資訊，以進行模型參數之輸入。經由問卷調查法，可客觀性且系統性的收集我國行動通訊使用情形，將實際的現狀轉換為準確的參數進行推估；更可經由問卷收集了解各類應用服務在各地區、性別、年齡層之普及情形，經由每年計畫之 PDCA 更新，歸納出我國應用服務發展趨勢，以作為主管機關在未來規劃創新或應用頻段時之參考依據。

三、 預計完成之工作項目

研究團隊預計透過以下分析框架及工作項目(task)，逐步進行本專案之調研分析，如下圖所示。

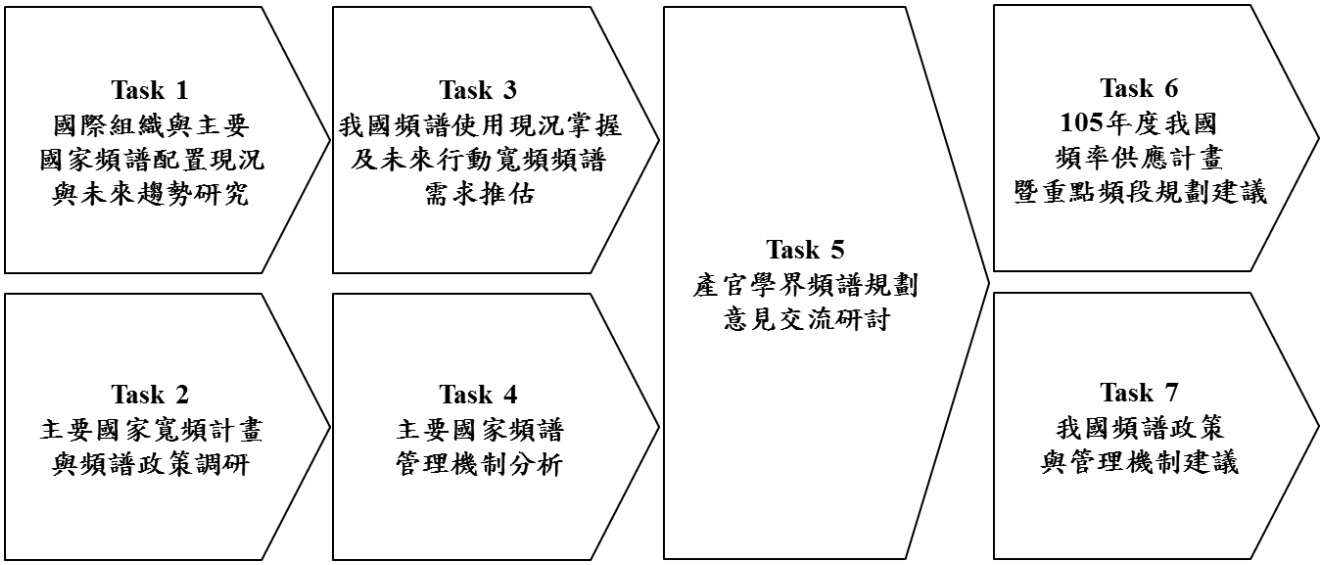


圖 1 本研究工作項目

資料來源：本計畫製作

以下說明各工作項目之研究內容、研究對象與研究方法。

（一）Task 1：國際組織與主要國家頻譜配置現況與未來趨勢研究

（1） Task 1-1 各國近期行動寬頻與重點應用頻譜配置彙整

透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告、相關論文、新聞與雜誌，彙整主要國家行動寬頻頻譜配置現況與其他非商用之重點應用（如：Intelligent Transportation System (ITS)與 Public Protection and Disaster Relief (PPDR)）頻譜規劃狀況，目前預定調查國家分別為：美、英、澳、日、中、港、韓、新加坡。其中將特別著重本次計畫鎖定之重點頻段：3G 屆期頻段(800MHz、2100MHz)、500-600MHz 頻段、3.5GHz 頻段等，於各國之配置現況與未來動向。

（2） Task 1-2 國際組織新增行動寬頻候補頻段討論結果彙整

透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告、相關論文、新聞與雜誌，彙整於 2015 年 11 月舉辦之 World Radiocommunication Conferences (WRC-15)各區域針對行動寬頻候補頻段之提案以及會議結束後公告之候選頻段決議結果。

（3） Task 1-3 國際上對頻譜壅塞之相關解決技術整理

透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告、相關論文、新聞與雜誌，彙整國際上解決頻譜壅塞相關技術發展現況及規劃使用頻段,如:頻譜共享(歐美檢討中之 Licensed Shared Access (LSA) / Authorize Shared Acces (ASA) 及 release-13 中將探討之 Unlicensed LTE (LLA)等)、TV white space、Carrier Aggregation (CA)、Supplemental Downlink (SDL)等。

預期產出:分析歐美亞主要國家頻譜使用現況與未來新技術應用及規劃趨勢

（二）Task 2：主要國家寬頻計畫與頻譜政策調研

（1） Task 2-1 各國寬頻計畫與頻譜政策調研

透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告、相關論文、新聞與雜誌，彙整主要國家提出之寬頻計畫之目標與時間進程計畫，如：美國於 2010 年發布之 National Broadband Plan。並對於行動寬頻與頻譜相關之目標與推動方式進行調研。目前預定調查國家分別為：美、英、澳、日、中、港、韓、新加坡。

預期產出：分析歐美亞主要國家寬頻計畫與頻譜政策

（三）Task 3：我國頻譜使用現況掌握及未來行動寬頻頻譜需求推估

（1） Task 3-1 我國頻譜現況掌握暨未來使用可行性評估

基於 Task 1 中發覺之國際熱門頻段，透過公開資料、產業公協會資訊或訪談方式，掌握該頻段於我國目前使用情形，特別是針對本次計畫鎖定之重點頻段：3G 屆期頻段(800MHz、2100MHz)、500-600MHz 頻段、3.5GHz 頻段等，以利評估我國未來頻譜使用可行性。

（2） Task 3-2 我國未來頻譜使用需求推估

利用 ITU 於 2013 年底提出之新版未來頻譜需求計算模式 M.2290，搭配台灣市場調整之各項參數，以及台灣消費者行動上網使用行為資訊，推估 2020 年我國行動通訊需求頻寬。其中，因應我國快速攀升之 4G 普及率，針對目標族群進行契合 ITU 之 M.2290 之模型中的網路利用行為調查，預計針對目標族群進行 1000 份之行動上網使用行為調查。進而將本次計畫之更新結果與 103 年度研究案之結果進行比較。

預期產出：進行我國行動寬頻現況調查，並更新於頻寬需求推估模型中，估算未來我國行動通信頻寬需求

（四）Task 4：主要國家頻譜管理機制分析

（1） Task 4-1 各國頻譜管理機制分析

透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告、相關論文、新聞與雜誌，彙整主要國家對於頻譜核釋、頻譜回收、頻譜再利用及頻譜共享等管理機制的相關政策與規劃方向。其中特別針對已經進行 3G 頻譜屆期處理之國家或規劃進行中之國家進行相關政策調查，並且對於近期規劃釋出或已釋出共享頻譜之國家進行相關政策調研。目前預定調查國家分別為：美、英、澳、日、中、港、韓、新加坡。

預期產出：分析歐美亞主要國家頻譜管理機制

（五）Task 5：產官學界頻譜規劃意見交流研討

（1） Task 5-1 舉辦三場專家學者座談會

舉辦三場專家學者座談會，透過座談會與產官學界交流我國未來頻譜資源規劃方向之看法，包含：我國 3G 屆期頻段後續之規劃、500-600MHz 頻段未來之規劃、3.5GHz 頻段共享之可行性等我國頻率供應計畫方向，我國行動寬頻政策規劃方向。目前暫定三場座談會主題：「3G 屆期後續規劃」、「我國短期頻譜釋出規劃」、「我國頻率供應計畫與政策方向」。將邀請 2 至 4 位法規或電信背景學界專家出席參加每場座談會，促進座談會的交流與加深相關議題探討深度，進而充實研究內容與提出更有力量的研究結果。

（2） Task 5-2 彙整專家學者意見作為研究參考

透過三場座談會收集專家業者之建議，作為研究未來方向之參考，同時驗證研究內容之合理性，並視情況調整研究假設，以貼近實際情況。

（3） Task 5-3 舉辦三場校園頻譜規劃推廣交流會

透過三場校園頻譜規劃推廣交流會，建立與學界對頻譜規劃議題之溝通橋樑，提升學生對此議題之認知，以培養未來此領域之專才。舉辦校園之初步預想如下：台灣大學、台灣科技大學、交通大學、清華大學、成功大學。

預期產出：綜合國際與我國產官學意見作為後續規劃建議方向

（六）Task 6：105 年度我國頻率供應計畫暨重點頻段規劃建議

（1） Task 6-1 我國重點頻段規劃方向建議

根據 Task 1、Task 3 與 Task 4 之研究調查，搭配 Task 5 之座談會結果，提出適合我國 3G 之屆期處理與影響評估，提出相關建議。並且提出本計畫其他重點頻段之後續規劃方向建議，包含：500-600MHz 頻段與 3.5GHz 頻段。

（2） Task 6-2 105 年我國頻率供應計畫建議

根據 Task 1 與 Task 3 之研究調查，搭配 Task 5 之座談會結果，評估我國未來可用頻段之可行性，推動相關技術與應用之可適性，研擬重要議題的處理與規劃內容，提出我國頻率供應計畫與相關頻譜後續規劃之建議，預計包含：優先釋出頻段、頻譜騰讓與移頻建議、頻譜資源回收、再利用及共用建議等。

預期產出：提出 105 年我國頻率供應計畫與重點頻段規劃建議

（七）Task 7：我國頻譜政策與管理機制建議

（1） Task 7-1 我國頻譜政策與管理機制建議

根據Task 2與Task 4之研究調查，搭配Task 5之座談會結果，提出適合我國國情之頻譜政策與相關頻譜管理機制（如：核釋方式、回收方式、再利用方式及共享方式）的建議。

預期產出：提出我國未來頻譜政策與管理機制建議

四、 預計產出之項目

（一）政策面

A. 主要國家寬頻計畫與頻譜政策之調研

B. 國際組織與主要國家行動寬頻頻譜配置規劃之追蹤

C. 主要國家行動寬頻頻譜釋出、回收、再利用與共享方式之分析

（二）技術面

A. 頻譜使用效率化技術發展現況之調查

B. 頻譜使用效率化技術使用影響之評估

（三）產業面

A. 我國未來頻譜使用需求之分析

B. 頻率資源可取得性之評估

（四）社會面

A. 終端消費者行動上網使用習慣之調查

B. 3G 使用者後續權益之評估與考量

（五）各界意見彙整

A. 三場專家業者座談會

B. 電信服務業者深度訪談

（六）學界溝通橋梁建立

A. 三場校園頻譜規劃推廣交流會

（七）整體規劃建議

A. 我國寬頻計畫與頻譜政策建議

B. 我國頻譜管理機制建議

C. 105 年我國頻率供應計畫建議

D. 我國 3G 屆期頻譜後續規劃建議

E. 其他重點頻段後續規劃建議

五、 預期具體成果

本計畫首先透過國際上頻譜配置現況與趨勢之蒐集，並追蹤 WRC-15 (World Radiocommunication Conference 2015) 之會議中候補頻段之探討結論及其他國際組織近期相關頻譜規劃建議，以了解目前國際間頻譜現況與未來發展趨勢。同時，藉由分析我國未來行動通信頻寬需求之推估,及我國目前頻譜使用現況之探討，以分析我國未來頻譜規劃之可能性。此外，研究團隊亦將蒐集世界各國寬頻計畫、頻譜政策及頻譜管理機制，再藉由研討會與專家業者交流，使研究內容更接近實際情形，最後總結以上研究結果，提出 105 年我國頻率供應計畫建議、重點頻段之規劃建議與符合我國國情之頻譜政策面相關建議。

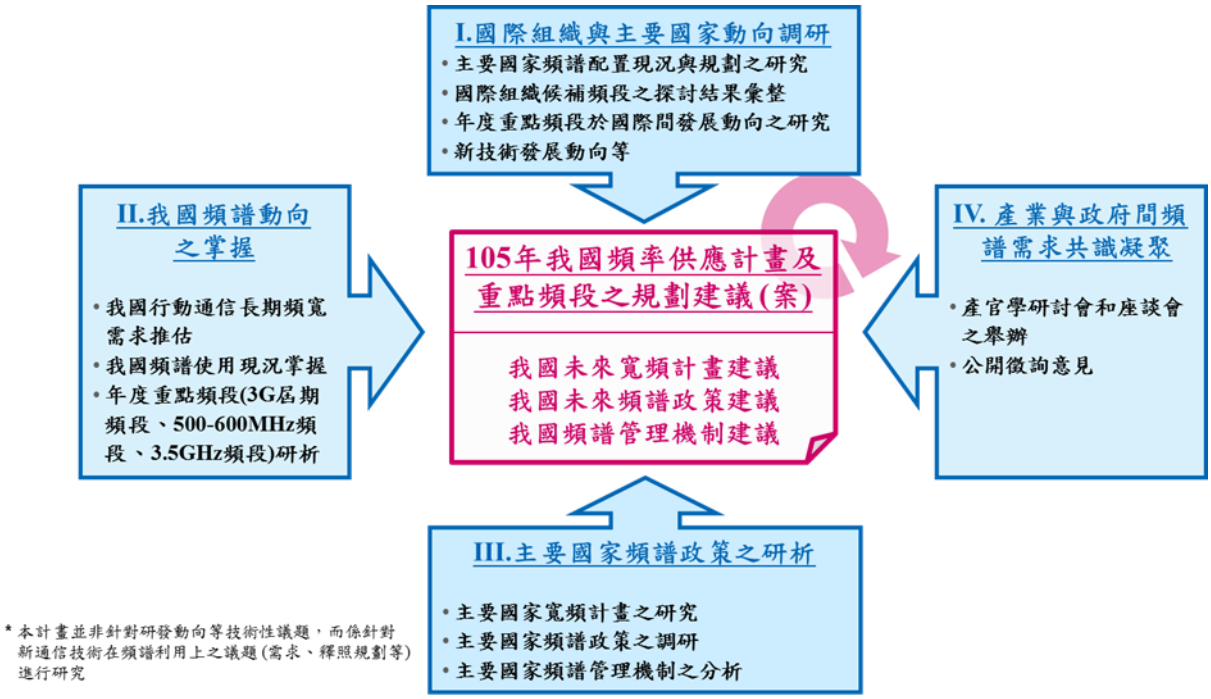


圖 2 本計畫預期成果

資料來源：本計畫製作

肆、研究成果

一、我國頻譜釋出現況解析

本研究團隊首先盤點我國頻譜釋出現況，包含 2.6GHz 頻段之拍賣結果，另更進一步以頻段別、業者別進行釋出現況資料的綜合整理，以便後續和國際上其他標竿國家進行的比較。

2015 年 12 月 2.6GHz 4G 頻譜競標完成後，我國釋出作為行動通訊用途頻譜共 590MHz，因部分 2G 執照未到期，因此實際可使用之頻寬為 574.8 MHz，整理於下圖。2G 頻譜雖近年用戶驟減，並將於 2017 年屆期，但目前仍有逾百萬用戶，因此業者雖陸續繳回部分 2G 頻譜但仍保留部分頻段於 Band 8、Band 3 供 2G 服務使用；3G 頻譜目前有 Band 5、Band 1 兩個區塊，將於 2018 年屆期，目前語音服務未如數據服務般快速轉移至 4G 以新技術 VoLTE 提供，語音服務未來幾年將很可能仍需透過 3G 頻譜提供，因此 3G 頻譜將會是各家電信業者必爭之地，其屆期處理方式也為本次計畫重要探討議題；4G 頻譜在 2013、2015 分別釋出 Band 28、Band 8、Band 3 及 Band 7 頻譜。我國詳細頻譜釋出現況於以下段落進行說明。

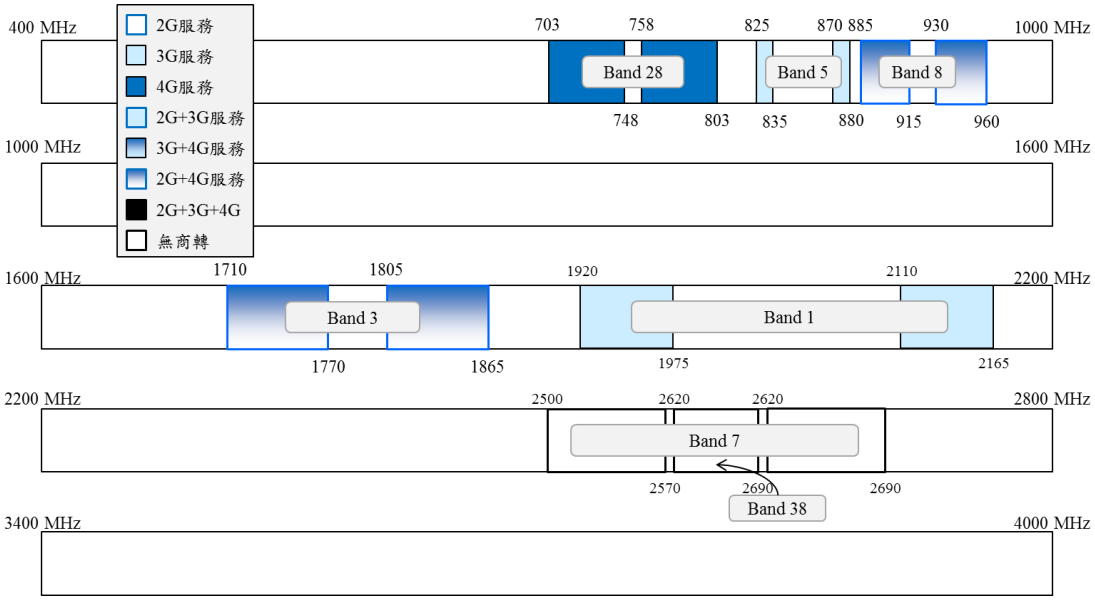


圖 3 我國頻譜釋出現況

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

（一）各頻段釋出現況

2002 年以美規 Band 5（825-845/870-890 MHz）、Band 1（1920-1975/2110-2165 MHz）釋出頻譜，共有五家業者得標，目前皆用於 3G 服務的提供。亞太電信持有之頻段，與台灣之星 2013 取得之 Band 8 頻段重疊 5MHz（885-890MHz），經協商後亞太電信已於 2015 年 12 月繳回其持有之部分頻段（835-845/870-880MHz），而台灣之星則給付新台幣 8.29 億給亞太電信作為補償。800MHz 及 2.1GHz 二頻段將於 2018 年屆期，截至目前為止（2016.1）主管機關尚未就屆期後的處理方式提出說明。

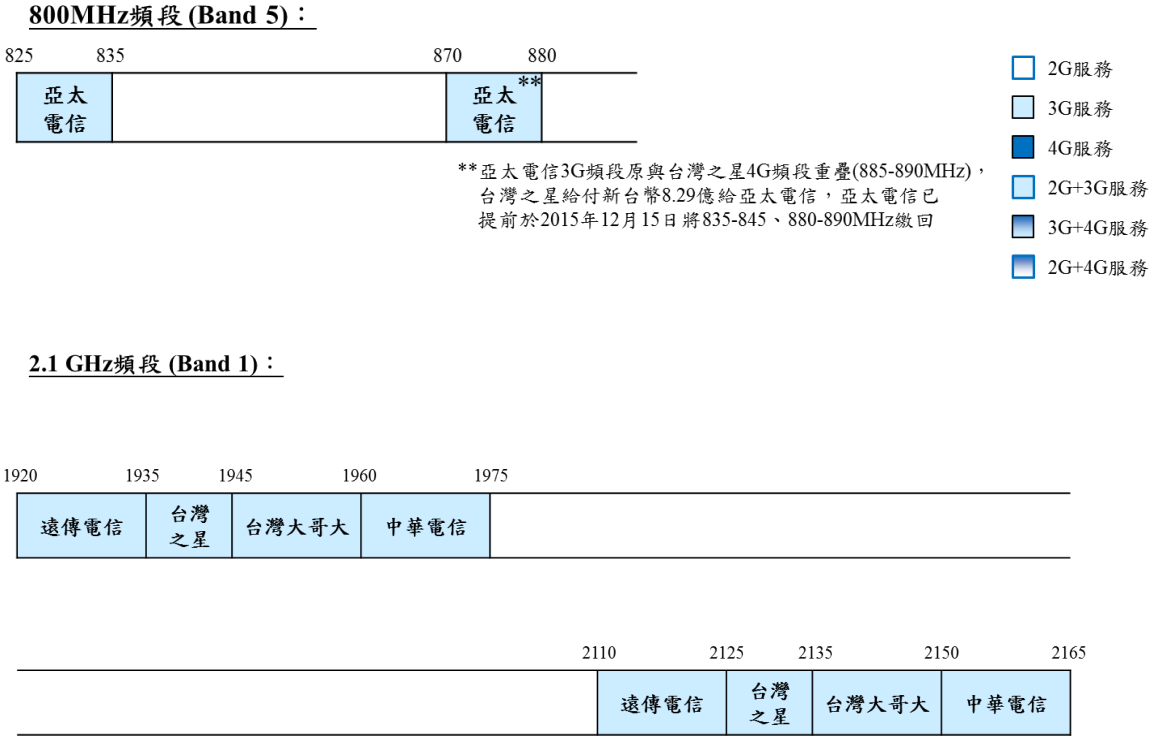


圖 4 我國 3G 頻段（800MHz、2.1GHz）釋出現況
資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

2013 年，因應國際上 4G 通訊發展趨勢，我國也始釋出 4G 頻譜，共有 700MHz 以 Band 28（703-748/758-803MHz）、900MHz 以 Band 8 （ 885-915/930-960MHz ）、 1800MHz 以 Band 3(1710-1770/1805-1865MHz)三段釋出。但部分頻段因原 2G 頻譜尚未屆期，因此需待 2017 年 6 月，2G 頻譜屆期後方能開始使用。原國碁電子持有之頻譜，因 2015 年 12 月 31 國碁電子已和亞太電子完成合併，於下圖圖例中已計入亞太電信持有，4G 頻段各家業者持有現況，請參見下圖。

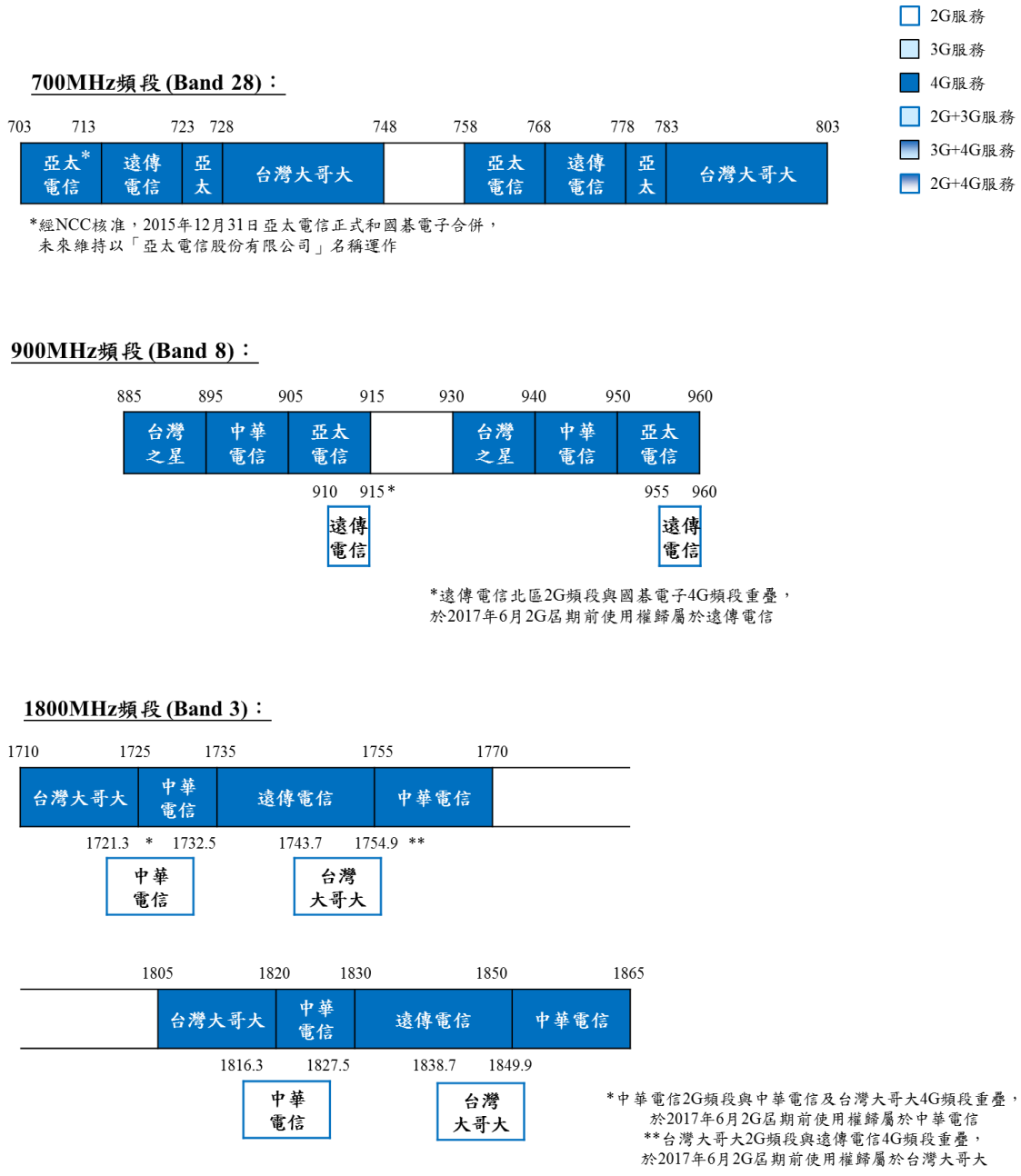


圖 5 我國各頻段釋出現況

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

（二）2.6GHz拍賣結果

4G 頻段除前一小節所述之頻段外，104 年時國家通訊傳播委員會(NCC)也積極欲將 2.6GHz 頻譜進行釋出，該段原於 2007 年釋出 2565-2595、2595-2625、2660-2690MHz 共 90MHz 的 WBA (WiMAX)執照，但因最終 WiMAX 發展不如預期，業者紛紛於 104 年前繳回執照或結束業務，因此成為空閒之頻譜。

原規劃時有兩種候選方案：方案一為以 FDD（Band 7）與 TDD（Band 38）的組合進行釋出、方案二則是以全 TDD（Band 41）的規劃進行釋出。雖方案一組合的 LTE 發展較早，現有商轉經驗、設備及終端生態系較成熟，但方案二為中國積極推展的 LTE 規劃方式，市場未來發展可期，規劃方案如下圖。

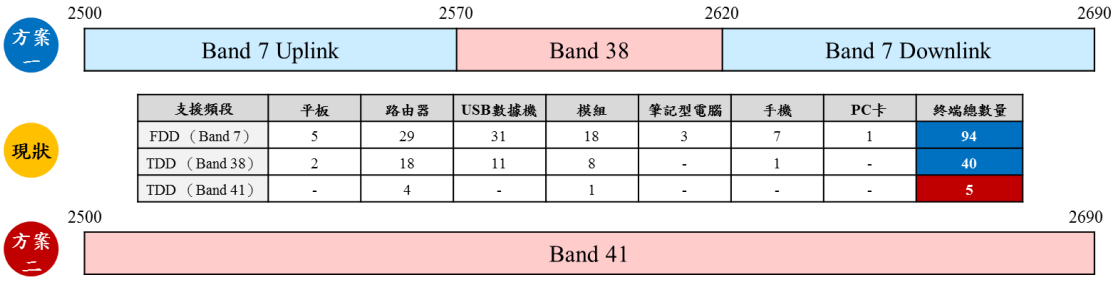


圖 6 我國 2.6GHz 釋出候選方案
資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

另一考量的議題為日本 N-STAR 衛星干擾議題，若採方案二 TDD 方式規劃造成終端同時接收 Band 41 與 N-STAR 衛星之下鏈訊號，可能難以分辨，形成干擾；方案一規劃的 FDD 頻段則能使該處沒有 Band 7 下行訊號，終端較容易對應 N-STAR 衛星雜訊。考量上述因素，NCC 最後決議與方案一 Band 7+Band 38 方式進行釋出。

國家通訊傳播委員會(NCC)於民國 104 年 5 月 13 日通過第二階段行動寬頻頻譜釋照方式，將 2500-2690MHz (2.6GHz) 共 190MHz 頻寬以配對的 Band 7+未配對的 Band 38 規劃，一次性釋出投入競標，本次共計釋出 6 張執照，效期至民國 122 年 12 月 31 日止。NCC 由民國 104 年 7 月 22 日起至 9 月 4 日止受理業者申請，並於同年 11 月 17 日開始競標，採回合制、設定底下、設定單一業者取得上限的方式進行釋出，其競標方式如下圖。

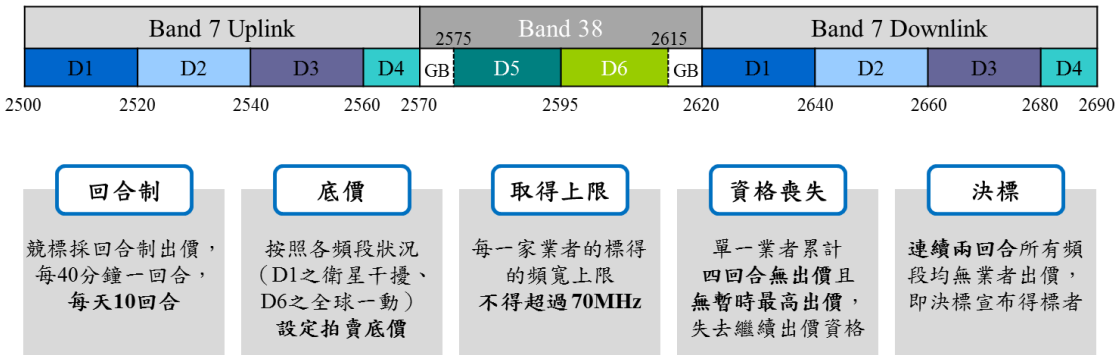
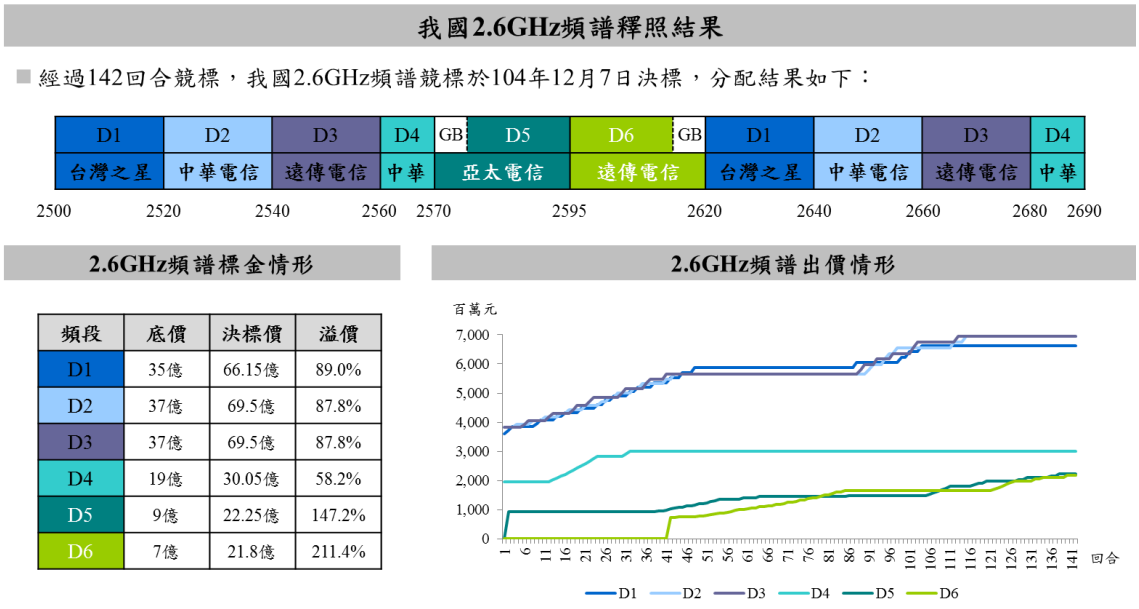


圖 7 我國 2.6GHz 競標規劃
資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

經過 142 回合競標，我國 2.6GHz 頻譜競標於 104 年 12 月 7 日完成競標，總標金 279.25 億元，平均溢價幅度 93.9%。其中 TDD 頻段由亞太電信和遠傳電信取得，較為熱門的 FDD 頻段，由於台灣大哥大提前退出競標的關係，最後四個頻段（D1-D4）得標業者依序為：台灣之星、中華電信、遠傳電信、中華電信，由中華電信取得兩段共 60MHz 的頻寬，2.6GHz 競標結果整理如下圖。



頻段	底價	決標價	溢價
D1	35億	66.15億	89.0%
D2	37億	69.5億	87.8%
D3	37億	69.5億	87.8%
D4	19億	30.05億	58.2%
D5	9億	22.25億	147.2%
D6	7億	21.8億	211.4%

圖 8 我國 2.6GHz 競標結果

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

（三）我國電信業頻譜持有現況

依電信業者及頻段進行整理成下列兩個表格，可見頻譜主要持有業者，仍是以三大業者居多：中華電信 162.4MHz、遠傳電信 140MHz、台灣大哥大則因持有較多的低頻頻譜，經評估後未競標取得 2.6GHz 頻段，目前總持有 112.4MHz 頻譜；而亞太電信和國碁電子合併後，頻譜總持有量為 80MHz、台灣之星則在取得 2.6GHz 40MHz 頻寬後，頻譜總持有量也達 80MHz，但目前 2.6GHz 仍在進行建設當中，尚未投入商轉。

表 1 我國主要電信業者頻段持有現況

釋出頻段 (MHz)	中華電信			遠傳電信			台灣大哥大		
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術
700	-	-	-	713-723 768-778	20	4G	728-748 783-803	40	4G
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900	895-905 940-950	20	4G	910-915 955-960	10	2G	-	-	-
1800	1721.3-1732.5 1816.3-1827.5/ 1755-1770 1850-1865	52.4	2G、4G	1735-1745 1830-1840	20	4G	1710-1720 1805-1815/ 1743.7-1754.9 1838.7-1849.9	42.4	2G、4G
2100	1960-1975 2150-2165	30	3G	1920-1935 2110-2125	30	3G	1945-1960 2135-2150	30	3G
2600	2520-2540 2640-2660/ 2560-2570 2680-2690	60	4G (未商轉)	2540-2560 2660-2680/ 2595-2615	60	4G (未商轉)	-	-	-
總計	162.4MHz			140MHz			112.4MHz		

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

表 2 我國主要電信業者頻段持有現況(續)

釋出頻段(MHz)	亞太電信			台灣之星			總計
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	
700	703-713 758-768/ 723-728 778-783	30	4G	-	-	-	90
800	825-835 870-880	20	3G	-	-	-	20
900	905-910 950-955	10	4G	885-895 930-940	20	4G	60
1800	-	-	-	-	-	-	114.8
2100	-	-	-	1935-1945 2125-2135	20	3G	110
2600	2575-2595	20	4G (未商轉)	2500-2520 2620-2640	40	4G (未商轉)	180
總計	80MHz			80MHz			574.8

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

依使用技術來看，釋出作為行動通訊用途之頻譜中，有超過六成用於 4G 技術；而 3G 頻段目前仍有 130MHz，於 2018 年 3G 頻段屆期後，因目前語音通訊仍多使用 3G 網路，預期重新釋出後仍會有部分頻段留作 3G 使用；2G 頻段於 2017 年屆期後，預計將會有 60MHz 已標售出的 4G 頻段可以開始進行營運，包含 900MHz 亞太電信 2x5MHz、1800MHz 頻段中華電信 2x10MHz、台灣大哥大 2x5MHz、遠傳電信 2x10MHz 等頻段。

表 3 台灣頻段使用現況

台灣頻譜使用現況	業者(家)	2G	3G	4G	總釋出
總計 (MHz)	5	54.8	130	390	574.8

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

二、我國未來頻率需求推估與分析

近年來，我國智慧型手機 (Smart Phone) 開始普及，加上新世代的行動電話技術也趨近成熟，過去與外國相比之下較少使用手機連網的台灣，其傳輸量也開始快速上升。伴隨著傳輸量的增加，各行動電話業者所擁有的頻譜也漸漸可能出現不堪負荷使用量之狀況。因此研究團隊建議，將來 IMT 用途所需要的頻寬多寡，必須先行推估預測，以利後續規劃頻譜。

頻譜需求預測模型的選擇，除了需要顧及模型精確度的高低之外，並必須兼具公平性及接受度，因此本研究團隊使用國際上公認的模型來進行計算。過去本研究團隊已於 98 年度「我國中、長期無線電頻譜最佳化規劃」三年研究計畫，以及 102 年度「行動寬頻頻譜政策研究」計畫中，利用 ITU M.2078 建議案所提供之模型評估我國未來的頻譜使用需求。

有鑑於傳輸科技日新月異，為使頻譜需求預測更加準確，ITU 更新了其於 2006 年推出的 M.2078 模型，於 2013 年 12 月提出 M.2290 建議案。為使主管機關於未來頻譜規劃上能夠有更量化的施政依據，本研究團隊亦於 103 年度「我國未來頻譜政策規劃」計畫中，調查我國各項電信產業現狀及民眾之上網行為使用

習慣，重新以 ITU 的 M.2290 模型估算我國未來 2020 年 IMT 頻譜使用需求

而於本期 104 年度計畫之時空背景下，國內 4G 的高度成長，於 104 年初時用戶數已達 500 萬，104 年底時已突破千萬人（約 1,157 萬人）；而我國各行動通訊業者也在 4G 競賽中加強角力，除在今年內均已開台服務之外，亦廣布基地台以提升服務覆蓋度及品質。而配合行動寬頻的發展帶來的高速行動上網普及，亦造成了新型應用服務的崛起及我國民眾使用習慣的改變。故此，研究團隊認為繼 103 年度計畫後，本期計畫中有必要在頻譜需求模型中，按照現階段我國無線通訊之現狀對各參數進行更新，並再次對我國未來頻譜需求進行估算。

統整研究團隊利用 ITU M.2290 模型以我國之無線通訊環境進行之我國 2020 年商用頻寬需求估算結果，於 104 年底前為 1710MHz；而在 105 年亞太電信與國碁電子完成合併後，頻寬需求估算結果下修至 1700MHz。

（一）新版本ITU M.2290

為反映 IMT 科技的進步及 IMT 網路佈署增加(IMT-Advanced 的公布、世界各國 4G LTE 的開台、頻譜使用效率的提升等),ITU 於 2006 年所公布的舊版本 M.2078 模型已不符合現代傳輸科技需求。因此，ITU 為了 2015 年將召開的 WRC-15 設計新模型,在 2013 年 4 月時將其模型之依據演算法報告書由 M.1768-0 版本更新至 M.1768-1，並在 12 月發布了 M.2290 新版本模型。

M.2290 新版本模型相較於 M.2078 的舊版本，主要差異為部分參數數值的調整，其中，主要針對市場行為及其所使用的重要參數 RATG1（對應 IMT-2000 以及其以前之技術）及 RATG2（對應 IMT-Advanced 技術）之標準數值，依據資訊科技之進步進行更新。而在演算法方面,M.2290 將資料傳輸時服務的數據傳輸方式分為預約服務型或是封包交換型，RATG 演算法中更加入了頻譜顆粒度（頻譜可被切分的最小單位),進而更改了頻譜計算時演算法的一條公式。除本報告書列出的部分之外，詳細調整數值公布在 ITU-R M.2289 建議報告中。

Radio parameters for RATG1

Parameters	Macro cell	Micro cell	Pico cell	Hot spot
Application data rate (Mbit/s)	20	40	40	40
Supported mobility classes	Stationary/ pedestrian, low, high	Stationary/ pedestrian, low	Stationary/ pedestrian	Stationary/ pedestrian
Guard band between operators (MHz)	0			0
Minimum deployment per operator per radio environment (MHz)	20	20	20	20
Granularity of deployment per operator per radio environment (MHz) *(NOTE – This is a new parameter in Recommendation ITU-R M.1768-1)*	20	20	20	20
Support for multicast	Yes			Yes
Number of overlapping network deployment	1			

Radio parameters for RATG2

Parameters	Macro cell	Micro cell	Pico cell	Hot spot
Application data rate (Mbit/s)	50	100	1 000	1 000
Supported mobility classes	Stationary/ pedestrian, low, high	Stationary/ pedestrian, low	Stationary/ pedestrian	Stationary/ pedestrian
Guard band between operators (MHz)	0			
Support for multicast	Yes			
Minimum deployment per operator per radio environment (MHz)	20	20	120	120
Granularity of deployment per operator per radio environment (MHz) *(NOTE – This is a new parameter in Recommendation ITU-R M.1768-1)*	20	20	20	20
Number of overlapping network deployment	1			

圖 9 M.2290 模型所調整的 RATG 主要參數 (radio parameters)

資料來源：ITU M.2290 ” Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT”, 2013.12，本計畫製作

Area spectral efficiency RATG1 2020 (bit/s/Hz)

Unicast area spectral efficiency (bit/s/Hz/cell)

Tele-density	Radio environments			
	Macro cell	Micro cell	Pico cell	Hot spot
Dense urban	2	4	4	4
Suburban	2	4	4	4
Rural	2	4	4	4

Multicast area spectral efficiency (bit/s/Hz/cell)

Tele-density	Radio environments			
	Macro cell	Micro cell	Pico cell	Hot spot
Dense urban	1	2	2	2
Suburban	1	2	2	2
Rural	1	2	2	2

Area spectral efficiency RATG2 in year 2020 (Set 1)

Unicast area spectral efficiency (bit/s/Hz/cell)

Tele-density	Radio environments			
	Macro cell	Micro cell	Pico cell	Hot spot
Dense urban	4	5	5	7.3
Suburban	4	5	5	7.3
Rural	4	5	5	7.3

Multicast area spectral efficiency (bit/s/Hz/cell)

Tele-density	Radio environments			
	Macro cell	Micro cell	Pico cell	Hot spot
Dense urban	2.25	3	3.75	4.5
Suburban	2.25	3	3.75	4.5
Rural	2.25	3	3.75	4.5

圖 10 M.2290 模型所調整的 RATG 主要參數 (spectral efficiency)

資料來源：ITU M.2290 ” Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT”, 2013.12，本計畫製作

（二）ITU M.2290模型計算

M.2290 的計算步驟與各步驟需要代入的參數關係如下所示。

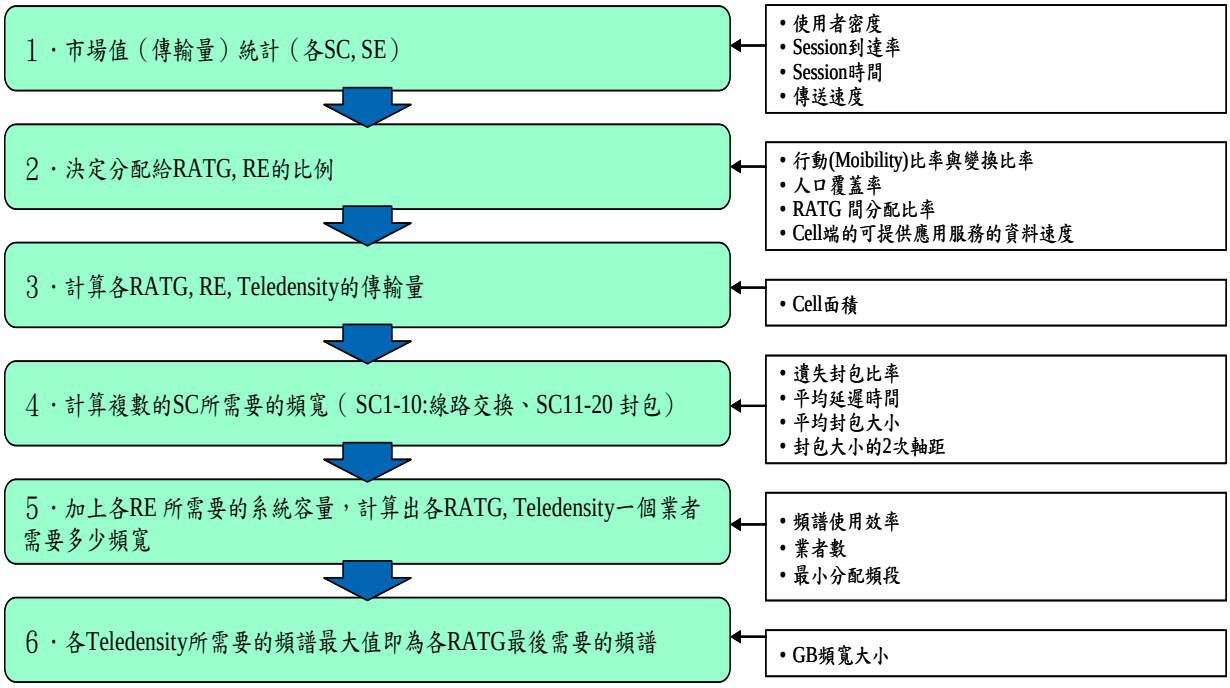


圖 11 M.2290 計算步驟與參數

資料來源：ITU M.2290 ” Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT”, 2013.12，本計畫製作

- 名詞釋義

- SC：Service Category 的簡稱，將各式服務依照「傳輸量×服務即時度」分為 20 個小分類

表 4 SC 種類

Service Type（最大傳輸速度）	Traffic Class			
	Conversational	Streaming	Interactive	Background
Super high multimedia（100Mbps or 1Gbps）	SC1	SC6	SC11	SC16
High Multimedia（30Mbps）	SC2	SC7	SC12	SC17
Medium multimedia（2Mbps）	SC3	SC8	SC13	SC18
Low rate data & low multimedia（144kbps）	SC4	SC9	SC14	SC19
Very low rate data（16kbps）	SC5	SC10	SC15	SC20

資料來源：ITU-R M.1079-2 ”Performance and quality of service requirements for International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) access networks”, 2003.06，本計畫製作

- SE：Service Environment 的簡稱，根據「使用服務的模式×使用者密度 (Teledensity) 」分為 6 類

表 5 SE 種類

Service 利用 pattern	Teledensity		
	都市密集區（Dense Urban）	準都市區（Suburban）	郊區（Rural）
Home	SE1	SE4	SE6
Office	SE2	SE5	
Public Area	SE3		

資料來源：ITU-R M.2078 “Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced” 2007.10.，本計畫製作

- RATG：Radio Access Technology Group 的簡稱，將無線技術分為 4 類，其中可略將 RATG1 分為 3G、RATG2 分為 4G。

表 6 無線方式種類

RATG1	IMT-2000 以前的 Cellar System、 IMT-2000 及改良後的 IMT-2000 System。理想的情況下可到達 30Mbps 前後的技術（約是 GSM、W-CDMA、HSDPA、HSPA 等技術）
RATG2	IMT-Advanced。不過不包含於其他 RATG 中的移動通訊技術亦包含（大約是 LTE）
（RATG3）	現有的無線 LAN 及改良後的無線 LAN 系統
（RATG4）	數位行動放送（Mulitcast）與其改良系統

資料來源：ITU M.2290 ” Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT”, 2013.12，本計畫製作

RE：Radio Environment 的簡稱，以 Cell 展開方式的分為 Macro、Micro、Pico 及 Hot Spot，共 4 種不同的無線環境。不同的 Radio Environment 以發射功率區分其種類，並影響其所能覆蓋之面積大小。

（三）ITU M.2290模型之參數設定

雖然 M.2290 中的參數眾多，但多半為技術性質參數，與通訊科技發展相關；由於我國資通訊科技並未與國際有太大落差，因此此處參數可使用 ITU 所提供之國際標準數值帶入。然而，部分參數必須根據我國實際的建設狀況和使用情況做調整，分別為 （1）Sector Area、（2）User Density、（3）Distribution ratios among available RAT groups、(4)Population Coverage Percentage、以及 （5）Number of network deployments。以下為各參數之輸入值。

另外，由於我國幅員並不遼闊，沒有分區頻譜規劃問題，因此本次計算僅考慮密集都市區 (SE 1~3) 之頻譜需求(滿足密集都市的大流量即滿足郊區及鄉村的需求），在參數輸入方面亦僅探討密集都市區之現況以進行計算。

表 7 我國現狀與參數的設定

需參考我國現況調整之參數		
參數名稱	**參數意義**	**使用方針**
User Density [users/km^2]	**使用者密度**： 與我國用戶使用情形相關。根據台灣之 3G 及 4G 使用者行為調查結果決定數值	參考 ITU 所設定的服務 SC 對照表，選擇我國常用的應用行為進行普及率調查
Sector Area (Cell Area) [km^2]	**基地台涵蓋面積**： 使用我國現行基地台設置情形推算涵蓋面積	以 2015 年 11 月台北市大安區基地台數量估算，代表密集都市
Number of Network Deployments	**我國電信業者數量**： 參考我國現行提供電信服務之業者數	3G 有 5 家電信業者 4G 有 6 家電信業者
Distribution Ratios among Available RAT Groups	**各 RATG (網路類型) 使用比率**： 以我國 2014 年 4G 開台後成長，參考 2G→3G 普及情形估算 4G 普及速度並決定 RATG1：RATG2 數值	4G 於 2014 年開台，根據以往 2G 升級至 3G 時可能遇到的天花板效應推估 普及率 3G：4G 約 20：80
Population Coverage Percentage (%)	**各類基地台涵蓋人口數量指標**： 使用我國現行基地台設置情形推算涵蓋率	以密集都市區基地台數量估算基地台 (cell)，並以市調資料結果估算 Hot Spot 的覆蓋

資料來源：本計畫製作

以下分項說明我國需在地化之參數意義、本次估算輸入之數值以及與 ITU 國際標準情形的比較：

（1） Sector Area：

基地台的涵蓋率。基地台分為 2G、3G、4G 用基地台，但在本參數中，基地台的分類依照其發射功率，分為 Macro Cell, Micro Cell, Pico Cell, Hotspot 四種類型;而依照基地台發射功率，基地台有不同的理論最大涵蓋面積,此數據公佈於 ITU-R M.2290 報告當中，Sector Area 參數的原始數據。使用者可依其參考地區的基地台布建情形向下調整此參數輸入之數值。

在本年度計畫中，參考過去經驗中取大安區極大的流量（白天人口密度極高）及其完整的基地台建設的特點，以其作為密集都市區之代表，並以其基地台數量進行 Sector Area 參數之估算。

表 8 台北市大安區基地台布建情形

基地台種類	基地台功率	中華	台哥大	遠傳	台灣之星	亞太	國碁	總和	
Pico Cell	0.02W			1				1	4
	0.1W			2				2	
	0.5W					1		1	
Micro Cell	1W		2	1				3	78
	2W	8	1	26	5	1		41	
	2.5W	8						8	
	5W			4				4	
	8W		22					22	
Macro Cell	14W			3				3	875
	18W			49				49	
	20W	2	0	8	0	4	7	21	
	22W			22				22	
	25W		38					38	
	28W			1				1	
	30W	105	0	14	0	0	0	119	
	40W	11	50	9	89	25	0	184	
	50W	13	20					33	
	60W	55	35	110	7	19	0	226	
	70W	71	72					143	
	80W		36					36	
總和		273	276	250	101	50	7	957	

資料來源：NCC 頻率資料查訊系統，本計畫製作

經統計由 NCC 公佈的基地台數量，依照其發射功率（> 10W 為 Macro Cell，1W~10W 為 Micro Cell，< 1W 為 Pico Cell）並計算其覆蓋面積後，台北市大安區的 Macro cell 是每 0.013 km^2 設置 1 台，Micro Cell 是每 0.137 km^2 設置 1 台，而 Pico Cell 設置數量則極少無法計算。因此，在台北市大安區的 Sector Area 參數中，單一 Macro Cell 的實際覆蓋面積即為 0.027 km^2，而經計算出的 Micro Cell 及 Pico Cell 覆蓋面積高於其理論最大覆蓋面積並不合理，因此此處之覆蓋面積以 ITU 公佈之理論最大值代入分別為 0.07 km^2 及 1.6 x 10^{-3} km^2。

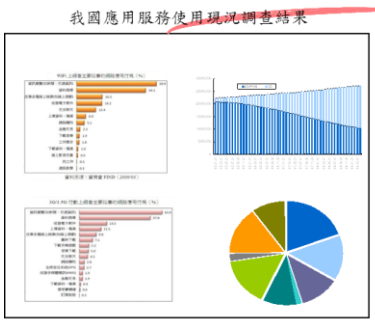
Radio environment	Teledensity		
	DU	SU	RU
Macro cell	0.013	0.15	0.87
Micro cell	0.07	0.1	0.15
Pico cell	1.60E-03	1.60E-03	1.60E-03
Hot spot	6.50E-05	6.50E-05	6.50E-05

圖 12 台北市大安區基地台設置情形所設定之 Sector Area 數值
資料來源：NCC，本計畫製作

（2） User Density：

User Density 並非是人口密度，而是「使用者密度」的特殊概念。一個 SC、SE 中，某人使用了該歸類於該 SC 的服務兩種類的話，會被計算為 2 人次；人次數量再乘以人口密度，即為使用者密度。例如以下狀況：服務 1 的使用率 50%、服務 2 使用率 30%・・・的情況，User Density 之計算方式即為人口密度 × 各服務之使用率總和（50% + 30% + ・・・）。

我國版的 User Density 表之作法，首先要調查我國被普遍使用的應用服務如聲音通話、E-mail 收送信、網頁瀏覽、檔案上傳下載、音樂下載等，在不同 SE（公共領域、辦公室、住家）環境下的使用普及率；然後對照 ITU 所提供的 SC 分類表並將數值帶入，乘上人口密度後即可完成 User Density。本研究團隊針對 ITU 所定義，可對應至 20 種不同 SC 之各服務項目設計問卷，蒐集我國常見之 46 種應用行為之使用資料；收集 1,000 份之台灣本島都會區無線網路使用者之有效樣本，詳細調查應用行為使用時的連網方式 (RATG) 以及使用地點 (SE)，以期獲得更精準之 User Density 結果。



各SC預設的服務使用率統計

	Conversational	Streaming	Interactive	Background
Super high multimedia (30 Mbit/s to 100 M/1 Gbit/s)	SC1	SC6	SC11	SC16
High multimedeia (<30Mbit/s)	SC2	SC7	SC12	SC17
Medium multimedia(<2 Mbit/s)	SC3	SC8	SC13	SC18
Multimedia and Low rate data (<144 kbit/s)	SC4	SC9	SC14	SC19
Very low bit rate(e.g. speech and SMS) (<16 kbit/s)	SC5	SC10	SC15	SC20

圖 13 User Density 設定示意圖

資料來源：本計畫製作

研究團隊於本年度計畫中實施問卷調查我國都會區人口在家中、辦公室、公共場所 (SE) 使用 3G、4G、Wi-Fi (RATG) 使用網路服務 (SC) 的普及情形，區分流量上下行後加總算出 User Density。統計市調結果後，根據 ITU 公布之各類傳輸極大極小值區間做數據合理化調整。計算出的 User Density 表為上下行、20 種 SC 類型、本研究團隊統計的都會區 3 種連網環境 SE，共 120 個個別數值。

2020 User Density (downlink)						2020 User Density (uplink)					
SC	SE	User Density	SC	SE	User Density	SC	SE	User Density	SC	SE	User Density
1	1	0	11	1	0	1	1	0	11	1	0
1	2	0	11	2	21	1	2	0	11	2	21
1	3	0	11	3	0	1	3	0	11	3	0
2	1	18920	12	1	93989.5	2	1	52	12	1	38170
2	2	10050	12	2	66710	2	2	57	12	2	20011.75
2	3	12175	12	3	70150.25	2	3	0	12	3	20845
3	1	17275	13	1	26910	3	1	8875	13	1	30392
3	2	5150	13	2	15546.5	3	2	5150	13	2	15476
3	3	6925	13	3	16931.25	3	3	3900	13	3	16721.5
4	1	34775	14	1	39575.25	4	1	34775	14	1	33825
4	2	18950	14	2	14803	4	2	18950	14	2	13100
4	3	21325	14	3	11836.75	4	3	21325	14	3	10475
5	1	17875	15	1	34900	5	1	17875	15	1	34900
5	2	12525	15	2	18775	5	2	12525	15	2	18775
5	3	14325	15	3	20625	5	3	14325	15	3	20625
6	1	1743	16	1	0	6	1	1743	16	1	0
6	2	1743	16	2	52	6	2	1743	16	2	52
6	3	2324	16	3	0	6	3	2324	16	3	0
7	1	20322	17	1	17973	7	1	0	17	1	0
7	2	28371	17	2	18950	7	2	206	17	2	52
7	3	11887	17	3	11878	7	3	0	17	3	0
8	1	62974	18	1	618	8	1	52	18	1	618
8	2	19074	18	2	1339	8	2	103	18	2	1339
8	3	30127	18	3	21	8	3	10	18	3	21
9	1	309	19	1	515	9	1	309	19	1	515
9	2	412	19	2	1030	9	2	412	19	2	1030
9	3	52	19	3	52	9	3	52	19	3	52
10	1	206	20	1	1030	10	1	206	20	1	1030
10	2	309	20	2	1030	10	2	309	20	2	1030
10	3	52	20	3	103	10	3	52	20	3	103

圖 14 User Density 參數輸入

資料來源：本研究團隊市調結果、本計畫製作

（3） Distribution ratios among available RAT groups：

用戶在連網使用服務時，傳輸量全體幾 % 為哪個 RATG 所處理之指標；即為用戶在上網時使用的連網方式之比例。

本年度計畫中，此參數考慮用戶未來使用網路連線方式的比例情形，以及若在多種網路連線共存時，用戶的連網方式選擇。ITU 設定連網時用戶偏向使用 WiFi 為主，而 2020 年 3G：4G 用戶比例為 10：90；我國 4G 網路在 2014 年開台後急速發展，2015 年預計 3G：4G 用戶比例為 75：25；但考慮未來發展可能會達到飽和，部分釘子用戶可能維持使用 3G 或 2G 服務，因此設定 2020 年 RATG1：RATG2 之使用比例為 20：80。

2020				
Available RAT	Distribution ratio [%]			
	RATG #1	RATG #2	RATG #3	RATG #4
#1	100	-	-	-
#2	-	100	-	-
#3	-	-	100	-
#4				100
#1,#2	20	80	-	-
#1,#3	10	-	90	-
#1,#4	100	-	-	100
#2,#3	-	50	50	-
#2,#4	-	100	-	100
#3,#4	-	-	100	100
#1,#2,#3	10	50	40	-
#1,#2,#4	100	100	-	100
#1,#3,#4	100	-	100	100
#2,#3,#4	-	100	100	100
#1,#2,#3,	100	100	100	100

圖 15 預測我國 2020 年各 RATG 之使用比率
資料來源：ITU M.2290 建議書，本計畫製作

（4）Population Coverage Percentage：

Population Coverage Percentage 為各 Radio Environment (Macro Cell, Micro Cell, Pico Cell, Hotspot) 於各區域能涵蓋的人口數量之指標，代表各類基地台所能服務之人口總數占區域總人數之比例。M.2290 模型在進行需求推估時，會先將流量往小範圍的 Cell (Pico Cell、Hot Spot) 分配，再將剩餘的流量放往較大的 Cell；其中 Macro Cell 的布建一般是可以覆蓋所有使用者的，因此在此越小的 Cell 的覆蓋比率發生改變，對估算結果會有較大的影響。

本參數需根據台灣實際情況設定各種 Radio Environment 的人口涵蓋率。在基地台 (Macro Cell、Micro Cell、Pico Cell) 的部分，利用 NCC 頻率資料庫查詢系統公布的大安區基地台數量、M.2290 報告提供的基地台理論覆蓋面積以及大安區總面積，可以算得 Macro Cell、Micro Cell 及 Pico Cell 的覆蓋率；而在熱點部分 (Hot Spot)，利用市調資料中 Wi-Fi 使用普及率，並參考過去資料中的普及率，即可推估 2020 年 Hot Spot 覆蓋率。

2020

Service environments	Radio environments supporting service environment			
	Macro cell	Micro cell	Pico cell	Hot spot
SE1	100	48	1	86
SE2	100	48	1	80
SE3	100	48	1	72
SE4	100	35	0	80
SE5	100	50	35	20
SE6	100	0	10	50

圖 16 以基地台布建及 Wi-Fi 使用情形算出我國版本之 Population Coverage Percentage 參數

資料來源：ITU M.2290 報告、NCC、本研究團隊市調結果、本計畫製作

（5）Number of network deployments：

Number of network deployments 為資通訊服務提供業者數量。截至期中（104 年底）為止，我國提供 3G 服務的業者有 5 家，提供 4G 服務的業者有 6 間；而於 105 年起，由於亞太電信與國碁電子的合併完成，4G 服務業者數回到 5 家。

Number of network deployments for RATG1	5
Number of network deployments for RATG2	6➔5

圖 17 3G (RATG1)與 4G (RATG2) 業者數量推估

資料來源：本計畫製作

（四）以M.2290模型所算出之2020年我國頻譜需求

本年度計畫中，研究團隊利用 ITU M.2290 模型計算出我國至 2020 年行動通訊頻譜需求，以上述參數代入模型後進行計算，算得的我國 2020 年頻寬需求為 1710MHz，介於 ITU 國際標準的 1340~1960MHz 之間。比較 103 年度計畫中，同樣使用 M.2290 模型估算所得之 2020 年頻譜需求結果 1625MHz，本年度計畫中，104 年底前之計算之結果提升了 85MHz 至 1710MHz。比較本其結果與前期之差異，主要變因有二：1. 104 年中第六家 4G 業者國碁電子開台營運，4G 業者有五家提升至六家。2. 4G 用戶比例提升，行動網路乘載的大流量服務亦逐漸普及。而 104 年底國家通訊傳播委員會通過亞太電信與國碁電子的合併案，讓 4G 業者再度回歸至 5 家後，估算結果也下修至 1700MHz。

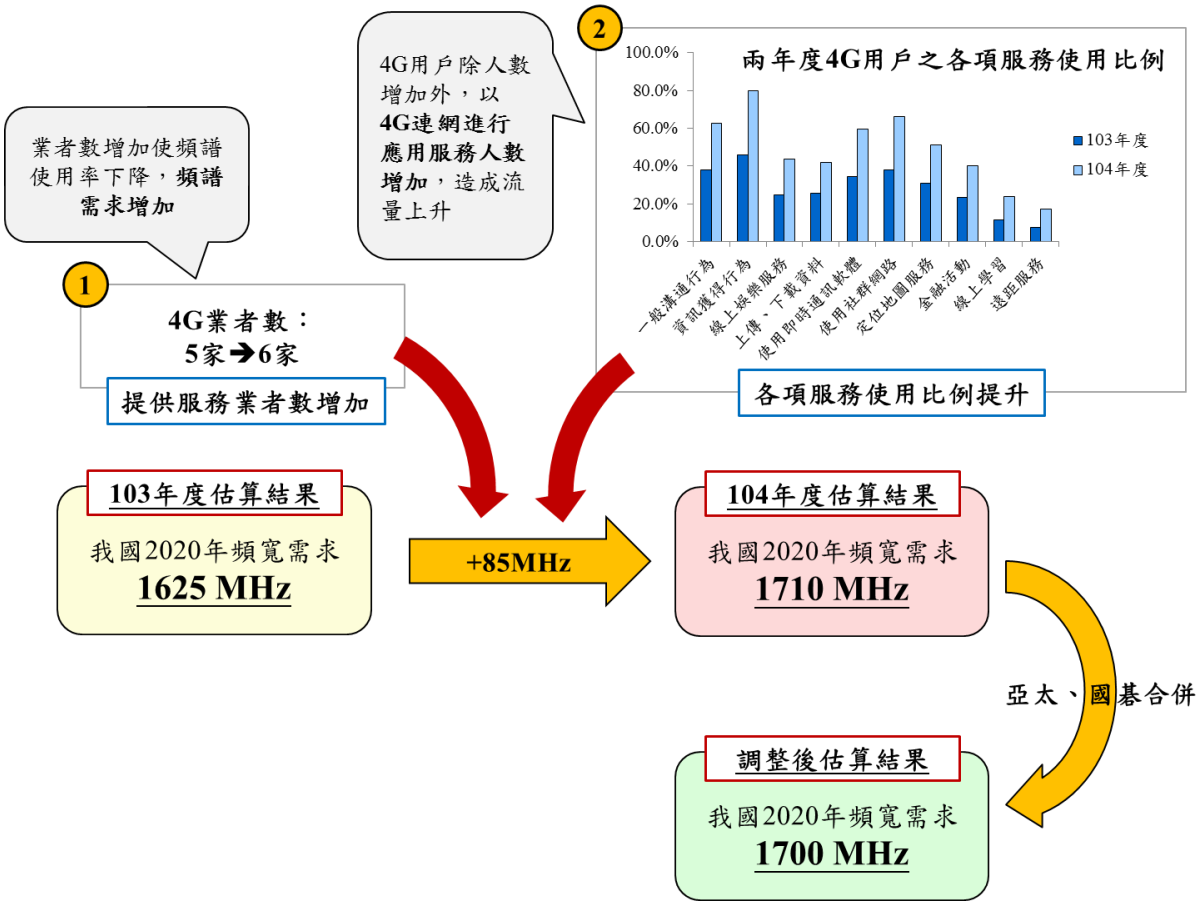


圖 18 利用 M.2290 模型推算我國 2020 頻譜需求之結果

資料來源：ITU M.2290 模型，本計畫製作

（五）我國頻譜需求討論

針對以上兩點影響因素進行深入探討，第一點的 4G 業者數由五家增加為六家，第六家業者國碁電子的在 104 年 5 月開台營運 4G 網路；而 NCC 於 104 年 11 月通過亞太電信與國碁電子之合併案，於 105 年 1 月生效後 4G 業者數將會回到五家。調整 4G 業者數參數為五家後重新進行計算，新的 2020 年頻譜需求推估結果總量減少 10MHz，縮小為 1700MHz。

圖 19 合併為 5 家業者後我國頻寬需求推估變化
資料來源：本計畫製作

針對此一估算結果變動，在過去專案中即有探討過業者數量提升造成之頻譜需求提升將可從兩面向討論：1. 從模型計算面向：業者數的增加模型演算中直接影響的是 Guard Band 頻寬需求，因此造成估算結果上升。2. 從實務面向：業者數的增加可能造成頻譜在分配上被切分得更加零碎，造成同樣的總頻寬下所能乘載之流量降低。由於模型是近似現況進行的簡化計算，與實際情形以

及邏輯必定會有差異；但無論模型計算面向或從實務面向來看，業者數的增加均會導致頻譜使用不效率情形，提升頻譜需求。

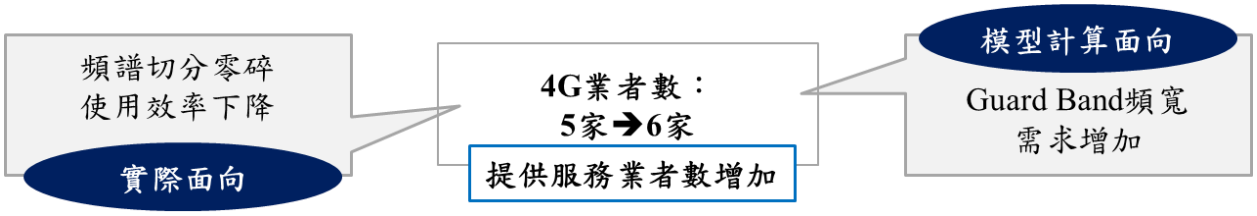


圖 20 二面向探討業者數下降造成需求下降原因
資料來源：本計畫製作

針對第二項影響因素的用戶使用連網服務技術及使用應用行為的變，4G 用戶從今年年初的 500 萬戶提升至現今破 1000 萬戶，民眾在習慣高速上網的便利之餘，連網速度之提升亦造成應用服務使用習慣的改變：以使用大流量應用服務如影音傳輸的人數增加，數據流量上升導致對頻譜的需求增加。相關問卷分析數據可參考附件二-「我國都會區行動上網使用行為調查」。

與 ITU 的國際標準低用量地區 1340MHz、高用量地區 1960MHz 相比，我國的計算結果為一合理數值。

除了透過模型計算我國未來頻率需求以外，若以各國 benchmark 的方式來探討頻率需求，也十分接近研究團隊的預估：（1）英國 Ofcom 在 2014 年 Study on the future UK spectrum demand for terrestrial mobile broadband applications 報告中指出，該國 2020 年頻寬需求，高流量地區約為 2710-3325MHz，中流量地區約為 1445-1515MHz，低流量地區約為 805-995MHz。（2）美國 FCC 於 2010 年利用其自行研發之 Top-Down Forecast 模型，於 Mobile Broadband： The Benefits of Additional Broadband 報告中預測 2020 年時將需要 1848MHz 之頻寬。（3）澳洲在 2011 年的 Towards 2020－Future spectrum requirements for mobile broadband 報告中，利用 M.2078 模型計算，其 2020 年頻寬需求為 1720MHz。（4）日本在 2013 年提出利用 M.2078 模型預測，2020 年需求頻寬為 1140 - 1700MHz。（5）中國利用 ITU-R M.2078 計算，於 2020 年需求之頻寬為 1860MHz，而 2013 年時利用 GSA 所發表的模型進行計算，結果約為 1864MHz。（6）GSMA 組織則預測，在 2020 年世界需求之商用行動網路頻寬需求為 1600-1800MHz。

表 9 ITU.M.2290 模型中沿用 ITU 預設值之參數

參數	說明
Spectral efficiency matrix [bits/s/Hz/cell]	是頻譜使用效率的參數，ITU 有將未來技術進步納入考量來設定預設值。3G、 4G 的無線技術我國與世界各國無重大差異，以 ITU 的預設值代入，不需以我國的特有參數代入。
Session arrival rate per user [session arrivals/h/users]	使用特定服務的使用者 1 小時平均有幾次的連結（Access）之參數。這個數值如同 User Density 一樣，以複數的服務合計。也就是說，某 SC、SE 的服務 1 的 Session arrival rate per user 為 0.01，服務 2 的 Session arrival rate per user 為 0.015，則該區域的 Session arrival rate per user 為 0.025。各國家或地區有些許差異，但是若以該服務的使用者平均下來看，各國差異並不大。可以從我國電信業者取得信賴程度高的實測數據則可代入，但若電信業者本身也未統計或保存該數據時，則使用 ITU 的預設值。
Mean service bit rate [kbps]	使用者 1 次的連結，使用多快的通信速度之指標。本數字如同 Session arrival rate per user 一樣，若我國電信業者可提供實測值則可代入，若無法取得的情形下，則使用 ITU 的預設值。
Average session duration [s/session]	使用者 1 次的 Access，佔據多少時間及通訊量之指標。與 Session arrival rate per user 相同，若我國業者無法提供實測值，則使用 ITU 的預設值。
Allowed blocking rate	傳輸集中，頻譜不足的情形時，會發生例如無法撥打出去等無法通信的情況。能允許多少程度的通信不良，影響頻譜的需求。通信不良完全降到 0 的情況時，需要的頻譜接近無限大。 Allowed blocking rate 是合理的通信不良比率，以便算出合理的頻譜需求。世界各國並不會設定偏離過大的數值，因此可以直接使用 ITU 的預設值。

Mobility Ratio	SC、SE 中靜止不動的人，半靜止狀態的人（SM：0-5km/h）、低中速度移動的人（LM： 5-50km/h）、高速移動的人（HM： 50-250 km/h） 之比率。我國無法正確的收集此類數據。台灣都會型態為 Dense Urban，ITU 中設定 Dense Urban 區域（SE1~SE3）的標準值平均看來，SE1（Home 區域）的 Mobility Ratio 是 （SM：LM：HM= 89 % ： 10% ： 1%） ，SE2（Office 區域）的 Mobility Ratio 是（SM：LM：HM= 95% ： 4% ： 1%），SE3（Public 區域）的 Mobility Ratio 是（SM：LM：HM= 82% ： 16% ： 2%） 。研究團隊認為與我國實情差異不大，建議可直接使用預設值。
Service categories served with circuit switched or packet based	未來的無線通信系統中，預計所有的通信都會以封包通信的方式。然而，有無法允許通信延遲的聲音通話服務跟些許延遲也無所謂的 Email 服務同時存在於一個通信系統上之情形依然不會改變。計算上，無法容許延遲的服務歸類於回線交換，適用 Erlang B 式。本指標是決定哪種 SC 是歸類於使用回線交換，適用 Erlang B 式的指標。將使用 ITU 的預設值。
Mean Packet size S/N [kbit/packet]	一個封包的數據大小。為了算出封包交換型的傳輸需要多少系統容量而使用本指標。將使用 ITU 的預設值。
Second moment of pkt size S/N2 [（kbit/packet）2]	封包長的 moment 2 次方（與平均封包長的差的 2 次方平均）。為了算出封包交換型的傳輸需要多少系統容量而使用本指標。將使用 ITU 的預設值。
Mean Packet delay [s/packet]	封包的平均要求延遲時間。為了算出封包交換型的傳輸需要多少系統容量而使用本指標。將使用 ITU 的預設值。

資料來源：本計畫製作

三、我國潛在短期供應頻譜探討

因應行動通訊需求成長而帶來的頻譜需求，本章預計就我國潛在短期供應頻譜，進行國際現況之調研。短期頻段於此意指技術發展、設備發展相對成熟、或我國先前已有釋出經驗且目前處於屆期、未使用、有清頻可能之頻段，如 800MHz、1800MHz、1900MHz、2100MHz 及 2.3GHz 頻段。藉由了解國際發展現況，期能於後續章節對我國是否釋出此些頻段、及可能的釋出規劃方式提出建議。

（一）800MHz頻段

800MHz 頻段在歐盟、美國以及日本之規劃差異甚大，使用技術也橫跨 2G、3G 及 4G 技術，歸納後可分為四種規劃方式（包含近年來開始討論之 Band 26），分別為：

- 歐規 791-821/832-862MHz (Band20)；
- 美規 869-894/824-849MHz (Band 5)；
- 美規 859-894/814-849MHz (Band 26)；
- 日規 Lower 860-875/815-830MHz (Band 18)、日規 Upper 870-890/830-845MHz (Band 19)。

其中目前又以歐規 (Band 20) 和美規 (Band 5) 為主流。

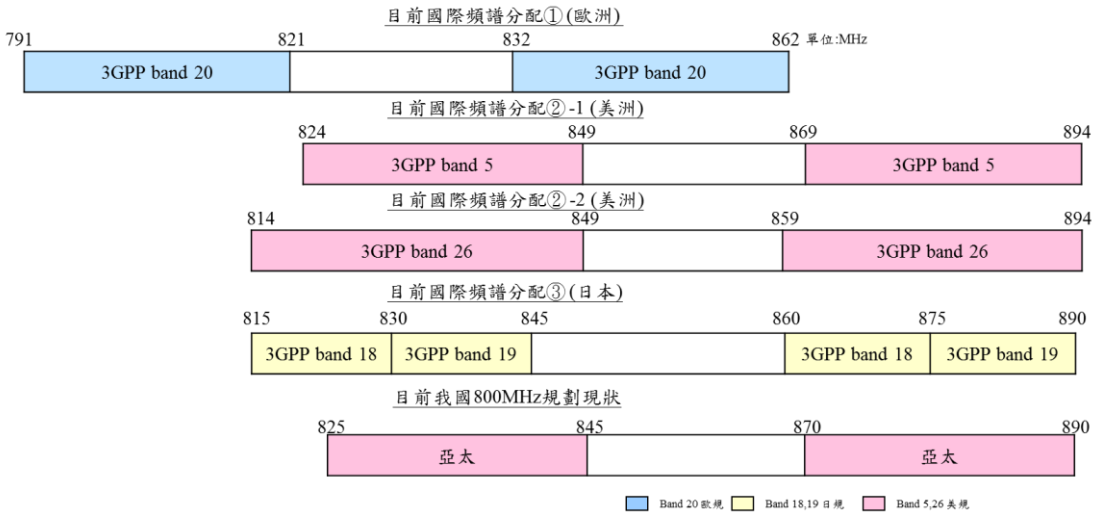


圖 21 800MHz 國際頻譜分配與我國規劃現狀

資料來源：NCC，3GPP，本計畫製作

我國 800MHz 的 3G 執照於 2002 年以 CDMA-2000 技術拍賣釋出，而鄰近的 700MHz 及 900MHz 於 2013 年進行 4G 執照拍賣釋出。目前分配狀況如下圖所示：700MHz 為 APT700 Band 28 的規劃方式，規劃至 806MHz（包含 803-806MHz 之 Guard Band），900MHz 為 Band 8 之規劃方式，於 2013 年釋出時規劃從 885MHz 開始，與既存之 3G 執照有 5MHz 之重疊之處 (885-890MHz)。

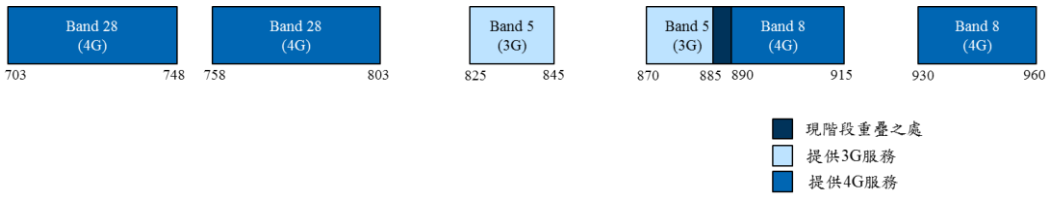


圖 22 我國 700, 800, 900MHz 分配現狀

資料來源：NCC 相關公開資訊，本計畫製作

雖然目前重疊頻段問題已透過協商方式解決，但後續若釋出 800MHz，仍可能對兩邊的頻段造成干擾，因此研究團隊認為觀察國際 800MHz 頻段發展狀況時，應同時納入兩邊的頻段分配現況一同考慮。

（1） 亞洲鄰近主要國家 700－900MHz 頻段規劃趨勢

1. 韓國

韓國分配現狀如下圖所示：根據 Mobile Gwanggaeto Plan 2.0，韓國規劃 700MHz 未來將依 Band 28 規劃，預期未來釋出 40+α 之頻段，但尚未有下一步更明確之釋出規劃；除了其中 718-728MHz/773-783MHz 於 2014 年 11 月公告確定未來利用 PS (Public Safety)-LTE 提供 PPDR (Public Protection Disaster Recovery) 之服務，預期在 2017 年提供全國性的公共安全服務。

800MHz 頻段，過去透過審議制分配 829-849/874-894MHz 頻段給 SK telecom、LG U+兩家電信業者使用。KCC 又於 2011 年 8 月透過拍賣將 819-824/864-869MHz 頻段共 10MHz 分配給 KT 電信業者使用，執照期限為 10 年。

而 900MHz 之部分，韓國通信委員會 (KCC) 於 2010 年重分配 905-915 / 950-960MHz 給韓國電信業者 KT，供 4G 佈建使用，KT 於 2013 年正式利用 Band 8 推出 LTE 服務，為世界第一個使用 Band 8 運行 LTE 服務業者。而由於沒有 800MHz 之 Band 5 頻段與 900MHz 之 Band 8 頻段共存的國際標準與前例，韓國 KCC 從 2010 年 7 月起即與業者組成技術規範小組，並召集專家學者成

立技術專家委員會探討 Band 5 及 Band 8 兩頻段間干擾議題並進行實地測試；但因為始終無法達成共識與結論，KCC 於 2011 年 5 月暫定「以實驗結果中最嚴格的標準」設定處理該兩頻段間干擾之配套措施。目前韓國 Band 8 與 Band 5 間擁有 11MHz 之間距。

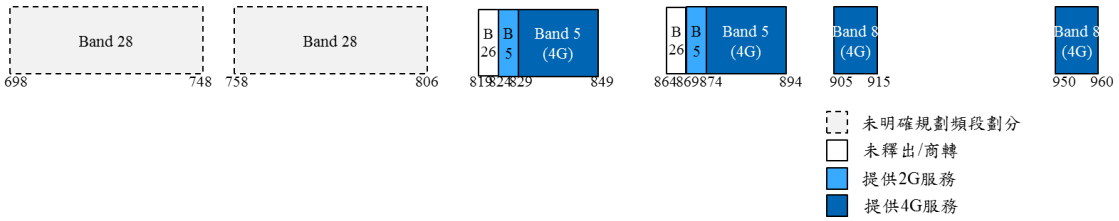


圖 23 韓國 700, 800, 900MHz 分配現狀

資料來源：KCC 相關公開資訊，本計畫製作

2. 日本

日本 700, 800, 900MHz 分配現狀，如下圖所示：日本總務省於 2012 年透過審議的方式釋出 700MHz 頻段給 NTT DoCoMo、KDDI、eAccess；該頻段目前仍在建設中尚未正式商轉。

800MHz 頻段日本總務省(MIC)將 815-845/860-890MHz 頻段依照日規(Band 18、Band 19)分配 NTT DoCoMo 以及 KDDI 兩家電信業者使用，兩家業者均已利用該頻段商轉 4G 服務。KDDI 更於 2014 年中於同一頻段依照 Band 26 商轉 LTE 服務，同時提供 Band 18 與 Band 26 之服務。

900MHz 頻段的部分，日本總務省於 2011 年透過審議的方式釋出 2x15MHz 給 Softbank，作為行動通信使用，預計 2015 年完成頻譜轉移。Softbank 將先取得之 900-905/945-950MHz (2×5MHz) 作為 3G 使用，而 2014 年將第二階段取得之 905-915/950-960MHz (2×10MHz) 用於 LTE 服務。目前日本的 700MHz 之 Band 28 頻段與 800MHz 之 Band 18/19 頻段間擁有 12MHz 之間距，而 800MHz 之 Band 18/19 與 900MHz 之 Band 8 擁有 11MHz 之間距。

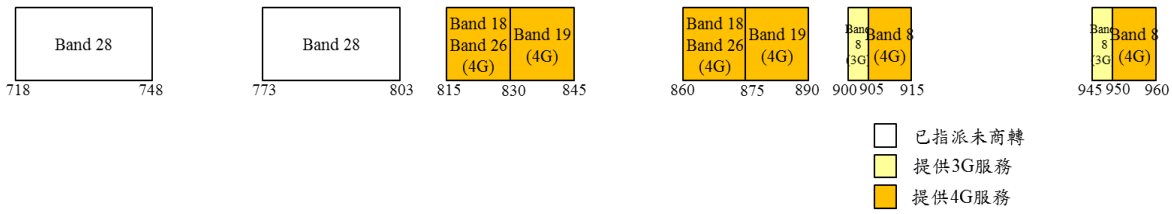


圖 24 日本 700, 800, 900MHz 分配現狀

資料來源：總務省相關公開資訊，本計畫製作

3. 澳洲

澳洲 700, 800, 900MHz 分配現狀，如下圖所示：700MHz 頻段於 2013 年進行拍賣，由 Optus 及 Telstra 分別獲得 2×10MHz 頻段，目前已局部或全面商轉 4G LTE 服務。

800MHz 頻段過去分次拍賣給電信業者作為 PCS 服務使用之執照於 2013 年 6 月到期。the Minister for Broadband 於 2012 年 2

月 10 日宣布，800MHz 頻段於屆期之後重新發照給既有業者，既有業者則必須支付 SAC(Spectrum Access Charges)給主管機關，倘若既有業者不同意 SAC 之價格或是無法如期支付 SAC 費用，則該頻段需重新拍賣。

目前 900MHz 仍以 2G 及 3G 服務為主；而針對 800MHz 與 900MHz，ACMA 於 2011 年便開始討論 803-960MHz 未來的規劃方式，其中包含未來將 805-820MHz/850-865MHz 規劃給行動服務使用之可能性，以及 900MHz 重新用 5MHz 的區塊進行劃分的討論。

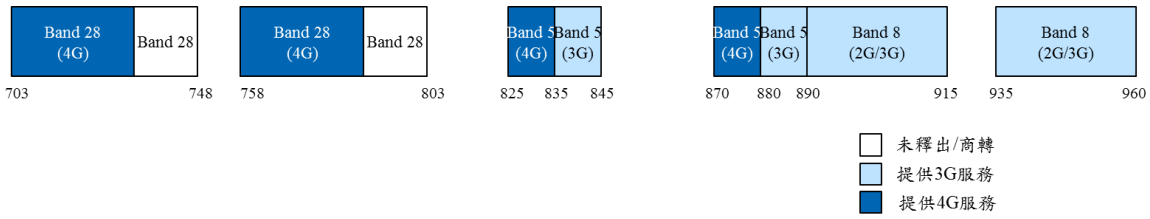


圖 25 澳洲 700, 800, 900MHz 分配現狀

資料來源：ACMA 相關公開資訊，本計畫製作

4. 中國

中國分配現狀如下圖所示。700MHz 目前由中國移動於 703-803MHz 頻段上進行 Band 44 規劃之 LTE 服務試驗。800MHz 頻段上 825-835/870-880MHz 分配給中國電信利用 CDMA 提供 3G

之服務；885-890MHz(與 930-935MHz)過去規劃給鐵路 GSM-R 使用，現由中國移動進行 Band 8 規劃之 LTE 服務試驗中。而 900MHz 頻段持有業者有中國移動與中國聯通 2 家，兩者皆使用 GSM 技術。900MHz 執照無限期，視社會需求進行調整或回收。

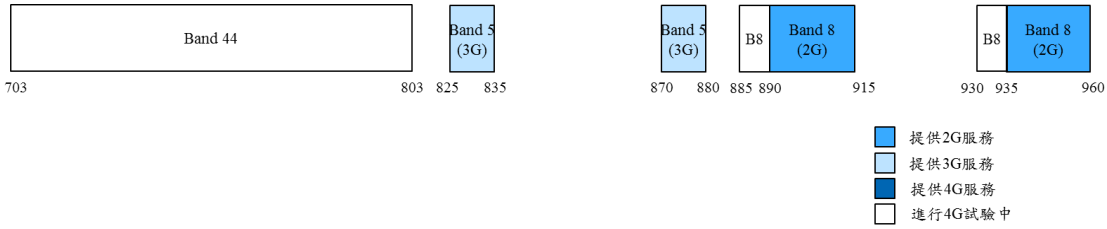


圖 26 中國 700, 800, 900MHz 分配現狀

資料來源：工信部相關公開資訊，本計畫製作

5. 香港

香港分配現狀如下圖所示。700MHz 目前尚未有釋出規劃。800MHz 的部分，OFTA 於 2008 年 11 月先將 825-830 / 870-875, 831-834 / 876-879MHz 頻段拍賣給 PCCW，使用期限為 15 年，並於 2010 年 11 月移頻至 825-832.5 / 870-877.5MHz，此頻段限定使用 CDMA-2000 技術。於 2011 年 3 月 OFTA 經過拍賣再將 832.5-837.5 / 877.5-882.5MHz 頻段分配給 SmarTone Mob，執照使用年限為 15 年，以 UMTS 技術為主。而 900MHz 頻段 GSM 執照原於 2006 年屆期，2004 年 OFTA 宣布展延 15 年，共有三家業者

持有頻譜：Hutchison、CSL、SmarTone，皆持有 2×8.3MHz。2011 年 OFTA 又額外釋出 2×5MHz 頻寬之 900MHz 資源，由 Hutchison 取得。執照改於 2021 年屆期，並開放使用 3G 技術，因此目前該頻段主要使用 GSM 或 UMTS 技術。

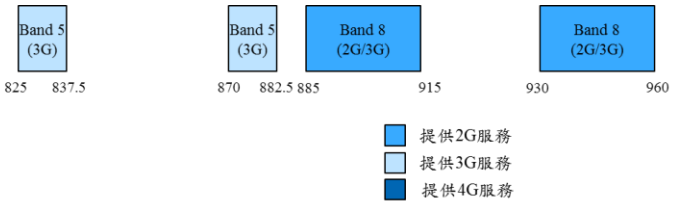


圖 27 香港 700, 800, 900MHz 分配現狀

資料來源：OFCA 相關公開資訊，本計畫製作

6. 小結

於上述之鄰近亞洲主要國家，特別是與我國一樣在 700MHz 有 Band 28 規劃及 900MHz 有 Band 8 規劃之日本、韓國及澳洲，主要 800MHz 之頻段以延續 Band 5 規劃為主(日本為 Band 18/19)，另亦有往 800MHz 中的低頻規劃之趨勢－Band 26。目前美國 Sprint 業者已利用 Band 26 規劃頻段商轉 4G 服務，日本 KDDI 業者亦已利用 Band 26 規劃頻段商轉 4G，韓國 KT 業者亦皆有意進行 Band 26 之規劃。

另一方面，若將視野放寬至目前已規劃 APT700 之國家，此

些國家目前於 800MHz 頻段的規劃現況統整如下，目前已商轉、已釋出或計畫釋出 APT700 的 Region 3 國家於 800MHz 頻段均以美規 Band 5/18/19/26 方式規劃。

表 10 規劃 APT700 國家目前 800MHz 頻段使用現況

國家		**Band**	**實際應用頻率**
已正式商轉	台灣	Band 5	825-845 / 870-890MHz
	澳洲	Band 5	825-845 / 870-890MHz
	紐西蘭	Band 5	825-840 / 870-885MHz
	巴拿馬	Band 5	待商榷
	巴布亞新幾內亞	Band 5	824-835 / 869-880MHz
已釋照未商轉	日本	Band 18/19	**815**-845 / 860-890MHz
規劃釋照	韓國	Band 5/26	**819**-849 / 864-894MHz

資料來源：APT 與各國公開資料，本計畫製作

（2） 歐洲主要國家 700, 800MHz 頻段規劃趨勢

然而，800MHz 頻段除了美規之規劃方式外，歐規的規劃方式亦為另一種可能的規劃方式。歐洲國家過去以利用 Band 20 (791-821MHz/832-862MHz) 釋出 800MHz 頻段提供 4G 服務，近來因 APT700 頻段之竄起，亦開始探討將 700MHz 作 Band 28 規劃的可能性，如下圖所示。

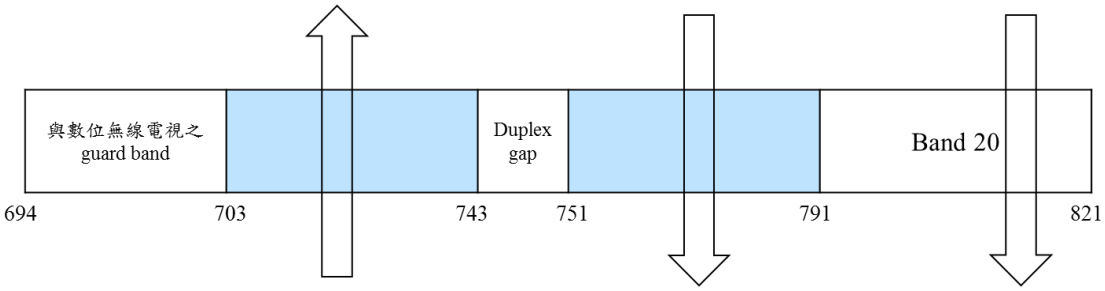


圖 28 CEPT CPG 討論 700MHz 之可能配置方式

資料來源：CPET CPG-15PTD#2 相關公開資訊，本計畫製作

德國、法國、英國三國已於最近三年內陸續完成 800MHz 頻譜拍賣。其中，德國和法國的電信業者已開始商轉 4G 服務，英國於 2013 年 2 月完成拍賣後，由四家業者所獲得；目前已有三家業者商轉 4G 服務，其中 H3G 於 2015 年於此頻段上商轉提供 VoLTE 服務。

表 11 德國、法國、英國 800MHz 頻段近年規劃

國家	近年頻譜規劃
德國	■ the Federal Network Agency (BNetzA) 於 2010 年 5 月拍賣 800MHz 頻段的 791-821/832-862MHz，最終由給 O2、Vodafone、T-Mobile 三家業者所獲得。
法國	■ ARCEP 於 2011 年 12 月發放 791-821/832-862MHz 共 60MHz 頻段給 Orange、Bouygues Telecom 和 SFR 三家電信公司。其中，參與競標的第四家公司 Free Mobile 雖然競拍失敗，但將能申請與 SFR 共用網路(800MHz 的漫遊權利)，這是 SFR 在競拍中做出承諾的一部分。
英國	■ Ofcom 於 2013 年 2 月拍賣 800Hz 頻段的 791-821/832-862MHz 共 60MHz 頻段，最終由 Everything Everywhere、Hutchison 3G UK、Telefónica UK 以及 Vodafone 四家業者所獲得。Vodafone 及 Telefónica UK 已於 2013 年 8 月 29 日商轉。H3G 則於 2015 年於此頻段上商轉提供 VoLTE 服務。

資料來源：ARCEP、BNetzA、Ofcom 等公開資料，本計畫製作

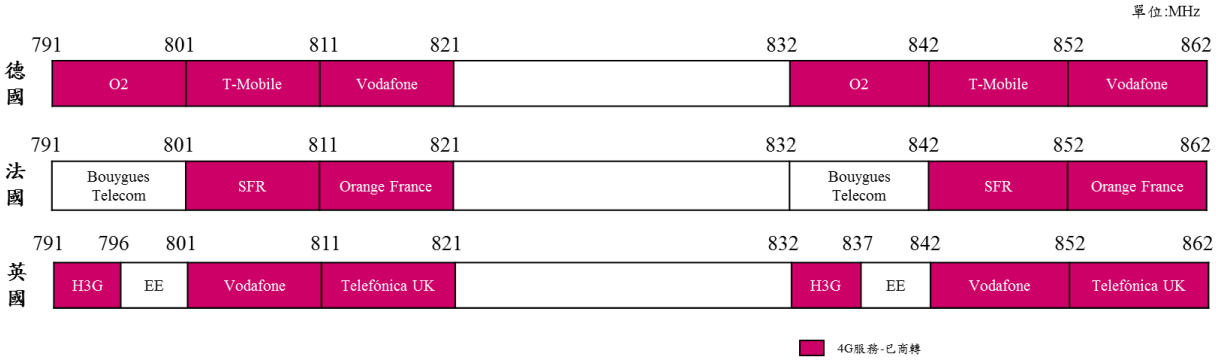


圖 29 德國、法國、英國 800MHz 頻段（Band 20）釋出現況

資料來源：ARCEP、BNetzA、Ofcom，本計畫製作

800MHz 除作電信使用外，歐盟也建議可將 868/870-876MHz 規劃作 IoT/M2M 使用，其中英國已規劃使用 870-876MHz、法國則預定將 863-868、868-879MHz 以免執照、免費方式開放使用。

（3） 800MHz 頻段商轉與設備發展狀況

目前於 800MHz 頻段上以歐規之 Band 20 規劃方式之 LTE 商轉網路數較突出，以 92 個網路數遠遠超越僅有 9 個之 Band 5/18/19 美規與日規的 LTE 商轉網路數，如下圖所示。不過近三個月來，Band 20、Band 5 網路數皆只增加一個，顯示成長略微趨緩。

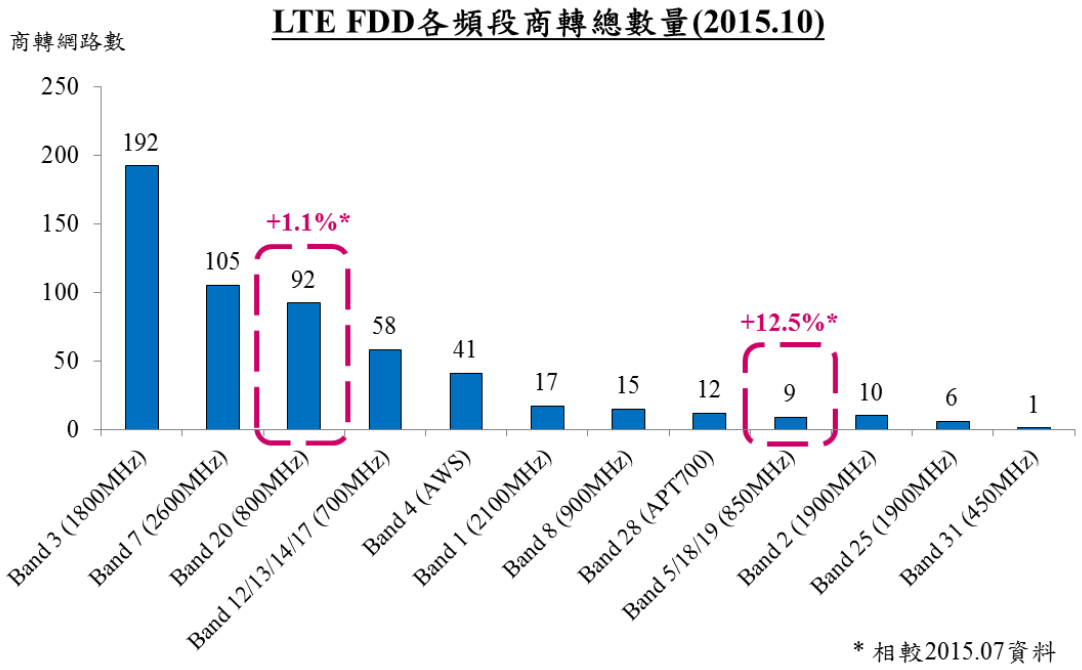


圖 30 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－800MHz 頻段

資料來源：GSA,“Evolution to LTE Report”,2015.10.13，本計畫製作

從設備發展的角度來看，支援歐規(Band 20)及美規(Band 5)的 LTE 終端設備之數量均不少，目前歐規(Band 20)之終端設備達 1052 項，美規(Band 5)之終端設備達 828 項，兩者生態環境皆堪稱完備。

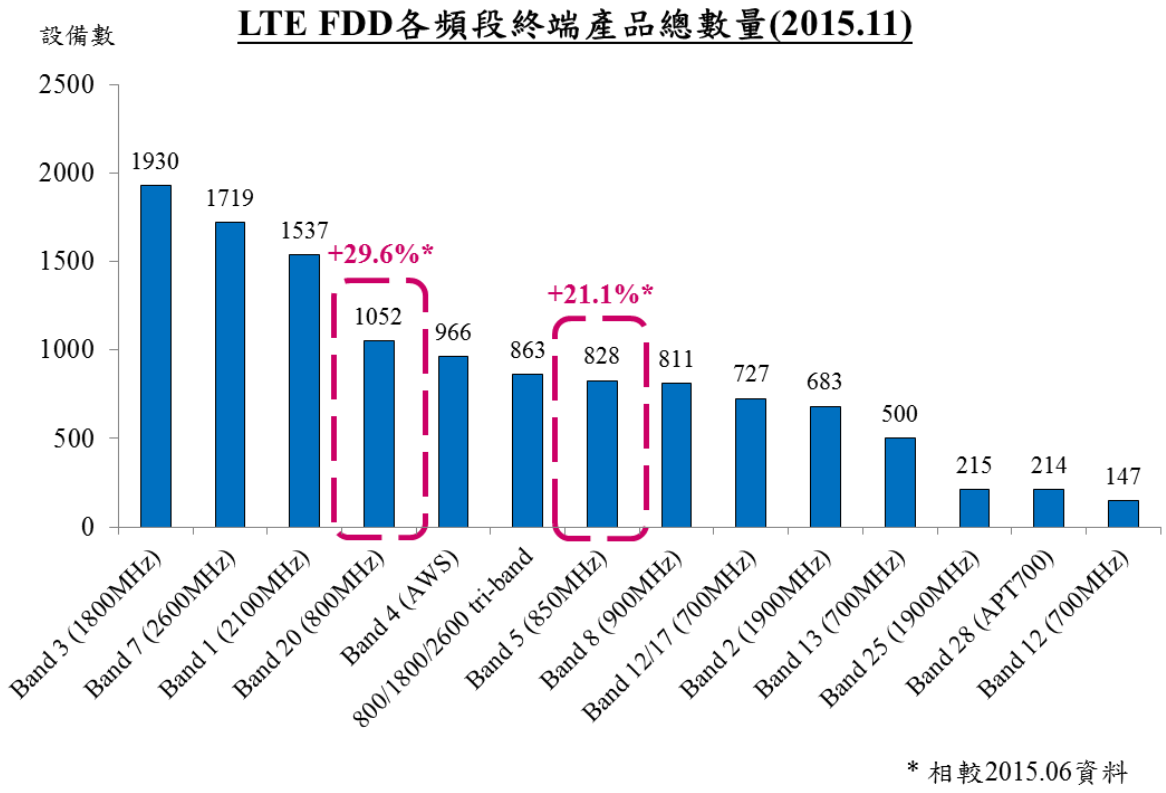


圖 31 全球 LTE FDD 頻段設備發展現況－800MHz 頻段

資料來源：GSA,“Status of the LTE Ecosystem report”,2015.11.02，本計畫製作

綜整前二段所述，雖現行環境以歐規 Band 20 的網路佈建數較多，但美規 Band 5 的網路數、設備數也有相當規模，顯示生態系也有一定成熟度，以技術可行性來說，兩者並無顯著的差異。

（4） 800MHz 頻段載波聚合發展現況

若從載波聚合之提案狀況來比較歐規(Band 20)與美規(Band 5/26)，近年來各業者均熱烈進行 2CA 或 3CA 之提案。如下表所示，標色的為與台灣目前釋出及年底前預計釋出的頻段有關係的載波聚合組合，粉紅色底的為與歐規(Band 20)之組合，藍色底則為與美規(Band 5/26)之組合，由表中顯示可知不管未來台灣選擇以歐規方式或美規方式進行規劃，皆有靈活進行載波聚合的空間，其中以歐規的國際案例較多。

表 12 載波聚合(2CA)提案狀況－800MHz 頻段(截至 Rel-13)

使用頻段 1	使用頻段 2	提案業者
Band 20	Band 7	Orange 等
Band 4	Band 5	AT&T
Band 5	Band 12	Cox Communications 等
Band 3	**Band 5**	SKT, LGU +
Band 20	Band 3	Vodafone 等
Band 20	Band 8	Vodafone 等
Band 2	Band 5	AT&T
Band 3	**Band 20**	Telekom Austria
Band 3	**Band 26**	KT
Band 5	Band 7	LG Uplus
Band 7	**Band 20**	Telekom Austria
Band 8	**Band 20**	Vodafone
Band 20	Band 32	Orange

Band 5	Band 13	Intel
Band 20	Band 40	Ericsson (WIP)
Band 20	Band 31	Huawei (WIP)
Band 5	Band 40	SK Telecom (WIP)

資料來源：3GPP 等公開資料，本計畫製作

表 13 載波聚合(3CA)提案狀況－800MHz 頻段(截至 Rel-13)

使用頻段 1	使用頻段 2	使用頻段 3	提案業者
Band 1	Band 3	**Band 5**	SK Telecom
Band 1	Band 3	**Band 20**	Vodafone
Band 1	**Band 5**	Band 7	LGU+
Band 1	Band 7	**Band 20**	Vodafone
Band 2	Band 4	Band 5	US Cellular
Band 2	Band 5	Band 12	US Cellular
Band 2	Band 5	Band 30	AT&T
Band 3	Band 7	**Band 20**	Vodafone
Band 4	Band 5	Band 12	US Cellular
Band 4	Band 5	Band 30	AT&T
Band 2	Band 2	Band 5	Intel
Band 4	Band 4	Band 5	Intel
Band 1	Band 3	**Band 26**	China Telecom
Band 2	Band 5	Band 13	Intel
Band 4	Band 5	Band 13	Intel
Band 26	Band 41	Band 41	KDDI
Band 2	Band 5	Band 29	Huawei (WIP)

資料來源：3GPP 等公開資料，本計畫製作

（二）1800MHz頻段

國際上對 1800MHz 的規劃目前以 Band 3 為主流，先前主要運行 GSM 網路，國際上此頻段亦有 UMTS 網路運轉，但近年 LTE 技術商轉數和設備數成長快速，截至 2015 年 11 月，商轉網路數已達 192 個，設備數則達 1930，為 FDD 網路中最熱門的頻段。

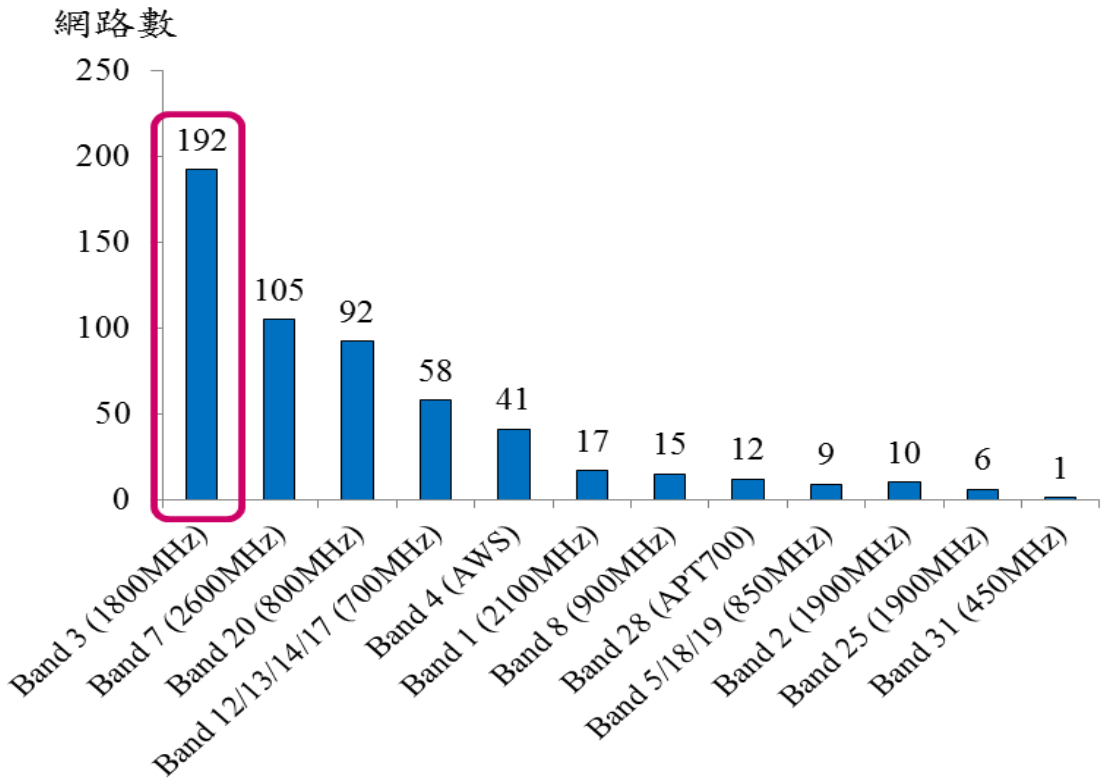


圖 32 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－1800MHz 頻段

資料來源：GSA,“Evolution to LTE Report”,2015.10.13，本計畫製作

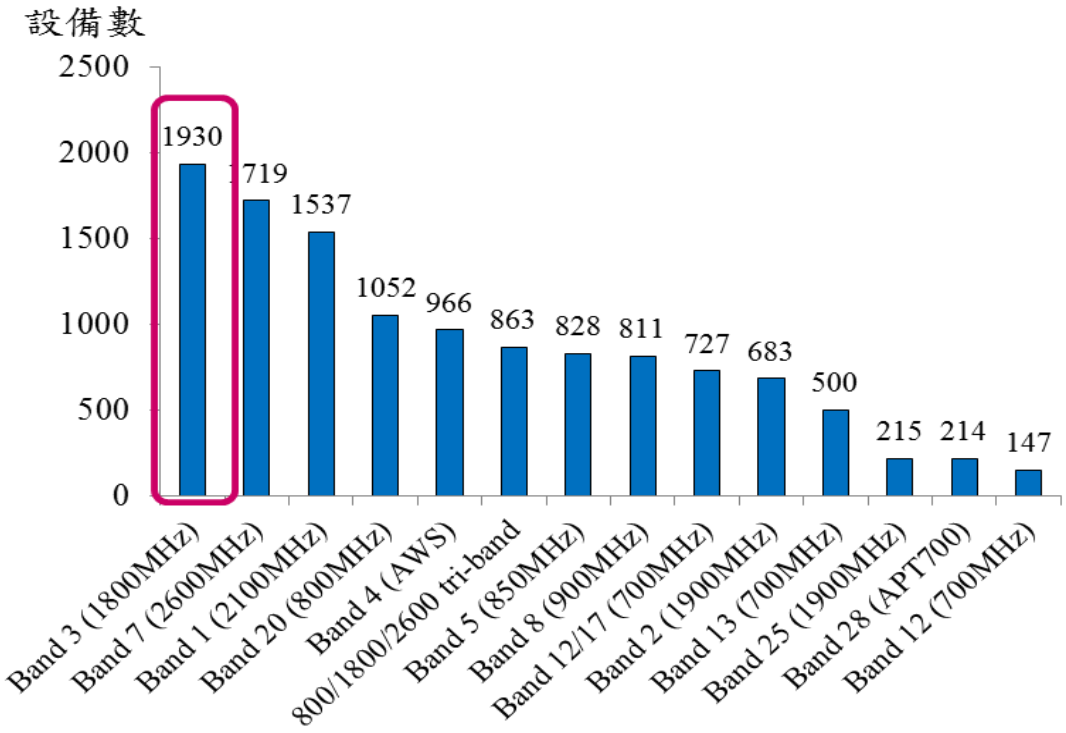


圖 33 全球 LTE FDD 頻段設備發展現況－1800MHz 頻段

資料來源：GSA,“Status of the LTE Ecosystem report”,2015.11.02，本計畫製作

台灣先前採 GSM1800 方式釋出，2013 年重新規劃釋出 1710-1770/1805-1865MHz ， 共 2 × 60MHz 。 當 時 保 留 1770-1785/1865-1880MHz 頻段未釋出，如下圖所示。

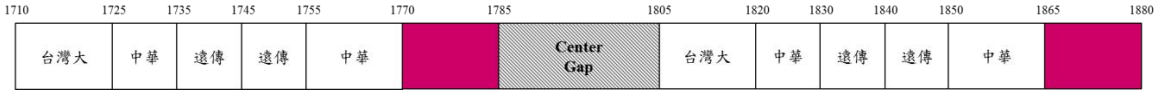


圖 34 1800MHz 競標後電信業者持有現況

資料來源：本計畫製作

（三）1900MHz頻段

1900MHz 主要做為 TDD 頻段，根據 3GPP 有 Band 33 (1900-1920MHz) 、 Band 39 (1880-1920MHz) 及 Band 34 (2010-2025MHz) 等分配方法。

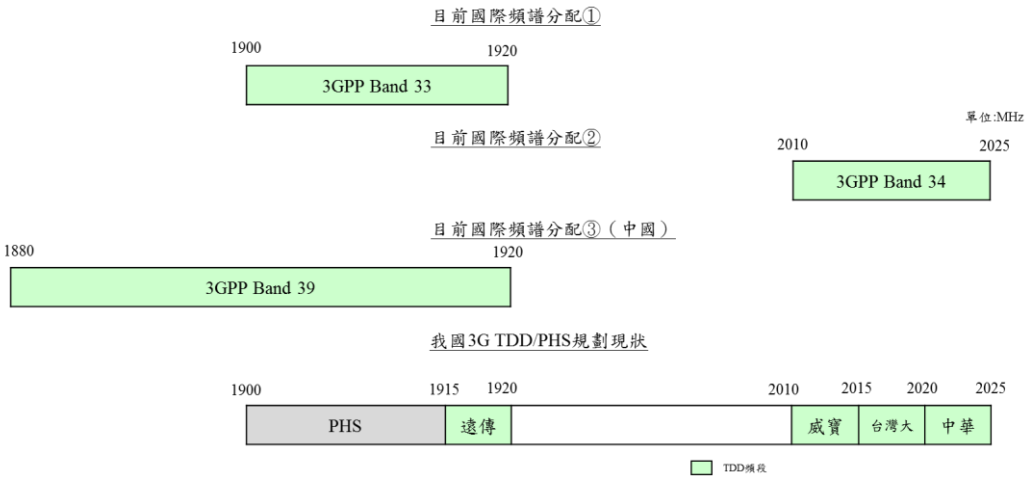


圖 35 1900MHz 國際頻譜分配與我國規劃現狀

資料來源：NCC，3GPP，本計畫製作

3G TDD 頻段 2010-2025MHz (Band 34) 原本預計用於紓解 2100MHz FDD 頻段流量，但是國際上陸續出現其他的 FDD 頻段滿足了紓解流量需求，且 TDD 的發展稍微延遲，因此該頻段遲未被利用。

對於 3G TDD 頻段遲未有應用的情況，不僅發生在台灣，其他國家也面臨相同狀況。1900-1920 MHz (Band 33) 與 2010-2025 MHz (Band 34) 從 1999 年起就保留供 UMTS 用途使用，許多國家

釋出執照，但是遲未使用。目前 European Commission 要求 CEPT 研究 1900-1920 MHz (Band 33) 與 2010-2025 MHz (Band 34) 的替代應用。Low power use 與 D2D 鄰近通訊技術 (Device to Device Communication) 是應用方向，但是目前仍然沒有市場支援。

表 14 CEPT 研究 1900-1920 MHz 與 2010-2025 MHz 的替代應用

可能應用	概要
Low power use,5 MHz channels	■ 規劃延續 3GPP 規格，問題在於是否有足夠的市場支撐。 ■ 該頻段可以作為一般的商轉頻段也可作為 femto cells 使用，改善室內覆蓋率與 capacity。 ■ 以 LTE rel-10 技術在下載可達 30bps/Hz，上傳可達 15bps/Hz 來計算，5MHz 頻寬下一個家用小型基地台可提供一個家庭 150Mbps 的下載速度。
Low power, wideband use	■ 將 1900-1920 MHz 規劃為一個 20MHz 的 LTE channel，2010-2025 MHz 作為一個 15MHz 的 channel。 ■ 此應用可以作為 hot spots 的 offloading 之用。
Device to device connectivity	■ 3GPP 已針對該頻段制定 proximity-communications 的規格，可用於商業、社會、network offloading、公共安全等用途。

資料來源：NSN，本計畫製作

此外，國際上對 1900-1920 MHz 與 2010-2025 MHz 有些提案，主要為搭配其他頻段成 FDD 規格，但目前仍在提案階段。

1980-2010/2170-2200MHz 之前已分配為 IMT-2000 頻段，供 Mobile-Satellite Service（MSS）用途使用。在歐洲、韓國、日本等國家有實際的運用。如下圖所示，目前 GSMA 與 ITU-R 有收到一些提案，將 1980-2010 / 2170-2200 MHz、Band 33 (1900-1920 MHz) / 34 (2010-2025 MHz)與 2090-2110/2170-2200 MHz 結合成為一連續的上下行頻段，如下圖可能性（1）。也有提案提出 2090-2110 與 2200-2215 MHz 可以和 Band 33/34 搭配為上下行頻段，如下圖可能性（2）。另外一種規劃方式則是 Band 33 與 34 維持現行 TDD 方式規劃，如下圖可能性（3）。

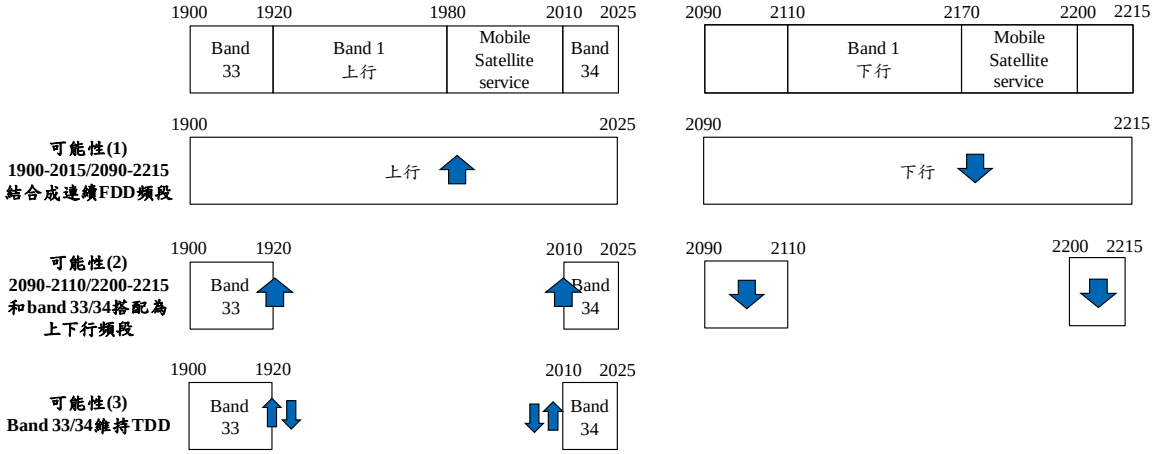


圖 36 1900-1920 與 2010-2025 MHz 未來可能的國際規劃

資料來源：華為「White paper on spectrum」，本計畫製作

上述討論各種方案，約略可分為組合成連續 FDD 頻段或維持單獨作 TDD 頻段兩個方向，但目前仍處於試驗或討論階段。以目前實際在市場上商轉的 TDD 頻段資料如下圖來看，Band33/34 無實際運轉案例、Band 39 也僅有中國移動一例，驗證前述說法，國際上對於此段的利用，尚未有明確的共識，因此生態系發展尚未對應成熟。

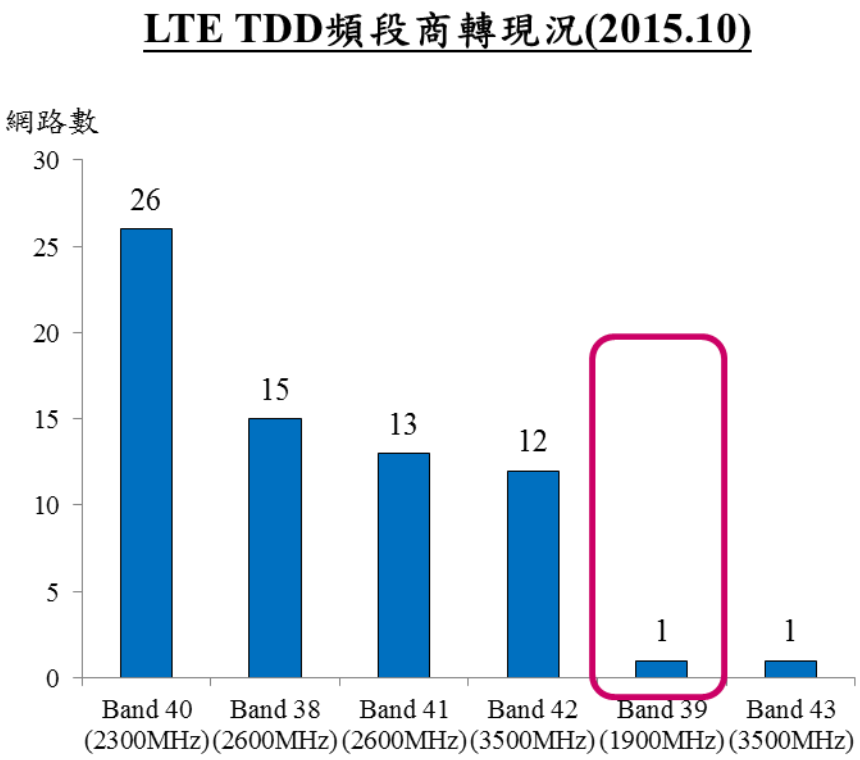


圖 37 全球 LTE TDD 頻段商轉現況－1900MHz 頻段

資料來源：GSA,“Evolution to LTE Report”,2015.10.13，本計畫製作

從設備發展的角度來看，Band 33/34 亦沒有 LTE TDD 相關設備，僅有 Band 39 因有中國移動進行營運，因此有相關設備，如下圖所示。

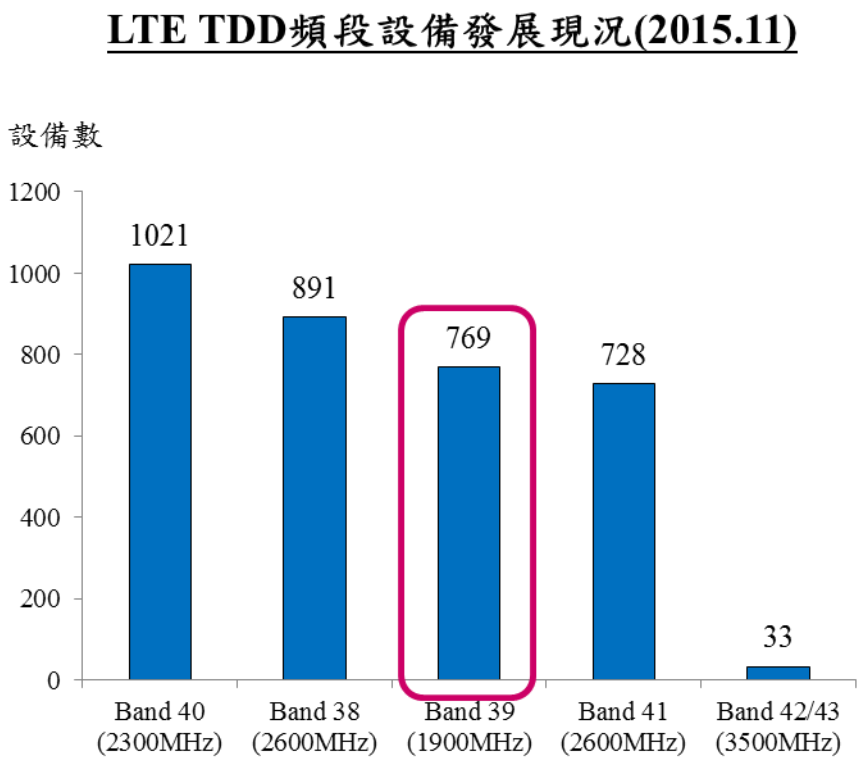


圖 38 全球 LTE TDD 頻段設備發展現況－1900MHz 頻段

資料來源：GSA,“Status of the LTE Ecosystem report”,2015.11.02，本計畫製作

（四）2100MHz頻段

2100MHz 為歐盟 3G 網路服務的重要頻段，全球目前已有部分業者開始於此頻段提供 4G 服務。除了歐盟提出 Band 1 的規劃方式，2100MHz 的頻段另外還有兩種規劃方式，分別為：

- 歐規的 1920-1980/2110-2170MHz (Band 1) ；
- 美規的 1710-1755/2110-2155MHz (Band 4) ；
- 中南美規的 1710-1770/2110-2170MHz (Band 10)。

其中目前又以歐規 (Band 1) 和美規 (Band 4) 為主流。

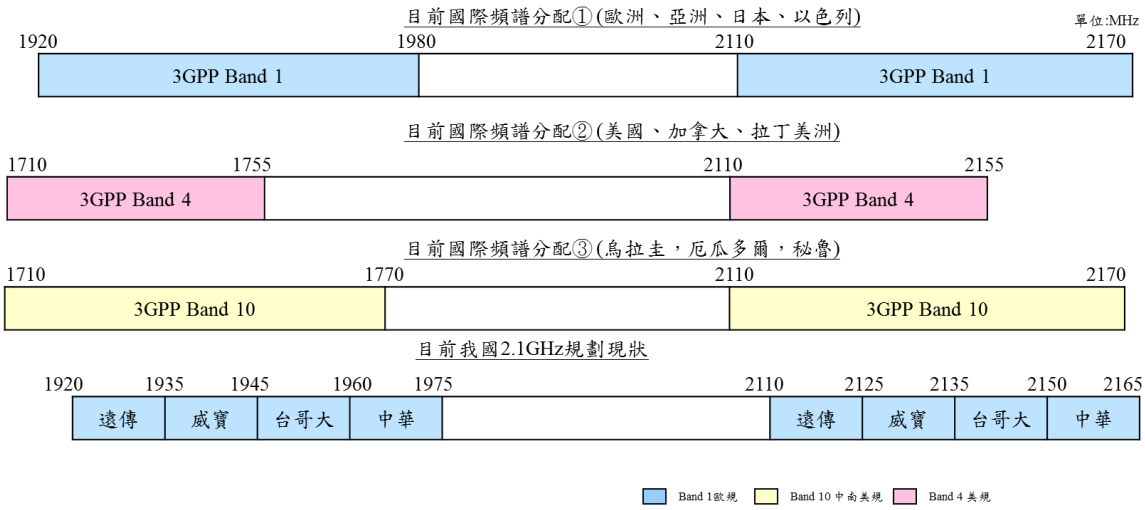


圖 39 2100MHz 國際頻譜分配與我國規劃現狀

資料來源：NCC，3GPP，本計畫製作

我國過去以歐規 Band 1 釋出 2100MHz 頻段提供 3G 服務。近年來隨著國際間 3G 即將面臨屆期或各國開放 4G 服務之商轉，

陸續出現 4G 之商轉經驗。

目前美國、日本、韓國與澳洲已有業者採用 2100MHz 頻段提供 4G 通訊服務。德國、法國和英國 2100MHz 頻段的 3G 執照屆期時間皆在 2020 年以後，短期內無回收計畫。歐盟委員會已於 2012 年 11 月通過 2100MHz 頻段 Refarming 作為 4G 服務使用。英國 Ofcom 於 2013 年 2 月至 3 月針對 2100MHz 頻段用途變更之議題進行公眾諮詢；已於同年 7 月 9 日公告通過變更，未來於 2100MHz 進行 4G (即：LTE/WiMAX 服務)，將不再受限於 Ofcom 現有的 3G 相關技術授權範圍內，確定將開放 2100MHz 頻段用途，以利行動寬頻服務之使用。

目前在全球市場上已有 17 個網路使用 2100MHz 頻段(Band 1)商轉 LTE 服務，與四個月前相比淨增加了 13%之商轉網路數。根據 GSA 的報告更表示，另外有數家營運商正在部屬或考慮利用 2100MHz 頻段商轉 LTE 服務。

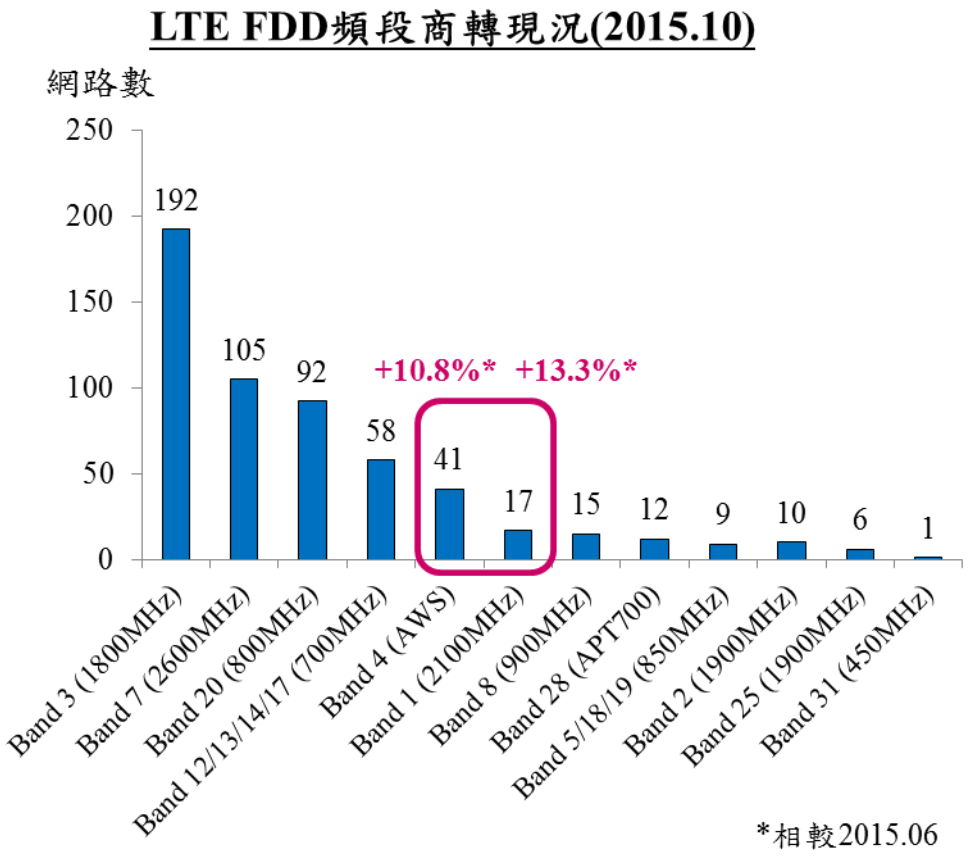


圖 40 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－2100MHz 頻段

資料來源：GSA,“Evolution to LTE Report”,2015.10.13，本計畫製作

從設備發展的角度來看，超過三成的 LTE 設備可以支援 2100MHz 頻段，目前已有 142 家製造商提供約 1537 個支援設備，相較四個月前成長約 30%，如下圖所示。

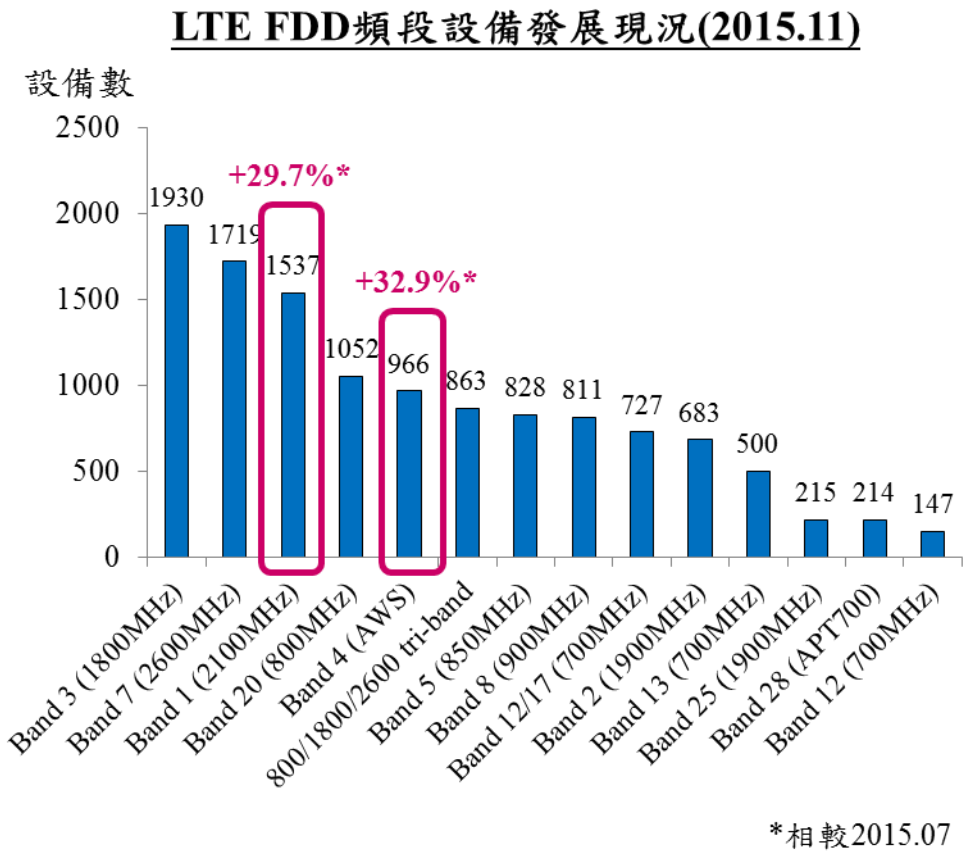


圖 41 全球 LTE FDD 頻段設備發展現況－2100MHz 頻段
資料來源：GSA,“Status of the LTE Ecosystem report”,2015.11.02，本計畫製作

另於 2100MHz 值得關注的是 2015 年 12 月，3GPP 通過於 Region 1 新增設 Band 65 頻段標準 (1920-2010/2110-2200MHz)，將原用於行動衛星服務 (MSS, Mobile-Satellite Service) 的頻段 (1980-2010/2170-2190 MHz) 納入標準，後續是否會擴展至其他區域或開放作 FDD 用途，需持續注意國際標準發展。

（五）2.3GHz頻段

2.3GHz 目前唯一的規劃方式為 Band 40 的 TDD 方式，也是目前國際上 LTE TDD 市場中商轉經驗最豐富且設備最成熟的頻段，截至 2015 年 10 月為止，商轉數達 26 個、設備數達 1021 個，整體 TDD 發展現況可參照下圖。

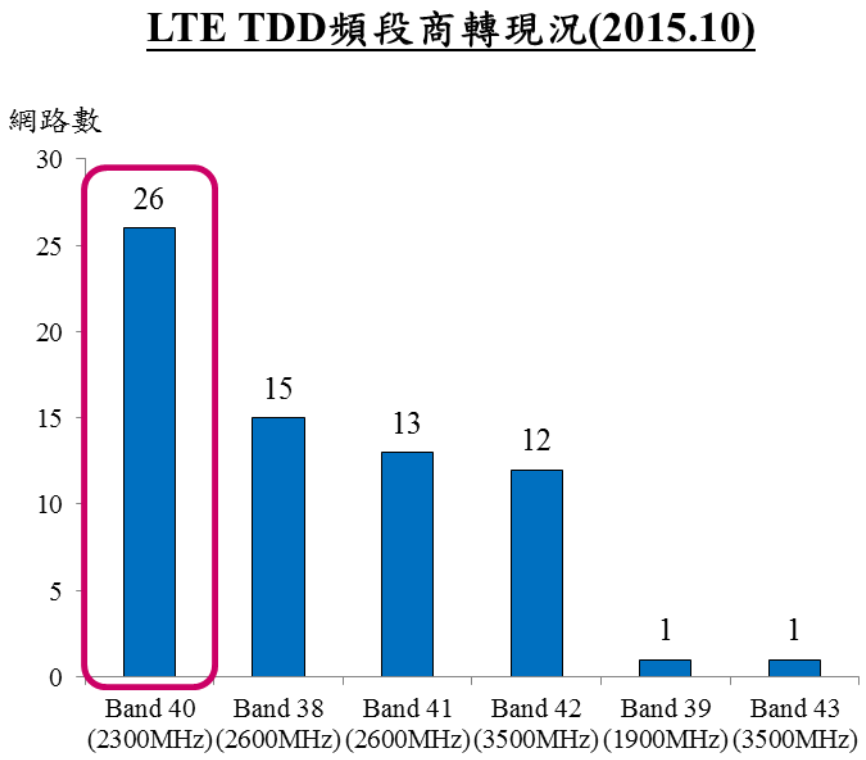


圖 42 全球 LTE TDD 頻段商轉現況－2.3GHz 頻段

資料來源：GSA,“Evolution to LTE Report”,2015.10.13，本計畫製作

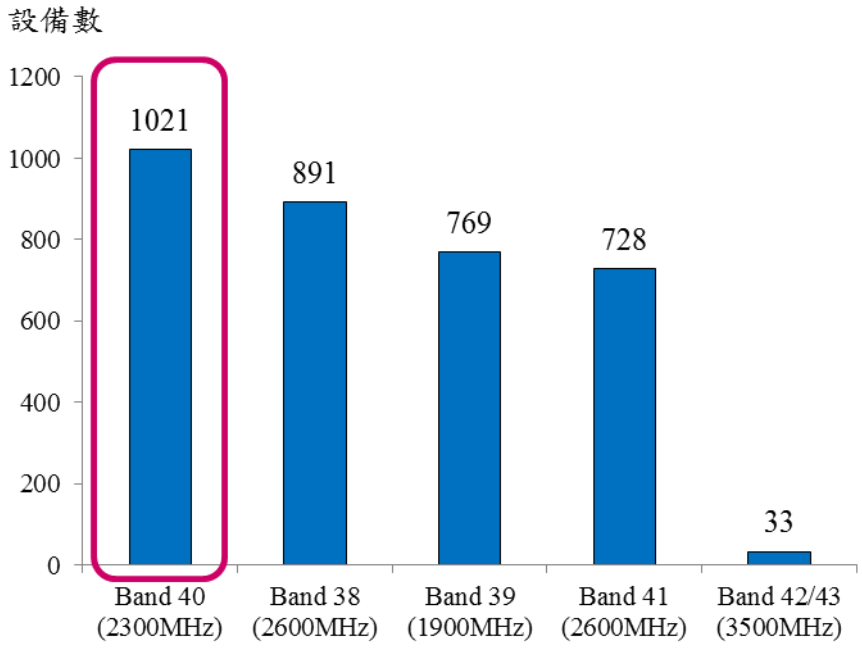


圖 43 全球 LTE TDD 頻段設備發展現況－2.3GHz 頻段

資料來源：GSA,“Status of the LTE Ecosystem report”,2015.11.02，本計畫製作

國際上對 2.3GHz 的規劃雖以亞洲最為熱絡，中國已發出三張執照，由業者部屬 LTE TDD 服務；香港則於 2012 年 2 月拍出，作為無線寬頻接取(Broadband Wireless Access, BWA)服務使用；新加坡原執照屆期後，預計將用來作為異質網路短期試驗頻段，其他包含印度、印尼、孟加拉、宏都拉斯、馬來西亞、尼泊爾、泰國、紐西蘭皆已進行規劃或釋出。

近來歐洲、大洋洲國家也開始積極進行規劃，美國將會釋出30Mhz 頻寬作為寬頻用途，其中 20MHz 供行動寬頻使用，10MHz 供固網寬頻使用；英國 Ofcom 也確定於 2016 年初以 TDD 方式釋出 350-2390MHz（40MHz），主要國家規劃現狀整理於下表。

表 15 2.3GHz 主要國家規劃現況

地區別	國家	規劃狀況
美洲	美國	FCC 通過 wireless communication service（WCS）license 使用 2.3GHz 的 30MHz 作為寬頻用途，其中 20MHz 供行動寬頻使用，10MHz 供固網寬頻使用
歐洲	英國	Ofcom 規劃 2350-2390MHz（40MHz）將以 TDD 方式釋出，預計於 2016 年初進行拍賣
亞洲 太平洋	澳洲	Optus 推出 FDD 與 TDD 混和的 LTE 網路
	新加坡	原本 QMAX 的執照將於 2015 年屆期，IDA 預計未來重新釋出 50MHz 於 2.3GHz；現開放 2300-2335MHz 作為 HetNet 短期試驗頻段
	中國	於 2300-2390MHz 中，由中國聯通、中國移動、中國電信分別擁有 20MHz、50MHz、20MHz 部屬 LTE TDD 服務
	香港	OFCA 於 2012 年 2 月拍出 2.3GHz 供 BWA 業務使用，共分三張執照，每張 30MHz。得標者為 Hutchison Telephone、中國移動與 21 ViaNet Group（新進業者）
	日本	2.3GHz 將供 broadcast 使用，計畫不供行動寬頻使用

資料來源： 各國主管機關公開資料，本計畫製作

國際上目前也有多家業者以此段網路，發展 CA 網路，如澳洲 Optus 電信即於 2014 年起結合 2.3GHz TDD 網路和既有 1800MHz FDD 網路，在澳洲部分地區推出 4G plus 網路服務，其發展的過程整理於下圖。

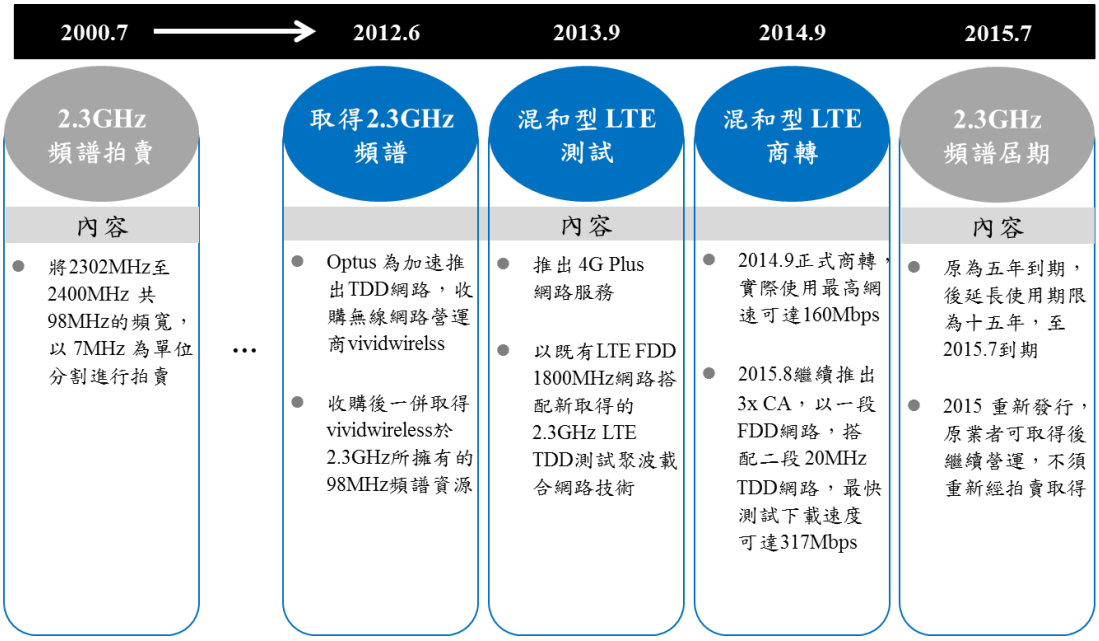


圖 44 澳洲 2.3GHz 頻譜應用演進 (Optus)

資料來源：ACMA,“Allocation of Spectrum Licences in the 2.3GHz band by Auction or Pre-determined price:Applicant Information Package”,2011.04、GIZMODO, “Optus Outs 2300MHz '4G Plus' Network...Here's What It Means For You”,2013.09.16、ARN, “Optus launches carrier aggregated LTE on 2300MHz spectrum”,2014.09.22，本計畫製作

四、我國潛在中長期供應頻譜探討

前段章節探討之短期頻段，屬於短期有釋出可能之頻段，國際市場上商轉經驗多且支援設備充足。另因應數據傳輸量需求不斷攀升，國際上亦持續尋找試驗其他可能的 IMT 頻段，於本章中將著重中長期頻段之探討：中期頻段係指已有技術標準甚至是國際案例之頻段；長期頻段則為國際上正在探討，但技術標準尚未制定的頻段，包含未來潛在之 5G 頻段。

（一）WRC-15結論

隨著行動數據傳輸之需求逐年攀升，各國陸續訂定未來之頻譜配置計畫。為了追求國際間及區域間之頻譜使用和諧，ITU 於 2015 年 11 月之 WRC-15 會議中統整會員國對候補頻段之建議，於會議中做出結論以增加未來行動寬頻可用頻段。

WRC15 議程中，將根據 WRC-12 會議的第 233 號決議，探討下列兩點事項：(1) 審議作為主要業務的行動業務做出附加頻譜劃分（2）確定國際行動通信 (IMT) 的附加頻段及相關規則條款。在 WRC-15 會議展開前，籌備工作小組將徵集各會員國對候補頻段之建議，並於 WRC-15 會議上做出結論。

（1）全球行動通訊系統協會(GSMA)提案

面對 WRC-15 將探討之議題，全球行動通訊系統協會(GSMA)建議將 Sub-700MHz (470-694/698MHz)、L-Band (1300-1518MHz)、2.7-2.9GHz 與 C-Band (3.4GHz-4.2GHz)列為 IMT 用途之頻段。

其中，GSMA 亦提出 Sub-700MHz 之頻段為其中最適當的頻段，建議應於 WRC-15 列為 IMT 用途，並且各國應於 2020 年左右備妥該頻段供使用。GSMA 對個別頻段之看法整理如下表。

表 16 GSMA 對 WRC-15 之新增 IMT 頻段提案

頻段	GSMA 看法
Sub-700MHz (470-694/698MHz)	• 低頻頻段可以提供高品質、高穿透力且大涵蓋範圍之行動寬頻服務。 • 認為未來廣播服務應可以透過新傳播與編碼技術，利用較少量之頻譜進行服務。
L-Band (1300-1518MHz) (不含 1400-1427MHz)	• 此頻段可作為增頻頻段，且提供相對廣域且良好穿透力之服務。 • 部分已作為行動服務且部分保留作為數位廣播用途，但是大多數都未被使用，因此可能提供潛力大頻寬之頻段。 • 認為既有雷達與航空遙測之使用未來可繼續且更有效率地使用此頻段。
2.7-2.9GHz	• 此頻段可望提供更多的 capacity，且利用既有的 cell sites 用較低之成本建置。 • 根據研究此頻段未完整被使用，因此有潛在可挪給行動服務使用的空間。
C-Band (3.4-4.2GHz)	• 此頻段擁有極寬之潛在頻寬，可透過 small hotspot 提供快速之行動寬頻服務。 • 目前主要用於衛星服務，但近期之研究顯示有其他替代之頻段可提供更好之衛星通訊服務。

資料來源：GSMA, “GSMA Public Policy Position: Mobile spectrum requirements and target bands for WRC-15”，本計畫製作

（2）第一區域(Region 1)提案－CEPT

CEPT 為歐盟之郵電相關協調機構，共有 48 個會員國。CEPT 統整了其會員國 (於ITU Region 1) 對於WRC-15各議題之看法，作為 Proposal 向 ITU 提出。CEPT 在 2015 年 6 月 11 日提出的 WRC-15 提案書中，針對議題 1.1 IMT 新增頻段之議題部分，檢討許多頻段對其作為 IMT 使用提出其意見及理由，統整為下表。其中 CEPT 提議將 1427-1518MHz、3400-3800MHz 新增做為新的 IMT 用途；而其他頻段則維持原用途。

表 17 CEPT 對 WRC-15 之新增 IMT 頻段提案

用途	頻段	備註
提議作為 IMT 使用	• 1427-1518MHz • 3400-3800MHz	• 1452-1492MHz 現已被 3GPP 定義為 SDL 用途 • 3600-3800MHz 亦有衛星存在，須檢討共用議題
建議維持原用途（不建議做 IMT）	• 470-694MHz • 1300-1350MHz • 1350-1400MHz • 1518-1525MHz • 1695-1710MHz • 2025-2110MHz • 2200-2290MHz • 2900-3100MHz • 3300-3400MHz • 3800-4200MHz • 4400-5000MHz • 5350-5470MHz • 5725-5850MHz • 5925-6425MHz	• 470-694MHz 作為廣播頻段，難以與 IMT 共存；過去 ITU 研究中顯示其基地站應相隔 300km 以上 • 3800-4200MHz 在世界多數國家有衛星使用 • 其他多數頻段作為定位雷達、其他雷達系統、科研用衛星等功用；針對該類頻段與 IMT 共用之研究，大多顯示並不適合
其他提議	• 2300-2400MHz	• 建議 ITU 針對 2300-2400MHz 頻段做頻譜共用之研究

資料來源：CEPT，本計畫製作

（3）第二區域(Region 2)提案－NTIA

美國之資通信政策諮詢機關之國家通信資訊局(NTIA)，於2013-2015 年間持續針對 WRC-15 之議題 1.1(IMT 頻譜分配)進行提案。其中大部分之頻段因實驗結果無法與現存之技術（多為衛星、雷達等）並存共用，因此，多建議作為原用途；提議作為 IMT 使用之 1375-1400 及 1427-1452MHz 頻段亦有基站及終端之電磁波發射功率限制。

表 18 NTIA 對 WRC-15 之新增 IMT 頻段提案

用途	頻段	備註
提議作為 IMT 使用	• 1375-1400MHz • 1427-1452MHz	• 為保障鄰近之 1400-1427MHz 之 EESS 使用，當使用 1375-1400 及 1427-1452MHz 作為 INT 用途時，須注意基站及終端之發射頻率及功率。
建議維持原用途（不建議做 IMT）	• 420-450MHz • 1164-1215MHz • 1215-1300MHz • 1300-1350MHz • 1350-1400MHz • 1435-1525MHz • 1559-1610MHz • 2025-2110MHz • 2200-2290MHz • 2700-2900MHz • 3700-4200MHz • 4400-4990MHz • 5000-5030MHz • 5250-5450MHz • > 6425MHz	• 1435-1525MHz 在美國作為航太研究及雷達使用 • 2700-2900MHz 在世界上普遍作為雷達使用，在美國作為 air traffic control (ATC) 雷達。 • 3600-4200MHz 在 Region 1 作為固定衛星及固定服務之 co-primary，行動服務的 secondary；在 Region 2 及 3 作為固定衛星與行動服務的 co-primary。 • 5000-5010 作為無線電導航衛星服務(RNNS)的 Earth-to-Space，5010-5030MHz 作為 Space-to-Earth, Space-to-Space；並與航太電波導航(ARNS)共用。
其他提議	• 2300-2400MHz	• WRC-15 中並無充足時間進行 5350-5470MHz 的 RLAN 與 IMT 共用實驗，未來建議持續進行。

資料來源：NITA，本計畫製作

（4）第三區域(Region 3)提案－APT

APT (Asia-Pacific Telecommunity)陸續進行針對WRC-15探討議題的討論。根據2015年2月於泰國曼谷之會議，各國提出針對WRC-15將探討之IMT候補頻段之看法，其中以698-790MHz、L-Band（1427-1452MHz、1452-1492MHz、1492-1518MHz）之支持意見較多。進一步將於07/27-08/01進行之第五次工作會議中凝聚彙整各會員國之意見，提出Region 3之看法。

表 19 APT對WRC-15之新增IMT頻段提案

頻段	各國意見
470-694/698MHz	•考量既存廣播業務，泰國、伊朗、越南與馬來西亞對於將此頻段列為IMT用途表示反對。
1427-1452MHz	•澳洲、巴基斯坦、泰國、紐西蘭及日本表示贊成將此頻段列為IMT用途。 •其中，中國對1447-1467MHz列為IMT用途表示反對。
1452-1492MHz	•越南、韓國、泰國、澳洲、馬來西亞及紐西蘭對於將此頻段列為IMT用途表示贊成。 •其中，中國對1467-1492MHz列為IMT用途表示反對。
1492-1518MHz	•澳洲、泰國與紐西蘭表示贊同將此頻段列為IMT用途。
3400-3600MHz	•日本、澳洲、巴基斯坦與紐西蘭對列入IMT用途表示贊同。 •印尼考慮既存衛星之利用表示反對意見，此外越南與泰國亦持反對意見。
3600-4200MHz	•日本、韓國贊同將此頻段列為IMT用途；澳洲贊成將3600-3700MHz列為IMT用途。 •印尼、中國、越南、巴基斯坦與伊朗表示反對。

資料來源：APT，本計畫製作

綜合上述之看法，各區域與各國對於 L-Band 中的頻段抱持著較高的期待與興趣，對於其他頻段之意見較分歧。然而，除了以上提及之商用頻段之外，WRC-15 亦會針對 PPDR (Public Protection and Disaster Relief)與 ITS (Intelligent Transportation System)相關頻段進行探討，研究團隊於專案中針對上述之商用及非商用頻段亦追蹤 2015 年 11 月 WRC-15 會議中之討論及決議並整理於下段，以期提出符合最新國際發展之我國頻譜規劃建議。

（5）會議結果

本次 WRC-15 會議於 2015 年 11 月 2 日至同月 27 日於瑞士日內瓦舉行，針對近期可能作 IMT 的頻段進行討論及對各區域應用的可能進行決議。根據於 WRC-15 內相關決議之初步文件記載，研究團隊於本章節整理 IMT 用途頻段之結論。

Sub-700MHz、L-Band 決議整理於下表。Sub-700MHz 因為是珍稀的低頻頻段，但各國原先多為廣電使用因此釋出困難，本次 WRC-15 決議 Region 1 維持原廣播用途，Region 2、Region 3 則依各國國情規劃，可能的干擾議題則請由 ITU-R 進行研究，預計於 WRC-23 再行進一步的討論；L-Band 的部分，本次探討的三個頻段：1427-1452MHz、1452-1492MHz、1492-1518MHz 除少數區域外，均開放作 IMT 使用，但營運前須和原先航太通信主管機關達成協議，相關的干擾、兼容性議題，也責由 ITU-R 進行研究，於 WRC-19 再次討論。

表 20 WRC-15 Sub-700、L-Band 頻段決議

探討頻段	Region 1	Region 2	Region 3	備註
470-694/698 MHz	維持原廣播用途	依各國國情自行規劃	**依各國國情自行規劃**	• ITU-R針對此段廣播服務與接鄰的694-790MHz IMT服務干擾議題提出多份建議書，跨國間發生干擾議題時建議先參照處理。 • 請ITU-R對Region 1此段的使用情形、頻譜需求、共用及兼容性進行研究，預計於WRC-23時進行討論。
1427-1452 MHz	作為IMT用途	作為IMT用途	**作為IMT用途**	• 雖Region 3也開放作IMT用途使用，但未排除先前使用此頻段的業務，也未確定優先使用權，IMT使用前須與航太通信主管機關達成協議。 • 與1350-1400MHz一對多的固定通訊連結間，可能需要濾波器、護衛頻道的設定，防止雜訊干擾。
1452-1492 MHz	非洲國家作為IMT用途，歐洲CEPT需探討舊蘇聯地區使用	作為IMT用途	**作為IMT用途**	• 雖Region 3也開放作IMT用途使用，但未排除先前使用此頻段的業務，也未確定優先使用權，使用前須與航太通信主管機關達成協議。 • 請ITU-R對 IMT 及航太通信的兼容議題進行研究，預計於WRC-19進行討論。
1492-1518 MHz	作為IMT用途	作為IMT用途	**作為IMT用途**	• 雖Region 3也開放作IMT用途使用，但未排除先前使用此頻段的業務，也未確定優先使用權，使用前須與航太通信主管機關達成協議。 • 請ITU-R針對此段與接鄰1518-1525MHz MSS(衛星通訊服務)頻段的共存議題進行研究。

L-Band

維持原狀　自行規劃　開放IMT

資料來源：ITU-R,“Provisional Final Acts WRC-15”,2015.11，本計畫製作

高頻段的 C-Band，也是本次重要探討頻段之一，因可能以連續的大頻段方式釋出，用以解決都市或擁擠地區 Capacity 問題，本次探討的頻段中，Region 3 有 3400-3600MHz、4800-4990MHz 開放作為 IMT 用途；3300-3400、3600-3700MHz 則僅部分國家開放；3700-3800MHz 則不開放作 IMT 使用，但本區頻段在使用時，需注意與無線電定位、天文通訊間的和諧，相關決議請參見下表。

表 21 WRC-15 C-Band 及鄰近頻段決議

C-Band

探討頻段	Region 1	Region 2	Region 3	備註
3300-3400MHz	僅部分國家作為IMT用途	不作為IMT用途	**部分國家作為IMT用途**	雖多數頻段開放作IMT使用，但仍有許多限制： • IMT業者不得對無線電定位業務造成干擾，亦不能要求其提供保護。 • 營運開始前，除須確保發射功率符合標準限制，亦須與鄰國主管機關進行協調。 另也對可能的干擾議題，進行研究： • 請ITU-R研究IMT與無線電定位業務(同頻段、接鄰頻段)的共存機制。
3400-3600MHz	作為IMT用途	作為IMT用途	**作為IMT用途**	
3600-3700MHz	維持原用途	部分國家作為IMT用途	**部分國家作為IMT用途**	
3700-3800MHz	不作為IMT用途	不作為IMT用途	**不作為IMT用途**	
4800-4990MHz	舊蘇聯地區作為IMT用途	作為IMT用途	**作為IMT用途**	• 需注意與天文通訊間的和諧，請ITU-R在規劃此段IMT的技術時，也需保障既有頻段內航空、天文業務的使用。

原用途　自行規劃　IMT使用

資料來源：ITU-R,“Provisional Final Acts WRC-15”,2015.11，本計畫製作

5G 議題原先還在概念討論階段，但因日韓、歐洲皆有聯盟開始積極競爭 5G 標準制定，相關時程也不斷提前，目前估計很可能在 2020 年前除試營運外，甚至有商業運轉的可能，因此相關候選頻段也為本次重要議題。

5G 頻段主要關注於極高頻的毫米波頻段（24.25-86GHz），此段頻段因頻率高的關係，設備製造困難，因此目前商業應用較少，主要的競爭對手為衛星通訊。WRC-12 時原已分配 24.65-25.25GHz 頻段作衛星通訊，另原熱門的 5G 候選頻段 Ka Band (17.3GHz-31GHz)，在英國已用於衛星通訊用途，因而未被放入 5G 候選頻段的提案中。

本次 WRC-15 決議選出 5G 候選頻段，並由 ITU-R 及各組織進行相關研究，若無嚴重可行性問題，將可能於 WRC-19 確認適用於 IMT，進而增加列入 3GPP 標準的可能性，候選頻段共有 8 段：24.25-27.5GHz、37-40.5GHz、42.5-43.5GHz、45.5-47GHz、47.2-50.2GHz、50.4-52.6GHz、66-76GHz、81-86GHz，集中於 30GHz 以下的區域，其提案與決議之頻段對應結果整理於下表。

表 22 WRC-15 5G 候選頻段決議

提案組織	30GHz↓	30GHz↑
APT	24.5-27.5	31.8-33.4、40.5-43.5、45.5-48.9、66-71、71-76、81-86
CEPT	25.25-25.5	31.8-33.4、39-47、47.2-50.2、50.4-52.6、66-76、81-86
CITEL	10-10.45、23.15-23.6、24.25-27.5、27.5-29.5	31.8-33、37-40.5、45.5-47、47.2-50.2、50.4-52.6、59.3-76
WRC-15 決議	24.25-27.5	37-40.5、42.5-43.5、45.5-47、47.2-50.2 50.4-52.6、66-76、81-86

資料來源：ITU-R,“Provisional Final Acts WRC-15”,2015.11.2-27，本計畫製作

綜整本次 WRC-15 會議結論，Sub-700MHz、L-Band、C-Band 皆有新的頻段開放可作 IMT 使用，因此也列入我國頻譜計畫中程釋出可能的頻段，除須對外積極觀察國際發展，也可考量國內各項背景因素，評估導入可行性、規劃方式；另 5G 候選頻段部分，短期尚無應用可能，主要以各種技術實驗為此階段重點，各頻段發展概要可參照下圖整理。

	頻段過去使用情形	國際發展趨勢	WRC-15決議
Sub-700	多作為廣播、電視用途	美國最積極，希望透過Incentive Auction將頻譜收回作IMT使用	470-694MHz，Region 1維持原廣播用途；Region 2、3依國情規劃
L-Band	廣播為主要用途，部分國家(如:美國)作為航太通訊使用	2015 ECC已決定將轉作無線寬頻下鍊使用(SDL)	1427-1452、1452-1492、1492-1518MHz，全區幾乎都開放可作IMT
C-Band	亞洲國家此段頻譜上多有衛星系統通訊；美國有海軍專用電信	美國規劃以共享開放；歐盟規劃為TDD；亞洲以佈建Small Cell為發展方向	討論最多的3.4~3.6GHz已全區開放；3.6~3.8GHz僅部分開放
EHF (5G)	衛星系統通訊	因5G需連續大頻段，各國積極研究於EHF發展5G可能	提出多個候選頻段，預計於WRC-19再作討論

圖 45 我國中長期頻段近期發展彙整

資料來源：FCC、ECC 公開資料、Provisional Final Acts WRC-15，本計畫製作

（6）WRC-19 預定議程

本次會議也就下屆 WRC-19 議程進行討論，因本屆已就 4G 可能使用之頻譜進行討論並決議，可預期下屆難再有 IMT 頻譜新增，而多就現有候選頻段的應用、和諧方式進行進一步的討論及規範。隨著 5G 的蓬勃發展，可預期下屆 WRC-19 會議時，5G 頻段會成為各界攻防重點，WRC-19 與 IMT 相關之議程，整理於下表。

表 23 WRC-19 IMT 相關議程

議程項次	討論主題	討論內容
1.11	鐵路無線電通信系統的全球或區域性統一頻段	隨控制系統的演進，無線傳輸技術也應提升，以提高運輸效率及行駛安全性。國際和諧的頻譜使用有助於規模效益的提升、及既有兼容性研究的使用。於WRC-19前，研究於既有移動通訊中建立全球/區域和諧鐵路無線電頻譜的可能。
1.12	5.8GHz作為全球/區域 ITS 使用	討論是否有可能建立ITS 全球或區域和諧之頻段，目前每個區域中皆有國家將5725-5825頻段設為ISM頻段。
1.13	5G使用頻段	探討未來可能作為IMT使用之頻段，包含於WRC-15決議優先作5G使用可能之頻段。

資料來源：ITU-R,“Provisional Final Acts WRC-15”,2015.11，本計畫製作

根據 WRC-15 決議，下面小節中，將針對 Sub-700MHz、L-Band、C-Band、5G 頻段各國發展情形、我國應用可能，進行進一步的探討。

（二）Sub-700MHz頻段

近年來因傳播技術之演進，國際上許多國家陸續將類比訊號轉換為數位訊號，因此於數位轉換後能更有效率地使用頻譜，使得有更多頻譜空間得以進行其他服務應用。其中，對於470-698MHz 頻段最為積極的是美國;其他國家多以保留給廣播電視業務使用為主，如下表所示。

表 24 國際上主要國家對 470-698MHz 頻段之動向

國家	動向
美國	• 以 Incentive Auction 方式,2015 年秋天開放申請,2016 年競標。 • 預計將從廣播業者處收回 42~144MHz 頻寬，重整為 2×5MHz 單位後拍賣予行動通訊業者。
英國	• Ofcom 表示因考慮地面數位電視(DTT)、PMSE 業務需求，傾向反對將 470-694/498MHz 列入行動寬頻業務之候補頻段。
日本	• 目前此頻段於日本為地面數位電視(DTT)用途，對此頻段之決議國家內部仍在探討。
澳洲	• 目前此頻段之部分是用於數位電視用途。 • 現階段沒有打算將此頻段作為行動寬頻或其他 IMT 用途。
中國	• 中國的 470-790MHz 頻段目前作為電視廣播，及少部分之微波近場通訊使用，並無釋出作為行動通信使用。 • 該頻段中電視頻道單位頻寬為 8MHz。
香港	• 香港的 470-806MHz 目前依然作為電視廣播使用，電視頻道單位頻寬為 8MHz；其中 585-610MHz 作為無線電導航使用。 • 在該地區 2015-2017 年頻率計畫中，並無釋出作為行動通信用途之規劃。
新加坡	• 主要考量是基於國際間通用的系統頻譜配置狀況，目前 494-798MHz 分配予電視廣播。

資料來源：FCC、APT 等，本計畫製作

（1） 美國規劃動向

最早受到重視的數位紅利頻段是美國的 700MHz 頻段與 800MHz 頻段。近來 470-698MHz 亦開始在美國提出來作為下一段數位紅利之討論。2010 年 3 月 FCC 提出「National Broadband Plan」，其中提出將透過拍賣釋出 600MHz 頻段之原電視廣播 120MHz 左右頻寬供無線寬頻用途使用，

有鑑於廣播頻段使用價值逐漸低於行動寬頻使用價值，FCC 在 2010 年「National Broadband Plan」中提出世界首例"incentive auction"概念，藉由給予電視廣播持照者一定比例拍賣金作為回收前提，再將回收頻譜再次拍賣給其他行動寬頻業者，達到頻譜資源有效利用與刺激美國經濟發展。

"incentive auction"主要由兩個獨立但又相互依存的拍賣組成，分別是 "reverse auction" 與 "forward auction"。 "reverse auction" 為決定電信廣播業者放棄頻譜使用權可得金額；"forward auction" 為確定出價之無線寬頻業者願意付的頻譜使用權之金額。 "incentive auction" 鎖定 470-698MHz 區域之頻段，對既有電視廣播業者以利益交換進行自發性頻譜執照繳回方式，回收之頻譜則規劃重新配置於698MHz往下之Y頻寬與608MHz往下之X頻寬，其中 Y 頻寬規劃作為上行使用，X 頻寬則作為下行使用。

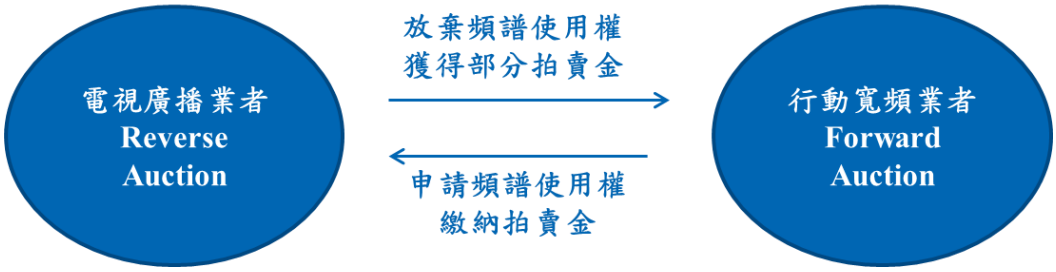


圖 46 Incentive Auction 概念

資料來源：FCC，本計畫製作

FCC 不限制既有業者一定要繳回頻譜，因此回收後可重新發放的頻譜涵蓋地理區域可大可小，全視業者自行評估是否要競標該頻譜，FCC 認為這樣的自由度較高較可靈活運用，並不打算規劃所有地理區域在某頻段全部清空作為單種技術使用。

另外，Ch37 (608-614MHz) 作為天文觀測與遠距醫療使用，不在拍賣中釋出。

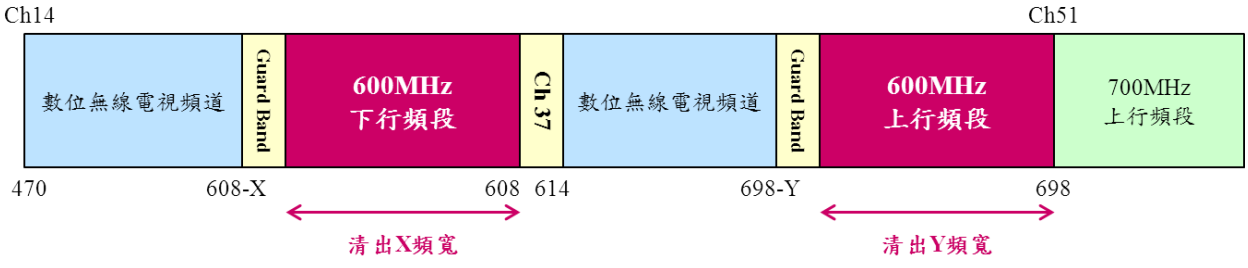


圖 47 Incentive Auction 預計清出之頻段

資料來源：FCC，本計畫製作

回收後可重新發放之頻譜，FCC 會先經過 repack 再進行發放，目前規劃將下行頻段頻寬固定，上行頻段則視不同地理區域頻寬有所不同，來因應回收頻譜不確定前提下，較具彈性之頻譜規劃方式。

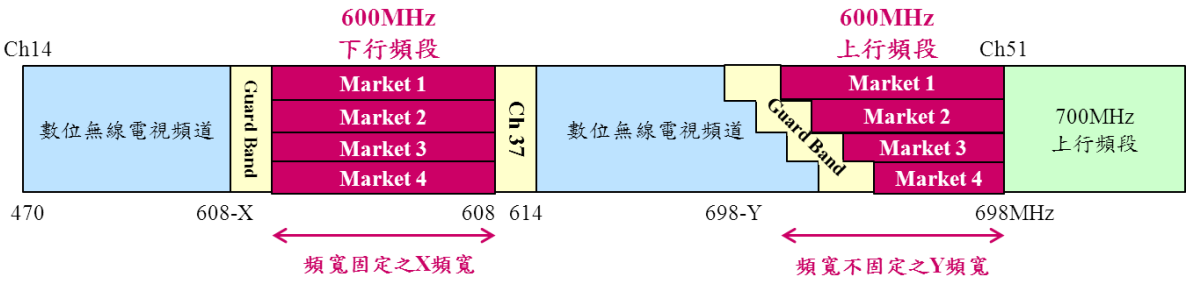


圖 48 Incentive Auction 規劃頻段上下行分配方式

資料來源：FCC，本計畫製作

美國 FCC 於 2012 年 10 月公告 600MHz 之“incentive auction”拍賣規則與準備流程草案，欲拍出 470-698MHz 區域之部分頻段，最初預計 2014 年 6 月可以完成拍賣。不過有鑑於美國 FCC 提出之 “incentive auction” 拍賣概念為世界首例，於 2013 年底時即因為拍賣程序規劃、相關政策制定及拍賣軟體之測試需要更足夠的時間，進行了首次的拍賣時程延後，由原先 2014 年 6 月之時程延至 2015 年年中。

然而，至 2014 年又進行第二次之延展，因拍賣流程尚未被各方接納，以及全美廣播事業者聯盟 (National Association of Broadcasters，NAB) 對於此次拍賣的法律疑慮，尚需些許時間與程序上之處理，將拍賣再度延至 2016 年年初。

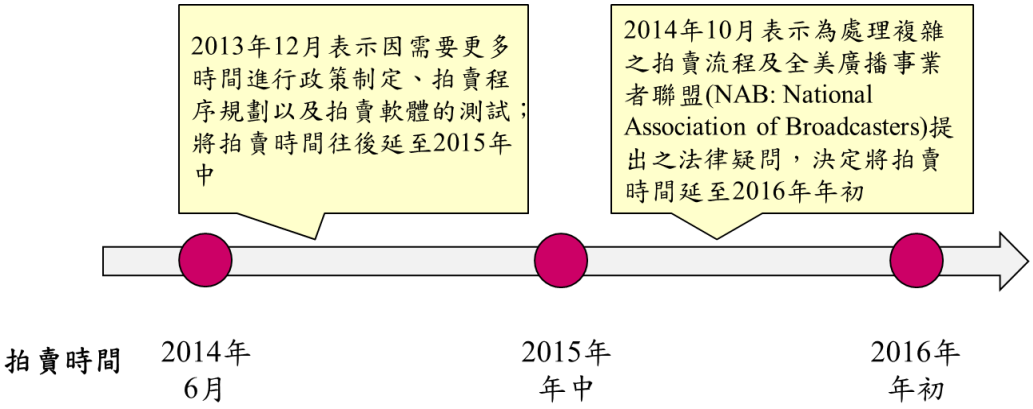


圖 49 美國 600MHz Incentive Auction 時程變動說明

資料來源：FCC、相關公開資訊，本計畫製作

根據美國 FCC 目前之規劃，Incentive Auction 之 Reverse Auction 與 Forward Auction 兩部分的競標均為自願申請制，申請將於 2015 年秋天截止。並且在實際競標時 Forward Auction 的標金需大於 Reverse Auction 拍賣始成立，因此現階段將不會知道會有多少廣播用頻段被釋出轉為行動通訊用。目前 FCC 預設可能收回 42~144MHz 頻寬的 11 種情境，如下圖所示。

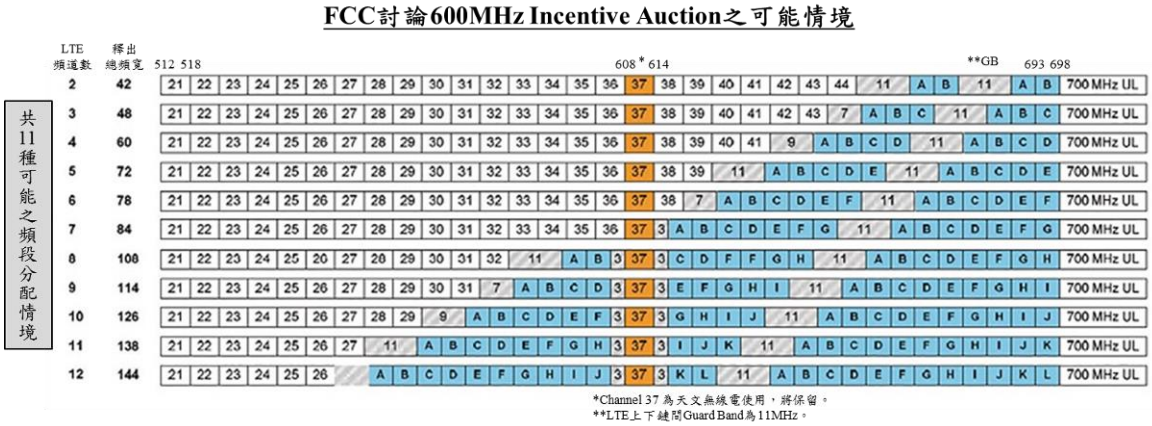


圖 50 美國 600MHz Incentive Auction 之可能情境

資料來源：FCC，研究團隊製作

雖然現階段不確定會有多少頻寬被收回重新釋出，但 FCC 明確表示在拍賣過程中，會將原廣電用的頻道 6MHz 單位，重整為 2×5MHz 單位做為 LTE 用。並計畫預留最多 30MHz 的頻寬給予較少低頻段權利的業者進行競標。針對美國之此議題，研究團隊將會持續關注其發展，尋找未來可作為我國頻率規劃參考之處。

（2） 歐盟規劃動向

2014 年 9 月公開的 Lamy Report 中提出歐盟對於 Sub-700MHz 規劃之建議。因應既有使用者的使用年限，建議應建立穩定一致的規範，確保 470-694MHz 上既有使用者（尤其是廣播業者）至 2030 年之使用。因此，於 WRC-15 時，歐洲應該拒絕在 470-694MHz 頻段上列入 IMT 為主要用途。但是，可在確保廣播業者權益之下，亦建議可考慮導入較有彈性之技術，如僅有下行之行動寬頻使用。

得到 Lamy Report 之建議後，歐盟便針對報告內的內容進行公眾諮詢，並於 2015 年 6 月 10 日公布徵詢結果。大多數意見表示為完善 UHF 頻段之應用，應該於 2025 年完成廣播產業與無線寬頻產業發展之探討。其中針對 470-694MHz 頻段，文化創意產業主張數位地面數位電視(DTT)使用權至 2030 年，應該將討論期限設於 2030 年或 2030 年之後。但電信營運商建議應及早進行探討。然而，針對彈性下行的使用方式，多數意見表示不贊成，主要是因為擔心與廣播業務之衝突，或認為僅限制下行不妥。

綜合各界看法，歐盟對於 Sub-700MHz 頻段的態度仍以尊重文創產業使用權為主，認為沒有於現階段列入作為 IMT 用途的必要性。不過此決議便馬上引來 GSMA 之關注，並於公眾諮詢結果發布之隔天表達見解。認為歐盟應加速針對 470-694MHz 頻段之重新檢視，且完成之時間點應落在 WRC-15~WRC-19 會議之間。並建議應該保留彈性之規範，讓各國可以視國內行動網路需求自行調整。

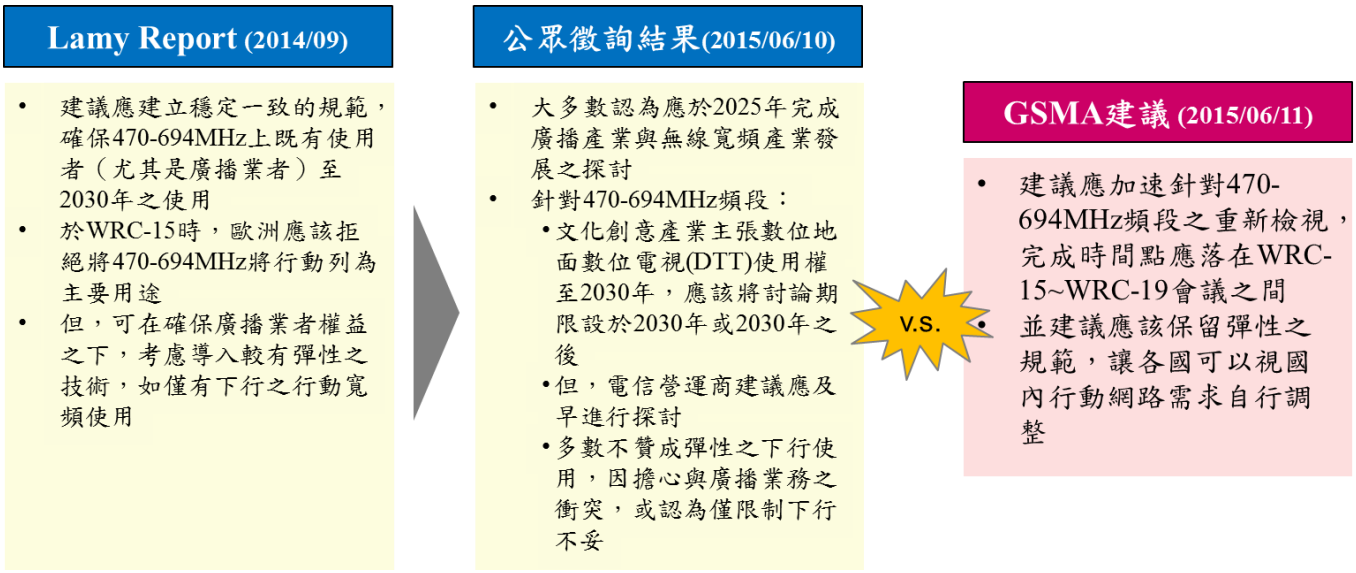


圖 51 歐盟對 470-694MHz 使用看法與 GSMA 相歧

資料來源：FCC，研究團隊製作

（3） 亞太地區規劃動向

亞太地區亦針對 WRC-15 會議中要探討的 470-698MHz 於會前進行討論。根據 APT 的會議報告，亞太地區中尚未有國家對此頻段之 IMT 使用明確表示贊同。因應 470-698MHz 頻段目前仍作為廣播用途，泰國、馬來西亞、越南及伊朗表示反對列入 IMT 用途，詳細資訊整理如下表。

表 25 亞太地區國家對 470-698MHz 頻段之態度

對 470-694/698MHz 成為候選頻段之看法			
反對		中立	
泰國	表態希望不要把 470-694/698MHz 頻段列為候選頻段，建議利用 Method A (NOC)之方式處理該頻段	日本	目前此頻段於日本為地面數位電視(DTT)用途，對此頻段之決議國家內部仍在探討
馬來西亞	470-694/698MHz 於馬來西亞用於電視廣播用途	澳洲	沒有打算將此頻段作為行動寬頻或其他 IMT 用途；目前此頻段之部分是用於數位電視用途
越南	不支持	紐西蘭	支持 Method A (NOC)中的選項 3：於第 3 區域不改變頻段之定位； 對此頻段之沒有期待其被列為 IMT 用途，但也不反對其他主管機關這麼做
伊朗	低於 698MHz 之 UHF 廣播頻段(470-698MHz)應排除在 IMT 用途外	巴基斯坦	將在未來再明確此頻段之定位

資料來源：APT 會議記錄，本計畫製作

（三）L-Band

L-Band近年來以歐盟最為積極在推廣。最早從2002年與2003年開始將 1452-1492MHz 頻段規劃做為數位聲音廣播用途(Digital Audio Broadcasting, DAB)。但是因為僅有少數國家採取此規劃方式，變相成為統一未使用的頻段。至 2010 年的 ECC Report 188 開始將 1452-1492MHz 列入行動寬頻／行動補充下鏈用途討論。再經過數年之試驗與討論，2013 年 11 月 ECC Decision 公布統一將 1452-1492MHz 作為補充下鏈(Supplemental Downlink, SDL)用途使用。並且已於 2014 年正式公告相關規劃與配套，表明此頻段將用於無線行動寬頻且僅能用於下鏈，同時定義 5MHz 為其最小頻寬，但仍保留各國保障既有 DAB 用途之權利。

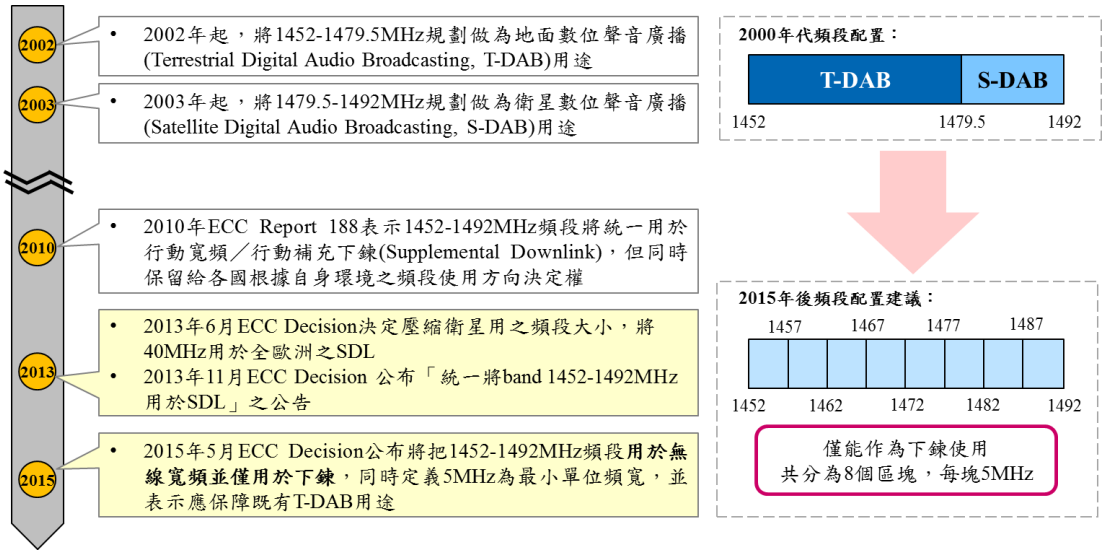


圖 52 歐盟對於 L-Band 規劃之動向

資料來源：ECC，研究團隊製作

另一方面，歐盟亦持續將 1452-1492MHz 頻段之規劃方式帶向國際組織內討論。於 WRC-12 時便對此頻段進行討論，當時決議將該頻段以行動、固定、廣播業務作為主要及次要用途，同時亦認可此頻段擁有潛力成為國際接軌的行動寬頻用頻段。爾後，歐盟持續提案，於 2013 年 6 月 3GPP RAN 認可此頻段之應用，並且於 2014 年 6 月將此頻段列入 3GPP 的頻段定義，定義為 Band 32。隨著國際組織對 L-Band 之討論逐漸熱絡，於 2015 年之 WRC-15 將再次針對此頻段作為 IMT 用途進行進一步地探討。

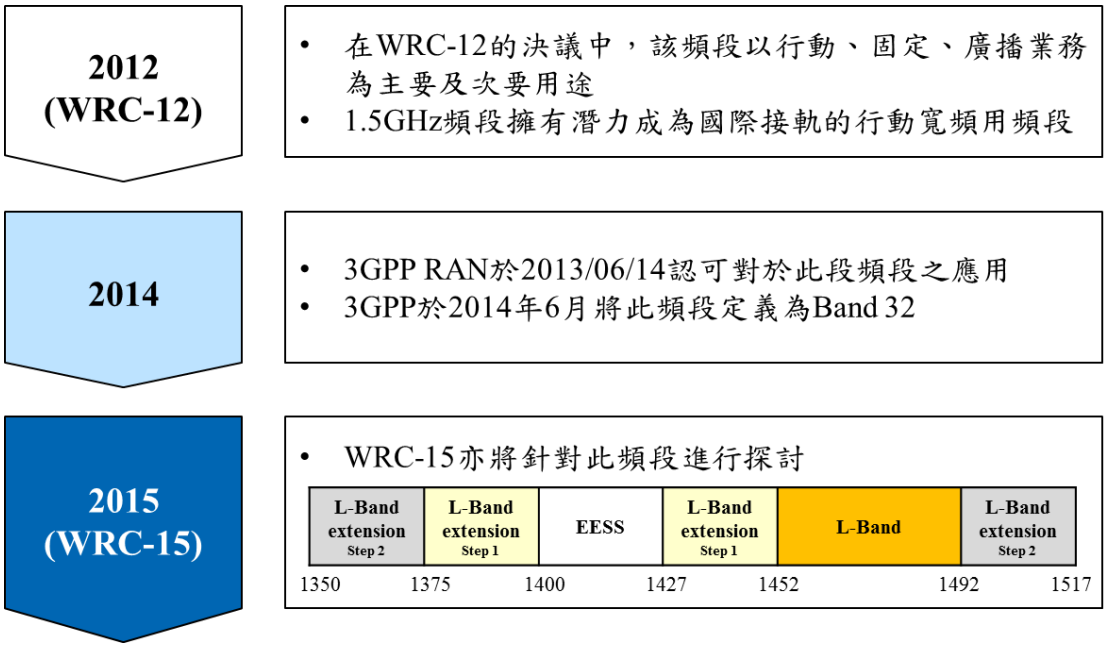


圖 53 國際組織對於 L-Band 規劃之動向

資料來源：3GPP、ITU，研究團隊製作

在歐盟對此頻段之規劃愈來愈明確之狀況下，歐洲的國家亦有實際較多的動向，以下說明英國及義大利的近來動向。

英國於 2008 年便將 1452-1492MHz 以技術中立方式釋出，當時由 Qualcomm 於拍賣中花費約 1600 萬 USD 獲得英國全區之 40MHz 頻段。該時希望標得業者可以用於創新與新商業模型之發展，亦看好 Qualcomm 將在美國發展較成熟的行動電視服務「Media Flo」導入英國提供服務開創新的商業模式。不過事與願違，Qualcomm 並未成功在此頻段上創造新的商業模式與服務型態。

2014 年時，Ofcom 接收到歐盟對 L-Band 的規劃態度，因此，Ofcom 提出將此頻段規劃用於 SDL 之看法，並且進行公開諮詢。然而，隨著歐盟決議將此頻段作為 SDL 用途，Qualcomm 於 2015 年 6 月決定交易此頻段。並於 8 月明確由 Vodafone UK 與 Hutchinson 3G UK 分別購入 20MHz 之頻段。最終於同年度 9 月 23 日 Ofcom 核准由兩家業者各取得 20MHz，如下圖所示。

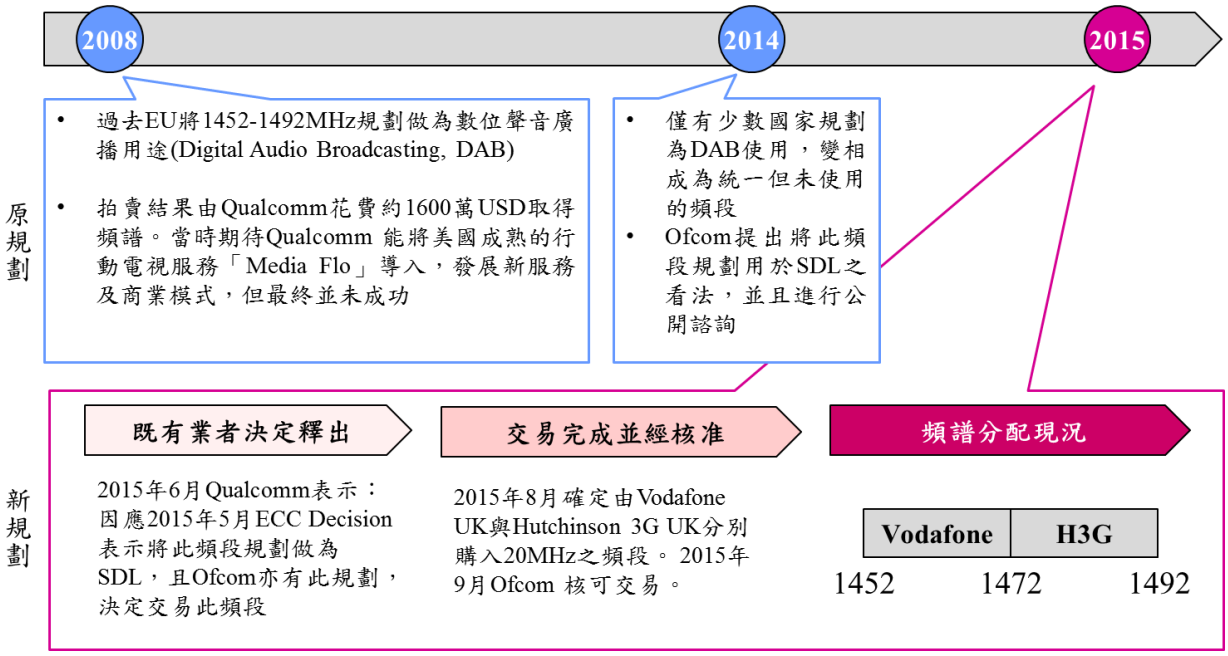


圖 54 英國 L-Band 近來動向

資料來源：Ofcom、Qualcomm，研究團隊製作

於義大利 1452-1492MHz 頻段原先亦是保留給 DAB 用途，但是大多數都尚未被使用；因此，2014 年 10 月，義大利循著 ECC Decision 之規劃方向，提出將此頻段作為無線行動寬頻用途釋出。於義大利通訊管理單位 Agcom 之核准後，2015 年 9 月，義大利經濟發展部完成 1452MHz-1492MHz 頻段之拍賣，分別由 TIM 與 Vodafone 各獲得 20MHz 之頻段。

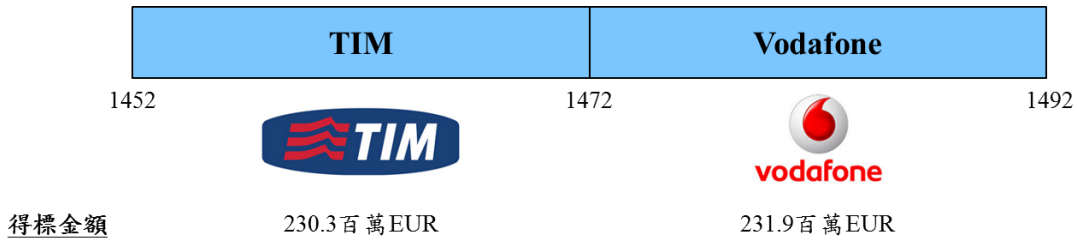


圖 55 義大利 L-Band 釋出結果

資料來源：Agcom，研究團隊製作

雖各區域與各國際組織紛紛對 1452-1492MHz 頻段提出個別之看法及支持之頻段(整理於下圖)，但最終 WRC-15 會議對於 L-Band 之決議幾乎為全數開放作 IMT 使用，僅 Region 1 之 1452-1492MHz 頻段採部分國家開放方式決議。

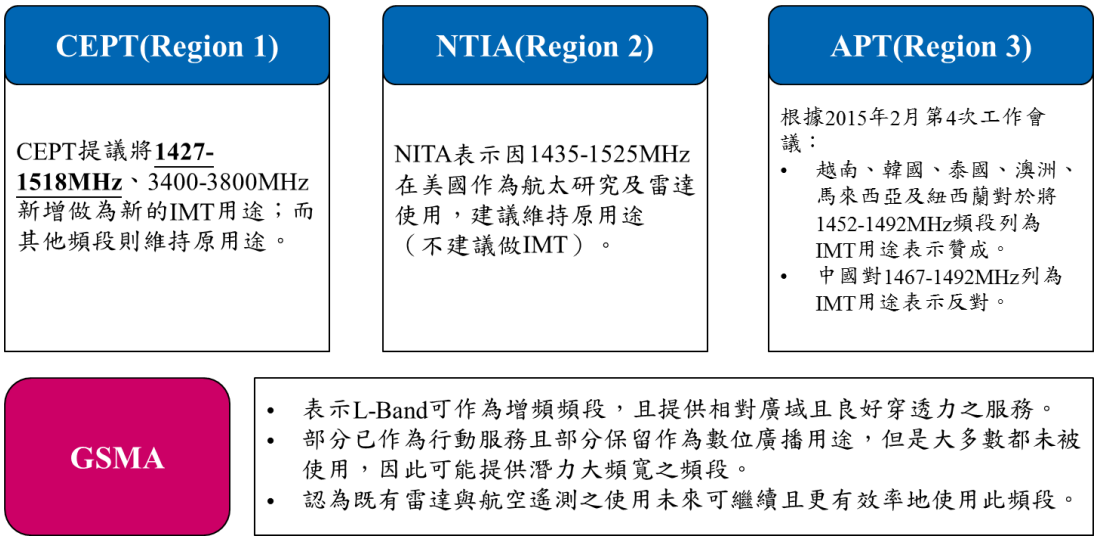


圖 56 各 Region 對於 L-Band(1452-1492MHz)之建議

資料來源：CEPT、NTIA、APT、GSMA，本計畫製作

（四）C-Band

在 C-Band (3.4-4.2GHz)中，3.4-3.6GHz 是國際間最為熱烈討論的頻段。根據 3GPP 之定義上，目前 3.4-3.6GHz 有 TDD 與 FDD 兩種標準：TDD (Band 42) 在 3410-3600MHz 有 190MHz，3400-3410MHz 保留 10MHz Guard Band。FDD (Band 22) 保留左右 10MHz Guard Band 與中間的 gap，規劃 80MHz ×2 (3410-3490 / 3510-3590MHz)。目前於此頻段上有設備並有商轉規劃或實際經驗的以 Band 42 為主。目前利用 Band 42 規劃商轉之網路有 11 個，商轉國家包含加拿大、西班牙、英國等；而 Band 22 目前尚未有相關設備支援。

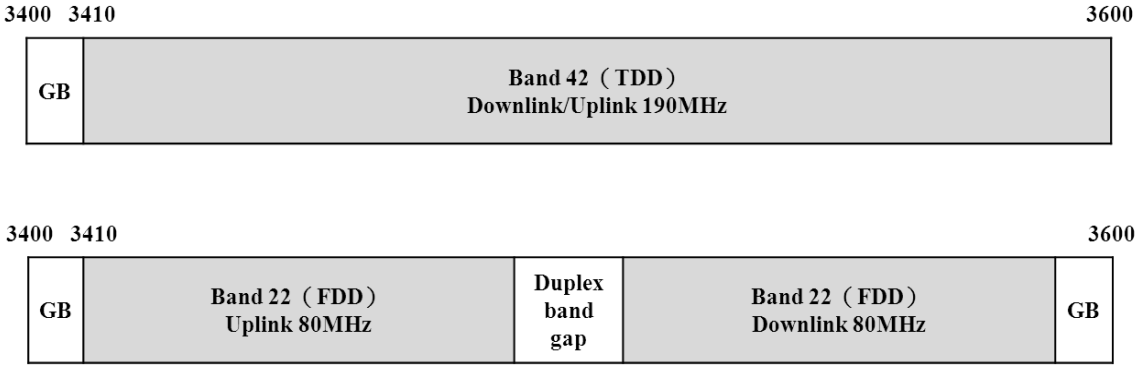


圖 57 3.4-3.6GHz TDD/FDD 國際標準

資料來源：華為，本計畫製作

3.5GHz 頻段於國際上各區域都已有熱烈之討論，包含北美的美國與加拿大規劃用於行動寬頻，歐洲因為在此頻段沒有衛星系統，因此積極討論3.5GHz的使用；亞洲各國因為頻譜資源的窘迫，即使有既有的衛星系統仍積極研究3.5GHz未來供行動寬頻之用，如下表整理。

表 26 3.5GHz 頻段國際規劃使用狀況

區域	規劃現狀	個別國家商轉彙整
北美	美國預計開放 3550~3650MHz 供 IMT 用途使用	-
	加拿大在 3.5GHz 規劃 150MHz 供行動寬頻用途	ABC Communication、Bell Mobility、CCI Wireless、Telus、Xplomet 於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務（Band 42）
亞洲	中國計畫在 3.4-3.6GHz 導入 small cell，正在研究如何與衛星系統共存，並進行 LTE-Advanced 之試驗	-
	日本總務省於 2014 年釋出 3.5GHz	-
	澳洲主管機關 ACMA 計畫釋出更多頻譜，其中，3.4-3.6GHz 的釋出優先度由次要轉為主要	-
		菲律賓 PLDT 於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務（Band 42）
		巴林 Menatelecom 於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務（Band 42）
		沙烏地阿拉伯計畫於 3.5GHz 推出 LTE

		TDD 服務
歐洲	建議主要以 TDD 方式規劃，但根據各國之實際狀況，仍保留尊重選擇 FDD 之規劃可能性	英國 UK Broadband 於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務（Band 42 與 43）
		比利時 Blite telecom BVBA 於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務（Band 42） 日前預期再釋出四段共 2×45MHz
		西班牙 Neo-sky 於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務（Band 42）
		義大利 Linkem 於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務（Band 42）
		法國、德國、愛爾蘭、亞塞拜然、克羅埃西亞、蒙特內哥羅、俄羅斯、波蘭、黑山共和國皆預計於 3.5GHz 推出 LTE TDD 服務

資料來源：GSA、FCC、總務省等相關公開資料，本計畫製作

（1） 美國 3.4-3.6GHz 頻譜規劃

美國 3.5GHz 係供軍事雷達使用，FCC 將 3.5GHz 的 100MHz 列在候補頻段中，聯邦政府預計開放 3550-3650MHz 供行動寬頻使用。美國 FCC 於 2014 年進一步針對 Citizens Broadband Radio Service 提出新的提案公告，並進行意見徵詢。

Citizens Broadband Radio Service 將利用共享機制讓頻段被用於消費者用途、Small Cell 布建、固網/行動寬頻服務或其他服務。其中表示預計將原先規劃的 3550-3650MHz，再加入 3650-3700MHz，共規劃 150MHz 之頻寬。3400-3550MHz 的規劃則需要等到 3550-3650MHz 釋出後再開始討論。

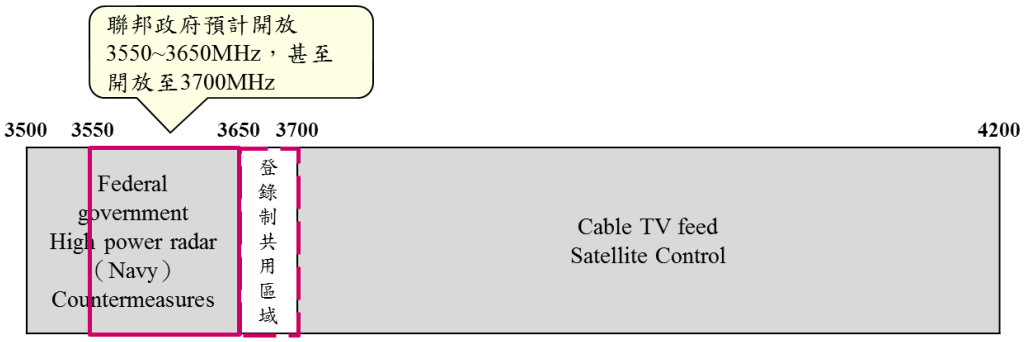


圖 58 美國 3.5GHz 頻譜規劃

資料來源：Nokia Siemens network，FCC,“FCC 15-47”,2015.04.21 等相關公開資料，本計畫製作

（2） 英國 3.4-3.6GHz 頻譜規劃

根據 2013 年 11 月 CEPT ECC 的會議結論： 3.4-3.6GHz 偏向以 TDD 規劃，但保留會員國為提供更有效率的頻譜運用、保護既有用戶、避免干擾、與非 EU 國家合作等原因，可使用 FDD 規劃之權利。

英國 Ofcom 規劃 3410-3480MHz 與 3500-3580MHz（150MHz）與 2.3GHz 中的 40MHz，於 2016 年初以技術中立的原則釋出拍賣，另本段因現仍有政府用途使用中，因此執照擬採非專屬獨佔的方式釋出，並先說明得標業者未來需在政策要求下，配合頻譜共享機制的實施。

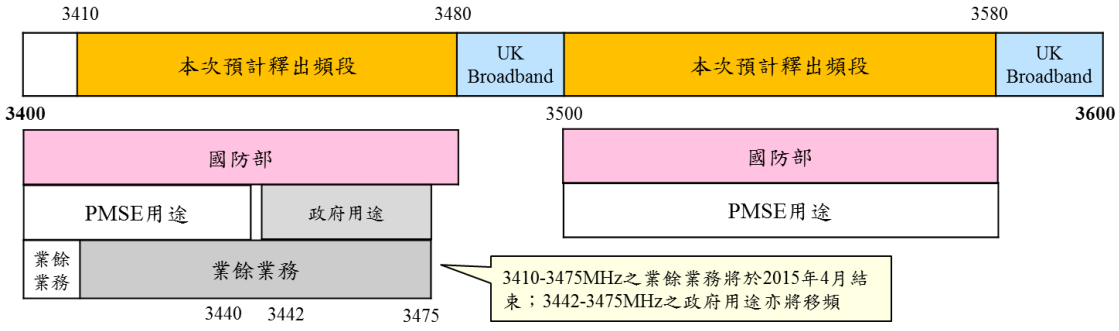


圖 59 英國 3.5GHz 頻譜規劃

資料來源：Ofcom, “2.3 and 3.4 GHz spectrum award: Consultation on a 3.4 GHz band plan, varying UK Broadband Limited’s licence and a call for inputs on other aspects of the award”，本計畫製作

繼 CEPT 決議利用 Licensed Shared Access (LSA) 方式開放 2300-2400MHz 之移動/固定通訊網路之使用。於 2014 年 2 月公告 ECC Report 205 說明 LSA 相關規範，針對頻段上既有使用者並非於全地域使用全部頻段，為提高頻譜使用效率且補足行動寬頻頻率需求，建議可利用 LSA 方式釋出特定時間、特定地區與特定頻段之執照，提供其他補充頻段於行動寬頻用途。均奠定歐洲國家於使用 2.3GHz 或 3.5GHz 此類擁有既有用戶之頻段之頻譜共享之相關制度與規範。

（3） 亞洲國家 3.4-4.2GHz 頻譜規劃

亞洲 3.4-4.2GHz 有衛星系統存在，但日本、中國與澳洲仍計畫使用此頻段。目前日本與中國正在檢討如何克服衛星干擾問題。中國更計畫在 3.4-3.6GHz 導入 small cell。而中國自 2010 年底起開始檢討 3.5GHz 作為 traffic offload 的方向，2011 年已確認理論上 IMT 系統在 3.4-3.6GHz 可以與 FSS 衛星共存，2012 年起進行實驗。2013 年中國政府表明將積極考慮 3.5GHz 用於 TDD 技術之發展。2015 年 1 月發布愛立信與中國移動成功完成室內與室外的 3.5GHz 頻段 LTE-Advanced TDD 實驗，除了測試單一頻段之使用狀況外，亦進行與 2.6GHz 頻段之 CA 測試。

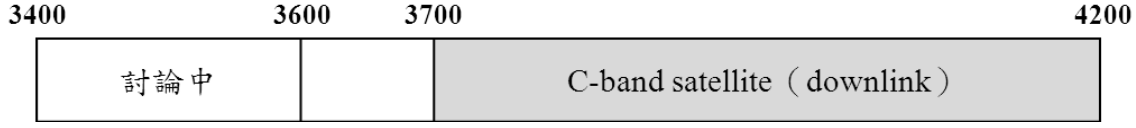


圖 60 中國 3.4-4.2GHz 使用狀況

資料來源：華為，本計畫製作

另外，日本方面，總務省已於 2014 年釋出 3.5GHz，釋出結果如下圖。得標各家業者計畫導入 LTE- Advanced。NTT DoCoMo 計畫於東京銀座進行 3480-3560MHz(4×20MHz) 之頻段 LTE-Advanced 試驗導入。

	docomo	KDDI	SoftBank
預計服務開始日期	2016年10月	2016年6月	2016年12月
LTE-A (1 Gbps) 預計商轉日期	2017年3月	尚未公布	2018年3月
設備投資金額	1,821億日円	1,676億日円	787億日円

圖 61 日本 3.5GHz 拍賣結果

資料來源：總務省、NTT DoCoMo、KDDI、Softbank 等相關公開資料，NRI 製作

接下來各業者便須遵守總務省於規劃頻段釋出時提出之時程規範：

■ 取得頻譜後第 4 年度年末以前，在各總合通信局之管轄區域內人口覆蓋率需達 50%。

■ 取得頻譜後第 2 年度年末以前，須在各特定大流量區域商轉 LTE-A 服務。

■ 在所有的都道府県都要開啟服務（服務需涵蓋日本全域）。

而取得頻段之業者 NTT DoCoMo 於 2015 年 2 月，說明將利用 2014 年 12 月獲得之 3.5GHz 頻段與既有的頻段進行 CA，以提供更高速之通訊服務。預計透過 3.5GHz 頻段之特性，在傳輸量特別高的地點，如：車站等地，布建 Small Cell 提升效率。目前規劃於 2015 年末開始運行，2016 年中正式商用化。

日本此段因與衛星通訊頻譜重疊，詳見下圖，因此也會可能有干擾的情形發生，於頻譜釋出前，日本政府進行一連串的試驗，除想確認干擾情形的嚴重程度外，也希望能提前就各種可行的方案進行測試，以降低釋出後干擾的情形，測試結果可參考下圖，日本根據結果認為預留 Guard Band、將 Small Cell 基地台降低天線功率/高度/設立於室內、一般基地台調整方向或天線角度，都為可能減緩干擾方案。在釋放頻譜前，也公布相關規定，得標業者須提出衛星通信業務干擾之對策計畫，在服務開設的同時也須召知該頻段會有衛星干擾之情形，並需與其他使用該頻段知業者共同開設對應諮詢窗口，以期能降低對行動通訊、衛星通訊雙方的影響。

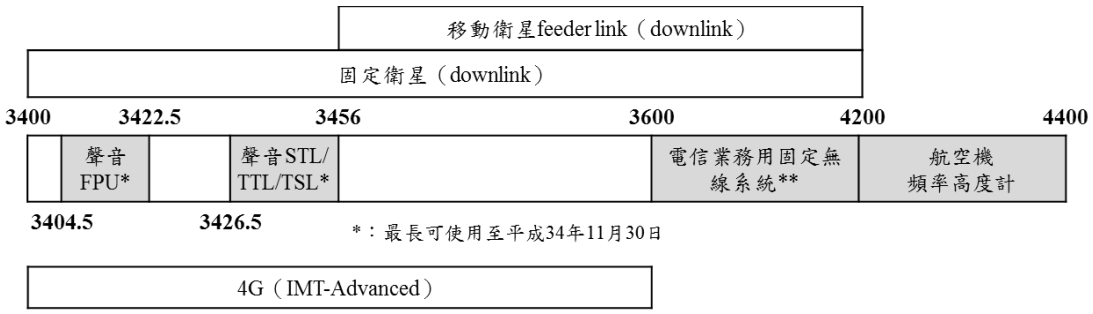


圖 62 日本 3.4-4.2GHz 使用狀況

資料來源：總務省，本計畫製作

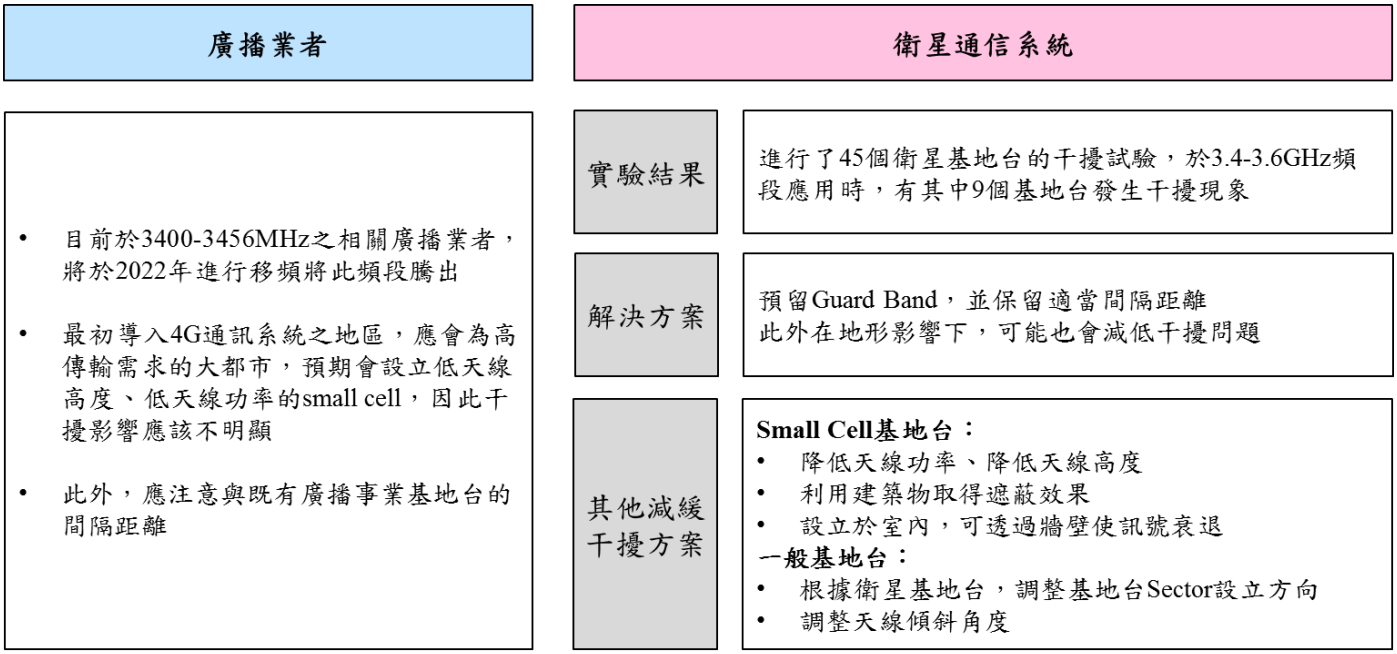


圖 63 日本 C-Band 干擾測試結果

資料來源：總務省平成 25 年度情報通信審查會情報通信技術分科會「攜帶電話等高度化委員會報告」等相關公開資料，NRI 製作

目前我國於 3.5GHz 頻段上有既有提供衛星中繼節目業務與衛星廣播電視節目供應者業務之下鏈的中新二號人造衛星，後續若要進行釋出，勢必需先進行相關配套規劃、及我國 3.5GHz 頻段上利用頻譜動態共享（如：美國與英國）或靜態共享（如：日本）之必要性的探討。

（五）5G頻段發展趨勢

雖然 LTE 和 LTE-Advanced 等 4G 技術才正在各國中廣泛部署中，次世代行動通訊的 5G 標準制定工作與相關研究已然展開；ITU-R 在 2012 年開啟了建立“IMT for 2020 and beyond”專案，成立 WP5D 工作小組，設定 5G 研究活動之階段與進程時間軸，預計在 2105 年完成 5G 願景，作為探討 5G 額外頻段的 WRC-15 會議議程參考。

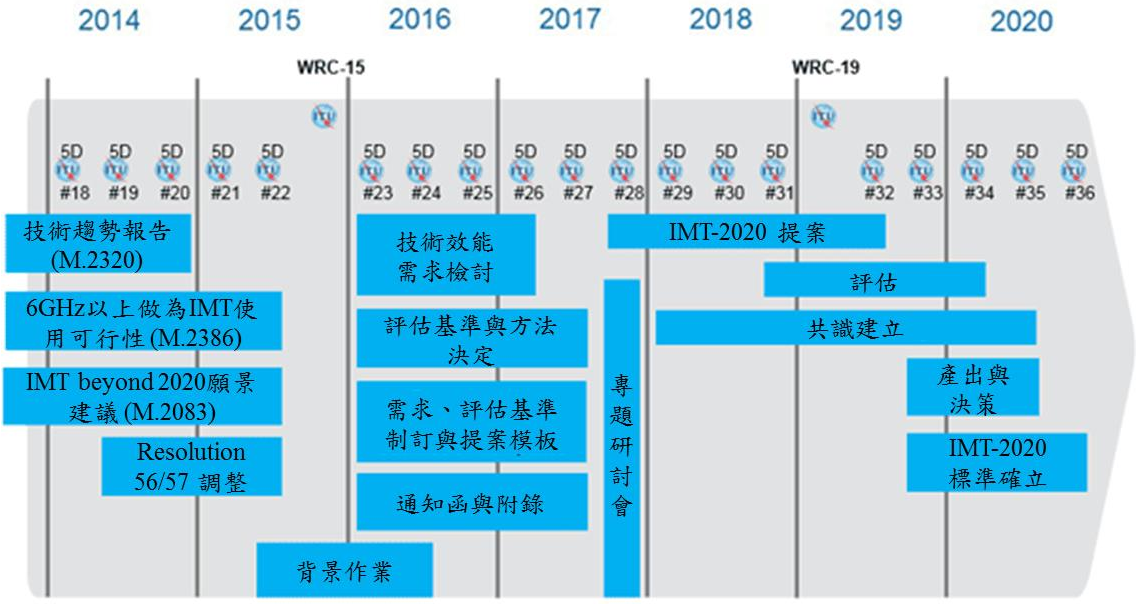


圖 64 ITU-R 之 5G 進程時間軸

資料來源：ITU towards “IMT for 2020 and beyond”, ，本計畫製作

除 ITU 正式制定工作小組 WP5D 進行規劃外，歐盟、南韓、日本、英國、中國等國家均開始推動 5G 相關計畫。國際間各行動通訊相關組織、各設備供應商等紛紛提出對於 5G 的願景，並成立技術聯盟等，進行對 5G 技術以及在各類頻段上導入之研究；繼 ITU 預計 2019 年正式訂定 5G 標準後，各單位主要都設定以 2020 年做為 5G 元年。

5G 目前未有統一定義，但傳輸速率的大幅提升、延遲時間的降低、承載的裝置與流量的增加、設備耗電量與價格降低等為重要的共同指標；面對這些規格需求，在於技術內容的共識上，一般相信 5G 技術將以 Multi-MIMO、數據信號 (data signal) 與控制信號 (control signal) 分離、彈性頻譜使用與異質網路、設備間直接傳輸等為未來 5G 通訊之可能姿態。

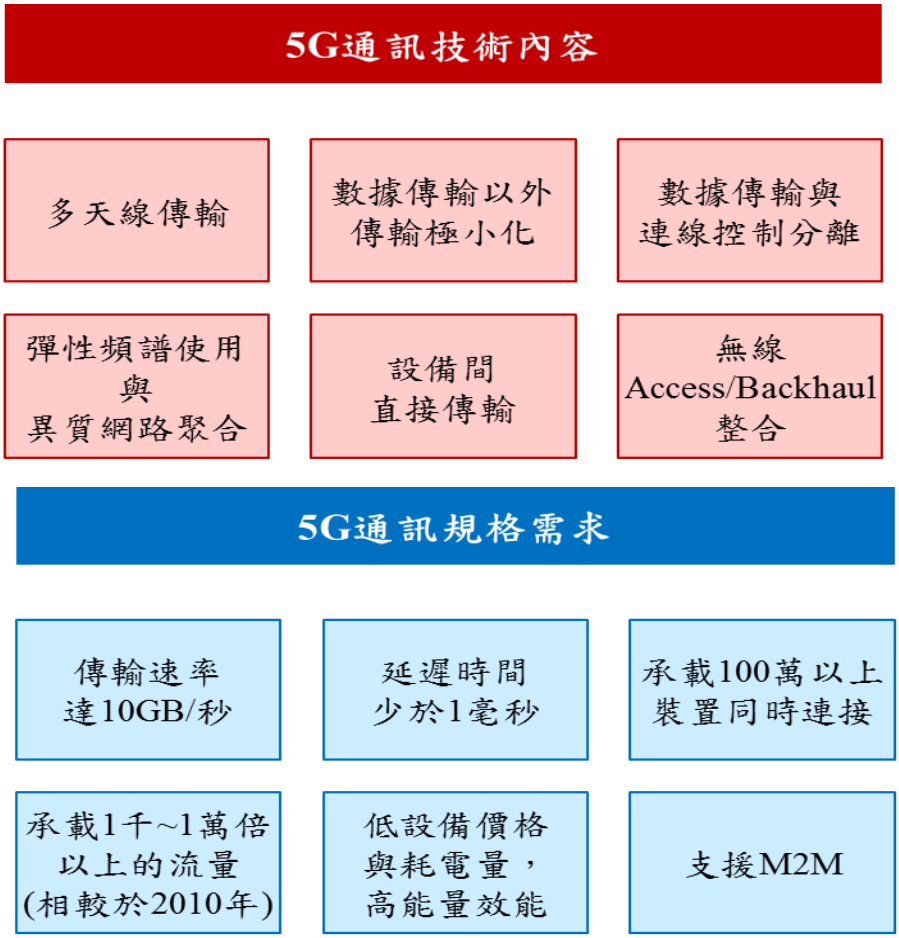


圖 65 5G 通訊之技術內容與規格需求

資料來源：Ericsson “5G radio access”, 2015.02，本計畫製作

針對 5G 技術可能使用的頻段，ITU 於 2015 年之 WRC-15 會議中，針對各會員國家團體共同收斂出今後候選的目標頻段進行探討，並於 2019 年的 WRC-19 決議。5G 技術由於其大的承載量，加以低頻部分之頻段均已處於完全運用的壅塞狀態，目前一般相信 5G 技術將有能力使用 6GHz 以上的高頻率頻段，配合密布的 small cell 進行網路的佈署。而現階段 5G 先驅各國的主管機關則已開始主導進行研究或採納業者之提案，制定特定部分頻段作為 5G IMT 候選頻段，進行進一步的導入可能性研究及測試。

美國 FCC 在 2015 年通過提案並提出法規命令訂定通知，擬將 28GHz (7.5-28.35GHz)、37GHz (37-38.6GHz)、39GHz (38.6-40GHz)和 64-71GHz 四個高頻頻段作為新興行動技術如 IoT、M2M、5G 次世代行動通訊等用途，並積極制定使用規範。其中 28GHz、39GHz 頻段考慮將以執照方式釋出，以 Small Cell 為網路架設骨幹，並討論可做為行動、固網、或是混合使用；64-71GHz 頻段為免執照頻譜，探討其作為高頻近場通訊應用之可能；37GHz 頻段則為混和制，授予大樓或物業擁有者等室內使用權，戶外則以執照方式釋出。

FCC 並預計針對以上 4 個頻段，在 2015 年 11 月的 WRC-15 中提案作為部分 5G 頻率標準。

	28GHz、39GHz頻段	37GHz頻段	64-71GHz頻段
用途	以Small Cell架設網路。可做為行動、固網、或是混合使用。	提供企業或產業用途作為室內用途使用。	作為如WiGig等的近場通訊用途。
執照	執照將會劃為郡縣大小，以競標方式釋出。獲得執照者可以以多個執照結合成大區域。	混和制。授予大樓或物業擁有者等室內使用權；戶外則將執照劃為郡縣大小釋出。	以免執照方式釋出使用。但須近一步探討與現存專用電信共存的議題。

圖 66 美國 FCC 探討 5G 頻段之用途與執照規劃

資料來源：FCC" FCC TAKES STEPS TO FACILITATE MOBILE BROADBAND AND NEXT GENERATION WIRELESS TECHNOLOGIES IN SPECTRUM ABOVE 24 GHZ", 2015.10，本計畫製作

歐盟的 CPET ECC 亦針對 5G 進興新的技術及規範研究，探討 5G 時代頻段、Access 與 Backhaul、頻譜共享與感知無線等議題。其中提到 5G 頻段將以技術中立的方式進行，表示過去以分配作為 IMT 用之頻段亦可能作為 5G 使用；對於 5GHz 以下的新頻段，探討 2.3-2.4GHz、3.4-3.8GHz 做為早期 5G 頻段的可能性。

而對於 5GHz 以上的高頻頻段，則分別統整各頻段現行使用現狀，探討其作為次世代 IMT 用途之可能性。現階段 ECC 分別對 24.5-27.5GHz、31.8-33.4GHz、40.5-43.5GHz、45.5-48.9GHz、66-71GHz、71-76GHz、81-86GHz，7 個頻段共 26GHz 頻寬的頻率進行既有使用現狀統整及 5G 可能性測試;並提出 27.5-29.5GHz 作為衛星廣播溝通服務，不建議作為 5G 用途之見解。

表 27 ECC 針對 5GHz 以上 5G 用途重點研究頻段

頻段	頻寬	備註/現有用途
24.5-27.5GHz	3GHz	現有及未來規劃之地球探勘衛星、宇宙探勘衛星下鏈與行動衛星上鏈、點對點/點對多點連接服務
31.8-33.4GHz	1.6GHz	RR 5.547 中定義為高密度固定服務：電波導航用
40.5-43.5GHz	3GHz	ECC DEC(02)04 for MWS 中作為固定衛星、廣播衛星、太空無線
45.5-48.9GHz	3.4GHz	行動衛星/電波導航衛星/固定衛星
66-71GHz	5GHz	衛星間傳輸/行動衛星/電波導航衛星
71-76GHz	5GHz	固網服務、固定衛星/行動衛星/廣播衛星
81-86GHz	5GHz	固網服務、固定衛星/行動衛星/廣播衛星

資料來源：CEPT ECC ” Spectrum Challenges for 5G”, 2015.10，本計畫製作

日本總務省則在 2014 年 9 月成立結合產官學合作的「第五世代行動通訊推進聯盟」，期望作為世界先驅，在 2020 年東京奧運前完成 10Gbps 傳輸速度以上的 5G 行動通訊技術。

針對未來頻譜使用，總務省每年定期更新其「實現無線寬頻之頻譜 Action Plan」，2015 年最新版提到在 2020 年以前針對 6GHz 以下頻段確保約 2700MHz 作為行動通訊；並投入對 6GHz 以上現行未被使用頻段的 40/48/70GHz (約 10GHz) 及現階段衛星使用中頻段的 8.4/14/28/80GHz (約 13GHz)，共約 23GHz 頻寬進行研究，做為未來 5G 行動通訊可能使用頻段候選。

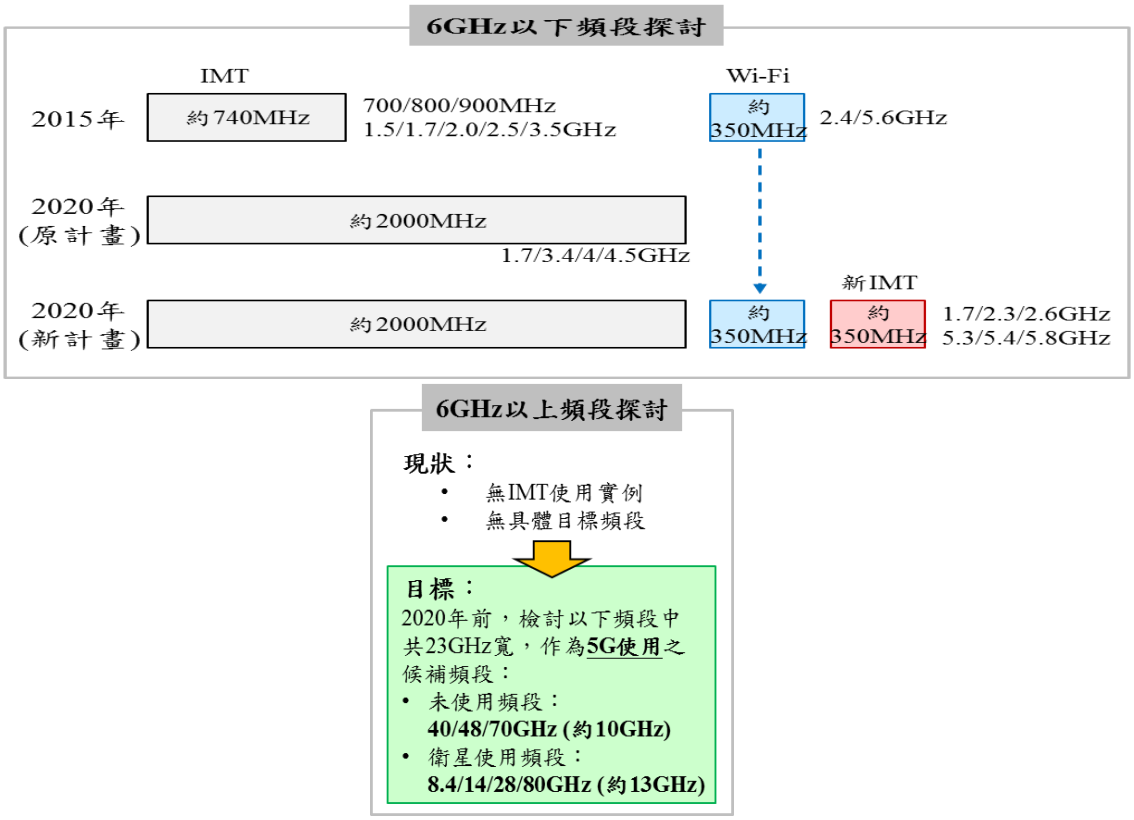


圖 67 日本總務省至 2020 年之 IMT 頻段探討

資料來源：日本總務省”2020 年代に向けたワイヤレスブロードバンド戦略”, 2015.06，本計畫製作

2015 年 11 月召開之 WRC-15，在其議案 10 中針對 5G 潛在頻段作出了第一次的收斂。因需具備低延遲、超高傳輸速度的特性、頻譜上連續的大頻段(至 500MHz)，因此以較高頻的 24.25-86GHz 毫米波頻段為主要的 5G 頻段候選對象。該頻段上主要的現有用戶為衛星通訊，在 WRC-12 時已分配 24.65-25.25GHz 頻段作衛星通訊，另原熱門的 5G 候選頻段 Ka Band (17.3GHz-31GHz)，在於英國用於衛星通訊佈建，因而未被放入 5G 候選頻段的提案中。

最終，WRC-15 選出 24.25-27.5GHz、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、81-86 GHz 等 8 個候選頻段。針對上述頻段導入作為下世代通訊服務使用之技術上可行性與干擾問題等實際面議題，今後將由 ITU-R 及各組織進行相關研究；若無嚴重可行性問題，將可能於 WRC-19 確認適用於 IMT，進而增加列入 3GPP 標準。

表 28 各組織對 5G 候選頻段提案及 WRC-15 決議

提案組織	30GHz↓	30GHz↑
APT	24.5-27.5	31.8-33.4、40.5-43.5、45.5-48.9、66-71、71-76、81-86
CEPT	25.25-25.5	31.8-33.4、39-47、47.2-50.2、50.4-52.6、66-76、81-86
CITEL	10-10.45、23.15-23.6、24.25-27.5、27.5-29.5	31.8-33、37-40.5、45.5-47、47.2-50.2、50.4-52.6、59.3-76
WRC-15 決議	24.25-27.5	37-40.5、42.5-43.5、45.5-47、47.2-50.2、50.4-52.6、66-76、81-86

資料來源：APT、CEPT、CITEL、ITU-R,“Provisional Final Acts WRC-15”,2015.11 等公開資料，本計畫製作

五、國際寬頻計畫與相關應用發展調研

（一）各國頻譜釋出現況解析

本節統計亞洲鄰近國家及世界標竿國家（日本、韓國、新加坡、中國、英國、美國、澳洲）共 7 國之頻譜釋出情形；經由比較各國頻譜使用現狀與方法以及各國業者之頻譜配置狀況，收斂出我國在頻率規劃及釋出上可能之課題，並企圖尋找解決之道。

我國與亞洲鄰近國家、世界標竿國家共 8 國，截至 2015 年底之頻譜釋出與使用現狀整理如下表：

表 29 我國與其他標竿國家之頻譜釋出使用情形

國家	台灣	日本	韓國	新加坡	中國	英國	美國	澳洲
業者數	5	3	3	3	3	6	5	8
2G	54.8MHz				88MHz	69.6MHz		
3G	130MHz	40MHz	100MHz	119.5MHz + (15.1MHz)	65MHz	120MHz (20MHz)		73.2 MHz
4G*	210MHz + (180MHz)	190MHz + (180MHz)	287MHz	304MHz	310MHz + (10MHz)	374MHz+ (40MHz)	324MHz+ (12MHz)	298MHz
2G+3G				30MHz	42MHz			
3G+4G		200MHz			30MHz		90MHz	120MHz
2G+4G				30MHz		143.2MHz		166.8MHz
2G+3G +4G							180MHz	
總頻寬	574.8MHz	610MHz	387MHz	498.6MHz	545MHz	766.8MHz	606MHz	658MHz
未商轉	(180MHz)	(180MHz)		(15.1MHz)	(10MHz)	(60MHz)	(12MHz)	

*日本 Wimax、韓國 Wibro 記入 4G　　** 尚未商轉之頻寬，於此一併計入總頻寬數字統計

資料來源：各主管機關公開資料，本計畫製作

（1） 日本

日本之行動通訊市場之主要業者有三家：NTT DoCoMo、KDDI (au)、SoftBank。截至 2015 年 10 月底，2G 服務已於 2012/07/22 終止服務，3G 服務則是除了 KDDI 在 Band 19、SoftBank 在 Band 11、Band 3 上有共 40MHz 的 3G 專門頻段外，其他則是與 4G 服務混合使用，在不同地區分配不同比例的 3G 與 4G 頻段比例。日本總務省共釋出共 610MHz 的頻率作為 IMT 使用；有 500MHz 之頻段於 4G LTE 使用，其中包含尚未商轉的 60MHz 之 APT700 頻段以及於 2014 年底釋出的 120MHz 之 3.5GHz TDD 頻段，共 180MHz 未商轉頻段。釋出的頻段除了日規特有之頻段如 1500MHz 外，亦包含國際商轉熱門之 Band 3；目前三家業者均利用 5~6 個不同頻段之頻譜，提供全日本 LTE 之服務。而詳細請見下圖表。

表 30 日本主要電信業者頻譜持有現況

釋出頻段(MHz)	SoftBank			KDDI			NTT DOCOMO			總計
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	
700	738-748 793-803	20	4G (未商轉)	718-728 773-783	20	4G (未商轉)	728-738 783-793	20	4G (未商轉)	60
800	-	-	-	815-830 860-875	30	3G 4G	830-845 875-890	30	3G 4G	60
900	900-915 945-960	30	3G 4G	-	-	-	-	-	-	30
1500	1427.9-1437.9 1475.9-1485.9	20	3G	1437.9-1447.9 1475.9-1485.9	20	4G	1447.9-1462.9 1495.9-1510.9	30	4G	70
1800	1749.9-1764.9 1844.9-1859.9	30	3G 4G	-	-	-	1764.9-1784.9 1859.9-1879.0	40	3G 4G	70
2100	1960-1980 2150-2170	40	3G 4G	1920-1940 2110-2130	40	3G、4G	1940-1960 2130-2150	40	3G 4G	120
2600	2545-2575	30	4G	2595-2645	50	4G	-	-	-	80
3500	3560-3600	40	4G (未商轉)	3520-3560	40	4G (未商轉)	3480-3520	40	4G (未商轉)	120
總計	210MHz			200MHz			200MHz			610

資料來源：各公開資料，本計畫製作

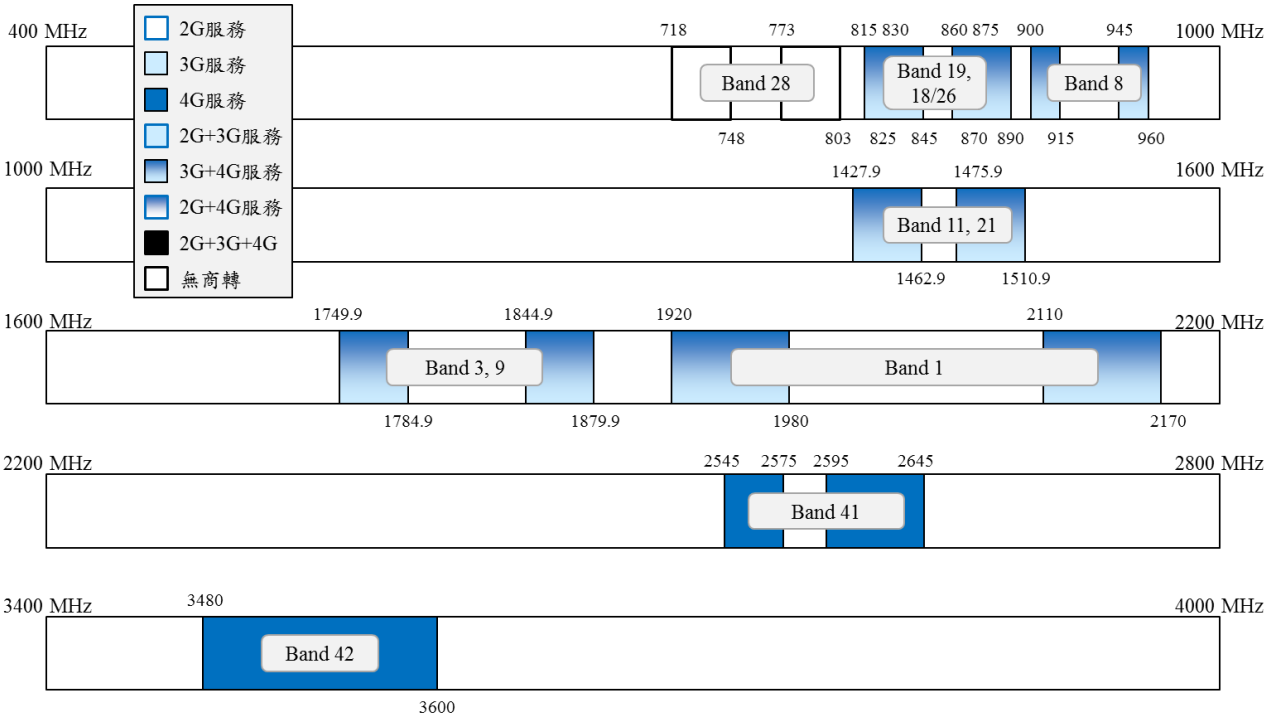
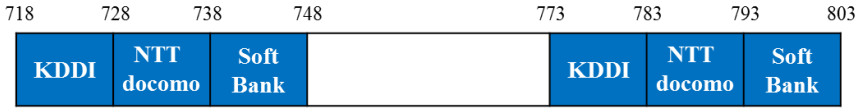


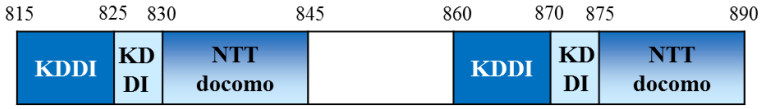
圖 68 日本頻段分配

資料來源：各公開資料，本計畫製作

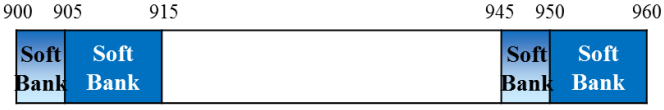
700MHz頻段 (Band 28，未商轉)：



800MHz頻段 (Band 19、Band 18/26)：

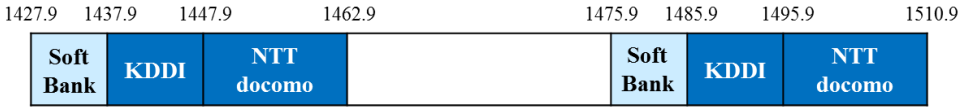


900MHz頻段 (Band 8)：

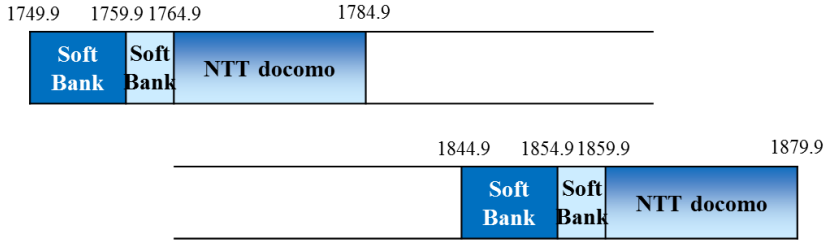


*3G技術NTT docomo及SoftBank使用W-CDMA，KDDI使用CDMA-2000

1500MHz頻段 (Band 11、Band 21)：

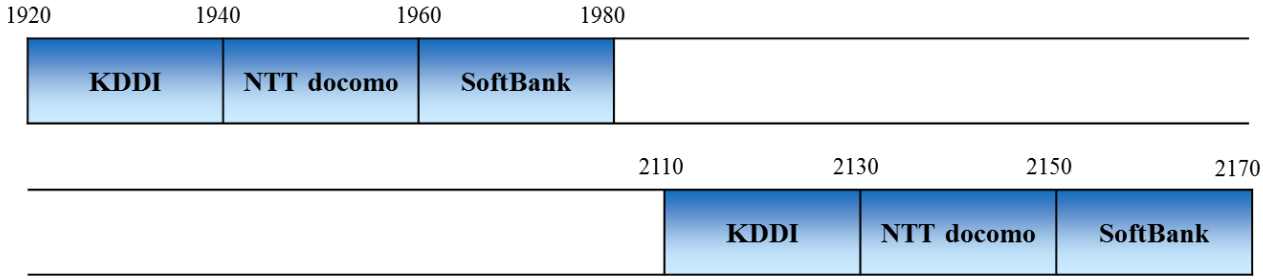


1800MHz頻段 (Band 3、Band 9)：

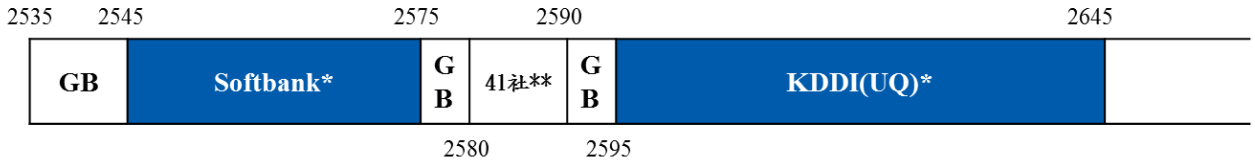


*3G技術NTT docomo及SoftBank使用W-CDMA，KDDI使用CDMA-2000

2.1GHz頻段 (Band 1)：



2.6GHz頻段 (Band 41)：



*SofBank使用TD-LTE技術、KDDI使用Wimax技術
**2580-2590為免執照區域性Winax，共有41家業者申請使用

3.5GHz頻段 (Band 42，未商轉)：

*3G技術NTT docomo及SoftBank使用W-CDMA，KDDI使用CDMA-2000

圖 69 日本各電信業者頻率使用現狀
資料來源：各公開資料，本計畫製作

（2） 韓國

韓國行動通訊市場由三大業者組成：SK Telecom、Korea Telecom 與 LG U+。截至 2015 年 10 月底已釋出 387MHz 的頻率，其中包含 SKT 與 KT 的 WiBro (WiMAX) 使用 Band 40 之 57MHz，共有 287MHz 之頻段於 4G LTE 使用；釋出的頻段包含：Band 1、Band 3、Band 5 與 Band 7，以及 KT 尚未商轉的 Band 26 頻段。目前三家業者均利用 3 個不同頻段之頻譜提供 LTE 服務，並且利用 Band 1 及 Band 3 上的單一頻段提供 3G 服務；而其 2G 服務於 2012 年 9 月起即全面停止。詳細請見下圖表。

表 31 韓國主要電信業者頻譜持有現況

釋出頻段 (MHz)	KT			SKT			LG			總計
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	
800	819-829 864-874	20	4G	829-839 874-884	20	4G	839-849 884-894	20	4G	60
900	905-915 950-960	20	4G	-	-	-	-	-	-	20
1800	1735-1740、 1745-1	35	4G	1715-1725、 1730-1	35	4G	1770-1780 1860-1	20	4G	90

	755 1830-1 850			735 1810-1 830			870			
2100	1960-1 980 2150-2 170	40	3G	1930-1 960 2120-2 150	60	3G、4G	1920-1 930 2110-2 120	20	4G	120
2300	2330-2 360	30	4G	2300-2 327	27	4G	-	-	-	57
2600	-	-	-	-	-	-	2520-2 540 2640-2 660	40	4G	40
總計	145MHz			142MHz			100MHz			387

資料來源：各公開資料，本計畫製作

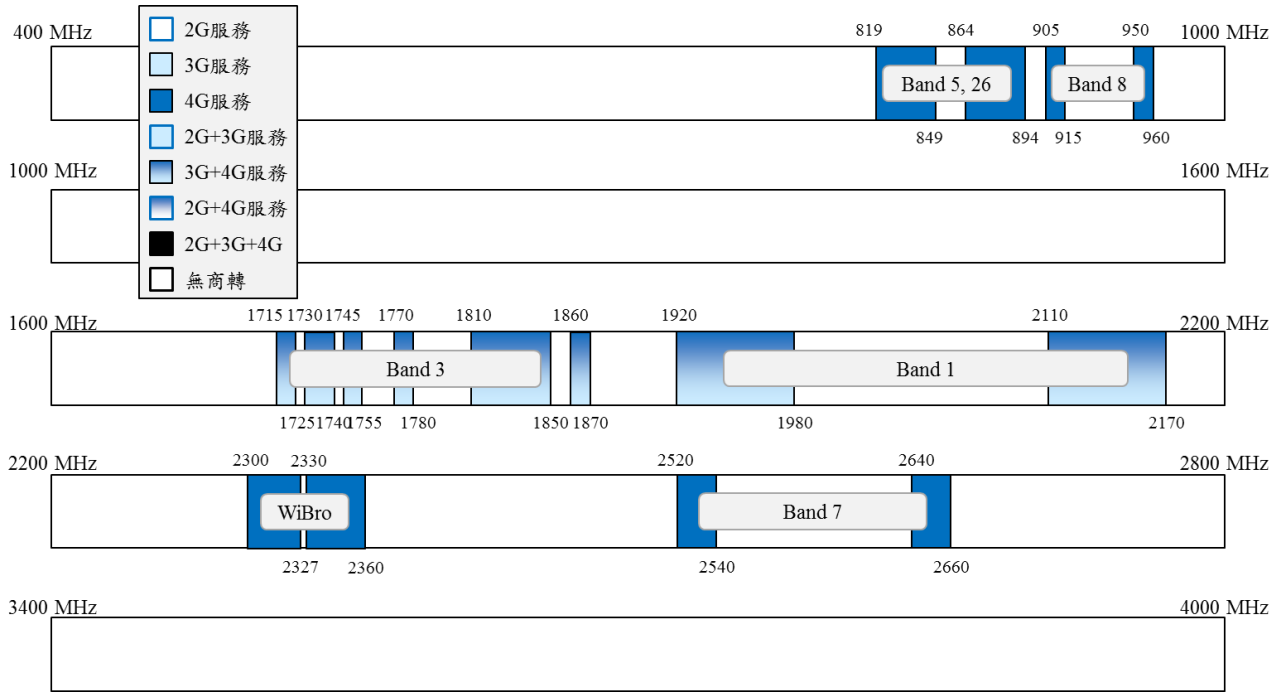
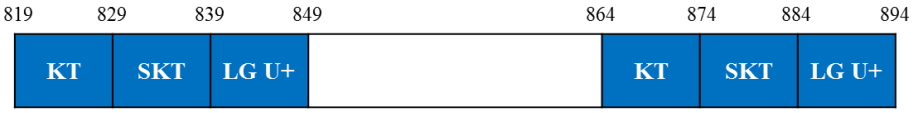


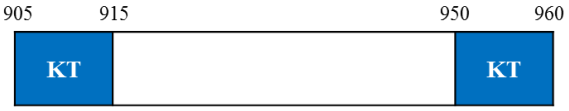
圖 70 韓國頻段分配

資料來源：各公開資料，本計畫製作

800MHz頻段 (Band 5、Band 26)：

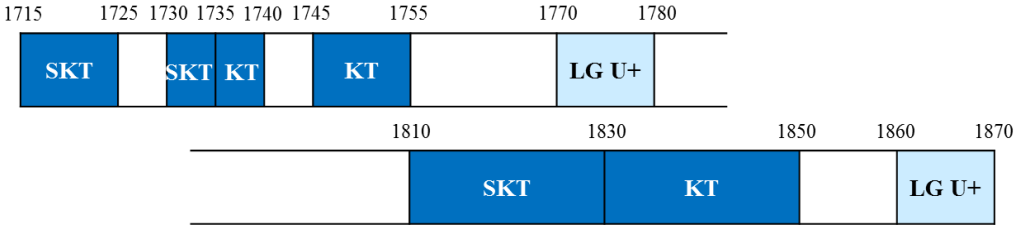


900MHz頻段 (Band 8)：

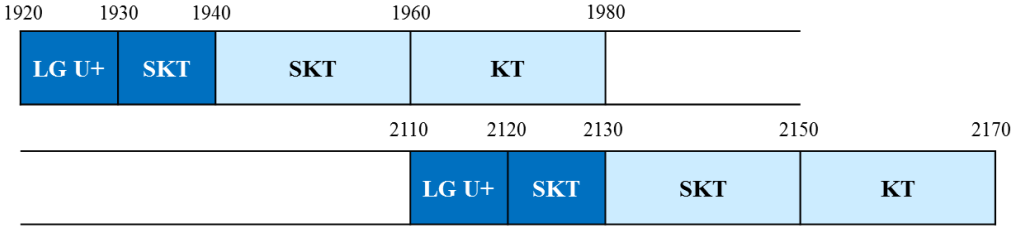


*3G技術KT及SKT使用W-CDMA，LG U+使用CDMA-2000

1800MHz頻段 (Band 3)：

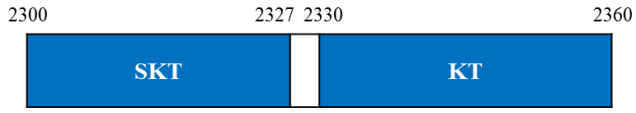


2.1GHz頻段 (Band 1)：

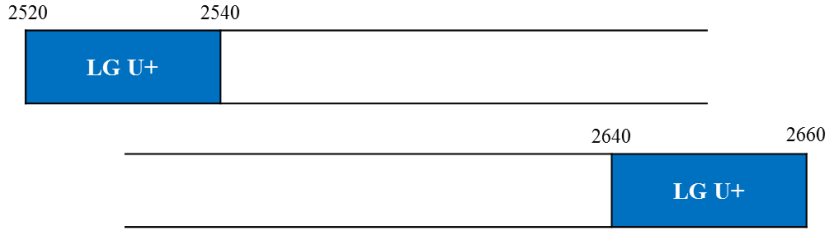


*3G技術KT及SKT使用W-CDMA，LG U+使用CDMA-2000

2.3GHz頻段 (Band 40，WiBro)：



2.6GHz頻段 (Band 7)：



*3G技術KT及SKT使用W-CDMA，LG U+使用CDMA-2000

圖 71 韓國各電信業者頻率使用現狀

資料來源：各公開資料，本計畫製作

（3） 新加坡

新加坡行動通訊市場上有三大業者：SingTel、M1 與 StarHub。截至 2015 年 10 月底已釋出 498.6MHz 的頻寬，其中 300MHz 之頻段於 4G LTE 使用，當中包含：早期釋出的 Band 3 與 Band 7，以及 Singtel 在 2015 年 7 月從 3G 轉為 LTE 使用的 Band 8。三家電信業者當中 Singtel 擁 2×25MHz 之 Band 3、2×20MHz 之 Band 7 以及 2×15MHz 之 Band 8，另外兩業者則分別擁有 2×25MHz 之 Band 3 及 2×20MHz 之 Band 7。目前新加坡之 3G 使用 900MHz Band 8、2.1GHz Band 1 頻段；而 2G 服務剩下 Sintel 依然於 Band 8 上與 3G 共用，並且預計於 2017 年將全面停止服務。詳細請見下表。

表 32 新加坡主要電信業者頻譜持有現況

釋出頻段(MHz)	SHM			M1			STM			總計
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	
900	882-887 927-932	10	2G、3G	890-900 935-945	20	2G、3G	900-915 945-960	30	2G、4G	60
1800	1735-1760 1830-1855	50	4G	1760-1785 1855-1880	50	4G	1710-1735 1805-1830	50	4G	150
1900	1914.9-1920	5.1	3G (未商轉)	1904.9-1909.9	5	3G (未商轉)	1909.9-1914.9	5	3G (未商轉)	15.1
2100	1920-1935.1 2110.3-2125.1/ 1974.9-1979.9 2164.9-2169.9	39.9	3G	1950.1-1969.9 2140.1-2159.9	39.6	3G	1935.1-1950.1 2125.1-2140.1/ 1969.9-1974.9 2159.9-2164.9	40	3G	119.5
2600	2500-2520 2620-2640/ 2566-2600	74	4G、WIMAX	2520-2540 2640-2660	40	4G	2540-2560 2660-2680	40	4G	154
總計	179MHz			154.6MH			165MHz			498.6

資料來源：各公開資料，本計畫製作

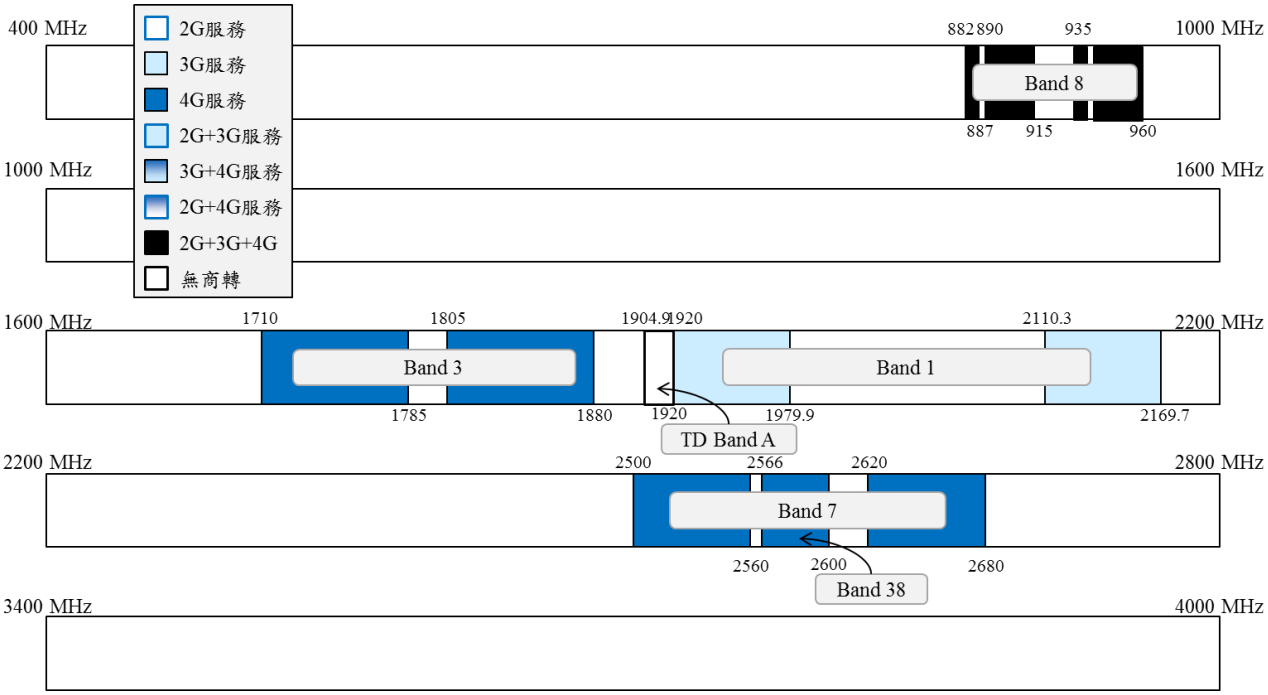
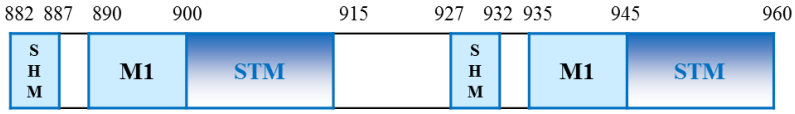


圖 72 新加坡頻段分配

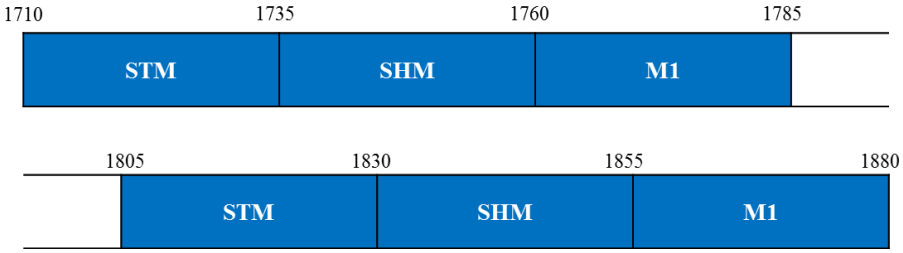
資料來源：各公開資料，本計畫製作

900MHz頻段 (Band 8)：

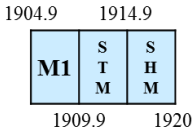


*2017年2G將全面結束服務

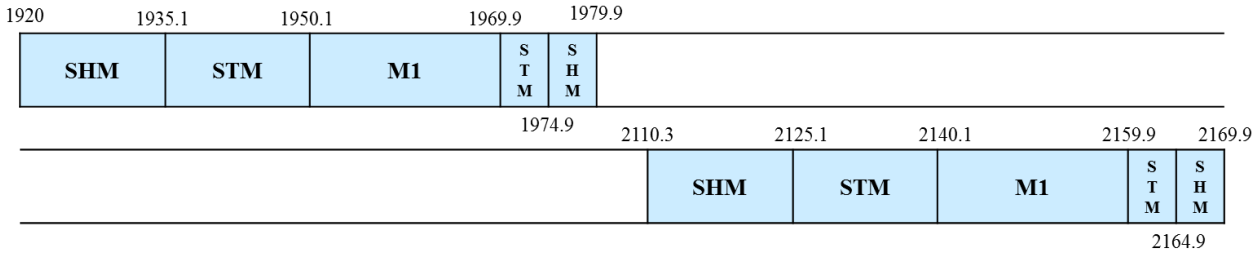
1800MHz頻段 (Band 3)：



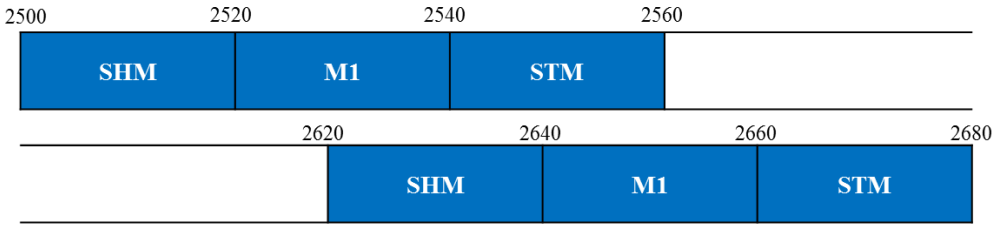
1.9GHz頻段 (UMTS-TD Band A lower，未商轉)：



2.1GHz頻段 (Band 1)：



2.6GHz頻段 (Band 7)：



2.6GHz頻段 (Band 38，WiMAX)：

圖 73 新加坡各電信業者頻率使用現狀

資料來源：各公開資料，本計畫製作

（4） 中國

中國所有行動通訊業者皆為國營，目前市場上則有三家：中國移動、中國聯通與中國電信。截至 2015 年 10 月底，已釋出 545MHz 的頻寬作為 IMT 使用。由於中國較普遍使用 TDD-LTE 技術規格，作為 4G LTE 使用的 340MHz 頻寬當中有 310MHz 的頻段以 TDD-LTE 方式規劃釋出，包含 Band 44、Band 39、Band 40 與 Band 41。但隨著近年來，FDD-TDD CA 聚合網的出現，中國也開放釋出屬於 FDD 的 Band 8 及 Band 1 部分頻段。三家業者均使用多頻段及 TDD、FDD 兩種技術提供 LTE 服務。詳細請見下表。

表 33 中國主要電信業者頻譜持有現況

釋出頻段(MHz)	中國移動			中國聯通			中國電信			總計
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	
800	-	-	-	-	-	-	825-840 870-885	30	2G、3G	30
900	885-890 930-935/ 890-909 935-954	48	2G、4G(試驗中)	909-915 954-960	12	2G、3G	-	-	-	60
1800	1710-1725 1805-1820	30	2G	1745-1765 1840-1860	40	2G、4G	1765-1780 1860-1875	30	4G	100
1900	1880-1920	40	3G、4G	-	-	-	-	-	-	40
2000	2010-2025	15	3G	-	-	-	-	-	-	15
2100	-	-	-	1940-1980 2130-2170	80	3G、4G	1920-1935 2110-2125	30	3G、4G	110
2300	2320-2370	50	4G	2300-2320	20	4G	2370-2390	20	4G	90
2500	2575-2635	60	4G	2555-2575	20	4G	2635-2655	20	4G	100
總計	243MHz			172MHz			130MHz			545

資料來源：各公開資料，本計畫製作

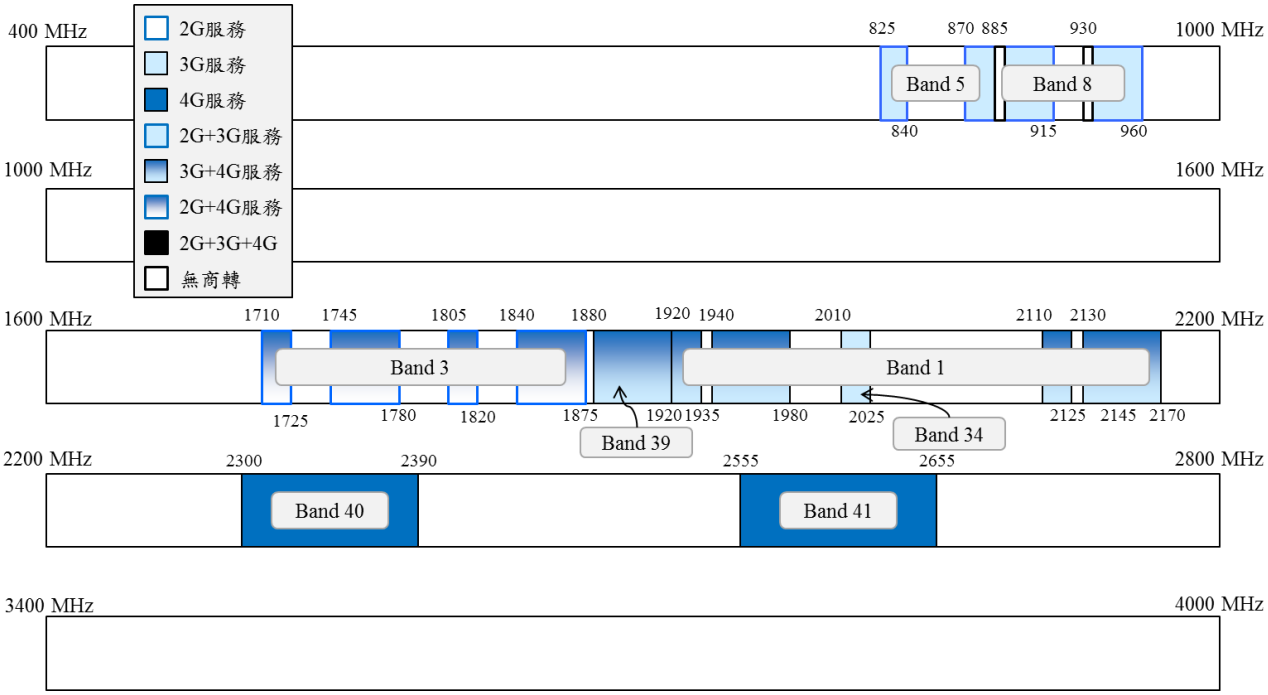
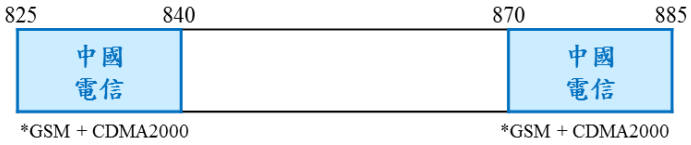


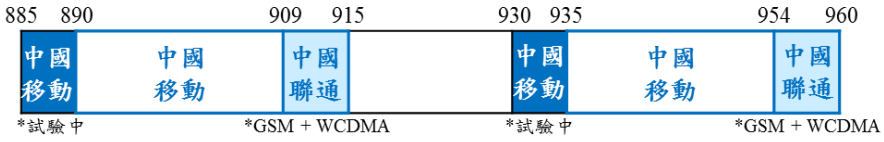
圖 74 中國頻段分配

資料來源：各公開資料，本計畫製作

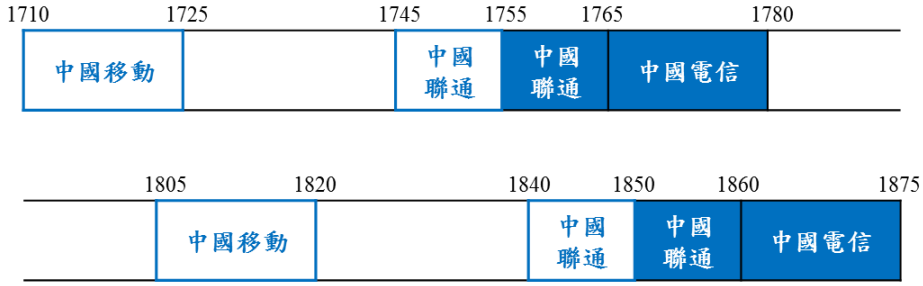
800MHz頻段 (Band 5)：



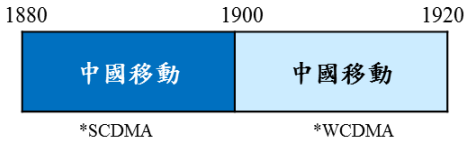
900MHz頻段 (Band 8)：



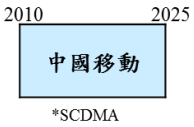
1800MHz頻段 (Band 3)：



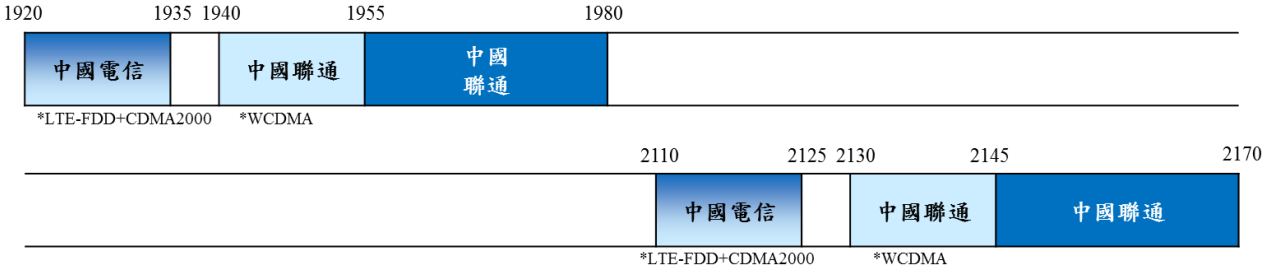
1900MHz頻段 (Band 39)：



2GHz頻段 (Band 34)：



2.1GHz頻段 (Band 1)：



2.3GHz頻段 (Band 40)：

2.5GHz頻段 (Band 41)：

圖 75 中國各電信業者頻率使用現狀

資料來源：各公開資料，本計畫製作

（5） 英國

英國行動通訊市場上主要的四家業者：EE、Vodafone、Three 與 O2 均有提供完整的 2G、3G、4G 服務；而主要業務為固網服務的 BT 與 UK Broadband 則各利用高頻的 Band 7 與 Band 42、43，提供 4G / WiMAX 服務。截至 2015 年 12 月為止，英國主管機關已釋出 766.8MHz 作為行動通訊使用，當中共有 557.2MHz（包含未商轉的 40MHz 及與 2G 共用的 143.2MHz）的頻寬作為 4G 服務使用。

表 34 英國主要電信業者頻譜持有現況

釋出頻段(MHz)	EE*			Vodafone			Three			總計
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	
800	796-801 837-842	10	4G	801-811 842-852	20	4G	791-796 832-837	10	4G	60
900	-	-	-	880.1-885.1 925.1-930.1 / 890.1-894.7 935.1-939.7 / 902.3-910.3 947.3-955.3	35.2	2G	-	-	-	69.6
1400	-	-	-	1452-1472	20	4G (未商轉)	1472-1492	20	4G (未商轉)	40
1800	1736.7-1781.7 1831.7-1876.7	90	2G、4G	1715.9-1721.8 1810.9-1816.7	11.7	2G、4G	1721.8-1736.7 1816.7-1831.7	29.9	2G、4G	143.2
1900	1900-1910	10	3G	-	-	-	1915-1920	5	3G	20
2100	1960-1980 2150-2170	40	3G	1945-1960 2135-2150	30	3G	1920-1935 2110-2125	30	3G	120
2600	2535-2570 2655-2690	70	4G	2500-2520 2620-2640/ 2570-2595	65	4G	-	-	-	190
3500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124
總計	220MHz			181.9MHz			94.9MHz			766.8

釋出頻段(MHz)	O2			BT*			UK Broadband		
	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術	頻率	頻寬	技術
800	811-821 852-862	20	4G	-	-	-	-	-	-
900	885.1-890.1 930.1-935.1 / 894.7-902.3 939.7-947.3 / 910.3-914.9 955.3-959.9	34.4	2G	-	-	-	-	-	-
1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	1710.1-1715.9 1805.1-1810.9	11.6	2G、4G	-	-	-	-	-	-
1900	1915-1920	5	3G	-	-	-	-	-	-
2100	1935-1945 2125-2135	20	3G	-	-	-	-	-	-
2600	-	-	-	2520-2535 2640-2655/ 2595-2620	55	4G	-	-	-
3500	-	-	-	-	-	-	3480-3500/ 3580-3600/ 3605-3689	124	4G
總計	91MHz			55MHz			124MHz		

資料來源：各公開資料，本計畫製作

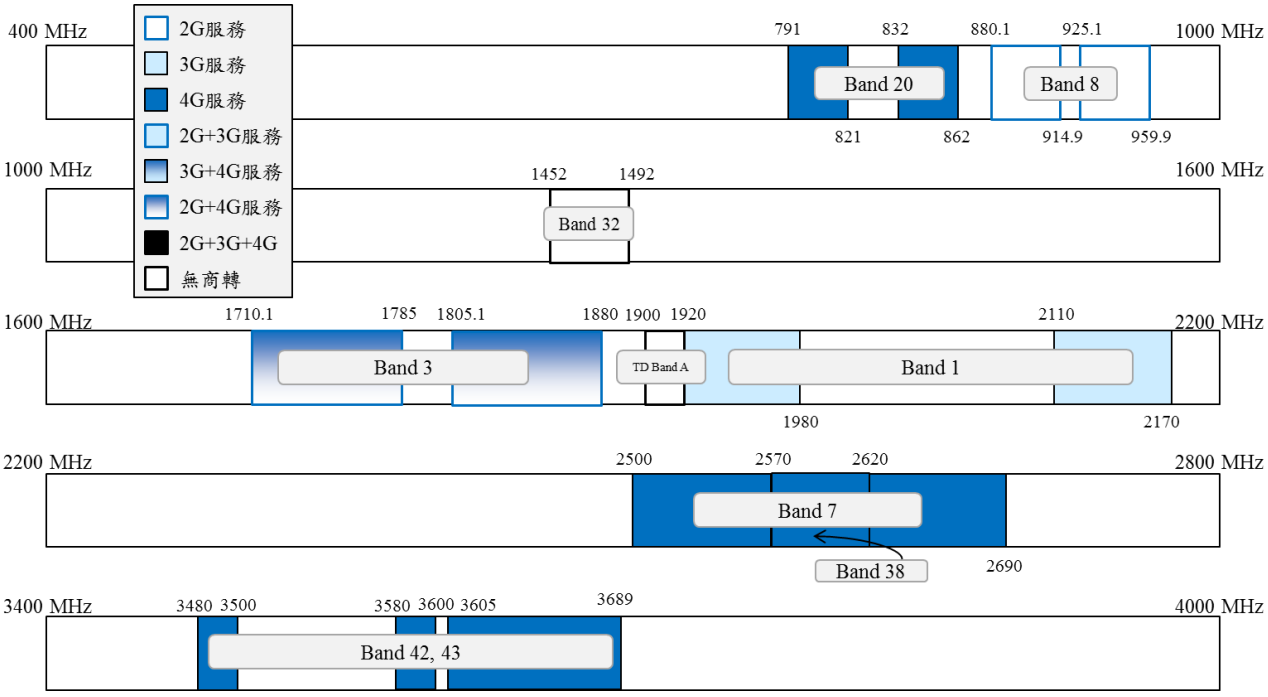
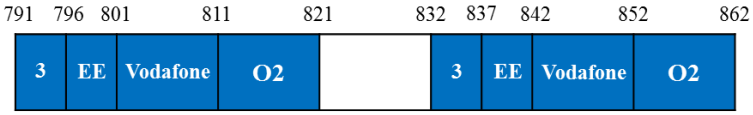


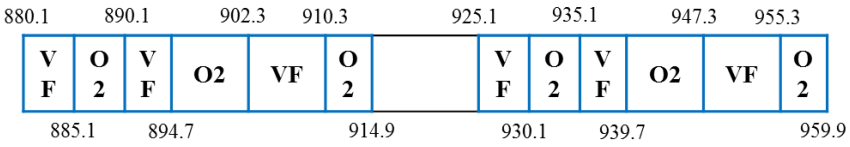
圖 76 英國頻段分配

資料來源：各公開資料，本計畫製作

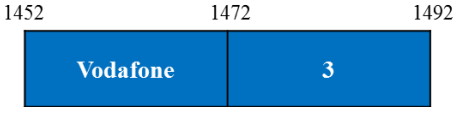
800MHz頻段 (Band 20)：



900MHz頻段 (Band 8)：



1452-1492MHz頻段 (Band 32，未商轉)：



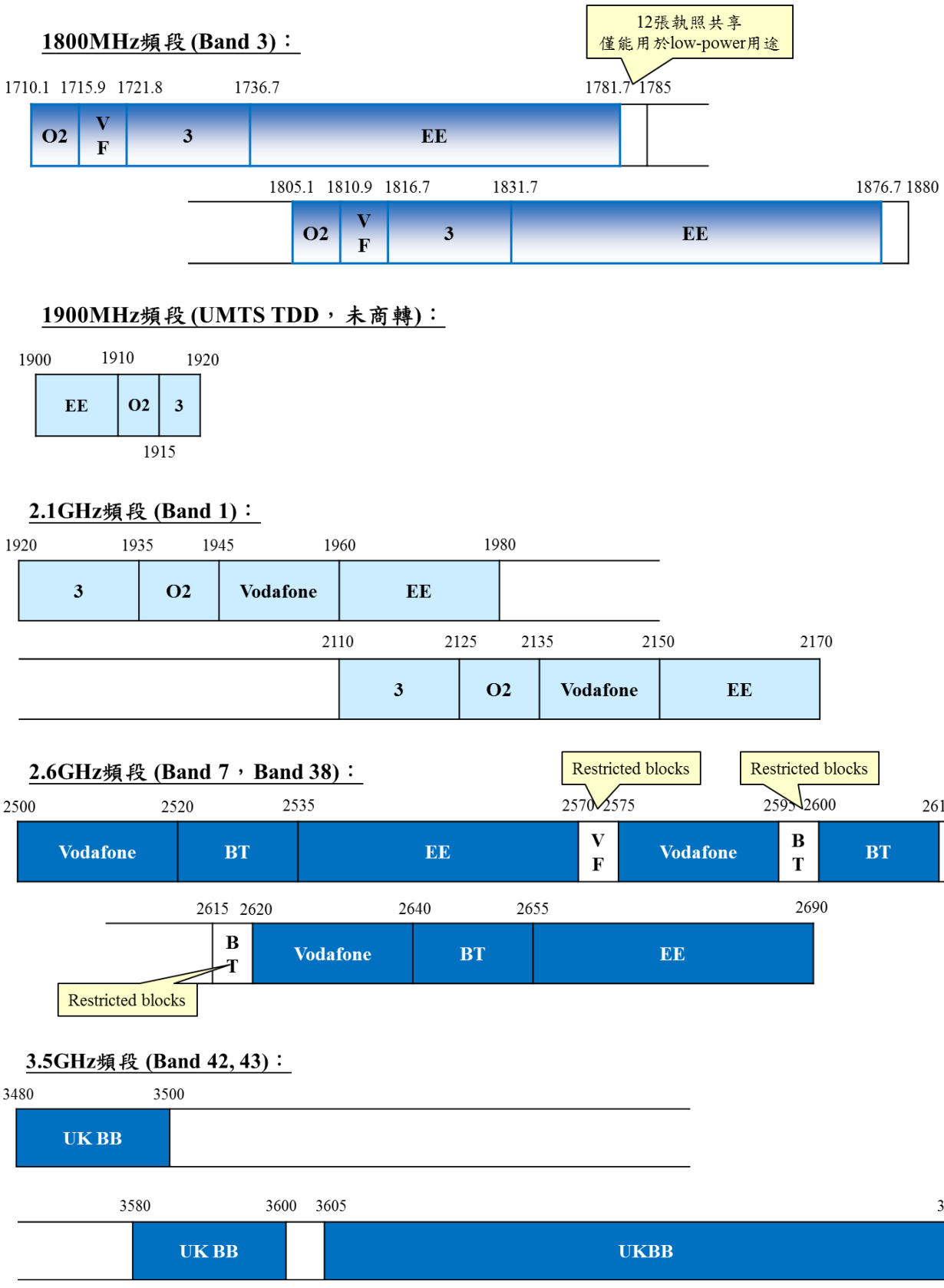


圖 77 英國各電信業者頻率使用現狀

資料來源：各公開資料，本計畫製作

（6） 美國

美國行動通訊市場業者眾多,但市占率超過 5%的僅有 5 家，分別是 at&t、T-mobile、Verizon、Sprint 與 US cellular；而其行動通訊業務執照採分區方式，在同一頻段上依地理位置不同劃分出多個執照進行釋出，因此同一頻率在不同地區可能使用者不同。截至 2015 年 12 月底，主管機關已釋出 606MHz 的頻寬作為 IMT 使用，其中不乏美規特有的 Band 12、Band 13、Band 14 或 AWS 頻段等。目前雖然五大業者均尚有營運 2G、3G、4G 服務，但各家業者的 2G 與 3G 業務均集中使用 Band 5、Band 4 與 Band 25，且常為與 4G 業務共用。

表 35 美國主要電信業者頻譜持有現況

頻段	名稱	上行	下行	業者	技術
Band 12/17	700 ac	698-716	728-746	at&t、T-mobile、US cellular	4G
Band 13	700 c	777-787	746-756	Verizon	4G
Band 29 (expected)	700 de	716-728		at&t	4G
Band 26	800	862-869	817-824	Sprint	4G
Band 5	850	824-849	869-894	at&t、US cellular	2G、3G、4G
Band 4	AWS1	1710-1755	2110-2155	Verizon、T-mobile	3G、4G
Band 10	AWS3	1755-1780	2155-2180	at&t、T-mobile、Verizon	4G
Band 25	1900 PCS+	1850-1915	1930-1995	at&t、T-mobile、Verizon、Sprint、US cellular	2G、3G、4G
Band 30	2300 WCS	2305-2320	2345-2360	at&t	4G
Band 41	TD 2500	2502-2568, 2572-2614, 2624-2690		Sprint	4G

資料來源：各公開資料，本計畫製作

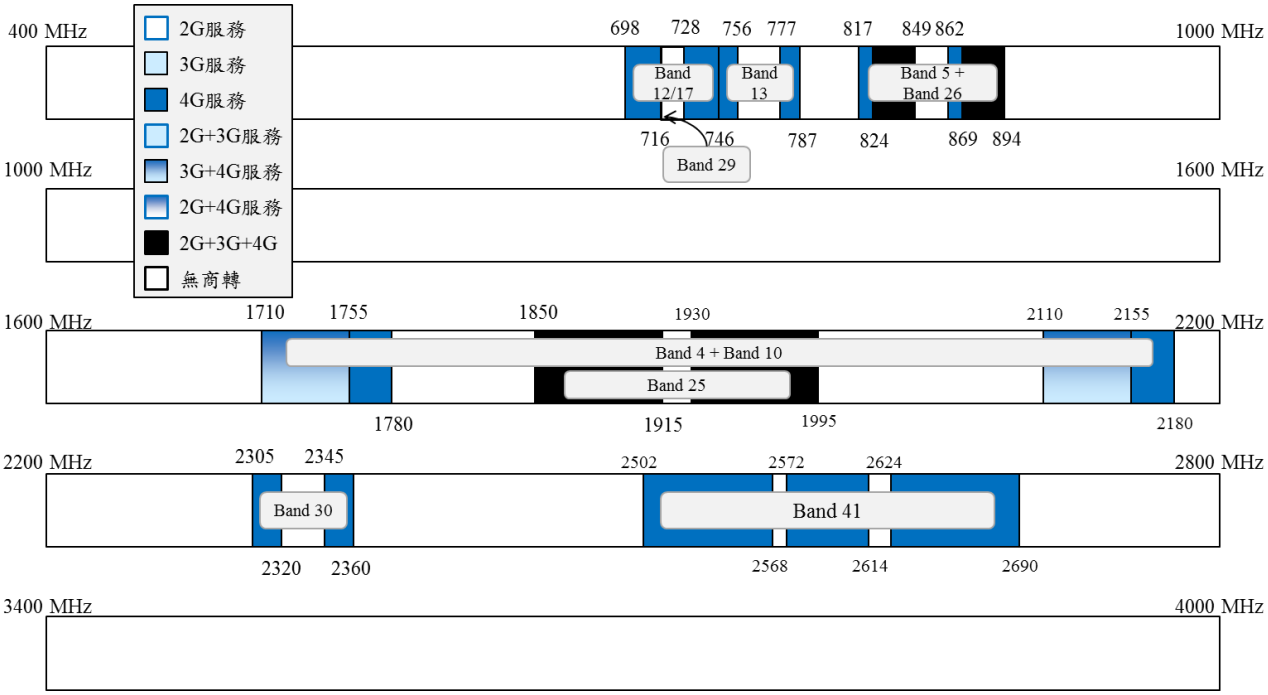
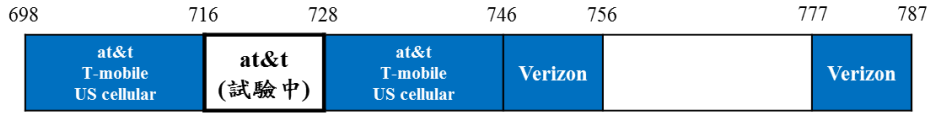


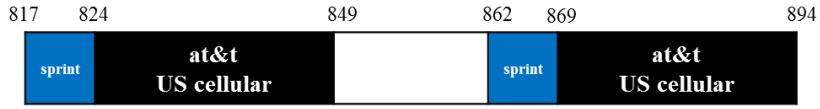
圖 78 美國頻段分配

資料來源：各公開資料，本計畫製作

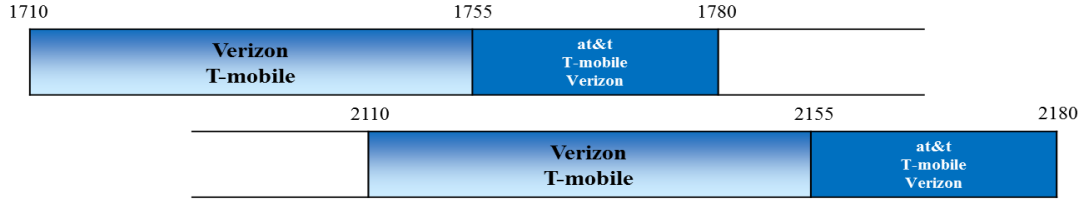
700MHz頻段 (Band 12/17、29、13)：



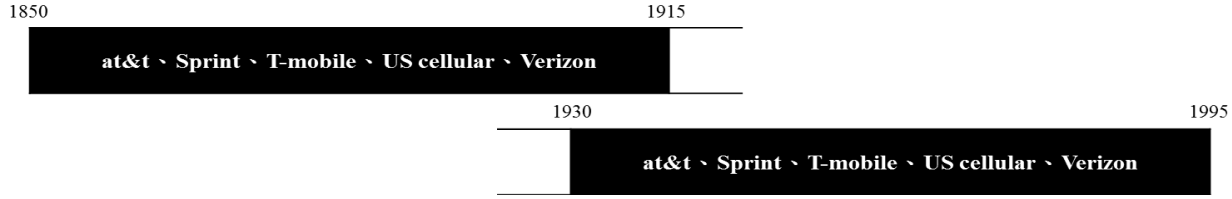
800MHz頻段 (Band 5/26)：



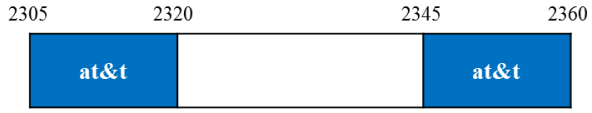
1700/2100MHz頻段 (Band 4、10)：



1900MHz頻段 (Band 25)：



2300MHz頻段 (Band 30)：



2400MHz頻段 (Band 41)：

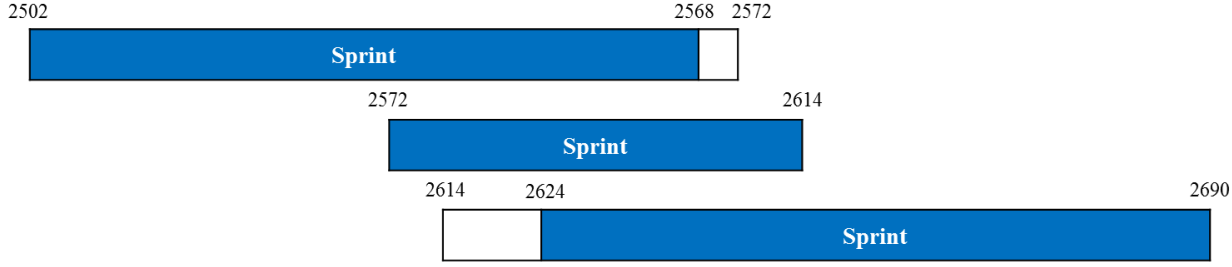


圖 79 美國各電信業者頻率使用現狀

資料來源：各公開資料，本計畫製作

（7） 澳洲

澳洲行動通信業者共有 8 家，其中取得低頻頻段（1 GHz 以下）全國執照之業者為 Optus、Testra 與 Vodafone，而高頻頻段之執照（1.8GHz、2.1GHz 與 2.3GHz）則為分區制。截至 2015 年 12 月止主管機關當局共釋出了 658MHz 的頻寬作為行動通信業務使用，其中共有 464.8MHz 的頻寬用在 4G 行動通訊上；而單純作為 4G 業務使用的頻段有 Band 28、Band 40 與 Band 7 共 298MHz，其他部分頻段則有業者在上方與 2G 共同營運。三大業者的 3G 服務則以 Band 5、Band 8 及 Band 1 的部分頻率提供。

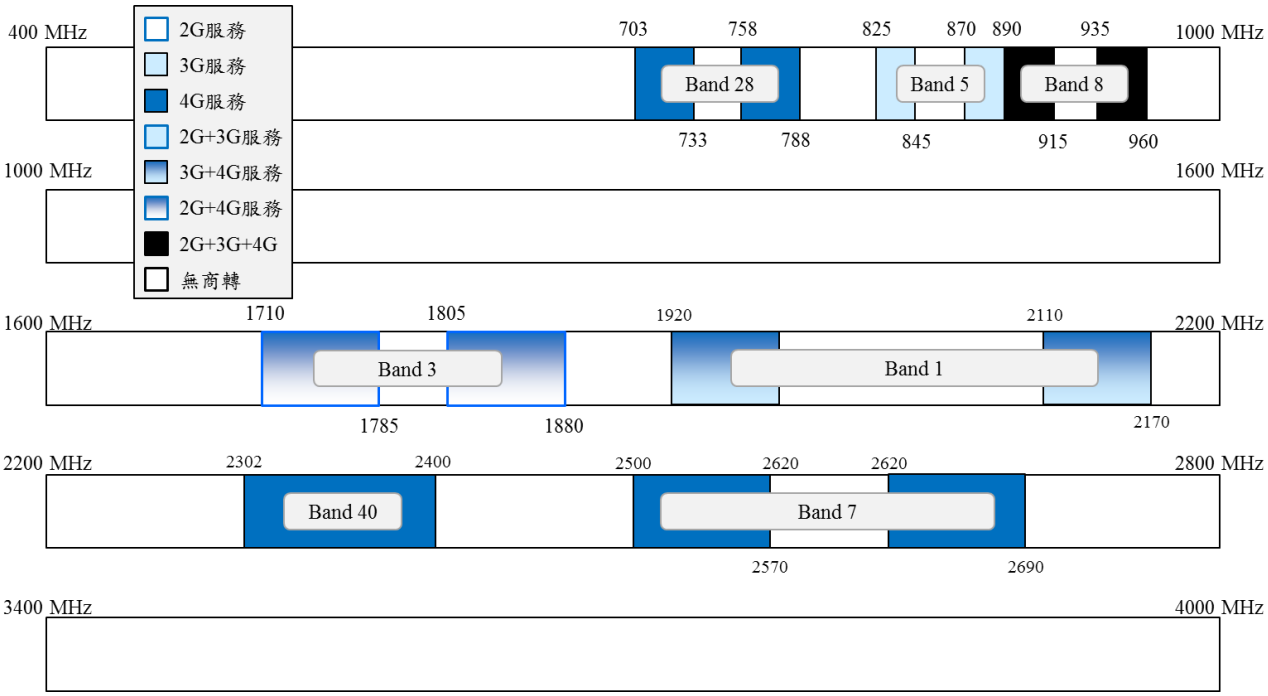
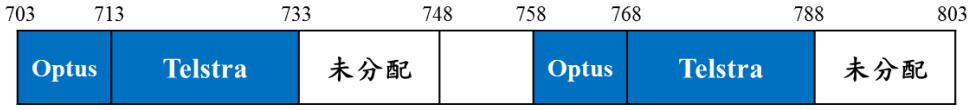


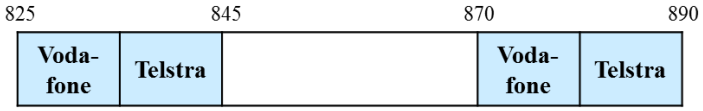
圖 80 澳洲頻段分配

資料來源：各公開資料，本計畫製作

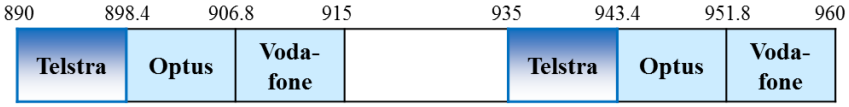
700MHz頻段 (Band 28)：



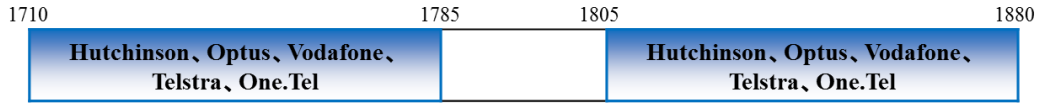
800MHz頻段 (Band 5)：



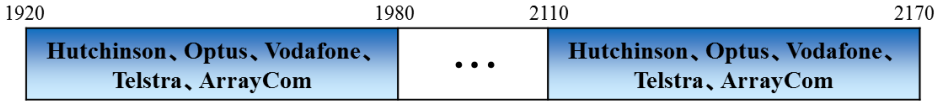
900MHz頻段 (Band 8)：



1.8 GHz頻段 (Band 3)*：



2.1GHz頻段 (Band 1)*：



2.3 GHz頻段 (Band 40)*：

*1.8、2.1、2.3GHz 於澳洲為分區釋出

2.6 GHz頻段 (Band 7)：

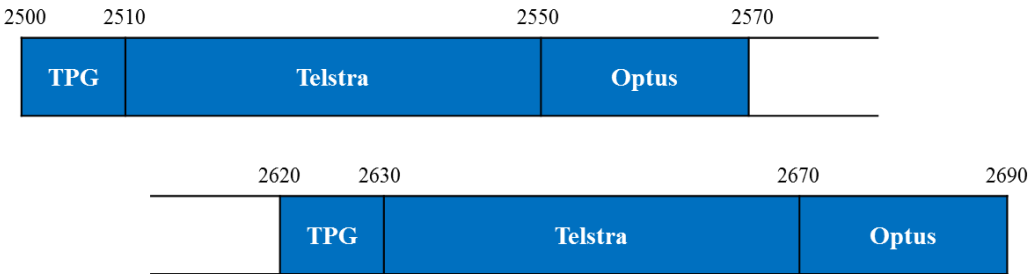


圖 81 澳洲各電信業者頻率使用現狀

資料來源：各公開資料，本計畫製作

（8） 小結

整理上述各國釋出總頻寬之數值結果，可發現我國無論是現階段，或是在 3G 屆期後回收原亞太持有 800MHz 頻段 20MHz、預定釋出 1800MHz C6 頻段 30MHz、2100MHz 頻段 10MHz 及 2.3GHz TDD 頻段 30MHz 的情況下，不管低頻(1GHz)以下或總頻譜釋出量皆不輸國際標竿國家(低頻釋出頻寬為比較國家中第一，總釋出頻寬為比較國家中第三)；但因我國業者數較多，將釋出的頻譜資源進行分配後稀釋單一業者持有頻寬，造成業者所持有之平均頻寬依然落後標竿國家數值（單一業者持有頻寬為比較國家中倒數第二)。此業者數多的頻率稀釋現象，亦造成在第二章我國未來頻率需求推估與分析中我國頻率需求的高騰；而根據 OECD 之電信市場規模研究，世界約有 90%以上的國家有 4 家以內的電信業者，85%以上的國家有 3 家以內的電信業者，在我國則是有 5 家。此頻率稀釋現象與市場規模統計結果值得我國業者與相關主管機關深思討論。

表 36 台灣與標竿國家頻譜分配現況比較

釋出量(MHz)	台灣(現在)	台灣(3G 屆期後)	英國	澳洲	日本	美國	中國	新加坡	韓國
業者數	5	5	6	8	3	5	3	3	3
低頻	170 (1st/8)	150 (1st/8)	129.6	150	150	132	90	60	80
總釋出	574.8 (5th/8)	630 (3rd/8)	766.8	658	610	606	545	498.6	387
前三大業者平均持有	138.3 (5th/6)	152.3 (5th/6)	165.6	-	203.3	-	181.7	166.2	129

資料來源：NCC、Ofcom、ACMA、總務省、FCC、國家無線電頻譜管理中心、iDA、KCC 各公開資料，本計畫製作

（二）各國ICT與寬頻相關計畫

ICT 技術迅速發展，面對持續進步的技術、競爭激化的市場、提升的寬頻頻譜需求與日益不足的頻譜資源，許多國家除每次在頻譜重新配置或 ICT 相關新技術與概念出現時提前公布規範與策略外，亦以國家未來政策及技術發展方向出發，制定其整體之方略，對整體國家 ICT 基礎建設發展、未來導入技術概念、無線電頻譜應用提出中長期之整體寬頻計畫。如此一來，產官學研各界更能及早於未來發展方向上達成共識，提升國家經濟及產業競爭力。

研究團隊在此茲針對國際數個技術領先國家之 ICT 發展計畫、整體寬頻及頻譜政策進行調查與統整，作為我國制定整體寬頻政策方向時之參考。

（1） 美國

美國歐巴馬政府從2009年開始即致力於公共領域之ICT活用，自 2013 年邁入第二任政權後便積極推動 ICT 振興政策。2009 年起(第一任期)之重點實行目標主要在於政府的雲端活用、資料的 Open Data 化、技術創新鼓勵與線上保健；2013 年起(第二任期)則從軟硬體兩面著手，硬體面進行有線無線寬頻網整備，軟體面則著重科學技術教育與研究強化。其中，2014~2015 年實施重點在於 1. 學校及圖書館等教育用寬頻促進支援、2. Open Internet 網路中立性規範更新、3. AWS-3 頻段競標分配，三大項。

在學校及圖書館等教育寬頻普及促進支援政策方面，美國由其 Universal Service 基金提撥對教育機構的寬頻改革計畫，進行教育機關及圖書館的 E-rate 寬頻改革支援政策，提升學校等各級教育機構之 ICT 資源及數位網路知能。2013 年 6 月，擬定了 ConnectED 草案，探討高中以下教育機構之寬頻網路連線、教職員網路能力、教材數位化等議題；2014 年 7 月，由 FCC 公布了 E-rate 近代化案，整備學校與圖書館等教育機構的 Wi-Fi 環境、提升學生 Wi-Fi 連線使用率及偏遠地區公立學校光纖網路建構。

表 37 美國的教育用寬頻促進支援計畫案

ConnectED 草案	
擬定時間	2013 年 6 月
內容與目標	1. 高中以下教育機構中 99%的學生須有次世代高速寬頻網路連線 2. 教職員網路能力提升 3. 教材數位化
經費	獲得民間機關的支援，總經費約 20 億美元
E-rate 近代化案	
擬定時間	2014 年 7 月
內容與目標	1. 學校與圖書館等教育機構的 Wi-Fi 環境整備 2. 2015-2016 年 2 年間，約 1,000 萬人的學生可使用 Wi-Fi 連線 3. 41%的偏遠地區公立學校有光纖網路連線
經費	原計畫 2015 及 2016 年度各 10 億美元，2014 年 12 月將計畫案分配金額上限由 24 億美元提升至 39 億美元

資料來源：FCC，本計畫製作

Open Internet 規範更新部分，2014 年 1 月，舊版 Open Internet 規範被聯邦上訴法院宣判無效後，FCC 積極制定新的規範，最終在 2015 年 2 月完成公布新版 Open Internet 規範，將 ISP 網路歸類為公共電信，提升其連線中立性；主要內容在維持網路連線環境健全、制定行動基準與訴願審查管道以及對其他業者制定規範。由於該規範包含與網路中立性相關之 ISP 流量與連線管理，在檢討時即有超過 400 萬件的民間意見。而歐巴馬政府為對 Open Internet 進行嚴格的保護，在 2014 年 11 月要求將寬頻歸類至「1934 年通信法」第 II 篇，作為公共電信對應。

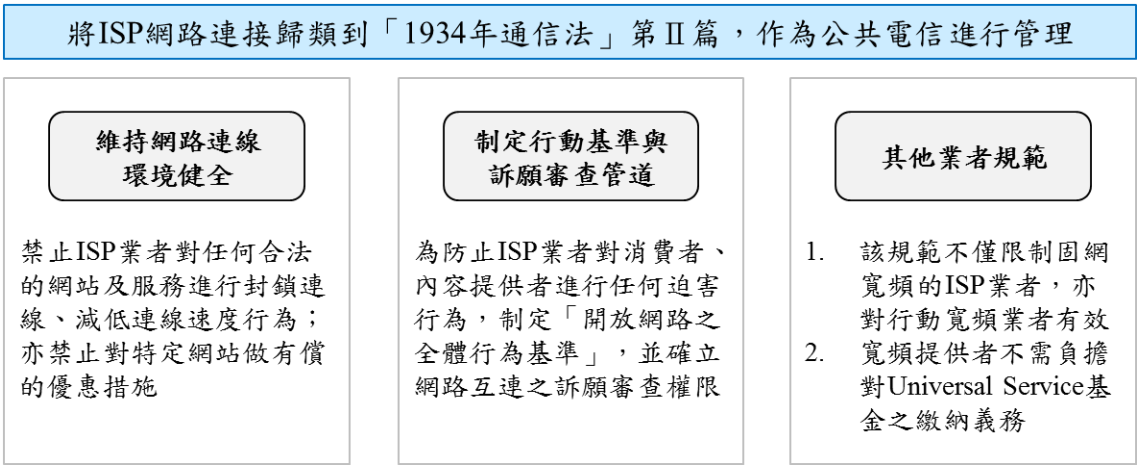


圖 82 FCC 的新版 Open Internet 規範更新內容

資料來源：FCC，本計畫製作

在頻譜分配規劃方面，NTIA 在 2014 年 3 月發表 AWS-3(1.7/2100MHz 頻段)的移頻計畫，並在 2014 年 11 月開啟，2015 年 1 月完成了該頻段的競標。本次總標金高達 449 億美元，其中 AT&T 得標金額為 181 億 8,925 萬 5,000 美元，Dish 得標金額為 133 億 2,742 萬 3,700 美元，Verison 得標金額為 104 億 3,001 萬 7,000 美元，T-mobile 得標金額為 17 億 7,402 萬 3,000 美元。

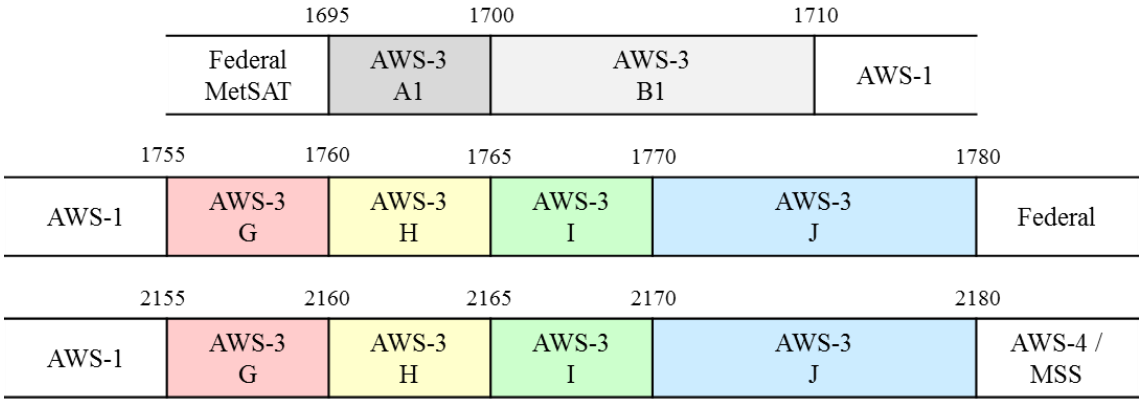


圖 83 美國 AWS-3 頻段(1.7/2.1GH)

資料來源：FCC、NTIA，本計畫製作

（2） 歐盟

歐盟之政策執行機構，歐洲委員會 (European Commission) 在 2014 年 11 月實行新體制，新任委員長 Jean-Claude Juncker 表示 ICT 將成為歐盟在經濟成長及就業擴大的先導領域;經由 1. 通訊相關規範調整、2. 頻譜分配區域協調、3. 適合數位時代的著作權近代化、4. 資料保護改革、5. 對網路覆蓋及 ICT 部門投資、6. 增設 1 名 ICT 領域負責委員等六大措施,在 2015 年 5 月提出數位市場單一化策略「A Digital Single Market Strategy for Europe」，並期待最終達到數位市場單一化的目標。

圖 84 歐洲委員會的數位市場單一化方案探討
資料來源：European Commission，本計畫製作

其中，為促進區域流動及發展和諧，歐盟域內的國際通話漫遊成為一大主題。歐洲委員會由 2007 年開始實行階段性減價，以對應歐盟各聯盟國間行動通信國際漫遊價格高昂問題。2014 年 2 月歐盟的調查中，依然有 94%的用戶認為歐盟區內國際漫遊通信費過高；同年 7 月，歐盟實施最近一次域內國際漫遊(語音、簡訊、數據)的減價，並制定相關法規，允許行動通訊業者可提供獨自的國際漫遊服務，而用戶在其他國家可選擇與母國不同的行動通訊服務業者之網路服務。諸項措施期望能增加消費者的選擇及擴大業者間的事業競爭；最終欲達成廢除國際漫遊費率，以達到數位市場單一化的目標。

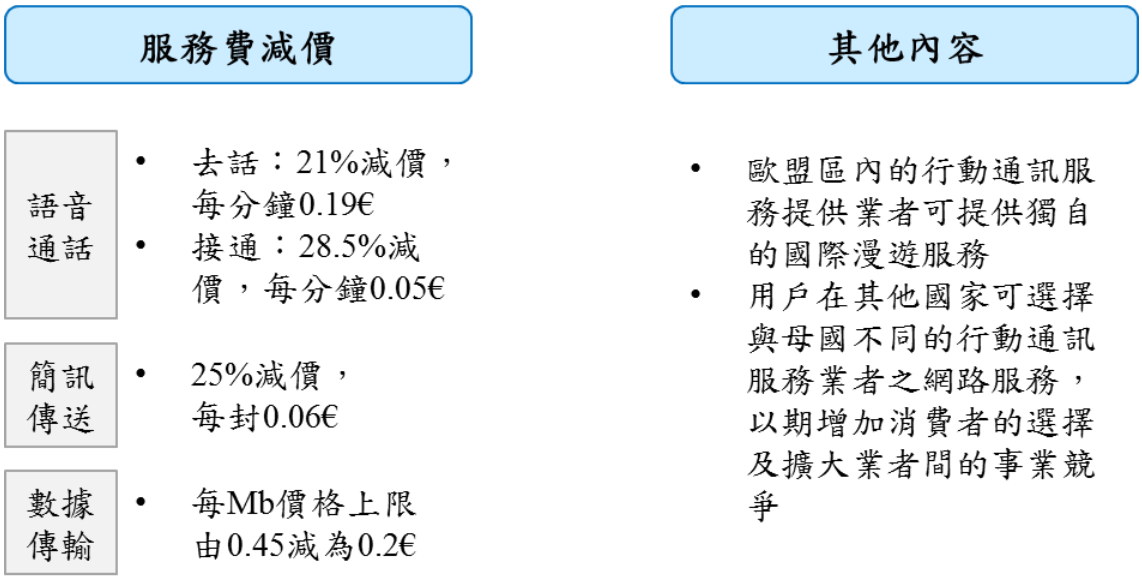


圖 85 歐洲委員會之國際漫遊減價實施
資料來源：European Commission，本計畫製作

頻譜的適當分配以促進區域內頻率使用和諧，亦為歐盟的數位市場單一化的目標之一大課題；而目前探討之議題集中在由廣電使用的 UHF 頻帶(470-790MHz)之利用方式。相關諮詢機構於 2014 年 9 月正向歐洲委員會提出研究報告書 Lamy Report，歐洲委員會則於 2015 年 1 月開啟對該頻段之公眾諮詢，同年 6 月公布結果。

面對 700MHz 頻段，歐盟預計以「2020-2030-2025」方式進行：1. 在 2020 年前將 700MHz 頻段(694-790MHz)，在歐洲全區重新分配作為 IMT 使用、2. 確保廣電業者在 2030 年以前對 Sub-700MHz 頻段 (470-694MHz) 之使用權、3. 在 2025 年時針對 700MHz 與 sub-700MHz 頻段上的新技術與市場成長狀況進行全盤檢討。

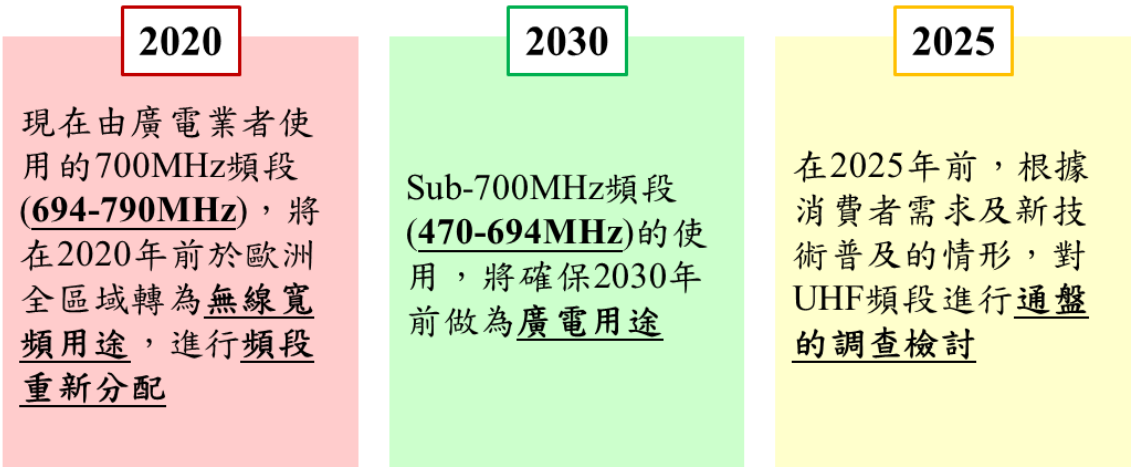


圖 86 歐盟 UHF 頻帶區域和諧「2020-2030-2025」方式規劃
資料來源：European Commission，本計畫製作

對於 700MHz 廣電頻段的 IMT 用途化，雖然歐盟目前尚在探討決議階段，但已有部分國家已完成了該頻段的競標。

德國的 BNetzA 率先在 2015 年 1 月決定將 700MHz 頻段會同 900MHz、1500MHz、1800MHz 一同投入行動通訊頻譜競標，並在同年 5 月完成競標分配頻段。本次競標 700MHz 頻段(694-790MHz)中的 2x30MHz，分為 6 段的 2x5MHz，分別由 Deutsch Telekom、Telefónica Deutschland 及 Vodafone 三家業者，各獲得 2 段；執照效期 15 年，目前規劃頻段在 2017 年中部份可用，2019 年中完全可用。並導入“Pay When Available”制度，在業者可使用時再進行付費，以促進主管單位清頻轉換的效率。

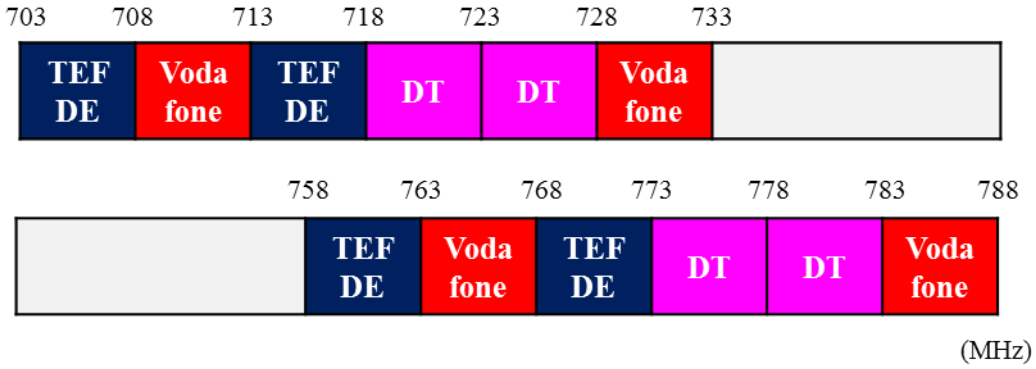


圖 87 德國 700MHz 頻段拍賣結果
資料來源：BNetzA，本計畫製作

（3） 英國

英國的文化媒體體育部(DCMS)在 2015 年 3 月，針對今後 10~15 年間數位通信基礎建設的將來方針，發表「Digital Communications Infrastructure Strategy」策略文件，探討如何優化網路連接基礎建設、去除過多的投資法規限制，以及達到未來每家戶有 100Mbps 以上的極快寬頻網路；其中，執行內容著重在頻譜的釋出與管理、增加投資金額與法規鬆綁、與 EU 進行政策融合達到區域和諧、適度下放權力至地方政府以加強地方基礎建設等領域。

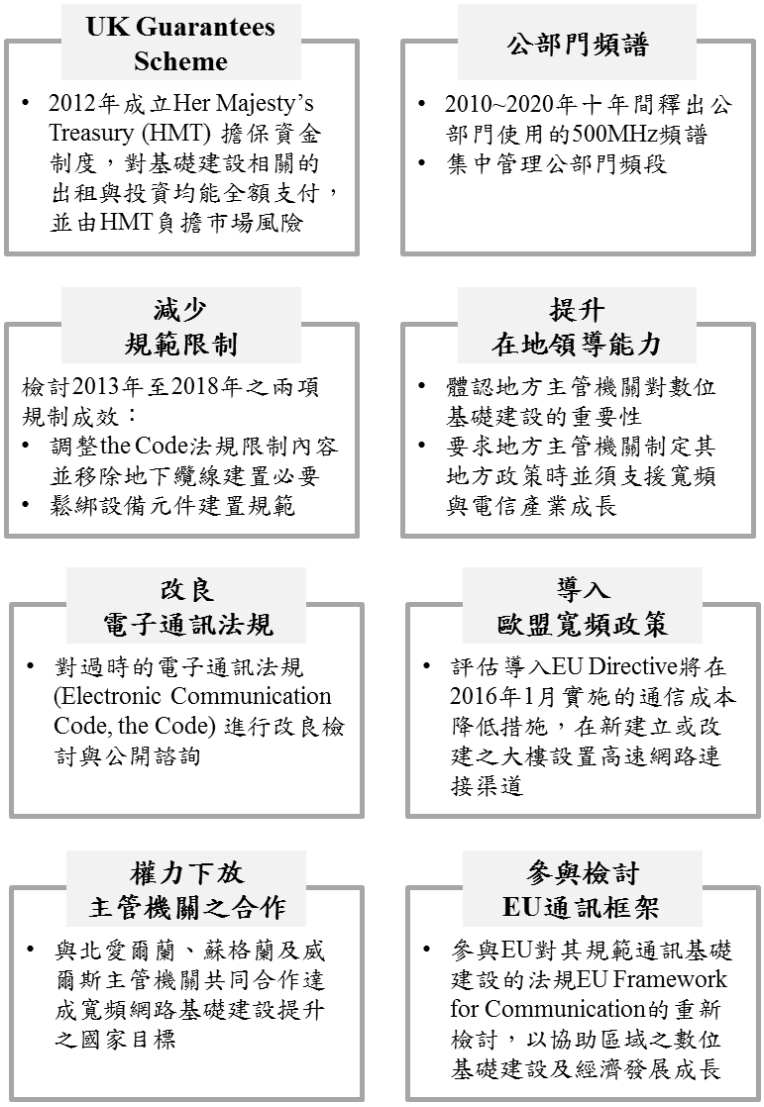


圖 88 Digital Communications Infrastructure Strategy 政府未來執行項目

資料來源：DCMS，本計畫製作

Ofcom 則在 2014 年 4 月公布未來 10 年之 Spectrum Management Strategy，面對逐漸增加的頻譜使用需求以及現已無空白空間的 300MHz-3GHz 頻段，Ofcom 將從頻譜使用方式的重新分配以及異質系統間的共用兩大主題，根據市場機制及法規設定調整其未來頻譜管理方向，並於 2020 年時能在低於 5GHz 之頻段中釋出或產生額外 500MHz 的商用頻段。

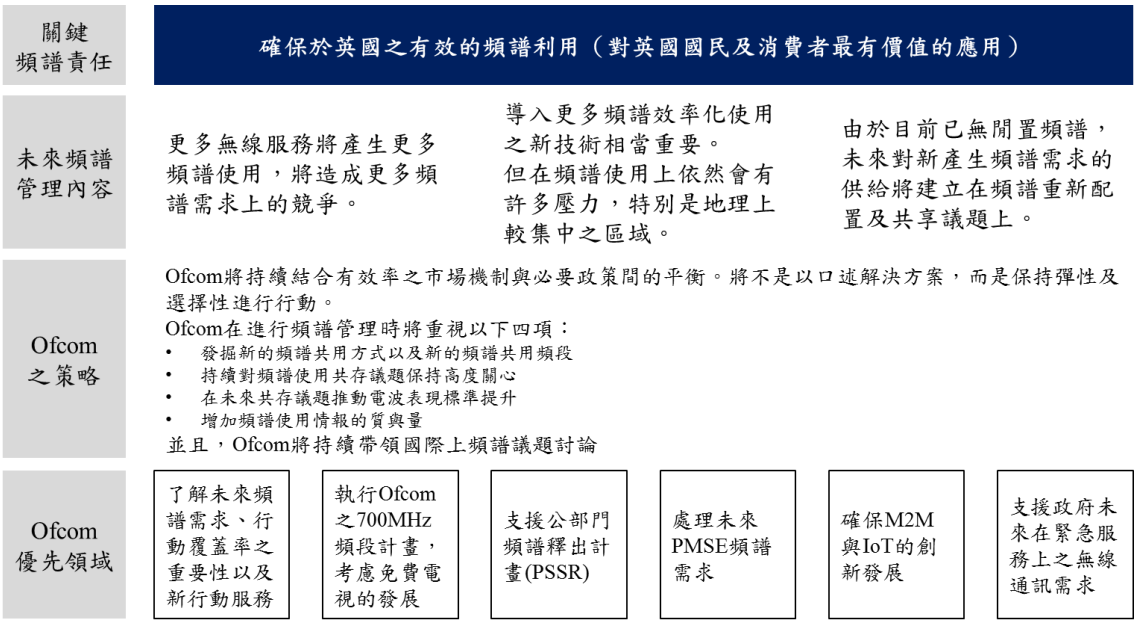


圖 89 英國 Ofcom 頻譜管理計畫主要內容

資料來源：Ofcom “Spectrum management strategy”, 2014.04，本計畫製作

其中，近十年內有六項重點領域，包含未來行動數據需求、700MHz 未來發展探討與免費電視、Program Making and Special Events (PMSE)頻譜需求、公共部門頻譜釋出計畫(PSSR)、M2M 與 IoT 應用、緊急服務通訊。針對六大重點領域，Ofcom 分別設定目前已準備好進行之對應(短期)、近五年內可能產生之議題(中期)、以及潛在長期議題（長期）三大階段。

表 38 Ofcom 對頻譜管理策略之 6 大領域之短中長期議題

探討領域	短期議題	中期議題	長期議題
未來行動數據需求	• 準備 WRC-15（特別是 item 1.1）以及其他國際活動 • 為頻譜需求及供	• 檢討英國之頻譜規劃和諧導入國際上運用之機會 • 應用設定之方法評估及可行化行	• 5G 技術之發展：檢討新設備標準以及對頻譜需求之潛在影響

	給提供長期觀點 • 評估免執照與頻譜共用方式 • 監督無線通訊之覆蓋率及網路品質	動數據傳輸之額外頻譜 • 探討未來提升行動語音及數據之地理覆蓋率之選項	
700MHz 未來發展探討與免費電視	• 國際對 700MHz 頻段應用之和諧及相關討論 • 對 700MHz 頻段重新規劃的初期費用效果分析 • 檢討減少或避免數位地面電視干擾的機會 • 與產業共同檢討數位地面電視及免費電視之角色 • 參與國際對於 470-694MHz 頻段長期發展之討論	• 700MHz 頻段重新規劃的最終決議 • 設計 700MHz 授予方式 • 與相關單位共同準備並監督頻段重劃狀況 • 完成規劃之細節，設定進程之結構、規範及步驟 • 監督市場及規範的發展狀況，包括電視科技及數位地面電視的長期角色	• 完成 700MHz 清頻與分配之行動與規範
公共部門頻譜釋出計畫 (PSSR)	• 執行國防部移頻後之 2.3GHz 及 3.4GHz 頻段拍賣 • 支援與政府頻段的共享機會	• 支援政府在確保公部門頻譜效率使用上之想法 • 在公部門頻譜共享議題上提供經驗支援 • 統一頻譜使用及可供共用之頻段相關資訊	• 支援政府未來的頻段釋出計畫
PMSE 頻	• 了解近期與未來	• 重新檢視 PMSE	• 考慮新科技與

譜需求	PMSE 需求，以及各段提供使用之可行性 • 考慮未來新 PMSE 設備科技之角色 • 歐洲 PMSE 使用和諧之國際合作	頻譜規劃方式 • 評估 PMSE 頻譜規劃後之衝擊並執行優化措施	PMSE 應用之潛在相關性
M2M 與 IoT 應用	• 提升對 M2M 及 IoT 技術在不同應用上的需求之認識 • 允許 LE SRDs 對 870/915MHz 頻段之連線，並考慮對較高傳輸功率及責任循環之授權範圍 • 繼續對 TVWS 上之工作	• 了解新技術規格的出現如何對 IoT 平台及需求造成影響	• 檢討 DSA 科技允許 M2M/IoT 設備對頻譜進行自身管理連線所需之服務品質保證觀點
緊急服務通訊	• 對現有之緊急通訊服務執照及頻譜環境提供建議 • 對行動通訊系統與緊急服務通訊系統共存提供技術建議 • 代表英國參加國際 PPDR 和諧共存之協商討論	• 對政府提供之潛在頻譜可行性及成本評估需求提出建議 • 對政府之頻段重新規劃與執行提供必要協助	• 經由 PSSPG 及 UKSSC 持續擔任對政府規劃緊急服務通訊議題之提供建議角色

資料來源：Ofcom “Spectrum management strategy”, 2014.04，本計畫製作

（4） 日本

日本總務省每年更新其情報通信白書，2015 年（平成 27 年）版本於 2015 年 7 月提出，關於日本頻率政策規劃記載於第八章 ICT 政策動向之第三節頻率政策展開；其中又分為 1. 頻率有效利用的推進、2. 頻率利用的高度化多樣化措施、及 3. 頻率利用環境的整備三部分，分別探討如頻譜利用效率上升、防災 ICT 系統的整備、移動通信系統及 ITS 系統發展、以及電磁波使用對人體影響之量測與預防等。

由於近年來行動傳輸量提升、M2M 及物聯網的普及，並因應 2020 年東京奧運的舉辦，總務省於 2014 年一月起舉辦「頻率政策願景懇談會」，針對 1.新的頻率使用方式、2.為實現新頻率使用之目標設定與實現方法、3.頻率使用之產業狀況，三大議題進行檢討。

針對 IMT 系統發展，4G 系統自 2012 年 4 月開始的「情報通信審議會情報通信技術分科會攜帶電話等高度化委員會」對第四世代移動通信系統(IMT-Advanced) 之檢討、同年 12 月對 LTE-Advanced 技術導入規則及制度之整備、2013 年的「日本再興戰略」舉辦各種公聽會並提供申請等，日本三大電信業者已分別完成 LTE-Advance 開設計畫，陸續於 2016 年陸續提供服務。

5G 系統的演進規劃則於 2014 年 9 月設立「第 5 世代行動推進論壇」,由 4 個委員會組成,檢討國際合作、研究開發與標準化、應用服務、5G 時代網路架構等議題。目標由 2015 年開始產官學聯合研究，2017 年開始各種技術之實證實驗，並於 2020 年將 5G 技術商用化。

而在智慧交通部分，日本自 2013 年 4 月起將數位紅利的 700MHz 頻段分配作為 ITS 使用，並於 2014 年開始進行 700MHz 早期化檢證實驗，該年 2 月設立「Information Security Advisory Board – ITS 安全性檢討團隊 」,於同年 6 月統整 ITS 管理基本方針與機能要件於「700MHz 頻段安全駕駛支援系統之安全要求事項」中；同年 9 月亦在美國底特律的 ITS 世界會議上介紹使用 700MHz 之安全防治及自動駕駛 ITS 系統。

表 39 日本平成 27 年情報通訊白書中關於其頻譜政策之議題與願景

頻率政策願景懇談會最終報告書		
主議題	**子議題**	**內容**
1. 新的頻率使用方式	(1) 頻率使用現狀	目前日本： • 行動通訊終端約有 1 億 6400 萬台 • 行動寬頻契約數約有 6651 萬 • 平均通訊量約為 783.9Gbps。
	(2) 頻率使用的將來	將來頻率使用將主要面臨： • 傳輸數據量與技術需求增加(4G、5G) • 物聯網的發展(M2M、IoT) • 高畫質影像傳輸(4K TV) • 無線通訊安全確保(ITS) • 公共領域效果對應實現(PPDR、頻譜共用) • 通信以外的頻率使用(無線電力輸送、雷達、測位) 等議題
	(3) 2020 年主要之移動通信系統	• 第四世代移動通訊系統(4G)之早期導入 • 2020 年左右實現第五世代移動通訊系統(5G) • 無線 Wi-Fi 利用增加之使用頻段擴張及使用環境品質提升 • 智慧交通系統(ITS)
2. 為實現新頻率使用之目標設定與實現方法	(1) 頻率分配新增目標設定	現階段提供行動裝置使用之頻寬約為 6110MHz，Wi-Fi 使用之頻寬約為 350MHz。因應以上現象重新檢討行動裝置與 Wi-Fi 系統合計頻寬需求目標（過去估算：2020 年約需 2,000MHz）。 • 以 6GHz 為分野，6GHz 以下之頻段

		確保 2020 年左右有 2,700MHz 的空間； • 6GHz 以上，在 8.4-80GHz 頻率間約 23GHz 之頻寬進行技術之研究開發與國際標準化之推動。
	(2) 未來頻率分配之方向	基於以下方案實施： • 適合企業對應行動之「整合性」處理 • 關於「頻譜逼迫」評定標準 • 與競爭政策之合作
	(3) 頻率有效利用之實現方針	• 為了完成頻譜重新配置，徹底進行 PDCA • 頻率共享的推廣（TVWS、與公部門頻譜使用之共享機制） • 研究開發的策略推進 • 確保適當頻率使用之監理機制 • 海外來訪者之對應 • 電磁波安全性相關措施
3. 頻率使用之產業狀況	(1) 頻率使用相關產業動向與展望	• 確保高水準頻率使用環境，以利創新及經濟成長 • 頻率使用相關產業規模（預測）：2013 年約 34.3 兆日圓，2020 年約 60.5 兆日圓，2030 年約 84 兆日圓 • 全球視點的頻率政策：技術標準化活動、package 型的展開、產官合作推動、2020 年東京奧運展示 5G 及 ITS、頻率利用之中長期願景提示
	(2) 頻率使用人才育成	• 領導國際規範制定之日本 leadership 強化 • 對行動寬頻有整體見解之人才育成

資料來源：日本總務省"平成 27 年版情報通信白書", 2014.07，本計畫製作

（5） 中國

中國國務院推出「互聯網+行動計畫」與「中國製造 2025」之國家 ICT 計畫，由中國國務院總理李克強在 2015 年 3 月的全國人民代表大會中發表；其中揭示了工業與行動網路、雲端計算、大數據、物聯網等資訊科技融合以提高附加價值的「中國製造 2025」10 年計畫。其執行重點涵蓋智慧化驅動、基盤的強化、中國由製造大國成長為製造強國、工業化及資訊化之融合、綠能發展、網路化/數位化/智能化開發利用等六項，重點發展之 10 大 ICT 領域(次世代行動通訊產業、高檔數控機床和機器人、航空航天裝備、海洋工程裝備及高技術船舶、先進軌道交通裝備、節能與新能源汽車、電力裝備、農機裝備、新材料、生物醫藥及高性能醫療器械)。

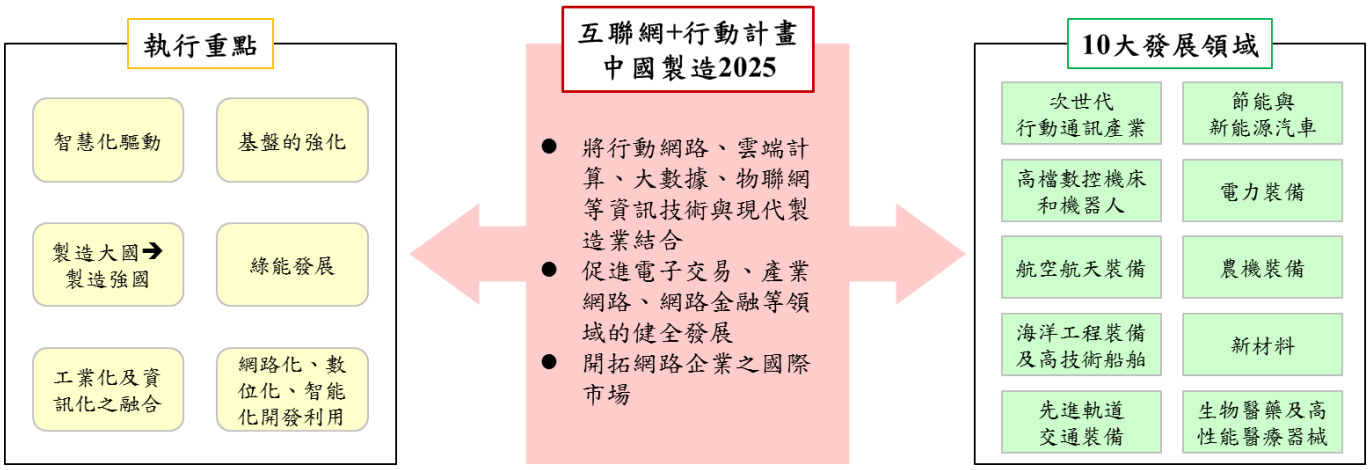


圖 90 中國的國家 ICT 計畫
資料來源：中國政府，本計畫製作

LTE 服務方面，工信部在 2013 年 12 月起對中國電信、中國聯通與中國移動配發 LTE TDD 執照；直到 2014 年底為止，全中國基地台數已達 75 萬 8,000 台，超過 1 億個用戶。其中，雖然以中國移動佔有之市占率最高、頻譜頻寬最寬，但中國電信與中國聯通兩業者從 2014 年起在全中國 56 個都市中測試 LTE 聚合網實驗，累積網路覆蓋、相互通信與干擾解決等領域的 Knowhow，具備了 FDD-TDD LTE 聚合網商用化條件。因此，工業信息部在 2015 年 2 月對中國電信、中國聯通兩國營行動通訊業者配發 FDD-LTE 執照；企圖總和 FDD 與 TDD 兩種 LTE 技術之優點，並且能更有效率的使用頻譜資源。

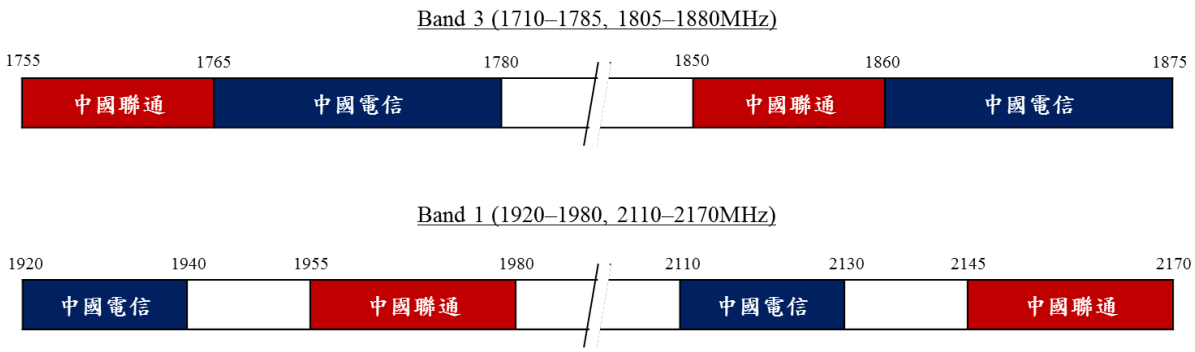


圖 91 中國電信業者 FDD 頻段分配現況
資料來源：中國工信部，本計畫製作

（6） 香港

香港於 1998 年首次公告「Digital 21」整體 ICT 策略，企圖打造香港為世界重點之科技與貿易樞紐，並提供人民創新且便利之智慧數位城市。該策略陸續於 2001 年、2004 年及 2008 年進行數次更新，最近一版 2008 年版本中，主要發展目標著重在 1. 推動數位經濟、2. 推廣先進技術與創新應用、3. 發展香港成為科技合作與貿易之樞紐、4. 啟動下世代公共服務、5. 建立具備包容(Inclusive)之知識型社會等五大項。

表 40 2008 年香港「Digital 21」主要目標

發展目標	執行內容
推動數位經濟	• 2007-2008 年政府為資訊科技預留 54 億元
推廣先進技術與創新應用	• 設立數位港與科學園區 • 推動通訊技術、數位內容、感應及辨識技術、軟體開發與下世代網路
發展香港成為科技合作與貿易之樞紐	• 與中國、澳門簽定合作 • 締造有利經商之環境，包含可靠安群之網路基本建設等
啟動下世代公共服務	• 延續 2004 年訂定之目標，強化 e-Government 之推動，包含入口網站、電子資料管理等
建立具備包容(Inclusive)之知識型社會	• 提供市民上網、學生輔助學習、中小企業合適解決方案等服務 • 建設數位版權管理設施與文化

資料來源：Digital 21 官網，本計畫製作

近年來,香港政府為為實現世界頂尖之ICT應用城市之願景，主要鎖定數位經濟、e-Government 與數位包容三大面向進行推動，提升社會整體數位滲透度、發展區域合作、增加基礎建設、以及提供各項數位服務為主。

表 41 近年「Digital 21」推動進展與成效

推動領域	執行項目	具體成效
數位經濟	Data Center 建設	• 鼓勵工業大樓及工業用地轉用途
	資通訊人才培育	• 將於 2015/2016 年度撥款給資訊教育表現優異之學校應用
	中小企業應用解決方案開發	• 2014 年 Q3 推出「雲端應用推廣計畫」提供培訓與推廣活動
	內地或澳門之合作簽訂	• 與鄰近地區共同成立委員會推動新計畫
	新創企業支援平台營運	• 2014 年 3 月推出交流平台「iStartup @ HK」
e-Government	資訊科技基礎建設	• 「資料一線通」平台截至 2015 年 4 月已有 160 項 e-Government 服務
	雲端技術相關應用服務	• 所有部門已使用電子採購系統
	為市民提供之 e-Government	• 2014 年 9 月個人化平台「我的政府一站通」行動版推出
	智慧城市管理	• 渠務署利用超音波感應器偵測水位，減低淹水與土石流等風險 • 道路感應器設置，以利智慧調整交通流量與燈號
數位包容 (Digital Inclusive)	無障礙網頁推動	• 截至 2015 年 4 月已有 97%的網站達到目標
	年長者資通訊應用推動	• 年長者使用資通訊科技比例由 2004 年之 4%至 2014 年之 35%
	e-Learning 支援	• 推動「一家一網 e 學習」

資料來源：Digital 21 官網，本計畫製作

因應資通訊技術與整體環境之變遷，香港政府於 2014 年開始進行公開諮詢，預計再次更新策略內容；期待應用雲端運算、大數據運用、物聯網、無線&跨平台等關鍵技術，進行善用科技、激勵創新、拓展產業、貫通資訊等行動方案，為香港人民開創下一個智慧科技時代。

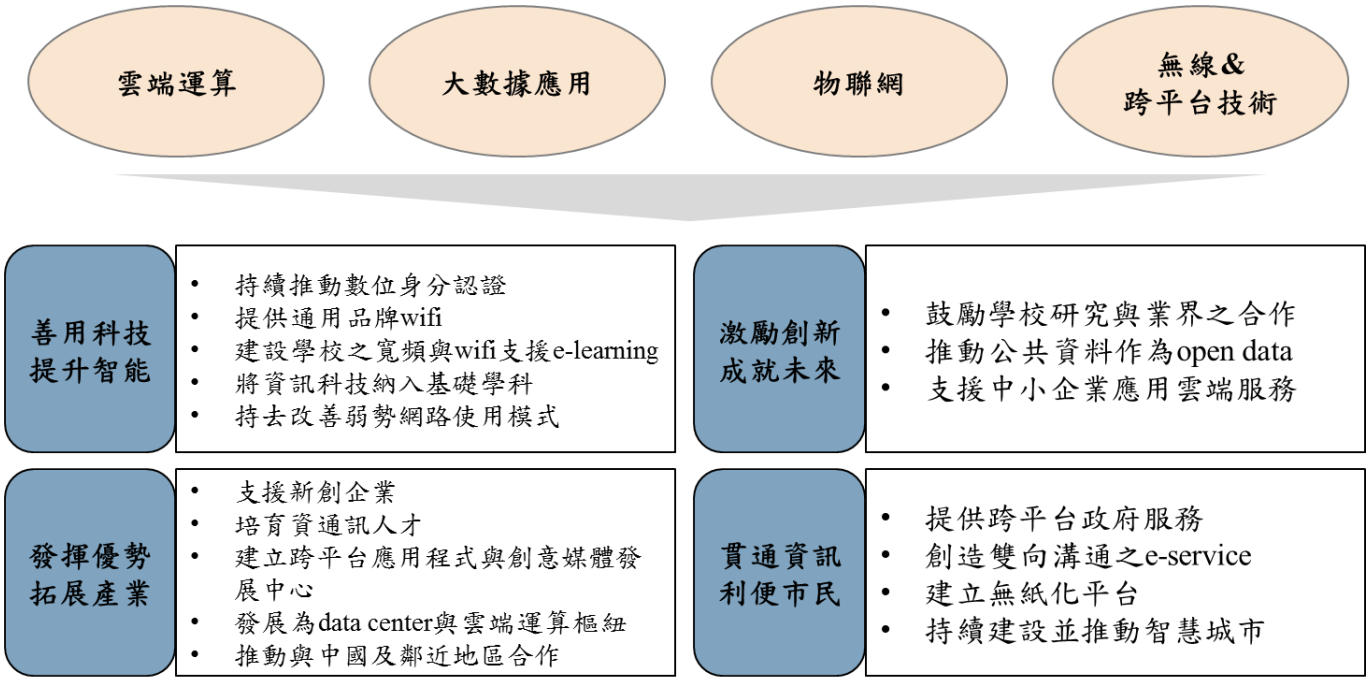


圖 92 2014 年「Digital 21」公開諮詢方向
資料來源：Digital 21 官網，本計畫製作

（7） 韓國

韓國在 2013 年朴槿惠政權起，即致力於 ICT 與其他產業整合的成長策略，進行跨政府部門的 ICT 整合政策。2014 年 5 月成立資通訊策略委員會，並在同時發表三年期的 ICT 整合中期計畫「資通訊振興與整合活性化基本計畫」。其中該計畫為促進創造力提升，開啟了在全韓國約 3000 所小學到高中等設置 3D 列印技術等；專案為強化政府跨部門 ICT 整合，預計在 2015 年底前統整「資通訊振興與整合活性化之法規制度改善計畫」、「全像攝影產業發展戰略」、「智慧媒體產業育成計畫」、「數據產業發展策略」等計畫 。

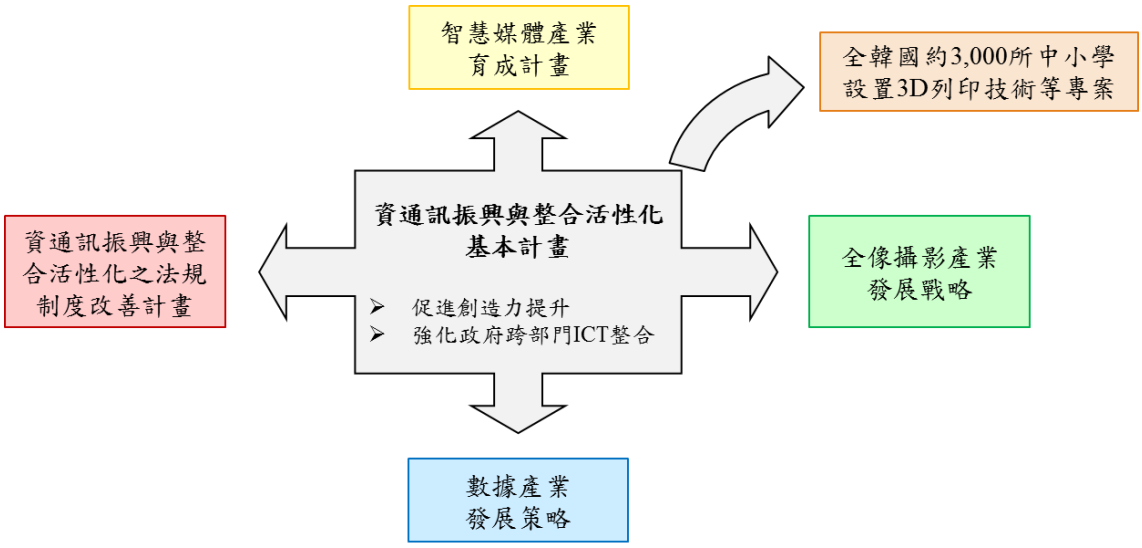


圖 93 韓國的資通訊策略委員會
資料來源：韓國政府，本計畫製作

韓國未來創造科學部與產業通商資源部對將來可能成長的 19 大未來成長動力產業領域，於 2015 年 3 月設定了到 2020 年為止今後 5 年間投入 5.6 兆韓圜的 ICT Master Plan「未來成長動力-產

業引擎總合實踐計畫」。該計畫統整未來創造科學部於 2014 年的「未來成長動力實行計畫」，與產業資源通商部在 2014 年推行的「產業引擎專案發展計畫」。

該計畫當中所推行的 19 大產業被分成 1. 未來新產業、2. 主力產業、3. 公共福利與能源產業、4. 基幹產業，四大類；其中主力產業包含智慧汽車、深海海洋計畫、5G、Drone 無人機等 4 項。而其中投資額最大的幾項產業分別是穿戴裝置、IoT、5G、智慧機器人、智慧半導體等。2015 年投資 1 兆韓圜，2020 年為止投入 5.6 兆韓圜，並預計在 2024 年完成出口額 1000 億美元的新產業育成。

圖 94 韓國的 ICT Master Plan

資料來源：韓國未來創造科學部、產業通商資源部，本計畫製作

在經濟發展方面，1990 年代後半起韓國經濟因 ICT 發展而有高度成長，卻在近年來趨緩；為改變此現象並將 ICT 產業重新作為今後的成展策略主角，未來創造科學部在 2015 年 3 月發表了至 2020 年為止投入 5 兆韓圜的「K-ICT 策略」，願景為「以 ICT 為先導實現創造韓國」。其實施具體內容包括：1. 根本改善產業體質，導入「Fast-Track」制度，將對企業的研究開發支援決定時間從 1 年縮短到 3 個月。2. 擴大 ICT 整合服務，對教育、醫療、觀光、都市、能源、交通之重點 6 領域在 2019 年前投入總額 2.1 兆韓圜。3. 推動策略 9 產業：軟體、IoT、雲端、網路安全、5G、UHD、智慧裝置、數位內容、大數據。

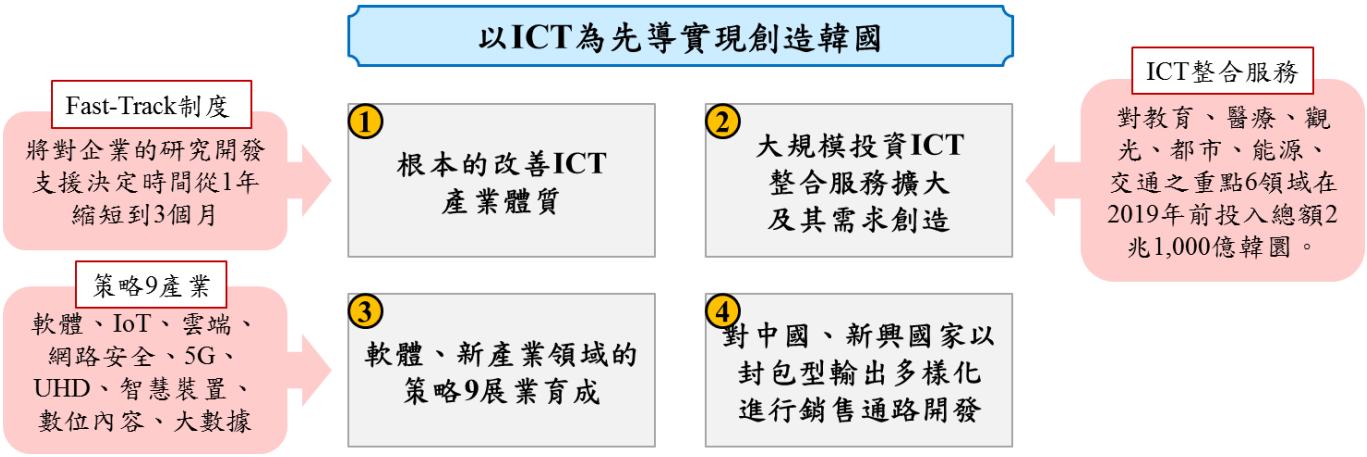


圖 95 韓國的 K-ICT 體質改善策略

資料來源：韓國未來創造科學部，本計畫製作

無線電波頻率規劃利用方面，韓國的 MSIP (Ministry of Science, ICT and Future Planning) 於 2013 年 12 月公布其國家寬頻計畫「mobile gwanggaeto plan 2.0」，描述韓國計畫將分四個階段釋出或重新規劃頻譜，預計於 2023 年時新增 1190MHz 之商用頻段。

現階段（2013 年 10 月）韓國擁有 2650 萬的 4G 用戶、1970 萬的 3G 用戶及 806 萬的 2G 用戶；作為 IMT 商用的頻段共有 390MHz，分別為 330MHz 的 FDD 頻段 (2G、3G、4G) 與 60MHz 的 TDD 頻段 (WiMAX)。但在 MSIP 的研究中，韓國在 2023 年時預計每月將產生 444 petabyte (10^{15} byte)，為 2011 年平均單月傳輸量的 26 倍。

表 42 韓國 2013 年底之 IMT 頻率總頻寬與分配情形

Band (MHz)		Uplink		Band width	Downlink		Sum-up
		lower	*upper*		*lower*	*upper*	
2G	800	824	829	5	869	874	10
	1800	1770	1780	10	1860	1870	20
3G	2100	1940	1980	40	2130	2170	80
WiMAX	2300	TDD		60	2300	2360	60
LTE	800	819	824	5	864	869	50
		829	849	20	874	894	
	900	905	915	10	950	960	20
	1800	1715 1730	1725 1735	15/20	1810	1830	70
		1735 1745	1740 1755	15/20	1830	1850	
	2100	1920	1940	20	2110	2130	40
	2600	2520	2540	20	2640	2660	40
Sum-up							390

資料來源：韓國電子通信研究院(ETRI)，本計畫製作

因應此現象，韓國預計在 2023 年前合計釋出或重新規劃額外之 1190MHz 頻寬作為 IMT 用途使用。在 2013 年「mobile gwanggaeto plan 2.0」發表時點，已分別在 700MHz 頻段確保 40MHz、在 1800MHz 頻段確保 30MHz、在 2.6GHz 頻段確保 40MHz，共 110MHz 之頻寬。剩下的 1080MHz 頻寬將探討分為 4 階段釋出。而亦表示將在 2015 年增加 2.6GHz 頻段的 20MHz 與 2.5GHz 頻段的 40MHz 於確保作為 IMT 使用之頻率當中。

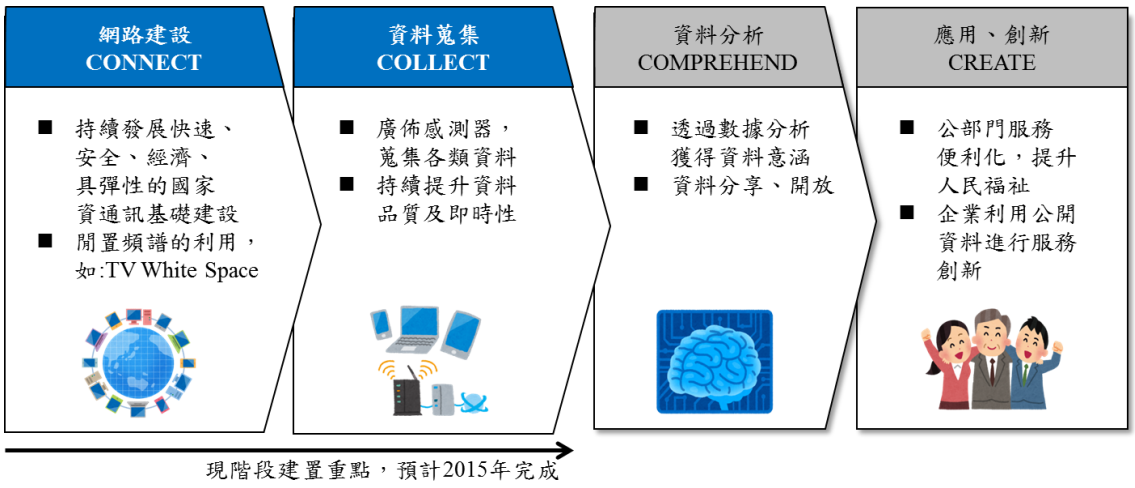
表 43 韓國 2023 年底預計確保之 IMT 頻率

Category (MHz)		Secure Possible Bandwidth (MHz)					Total
		Secured	*Phase1*	*Phase2*	*Phase3*	*Phase4*	
FDD	700	40					40
	1800	30			20(20)		50(20)
	2100	-	(60)	60			60(60)
	2600	40	20			10	70
TDD	2000			40			40
	2300			30(40)			30(40)
	2500		40				40
FDD/TDD	3500			160			160
WRC	6000				200	500	700
Total	Adding	110	60	290	220	510	1190
	Reframing		(60)	(40)	(20)		(120)

資料來源：韓國電子通信研究院(ETRI)，本計畫製作

（8） 新加坡

新加坡為提前因應都市化、高齡化、能源需求成長等現象，2006 年起政府開始推動“Intelligent Nation 2015”(in2015)計劃，持續完善資通訊基礎建設，打造智慧國家以提升人民福祉及推動各項服務創新，企圖佈建一敏捷且高度智慧化的通訊環境。該專案在 2014 年開始建置 Smart Nation Platform，目前以網路基礎建設及資料收集用感測器的佈建為主要目標。2015 年宣布“Infocomm Media 2025”報告，未來十年將利用現有建設，對所收集資料進行數據分析，達到公私部門服務創新應用 。



新加坡 Smart Nation Platform 建置規劃

資料來源：IDA,“Smart Nation Platform FACTSHEET”,2014.06 等公開資料，本計畫製作

新加坡政府未來規劃將從基礎建設走向應用；從資料蒐集走向資料開放、服務開發；從政府授權至民間生態系完善；但技術仍是重要關切議題。經由完備的網路基礎建設，新加坡政府欲結合隨時隨地將人與物連結的物聯網，以及從資料到企業到創新服務的應用生態系，達成公部門、國民與企業全體提升的智慧國目標。

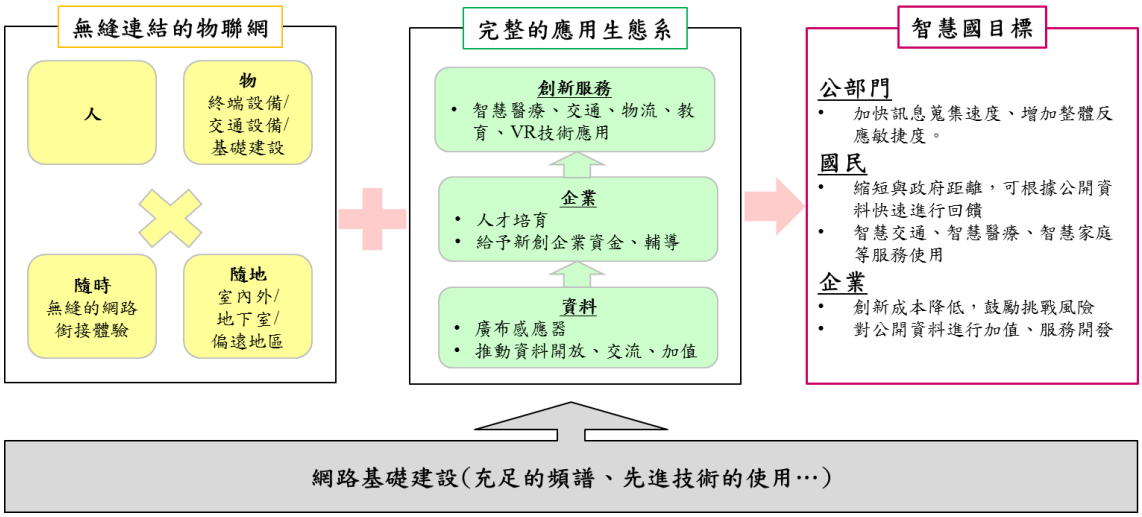


圖 96 Infocomm Media Ecosystem

資料來源：IDA,“Infocomm Media 2025”,2015.08 等公開資料,，本計畫製作

為達到智慧國目標，網路基礎建設的普及以及無線電頻譜之可用性為一大關鍵。進入行動時代，資料傳輸需求成指數成長趨勢，但技術從 HSPA 到 LTE、IMT Advanced，傳輸量僅呈線性成長，頻譜資源不足不敷使用；新加坡政府除檢討持續釋出頻譜、提升使用率外，也希望透過異質網路佈建分擔網路負載量、擴大整體網路覆蓋範圍，以提升服務品質。

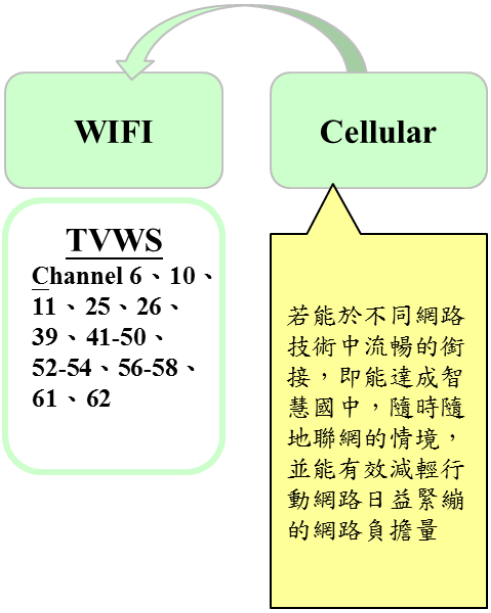


圖 97 異質網路技術應用

資料來源：IDA,“HetNet Industry Briefing”,2014.07.01，本計畫製作

因此，在未來通訊發展方面，新加坡政府除關注次世代行動無線通訊 5G 的動態外，也注重以異質網路達成無縫接軌的網路使用體驗之技術發展。對此，新加坡資訊通訊局特別針對物聯網、未來通訊、網路安全等三大領域，制定短期(近 1~2 年)、中期(未來 3~5 年)、長期(5 年以上)等階段，分別安排各期程技術發展重點。

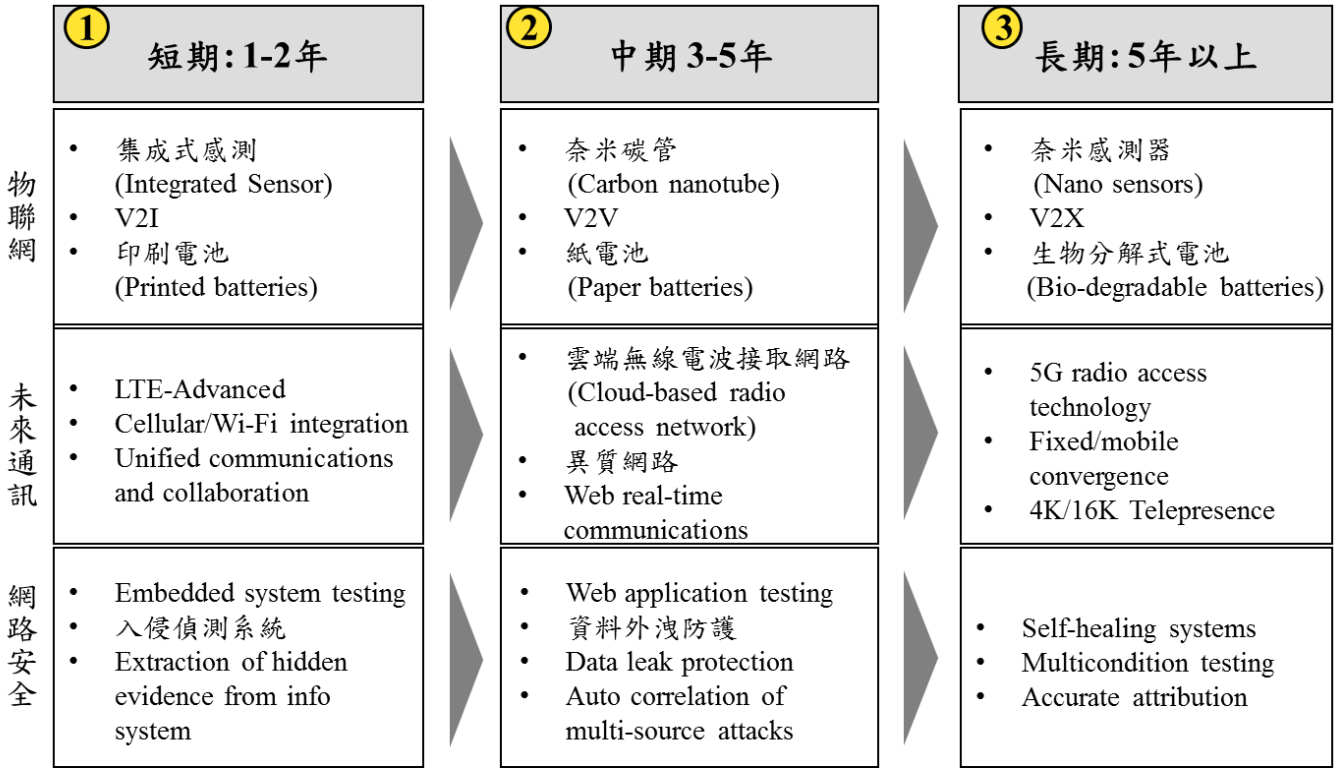


圖 98 新加坡技術發展 Roadmap

資料來源：Ministry of Communication and information，本計畫製作

（9） 澳洲

澳洲政府針對其公部門的資通訊科技發展，在 2012-2015 年間，針對 1. 提升服務品質、2. 提升政府營運效能、3. 早期參與等三大發展方向，每項分別提出二種行動方案，分別為 1-1. 提升政府能力、1-2. ICT 簡化服務；2-1. 投資優化、2-2 鼓勵創新；3-1. 創造知識、3-2. 提升協作效能。

表 44 2012－2015 澳洲公部門資通訊科技發展策略

方向	行動方案
提升服務品質	• 提升政府能力 提升 ICT 知能、技術及跨部會溝通能力以提供更效率且優質的服務 • ICT 簡化服務 在保障資料安全和隱私的前提下，使用 ICT 技術簡化服務，便利個人或企業使用
提升政府營運效能	• 投資優化 透過跨部門資源的共享，目標的選定，最大化投資的效益 • 鼓勵創新 注重新技術、產業環境的發展，推廣創新想法，及新科技衍伸的服務
早期參與	• 創造知識 透過更有效率的資訊創造、共享、管理來協助決策擬定、促進經濟成長、服務改善，貼近民眾需求 • 提升協作效能 強化網路，利用新科技讓各社群能夠參與政策的擬定和資訊的傳遞

資料來源：AGIMO,“Australian Public ServiceInformation and Communications Technology Strategy 2012-2015”,2012.10,，本計畫製作

而在行動寬頻管理方面，為追求頻譜使用的效率性、及頻譜使用的最大效益，訂立有整體性頻譜使用評估、透明化頻譜管理流程、減少對既有業者影響、頻譜共享探討、區域和諧參與等五大策略方向。

表 45 澳洲行動寬頻頻譜供應五大策略方向

策略方向	內涵
整體性頻譜使用評估	• 檢視閒置頻譜原因 • 既有使用中頻譜，業者是否採取適合的建置方式及程度 • 未來規劃是否考量入新技術
透明化頻譜管理流程	• 除注重頻譜需求量的預測，也需兼顧質化，頻譜性質、用途的研究 • 頻譜規劃期程長，透過建立固定流程，能確實掌握進度及現有資源
減少對既有業者影響	• 偏好用延照方式處理頻譜，提升投資確定性 • 透過策略二之管理流程確實掌握頻譜資源，期能快速反應市場曲球進行釋出
頻譜共享探討	• 過去因行動寬頻頻譜為獨佔性，僅以地理位置作區分、共享 • LSA、ASA、LAA、LTE-U 等新技術提升頻段共享可能，需持續探討
區域和諧參與	• 區域和諧可帶來規模經濟效益，並有更多設備選擇，對市場小的國家更為重要 • 積極參與各國際標準制定組織如 ITU-R、APT

資料來源： ACMA,“Five-year spectrum outlook 2015-19”,2015.09，本計畫製作

另外，綜觀整體無線電頻譜並將其分作四個階段，進行動態管理，依照階段的不同，施行不同管理動作；其中又分為前期準備階段的定期檢視、初步調查、初步計畫，及後期實際執行階段的重新規劃與重新分配。

	前期準備階段			實際執行階段	
	第0階段	第1階段	第2階段	第3a階段	第3b階段
主題	定期檢視	初步調查	初步計畫	重新規劃	重新分配
內容	•國際、國內趨勢檢視	•釋出的頻段、技術評估 •若評估可行，採取最高價值方式進行規劃	•釋出規劃(包含對既有業者影響) •完整技術評估、最高值估算方式施行	•更為詳細的頻譜規劃 •既有業者仍有短期至中期的使用權利	•既有業者盡速完成移頻 •完成頻譜的重新分配
頻段	•600MHz •700-900MHz •350-470Mhz •6↑ GHz	•1.5GHz •1980-2010、2170-2200MHz •3575-3700MHz	•850MHz •900MHz	•3.5 GHz PTS release •700MHz 未標售頻段 •1800 MHz rural / remote	

圖 99 行動寬頻頻譜管理框架

資料來源： ACMA,“Five-year spectrum outlook 2015-19”,2015.09，本計畫製作

（10） 小結

綜觀以上各ICT技術領先國家之寬頻與頻譜計畫，在迎接ICT普及化、物聯網新技術與下世代行動通訊的大流量時代來臨時，各國紛紛在硬體方面欲整備並普及其網路通訊基礎建設，並在軟體上提升相關人員知能並制定更加彈性化的法律與投資規範。另外，為促進整體發展更加圓滑，各國亦積極推動政府機關的跨部門整合，以及各國間的區域整合合作關係，迎向一共存共榮提升效率的新紀元。

頻譜政策方面，各國普遍體認到未來數據傳輸量的暴增將造成現有 IMT 頻譜不敷使用，因此均積極設定至一期限為止可能所需之總頻寬，並以釋出專用電信頻譜、既有頻譜重新規劃等方式以補足未來頻譜缺口。而各國亦積極開啟針對高頻率之頻段的研究，企圖於該處尋找新的 IMT 可用頻段，並在未來 5G 技術發展搶得先機。

表 46 各國 ICT 與寬頻相關計畫彙整

	目標願景	行動方案	頻譜相關政策
美國	軟硬體面進行寬頻之提升	有線無線寬頻網整備 科學技術教育與研究強化	AWS-3 頻段競標拍賣
歐盟	數位市場單一化	通訊規範調整、頻譜分配區域協調、擴大網路覆蓋、鼓勵對 ICT 投資、等六大措施	針對 UHF 頻段提出「2020-2030-2025」規劃方式
英國	-	導入歐盟寬頻政策、參與檢討 EU 通訊框架、調整電子通訊法規、減少規範限制等	2020 年前從公部門使用頻譜中釋出 500MHz
日本	世界最先端 IT 國家創造	頻率有效利用的推進、 頻率利用的高度化多樣化措施、 頻率利用環境的整備	6GHz 以下確保有 2,700MHz 的空間 6GHz 以上進行技術之研究開發
中國	互聯網+行動計畫 中國製造 2025	將資訊技術與現代製造業結合、促進網路產業領域的健全發展、開拓網路企業國際市場	釋出 Band 3 與 Band 1 共 240MHz 予中國聯通、中國電信
香港	世界頂尖之 ICT 應用城市	善用科技提升智能、激勵創新成就未來、發揮優勢拓展產業、貫通資訊利便市民	-
韓國	跨政府部門的 ICT 整合	改善 ICT 產業體質、投資 ICT 整合服務及需求創造、策略 9 產業育成、多樣銷售通路開發	在 2023 年前合計釋出或重新規劃額外之 1190MHz 頻寬作為 IMT 用途使用
新加坡	完善 ICT 基礎建設，打造智慧國家並推動服務創新	網路建設、資料蒐集、資料分析、應用創新	-
澳洲	-	提升政府能力、ICT 簡化服務、投資優化、鼓勵創新、創造知識、提升協作效能	定期檢視、初步調查、初步計畫、重新規劃與重新分配，四階段動態管理

資料來源：各國政府機關，本計畫製作

（三）數位電視發展趨勢

電視影像傳輸方式，分為傳統的以同軸電纜作為介質直接傳送的有線電視、建立電波塔以無線電波方式傳送的無線電視（地面電視）、通過衛星將地面基站發射的微波訊號遠距離傳輸的衛星電視、以及近年來興起以光纖網路為傳輸媒介的網路電視（IP 電視）。目前現在世界主要國家在電視連線系統上，普遍以有線、衛星電視占比較高；亦有國家有較高比例的無線電視，但服務均以免費服務為主。

表 47 世界主要國家電視連線方式之家戶數及占比

國家/連線方式		美國		英國		荷蘭		澳洲		日本		中國	
		契約(千家)	占比	契約(千家)	占比	契約(千家)	占比	契約(千家)	占比	契約(千家)	占比	契約(千家)	占比
無線	付費	0	16%	0	36%	441	7%	0	67%	0	13%	0	6%
	免費	19,407		10,303		54		6,096		6,629		24,814	
有線	付費	54,041	45%	3,770	13%	4,448	60%	907	10%	26,323	50%	234,000	54%
	免費	0		0		0		0		0		0	
衛星	付費	34,330	29%	10,079	43%	673	10%	1,727	20%	5,981	30%	0	32%
	免費	100		2,051		53		111		9,437		136,500	
IP	付費	12,677	11%	2,190	8%	1,755	24%	222	2%	3,785	7%	34,400	8%
	免費	0		0		0		0		0		0	
總計		120,555		28,393		7,424		9,063		52,155		429,714	

資料來源：WIPO “CURRENT MARKET AND TECHNOLOGY TRENDS IN THE BROADCASTING SECTOR”, 2015.06，NRI 整理

而展望未來之發展，普遍認為未來在傳輸媒介方面將會呈現傳統的有線、無線電視占比下降，新興的衛星、IP 電視站品質提升之趨勢。根據法國的 IDATE Digiworld 研究及諮詢機構預測，

在短期內（近一兩年），有線電視在依然將會是世界上電視連線主流方式，但將會逐漸流失其部分占比；無線電視則會持續下降至第三位；而衛星及 IP 電視則會持續呈現成長。而由盧森堡的衛星業者 SES 對歐洲 35 國進行之問卷調查亦指出，近年歐洲各國使用無線電視及有線電視之比例逐年降低，取而代之的是衛星電視與 IP 電視之比例提升。

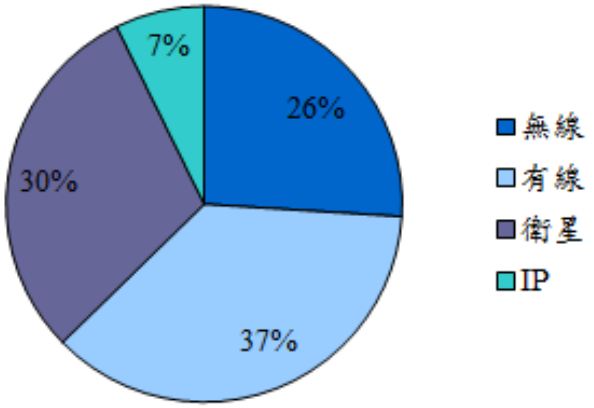


圖 100 IDATE 預測之世界電視連線方式占比(2016 年底)
資料來源：IDATE Digiworld，本計畫製作

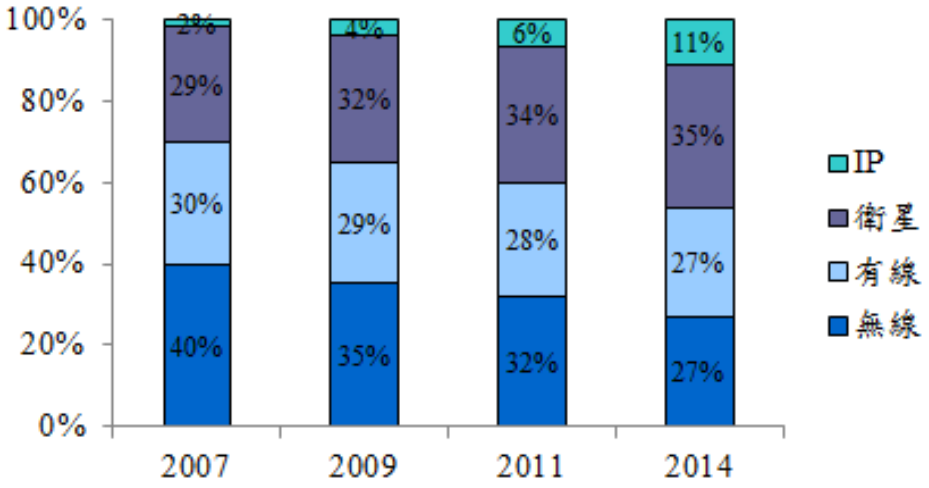


圖 101 近年歐洲主要電視連線方式占比變化
資料來源：Satellite Monitor ” https://extranet.ses.com/household-reach”，本計畫製作

我國無線電視最早發展在 1969 年左右。1999 年 10 月，交通部與各相關部會協調，決定撥出 5 組 UHF 頻道作為無線數位電視使用。該無線數位電視於 2004 年 6 月 1 日起開始以 DVB-T 制式進行的試播，由五家無線電視台（台灣電視公司、中國電視公司、中華電視公司、民間全民電視公司、公共電視台）在 UHF 頻段播送，稱呼為第一單頻網。五家業者在 2007 年到 2012 年間陸續取得為期 9 年的正式執照（公視：2007/06 取得許可；民視、台視、中視、華視：2007/08/30 起正式變更為營運執照；公視高畫質頻道 HiHD：2012/07/18 取得正式營運執照）。

而過去另外亦規劃要將 Ch25~36 間的頻段以「5+2」張方式進行第二單頻網釋照，五張無線數位電視執照與兩張行動電視執照。但近年來因整體市場發展狀況，加上 2012 年關閉類比電視訊號，應再根據現況重新審視過去之規劃於現在的適切性。

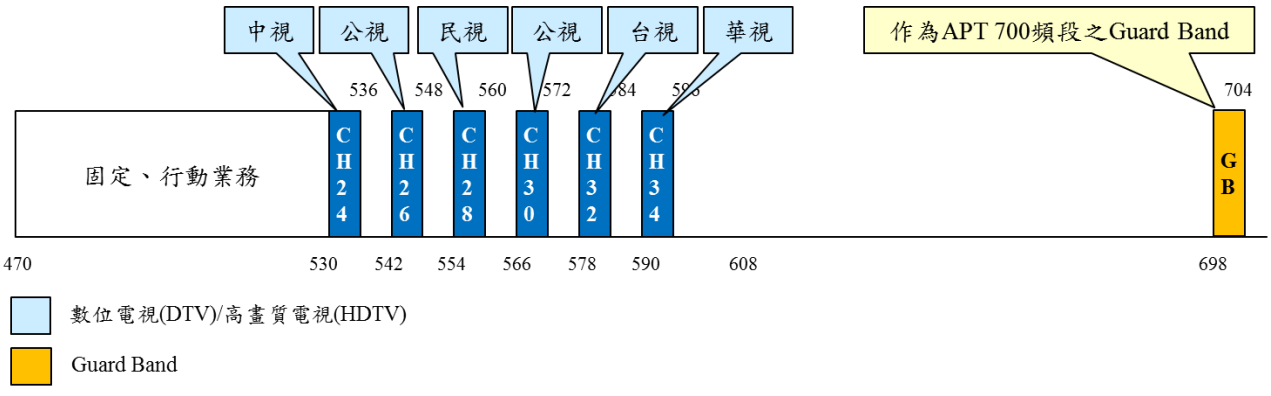


圖 102 我國數位電視利用頻段現況

資料來源：本計畫製作

另一方面，國際上近年來亦熱烈討論關於超高畫質電視(UHDTV) 技術與實踐可能性。Ultra HD TV 由日本放送協會(NHK)、英國廣播公司 (BBC)及義大利廣播電視公司 (RAI) 等機構所倡議推動，並由 ITU-R Recommendation BT.2020 (Rec. 2020) 定義其屬性規格。

超高畫質電視有 4K、8K 兩種解析度，4K 電視之解析度為 3840p × 2160p (8.29 megapixels)，為現行高清電視 1920p × 1080p 之 4 倍;8K 電視之解析度為 7680p × 4320p (33.18 megapixels)，為現行高清電視之 16 倍。

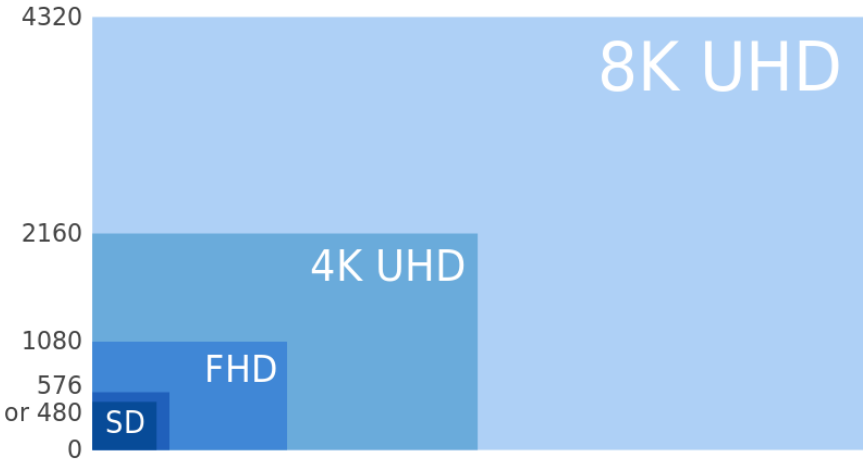


圖 103 16:9 解析度比較

資料來源：日本總務省、各公開資料，本計畫製作

2003 年，第一款 4K 錄影的攝影機 Dalsa Origin 由加拿大 Dalsa 公司推出；日本 Toshiba 在 2011 年十二月推出第一款 4K 電視，預期在 2017 年時 4K 將成為電視的主流規格。

2013 年四月，加拿大 Bulb TV 啟動了第一個 4K 有線頻道；2014 年二月，美國 HIGH TV 提供了第一個全天候 4K TV 轉播。2013 年四月，日本 Astro Design 推出第一台 8K 錄影之攝影機；而目前有日本的 Sharp、Panasonic 及韓國的 LG 展示了 8K 電視的技術，但預計還不會上市。2014 年一月，日本放送協會 (NHK) 完成 8K 影像傳輸的測試，成功將 8K 超高畫質影像傳輸 27 km。

針對 UHDTV 之實際導入，目前各技術領先國均已在 2015 年前後逐漸開始以衛星、有線及 IP 的方式導入 4K 電視正式服務。而利用無線傳輸的方式，目前則有 6 國共 10 個電台從事無線地面數位電視 (DTT) 的 4K TV 的測試，主要利用的頻段為 500-700 MHz 的數位電視頻段；而 8K TV 則由日韓兩國展開測試。但現階段僅有韓國有計畫以無線電視的方式導入 4K TV。

表 48 各國 4K 電視服務與使用連線方式

	日本	韓國	法國	英國	德國	西班牙	美國	中國	香港	印度
無線		預計 2015~2016		檢討中			實驗中			
有線	2015/05 開始服務	2014/04 開始服務					2014 開始服務	2014/10 開始服務		
衛星	2015/03 開始服務	2014/12 開始服務	2014/05 開始服務	2013/08 實驗	2015/09 開始服務	預計 2015	預計 2015~2016		2015/05 開始服務	2015/03 開始服務
網路	2015/04 開始服務						2014/04 開始服務			

資料來源：日本總務省”４Ｋ・８Ｋロードマップに関するフォローアップ会合第二次中間報告参考資料”、各公開資料，本計畫製作

表 49 國際上實驗 8K 電視無線測試國家資料

國家	電台	覆蓋範圍	中心頻段	頻寬	訊號傳輸速率	視頻編碼標準	相素標準	音頻編碼標準
日本	NHK Hitoyoshi Station	City of Hitoyoshi	671MHz (Ch 46 in Japan)	6 MHz	91.0 Mb/s	MPEG-4AVC/H.264	320p59.94frame/s 8 bits/pixel	MPEG-4 AAC384 kb/s
韓國	Technical Research Institute Building of Korean Broadcasting System (KBS)	Yeoeuido, Seoul	785 MHz (Ch 66 in Korea)	6 MHz	50.0 Mb/s	HEVC	-	-

資料來源：各公開資料，本計畫製作

表 50 國際上實驗 4K 電視無線測試國家資料

國家	電台	覆蓋範圍	頻段	頻寬	訊號傳輸速率	視頻編碼標準	相素標準	音頻編碼標準
韓國	Kwan-Ak Mountain	Metropolitan area,of Seoul	761 MHz (Ch 62 in Korea)	6 MHz	Variable (some trials at 25~34 Mb/s)	HEVC Main10Level 5.1 Max 28 Mb/s	3840x2160p 60 frames/s 8 bits or 10 bits/pixel	MPEG-4 AAC-LCor Dolby AC-3 Max 5.1Ch Max 600 kb/s
			701 MHz (Ch 52 in Korea)					
			707 MHz (Ch 53 in Korea)					
	Nam Mountain	Central area of Seoul	761 MHz (Ch 62 in Korea)					
	Yong-Moon Mountain	West Metropolitan area of Seoul	707 MHz (Ch 53 in Korea)					
法國	Eiffel Tower	City of Paris	514 MHz (Ch26 in Region 1)	8 MHz	Two programmes carried:one at 22.5 Mb/s, one at,17.5 Mb/s	HEVC	3840x2160p, 50 frames/s, 8 bits/pixel	HE-AAC 192 kb/s
西班牙	ETSI Tele-comunicación	Ciudad Universitaria Madrid	754 MHz (Ch56 in Region 1)	8 MHz	35 Mb/s,(other bit rates also tested)	HEVC	3840x2160p, 50 frames/s, 8 bits/pixel	E-AC-3 5.1
瑞典	Stockholm Nacka	City of Stockholm	618 MHz (Ch 39 in Region 1)	8 MHz	24 Mb/s	HEVC	3840x2160p2 9.97 frames/s, 8 bits/pixel	
英國	Crystal Palace	Greater London (serving over 4.5 Million	586 MHz (Ch 35 in Region 1)	8 MHz	Variable (some trials at 35 Mb/s)	HEVC	Mixture of 3840x2160p, 50 frames/s and	-

		households)					3840x2160p, 59.94 frames/s,Most of the trial at 8 bits/pixel, some at 10 bits/pixel	
	Winter Hill	North-west of England including Manchester and Liverpool (serving 2.7 Million households)	602 MHz (Ch 37 in Region 1)					-
	Black Hill	Central Scotland including Glasgow and Edinburgh (serving 1 Million households)	586 MHz (Ch 35 in Region 1)					-
捷克	Žižkov Television Tower	Prague	706 MHz (Ch50 in Region 1)	8 MHz	-	HEVC	3840x2160p	-

資料來源：各公開資料，本計畫製作

以日本為例，該國在 2012 年全面完成無線電視之數位化並開播 2K 高畫質影像；而 4K 電視在 2014 年的導入，8K 則預計在 2016，兩者都使用需付費的衛星電視、有線電視、IP 電視方式，且目前並沒有無線數位電視播送 4K/8K 的計畫。對日本而言，該國政府將無線數位電視定義為服務國民之基礎建設，除部分過於偏遠之或地形特異的山區外幾乎所有家戶都可接收其訊號免費觀看；而超高畫質並非民生所需，因此 4K 與 8K 電視被定義為加值服務，理應以使用者付費方式推動，故無線數位電視業者不在 4K/8K 之推動範圍內。

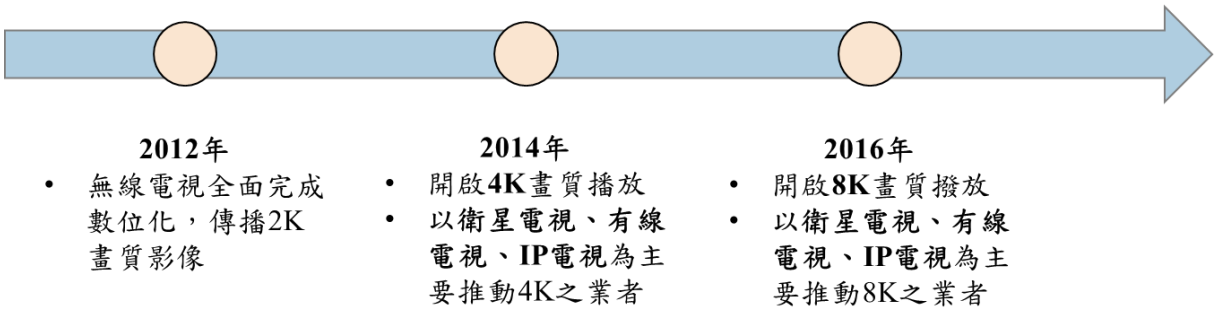


圖 104 日本 4K/8K 推動藍圖

資料來源：日本總務省 ”４Ｋ・８Ｋロードマップに関するフォローアップ会合 第二次中間報告”, 2015.12，本計畫製作

針對 UHDTV 在我國未來的發展導入狀況而言，由於我國有線電視基礎設施完善，目前我國電視廣播主流依然以有線電視及衛星電視為主，其普及率約高達 85%；另一方面，IP 電視的崛起（如中華電信 MOD）亦奪走部分市場份額；兩因素均導致近年我

國無線電視的產值呈現持續下跌趨勢。而觀察國際趨勢，未來 UHDTV 導入後依然會以使用此二種方式居多。據研究團隊了解國內之公共電視台目前與文化部正在進行 4K 節目製播之計畫，但現階段尚未進入播送階段，也尚未提出新的頻譜需求。研究團隊建議應持續追蹤公共電視台之試驗結果以及後續需求，至於未來是否會帶動國內無線電視業者對於 4K、8K 導入之頻譜需求，進而需要規劃並釋出相關頻譜，仍待整體國家政策方向再進行相關探討。

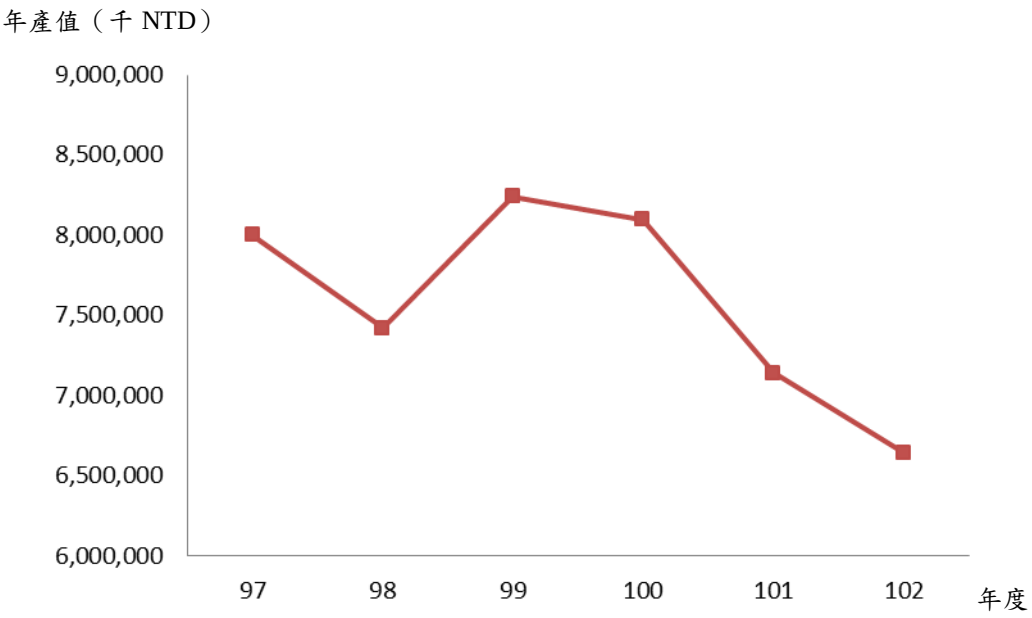


圖 105 近年我國無線電視市場產值
資料來源：NCC，本計畫製作

（四）PPDR趨勢

PPDR (Public Protection & Disaster Relief)應用包含：負責維護法律與秩序、保護生命與財產以及處理緊急情況的部門和組織使用的公共保護(Public Protection)之無線電通訊，以及處理因事故、自然現象或人為活動造成的、突發或由一個複雜的長期過程引起的對社會造成嚴重破壞、對生命、健康、財產或環境造成明顯的、廣泛威脅情況的部門或組織使用的救災(Disaster Relief)無線電通訊。於 WRC-03 通過之第 646 號決議中，提出各區域應該要有統一之 PPDR 用途頻段。主因為：容易達到規模經濟（降低 PPDR 系統實施成本），區域間或國際間的互相操作性，區域間或國際間頻譜規劃與和諧之促進。

根據 WRC-12 修訂之第 646 號決議，建議各區域應用之 PPDR 頻段，如下表所示。Region 1 利用 400MHz 之頻段進行 PPDR 應用；Region 2 主要以利用 700-800MHz 之數位紅利頻段及 4.9GHz 頻段進行 PPDR 應用；Region 3 之 PPDR 頻段則較多元零散，涵蓋 400MHz 頻段、800MHz 頻段，及 4.9GHz 與 5.8GHz 等高頻率頻段。

表 51 WRC-12 修訂之第 646 號決議－各區域 PPDR 頻段

	利用頻段
Region 1	● 380-470MHz （有些國家又以 380-385MHz/390-395MHz 為核心頻段）
Region 2	● 746-806MHz ● 806-869MHz ● 4940-4990MHz
Region 3	● 406.1-430MHz ● 440-470MHz ● 806-824MHz/851-869MHz ● 4940-4990MHz ● 5850-5925MHz （有部分國家使用 380-400MHz、746-806MHz）

資料來源：WRC-12 修訂之第 646 號決議，本計畫製作

PPDR 之應用技術如下圖所示，過去主要以聲音且低速率之 Narrowband 應用為主，僅能提供低速率的聲音與數據傳輸。近年隨著新通訊技術之發展，IMT 與 ITS 亦可支援 PPDR 之應用，未來期望可以利用寬頻提供更高速率之多媒體應用，如下圖所示。因此，對於寬頻 PPDR 之頻段規劃需要被探討，將於 WRC-15 進行相關檢討以符合未來之應用情境。

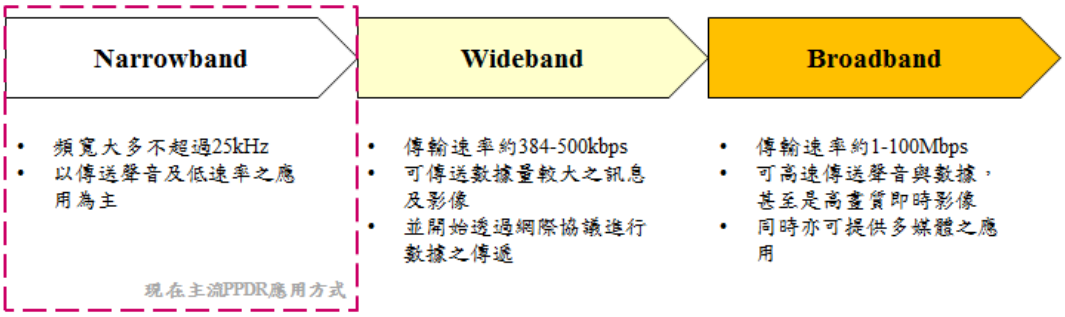


圖 106 PPDR 應用技術演進

資料來源：本計畫製作

伴隨通訊技術之發展，在 IMT 基礎上的 PPDR 應用近年來持續在被討論中。可再依據 PPDR 的擁有經營者與網路型態進行細分，如下圖所示。第一類為有獨立 PPDR 管理機關負責營運管理專用 PPDR 網路之「PPDR 專用網路」；第二類則是仍由 PPDR 管理機關負責，但以商用 IMT 網路作為基礎，以方便 PPDR 服務與商用服務之漫遊為「IMT 基礎之 PPDR 專用網路」；第三類與第四類均是由電信業者協助營運，差異在於是 IMT 基礎之專用網路，或是共享商用 IMT 網路。上述之類型並無所謂最佳解，一切端視各國通訊環境與相關配套決定何者為最適合該國國情之作法。

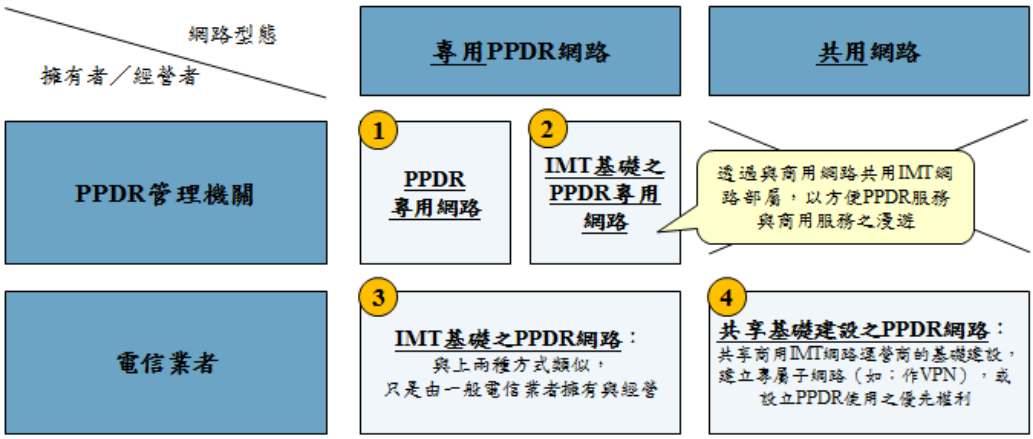


圖 107 IMT 基礎之 PPDR 系統導入方式

資料來源：本計畫製作

然而，各國政府除了要規劃決定使用之 PPDR 系統架構外，同時亦需要掌握各區域選用之 PPDR 和諧頻段進行配置。Region 1 目前仍以 400MHz 附近之頻段為主要 PPDR 使用頻段，但於該頻段能提供於寬頻 PPDR 使用的頻寬可能不足夠。因此，近年便針對 700MHz 之數位紅利作為寬頻 PPDR 進行探討。於 ECC Report 218 草稿中，明確說明 700MHz 頻段將會是主要公共安全用途的候選頻段；然而，CEPT 表示 SDL (Supplemental Downlink)與 PPDR/PMSE 間的選擇權。將保留給各國自行依據需求決定。最終於 2015 年 11 月 ECC 提出彈性和諧使用之 PPDR 頻段，提供五種不同之規劃方案，分別將 700MHz 頻段中劃分 6~20MHz 不等之頻寬作為 PPDR 用途，如下圖所示。

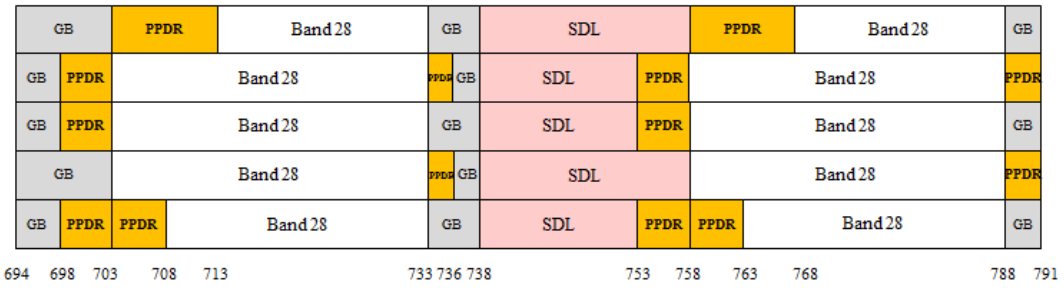


圖 108 Region 1 於 700MHz 頻段上之 PPDR 規劃

資料來源：本計畫製作

Region 2 中之美國為最早配置寬頻 PPDR 頻段之國家，起先規劃 2x5MHz 用於寬頻公共安全頻段，最近擴大為 2x10MHz，規劃 758-768MHz/788-798MHz 使用。另在 769-775MHz/800-806MHz 為窄頻公共安全頻段，如下圖所示。近年加拿大亦表態將會依循相同之配置方式進行公共安全頻段之規劃。

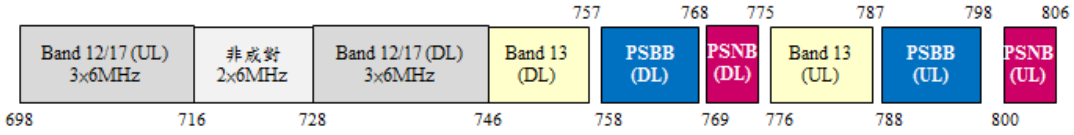


圖 109 Region 2 之美國於 700MHz 頻段上之 PPDR 規劃

資料來源：本計畫製作

Region 3 對於寬頻 PPDR 之規劃較多元，有些國家（如：韓國、墨西哥、阿拉伯聯合大公國等）以 Band 28 (APT700MHz)為主要規劃，有些國家（如：澳洲、新加坡、泰國）則是主要利用

Band 27 (807-824MHz / 852-869MHz)進行規劃，如下圖所示。其中，韓國政府於 2014 年 7 月，決議推動 LTE 技術於 PPDR 應用上，將 Band 28 間之 718-728MHz / 773-783MHz 規劃作為 LTE 之 PPDR 用途期待於 2017 年可發展建設完成。此 PPDR 網路將由韓國三大電信業者共同協力完成，由 LG CNS 帶頭製作 ISP (Information Strategy Plan)與相關建設，SKT 與 KT 亦將參與其中。

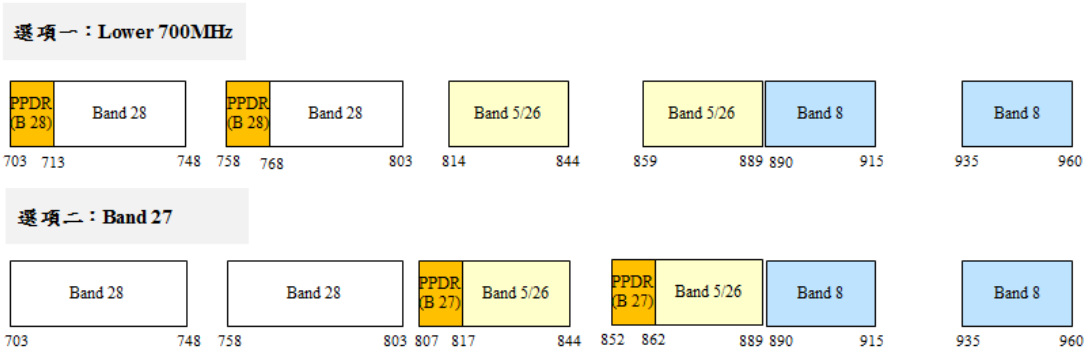


圖 110 Region 3 熱門之 PPDR 規劃

資料來源：本計畫製作

於 2015 年之 WRC-15 亦針對 PPDR 之區域和諧性進行討論，於重新修正之第 646 號決議中表示鼓勵各國主管機關顧及區域間之和諧性，利用區域性統一之頻段，並建議參考於 2015 年重新修訂之 ITU-R M.2015-1 中所述的 694-894MHz 進行 PPDR 之規劃。另亦鼓勵各國主管機關考慮將下列區域性統一的頻率作為 PPDR

用途使用：Region 1－380-470MHz；Region 3－406.1-430MHz、440-470MHz 和 4940-4990MHz。

此外，於 ITU-R M.2015-1 中建議 Region 3 未來寬頻 PPDR 之規劃，應著重於 806-824/851-869MHz，以達到區域和諧。於建議書中亦提出推薦之 Band Plan，如下圖所示。為避免與 APT700 之鄰頻干擾問題，建議將 806-813MHz 頻段作為窄頻系統，建立以 25kHz 之單位頻寬之 PPDR 應用；於 813-814MHz 留下 1MHz 之 Guard Band；再可將 814-824MHz 作為寬頻 PPDR 系統用頻譜，依各國需求決定利用 5MHz 或 10MHz 之頻寬。

圖 111 ITU-R M.2015-1 建議 Region 3 之 PPDR 規劃

資料來源：本計畫製作

由於 PPDR 服務之特殊性，尤須區域整合及頻譜使用之一致性，在國際發展趨勢相對確定後，建議我國需盡快整合出 PPDR 服務之主管機關並盡快對頻譜使用作出規劃及決議，以利將此段珍貴低頻頻段開放作其他服務（如：IMT）使用。

（五）ITS趨勢

因應資料的龐大及反應的即時性，資通訊科技應用於大眾交通管理一直是熱門的話題。近年新科技如雲端科技、物聯網的興起，更推動了再一次的交通管理革新，智慧交通系統(Intelligent Transportation System, ITS)因此誕生，透過新科技的協助，進一步拉近車輛（駕駛）、道路、行人間的聯繫，達成舒緩城市交通、交通安全等目標。

雖 ITS 涵蓋的領域廣泛，但綜觀其發展、導入過程，不脫四項重要要素的談論：無線電波技術發展、頻譜資源分配、服務應用方向、管理法規制定等，各國因其背景條件不同，在各主題上著重之處也會略有差異。

四項主題中，無線電波技術和頻譜資源的關係密不可分。如採用廣播技術則多使用 76~90MHz 廣播頻段、或以 2.6GHz、5.8GHz 以 Beacon 技術進行溝通；如要作為感測器使用，則可能利用毫米波段如 24/26、60、76、79GHz，行人用智慧交通感測器則使用 13.56、950MHz、24GHz；作為大範圍溝通用時，可以手機頻段 800MHz、2GHz 提供服務，V2V、V2I 則有使用 700MHz 及 5.8GHz(DSRC)頻段。

技術進步的程度會影響相關應用的可行性和成熟度。以往受限於無線電（如：2G、3G、藍芽、廣播）傳播速度較慢，因此多發展靜態型的資料蒐集、傳遞居多，如：交通資訊整合系統。但近年因車用的短程通訊技術 WAVE/DSRC 逐漸成熟，其延遲時間短，可小於 0.0002 秒，主動式安全服務（如：防碰撞警示、交通號誌警示等）開始蓬勃發展，為近年熱門的技術和應用，無線電波技術與服務應用方向配對可見下圖。

ITS應用	延遲時間(s)
防碰撞警示	<0.02
交通號誌警示	<0.1
轉彎速度警示	<1

無線技術	延遲時間(s)	傳輸距離(m)
5.9GHz WAVE/DSRC	0.0002	1000
5G Cellular	0.001	NA
4G Cellular	0.02	3000
3G Cellular	1.5	6000
Bluetooth	3	10
802.11 WiFi	3	1000
Terrestrial Digital Radio	10	50000

速度滿足主動式車用安全服務

圖 112 無線技術延遲時間與 ITS 應用配對

資料來源：DOT,“Vehicle Safety Communications Project Task 3 Final Report”,2005.03 等公開資料，本計畫製作

（1） 日本 ITS 發展現況

日本為國際上發展 ITS 成熟的國家之一，於 1996 年起，便透過路側感測器的建置，收集各項交通資訊匯流於 JARTIC（交通資訊中心），並將資訊提供給由民間 85 家業者共同成立的 VICS (Vehicle Information and Communication System) 中心，由 VICS 將交通資訊加值，並透過廣播、電波、光波的方式提供給消費者的終端設備，讓消費者能即時掌握交通壅塞、意外事件，達到分散車流、提高安全的功效。其服務流程可參照下圖。經實證研究指出，裝備 VICS 的車輛之行車時間可縮短 15~20%；此外因終端的服務由民間企業提供，得以活絡民間企業生態系，創造工作機會，據估計汽車導航產業領域從業人員將達到五萬人以上。

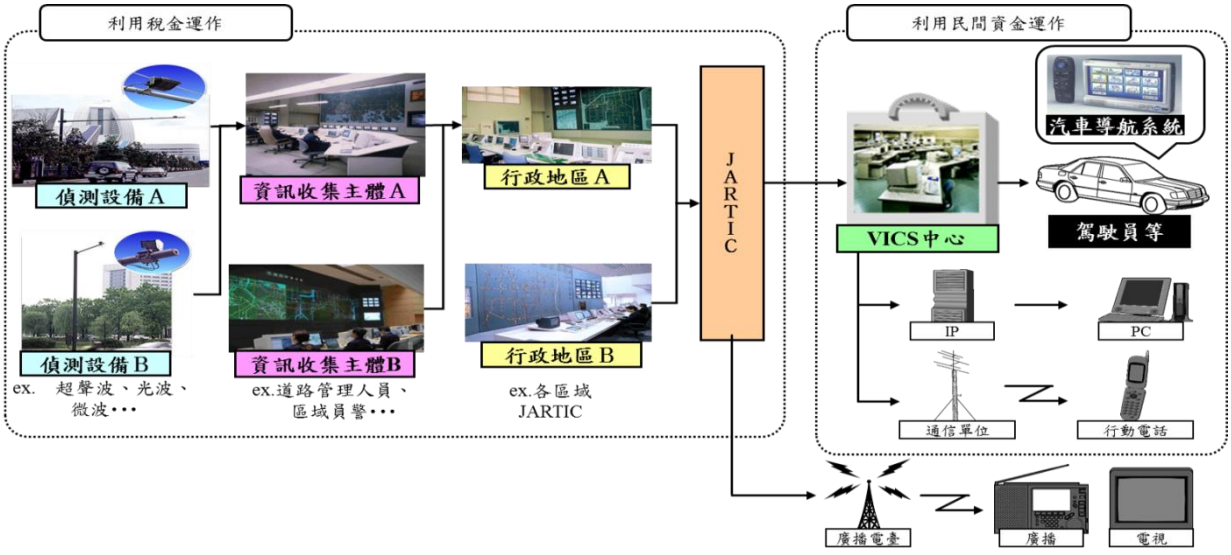


圖 113 日本道路資訊系統服務模式

資料來源：JARTIC 與 VICS 中心公開資料，本計畫製作

根基在先前發展方向上，日本未來 ITS 將持續往環境環保化(Green ITS)及安全駕駛支援兩大願景發展。實踐方式主要欲透過大規模的資料蒐集與分析，升級交通管制系統，並透過車路人間的通訊機制建立，讓資料分析結果能即時的在不同角色間回饋與分享，紓解道路壅塞情形及避免危險情況發生。具體 KPI 來說，希望於 2020 年時，透過 ITS 的發展，能減少 50%的交通壅塞情形，並提升道路安全，降低交通事故身亡者數目至 2500 名以下，其發展 Road Map 可見下圖。

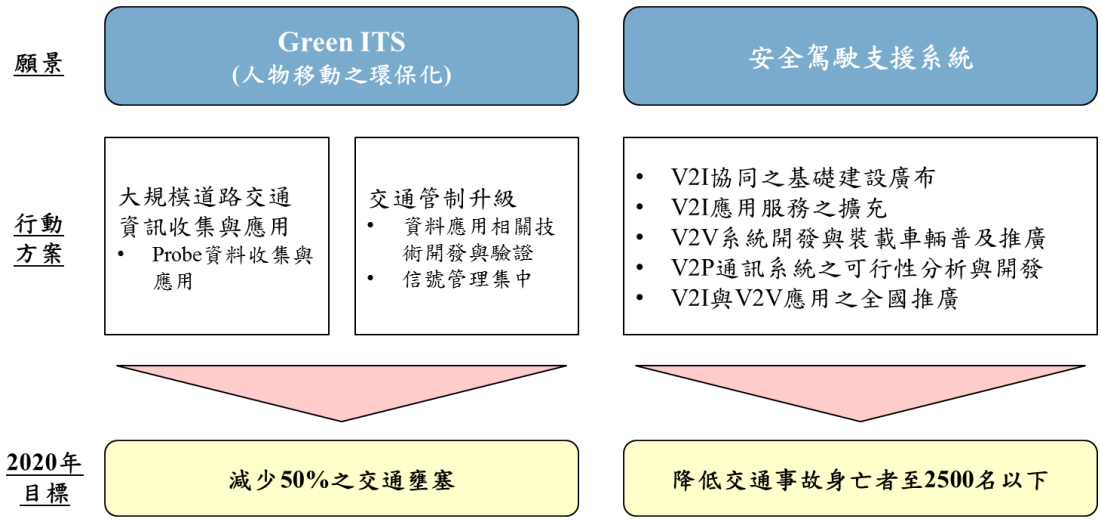


圖 114 日本 ITS 規劃 Road Map

資料來源：日本總務省，本計畫製作

在頻譜資源方面，根據用途的不同，日本也已規劃有九個頻段供 ITS 相關應用，如：VICS 使用 76-90、2500MHz 的頻譜分別作 FM 廣播及 Beacon 偵測使用，V2V(車間通訊) 用的低頻頻譜，於 2012 年調整至 755-765MHz，電子收費系統(ETC)及車用短程通訊(DSRC)則使用 5.8GHz 的頻譜。詳細的頻譜配置情形，可參照下圖：

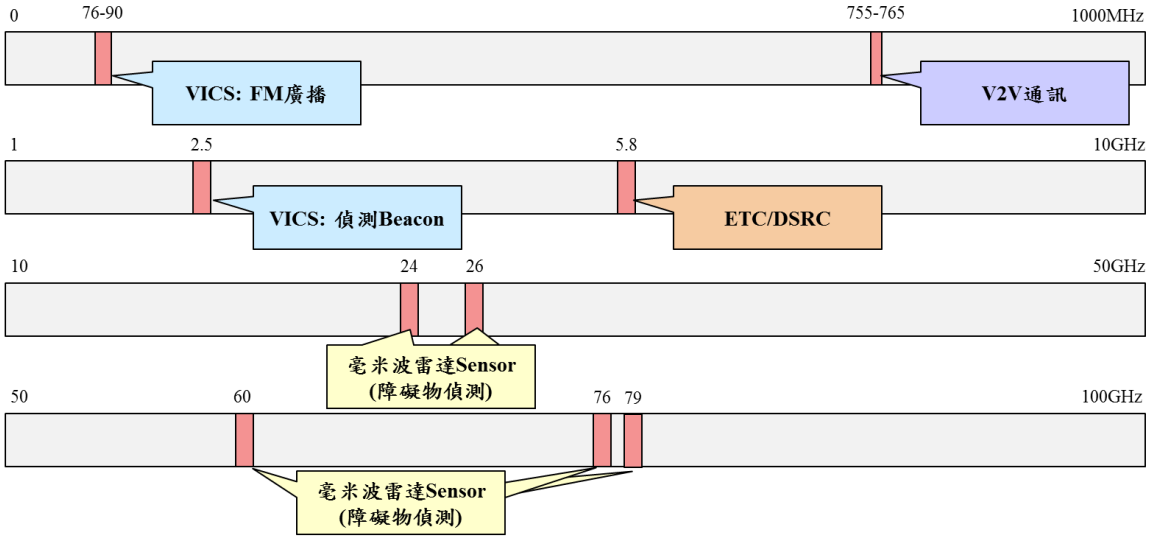


圖 115 日本 ITS 相關頻譜資源配置
資料來源：日本總務省，本計畫製作

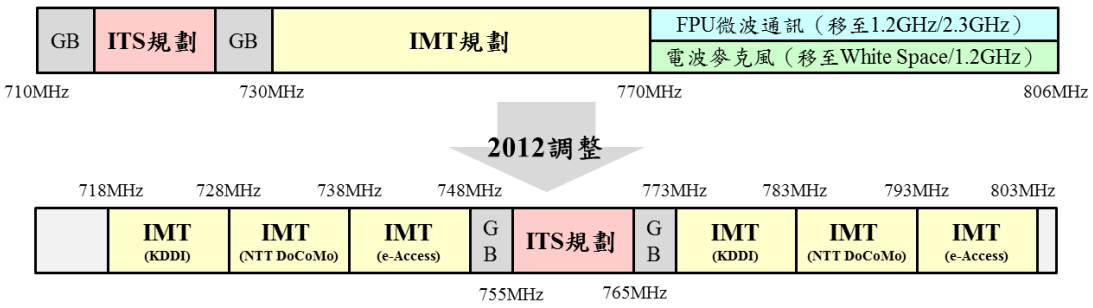


圖 116 日本 700MHz ITS 頻譜規劃調整
資料來源：日本總務省”700MHz 帶開設指針案の概要”, 2012.04，本計畫製作

（2） 歐洲 ITS 發展現況

歐美於 ITS 發展進程上，歐盟於 2008 年制定 ITS 執行計畫，內含六大發展方向，包含：交通旅遊資訊提供、交通及貨運管理、道路交通安全提升、V2I 基礎建設整合、資料保護及可信度驗證、歐盟區域整合推動，詳細內容如下圖。2010 年則通過執行準則，建議各國於發展方向內應達成的相關 KPI。

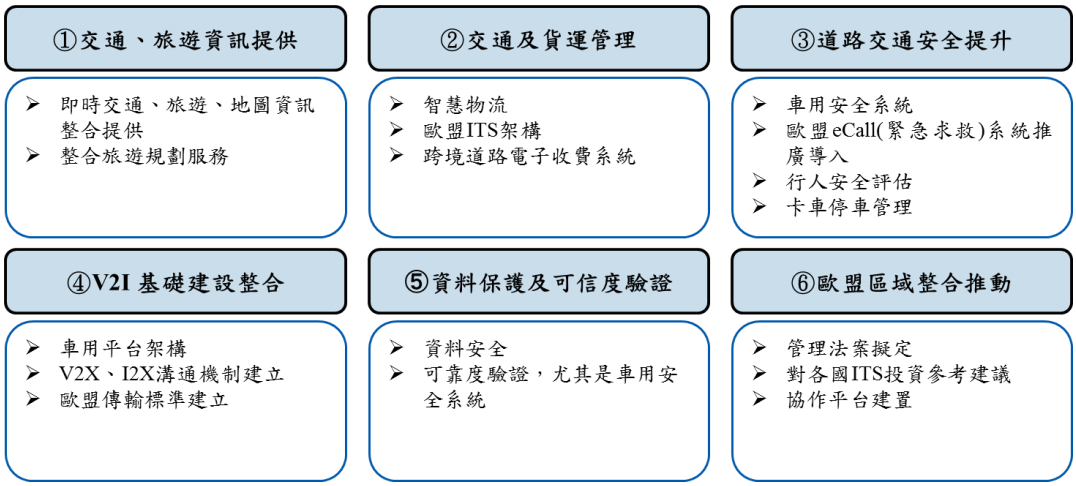


圖 117 歐盟六大執行計畫

資料來源：EU Commission,“Implementation of Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport”,2014.10，本計畫製作

雖歐盟整合較為困難，但目前歐盟已通過立法決議從 2018 年起在境內駕駛的新車皆須安裝有行車安全感應裝置 e-Call，於意外發生時可將意外資訊及 GPS 定位位置，透過行動通訊網路通知 112 系統。此系統於先前規劃時，預計在 2G/3G 網路上運行，但考量到 2018 才開始強制安裝，屆時將以 4G 為行動通訊技術，所以目前設備商也積極開發 4G 版本的 eCall 系統。

頻譜資源規劃上，歐盟主要在 5.9GHz 頻段上發展 ITS 服務，歐盟之電信標準機構 ETSI 在 2005 年判定 5875-5925MHz 為最適合 ITS 系統使用之頻段，不會和其他系統產生過多干擾。因此歐盟現以 10MHz 為單位將 5.9GHz 頻段切成七段，分成四大區塊作不同用途使用，規劃如下圖。

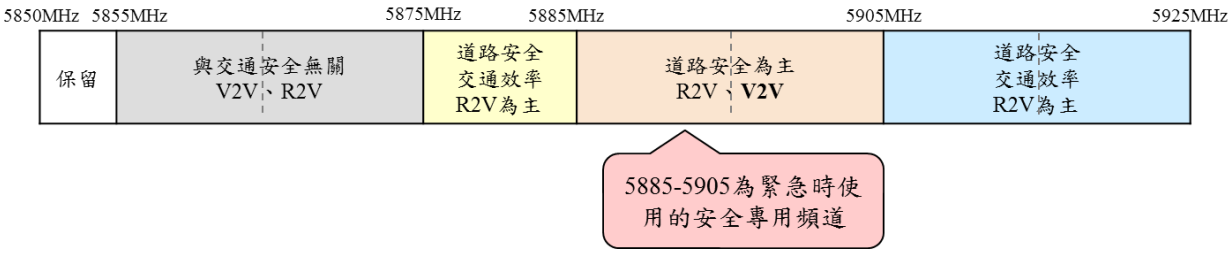


圖 118 歐盟 5.9G ITS 用頻譜規劃

資料來源：C2C-CC 公開資料，本計畫製作

（3） 美國 ITS 發展現況

美國現也規劃有五年智慧交通計畫 (2015-2019)，內容含車聯網建置、自動駕駛推動、國際新趨勢研究、資料應用、車聯網管理機制訂立、行政效能加速等六大方向，詳細規劃如下圖。

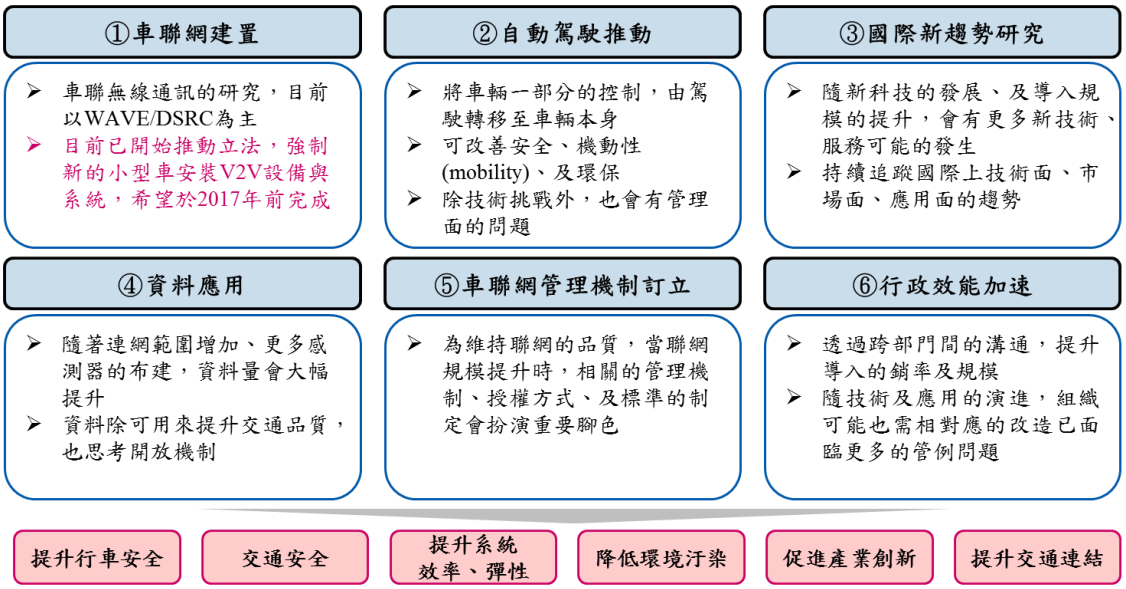


圖 119 美國 2015-2019 智慧交通策略

資料來源：ITS Joint Program Office,“ITS Strategic Plan 2015-2019”,2014.12，本計畫製作

在頻譜資源規劃上，美國 ITS America 於 1997 年向 FCC 申請使用 5.9GHz 頻段， FCC 於 1999 年決議將其中 75MHz (5850-5925MHz) 分配為 ITS/DSRC (Dedicated Short-Range Communications)使用，並於 2003 年制定其執照及服務標準。但

目前規劃給 ITS 使用之 5.9GHz 並非專屬 DSRC 頻段，目前與政府(NTIA)雷達及衛星共用。由於目前 ITS 並不普及，加上日益增加之無線免執照頻段需求，FCC 指示 NTIA(電信資訊署)於 2013 年開始研究該頻段之 DSCR 系統與無線通訊(如 Wi-Fi)共用議題，該議題目前持續未達成共識中。

5850MHz 5925MHz

5MHz Reserved	10MHz Ch.172 Service	10MHz Ch.174 Service	10MHz Ch.176 Service	10MHz Ch.178 Control	10MHz Ch.180 Service	10MHz Ch.182 Service	10MHz Ch.184 Service

圖 120 美國 5.9G ITS 頻譜規劃

資料來源：FCC 公開資料，本計畫製作

由於 ITS 涉及的範圍龐大且需要多項基礎建設施佈建，當整合的規模越大、資料蒐集的範圍越廣、越即時，才更能發揮整體的綜效;因此各國皆求盡早完成基礎建設佈建,或透過法規制度，強制車用通訊系統的安裝。但在開始投資之前，必須先釐清國內 ITS 需求、問題解決方向，並選擇適合的技術及頻譜配置方式，避免投資失準變成浪費。另因 ITS 過程涉及大量資料的蒐集、傳遞、公開，因此生態系的完善、產業的推動、資料的公開，也為各國於 ITS 規劃時重要的思考主題之一。

（4） 中國 ITS 發展現況

中國近年都市飽受交通壅塞之苦，因此在 ITS 發展目標上主要也以舒緩交通壅塞為主，於最新的十三五中，與 ITS 相關的智能製造、大數據、雲端運算皆為重要議題，未來可預期車聯網於中國也將快速發展。

在發展案例上，目前已完成的建設有全境高速公路 ETC 聯網、城市交通誘導系統建置、潮汐車道設立，同樣是透過更多資料的蒐集及車路人的溝通，欲舒緩壅塞情形。其發展方向與內容可參見下圖。

圖 121 中國智慧交通執行案例

資料來源：中國智能交通協會公開資料，本計畫製作

六、國際頻譜使用效率化技術發展

隨行動通訊的演進與普及，人們對於大量極高速的數據傳輸之需求日漸提升，作為傳輸載體之無線電頻譜亦日顯珍貴。對此現象，ITU 在其 M.2290 報告中提出，2020 年時作為行動通訊用頻譜之頻寬需求將到達 1340~1960MHz。鑒於此頻譜需求增長趨勢，除各國主管機關除積極尋找新的可使用之頻譜資源（專用電信頻譜釋出、舊技術退場、6GHz 以上高頻率頻譜探索等）外，產業界亦積極探討在需求爆炸的時代如何更加有效利用頻譜資源。

根據研究團隊利用 M.2290 模型推估之未來頻寬需求亦達 1700MHz，鑒此本節中研究團隊將對 CA (Carrier Aggregation)、SDL (Supplemental Downlink) 等技術規格的演進，及免執照 LTE (Unlicensed-LTE) 與授權共享連線 (Licensed-Shared Access) 機制發展現況進行國際調研，並對我國未來在面臨頻譜壅塞困境時，導入各種技術的可行性以及可能面臨的問題提出建議。

（一）Carrier Aggregation

為整合電信商所擁有之離散分佈頻段並提升 LTE 上下行的傳輸效率，3GPP Release 10 中提出了載波聚合 (Carrier Aggregation, CA)的概念，為 LTE-Advanced 的核心技術之一。使用載波聚合技術之每個載波 (component carrier) 可於同頻段、不同頻段、連續或不連續等情境使用；行動通信業者可依據所取得之頻段及頻寬，將零碎的頻寬聚合成大頻寬以乘載更多流量並提供更快的網速。

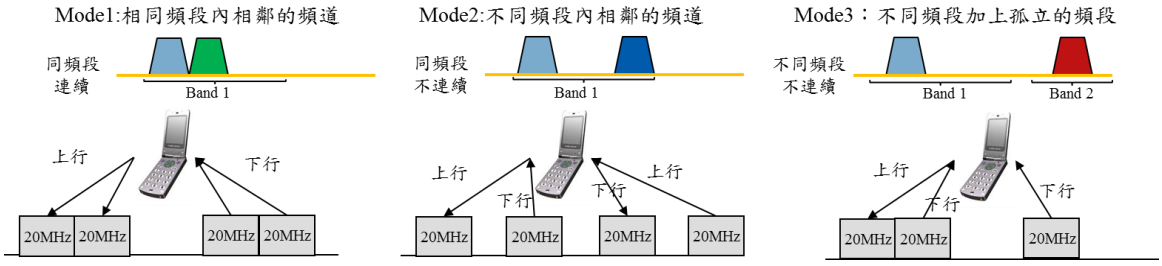


圖 122 三類 Carrier Aggregation 模式示意圖

資料來源：本計畫製作

CA 與 SDL 之重要差異，除後者的標準制定最初是為 HSPA+ 技術之外，CA 技術所提供的頻寬統整可同時支援 FDD 及 TDD 技術，應用於上下行傳輸。

目前全世界共有 48 國 95 家業者（統計至 2015 年 11 月初）利用 CA 技術啟用理論下行速度 150MHz 以上的 LTE-Advanced 服務。有 73 家業者已達到 3GPP Cat6 標準，其中有 37 家業者已

提供下行速率最高 300Mbps 的 LTE-A 服務;另外有 27 個額外的 Cat 6 系統正在被測試或研究中。而針對下行速率最高 450Mbps 的 3GPP Cat9 標準，目前有 25 家業者進行實驗及測試中。

隨著世界頻段使用情形增加且標準不統一，未來對於 Carrier Aggregation 技術，將漸漸走向更多載波 (3 載波以上) 的多頻段結合；而 LTE FDD 及 LTE TDD 技術均有蓬勃的發展及一定的市場規模，也促成 FDD 頻段與 TDD 頻段混合載波的 CA 技術發展。以上提到兩種 CA 協定亦均已出現在 3GPP release-12 中。研究團隊參考業界先進之見解，預期未來 CA 之頻段組合將隨著數量的增加而趨向區域化，在世界上各區域內發生標準化；因此我國在頻段釋出時，不只應考慮現況以及頻譜使用效益，亦須持續接軌國際及區域動態,以免未來發生設備、終端無法支援之憾事。

（二）Supplemental DownLink

隨著網路服務的普及以及更多數據傳輸的發生，現有的行動寬頻頻寬將漸漸難以支持過多的網路流量，而其中，一般用戶又以產生下行 (downlink) 的流量為多。

Supplemental Downlink (SDL) 的技術之概念由美國 Qualcomm 公司在 MWC 2011 (3GPP Release 9) 中提出，宗旨是將未成對的頻段作為 HSPA+ 及 LTE 中，FDD 技術成對頻段的下行額外頻寬，以提供下行傳輸更多流量空間，除可緩解下行頻寬壅塞的現象，亦可反過來解決 FDD 技術中上下行頻寬等寬，但需承載流量不同的頻譜不效率使用現象。而在 TDD 技術使用時，雖然亦可對稱性的額外增加流量的承載，但會需要保留 Guard Band 防止干擾情形。

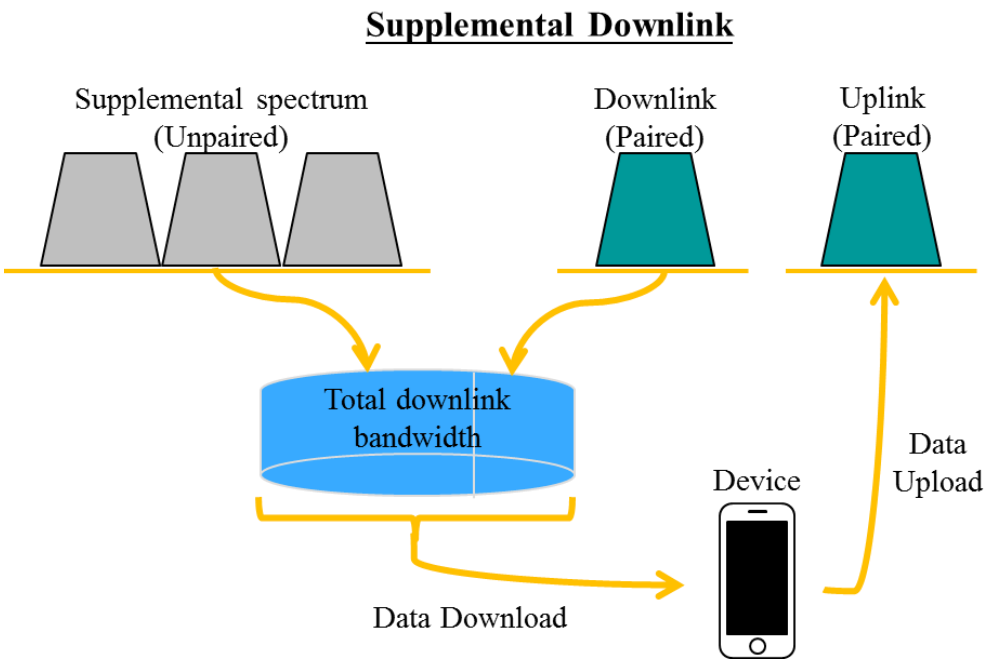


圖 123 SDL 模式示意圖

資料來源：本計畫製作

SDL 技術所使用的額外頻寬，常為免執照頻段或是與其他專用電信所共享之頻段。最早在 Qualcomm 提出該技術時，是以 L-Band (Band 32, 1452-1496MHz, downlink only) 作為傳統 2100MHz 的下行額外頻寬使用。Qualcomm 在 2008 年時以 8300 萬英鎊標得了英國的 L-Band 的頻譜使用權限後，便開始檢討利用當中 40MHz (1452-1492 MHz) 發展 SDL 技術的發展可能性。2013 年 2 月，Orange、Ericsson 以及 Qualcomm 於法國共同成功展示了此技術之測試。

在頻譜管理者部分，歐盟的 CEPT 2012 年 10 月通過 L-Band 上技術的和諧共享開頭，旗下的 ECC 也在 2013 年 2 月，經由公

開諮詢的方式決議。2013 年 6 月 ECC Decision 決定壓縮衛星用之頻段大小，將 40MHz 用於全歐洲之 SDL；並於同年 11 月公布「統一將 Band 1452-1492MHz 用於 SDL」之公告；在 2015 年 5 月 ECC Decision 公布將把 1452-1492MHz 頻段用於無線寬頻並僅用於 SDL 下鏈，同時定義 5MHz 為最小單位頻寬。英國無線電頻譜管理機關 Ofcom 則在 2014 年 10 月正式對使用 L-Band 作為 SDL 使用之議題進行評估及公開諮詢，並 follow 歐盟的 ECC Decision，將該頻段作為 SDL 使用。

但歐洲的 L-Band 原先作為地上波數位音訊廣播 (Digital Audio Broadcasting) 服務，現在依然有營運商在此商轉；另外在一些鄰近國家如過去蘇聯所涵蓋之國家、芬蘭等，該頻段現正使用在航空距離勘測 (aeronautical telemetry) 上，未來此頻段在進行共用時，預期可能會發生嚴重的干擾情形。針對這些可能產生的干擾問題，主管機關在審核 SDL 的使用時，同時也必須制定 in-band 功率限制、out-of-band 發射限制以及最大 SDL 基站數量限制等，防止干擾的措施。Ofcom 亦計畫關閉鄰近的固定無線系統 (fixed links) 的 2 x 6 MHz 頻寬。

歐洲的 SDL 頻段 (1427-1518MHz, L-Band) 規劃，將在 WRC-15 中做為新增 IMT 頻段進行提案。

SDL 除了使用 L-Band 之外，在日本亦有提出可使用 1475.9 - 1495.9 MHz，Band 11 的 Downlink 部分作為使用頻段的討論；而 DIGITALEUROPE 組織亦提出使用 470-694 MHz，地上波數位電視的頻段作為使用頻寬，針對其是下行傳輸專用，干擾情形較低的優勢。另外，在 Qualcomm 及 Ericsson 向 3GPP 提出的 RP-131635 中，則提議美國可利用免執照的 5725-5850 MHz 作為 Secondary Cell，搭配有執照的 LTE 頻段作為 Primary Cell 應用在 SDL 技術上。

（三）Unlicensed-LTE

Unlicensed-LTE (LTE-U)為 Supplemental Downlink 及 Carrier Aggregation 技術衍生出的應用模式，利用免執照的共用頻段彌補執照頻段頻寬的不足；在 SDL 技術下使用的 LTE-U，免執照頻段主要補足 LTE 下行頻段的不足，而 CA 技術下的 LTE-U 則能同時支援上下行傳輸。而 LTE-U 為 non-standalone 技術，須以 LTE 執照頻段作為主要載波，免執照頻段為補充頻段進行使用。

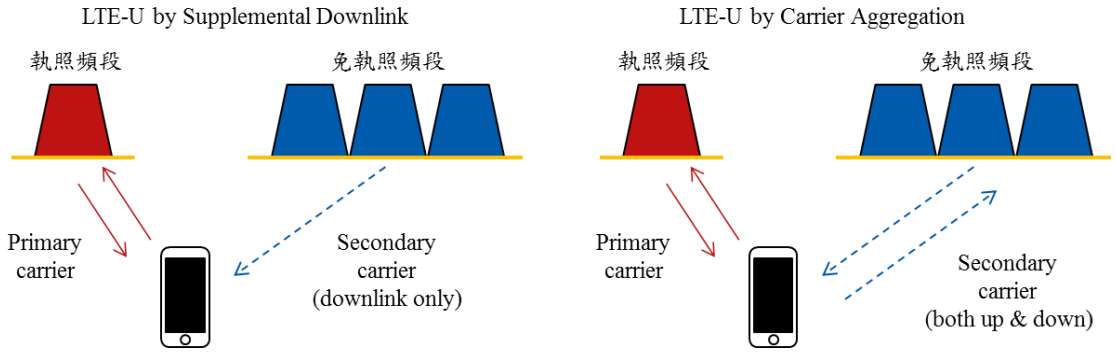


圖 124 利用 SDL 及 CA 技術所展示的 LTE-U 示意

資料來源：本計畫製作

LTE-U 的標準參考 Carrier Aggregation，在 3GPP Release 10,11,12 時已制定標準，在部分地區（美國、南韓、中國及印度）的使用中只需要終端支援而並不需要額外的防干擾規範；但隨著 LBT (Listen Before Talk) 規範制定，在 LBT 市場(歐盟及日本等）需使用新版本的為 Licensed-Assisted Access (LAA) 標準。一般相信 LAA 將使用空頻道偵測 (Clear Channel Assessment) 技術，在

LAA 進行連線前先利用探索訊號 (discovery signals) 搜尋目標頻段中空白可利用的頻道。LAA 技術在 2014 年 9 月時於 3GPP release 13 中被列為 Study Item，此一標準制定最快於 2016 年前半完成。

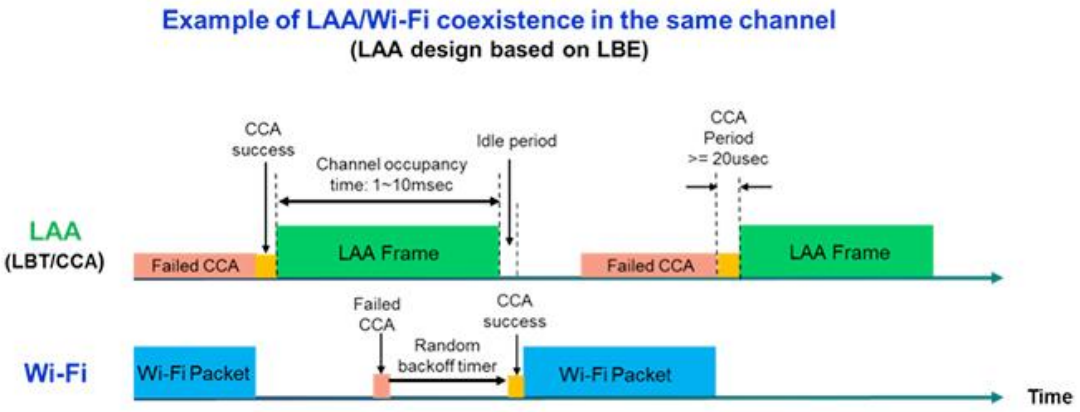


圖 125 LAA 標準使用 CCA 技術進行空頻道探測連線與 Wi-Fi 共存示意

資料來源：QUALCOMM “Extending the benefits of LTE Advanced to unlicensed spectrum”, 2014.04

理論上 LTE-U 可使用任何免執照頻段作為補充，而目前討論中的目標頻段是高頻的 Small Cell 5GHz 頻段；由於 5GHz 頻段現在為 Wi-Fi 在使用中，共享頻段可能造成 QoS 的壓縮。其共存的互相干擾性需要進一步的檢討。雖然部分研究（高通、愛立信、華為等公司）顯示滿足特定的機制下，LTE 及 Wi-Fi 可以在 5GHz 頻段共存並且共同提升頻譜使用效率，但 Nokia 的研究顯示，不使用任何優化機制下的 LTE-U 技術將會減低 Wi-Fi 的品質達 90% 以上。

除了前述 5GHz 頻段外，也有廠商在討論使用 ISM 頻段作為 LTE-U 用途。ISM (Industrial, Scientific & Medical) bands 是國際上預留給工業、科研及醫療等通訊以外目的使用的免執照頻段。

傳統的用途稱為 ISM uses，舉例如介電加熱器(微波爐等)、電熱醫療器材(medical diathermy machines)、焊接器材等；但近年來隨著通訊需求的增加，ISM band 也被使用在一些短程低功率，容錯率高的通訊系統，如無線電話、藍芽、近場通訊 (NFC) 以及 IEEE802.11/Wi-Fi 等使用。此種用途稱為 non-ISM uses。

表 52 世界使用之 ISM 頻段

頻段範圍		頻寬	中心頻率	可用度
6.765 MHz	6.795 MHz	30 kHz	6.780 MHz	依地方規定
13.553 MHz	13.567 MHz	14 kHz	13.560 MHz	全世界
26.957 MHz	27.283 MHz	326 kHz	27.120 MHz	全世界
40.660 MHz	40.700 MHz	40 kHz	40.680 MHz	全世界
433.050 MHz	434.790 MHz	1.74 MHz	433.920 MHz	僅有 Region 1 且依地方規定
902.000 MHz	928.000 MHz	26 MHz	915.000 MHz	僅有 Region 2(含例外)
2.400 GHz	2.500 GHz	100 MHz	2.450 GHz	全世界
5.725 GHz	5.875 GHz	150 MHz	5.800 GHz	全世界
24.000 GHz	24.250 GHz	250 MHz	24.125 GHz	全世界
61.000 GHz	61.500 GHz	500 MHz	61.250 GHz	依地方規定
122.000 GHz	123.000 GHz	1 GHz	122.500 GHz	依地方規定
244.000 GHz	246.000 GHz	2 GHz	245.000 GHz	依地方規定

資料來源：公開資料，本計畫製作

在高通的研究中，免執照頻譜共用的 LTE-U 除了在物理上需要達到如地理上的隔離、發射功率的限制等，靜態的頻譜共用條件之外，亦可利用以下三項重要的動態頻譜共用能力，與同樣在免執照頻段上使用的如 Wi-Fi 等其他技術共存：

1. 頻道選擇 (Channel Selection)： LTE-U 會自行尋找乾淨、非使用中的頻段進行連線。目前 LTE-U 在檢討中的應用模式是使用 5GHz 頻段中的 20MHz 頻寬，因此種方式適合中流量時的連線。

2. Time-domain coexistence techniques： LTE-U 將不會長期占用免執照頻寬資源。在沒有 LBT 規範的地區，LTE-U 可對免執照頻段使用間歇性的連線；而在有 LBT 規範的地區，則先對頻道進行偵測，無人佔用時才進行連線。此兩種方式均會保證連線持續時間在 1 毫秒到 10 毫秒間，以免獨佔頻段。

3. Opportunistic Secondary Cell operation：在高流量時，LTE-U 將會釋放補充載波的免執照頻段，並退回到執照頻段進行連線。

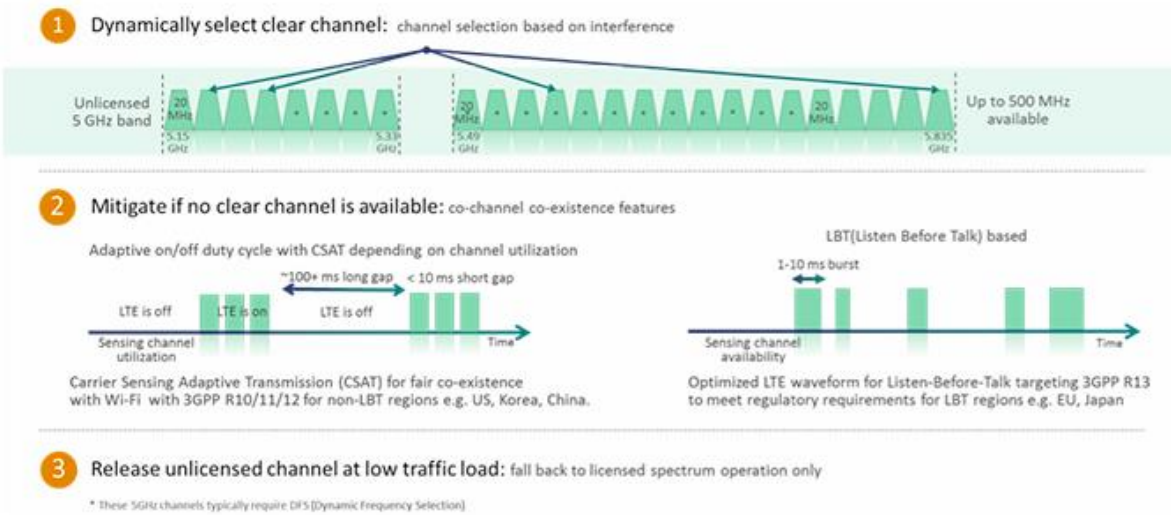


圖 126 動態頻譜技術減低 LTE-U 造成干擾之方案

資料來源：QUALCOMM “Extending the benefits of LTE Advanced to unlicensed spectrum”, 2014.04

（四）Licensed Shared Access

2011年5月,在德國米斯巴舉辦的WG FM的第72屆會議中，Authorized Shared Access (ASA) 的概念被提出，作為動態的有效率使用頻譜之解決方案，在現有使用者無使用之時間或空間，開放受執照限制之IMT使用者使用該頻段；該方案。同時，2011年11月 Radio Spectrum Policy Group 亦提出了一集中檢討頻譜共用及其規範之報告書，其中包括一與ASA相似之概念 Licensed Shared Access (LSA)；該RSPG報告中LSA概念亦探討如何對短時間內無法被重新規劃之國家使用中頻段進行共用。LSA不只探討IMT使用，而是探討依利用執照限制方式所制定的整體頻譜和諧共用。兩組織現平行對該概念（於歐洲普遍稱為LSA，於美國普遍稱為ASA）展開研究小組進行研究，但對頻譜共享議題有共同之目標：*”制定一規範機制，促進在一已被指派給現有用戶之頻段中以執照規範模式導入更多追加使用者之頻譜共享方式。在LSA概念下，追加使用者根據共享規則可使用全部或部分之共享頻段，同時也須確保原有使用者之連線品質。”*該共享概念由Qualcomm 及 Nokia 提出後，並在 MWC-13 時共同展示。

LSA (ASA)主張將非商用之頻譜在保留優先使用者權利之前提下與其他用途共享。相較於傳統的頻譜使用方式，LSA (ASA)

允許一頻段在不同的時間、地點協調用戶，在不干擾既有使用者之前提下使用未指配之頻道，減少頻譜閒置的浪費情形；因此適用於已指配給專用電信之頻段，其所佔之使用時間短或範圍具地域性，而其移頻或是重新規劃有困難者。具代表性之例子為法國2.3-2.4GHz，指配作為軍用雷達之頻段。其使用區域僅有沿海之小範圍地區。

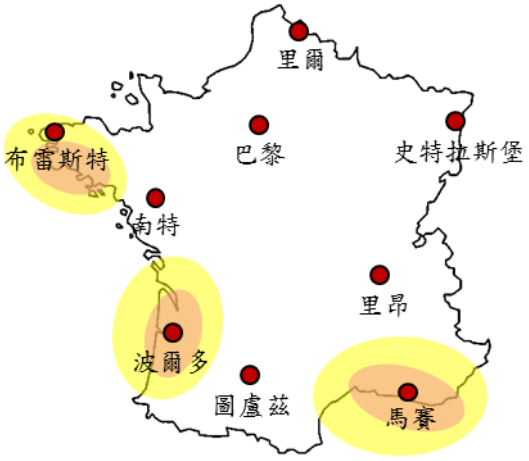


圖 127 法國 2.3-2.4GHz 軍用雷達範圍

資料來源：Ericsson White Paper “Spectrum Sharing”, 2013.10 本計畫製作

LSA (ASA) 頻譜共用的建立中，國家監理機制(National Regulatory Authorities, NRA) 或是頻率主管機關將擔任重要的規範制定與中介角色。主管機關將 LSA 頻段使用執照發放給執照取得者，同時協調既有用戶與執照取得者在該頻率的使用權益並制定 LSA 協定；另須有一 LSA 頻率管理資料庫，管理各時段

及各地理位置上各頻段之使用情形，對既有用戶及執照取得者進行即時的使用權分配。

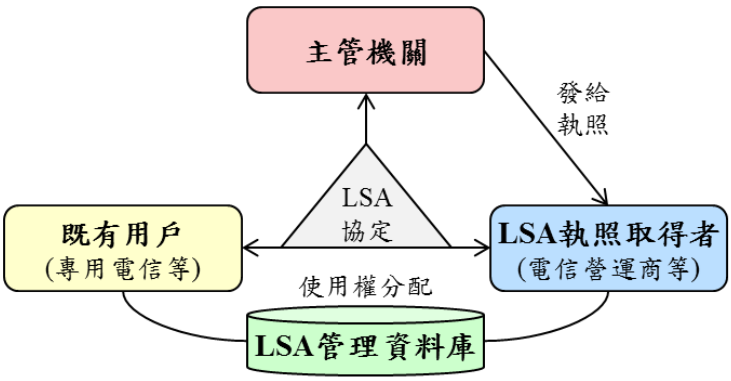


圖 128 LSA 頻譜共用方式之基本架構

資料來源：本計畫製作

對於 LSA 頻譜共享，目前雖然尚未有一完整的技術標準及管理規範被制定，但世界上以歐美各國為主，在近年積極對實行此概念進行研究及實驗。目前之商用化的共識是以 Small Cell 為網路骨幹，以補充頻段的方式對原有頻段進行增頻；但團體目前對其之態度尚不一致：如歐洲的電信業者 Orange, Telecom Italia, Telefonica 及 TeliaSonera 等認為，LSA 方式是對於現階段 TDD 已成熟的 2.3GHz 頻段，在短時間無法進行清頻移頻時亦可讓營運商使用的有效替代方案。而在確定會以 ASA 方式導入頻譜共享的美國 3.5GHz 頻段，Version 及 T-Mobile 已加緊測試，而 AT&T 則表示需先確定對免執照用戶的干擾情形；而該國 ASA 規範中短期間、小範圍、不可更新且低優先權的執照亦會減低投資者信

心。而針對該 LSA 頻率管理資料庫的建置方式目前更尚未有一建置方式的結論，但目前不排除參考美國與新加坡之主管機關在營運期 TV White Space 系統時，以外包民間業者營運之方式進行。

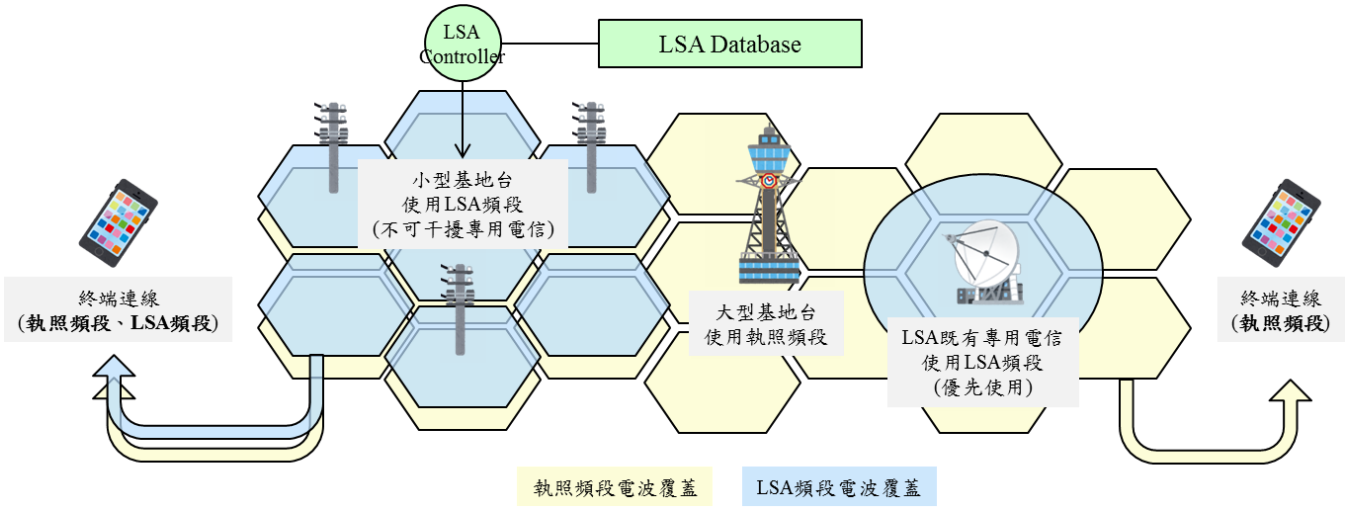


圖 129 執照頻段 Macro Cell 搭配 LSA Small Cell 之應用模式

資料來源：本計畫製作

而除了時間區隔之外，地理區隔為頻譜共享之初步討論主題。美國近年來對 3.5GHz 投入 LTE 商用之可能性及其與既有使用者之軍用雷達之干擾情形研究，其 NTIA 於 2014 年 7 月完成了相互干擾性檢測，並將集中在沿海地區的既有使用者之軍用雷達規劃為排除區 (Exclusion Zone)，限制其他用途的連線。

在此地理劃分之基礎下，防干擾技術也扮演頻譜共用效率提升中重要的角色。隨著其技術提升，目前（2015 年）檢討中的沿海地區排除區面積較一開始（2012 年）規劃之排除區面積縮小了 77%；未來更可能以感知技術達到全面去除排除區，但 FCC 認為這樣的新技術須等明年後才有機會出現。

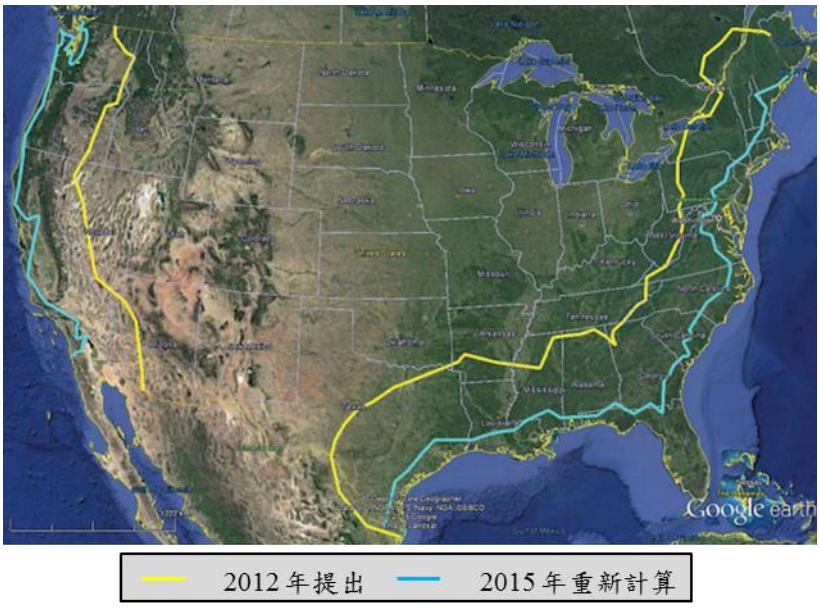


圖 130 3.5GHz Exclusion Zone 區域

資料來源：NSN “LSA facilitates national spectrum access to globally harmonized IMT spectrum” 2014.02 本計畫製作

（五） 極高頻毫米波技術及應用

極高頻 (Extremely High Frequency, EHF) 指頻率在 30 ~ 300GHz 範圍之電磁波，約坐落於微波到遠紅外光區段之間；而由於其波長在 1cm ~ 1mm 之中數毫米的範圍，亦被稱為毫米波頻段。

相較於較低頻率的電磁波，此區段的電磁波在空氣中較易被各種分子如水蒸氣、氧氣吸收(標準狀態下，氧分子吸收峰：60 GHz, 118.75 GHz；水分子吸收峰：22.235 GHz, 183.31 GHz, 325.153 GHz)，因此有較高的衰減率，並受到氣候如溼度等重大的影響；而高頻率的電磁波在遇到障礙物時易進行漫反射不易發生繞射的特性，也限制了其僅能在數公里內以視線傳播 (Line-Of-Sight, LOS) 方式進行傳輸。但其優點在於，高頻率能降低天線大小，進而允許較小的波束寬度 (Beam Width)，使其能乘載之流量提高，可達 10 Gbps 以上；另外由於其衰減率高傳輸距離短、使用高指向性天線的特性，也有效減低了鄰近蜂巢式網路 (Cellular Network) 其所需的頻率重複保留距離 (Frequency Reuse Distance)，減少鄰近範圍的干擾情形。

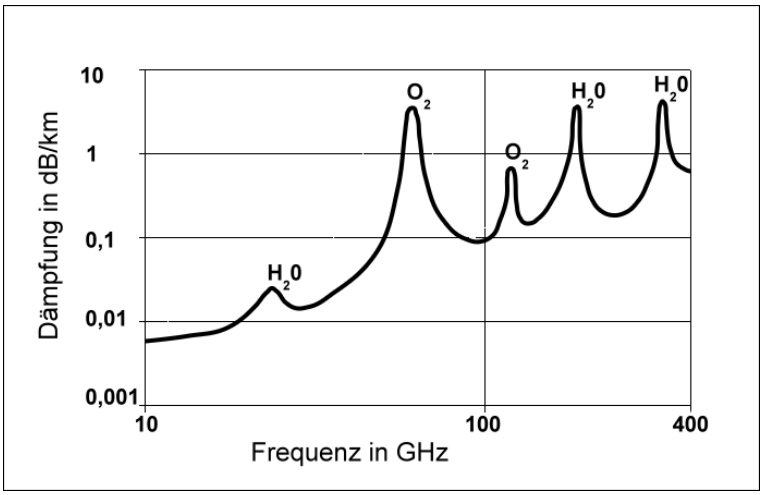


圖 131 毫米波頻段在大氣中被吸收之峰值
資料來源：Dantor，本計畫製作

毫米波頻段主要可應用在科學研究(無線電衛星、距離感測)、保全掃描（毫米波對衣料等軟材質有高的穿透率，用在機場等安檢掃描)、醫學儀器（40 – 70 GHz，MMW or EHF Thearopy，較多用在前蘇聯國)、車用雷達(在歐、美、澳等地區，利用 33.4 – 36.0 GHz 的 K_a-Band 作為測速雷達)、氣象雷達以及無線傳輸等用途。

表 53 毫米波頻段劃分

頻段 (Band)	頻率 (frequency)
L Band	1 – 2 GHz
S Band	2 – 4 GHz
C Band	4 – 8 GHz
X Band	8 – 12 GHz
K_u Band	12 – 18 GHz
K Band	18 – 26.5 GHz
K_a Band	26.5 – 40 GHz
Q Band	30 – 50 GHz
U Band	40 – 60 GHz
V Band	50 – 75 GHz
E Band	60 – 90 GHz
W Band	75 – 110 GHz
F Band	90 – 140 GHz
D Band	110 – 170 GHz

參考資料：各項公開資料，本計畫製作

毫米波技術進行無線傳輸部分，目前在美國，38.6 – 40.0 GHz 頻段已被用來作為高速微波數據連接的執照頻段進行使用；在 71 – 76, 81 – 86, 92 – 95 GHz 等較少受到空氣中分子吸收之頻段，目前也被拿來做為執照頻段的大頻寬點對點傳輸連結，其傳輸效率可高達 10 Gbps。而另外在免執照頻段使用面，較常見的則是在 ISM 頻段的 60GHz 頻段 (57 – 64 GHz) ，除了目前已有在被檢討中及使用中的無線 Backhaul 等用途，如之外，短距離無線數據連接的 Wireless HD 與寬頻網路連線的 WiGig (IEEE 802.11ad) 為現在被關注的主流。以下分項介紹：

- Wireless HD：

隨著影片等大流量傳輸的需求，以及高畫質 (1080p 以上) 來源的增加，使用毫米波技術可以更進一步的提升傳輸速度，更能有效率傳輸無壓縮的高畫質來源。

Wireless HD 技術在 2008 年由 SiBEAM（2011 年被 Silicon Image 併購，而 Silicon Image 則在 2015 年被 Lattice Semiconductor 併購）提出，利用 60GHz 頻段中的 7GHz 大小的頻道，通過無線方式提供裝置間進行未壓縮的 HD 視訊等多媒體訊息傳輸，傳輸速度的理論最大值可達 25 ~ 28 Gbps ；並使用指向性波束形成控制 (adaptive beamforming) 以及波束追蹤 (beam tracking) 技術天線技術延伸其傳輸距離至非 LOS，並利用 Digital Transmission Content Protection (DTCP) 技術提升安全性。其中波束成型技術利用相位陣列 (phased array) 的方式，允許最大 10 W 的等效率全像輻射功率 (Effective Isotropic radiated Power, EIRP)，以延伸其連線範圍至 10 公尺以上；而 beam-tracking 則協助保持高速移動及遭遇障礙物時的連線狀態。

WirelessHD 利用正交頻分多工 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 技術提供高流量及低流量之兩種連線模式：高流量模式利用 ISM 60 GHz Band 的 57 – 64

GHz 頻段，將其切成 4 段 2.16 GHz 寬的頻道並使用其中 1.76 GHz 的頻寬，以及 512 個 4.957 MHz 寬的副載波 (subcarrier)，並在調變部分利用 1.9 Gbps 的四位元相位偏移調變 (Quadrature Phase-Shift Keying, QPSK) 或 16 相位正交震幅調變 3.8 Gbps (16-Phase Quadrature Amplitude Modulation, 16QAM)；低流量模式則使用 128 個 92 MHz 寬的副載波，並用 2.5 – 40 Mbps 的雙位元相位偏移調變 (Binary Phase-Shift Keying, BPSK) 進行調變。

- WiGig (IEEE 802.11ad)：

WiGig 為 IEEE 802.11 家族之 WLAN 無線網路線方式之一，利用 60 GHz 頻段進行傳輸；而由於在資料鏈結層 (Media Access Control Layer) 協定方式與過去類似，因此可與舊版本使用 2.4 GHz 或 5 GHz 的 11a/b/g/n/ac 等標準項下相容。推廣其技術標準的 Wireless Gigabit (WiGig) Alliance 已在 2013 年與 Wi-Fi 聯盟合併完成。

WiGig 利用天線陣列 (antenna arrays) 提供波束成型以及波數追蹤的技術，提升其連線範圍以及穩定性。在使用頻道方面，則為 ISM 60 GHz Band 的 57 – 64 GHz 頻段，分割成為 4 個 2.16 GHz 寬的頻道，利用正交頻分多工的方式，提供理論最大數率 7 Gbps 的網速；而使用單一載波的省電模式時依然可提供 4.6 Gbps 的網路連線速率，並透過高階加密標準 (Advanced Encryption Standard) 進行加密。

美國加州的 Wilocity 是 60 GHz WiGig 技術晶片的主要提供廠商，目前正與 Qualcomm 致力合作，製造支援 IEEE 802.11 三頻段連線 (2.4GHz、5GHz、60GHz) 的模組。

表 54 推廣 60GHz 毫米波無線短離通訊技術之主要技術及聯盟

Wireless HD (WiHD)	**Wireless Gigabit Alliance (WiGig)**
• 於 2008 年 1 月時提出 1.0 版，理論極限值為 25 Gbps，實際達 4 Gbps 傳輸率。2010 年 5 月提出 1.1 版，將理論極限值擴展到 28 Gbps • 使用 IEEE 802.15.3c 標準，支援裝置為無線影音傳輸而非無線網路 • 以指向性的波束控制 (adaptive beamforming) 天線技術來延伸傳輸距離，在 10 公尺範圍內可點對點傳遞無壓縮、無損失的高解析視訊畫面 • 利用 Digital Transmission Content Protection (DTCP) 技術避免其傳輸的影片被盜版使用 • 支援 1080p 以上，到 4K、120Hz、3D 等高畫質 • 聯盟成員以家電廠商為主，以美國的 SiBEAM 為首，包含 Sony、Toshiba、Philips、Samsung 等 • 2011 年 SiBEAM 被 Silicon Image 併購後，WiHD 改名為 UltraGig	• 2009 年 5 月成立，同年 12 月正式的 WiGig 1.0 標準底定，支援傳輸速度 7Gbps • 2013 年併入 Wi-fi 聯盟中，以 IEEE 802.11ad 技術為核心，將 60GHz 頻段分為 4 個 2.16-GHz 片段，單一片段在低電量運行時的理論傳輸速度為 4.6Gbps • 2010 年發表了其 A/V 和 I/O 傳輸協定適應層 (protocol adaptation layer，PAL) 的規格，除無線網路外也可支援 HDTV 介面和其他高畫質顯示器和投影各種設備間的影音資料 • 支援全高畫質 1080p • 聯盟成員以 IT 廠商為主，包含 Dell、Intel、Nvidia、Microsoft 等，亦有聯盟成員同時為 WiHD 成員 • 目前發展目標為設計可切換在 2.4GHz、5GHz 以及 60GHz 三個頻段接收的晶片

參考資料：WiHD、WiGig 聯盟公開資料，本計畫製作

毫米波應用在行動通訊的領域之實驗，由紐約大學已在 2013 年在紐約市展示利用 28GHz 頻段及 38GHz 頻段，搭配高指向性天線以及波束成型技術之無線通訊實驗；日本的 NTT DoCoMo 也與國際六大廠商合作，於 2014 年開啟室內測試，於 2015 年 2 月在橫濱以 15GHz 頻段測試完成下行 4.5Gbps 以上的戶外測試；而 2015 年 7 月更進一步擴大其合作計畫至 13 家業者，探討現有 UHF 頻段以上，由 SHF 到 EHF 頻段在無線通訊應用之可能性。

未來 5G 新技術的發展，目前預測將可會使用低覆蓋範圍 Small Cell 之異質網路 (Heterogeneous Networks 方式)，搭配高 Frequency Reuse 的頻段與技術，並朝高頻段有更多具潛力頻寬之方向發展。針對極高頻毫米波這個具潛力之頻段，我國除應持續追蹤技術發展動態外，亦應檢討現行法規下廣佈 Small Cell 之可能性，以建立利於推動新技術發展之友善環境。

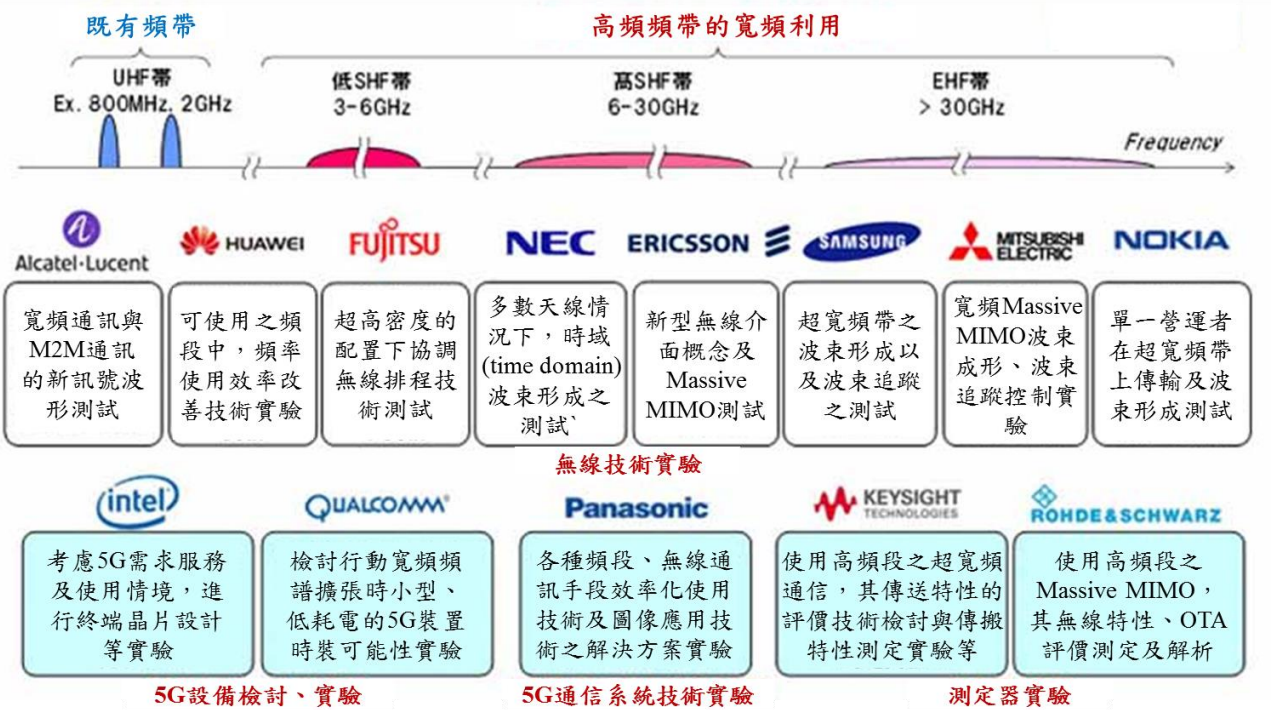


圖 132 NTT DoCoMo 與各大廠商針對高頻率頻段進行之實驗內容

資料來源：NTT DoCoMo “世界主要ベンダーとの 5G 実験を拡大”, 2015.07，本計畫製作

七、國際頻譜政策調研

頻譜為極為稀有之資源，然而，不僅國防軍事、航空或海岸通訊等專用用途需要它，廣播電視、行動通訊等商業應用亦建立於其上進行運轉，因此對於頻譜之管理對各國而言均為重點議題，甚至與整體國家發展有關。因此本專案針對各國對於行動通訊之頻譜管理方式進行調研，提供國內政策發展作為參考依據。

過去在 2G 及 3G 時代，各國頻譜的核釋方式以競標與審查制度為多，該些頻段近年逐漸面臨執照屆期之狀況。另外，隨著進入 4G 時代，不再像是過去僅靠單一頻段便可提供使用者服務，較高頻之增頻頻段甚至是純粹作為下鏈之 SDL 頻段亦開始投入行動通訊市場。

此外，為解決頻譜不足之議題，近來對於共享頻譜之討論愈加熱烈。隨著技術之演進，也有愈來愈多新的技術與應用方式在孕育著，例如：異質網路、物聯網網路等，因此也看到國際上有不同於國內現行之試驗頻譜規範。因此，後續章節將針對各國頻譜核釋、屆期處理、頻譜共享與頻譜試驗之作法進行探討。

（一）頻譜核釋

頻譜執照核釋方式依各國採用之經驗可歸納為：競標制、評審制、審查競標制、抽籤制、申請順序制等方式，如下表整理。

表 55 執照核釋方式之種類、作法、優缺點及採用國家

核釋方式	核釋作法	優點	缺點	於3G釋照時採用的國家
競標制	業者參與競標，由出價最高者得標。	**審查透明性高，對審查單位的負擔亦較少**。	擁有龐大資金的業者及既有業者有相對的競價優勢。	紐西蘭、奧地利、加拿大、比利時、澳洲、希臘、丹麥、捷克、以色列、新加坡
評審制	依據事先制定的評審基準，以審議方式選取符合條件之業者並發放執照。	**可針對服務品質及經營策略做較為嚴謹的審查**。	評審的基準不容易明確的界定，且審查單位將會背負較大的評審壓力。	芬蘭、西班牙、挪威、葡萄牙、瑞典、波蘭、盧森堡、愛爾蘭、南韓、法國、日本
審查競標制	先審查後競標。結合評審制及拍賣制之特色，亦稱混合制。	**融合拍賣制及評審制之優點，可於拍賣前審查競標者之經營能力及資格**。	容易造成不知該重視哪種核釋方式的困境。	英國、德國、荷蘭、瑞士、義大利、香港、台灣
抽籤制	透過抽籤方式決定發放執照的對象，亦稱樂透制。	審查方式之透明性高。	有可能造成發放給沒有長期營運能力的業者的困境。	無
申請順序制	以提出申請的優先順序為基準，以核發執照。	審查方式之透明性高。	有可能造成發放給沒有長期營運能力的業者的困境。	無

資料來源：本計畫製作

從 3G 釋照採用國家可知，競標制、評審制及審查競標制為最主要的核釋方式，抽籤制與申請順序制因缺乏篩選機制，可能造成發放給沒有長期營運能力的業者的困境，且無法充份反映執照之市場價值，因此近年來已較少為各國所採用甚至已漸被廢棄停用。審查競標制為評審制及競標制之混合體，即通過資格條件後成為競標者，最終仍以競標制決定實際執照取得業者。故以下併入競標制討論。

比較競標制與審查制之優劣，競標制之透明性高對主管機關負擔較少，評審制則可針對期望之政策制訂核釋基準。也就是說，競標制為市場模式，以損益平衡為經營考量，具誘因主導可使業者積極提供服務。而評審制為階層模式，以社會制度標準為依歸，可能導致資源未有效利用及投機問題。整體而言，近年來以競標制較被廣泛採用。

表 56 競標制及評審制之差異性比較

競標制	評審制
■ 以決標金額之高低決定執照之配置，為**市場模式**。 ■ 以**支出及收入之損益平衡**為其理論原則，業者為達其支出最小化及收入最大化必於競爭執照時欲以最低之價格取得並將付出最多的心力於取得執照後之相關經營策略。 ■ 為**誘因主導機制**。業者從一開始便會謹慎評估執照價格及相關營運投資，並**積極且有效地運作頻譜資源以達其利益最大化之目標**。 ■ 頻譜競標價格便將基於業者對該頻譜運作之經營能力及預估獲利所作出之策略決定，故競標價格亦**可反映業者對自身能力的評估、事業運作的可行性及經營風險之整體考量結果**。	■ 以社會層級制度下之管制機關作為執譜執照配置之最終決策者，為**階層模式**。 ■ 以其他**事先訂定之標準**為業者取得執照之依歸。通常是為配合社會制度下之政府政策以達資源分配之目的。取得執照之業者沒有強烈之誘因盡心經營於該頻段之事業，因而容易造成**頻譜資源未有效運用**之情況。 ■ 能力不佳、市場策略錯誤或無完善風險管理制度的業者皆有可能因較佳之提案及企劃書取得實際頻譜之使用權執照。因此欲取得執照之業者**較易輕率地評估將來可能獲利能力亦無法最佳化頻譜之使用效率**，同時也**可能吸引投機者**競標。

資料來源：2003 年 12 月政治科學論叢頁 203-244，本計畫製作

隨著 4G 世代之到來，各國在頻段核釋方式逐漸有調整，例如：韓國從過去的評審制改為競標制，自 2011 年進行了首次之頻譜拍賣；波蘭亦於 2014 年首次進行頻譜拍賣。下表彙整國際間頻譜核釋方式導入競標制度與否之現況。明顯看到歐洲、北美等先進國家多導入競標制來核釋頻譜。近年來的 4G 頻譜於英國、法國、德國、義大利、西班牙等歐洲國家，香港、韓國等亞洲國家也都以競標方式核釋給電信業者。

表 57 各國競標制導入現況

地域	競標制導入		競標制導入中		未導入	
	數量	代表國家	數量	代表國家	數量	代表國家
亞洲	9	韓國、香港、台灣、新加坡等	1	澳門	16	日本、中國、越南等
澳洲	3	澳洲、紐西蘭、斐濟	0		13	薩摩亞等
中東	6	土耳其、伊拉克、以色列等	0		10	阿曼等
歐洲	29	英國、義大利、荷蘭、西班牙、法國、德國、捷克等	6	匈牙利、阿爾巴尼亞等	19	冰島、盧森堡等
北美	2	美國、加拿大	0		0	
中南美	7	巴西、智利等	6	阿根廷、墨西哥等	22	巴拿馬等
非洲	2	阿爾及利亞、維德角共和國	6	摩洛哥、埃及等	46	尼日等

資料來源：鬼木甫「海外各國頻譜拍賣導入狀況」，本計畫製作

（二）頻譜屆期處理

3G 頻段於國際上各國亦即將面臨頻段屆期之時期，為進行我國 3G 頻段屆期後續處理之規劃，研究團隊於本次專案中，調研國際上已面臨 3G 頻段屆期或正在處理屆期頻段之國家，掌握國際趨勢並分析出對於我國較適當之處理方式。

（1） 2.1GHz 各國屆期處理

2.1GHz 頻段各國多採用技術中立釋照，歐盟委員會也要求會員國解除 3G 條件限制。目前香港公告後續規劃並於 2014 年年底完成重新拍賣一事。其餘各國尚未開始屆期討論，而多數國家並沒有在當初釋照條件中說明可否展延執照。

表 58 2.1GHz 各國屆期處理

國家	技術限制	執照發出時間/屆期時間	可否延照	屆期前之規劃討論
美國	技術中立	2006/2019-2024	未說明	尚未展開
日本	技術中立	2000/未規定(審議制)	未說明	尚未展開
澳洲	技術中立	2001/2017	若主管機關同意，則既有業者可繼續展延 15 年	預計 2015 年討論屆期處理
英國	技術中立	2000/2021	未說明	Ofcom 於 2013 年 2 月 1 公開諮詢 900MHz、1800MHz、2.1GHz 頻段可提供 4G 服務之可能。已於 3 月 29 日結束，7 月 9 日公告通過變更，開放 2.1GHz 進行 4G(即:LTE/WiMAX 服務)，將不再受限於 Ofcom 現有的 3G 相關技術授權範圍內。
新加坡	限用 3G	2000/2021	IDA 可根據市場情況決定是否展期	尚未展開
香港	技術中立	2001/2016	既有業者保有 2/3 頻段之優先選擇權	將釋出 1/3 之頻段進行重新拍賣，已於 2014 年 12 月完成拍賣
韓國	技術中立	2000/2015-2016 (40MHz) 2011/ 2021(20MHz)	未說明	將於 2016 年回收該頻段 (40MHz)
*歐盟委員會已於 2012 年 11 月通過 2.1GHz 頻段 Refarming 作為 4G 服務使用				

資料來源：各國主管機關網站，本計畫製作

（2） 澳洲 3G 屆期處理規劃與現況

澳洲 ACMA 於 1998 年 8 月、1998 年 9 月、1999 年 5 月、2001 年 2 月，將 825-845/870-890MHz 頻段依照地域特性劃分為城市、區域共兩類執照，分次拍賣給電信業者作為 PCS 服務使用，最後由 Telstra 和 Vodafone Australia 兩家業者獲得，該執照將於 2013 年 6 月到期。然而，The Minister for Broadband 於 2012 年 2 月 10 日宣布，800MHz 頻段於屆期之後重新發照給既有業者，若既有業者不同意支付或無法支付重新發照之頻譜使用則該頻段需重新拍賣。

而澳洲面臨 2.1GHz 之頻段亦將於 2017 年屆期，目前正在考慮將執照展延 15 年。由既有頻段使用業者提出展延意願，若主管機關同意，則既有業者可繼續展延 15 年。

（3） 香港 3G 屆期處理規劃與現況

香港於 2001 年啟用之 1.9GHz-2.2GHz 內的 2x59.2MHz 的成對頻段，由香港移動通訊有限公司(CSL)、Sunday 3G (HK) Limited (現為 Hong Kong Telecommunications Limited, HKT)、和記電話有限公司(Hutchison Telecom)及數碼通電訊有限公司(SmarTone)分別擁有 2x14.8 的成對頻段。當時界定執照期限 15 年，將於 2016 年 10 月 21 日屆期。

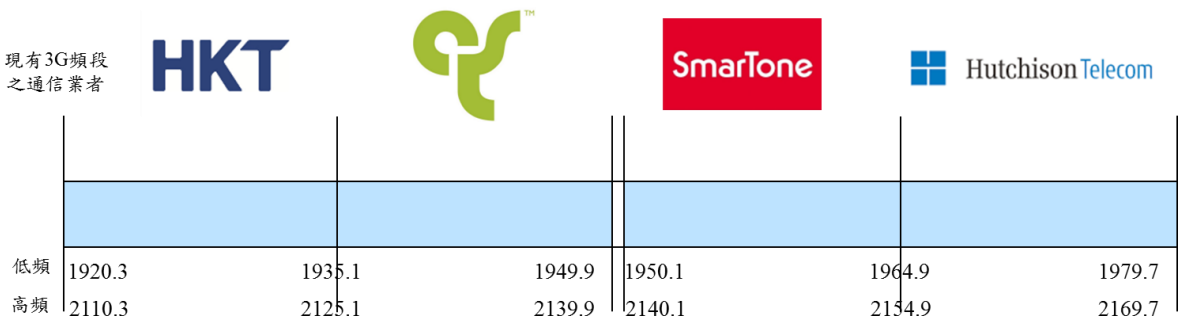


圖 133 香港 3G 業務頻段分配現狀

資料來源：OFCA，本計畫製作

為決定屆期後之處理方式，並提供電信業者 3 年的事前通知準備時間，香港於 2012 年開始進行兩次之公眾諮詢，並聘請顧問做研究，於 2013 年 11 月 15 日由香港通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長發出公告聲明，說明後續之處理方式。

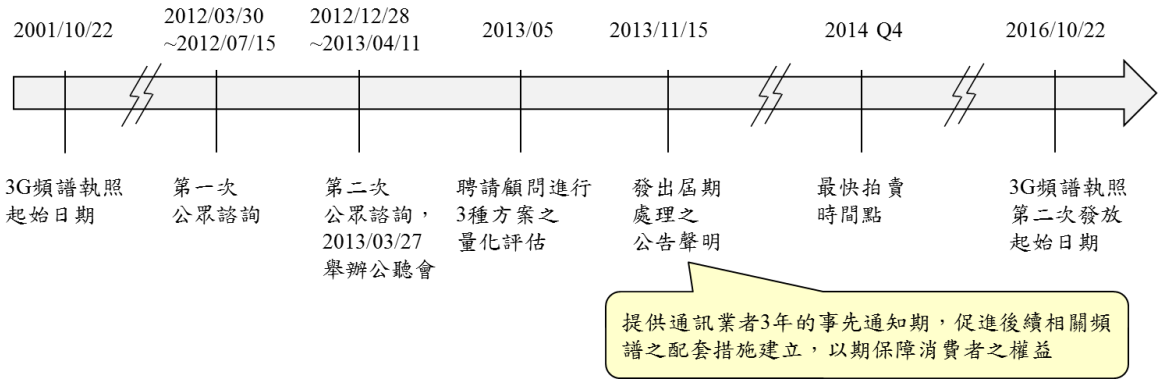


圖 134 香港 3G 業務頻段屆期規劃處理時程

資料來源：OFCA，本計畫製作

根據通訊事務管理局辦公室最初提出三種不同的方案，進行公眾諮詢以蒐集大眾對三種方案的看法，並聘請顧問進行量化評估，三種方案之細節如下圖。

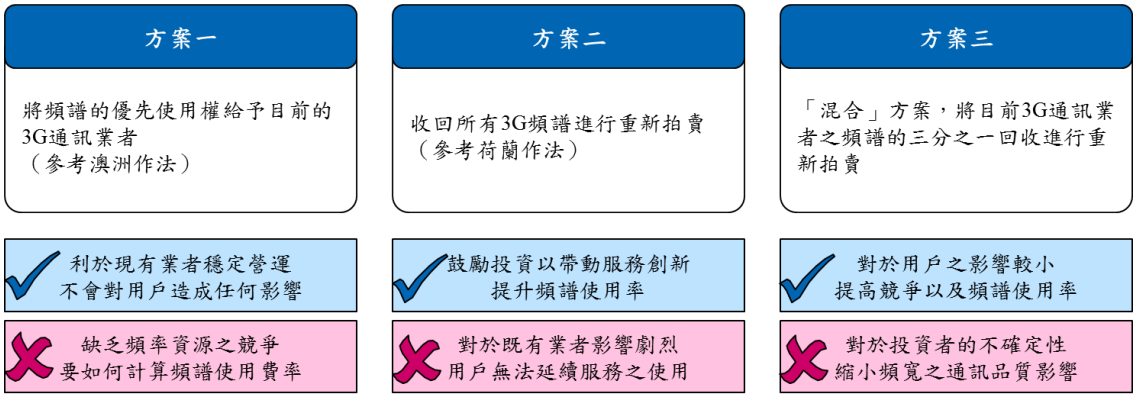


圖 135 香港 3G 業務頻段屆期三種候選規劃方式

資料來源：OFCA, “通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聲明－供第三代流動服務使用的 1.9－2.2 吉赫頻帶頻譜在現有頻譜指配期屆滿後的安排及頻譜使用費”，本計畫製作

為確保客戶服務的延續性、促進有效之競爭環境、提升頻譜之使用率，並鼓勵投資與推廣創新服務，香港通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長於 2013/11/15 發出之聲明表示將採用行政指配間市場主導的「混和方案」來進行 3G 頻譜後續之處理。針對優先選擇之頻譜價格訂為 6,600 萬港幣/MHz(2016 年之預估水準)或重新拍賣頻譜之每 MHz 使用費中高者，但上限為 8,600 萬港幣；並集合供拍賣之 4 個頻段(2x4.9MHz)及不行使優先權之優先權頻譜，一併透過拍賣指派。不論是既有業者或新進業者，皆受 2x20MHz 的頻譜上限規定。

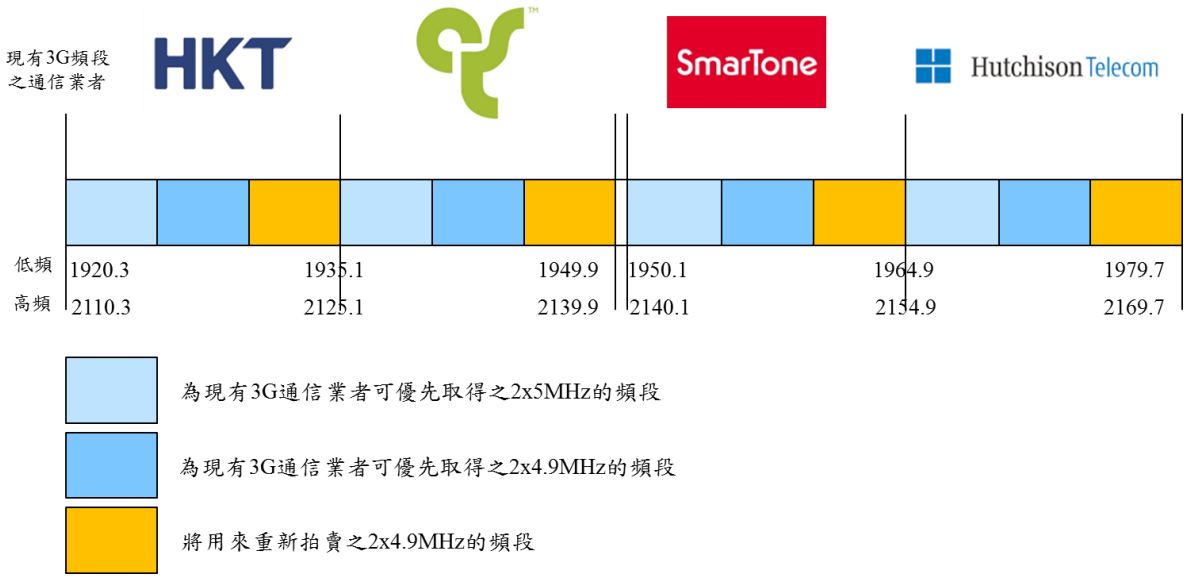


圖 136 香港 3G 業務頻段屆期 2013 年 11 月 15 日公告釋出方案

資料來源：OFCA, “通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聲明－供第三代流動服務使用的 1.9－2.2 吉赫頻帶頻譜在現有頻譜指配期屆滿後的安排及頻譜使用費”，本計畫製作

然而，2014 年 4 月通訊事務管理局同意香港電訊有限公司（即 HKT 的母公司）收購 CSL New World Mobility Limited（即香港移動通訊的母公司）。HKT 承諾會交出一共 29.6MHz 的 2100MHz 頻譜，並承諾不參與 3G 頻譜拍賣。

2014 年 8 月，HKT、和記及數碼通行使優先權獲得重新指配之 69.2MHz 頻譜，如下圖整理為實際拍賣之頻段，一共分為 5 個頻段。其中，2x5MHz 之頻段底價為 480,000,000 港幣，2 x 4.9MHz 之頻段底價為 470,400,000 港幣。

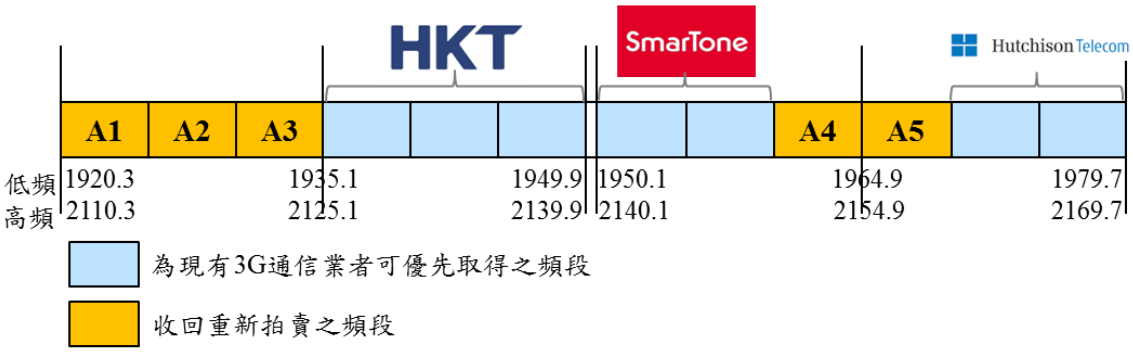


圖 137 香港 3G 業務頻段實際拍賣頻段

資料來源：OFCA, “資訊備忘錄：1.9 – 2.2 吉赫頻帶的無線電頻譜拍賣以提供公共電訊服務”，本計畫製作

同年 12 月，完成剩餘 49.2MHz 之頻段之重新拍賣，結果如下表整理。其中，和記於拍賣中取得既有之 A5 頻段；數碼通除了既有之 A4 頻段外，更多取得 A1 頻段；中國移動香港則藉由此次拍賣，正式取得 3G 之頻段。各業者新取得之頻段將於 2016 年 10 月 21 日屆期後之隔天生效。

表 59 香港 3G 業務頻段拍賣結果

頻段	得標廠商	費用(百萬港幣)
A1	數碼通	510
A2	中國移動香港	470.4
A3	中國移動香港	500
A4	數碼通	470.4
A5	和記電話	470.4

資料來源：OFCA, “Provisional Successful Bidder Notice: Auction of Radio Spectrum in the 1.9-2.2GHz Band for the Provision of Public Telecommunication Services”，本計畫製作

（4） 屆期處理規範

香港的電信主管機關 OFCA 於 2007 年訂定之無線電頻譜政策框架 (Radio Spectrum Policy Framework, April 2007) ，4.2 條明定：「頻譜執照屆期時，並無任何法律依據規範其後續處理是否為執照更新或是重新標售。主管機關在審慎評估並決定後續處理方案前，應予屆期前合理的時間內知會各執照擁有者」；並在 2008 年 1 月進一步公告，其提前通知時間為三年以上。因此，其 3G 執照屆期 (2016 年 10 月) 之公開諮詢文件於 2012 年 3 月發表，並經由兩次之公眾諮詢及聘請顧問做研究，最終於 2013 年 11 月 15 日公告其「混和型」3G 頻譜後續之處理。

澳洲電信主管機關 ACMA 在其 Radiocommunications Act 1992 文件 Part 3.2, Division 4 中明定，ACMA 需在某一頻段之執照到期兩年內提供未來該頻段之規劃草案；頻譜執照現任擁有人可提出延照申請，經主管機關提供的標準評定業者是否合格，且延照是否符合公共利益；審核通過後，應由主管機關主動向執照更新申請者進行報價。而若頻率利用之核心原則與先前執照有不同，主管機關 ACMA 需以書面方式通知執照更新申請者 (Section 82-(4))。

其他歐洲國家如：法國郵電法規中規定，執照屆期後續處理程序至少要在屆期 2 年前進行展開；英國則在 2G 執照部分未明定效期並得由英國通訊管理局得撤回執照，根據不同狀況主管機關有權利判斷回收時間，沒有固定年限（如與國家安全相關者，甚至可立即撤銷回收）。

（三）頻譜共享

過去頻譜的使用權分配方式主要為 1. 擁有完整使用權，完全排他的執照頻段，與 2. 不須執照授權，開放任何使用者使用之免執照頻段，兩種方式。執照頻段確保頻譜使用之服務品質，但免執照頻段確保能有更多使用者；未來在流量及服務品質均須提升且頻譜資源有限之前提下，如何協調兩者將會是一重要課題。

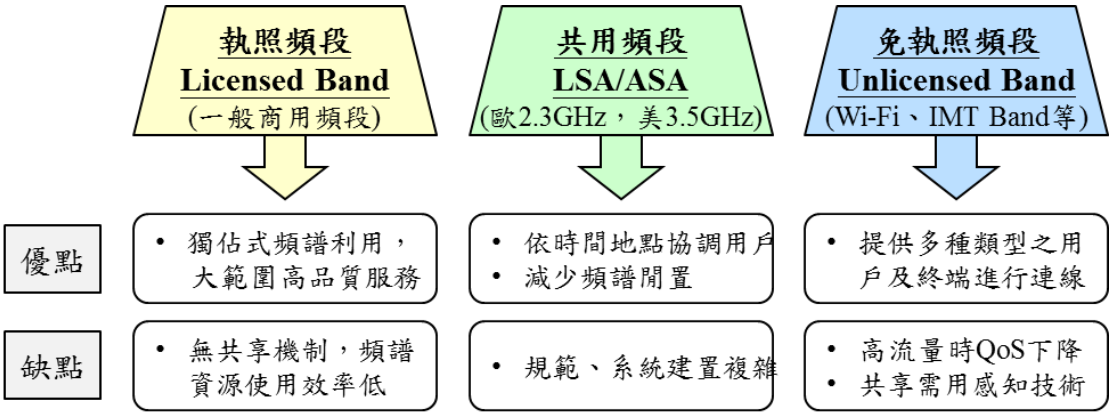


圖 138 頻譜連線及使用權分配方式

資料來源：本計畫製作

歐美及各地區為補足數據乘載量越來越高的商用頻段對頻譜需求，有執照之頻段共用議題及管理機制的檢討已蔚為風氣。我國主管機關在此時點應持續追蹤技術與標準制定進程及各國發展導入動態，以確保在 B4G 與 5G 的巨量數據時代，能有足夠又不造成既有服務中斷的頻率配置，以及健全的無線通訊使用環境。

（1） 美國

美國在 IMT 頻段之共享上，目前集中在探討 3.5GHz (C-Band) 的使用。由於 3.5GHz 頻段於美國目前用於海岸線周邊的軍事用途，預計藉由 Spectrum Access System (SAS) 及三種不同優先權之區分，進行頻譜共享之管理。將透過 SAS 進行頻段共用之管理，以確保較高層的使用者不會受到較低層的使用者干擾。SAS 系統之實際運作方式目前尚在討論中，如 Google 等的雲端服務業者主張，SAS 系統可以動態追蹤無線電波的存在並自動分配頻道方式進行；但電信營運商則認為動態系統依然會對第二層 PAL 用戶造成影響，傾向以非動態統計資料庫及漸進方式導入。

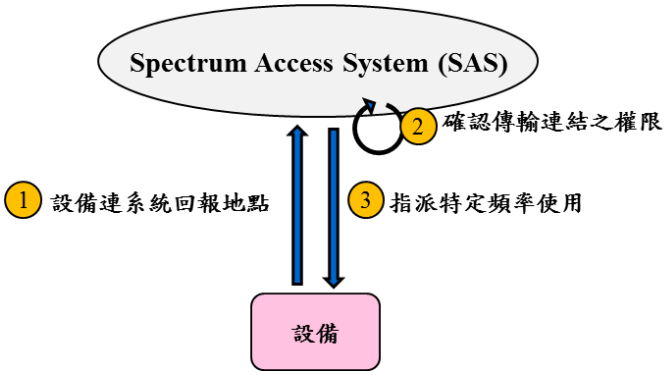
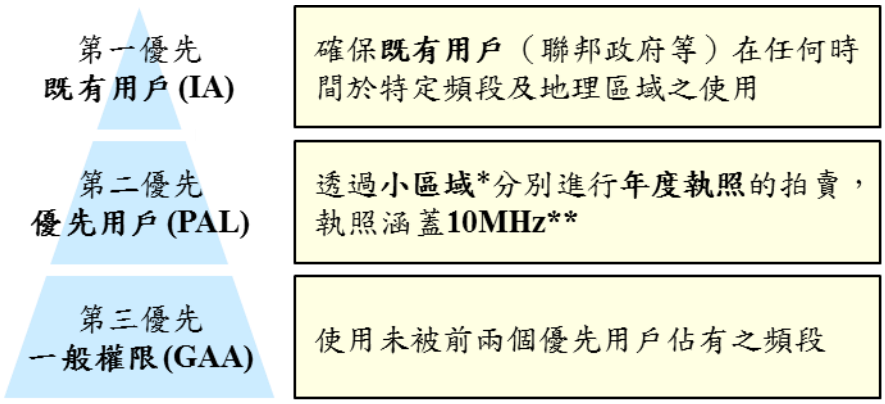


圖 139 美國頻譜共享管理系統初步架構

資料來源：FCC，本計畫製作

美國 FCC 目前規劃將頻譜使用者分成三層：第一層的最高優先權保留給既有使用者，第二層的優先權將透過拍賣執照決定，及第三層的一般使用者。詳細說明如下表：



* 小區域係指人口普查之最小區域，於全美大約有74,000個
** 可自由整合各地理區域、時間(最多5年)、頻寬(最多30MHz)之執照，但執照屆期後不可更新

圖 140 美國 Citizens Broadband Radio Service 頻譜共享使用者分級規劃

資料來源：FCC，本計畫製作

在其他頻率共享基礎建設方面，美國是目前於 TV White Space 規格及技術領先的國家。主管機關 FCC 透過柔軟的頻譜政策，替美國 TV White Space 產業創造一個全國性的實驗場域，至今全世界領導 TV White Space 規格及服務的均為美國企業，將是美國未來重要的產業之一。如今，FCC 發布開放 White Space 供寬頻通信用無線設備的使用命令，揭示 White Space 使用條件為二次利用，採取免執照制，可利用於個人/商業用寬頻通訊無線設備。

無線電視所使用的長波長頻段具有長距離、高穿透性等優越的傳播特性及大的覆蓋面積，加上其頻段因時間與地域的不同而有閒置的情況，因此 FCC 自 2002 年便開始檢討 TV White Space 利用的可能性。FCC 經實驗證明在具備感知機能及無線設備位置資訊透過 database 進行 online 告知的情況下可充分防止干擾發生，更於 2009 年 1 月設立 TV White Space 的國際推動組織「International TV White Spaces Fellowship and Training Initiative」，並自 2009 年 10 月起，FCC 對 TV 的實證實驗賦予實驗執照，包括維吉尼亞州與北加州兩地區。

FCC 經過上述多年的討論與實證實驗，在 2010 年 9 月正式決議以免執照制開放 TV White Space 無線裝置使用；在 2011 年 1

月，為分區管理可用之電視白頻段，FCC 公布了 Google 等 10 家的 TVWS 資料庫營運商，使用者可經由其資料庫系統查詢自身所在區域可使用之空頻道；同年 2 月，FCC 正式通過 Incentive Voluntary Auction 法案，希望向電視業者取回共 120MHz 的頻寬；但並不順利，在 2013 年的一次延期後，2014 年 10 月再度通過二次延期，原定 2015 年終執行的 Incentive Auction 延至 2016 年。

業界方面，2011 年，加州 Humboldt County 的 Yurok Tribe 在與通訊器材供應商 Carlson Wireless 的合作下展開 TV White Space 的測試；2012 年 1 月，美國第一個 TVWS 商用服務於北加州出現，利用 TVWS 頻段進行無線監視器的控制監測；2013 年 4 月，北加州的 El Dorado County 成為美國第一個使用 TVWS 提供寬頻網路的地區；同年 7 月，西維吉尼亞大學成為第一個利用電視頻道空頻段提供校園內及近郊網路傳輸的大學。現今美國 TVWS 的應用常被投入在鄉村等寬路難以普及處，以低頻廣泛為覆蓋之 TVWS 頻率提供家戶或各級教育機關低廉甚至免費的網路服務；如 Mid-Atlantc Broadband Communications (MBC)、Microsoft 與維吉尼亞州政府在南維吉尼亞的合作計畫，以每位學員 250~700 美元的費用提供超過 7,500 個學童網路及 Office 365 服務，並於次階段

預計擴大服務增加 4,000 人以上；最終希望能達到服務維吉尼亞州超過 250,000 名無網路服務的學童。

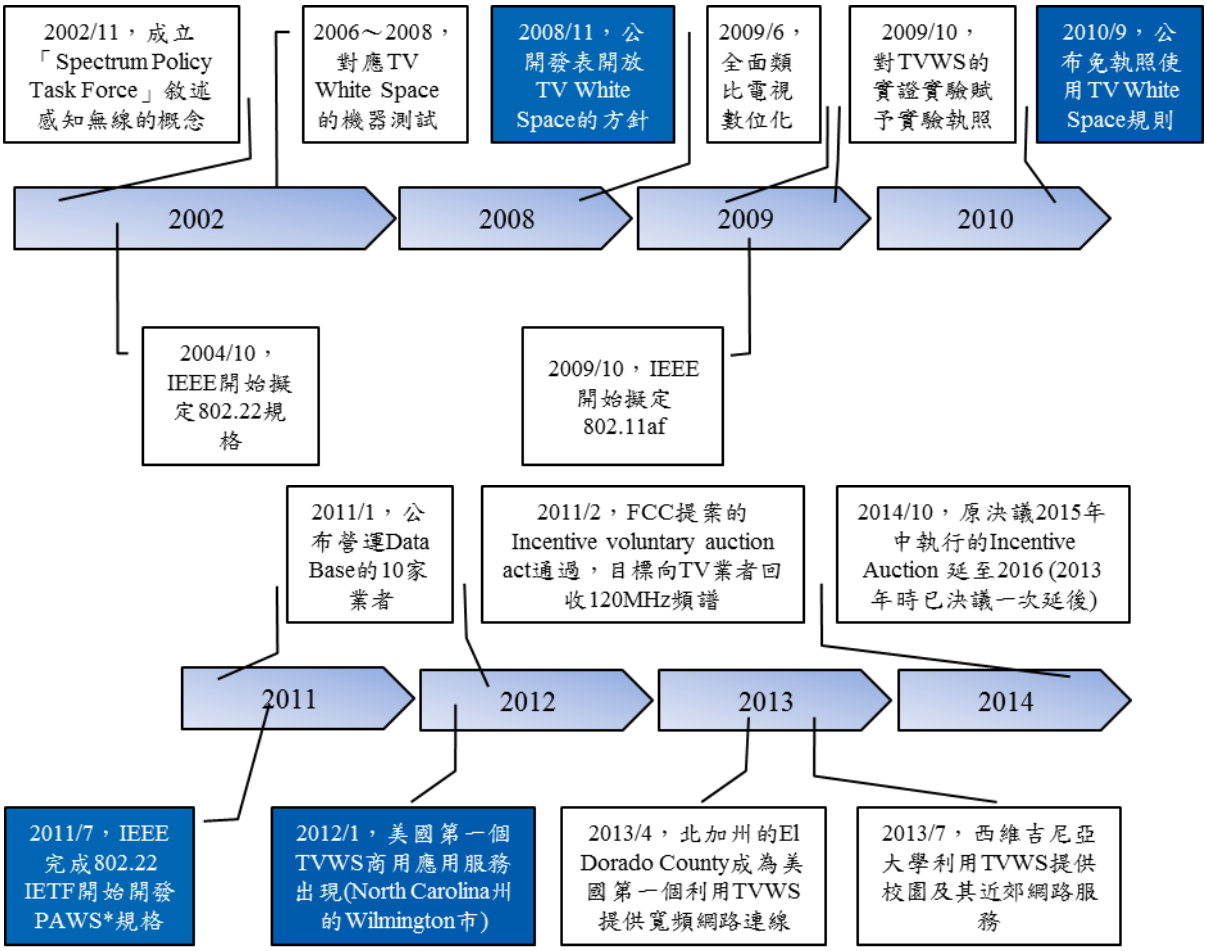


圖 141 美國 TVWS 發展進程

資料來源：FCC，本計畫製作

（2） 歐盟

探討歐洲國家的共享議題前，整個歐盟對於共享的推動絕對是必須先關注的。2013 年 9 月 25 日歐洲共享經濟聯合 (European Sharing Economy Coalition, EURO-SHE)，在歐洲經濟社會委員會 (European Economic and Social Committee, EESC) 的一次公聽會中成立。作為一個集合私人企業、政府機構、學術界、消費者團體等共同參與之公開平台，欲透過規範制定與專案實施將歐洲市場導向共享合作。

然而，共享經濟 (Sharing Economy, aka Collaborative Economy or Collaborative Consumption) 的概念允許一經濟或社會系統中的財產如物品、服務、數據與智能能以共享方式獲得。該系統充分利用資訊技術與點對點交談，讓其中各個體可以分配、分享或重新使用彼此過多或使用頻率低的財產；提供各個個體更多的機會，並使資源被更有效率的使用。又可分為：商品導向系統（如：房屋或車輛之出租）、市場重新分配（如：送出、交換和賣出）及合作生活（如：近來興起的 Airbnb 與 Uber）等三大商業模式，詳見下圖。

圖 142 共享經濟三大商業模式

資料來源：European Sharing Economy Coalition “Change Agent for a Shareurope” 2013.09，本計畫製作

歐盟基於共享經濟的概念勾勒出目標理念：增加資源使用效率、創造就業機會、支援中小企業、建立公共參與及促進數位創新。期許透過 EURO-SHE 建構一個團結並且有共同聲音的整體，透過各種規範將歐洲導向共享與合作，作為歐洲經濟繁榮永續發展的強大後盾。而下圖為 EURO-SHE 為實現共享經濟所建構之四大步驟：先透過各種曝光方式喚起注意搶進主流意識，再透過相關政策之準備進行維持，進而實際執行促進概念擴大，最後再籌促歐盟投資正式在各國展開先導計畫。

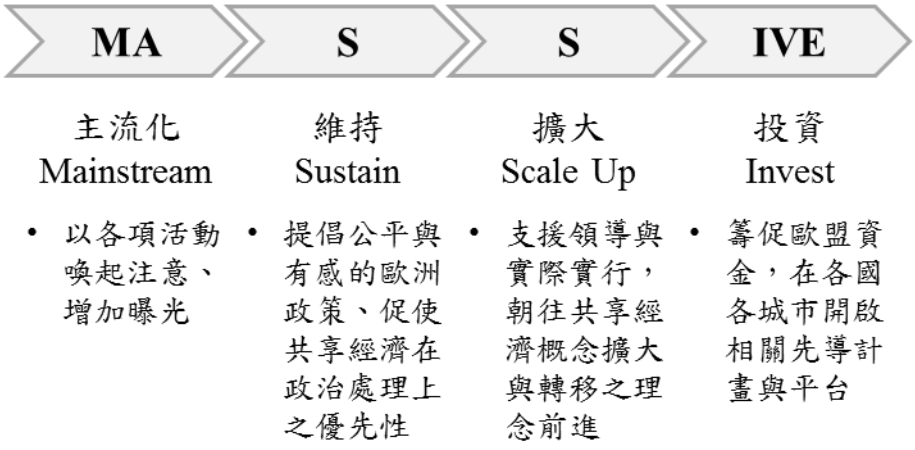


圖 143 EURO-SHE 實現共享經濟之步驟

資料來源：European Sharing Economy Coalition “Change Agent for a Shareurope” 2013.09，本計畫製作

然而，共享經濟的概念不僅應用在生活中看得到的物品與空間，用於國家重要稀有資源的頻譜上，更是從 2012 年起的 Europe 2020 Initiative 計畫便被提出。因可見未來數據傳輸量將逐年快速增長，但閒置頻段數量不足，清頻不僅耗時又會影響到既有用戶之使用；加上隨著技術進步，已不像過去技術必須分別用於不同頻譜避免干擾，現在同頻段上漸漸可支援多種技術共存；同時又希望可以找出新的頻譜資源帶動創新應用的誕生；因此，於 Europe 2020 Initiative 提出推動無線電頻譜共享之概念，企圖促使頻譜效率最大化。

除了提出推動無線電頻譜共享之概念外，歐盟亦盤點實際會面臨之議題，包含：與既有用戶之間的干擾定義與減緩方案之擬訂，既有用戶與新進用戶的共享規範與相關成本估計，對

於免執照頻段壅塞的預測與對策訂定，對需執照共享頻段之應用保證等，如下圖所示。對於此些議題歐盟將持續透過試驗與相關規範制定，期待可創造友善且有效率之頻譜共享環境。

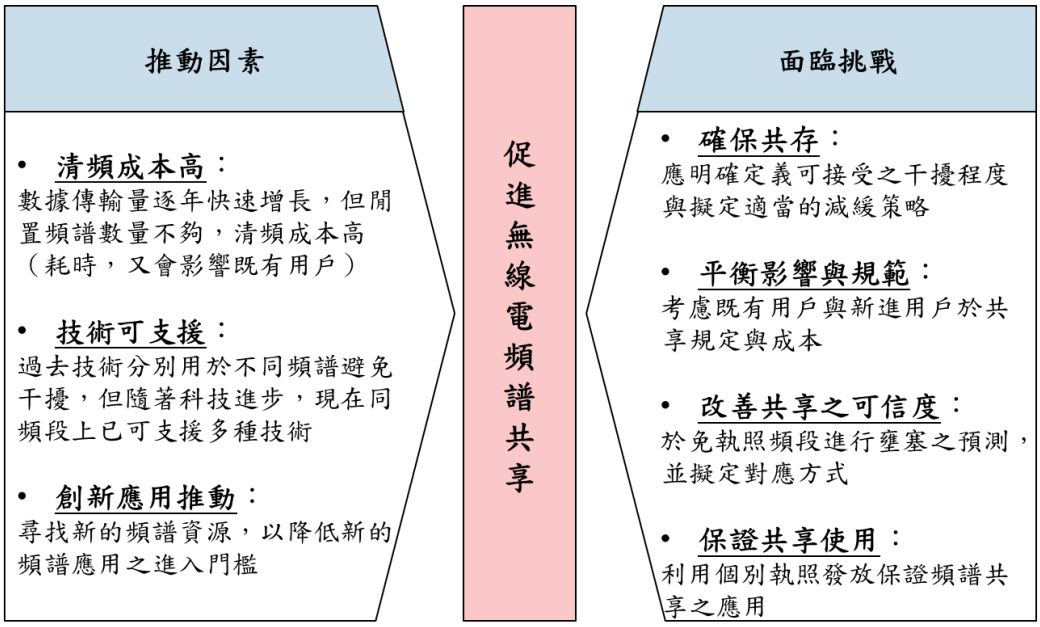


圖 144 EU 頻譜共享之推動契機與面臨挑戰
資料來源：European Commission “Europe 2020 Initiative – Digital Agenda for Europe”，本計畫製作

而歐洲預期在 2020 年時將會有約 1500MHz 之商用頻譜需求，其缺口無法僅使用執照頻段來補足；根據歐盟的報告中所提到的，頻譜共享可分為兩種極端的方式：提供所有使用者於特定頻譜共享的 Collective Use of Spectrum (CUS)與提供使用者於特定頻譜接續權之 Licensed Shared Access (LSA)。前者的 CUS 模式簡單而言，就是目前 Wi-Fi 頻段、ITS 應用等模式，擁有較低的規範

限制，但同時隱含著個別使用者對於共享與干擾有更高的責任。後者的 LSA 模式則是近年來持續被討論中，雖然尚未有明確的定案，但亦被視為未來潛在的重要共享方式。透過執照的發放與規範的定應保證接續與品質，但因此干擾管理的責任便在頻譜管理單位身上，所以這也就是此模式的相關配套仍在熱烈討論的重要原因。

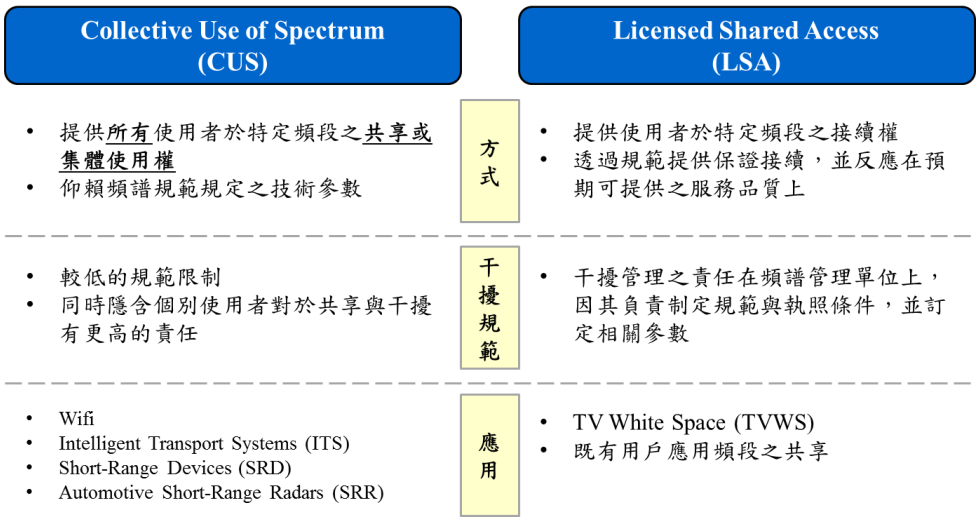


圖 145 EU 頻譜共享之推動契機與面臨挑戰

資料來源：European Commission “Europe 2020 Initiative – Digital Agenda for Europe”，本計畫製作

因此在頻譜規劃上，在 470-698MHz 的 TVWS 頻段，以及 2.3GHz 與 C-Band 的專用電信 LSA 頻段軍事頻譜共用之熱烈探討目標。目前對於 LSA 議題，歐洲主管機關部分，歐洲委員會 (Europe Commission) 於 2013 年 11 月發行 Opinion on LSA 報告，正式定義並探討 LSA 概念；歐洲郵電主管會議 (CEPT) 則

決議利用 LSA 方式開放 2.3-2.4GHz 之移動/固定通訊網路使用，其下單位 ECC 成立 FM 53 小組研究 LSA 及感知無線議題，並於 2014 年 2 月公告 ECC Report 205 - Final 說明 LSA 實行準則。歐洲通信標準化機構 (ETSI) 於 2013 年 7 月提出 2.3-2.4GHz LSA 系統需求參考。

關於 LSA 的研究中由芬蘭的 Tekes (the Finnish Funding Agency for Innovation) 出資的 CORE+ 計畫最為活躍；該計畫團隊由研究機構、政府組織及製造廠商組成，並於 2013 年 4 月在芬蘭奧盧進行了全球第一次 LSA 公開示範測試，在當地的通信環境現狀在 2.3GHz 頻段利用 LSA 技術進行 LTE TDD 連線測試；該研究團隊於 2013～2014 年於芬蘭、美國、中國及法國等地共進行了六次公開測試。公開測試結果顯示，頻譜用戶轉換的清頻時間約為 26 秒，頻段交付執行總時間約為 20 秒，清頻時用戶斷線時間約為 100 毫秒。根據其結果，研究團隊認為 LSA 可以進行即時的頻譜使用權轉換，並且對有用其他頻段同時進行連線的用戶不會造成影響。

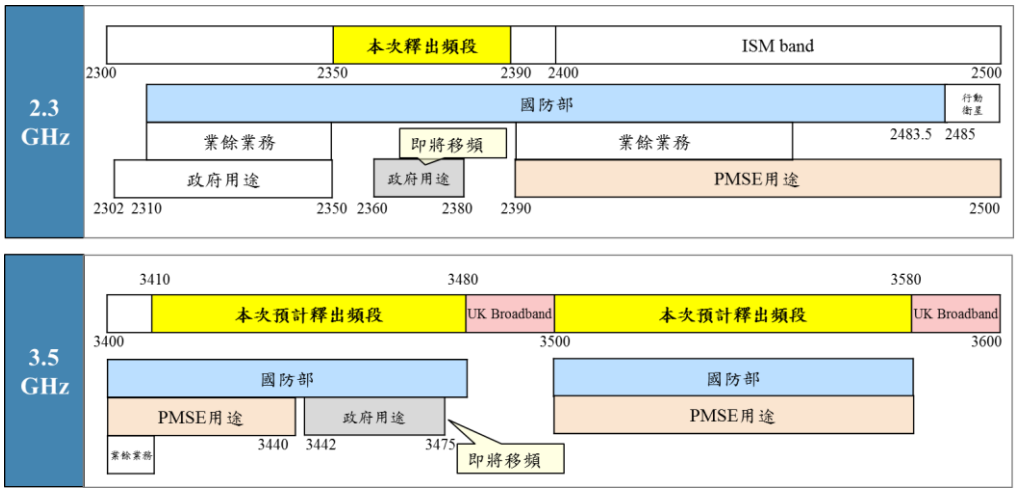
表 60 CORE+計畫之 LSA 公開測試時程

日期	公開示範測試名稱	地點
2013/04/25	Wireless World Research Forum (WWRF) meeting 30	芬蘭奧盧
2013/09/03	LSA Trial Workshop	芬蘭赫爾辛基
2014/04/01-04	IEEE DySPAN	美國維吉尼亞州 McLean
2014/06/04	Trial workshop at CrownCom 2014	芬蘭奧盧
2014/06/09-13	Mobile Asia Expo (MAE) and GTI Workshop	中國上海
2014/12/03-04	ETSI RRS Workshop	法國索菲亞科技園

資料來源：Tekes “CORE+ Summary” 2015.02，本計畫製作

（3） 英國

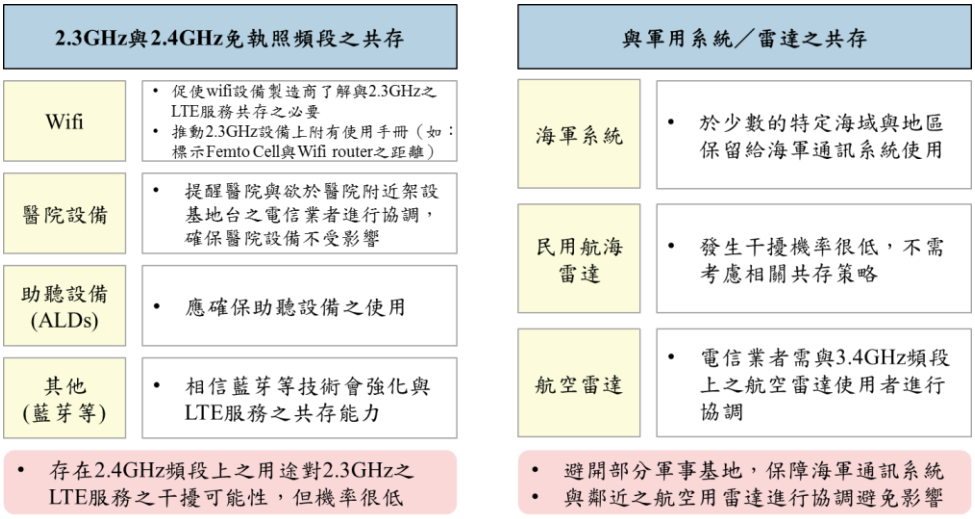
隨著歐盟對於頻譜共享的推動，近年英國亦積極於公部門應用頻段中找潛在可用於行動通訊之共用頻段。Ofcom 規劃於 2015 年末到 2016 年初將 2350-2390MHz (40MHz) 以 TDD 頻段方式釋出；同時與 3410-3480MHz 與 3500-3580MHz (計 150MHz)，總共 190MHz 一同進行拍賣；釋出頻段時基本採取「使用中立 (use-neutral)」原則，不限制釋出之頻譜使用方式。如下圖所示，除了部分政府用途將會移頻之外，2.3GHz 釋出的頻段上仍會有部分國防部用途存在，而 3.5GHz 釋出的頻段上則是除了國防部之外，還有 PMSE (Programme Making and Special Events，主要為支援電視頻道相關應用，如：SNG、廣播)用途存在。



資料來源：Ofcom，“Public Sector Spectrum Release: Award of the 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands”,2015.05.26，本計畫製作

但 Ofcom 方認為本次釋出頻段的特性較適合用於增加網路容量或小細胞基地臺的後置鏈路 (backhaul)，故不會對得標業者課予涵蓋率義務。另外，為配合無線電頻率在歐盟各國間能和諧共用的執委會決定(Commission Decision)，本次釋照擬採「非專屬獨佔 (not exclusive)」許可，未來在政策要求下或將授權次要使用者進行頻譜共享。

為處理上述頻段上之既有用戶之間的共存議題，並且考慮 2.3GHz 與 3.4GHz 免執照頻段之共存議題，Ofcom 亦透過相關實驗與諮詢，擬定因應方式以保障鄰近與既有用戶之頻譜使用權益。如下圖所示，對於 2.3GHz 與 3.4GHz 頻段上的軍用系統與雷達，為保障海軍系統之運用，將會保留少數特定海域和地區作地理上的隔離；而與航空雷達之共存，則保留責任義務給電信業者與既有使用者進行協調。對於 2.3GHz 與 2.4GHz 免執照頻段之共存，因 2.4GHz 頻段上存在 ISM 用途、Wi-Fi、ALDs、藍芽等 CUS 共享模式，過去對於鄰頻的共存意識較低，亦呼籲電信業者與既有使用者，甚至是 2.4GHz 設備製造商持續協調以強化共存之能力。



資料來源：Ofcom,“Public Sector Spectrum Release: Award of the 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands”,2015.05.26，本計畫製作

然而，這兩段擁有既有用戶的頻譜即將釋出，Ofcom 亦針對執照非技術相關條件進行定義。除限制基地台於特定地理區域之架設，與支援 PMSE 用途之義務外，因應現在正在討論之 LSA 共享概念，保留此些頻段未來因應環境改變而進行執照規範變更之可能性。

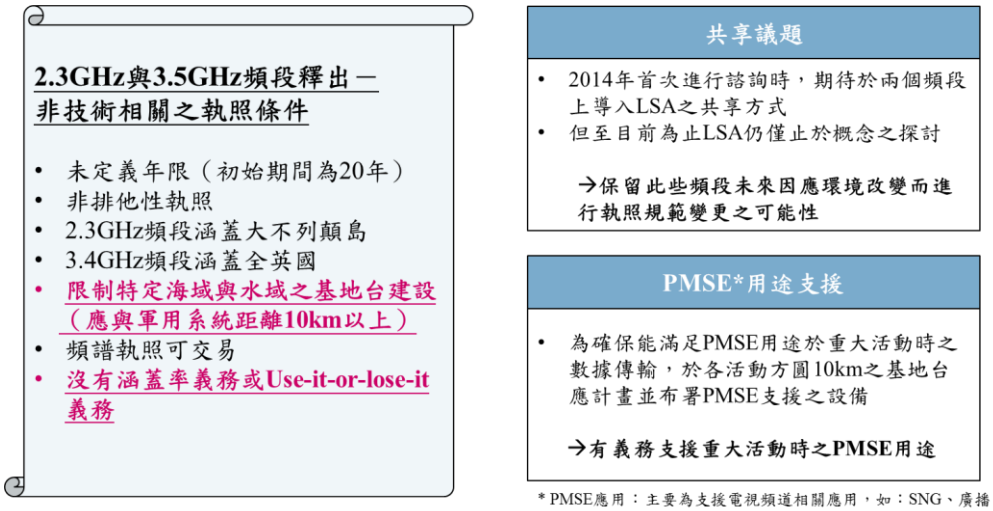


圖 146 英國 2.3GHz 與 3.5GHz 釋出非技術相關之執照條件

資料來源：Ofcom,“Public Sector Spectrum Release: Award of the 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands”,2015.05.26，本計畫整理

（4） 日本

日本總務省認為 3.5GHz 頻段為世界中採用之標準頻段；雖該頻段上同時存在著固定衛星及移動衛星，但該國仍積極進行相關實驗，而其結果顯示行動通訊技術可有條件地與衛星共存。透過一系列的實驗檢測，提出未來行動通訊與既存廣播業者及衛星通信系統之間的解決方案，如下表整理：

表 61 日本 C-band 干擾實驗結果彙整

廣播業者	
• 目前於 3400-3456MHz 之相關廣播業者，將於 2022 年進行移頻將此頻段騰出 • 最初導入 4G 通訊系統之地區，應會為高傳輸需求的大都市，預期會設立低天線高度、低發射功率的 Small Cell，因此干擾影響應該不明顯 • 此外，應注意與既有廣播事業基地台的間隔距離	
衛星通信系統	
實驗結果	進行了 45 個衛星基地台的干擾試驗，於 3.4-3.6GHz 頻段應用時，有其中 9 個基地台發生干擾現象
解決方案	預留 Guard Band，並保留適當間隔距離 此外在地形影響下，可能也會減低干擾問題
其他減緩干擾方案	**Small Cell 基地台：** • 降低發射功率、降低天線高度 • 利用建築物取得遮蔽效果 • 設立於室內，可透過牆壁使訊號衰退 **一般基地台：** • 根據衛星基地台，調整基地台 Sector 設立方向 • 調整天線傾斜角度

資料來源：總務省平成 25 年度情報通信審查會情報通信技術分科會「攜帶電話等高度化委員會報告」，本計畫製作

基於實驗結果找出了相關干擾減緩或解決方案，整理出較不易產生嚴重干擾的頻段空間。不同於歐美預計透過動態頻譜共享之方式，利用資料庫方式進行連線管理，讓行動通訊與既有用戶共存；日本利用靜態頻譜共享之方式，透過物理性之隔絕，例如：高度、角度...等，讓行動通訊與既有用戶共存。

利用物理性隔絕的方式解決衛星干擾的議題，再加上以下兩大理由：(1) 為滿足既有對影片、定位之需求，以及未來潛在之無線 RAN、IoT 等需求，實現數據通訊之高速化 (1Gbps)及大容量化；(2) 為了未來 5G 之發展，先進行高頻段通信之技術之發展與試驗；日本總務省於 2014 年釋出 3.5GHz 頻段之 40 MHz ×3 的 TDD 頻段供 LTE-A 使用。

日本總務省根據 2014 年召開之公聽會結果，制定以下分配方針：

- 將早期可釋出之頻段 (3,456 MHz 以上) 先行釋出。
- 為達網速最高 1Gbps，因此本次釋出 3 段各 40MHz 之頻段。
- 為對應傳輸量急增，本頻段將使用上下行比率可調整之 TDD 方式釋出。

由於該頻段同時也提供衛星通信系統使用，總務省於公布服務開設指南時提出業者須遵守之義務：

■ 需要提出衛星通信業務干擾之對策計畫。

■ 在服務開設的同時須召知該頻段會有衛星干擾之情形，並需與其他使用該頻段之業者共同開設對應諮詢窗口。

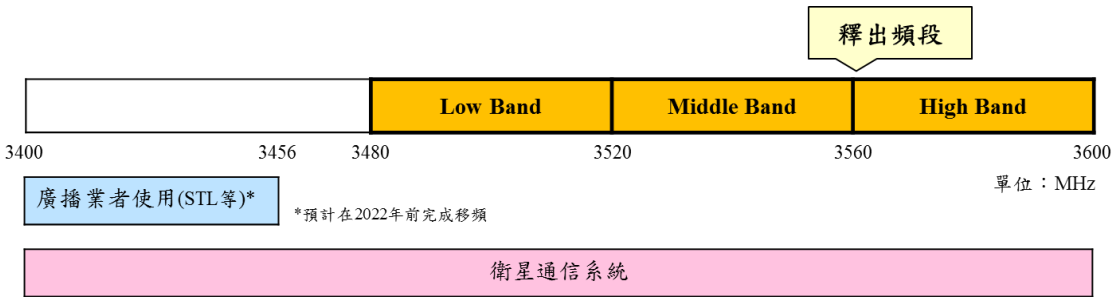


圖 147 日本 3.5GHz 頻段釋出規劃

資料來源：總務省”第４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指針の制定について”2014.07，本計畫製作

2014 年 10 月，NTT DoCoMo、KDDI 及 Softbank 向日本總務省提出了 3.5GHz 執照申請書與頻段志願序；經審查後於同年 12 月 19 日公告獲得頻段之業者與其獲得之頻段，結果如下圖。

預計服務開始日期	2016年10月	2016年6月	2016年12月
LTE-A (1 Gbps) 預計商轉日期	2017年3月	尚未公布	2018年3月
設備投資金額	1,821億日円	1,676億日円	787億日円

圖 148 日本 3.5GHz 頻段釋出結果

資料來源：總務省”第 4 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”2014.12，本計畫製作

（5） 新加坡

新加坡政府為因應都市化、高齡化、能源需求成長的社會環境變化，欲將新加坡打造成一個具敏捷且高度智慧化通訊的國家，因此 2006 年起開始推動 “Intelligent Nation 2015”(in2015)計劃，持續完善資通訊基礎建設，打造智慧國家以提升人民福祉及推動各項服務創新，2014 年開始建置 Smart Nation Platform，目前以網路基礎建設及感測器的佈建為主要目標，平台建置規劃參見下圖。2015 年新加坡公布 “Infocomm Media 2025”報告，未來十年將利用現有建設推動公私部門服務創新應用。

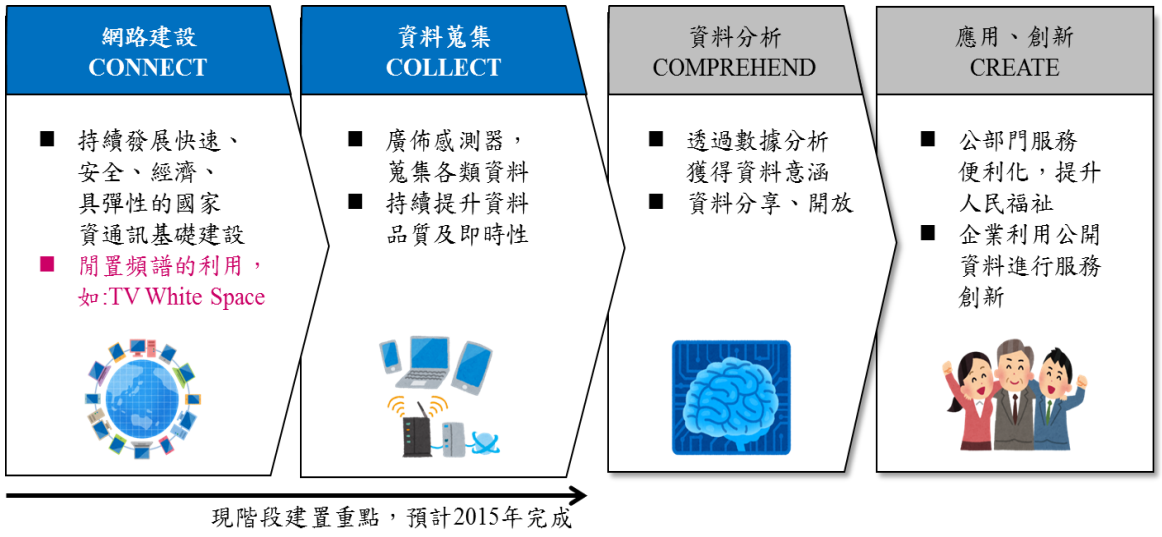


圖 149 新加坡 Smart Nation Platform 建置規劃

資料來源：IDA,“Smart Nation Platform FACTSHEET”,2014.06，本計畫整理

根據其智慧國發展的需求，需要提供出更多頻譜供使用，因此新加坡開始檢視閒置的頻譜資源是否可提高利用效率，發現於低頻廣播、電視用的頻段，過去為了避免與鄰近國家發生干擾，因此保留了許多頻段，稱為 TVWS (TV White Space)，新加坡希望能將這些頻段作更好的應用，2014 年 6 月，IDA 公布將釋出的 TVWS 頻段，共有 189MHz，詳細頻段資訊如下圖，其中 700MHz 段的頻譜預計於 2020 年全面類比電視數位化後收回作 IMT 使用。

	2014公告頻段	2020(全面數位電視化後)
TVWS 頻段(MHz)及對應頻道 暫保留，避免鄰近頻道相互干擾。經妥善測試後，再開放使用	• 181 - 188 (Channel 6) • 209 - 223 (Channel 10、11) • 502 - 518 (Channel 25*、26) • 614 - 622 (Channel 39) • 630 - 710 (Channel 41 - 50) • 718 - 742 (Channel 52 - 54) • 750 - 774 (Channel 56 - 58) • 790 - 806 (Channel 61 - 62)	• 174 - 188 (Channel 5、6) • 195 - 202 (Channel 8) • 209 - 230 (Channel 10-12) • 470 - 534 (Channel 21-28) • 614 - 694 (Channel 39-48) 其中 694-806 (Channel 49-62)的頻段預定移作IMT使用
VHF頻道數及頻寬	3 (21 MHz)	6 (42 MHz)
UHF頻道數及頻寬	21 (168 MHz)	18 (144 MHz)
總頻寬	189MHz	186MHz

* Channel 25、47保留給無線麥克風使用

圖 150 新加坡 TVWS 頻段表

資料來源：IDA,“TRIAL OF WHITE SPACE TECHNOLOGY ACCESSING VHF AND UHF BANDS IN SINGAPORE”等公開資料，本計畫整理

管理機制上，為避免和鄰國的電視、廣播發生干擾、及完善國內的基礎建設佈建、創新應用推廣，新加坡對 TVWS 採免執照、共享方式進行開放，並選擇透過地理資訊資料庫(Geo-location Database)方式管理頻譜的動態取得。因為欲推動服務的創新、加值，地理資訊資料庫，計畫開放由民間進行維運。除一般免執照的頻道外，新加坡也另規劃有高優先序的頻道 (High Priority Channel, HPC)，供地理資訊資料庫營運商進行加值服務的營運，該頻道需付費取得使用權，當一般的 TVWS 頻段皆分配完畢時，營運商可將 HPC 分配給有付費取得 HPC 使用權的顧客使用。

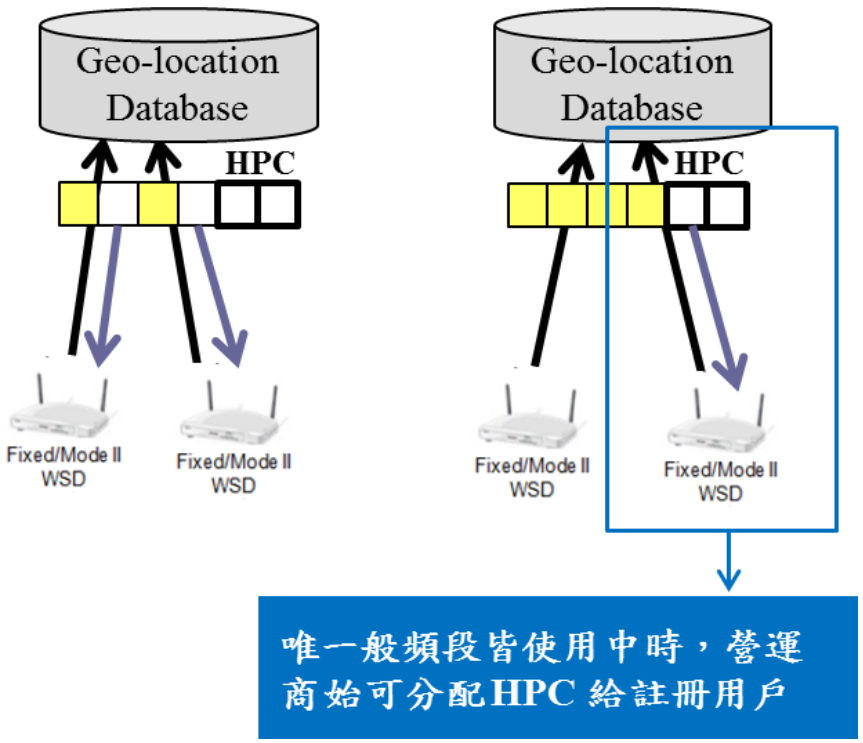


圖 151 新加坡 TVWS HPC 運作模式

資料來源：IDA,“TRIAL OF WHITE SPACE TECHNOLOGY ACCESSING VHF AND UHF BANDS IN SINGAPORE”等公開資料，本計畫製作

2012 年，由 IDA 扶植民間各相關領域業者們，包含新加坡資通訊研究院(I2R)、微軟、星和電信(StarHub)、Neul (英國半導體設計公司)、NICT (日本情報通信研究機構)、Power Automation (Smart Grid 解決方案提供，由新加坡電力公司與西門子合資)，共同成立 SWSPG (Singapore White Space Pilot Group)，於預定的 TVWS 頻段進行各項技術及服務試驗，並將結果提供 IDA 作為 TVWS 管理規範制定、參數設定參考，目前已進行了智慧電表系統、公共場域感測系統、港口船隻無線通訊服務等測試，確保後續 TVWS 施行的可能及效益。

新加坡因其特殊背景因素，因此擁有閒置頻譜，為妥善利用頻譜，及為了因應智慧國計畫的大量通訊需求，因此將閒置的 TVWS 的頻譜透過共享機制釋出，期能降低頻譜取得門檻，推動更多對頻譜非獨占性需求的服務得以運行。

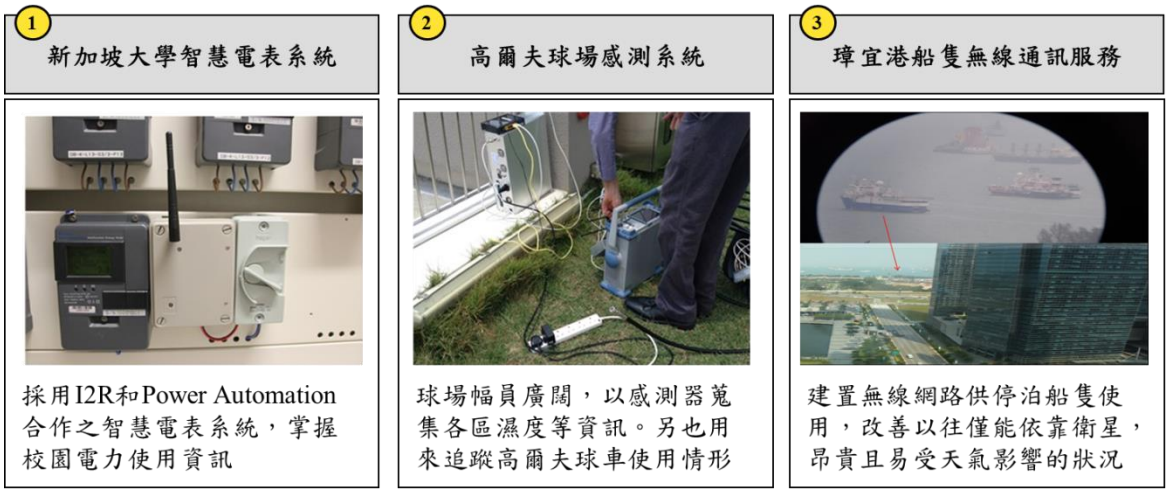


圖 152 SWSPG TVWS 前導實驗案例
資料來源：SWSPG，本計畫製作

（6） 小結

綜觀各國現階段討論的頻譜共享，目前尚以地理隔離或是免執照方式共享為主；但隨著未來頻譜需求的增加及對服務品質要求的提升，加以專用電信頻譜在未使用時將釋出作為共用之發展趨勢，未來將會有更多「有執照或有使用層級」之頻譜被導入作為共用。在這樣的趨勢下，除了現已積極討論的管理機制外，共享誘因也成為一重要議題。

針對共享誘因，目前主要可分為三個面向：1. 市場面相、2. 主管預算面向、3. 技術法規面向，三大面向進行探討。

市場面相主要在從可被共用之頻譜資源結構著手，研究頻譜之價值、共用之成本以及機會成本後設定使用價格，由申請者自進行評估；從獲利角度對共用目標頻譜進行完整的價值判定，但適用範圍較被侷限在商用網路。

主管預算面向則主要針對由管理及預算而非獲利角度評估的官方專用電信網路，通過主管機關專用頻譜的共用或移頻釋出，將其獲利回歸至該單位預算中。目前探討的執行方式主要有讓頻率使用之機關自行整理規劃期頻譜資源之共享利用，或交由第三方中介機構處理等，但目前均仍需要更進一步評估。

技術法規面向主要由技術發展所帶來之頻譜共用效益成本比(Benefit-Cost Ratio) 提升,搭配法規的支持對頻譜共用進行推動。經由設定各種技術情境並對其頻譜使用效率進行比較，可同時客觀的了解頻譜共用之效益，以及未來技術發展與法規支持之方向。

頻譜共享概念目前仍在早期探討階段尚未有一共識，但不可改變的是，頻譜共享的達成應具備效益成本比的提升、不同用戶間的互信關係、擁有彈性且創新的政策基礎、提供可預測及延續發展性等原則。未來我國在探討頻譜共享方式與誘因時，應同時考慮以上條件，制定符合我國的規範基礎與導入方式。

（四）頻譜試驗

面對新的通訊技術及新的應用方式，各預計導入業者與各導入國家之主管機關均會希望可以預先進行測試，以確保並掌握未來實際應用之狀況。像是日本便於電波法中明訂可申請實驗無線電台執照，用於進行科學或技術發展現況測試及無線電波使用效率之試驗。其中，日本 NTT DoCoMo 便基於此規範，於 2011 年申請位於神奈川之實驗用無線電台進行 LTE-A 相關測試。另外，英國亦有頻譜試驗之機制，開放 470-790MHz 頻段進行 TVWS 之測試，2015 年 2 月更允諾隨著實驗成功，將提供未來延續之頻譜利用。接下來將介紹新加坡之短期測試方案，與日本實驗無線電台執照申請方式和特區開放之實例。

新加坡之短期測試方案分為「技術測試(Technical Trial, TT)」與「商業測試(Market Trial, MT)」兩種。技術測試主要為測試設備與技術可用性，期間不超過 90 天。商業測試主要為評估新商業模式之可行性，期間基本上為 6 個月，但得於到期前一個月申請延展，延展期間為 6 個月。

為鼓勵並促進新加坡之資通訊產業發展，商業測試中營運商得以向使用通訊系統與服務之參與者收取費用，已更實際地進行

設備測試、新技術之研發測試，或是評估未於新加坡部屬或商業化之新技術、服務或商品的商業潛力。於測試過程中需要部屬無線技術平台時，便需要申請無線電頻譜。但是該頻段僅會在商業測試執照中提供使用，且 IDA 保留收回頻譜或變更頻譜之權利。並且，IDA 不保證於測試階段分配之頻譜必定可用於後續商用部屬階段。

新加坡政府透過上述規範，開放閒置頻段供業者進行商業潛力測試，利用明確記載測試者之權利義務，保留主管機關未來進行頻譜規劃之權力。此規範自 2004 年就成形，經過多年之演變，持續於新加坡通訊產業中扮演重要角色。例如 2015 年 1 月新加坡將 2014 年決定先暫緩釋出之 TDD 頻段（2300-2335MHz 與 2600-2620MHz）開放讓業者申請進行 HetNet 之短期試驗，試驗期限至 2015 年 9 月 30 日。

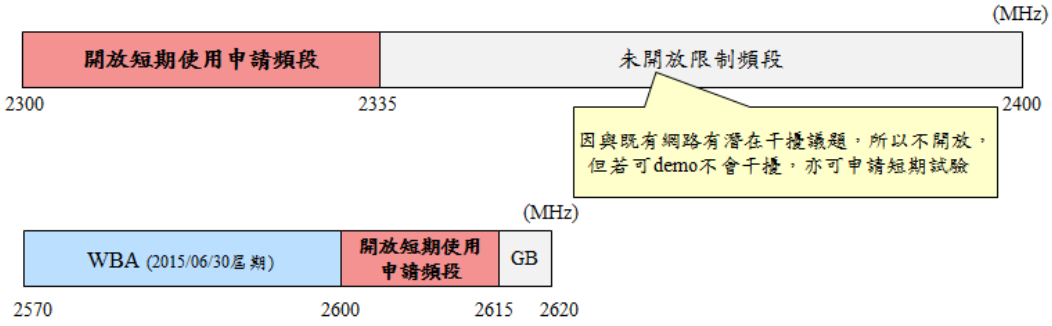


圖 153 新加坡開放短期試驗之 TDD 頻段

資料來源：IDA, “Information Paper: Short-term Assignment of Unassigned Spectrum in the 2.3GHz and 2.5GHz TDD Spectrum Bands”,2015.01.23 本計畫製作

日本政府為促進無線電波有效利用，於平成 16 年 3 月起增設「特定實驗試驗無線電台制度」。至平成 20 年時，更進一步將科學或技術發展為目的之電台用途列入範圍內。使得大學或製造商等研究機關可以快速取得電台設立之執照，促使技術開發、產品化，甚至是產業發展快速發生。為此，日本政府於每年之 7 月 1 日會公告可供特定實驗試驗無線電台使用之頻段及區域。當申請者欲運用之頻段與區域在範圍內，並且先進行註冊檢驗後，便可繳交申請文件進入申請流程。然而，如下圖所示，特定實驗試驗無線電台之申請流程，較一般電台之申請流程相比減少了中間繁瑣之審查與檢查階段，讓整個申請時間大幅減少至 1 至 2 週可完成。

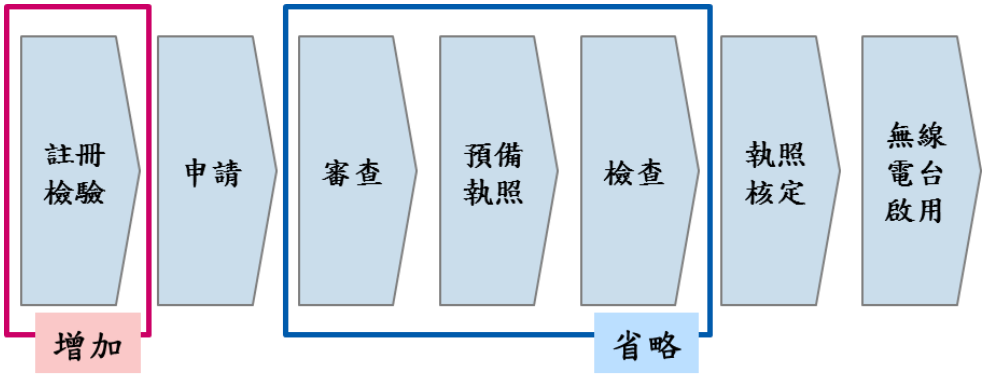


圖 154 日本特定實驗試驗無線電台申請流程

資料來源：總務省，電波利用官方網站揭露之「特定實驗試驗無線電台相關制度」，本計畫製作

另一方面，日本政府為促進日本新型態應用服務之可行性，並衡量推向國內及海外之潛力，於 2008 年至 2010 年間推動「Ubiquitous 特區」之計畫。利用無所不在無線電頻譜與網路技術，讓日本業者們進行世界領先之服務的開發與實證。該特區計畫以茨城縣筑波市或神奈川縣橫須賀市等研究開發為據點之地區為主。於特區制度中，明確記載地區內可使用之頻段（包含：廣播用途、行動電話用途、ITS 用途），讓企業或自治團體清楚可使用頻段、地區及時間，也使得後續對於頻譜執照的取得時間變短。

於「Ubiquitous 特區」計畫中，共有 68 個專案，應用服務之類型橫跨廣播內容、金融、防災、觀光、健康、物流、交通、農業等領域。實際案例包含 Denso 於北海道網走市運用 UHF 頻段與 5.8GHz 頻段進行之車對車通信的實驗，Tokyo FM 於福岡地區利用 VHF-Low 頻段(1ch~3ch）進行之地方性多媒體廣播服務。

八、我國 3G 執照屆期後續規劃建議

我國第三代行動電話執照由 2002 年初之競標作業後，由遠傳電信、威寶電信、台灣大哥大、中華電信與亞太行動寬頻 5 家業者取得執照。其中 4 張執照以 FDD 30MHz/20MHz （上行 15MHz/10MHz+下行 15MHz/10MHz）+TDD 5MHz 形式釋出。第三代行動通信業務釋照概要整理如下表。

表 62 第三代行動電話業務執照資訊整理

一、執照用途限制	1.執照的特許經營業務	採用國際電信聯合會公布 IMT-2000 所定之技術標準，以提供語音及非語音之通信
	2.使用頻段	執照 A：1920~1935 MHz;2110~2125 MHz + 1915~1920 MHz，執照 B：1935~1945 MHz;2125~2135 MHz + 2010~2015 MHz，執照 C：1945~1960 MHz;2135~2150 MHz + 2015~2020 MHz，執照 D：1960~1975 MHz;2150~2165 MHz + 2020~2025 MHz，執照 E：825~845MHz;870~890MHz
	3.涵蓋區域	全區
	4.原則	限採用國際電信聯合會公布 IMT-2000 所定之技術標準
	5.執照轉讓之可行性	不可
	6.頻譜交易之可行性	不可
二、執照發行方式	1.發行方式	競標制
	2.執照期限	特許執照之有效期間為自核發日起至 2018 年 12 月 31 日止，屆滿後失其效力
	3.業務執照使用收費方式	得標金：遠致電信 101.69 億元，聯邦電信 77 億元，台灣大哥大 102.81 億元，中華電信 101.79 億元，亞太行動寬頻 105.7 億元
	4.執照屆期處理方式	特許執照有效期間屆滿時之處理方式，由主管機關另定之
三、執照發行張數	執照張數	5 張

資料來源：第三代行動通信業務管理規則，本計畫製作

在五家業者中，亞太電信採用美規的 CDMA 2000 技術展開 3G 服務，遠傳電信、台灣大哥大、威寶電信與中華電信則以歐規的 WCDMA 技術展開 3G 服務。

除亞太電信以外，遠傳電信、台灣大哥大、威寶電信與中華電信均有 5 MHz 頻段供 TDD 用途使用。但因國際上缺乏較成熟的 TDD 頻段解決方案，除了遠傳將其 5MHz 頻段作為與 1900 兆赫數位式低功率無線電話頻段之間的防護頻段(Guard Band)有較明確之安排外，其他三家業者的 TDD 頻段一直未有明確之規劃，並且大多於近年提早繳回。

我國第三代行動電話業務使用頻率整理如下圖。

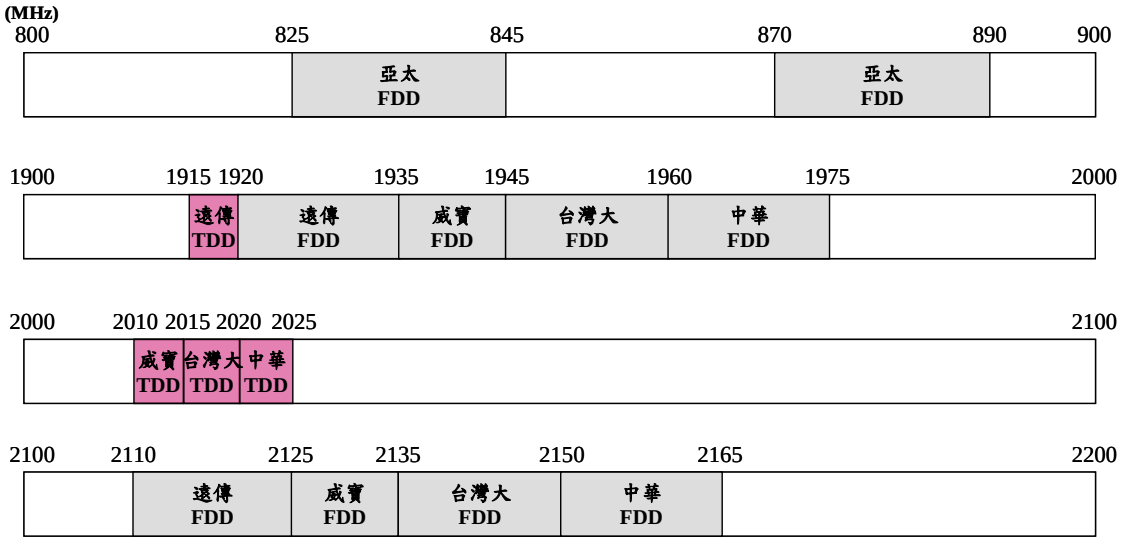


圖 155 我國 3G 業務頻段分配現狀

資料來源：中華民國頻率分配表、NCC 頻率資料庫查詢系統，本計畫製作

然而，上述之第三代行動電話頻段執照將於 2018 年 12 月 31 日屆期，時限屆滿後將失去效力繳回執照。為盡早明確屆期後續處理方式讓既有 3G 業者得以及早規劃應對策略，本研究案延續上一期 103 年度「我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究－我國未來頻譜政策規劃」之國際案例調研以及與產官學界探討之結果，於本次計畫中，進一步針對多面向之議題蒐集國際案例，並且舉辦多次產官學界座談會，與相關關係人進行討論以凝聚共識，並提出各頻段後續規劃建議。

另外，1800MHz 頻段與 2.3GHz 頻段為國際上 LTE FDD 與 LTE TDD 熱門之頻段，延續上期報告將其視為短期規劃釋出頻段，預計將併同 3G 執照屆期頻段處理，故亦列於此章節進行後續規劃方式建議說明。

（一）短期頻段規劃座談會業者意見回饋

前期研究成果中，已對短期預計處理的頻段提出分析與建議。但由於 3G 執照屆期之議題實為重要，因此在本期研究中持續進行相關議題之討論，再次追蹤新技術和國際上商用頻段發展情況，以更全面評估此議題之後續規劃方向。

為使議題的討論能更為完善，並廣納各方意見作為未來相關政策擬定參考，本研究團隊於專案期間召開三次座談會，邀請產官學各界先進共同探討民國 107 年執照將屆期的 3G 頻段、其他短期可能釋出頻段後續之頻譜規劃方式及我國中長期頻率供應計畫，座談會資訊如下表：

表 63 本次專案三場頻率供應座談會會議資訊

座談會(I)	我國 3G 執照屆期後續規劃探討
時間	2015 年 10 月 29 日（四）14：00 ~ 16：30
座談會(II)	我國未來頻譜規劃探討
時間	2015 年 12 月 02 日（四）14：00 ~ 16：30
座談會(III)	我國短中長期頻譜供應與需求探討
時間	2016 年 01 月 14 日（四）14：00 ~ 16：30
地點	集思交通部會議中心 2 樓活動式會議室 （台北市中正區杭州南路一段 24 號）
議程	13：30 ～ 14：00　報到 14：00 ～ 14：30　NRI 簡報 14：30 ～ 16：30　議題討論 16：30 ～　　散會

資料來源：本計畫製作

參加單位如下表。本次座談會邀請政府機關、學術界、電信業者、設備廠商及民間法人，提供意見並共同參與討論。

表 64 本次專案三場頻率供應座談會參加單位

政府機關	交通部郵電司、國家通訊傳播委員會
學界	元智大學通訊工程學系、成功大學交通管理科學系
電信業者	台灣之星電信股份有限公司、國碁電子股份有限公司、亞太電信股份有限公司、遠傳電信股份有限公司、台灣大哥大股份有限公司、中華電信股份有限公司
設備廠商	美商高通國際股份有限公司、台灣諾基亞通信股份有限公司、台灣愛立信股份有限公司
民間法人	財團法人資訊工業策進會產業情報研究所、消費者文教基金會資通訊委員會

資料來源：本計畫製作

而為使討論更加有效率、且能聚焦關鍵問題處做討論，研究團隊於會前皆先擬定有討論主題及細項內容，並於研討會當日與各界先進徵詢意見、進行討論。透過來回的討論與議題收斂，除期能更拉近與產業面距離，更希望能凝聚共識，因此最重要的 3G 屆期議題及短期可能釋出之頻段，研究團隊不斷蒐集資訊並於三次座談會中與業者們持續進行溝通，座談會討論主題可參見下表。

表 65 「我國 3G 執照屆期後續規劃探討」座談會討論主題

1. 800MHz 頻段屆期後釋出規劃
■ 對於我國 800MHz 頻段後續規劃方式之建議： ● 選項一：依循美規 Band 26 釋出 814-829/859-874MHz。 ● 選項二：改為歐規 Band 20 釋出 806-821/847-862MHz 。 ● 若採取歐規，對我國目前 CDMA-2000 用戶之處理有何建議？
2. 2100MHz 頻段與 3G TDD 屆期後釋出規劃
■ 對於我國 2100MHz 頻段與 3G TDD 屆期頻段規劃方式之建議： ● 2100MHz 頻段納入過去保留未釋出之 1975-1980/2165-2170MHz，以完整 2×60MHz 之 Band 1 方式釋出。 ● 3G TDD 頻段以 Band 39 與 Band 34 規劃。
3. 其他頻段釋出規劃
■ 從下述其他頻段之釋出規劃方式之建議 ● 將同屬 Band 3 之 1770-1785/1865-1880MHz 頻段規劃釋出。 ● 以 TDD 方式規劃釋出 2350-2390MHz。
4. 釋出時間點與其他
■ 對於上述頻段之目前預計釋出時間點為 105 年，對此規劃是否有相關建議？ ■ 面對 3G 執照屆期後續規劃時，是否有其他面向之考量與建議（如：消費者權益）？

資料來源：本計畫製作

表 66 「我國未來頻譜規劃探討」座談會討論主題

1. 3G 執照屆期後續規劃
■ 對於我國 800MHz 頻段後續規劃方式之建議： ● 選項一：依循美規 Band 26 釋出 814-829/859-874MHz。 ● 選項二：改為歐規 Band 20 釋出 806-821/847-862MHz 。 ● 選項三：暫緩釋出時程，1~2 年後再進行討論。 ■ 對於我國 2.3GHz 頻段後續規劃方式之建議： ● 規劃 2350~2390MHz 共 40MHz 頻寬以 TDD 方式釋出。
2. 中期潛在頻段規劃
■ 對於我國 sub-700MHz、L-Band、2.7-2.9GHz、3.5GHz 等頻段之看法： ● 針對上述頻段於我國作為候補頻段之看法，期待釋出時程。 ● 對於 SDL 用途之 L-Band 之期待？ ● 對於 3.5GHz 頻段用於佈署 small cell 之期待？
3. 其他頻段釋出規劃
■ 其他建議列入我國頻率供應計畫之候補頻段？與建議釋出時間點？

資料來源：本計畫製作

表 67 「我國短中長期頻譜供應與需求探討」座談會討論主題

1. 短中長期頻段規劃方式之建議
■ 對於短期頻段之規劃是否有其他之想法與建議？ ■ 對於中長期頻段之規劃是否有其他之想法與建議（如：應優先探討之頻段）？ ■ 對於中長期頻段釋出方式之想法： ● 對於將可用於SDL之中期頻譜－1452-1492MHz的釋出方式之想法。 ● 對於可能以 Small Cell 部屬之中期頻譜－3.4-3.6GHz 的釋出方式之想法。 ● 對於未來高頻與大頻寬之頻譜，或是共享式頻譜的釋出方式之想法。
2. 對於未來頻譜需求之看法
■ 以電信業者或設備業者之角度，對於未來實際之頻譜需求為何？ ■ 對於我國未來頻譜釋出進程之看法（包含：頻率、頻寬等）。

資料來源：本計畫製作

會中與會者們的各項意見回饋，將依主題及討論評斷，整理於本章後續小節及第九章內容中，用以作為我國頻譜規劃重要依據。3G 屆期及短期釋出可能的頻段整理如下：

（1） 800MHz 頻段屆期後釋出規劃：

不論是美規或歐規的規劃方式均因國內既有頻譜資源分配，有可能引發干擾影響既有業者用戶權益，或者導致有業者無頻段可用的情形發生。會中業者意見也顯分歧，兩種規劃皆有支持者及反對者。

針對美規規劃，主要的支持者有台灣大哥大及設備商美商高通公司。台灣大哥大主要的原因為注重區域的和諧，認為台灣應參照 Region 3 中多數國家的規劃，以 Band 26、Band5 進行規劃，否則可能在部分區域，如金門，會與接鄰國家發生干擾；設備商高通公司則表示，美規規劃目前持續成長中，若著眼未來的發展性，以 Band 5 或 Band 26 進行規劃，未來可延伸規劃至 Band 27 等。

針對歐規規劃，主要的支持者則有中華電信、遠傳電信、台灣之星等三家電信商。中華電信希望盡量避免干擾問題的發生，尤其是上下鏈的干擾，因此建議 700MHz、800MHz、900MHz 皆

以歐規進行規劃。遠傳電信則另外提出設備購買問題，台灣因其市場小、議價能力有限，因此應發展國際上較為成熟的 Band 20，也較為符合台灣既有規劃以歐規較多的現況。台灣之星則認為美規規劃對現有業者潛在干擾可能大，另 APT 報告所提出僅需保留 3MHz 的 Guard Band 的說法，背後有很多限制，若需要共站共構時，3MHz 肯定不足夠，且若真的發生干擾情形，目前台灣的電波監理辦法將無法處理。因此建議採取歐規方式規劃，若採美規 Band 26 規劃方式，也強烈呼籲需先參考日本、韓國經驗，先行訂立相關專有技術規範。

另有兩家業者，亞太電信和諾基亞通訊，對此議題無明確的表態。亞太雖無表示偏好的規劃方式，但表示因低頻之限制，未來可能會積極參與 2100MHz 頻段的競標，目前已持續鼓勵用戶升級至 4G。諾基亞以設備商角度提供意見，雖歐規 Band 20 的設備較為普遍，但 Band 26 也在持續成長，因此兩種規劃都不會有設備供應上的問題。對兩種規劃可能的干擾問題，諾基亞代表認為，Band 20 的規劃方式，干擾較 Band 26 容易解決，但對新取得此段頻譜的業者，會顯得不公平。

上述業者回饋摘要，整理於下表：

表 68 座談會(I)意見整理：800MHz 頻段屆期後釋出規劃探討

	1. 800MHz 頻段屆期後釋出規劃意見回饋	
支持美規	台灣大哥大	■ 考量區域和諧，應以 Band 26 或 Band 5 方式進行規劃。若採 Band 20，金門會與大陸發生干擾。
	美商高通	■ 支持以 Band 26 方式釋出。 ■ Band 5、 26 在成長中，且擴充性好，將來可擴大至 Band 27。未來 Band 26、27、28、8 結合的生態系將會是最有效率的規劃方法。 ■ 報告指出，Band 5、Band 8 只需適當架設濾波器，Guard Band 可縮小至 3MHz，也已有實際案例。
支持歐規	中華電信	■ 建議採取歐規 Band 20 方式釋出。 ■ 干擾是嚴重的問題，為避免上下鏈干擾，所以建議以 700MHz、800MHz、900MHz 頻段歐規方式規劃。
	遠傳電信	■ 囿於台灣市場對設備議價能力低，建議發展較成熟的 Band 20，另既有執照都是歐規比較多。 ■ 現有 3G 用戶保護是一個大問題。低頻法規逼亞太、逼台哥大也沒有用，因為他們低頻已經擁有該頻段。
	台灣之星	■ Band 26 與 Band 5 有很大的差異。 ■ 若以美規進行規劃，因台灣推行共站共構，所以無法僅保留 3MHz Guard Band。 ■ 干擾問題，既有 3GPP 及我國監理辦法皆無法處理。若採 Band 26，應先完成我國專有技術規範。
中立	諾基亞通訊	■ 以設備成熟觀點來看，Band 20 為大宗，但 Band 26 也正持續在成長，因此保持中立。 ■ Band 20 干擾的問題比 Band 26 容易解決，但對新業者不公平。
	亞太電信	■ 會競標 2100MHz 頻段以維護原有 3G 用戶權益，並慢慢會將用戶升級至 4G。 ■ 台灣已商轉 Band 28，才規劃 Band 20，與歐洲發展順序相反。 ■ 2100MHz 競標會影響整個電信產業生態系，建議提早公開相關資訊。

資料來源：座談會(I)會議紀錄，本計畫製作

在第一次座談會後，發現業者意見十分分歧，在尚未確定 Guard Band 大小及干擾性嚴重程度之前，業者皆會擔心對其持有之 700MHz、900MHz 干擾的可能。但在追蹤國際發展趨勢後，發

現近期發展快速的 IoT 應用，或為公共安全所規劃的 PPDR 頻段，800MHz 皆為候選頻段之一。現階段在各種規劃尚未明朗前，延後釋出也為可能選項之一，因此在第二場座談會時，本研究團隊除作以上資訊分享，也詢問業者對以下選項看法：

選項一：依循美規 Band 26 釋出 814-829/859-874MHz。

選項二：改為歐規 Band 20 釋出 806-821/847-862MHz 。

選項三：暫緩釋出時程，1~2 年後再進行討論。

選項一以美規 Band 26 規劃釋出，有台灣愛立信、台灣大哥大支持；選項二以歐規 Band 20 規劃釋出，有台灣之星支持；選項三暫緩釋出，有遠傳電信、亞太電信支持；台灣諾基亞雖支持釋出，但無特別建議的規劃方式，另於第一次座談會支持歐規釋出的中華電信未出席第二次座談會。

800MHz 頻段由於是低頻頻段，是珍貴的 Coverage Band，對電信業者來說價值高，在後續 IMT 頻譜資源會日益稀少的狀況下又更顯得有價值。從頻譜特性及需求的角度來說，台灣諾基亞認為應如期釋出，而遠傳則認為現階段未能妥善處理潛在干擾問題，加上新興應用的發展，不宜一味的將頻譜全數發出，贊同暫緩的建議。

對於研究團隊所提出的 IoT、PPDR 頻譜需求議題，台灣大哥大認為 800MHz 為主流 IMT 頻段，應該盡快釋出以充分利用 IMT 頻率資源，而不要為了未定的用途而延遲；台灣之星則表示現階段國際通用的 IoT 頻段，台灣確實僅剩下 863-868MHz 可用，但 IoT 應用非主要電信業務，因此難表達意見，PPDR 部分若採 Band 20 規劃則可能無剩餘頻段可用，但採 Band 26 規劃則會有干擾問題仍待解決；從設備商角度來看，台灣愛立信認為 PPDR、IoT 未來未必需要使用專用網路，但規劃時程難以確定，建議能從 PPDR 頻段著手先行決定。

由第二次座談會意見來看，若要釋出，必然需要先解決潛在的干擾問題，或者需先進行相關研究後對 Guard Band 提出建議，再進行規劃上的討論，較容易達成意見一致；若加入 IMT 以外的應用如 PPDR、IoT 一同考量，則暫緩釋出則為一可能選項。

業者意見彙整如下業表格：

表 69 座談會(II)意見整理：800MHz 頻段屆期後釋出規劃探討

	1. 800MHz 頻段屆期後釋出規劃意見回饋	
支持美規	台灣愛立信	■ 在 800MHz 頻段的 Band 選擇上，若觀察全球生態系發展趨勢，支持以 Band 26 方式釋出。 ■ 目前無法回答 Band 26 需要多少 Guard Band。 ■ WRC-15 已提示未來 PPDR 將會使用在 694-894MHz 中部分的頻率，在產品上不是問題，但 PPDR 未必必須使用專網運行；而台灣在中長期時沒有更好的頻段作為 PPDR 使用。 ■ 因此雖然短時間難以實行，但希望能先決定可以做 PPDR 之頻段。 ■ IoT 可能不需要專網。在這次的 WRC-15 沒有相關討論，WRC-19 也沒有規劃。 ■ Narrow Band LTE 明年即有產品，現有 LTE 亦可做 IoT 服務。
	台灣大哥大	■ 800MHz 頻段贊成 Band 26；並且作為一主流頻段，應該盡快釋出以充分利用 IMT 頻率資源。 ■ 台灣若以 Band 20 規劃，與用 Band 5、Band 26 規劃的中國大陸會有上下鏈干擾問題。 ■ Band 20 在 Region 3 到底有無商轉？要確認。
支持歐規	台灣之星	■ 生態系較成熟、Band 26 有干擾問題。 ■ 若以 Band 20 進行規劃並釋出，未來可能沒有 PPDR 用頻譜；但未來若是僅以 PPDR 或是 Band 26+27 方式釋出，依然會有干擾問題。對 PPDR 並不反對，但須處理 Band 27 與 Band 28 之干擾問題。 ■ IoT 頻譜而言，現在國際上常用的我們已經用完了。僅剩 863-868MHz 可用，但 IoT 相關問題似乎與電信業者之業務較無關，應是產業發展等經濟部甚至行政院的範疇。
支持暫緩	遠傳電信	■ 現在的頻譜釋出是否太快太急？我們在還沒有確定何謂、什麼樣的程度叫做「干擾」時就在探討(釋出規劃)的問題是否言之過早？ ■ 現在做決策時僅看 IMT 頻譜，但未來新興服務是否有空間？ ■ 按照這樣的邏輯，800MHz 頻段的釋出是否暫緩較好？
	亞太電信	■ 同意暫緩。
中立	台灣諾基亞	■ 我國現有頻寬與以 ITU Model 計算之 2020 年需求頻寬目前尚有差距，希望 800MHz 可以如期釋出。 ■ 只需要滿足 3GPP 標準，然後達到足夠 isolation，基本上現在技術上都可以防止干擾，不會有問題。

資料來源：座談會(II)會議記錄，本計畫製作

第三次座談會時，研究團隊也持續詢問對於 800MHz 後續屆期處理機制，在本次座談會時，較著重詢問業者是否支持 800MHz 延緩釋出，以預留其他應用可能使用空間(如：PPDR、IoT)。

支持暫緩的業者，除原遠傳電信外，另台灣之星代表也認同應先完善 PPDR 國內之規劃後再行釋出；支持盡快釋出的業者，有中華電信及台灣大哥大的代表，主要著眼於 800MHz 為重要且稀少的低頻頻段，應盡早釋出，於 3G 屆期頻譜拍賣時一同釋出，但兩位代表也希望能盡快確認 PPDR 規劃，以利 800MHz 釋出作 IMT 使用，顯示 PPDR 規劃的速度確實很可能影響 800MHz 是否能於 3G 屆期一同釋出。

表 70 座談會(III)意見整理：800MHz 頻段屆期後釋出規劃探討

	1. 800MHz 頻段屆期後釋出規劃意見回饋	
支持盡快釋出	中華電信	■ 800MHz 頻段，雖然 PPDR 是新的應用發展，但因 800 為全世界重要頻段，認為仍能做一些努力，推動 800MHz 能和其他頻譜一同釋出，和諧議題可請歐洲的設備商們提供意見。
	台灣大哥大	■ 800MHz 頻段為國際上重要頻段，希望能盡快確認 PPDR 規劃方向，以利 800MHz 釋出。
支持暫緩	台灣之星	■ 800MHz 頻段因有 PPDR 議題，應該等到國內規劃完善後再行釋出。
	遠傳電信	■ 建議都先暫緩釋出，待整體頻譜管理、電信政策通盤性考量與改善確認後，再行釋出。

資料來源：座談會(III)會議記錄，本計畫製作

（2） 1800MHz 頻段 C6 段釋出規劃：

對於 1800MHz 的釋出，業者多表示贊成或無特殊意見表示。僅台灣大哥大特別指出，因預定釋出的頻段位於中華電信所取得的 C5 段旁，對中華電信的效益較大，因此拍賣上會有公平性的問題。為此，台灣大哥大建議可將此頻段切成多塊標售，開標後業者間可進行換頻，組成連續的大頻段。

表 71 座談會意見整理： 2.3GHz 釋出規劃探討

2. 3G TDD 釋出規劃意見回饋	
台灣之星	■ 建議釋出。
遠傳電信	■ 沒有問題。
中華電信	■ 贊成釋出。
台灣 大哥大	■ 認同釋出規劃，但此 15MHz 頻段現在單獨拍賣，對擁有 C5 鄰近頻段的中華電信效益較大，有公平性問題。建議可切成多塊標售，得標業者間可換頻，且有義務和原有頻譜組成連續頻段。 ■ 屆期時間最好能和先前拍賣的 1800MHz 頻段相同，後續才能一起釋出。

資料來源：本計畫製作

（3） 1900MHz TDD 頻段釋出規劃：

2100MHz Band 1 鄰近的 TDD Band 39 與 Band 34 頻段，由於目前國際上營運案例較少，設備也較為不足，因此本研究團隊建議暫緩釋出。座談會與會業者多對於暫緩釋出的建議表示贊同。因目前國際經驗少、設備選擇也較為不足，應待發展較為成熟時再作討論。台灣之星對干擾議題另有提出，Band 39 和目前預定釋出的 1800MHz 頻段鄰近，台灣對頻譜的管理方式，多依循國際規範或國際慣例，但目前 3GPP 對此段干擾的議題並無制定規範，國際慣例也僅有中國一例，因此若要採 Band 39，主管機關也需先完成法律上規範的制定。

表 72 座談會意見整理：Band34/Band39 TDD 頻段釋出規劃探討

Band 34/Band 39 TDD 釋出規劃意見回饋	
台灣之星	■ 目前設備不成熟，也無商用網路經驗，僅有中國一特殊技術，建議等主流技術和產品出現後再做規劃。 ■ Band 39 和既有預定釋出的 1800MHz 頻段接鄰，3GPP 無相關的干擾規範，若參考國際慣例，目前僅有中國一例，後續若採 Band39，應先完成法律上的規範。
遠傳電信	■ 目前限制多又冷門，若採 Band39 規劃，鄰近下方的 1800MHz FDD 頻段，會發生干擾問題。
中華電信	■ 沒有國際案例，贊同暫緩釋出。
美商高通	■ Band 34 在市場並不成熟，沒有足夠的網路商轉經驗與設備提供。在歐洲作為 Indirect Underground System，作為飛機上 Wi-Fi 使用。 ■ Band 39 在中國已作為 IMT 使用，但只有中國電信一家業者。
諾基亞通信	■ Band 34 目前商轉網路少、無設備，Band 39 設備選項亦少，建議暫緩。

資料來源：本計畫製作

（4） 2100MHz 頻段 3G 屆期釋出規劃：

2100MHz 原為 3G 頻段，將於 2018 年屆期，本研究團隊建議將過去保留的 1975-1980 / 2165-2170MHz 頻段一併釋出，並於第一次座談會與業者進行交流。會中業者對此規劃方式多表同意。僅有台灣之星對此段管理機制提出建議，台灣之星代表表示，因行動通訊的生命週期較長，一個世代可能會跨到 25 年，雖新的通訊技術生命週期有減短的趨勢，但從目前趨勢看來，4G VoLTE 技術尚未成熟，因此 3G 的使用期限可能仍會需一定年限。因此希望未來此段屆期的管理方式能參考國際上的案例，以延照的方式作處理，減少業者對於投資與建設的不確定性。

表 73 座談會(I)意見整理：2100MHz 頻段屆期釋出探討

2100MHz 屆期頻段釋出規劃意見回饋	
台灣之星	■ 因行動通訊產業生命週期較長，並考量 4G VoLTE 尚未成熟，建議釋出後能以延照方式及續給得標業者使用，國際上延照也為屆期處理的常態。
遠傳電信	■ 沒有問題。
美商高通	■ 贊同目前規劃方式。
諾基亞通信	■ 現規劃無問題。

資料來源：座談會(I)會議資料，本計畫製作

雖對 2100MHz 屆期的釋出業者多無意見，但對於釋出的機制因涉及到可能的頻譜價值、3G 語音服務的延續性，因此業者皆積

極表達意見，在座談會(II)、座談會(III)中，台灣之星代表曾提及可參考香港案例，保留部分頻段給原業者延續服務用，其餘頻段再拿出作拍賣，但若依此實施，以公平性原則來說，原 800MHz 上的亞太電信也應能保留部分頻段延續 3G 語音服務；遠傳電信代表則呼籲，相關頻譜管理機制、拍賣方式，應回到源頭的管理價值、目標方向、甚至法律面作確認後再行討論細節，業者意見整理如下表。

表 74 座談會(II)、(III)意見整理：2100MHz 頻段屆期釋出探討

2100MHz 屆期頻段釋出規劃意見回饋	
遠傳電信	■ 3G 2100MHz 頻段該如何處理？目前 3G 是唯一可提供語音+數據服務的技術。現階段 3G 尚有約 1,900 萬個用戶，未來在 2G 關閉，4G VoLTE 尚未成熟時，3G 需要多少頻寬需要如何處理將是一個議題。 ■ 屆期處理方式，2G 是否保留 C6 頻段集中處理? Band 1 後面的 5MHz 是否留給未得標業者,或是供所有業者 3G 語音服務延續使用? 3G 屆期是否同香港拍賣方式,既有業者能保留部分頻段?這些問題需要回到上層政策的思維、Mindset 及法規面去做確認。
台灣之星	■ 2100MHz 的釋出，因 3G 業務仍有延續需求，現 3G 總用戶還有 1500 萬，難以在兩年內全數轉移至 4G。因此應能讓既有業者服務能夠保留，建議釋出時每家業者能保留 5MHz 以上的頻段，其餘的再拿出來拍賣。
亞太電信	■ 3G 屆期議題，如 2100MHz 原業者能保留一定頻譜，依公平性來看，800MHz 原亞太頻段應也要能保留部分頻譜。但管理規則已經講明屆期會收回，亞太也已因應此規劃方向 835-845/880-890MHz 頻段提前繳回，建議仍依原規劃屆期收回後再重新釋出。

資料來源：座談會(II)、(III)會議資料，本計畫製作

（5） 2.3GHz TDD 頻段釋出規劃：

Band 40 的 2300-2390MHz 頻段以 TDD 釋出的提議，因國際上已多有案例，因此業者皆表示正面態度，但仍有一些意見及建議回饋。台灣之星和遠傳電信都希望主管機關多留意可能的干擾問題，因 Band 40 右方有 ISM Band、Wi-Fi，其設備技術不那麼嚴謹，對於 Guard Band 的保留應更為謹慎。業者也希望能對左方的專用電信技術有多一點的資料揭露，因會影響到釋出頻譜使用的規劃，遠傳電信則補充說明，若該專用電信有區域性，則可採有限制性的釋出。釋出時間上台灣大哥大希望能先暫緩，一是因為業者目前仍在積極投入 Band 38 的建設，相關的資源較為不足，另也著眼目前 2300-2350MHz 尚未釋出，若能等該段移頻完成一同釋出，則業者較可能取得連續的大頻段；與會的設備商皆表示此段 Band 40 的設備採購沒有問題，高通則額外指出，此段除單作 TDD 使用，也可作為 CA 網路的建置，目前也有澳洲、印尼已實際進行商轉。

表 75 座談會(I)意見整理：其他頻段(2350-2390MHz)釋出探討

2. 3G TDD 釋出規劃意見回饋	
台灣之星	■ ISM 的設備因為要大量製造，因此抗干擾濾波器不是那麼好；研究顯示僅有 2350-2357MHz 比較能保障，再往上的 43MHz 都有可能受到干擾。
亞太電信	■ 對此頻段有興趣。 ■ Band 40 右邊有 ISM Band 與 Wi-Fi，左邊有專用電信，因此也想知道專用電信技術，才能判斷需不需要留 Guard Band。
遠傳電信	■ 右邊緊鄰 ISM Band 與 Wi-Fi，其設備技術跟品質沒有那麼嚴謹，所以中間的 Guard Band 要比較小心。大陸他們的右邊只規劃到 2370MHz。 ■ 若該專用電信有區域性，建議可採有限制性的釋出。
台灣大哥大	■ 贊成釋出。但因目前仍在進行 Band 38 的建設，Band 40 的釋出希望能暫緩。 ■ 2.3GHz 現僅釋出 40MHz，若後續 2300-2350MHz 釋出，業者的頻段容易不連續。因此建議 2.3GHz 全段 90MHz 能一次一起釋出。
中華電信	■ 贊成釋出。此頻段的 TDD 商轉已有許多國際案例。
諾基亞通信	■ Band 40 有一些網路，設備上沒問題。
美商高通	■ 支持 Band 40 的釋出，可單作 TDD 使用，也可以 TDD + FDD CA 的方式運轉，澳洲、印尼已進行，高通也有設備可支援。 ■ 對於 Guard Band 議題，許多研究指向將基地台分隔 1~3 公尺，Guard Band 保留 10MHz 即可。

資料來源：本計畫製作

雖業者多表贊成 2.3GHz TDD 頻段的釋出，但於後續座談會中，仍有業者對於規劃方式表達意見，認為以目前的規劃方式，右方保留 10MHz（2390-2400MHz）的 Guard Band，對於較不嚴謹的 ISM Band 可能不足以避免干擾,而左方又需要為專用電信保留 Guard Band，使得整體釋出的頻譜可能只剩餘 30MHz，變成使用上的不效率。由上述意見綜整可知，業者對於此段釋出主要顧慮議題為潛在的干擾可能及頻譜使用的效率性。

表 76 座談會(II)、(III)意見整理：其他頻段(2350-2390MHz)釋出探討

2. 3G TDD 釋出規劃意見回饋	
遠傳電信	■ 2300-2350MHz 可能是雷達？這樣發射功率會很大，可能需要很大的 Guard Band；而在右邊的部分，現階段 2350-2390 的規劃可能對其與 ISM Band 的 Guard Band 低估，為了防止干擾可能會需要更多 Guard Band 頻寬。這最終會造成現規劃的 2350-2390MHz 可能僅有 30MHz 可用，不僅不效率，又會影響未來 2300-2350MHz 釋出時的使用，可能造成整段浪費掉。 ■ 英國對於該頻段的處理方式是公開一切資訊與狀況並制定規範。Ofcom 在 2013 年時做了第一次的公開徵詢，進行計畫修正後預計在 2016 年競標；其要求新進業者對該處的軍用、業餘頻段都要容忍和諧的使用。
台灣之星	■ 2350-2400MHz 的釋出，因國際上營運及設備皆成熟，如果頻譜能清理乾淨，可以釋出。

資料來源：本計畫製作

（二）各頻段規劃方向建議

（1） 800MHz 頻段屆期後釋出規劃建議：

第三章我國潛在短期供應頻譜探討第一節 800MHz 頻段中，已分就頻段生態系及設備成熟度、電信業者意見回饋、國際 800MHz 頻段發展趨勢等角度進行探討，探討是否釋出、及釋出時可能的規劃方式（歐規 Band 20：791-821/832-862MHz 或美規 Band 26：859-894/814-849MHz 釋出)。

從生態系及設備成熟度來說,Band 20 為國際上發展相對成熟的頻段，設備上選擇也較為多樣，相關設備的採購成本也可能較低，相較之下 Band 26 為較新的頻段，生態系上較不成熟，但未來的發展性較大，有機會和上下接鄰的 700MHz、900MHz 發展成連續的大頻段規劃，對電信業來說頻譜使用的效率性高。由可行性來說，雖兩者佈建系統的成本會有差距，但尚皆為可執行的選項。

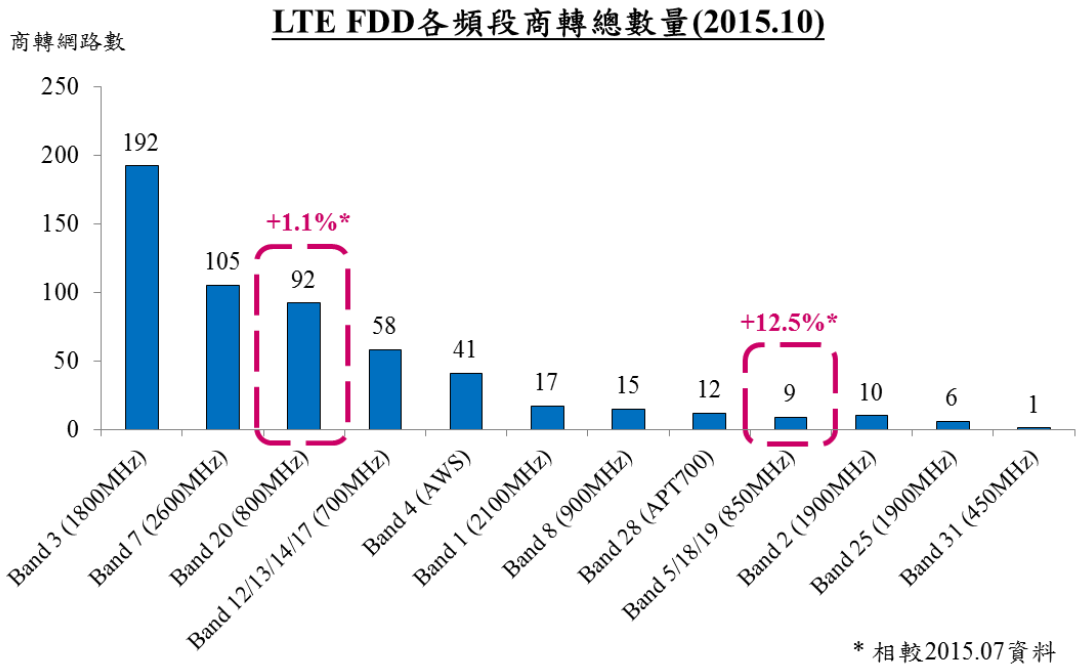


圖 156 全球 LTE FDD 頻段商轉現況－800MHz 頻段

資料來源：GSA, “Evolution to LTE Report”,2015.10.13 ，本計畫製作

除佈建成本差距外，另一重要的爭論點為和諧問題：須和下方的 Band 28 或上方的 Band 8 保留多少 Guard Band 以降低對接鄰的電信業者影響? 參考國際案例，以 Band 20 規劃來說，因與 APT700 皆屬下鏈頻段，因此 Guard Band 只需保留 3MHz；而日韓在以 Band 26 進行規劃時，最後保留了 10-11MHz 作為護衛頻帶。但因為環境因素影響，如：台灣特殊的基地台共站共構限制，是否保留一樣的護衛頻帶大小就能達到相同的抗干擾效果，電信仍有許多顧慮。綜合上述意見，兩種佈建方式各有優缺點也因此各有其支持的業者，見下表整理。

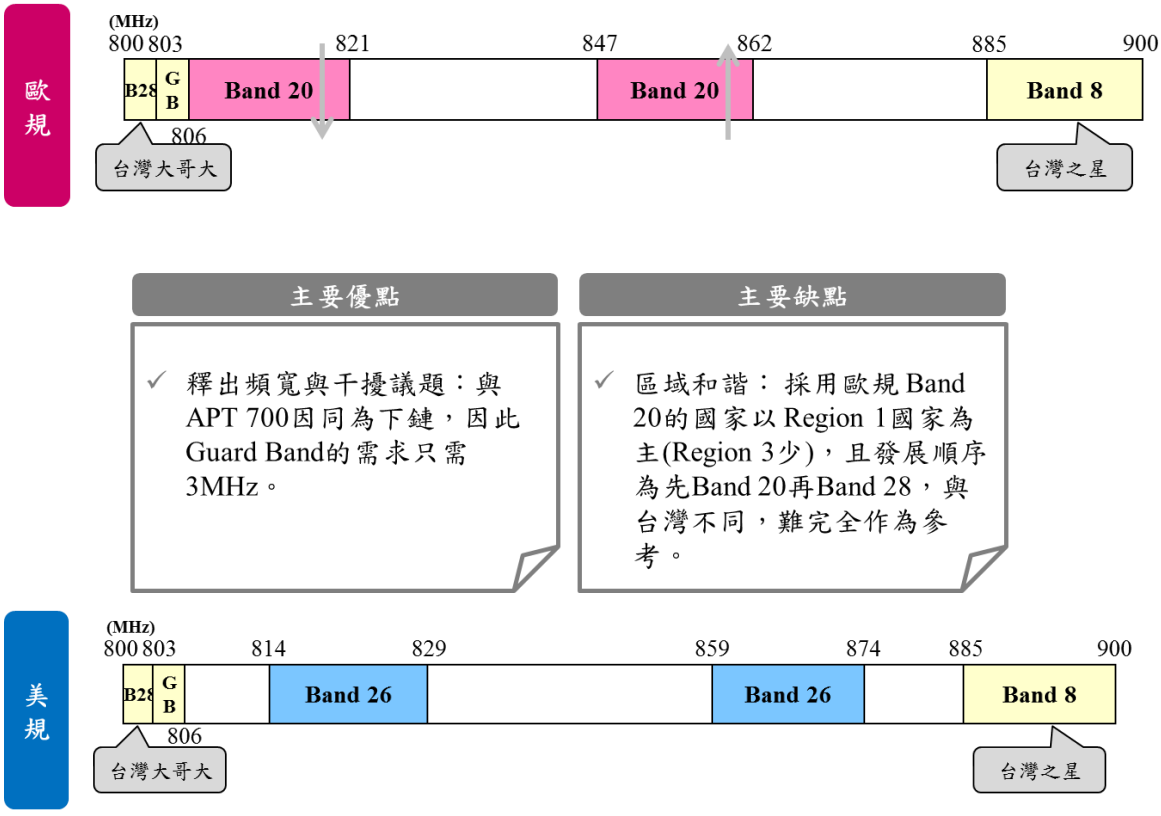


圖 157 我國 800MHz 頻段探討議題

資料來源：APT、GSA、ECC、NCC 等公開網站，本計畫製作

表 77 座談會意見整理：業者對 800MHz 規劃方式建議

800MHz 頻段屆期後釋出規劃意見回饋	
支持美規	■ 台灣大哥大、高通、台灣愛立信
支持歐規	■ 中華電信、遠傳電信、台灣之星
中立	■ 亞太電信

資料來源：座談會(I)、(II)、(III)會議記錄，本計畫製作

為求研究謹慎，本研究也調研國際上其他國家對 800MHz 的規劃，發現許多國家由於此段目前應用多元，未能完整規劃，所以目前此段都處於暫緩的階段，其中影響規劃最大的當屬 PPDR 的規劃。前述「國際寬頻計畫與相關應用發展調研」小節中，也已就國際上 PPDR 發展現況作出整理，內容提到為保有各區域的頻譜和諧性，ITU 於 WRC-15 後重新發布之 Resolution 646，表示鼓勵各國主管機關顧及區域間之和諧性，利用區域性統一之頻段，其中針對 Region 3 的候選頻段，ITU-R M.2015-1 更進一步指出，未來應著重 806-824/851-869MHz 進行規劃，造成此段除 IMT 為主要應用可能外，PPDR 也可能為重要且必要放入的服務之一。

亞洲國家如新加坡，近期在進行 800MHz 規劃時，即在 Band 26 及 Band 5+27 兩種規劃方式間進行許多討論，雖然後者採 Band 5+27 進行規劃時，未來性較大，可提供較多頻寬於行動寬頻應用，經濟效益較大，但若採 Band 26 規劃時，可提供較完整、多樣的服務應用組合(含 PPDR)，因此目前傾向以 Band 26 方式進行規劃，規劃方式如下圖。

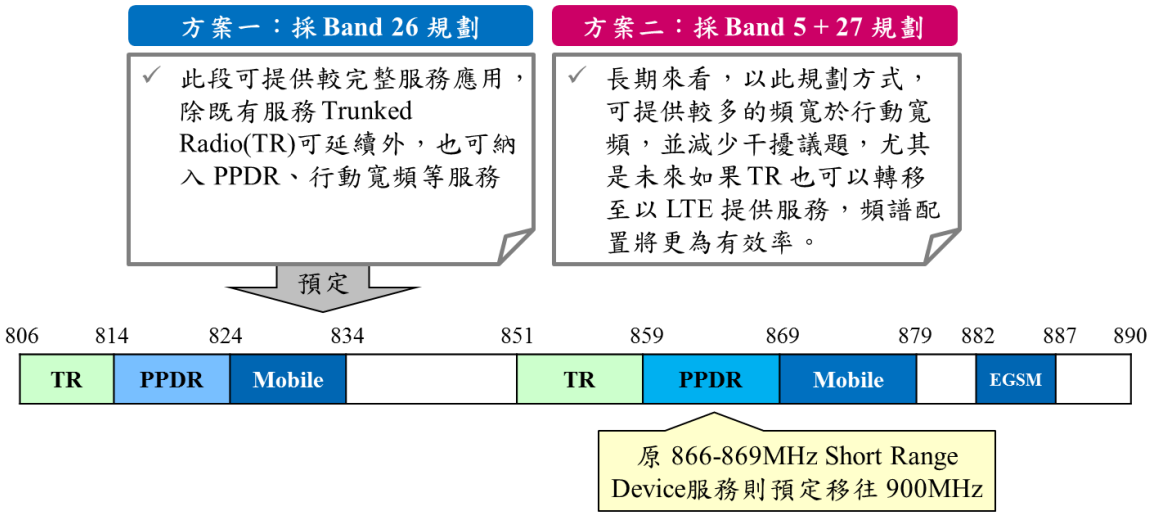


圖 158 新加坡 800MHz 規劃方式

資料來源：IDA,“Second Consultation on Proposed Framework for The Allocation of Spectrum for International Mobile Telecommunication(“IMT”)And IMT-Advanced Services and for The Enhancement of Competition in The Mobile Market”,2015.07.07，本計畫製作

綜整上述討論可發現，PPDR 發展因其特殊性，因此十分需要區域統一，而台灣目前所處的 Region 3，很可能會以 800MHz 上的 806-824/851-869MHz 進行規劃，但相關實行的方式及頻段，目前仍有許多討論。

為避免釋出後難以收回導致無 PPDR 頻譜可用之情事、降低後續規劃上之爭議，本研究團隊對於 800MHz 屆期後釋出規劃，建議先暫緩釋出，待完成下列事項後再行討論此段於行動寬頻應用的釋出規劃：

1. 盡早明確化我國 PPDR 之需求及規劃方式：

   確立國內 PPDR 之頻寬需求，並對於網路型態（專網／共用網路)或營運機關(特定 PPDR 管理機關／民間業者)等 PPDR 服務之進行事前規劃。

2. 盡早進行鄰頻干擾之評估與測試：

   請相關主管機關協助進行 800MHz 頻段上各項未來規劃用途與既有 APT700 與 Band 8 頻段上用戶之干擾問題

對於先完成 PPDR 規劃後再行釋出 800MHz，於座談會上蒐集之業者意見也多表同意，實際釋出的時間點，是否能於 3G 屆期一併釋出，除與國際 PPDR 技術發展進程有關外，也有賴於前述兩項建議施行之成效。

（2）1800MHz 頻段 C6 段釋出規劃建議：

1800MHz 為國際上熱門頻段，我國 2013 年 4G 拍賣時就已有釋出，因此此段無生態系或設備上的問題，業者也對本段釋出表示支持，但屆期時間應與先前 2013 年釋出之頻段切齊，以便一併於 2030 年屆期。因 C6 頻段接鄰中華電信所持有的 C5 頻段，對其持有的價值較高，為求釋出的公平性，釋出機制需再請主管機關進行規劃。本研究計畫對 1800MHz 頻段 C6 頻段釋出規劃的建議為：以 Band 3 規劃將 2x15MHz (1770-1785/1865-1880MHz)進行釋出，執照期間至 2030 年屆期，規劃如下圖。

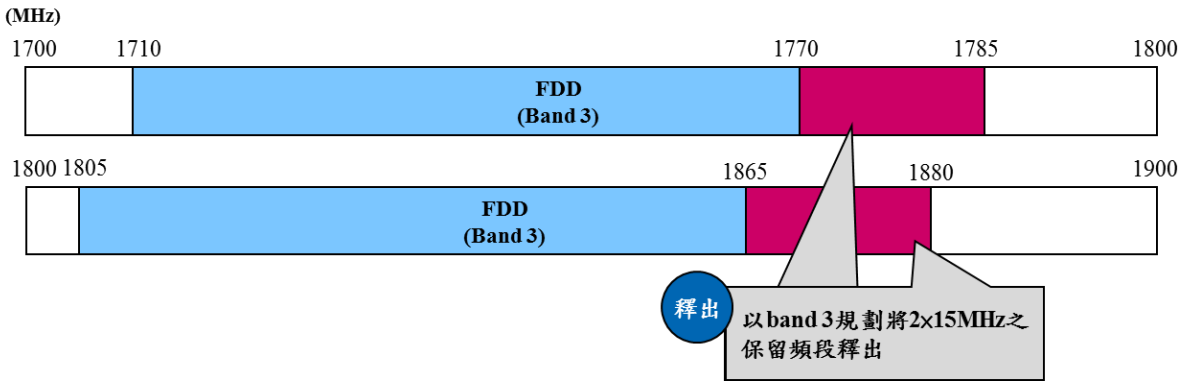


圖 159 1800MHz C6 頻段釋出規劃建議

資料來源：本計畫製作

（3）1900MHz　TDD 頻段釋出規劃建議：

1900MHz 上主要為 TDD 頻段 Band 39(1880-1920MHz)、及 Band 34(2010-2025MHz)，由於目前皆缺乏國際案例、設備上的支持度不足、業者營運意願也不足，原釋出之 Band 34 頻段也未有業者進行利用，若此時釋出除得標業者恐未能妥善利用頻譜，因缺乏競爭性也可能導致標金下降，未能充分反映頻譜價值。因此本研究團隊對於 1900MHz TDD 頻段建議如下：

1. Band 39 目前僅中國提供 LTE TDD 服務，建議觀察國際發展，先行暫緩釋出。
2. Band 34 國際上尚未有商轉經驗，建議屆期後收回暫不作釋出。

（4）2100MHz 頻段 3G 屆期釋出規劃建議：

由於我國截至 2015 年底，3G 尚有約 1,650 萬用戶，在 4G 語音服務 VoLTE 尚未成熟前，2018 年時 2100MHz 3G 頻段屆期處理方式廣受各界矚目。本次研究計畫中，提出以過去 Band 1 方式進行規劃，並將過去保留之 1975-1980/2165-2170MHz 頻段一同釋出的建議如下圖。

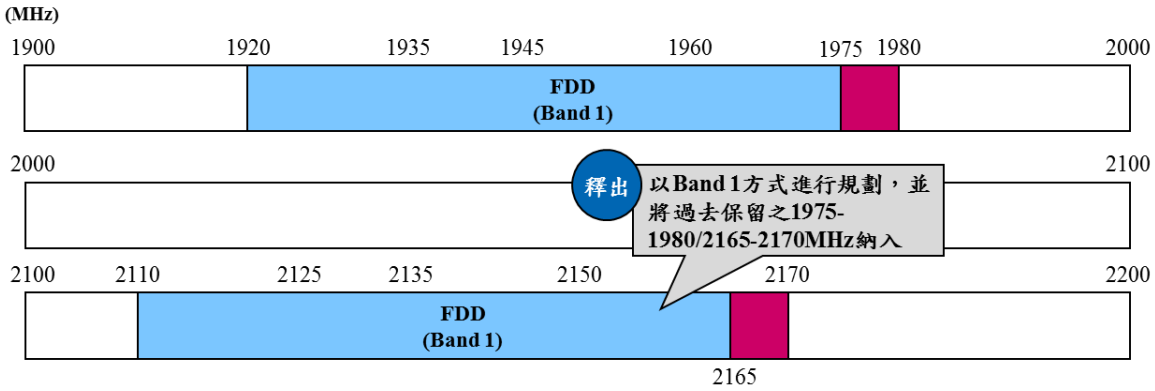


圖 160 3G 屆期頻段(2100MHz)之釋出規劃建議

資料來源：本計畫製作

座談會中業者曾提到，擔心現今電信產業技術演進快速，難以估算 3G 到 4G VoLTE 語音服務演進的速度，擔心若以 3G 特許執照方式搭配頻譜釋出，會有浪費的可能。研究計畫為求規劃完善，參考多個標竿國家案例如下，發現日本、韓國、澳洲、中國等國家於 Band 1 上，業者皆積極轉往 4G 進行服務，因此頻譜配置多呈現 3G 與 4G 並存的現象。因此於此也建議未來釋出時，2100MHz Band 1 頻段(1920-1980/2110-2170MHz)上下行各 60MHz

以技術中立方式進行釋出。

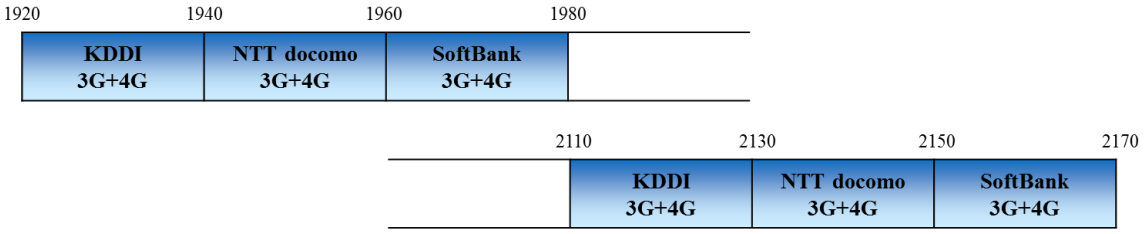


圖 161 日本業者於 Band 1 上之頻譜配置

資料來源：總務省，本計畫製作

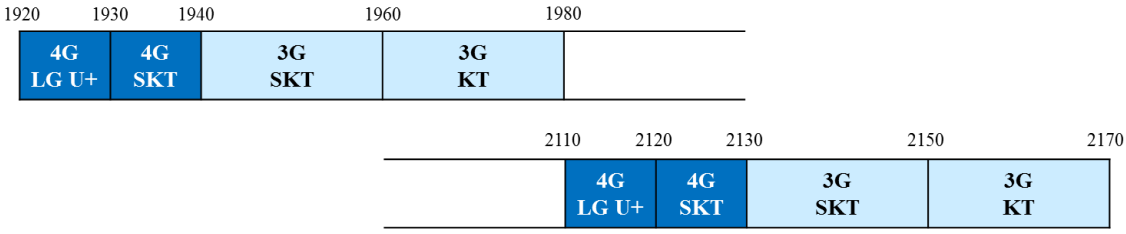
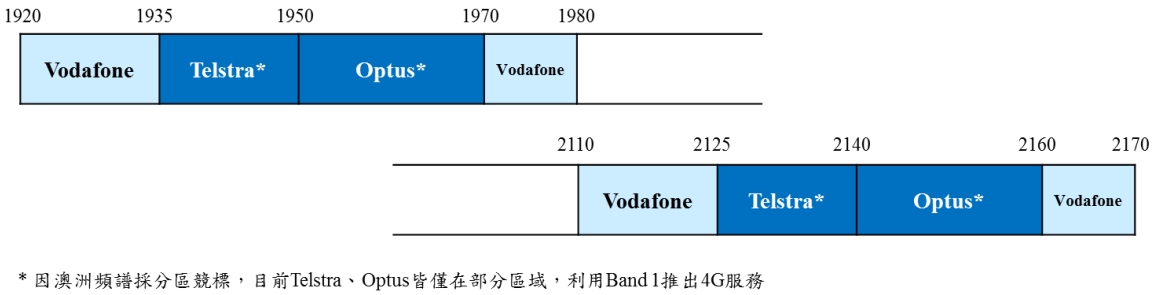


圖 162 韓國業者於 Band 1 上之頻譜配置

資料來源：KCC，本計畫製作



* 因澳洲頻譜採分區競標，目前Telstra、Optus皆僅在部分區域，利用Band 1推出4G服務

圖 163 澳洲業者於 Band 1 上之頻譜配置

資料來源：ACMA，本計畫製作

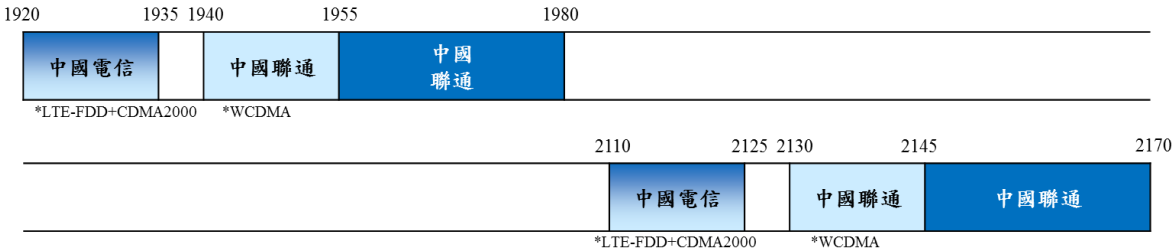


圖 164 中國業者於 Band 1 上之頻譜配置

資料來源：中國電信等公開資料，本計畫製作

小結以上，本研究團隊對於 2100MHz 頻段 3G 屆期釋出規劃建議有二如下：

1. 以 2x60MHz 之完整 Band 1 釋出。
2. 綜合考量考慮 3G 語音之延續性及未來行動通信技術的發展速度，建議以技術中立方式釋出。

（5）2.3GHz TDD 頻段釋出規劃建議：

2.3GHz 為國際上最熱門的 TDD 頻段，設備及生態系上沒有太大的問題，業者也希望盡快釋出，以利盡速建立 TDD 網路。但我國目前受限於上有專用電信存在 2300-2350MHz，因此僅能釋出後半段的頻譜，雖有業者建議可以暫緩釋出，待專用電信移頻後再行以大頻寬釋出，提升效率，但據郵電司調查指出，專用電信設備的汰換、移頻尚需 8-10 年的時間，因此本研究計畫仍建議先行進行釋出，並保留 2390-2400MHz 作為 Guard Band，與左方專用電信的 Guard Band 保留大小或避免干擾的管理機制，則由專用電信負責單位進行測試後提出建議。

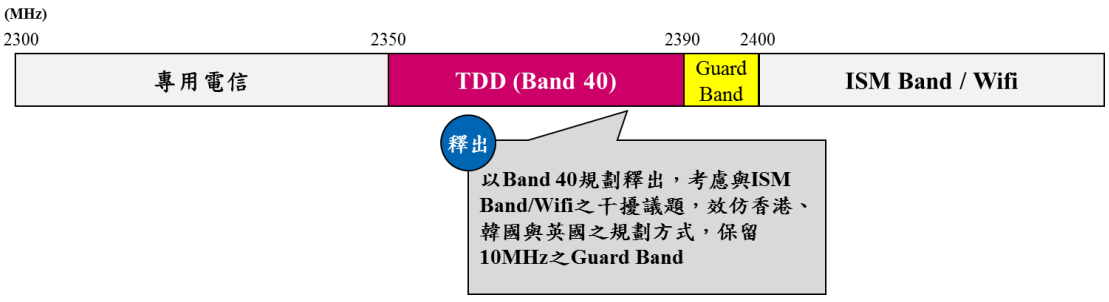


圖 165 2.3GHz TDD 頻段釋出規劃建議

資料來源：本計畫製作

（6）小結

本次研究計畫針對短期頻段釋出建議如下：

1. 800MHz 建議待 PPDR 規劃確認後再行進行規劃，因此暫緩釋出。
2. 1800MHz C6 段以原 Band 3 規劃方式釋出，但未來釋出機制須注意公平性問題，屆期時間則建議於至 2030 年。
3. 1900MHz TDD 頻段 Band 34、Band39 因缺乏國際經驗，相關設備也較為貧乏，因此建議暫緩釋出。
4. 2100MHz 3G 屆期頻段，建議以 Band 1、技術中立方式，將 1920-1980/2110-2170MHz 全數釋出。
5. 2.3GHz 因專用電信短期難以移頻，建議以 Band 40 規劃將 2350-2400MHz 先行釋出，並於右方保留 2390-2400MHz 作為護衛頻帶，左方與專用電信間護衛頻帶大小，則待專用電信使用單位測試後提出建議。

（三）3G執照屆期處理適法性探討

3G 執照屆期為台灣第二次面臨行動通訊執照屆期議題。2010 年，基於行動通信業務管理規則第 32 條：「本業務之特許執照期間屆滿前一年，其欲繼續經營者得申請重新換發特許執照」，決議讓 1997 年發放之 2G 執照得以延展 5 年，至 2017 年 6 月 30 日。如今第三代行動通信業務特許執照將於 2018 年底屆期，因此於 103 年度與本期 104 年度之研究案中將 3G 執照屆期處理視為重要議題進行探討。

第三代行動通信業務管理規則第 48 條中表示：「特許執照之有效期間為自核發日起至民國一○七年十二月三十一日止，屆滿後失其效力。前項特許執照有效期間屆滿時之處理方式，由主管機關另定之」。基於此條目，3G 執照無法比照 2G 執照進行執照年限之延展。

然而，截至 2015 年底，台灣 3G 仍有超過 1600 萬個用戶，且超過 1100 萬個 4G 用戶目前仍需仰賴 CSFB 至 2G 或 3G 語音網路之方式進行語音通話服務；因此執照屆期後對於既存 3G 用戶之服務延續以及 4G 用戶之語音通話服務之延續，亦為屆期處理中重要之議題。

參考香港於 2014 年 3G 屆期處理的案例，有下述三種方式可以考慮：

方案一：重新拍賣：收回所有頻段重新拍賣；

方案二：重新釋照：既有業者擁有優先選擇使用權；

方案三:部分優先釋照:既有業者擁有部分頻段優先選擇權。

若採用第一種方案，將所有 3G 頻段收回重新進行拍賣，與過去處理 2G 執照的情況相同，我國於 2013 年進行 2G 頻段 900MHz 與 1800MHz 之重新拍賣。因為全數回收重新拍賣，造成既有業者希望標回原先使用之頻段，但最後有些事與願違之情況發生,亦導致對於 4G 服務之建設與商轉必須等到 2017 年 6 月 2G 執照到期後方可進行。

若欲採用第二種或第三種方案，讓既有業者保有對現有 3G 頻段之優先選擇權。然而，根據我國預算法第 94 條「配額、頻率及其他限量或定額特許執照之授與，除法律另有規定外，應依公開拍賣或招標之方式為之，其收入歸屬於國庫」,就目前之法律訂定條件下，方案二與方案三尚須相關法律與規範之制定方可提供既有業者頻段之優先選擇權。倘若透過上述兩種方案，便可避免業者無法標回自身既有頻段，亦可確保各家業者仍能持有部分頻

段提供使用者 3G 的語音服務。但是，目前對於 3G 執照屆期頻譜之規劃，初步決議將 800MHz 頻段保留待非商用頻譜應用更明朗化後，再進行後續規劃探討。因此，將會面臨並非所有既有 3G 業者均可以優先選擇既有頻段之不公平之課題，針對此議題研究團隊建議釋出規劃之主管機關應再考量此議題進行釋出規劃方案探討。

此外，研究團隊認為，頻段執照屆期的後續處理辦法及日程應及早明定。針對我國 3G 頻段執照將於 2018 年底屆期，參照現行法規，除第三代通信業務管理規則第 48 條「特許執照之有效期間為自核發日起至民國一○七年十二月三十一日止，屆滿後失其效力。前項特許執照有效期間屆滿時之處理方式，由主管機關另定之。」外，並無其他法源指向屆期後續處理之行動依據。此一現象常造成主管機關在頻率管理時欠缺明確之參考，亦可能造成其與業者間之爭議，降低業者投資信心。

鑒此，研究團隊亦建議相關主管機關儘早進行後續處理之規劃與相關配套措施之訂定，以提早讓既有 3G 業者亦可及早進行後續業務方向之擬訂，減少屆期時對電信業者及消費者之衝擊。

九、我國 105 年度頻率供應計畫建議

第八章我國 3G 執照屆期後續規劃建議中已完成短期頻段之探討，短期頻段注重於短期有釋出可能之頻段，代表其已有確定的技術標準，且相對成熟的生態系及設備提供，本次短期頻段主要為 2018 年 3G 屆期需處理之 800、2100MHz 頻段、可能一併釋出的 TDD 1900MHz、2.3GHz 頻段及原 4G 釋出時保留的 1800MHz C6 段。

頻率供應計畫中，除短期頻段外，也需因應未來需求，持續關注，滾動式探討中長期頻段。本次計畫期間，中長期頻段主要探討為 Sub-700MHz、L-Band、C-Band 及 5G 頻段，根據 WRC-15 決議，5G 頻段最快於下屆 WRC-19 會議才會確認使用頻段，因此將 5G 列為長期頻段，需持續追蹤國際討論更新。而其餘 Sub-700MHz、L-Band、C-Band 則列為中期頻段，可以開始探討未來導入可能或追蹤生態系發展現況，各中長期頻段後續工作重點如下圖，本節中則將會就中期頻段、及頻譜管理機制，就座談會中與會業者提供之建議進行探討，最終提出我國 105 年度頻率供應計畫階段性工作重點建議。

（一）中長期頻段規劃座談會業者意見回饋

（1）Sub-700MHz 頻段規劃建議：

Sub-700MHz 頻段國際上多為廣電使用，但美國近年積極想透過 Incentive Auction 方式,取回部分頻段作更為有效益的電信使用，詳情可參照第四章我國潛在中長期供應頻譜探討第二節 Sub-700MHz 頻段，座談會中就此段未來應用可能，業者多語帶保留。主因我國於 Sub-700MHz 頻段中的 500-600MHz 頻段的既有使用者為廣電業者，現階段要從廣電用途頻段中再取得頻譜應有困難。目前國際上也僅有美國較為積極，但其使用的 Incentive Auction 於台灣既有法規下難以實施，業者意見回饋如下表。

表 78 Sub-700MHz 釋出規劃座談會意見彙整

Sub-700MHz 釋出規劃意見回饋	
台灣之星	■ 在 WRC-15 討論當中，歐洲想留作廣電用途，其他亞洲國家也並不積極；但由於已發展的美國市場很大，因此頗有希望。 ■ 電信與廣電業者應先清楚如何進行該頻段上的協調。
遠傳電信	■ 目前只有美國作為電信使用，其他都是廣電用途。而事實上美國的 incentive auction 在台灣的法規環境上根本不可行，二單的問題也尚未解決。
台灣 愛立信	■ 目前有接獲情報，長期的 request 欲使用 600MHz。
亞太電信	■ 此數位紅利頻段，國際上常有電信與廣電的勢力拉鋸，如韓國是一半一半，中國則偏向廣電。

資料來源：本計畫製作

（2）L-Band 頻段規劃建議：

L-Band 頻段部分，目前於歐盟國家推動積極，希望能作為補充下鏈使用，座談會中業者也多提到此國際發展趨勢，設備商台灣諾基亞、美商高通代表也指出相關技術、終端發展正如火如荼進行中，後續的支援應不是問題。

但對於未來實際執行細節部分，業者們也提出各項建議如：亞太電信代表提醒的是，L-Band 多作為補充下鏈使用，其所搭配的 FDD 頻段為何，是後續要繼續去追蹤，未來若要釋出時也要探討我國能搭配的頻段組合是否如國際趨勢發展，以免規劃不善導致缺乏相關終端設備；另台灣大哥大代表則提出，因此段的用途、建設成本與一般的電信用頻段不同，因此頻譜使用費的計價方式，也要作調整；遠傳代表則認為，若行動寬頻頻譜不缺乏的話，則不急於釋出，以保留頻譜供未來發展的其他服務使用，業者座談會意見回饋整理於下表。

表 79 L-Band 釋出規劃座談會意見彙整

L-Band 釋出規劃意見回饋	
台灣之星	■ L-Band 現在發展較好，在德國、英國、義大利等都已發出執照，相關技術研究也多。
遠傳電信	■ 這裡討論的 L-Band 指的是 1452-1492MHz 的 SDL 頻段的話，中國基本上是持反對態度，因此若使用會有區域和諧問題。 ■ 頻寬若不缺乏並不需要急著釋出，不然可能未來會缺乏規劃空間；如現在的 Band 28 之於 PPDR。
亞太電信	■ 英國今年拍賣了，搭配既有的 FDD。在這裡可以探討的是，其他各國到底用什麼頻段與 L-Band 進行搭配，以免台灣的 Band 不齊全？ ■ 1452-1492MHz 歐洲已有拿來做 SDL，有在考慮是跟 800MHz 或 900MHz 進行搭配，如果未來要開放 1.4GHz 作 SDL，頻段組合也要參考國外經驗進行規劃，否則設備購買會有問題。
台灣 諾基亞	■ 只要將 SDL 頻段放入 3GPP 標準中討論，基本上不會有終端支援問題。
台灣 大哥大	■ L-Band 在許多國家也都有釋出亦有終端，但目前沒有商轉實例。 ■ 日本的 SDL 是使用 1475.9-1495.9(日規 Band 11 下鏈)。 ■ 因多為補充性頻段，或作 SDL 使用，普遍性較低，所以終端可能會較為不足，建設成本也較高，如果一開始把資金投入過多在取得頻譜，後續建設會有困難，因此建議中長期頻段的頻率使用費應適度調降。
美商高通	■ L-Band 建議可以優先釋出，近期 ITU 會議會再有一些技術規劃的更新。

資料來源：本計畫製作

（3）C-Band 頻段規劃建議：

C-Band 頻段部分，雖位處較高頻段而容易有連續大頻段，但此段亞洲國家可能會受衛星通訊干擾影響，因此發展用途上須有所限制，未同歐美國家能快速發展成 IMT 使用。

座談會中業者因此段頻段特性，及易受衛星通訊干擾影響的背景因素關係，多表示此段若釋出較適合作 Small Cell，並可能會限制其使用區域為室內，以避免和衛星通訊有干擾的情形發生。除此之外業者提出更進一步可能的作法，如：亞太電信業者表示，在註明管理方式及可能干擾的狀況下，可開放作室外使用；台灣大哥大則認為，若僅能作室內 Small Cell 用則較為受限，因應之下也可考慮採非授權頻段方式開放使用，或以共享方式開放作 FDD 的 CA 頻段使用。

表 80 C-Band 釋出規劃座談會意見彙整

C-Band 釋出規劃意見回饋	
亞太電信	■ 未來若將以大的頻寬方式釋出時，頻率使用費基準應再檢討。 ■ 北美、歐洲、日本等衛星的情形較清楚，亞洲較複雜。台灣到底上空有哪些國家的同步衛星？如果無法確定或是無法進行協商，3.5GHz 僅能使用在室內。 ■ 3.5GHz 頻段高，適合作 Small Cell，釋出方式採 1)室內專用、2)室內室外皆可，但先註明室外會有衛星干擾問題。
台灣 諾基亞	■ 3.5GHz 應用以 small cell 居多。 ■ 中長期頻段 3.4-3.6Hz 的釋出可較為優先，因為現在在中國、日本已有在進行測試，終端成熟度高。
台灣 大哥大	■ 3.5GHz 頻段在日本、英國、西班牙等國都有釋出、商轉與終端，主要以高頻 small cell 為主。 ■ 3.5GHz 的部分，因會受到衛星通訊干擾，如要用作 Small Cell 佈建，建議可以 Unlicensed 的方式釋出，且限定室內，這樣也不用進行拍賣、也沒有使用費的問題。 ■ Qualcomm 目前提出的共享機制是以 5.8GHz 和 FDD 頻段作 CA，但 5.8GHz 目前是 ISM Band(作 WI-FI 使用)，作為 CA 可能會有干擾問題。認為 3.5GHz 也可能以共享機制釋出，用以和 FDD 頻段 CA。
台灣之星	■ 3.5GHz 的生態系也還不成熟，有待觀察，若 3.5GHz 要釋出，用作 Small Cell 會較有效益。
美商高通	■ 3.4-3.6Hz 的釋出可較為優先，因為可以用在 Small Cell 的佈建，增加 Capacity，目前以日本、美國使用多，台灣在此頻段能釋出的數量越多越好。

資料來源：本計畫製作

（二）未來頻譜需求與釋出時間點業者意見回饋

座談會中除針對頻譜釋出規劃方式及需求與業者進行意見交流外，為提升長期頻譜規劃上的默契，也和業者針對長期電信業頻譜需求及釋出時間點進行交流。

以頻譜需求來說，設備商台灣諾基亞代表表示，其公司內部曾針對台灣流量需求進行過模擬推算，認為以目前仍持續線性成長的用量來看，仍需持續釋出頻譜，不然恐影響到消費者的上網體驗及上網速度水準；對照電信業的意見來看，國內電信龍頭中華電信代表也表示，目前內部預測未來幾年對頻譜仍有需求，但量的大小會與整體上網應用發展、消費者習慣、基礎設施發展有關，難以準確估算；另中華電信、遠傳代表皆有提到，雖從總釋出量來看，台灣頻譜釋出量並不亞於標竿國家水準，但因台灣電信業者家數較多的關係，導致單一業者平均持有頻譜數其實是較少的，也因此看似台灣頻譜釋出量多，但業者仍會有頻譜的需求。

以釋出時間點來看，業者意見顯得一致，因目前頻譜取得成本高，加上取得後仍需建設期間以完善頻譜的利用，故希望能減緩頻譜釋出的速度，尤其以 4G 頻譜釋出來看，2013 年進行第一次釋出後(900MHz、1800MHz)，兩年後又立刻釋出了 2.6GHz，

超乎業者預期。對於釋出時間上，業者多希望能維持固定時間間距，將釋出的時間點切齊，維持整體頻譜供應為三、四次的固定批次釋出，除對主管機關能順暢的進行滾動式的管理，業者也能依循其釋出的節奏，更佳的安排其建設、資金調度的節奏，達成雙贏局面。有鑑於此，中華電信代表即提出，希望 2020 年前台灣的頻譜供應，以兩次為限即可，一次為 2018 年 3G 屆期的釋出工作、一次則為 2020 前後，依 5G 國際發展而定，釋出 5G 的頻譜。業者對於頻譜釋出時間點與未來頻譜需求意見回饋整理如下表。

表 81 未來頻譜需求與釋出時間點座談會意見彙整

未來頻譜需求與釋出時間點	
中華電信	■ 中華電信目前預測未來幾年對頻譜仍有需求，但因為很難精準估計未來傳輸量的成長速度，所以也難以準確預測頻譜的需求量。 ■ 我國頻譜總釋出量雖大，但每家業者平均獲得的頻譜量，是其他國家的一半不到，其他國家每個業者約持有110MHz。 ■ 頻譜需求、頻譜效率的問題，會與業者家數、競標機制有關連，如釋出頻段比業者家數多一的情況下(N+1)，勢必會造成標金飆高的情形，除會轉嫁到消費者身上，也會影響建設的投資，因此討論需求，應也納入更高層級，如：業者家數的討論。 ■ 4G 釋照過於頻繁，不利充分建設，建議於 2020 年前釋出兩次就好，非 5G 頻譜一次一起釋出、5G 頻譜於 2020 年前後釋出一次。
遠傳電信	■ 從總釋出量來看，台灣可能不輸其他標竿國家，但除以總業者數後，每家業者平均持有數可能就較標竿國家低。因此需求面不能單從釋出總量來看。 ■ 建議都先暫緩釋出，待整體頻譜管理、電信政策通盤性考量與改善確認後，再行釋出。
台灣之星	■ 5G 可能就快要發生，建議可暫緩頻譜釋出速度，保留部分頻段給未來需求使用。
台灣大哥大	■ 同意中華電信所提議，希望未來釋出的日期能切齊三次、四次，固定的期間去重複釋出，不要過於頻繁的釋出，以往是三年一次，本來沒有預期 2.6GHz 的頻譜會這麼快的進行拍賣。
台灣諾基亞	■ 內部有針對台灣業者 LTE 流量作過模擬，因目前流量仍成呈現線性的成長，認為未來幾年之內頻譜的發放還是需要的，否則極端一點的狀況下，用戶上網的頻寬可能剩下 1Mbps。

資料來源：本計畫製作

（三）階段性工作重點建議

綜合第五章對於 WRC-15 決議與潛在中長期頻段之國際趨勢探討，以及本章前述與專家業者對於潛在中長期頻段規劃之討論，研究團隊將中長期頻段再細分為三大階段，如下圖所示。於 3GPP 已定義為 Band 32 之 1452-1492MHz 以及 Band 42 之 3400-3600MHz 頻段，應為最積極探討我國該頻段上既有用戶使用狀況及國內導入可行性之中長期頻段。於 WRC-15 決議中列為 Region 3 可作 IMT 頻段之 470-694/698MHz、1427-1452MHz、1492-1518MHz、3300-3400MHz、3600-3700MHz 與 4800-4990MHz，則是因為尚未有 Band Definition，因此屬於關注國際標準定義與各國導入狀況之中長期頻段。最後則是於 WRC-15 中列出未來將積極探討之潛在 5G 頻段，因最終決議將於 WRC-19 進行，因此屬於持續追蹤國際討論之中長期頻段。

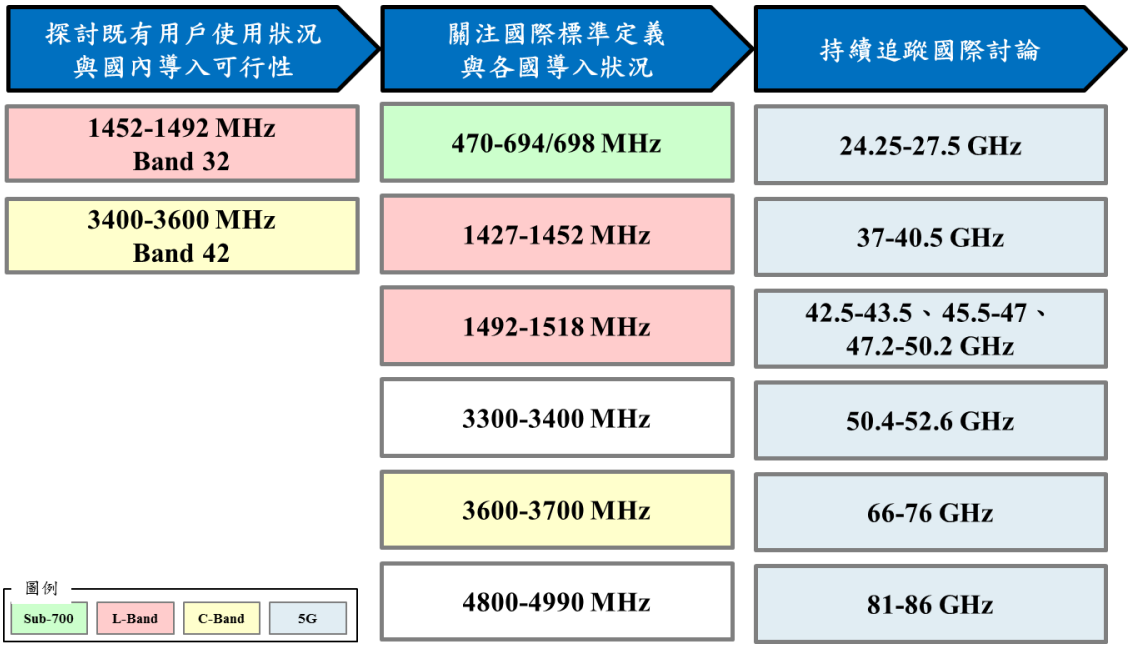


圖 166 中長期頻段後續處理階段

資料來源：本計畫製作

針對 1452-1492MHz 頻段，雖然尚未有實際商轉經驗，且設備尚未成熟完備，但於英國、義大利等歐洲國家均已積極將此作為 SDL 用途之頻段釋出給電信業者。國際設備業者十分看好此頻段之未來發展，國內電信業者亦對此頻段抱持期待。因此，建議積極探討既有專用電信用途之頻譜需求、移頻或清頻之可行性，盡早掌握國內將此頻段釋出於行動通訊服務之可能性。不過，同時，亦建議持續追蹤以釋出國家之商轉經驗，實際與哪些頻段進行組合，以更準確評估我國釋出之可行性。

針對 3400-3600MHz，Region 3 國家面臨該頻段上與既有衛星系統，我國亦無可豁免，然而，中國已開始進行相關頻段應用與干擾試驗，日本亦已於 2014 年正式發照於電信業者。我國 3.5GHz 目前主要為中新二號使用，同時我國上空還有許多同步衛星運用到該頻段，因此考量衛星訊號干擾問題，國際設備業者與國內電信業者均提出可考慮以室內應用或佈建 small cell 來進行此頻段之規劃。研究團隊建議應積極進行衛星干擾測試，並且鼓勵電信業者思考應用於公共空間之 small cell 的商業模式或是其他頻譜共享之應用方式，以利未來對於此頻段之釋出與應用效率最大化。此外，亦應持續追蹤周遭亞洲國家之規劃與利用方式，作為我國規劃之借鏡，並且維繫未來頻譜使用之區域和諧性。

統整前述針對中長期頻段之討論，研究團隊針對 105 年度之頻率供應計畫建議應將 1452-1492MHz 與 3.4-3.6GHz 頻段列入中期處理頻段，盡早釐清國內釋出之可行性。另外，針對短中期頻段之討論，因應既有專用電信之使用狀況，應將 2.3GHz 頻段提前為短期處理頻段，將 800MHz 頻段延後為中期處理頻段。並且加入 WRC-15 決議之 IMT 頻段及潛在 5G 頻段作為長期處理頻段。詳細如下圖所示。

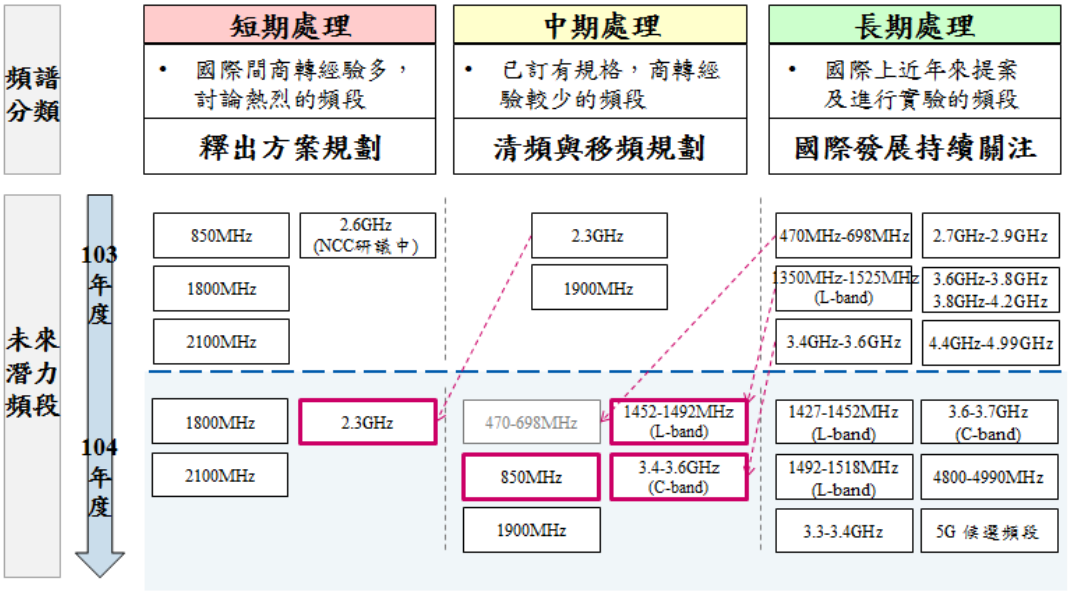


圖 167 短中長期頻段分類

資料來源：本計畫製作

基於上述的頻譜短中長期分類與其他應用之頻譜需求，研究團隊亦展開各年度的頻譜規劃工作重點建議，如下圖所示。建議於 105 年時針對 3G 屆期再釋出之 2100MHz 頻段、1800MHz C6 頻段與 TDD 熱門之 2.3GHz 頻段進行規劃釋出，同時評量商用物聯網服務頻段之開放可行性。待短期頻段處理完畢後，於 106 年進行中長期頻段之國際發展趨勢追蹤，以及免執照頻譜、頻譜共享、商用物聯網之趨勢追蹤，以評估未來於我國導入之可能性與潛在時程。後續年度則除了延續對於中長期頻段之追蹤外，亦須配合 B4G/5G 發展進行潛在頻段之初步掌握與規劃。

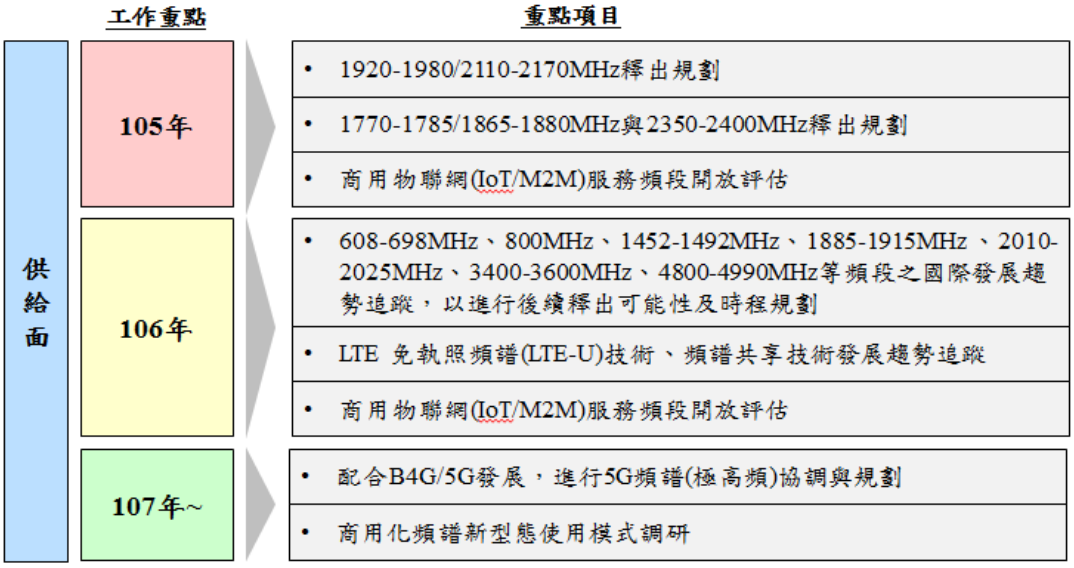


圖 168 短中長期頻段工作重點

資料來源：本計畫製作

十、我國未來相關頻譜政策之配套建議

第五章中研究團隊針對各國寬頻計畫進行彙整，另於第七章中進行相關頻譜政策與管理方式之調研，綜合前章節所述可發現，各國除了對於整體產業發展有上位政策之外，亦將頻譜規劃與相關政策視為重要之基礎。畢竟利用通訊服務進行任何的加值都需要頻譜資源，特別面對珍貴稀有之頻譜資源，如何讓其效率最大化，勢必為各國極力協調規劃的。

隨著通訊技術演進與新型態應用誕生，既有之頻譜管理機制亦開始有些調整與改變。光就行動通訊使用的頻譜來看，過去在 2G 及 3G 時代，少許頻段即可滿足民眾語音與數據之傳輸需求；4G 時代面臨高速成長之數據傳輸需求，除了主要頻段之外，有越來越多補充頻段(Capacity Band) 投入於一般大眾之行動通信服務應用，同時亦因新增頻譜愈來愈難尋找，各國開始探討頻譜共享的議題。另外，對於即將要來臨的 5G 時代，現階段看起來將有更多超高頻之頻段投入，且有愈來愈多新的應用可能性。

因此，研究團隊建議我國應盡早開始探討頻譜新型態之管理機制。一部分是針對新商業模式或新技術應用之頻譜試驗機制之探討與建立，可思考新加坡的商業測試執照發放與管理模式，甚

至是日本開放特區之制度是否可作為我國推動新型態商業測試之借鏡，並進行相關之探討與規劃，以促進國內外相關業者對於我國產業之投資，帶動國內創新應用之發展。只不過，對於頻譜新型態機制如何制定，從新加坡及日本的經驗來看，需要明確之國家政策支持，如：ICT 產業推動。因此，針對此部分，研究團隊亦建議國家應盡早完善我國 ICT 產業之政策方向，讓頻譜資源的配置或利用方式更能符合國家發展方向，提供作適當之支援。

另一部分，則是針對未來潛在之頻譜共享議題，不論是動態共享或是靜態共享，相關之政策與管理機制配套亦應該持續關注先進國家之作法，及早擬定相關配套措施，避免我國於頻譜共享正式於國際上發展時因相關法規遲遲未鬆綁而落後於他國。此外，未來更多種不同型態之頻譜，如：專作為補充下鏈之頻段、超高頻且大頻寬之 5G 頻段，可能不適合既有之頻譜釋照方式，應積極探討是否有其他之執照核釋方式，找出讓此頻譜促進產業發展與滿足政府對於頻譜資源管理之平衡。

除了上述對於行動通訊用途頻段之管理機制配套之制定外，伴隨著設備與技術之變遷，未來有更多不同之新穎應用模式正在蠢蠢欲動。於探討 800MHz 頻段之規劃方式時，研究團隊便深刻了解到，除了既有之商業用途之外，亦有潛在之專用電信用途，

如：PPDR、IoT 等。於整體討論與規劃過程中難免面臨優先順序之難題。然而，目前頻譜管理之法令過度分散，光是專用電信之使用便已難以掌握，更何況互相進行協調更是難上加難，對此研究團建議應建立完善之頻譜資源管理機制，以提升未來於協調溝通上之效率。

伍、結論

於本次專案中，研究團隊透過 ITU 之 M.2290 模型推估得我國 2020 年頻寬需求為 1700MHz，與目前已釋出之 590MHz 仍有差距，雖然隨著未來技術之成長或其他變因，可能會使頻寬需求降低，仍應該持續盤點未來潛在之供給可能性。因此，基於 WRC-15 之會議結論、國際組織對新頻段之定義，以及各國實際導入之頻譜規劃，研究團隊歸納出我國潛在短中長期之頻譜，並且透過三次之產官學界座談會與數次之業者訪談以求更準確掌握國內現況與實際需求，進一步凝聚對我國未來頻譜規劃之共識，參考國際規劃方向之我國頻譜建議規劃總表如下圖所示。

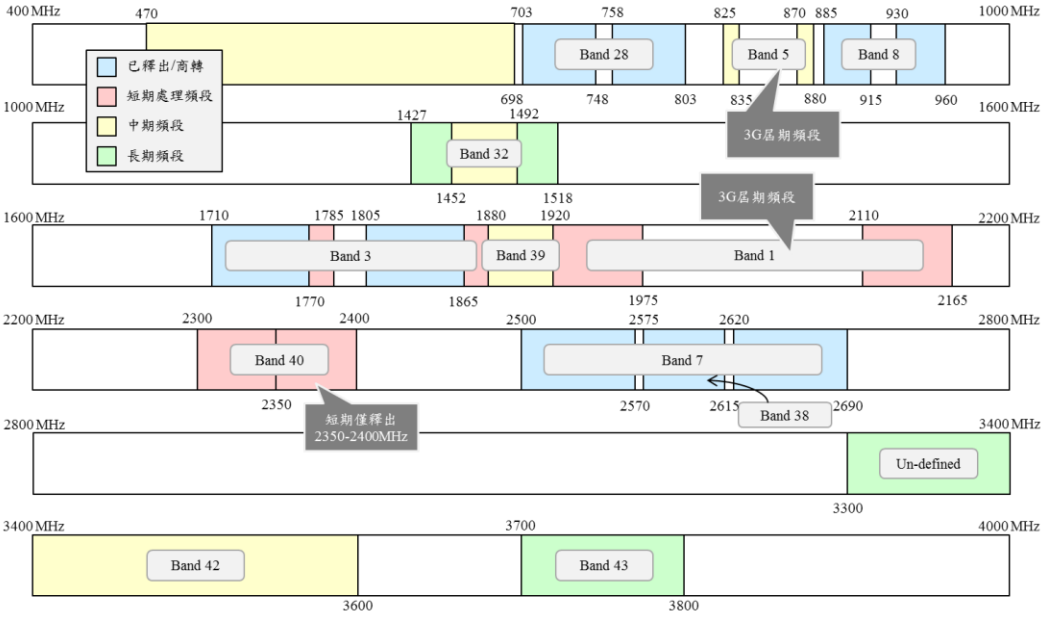


圖 169 我國頻譜規劃建議總表

資料來源：本計畫製作

短期應處理 3G 執照屆期之頻譜規劃與再釋出，經過多次且全方面之探討，規劃以 1800MHz、2100MHz 及 2.3GHz 等頻段作為短期可釋出之標的，建議相關主管機關應盡快進行後續釋出方案之規劃，以達到保障消費者對於 3G 服務之需求以及促進產業發展之目的。

中期應針對 800MHz、1452-1492MHz、3.4-3.6GHz 等三大頻段進行探討。持續追蹤 Region 3 國家於 800MHz 頻段上之 PPDR 規劃，並釐清國內 PPDR 之需求，以完善 800MHz 頻段之後續規劃方案。然而，PPDR 用途並非具有持續之數據傳輸需求，因此，或許未來在明確 PPDR 之規劃之餘，亦可以考慮是否同時於此頻段中導入共享機制，讓此珍貴之低頻頻段得以發揮其最大之效益。持續關注 Band 32 於已釋照之部分歐洲國家及 Region 3 國家導入之狀況，並掌握國內專用電信使用狀況與移頻或清頻之可行性，以得出未來對於 1452-1492MHz 頻段之規劃方向。持續關注 Region 3 國家對於 3.5GHz 頻段之導入狀況與應用案例，並盤點既有衛星可能造成之干擾狀況，以訂定未來我國於 3.5GHz 之規劃方向。

長期則應針對 WRC-15 決議提出可作為 IMT 用途但尚未有國際標準之頻段，與潛在將於 WRC-19 討論之 5G 頻段，持續追蹤

國際發展狀況，以讓我國頻譜規劃及早做準備。

另一方面，研究團隊亦針對頻譜使用效率化技術之發展現況，雖然 LSA 等共享議題持續於國際上發燒，但仍尚未實際被導入與運轉，因此建議此部分未來持續追蹤國際技術與相關規範之發展動向。此外，研究團隊亦調研先進國家之頻譜政策與管理機制配套，建議未來應針對新型態頻譜釋出方式、頻譜商業試驗執照機制、商用頻譜與專用頻譜之間協調機制等議題持續進行討論。

綜合上述對於頻譜需求與供給面之建議，以及相關配套與新技術等面向之建議，如下圖所示，期望我國對於頻譜規劃有更明確且更前瞻之觀點，以帶動相關產業發展並提升人民之生活環境。

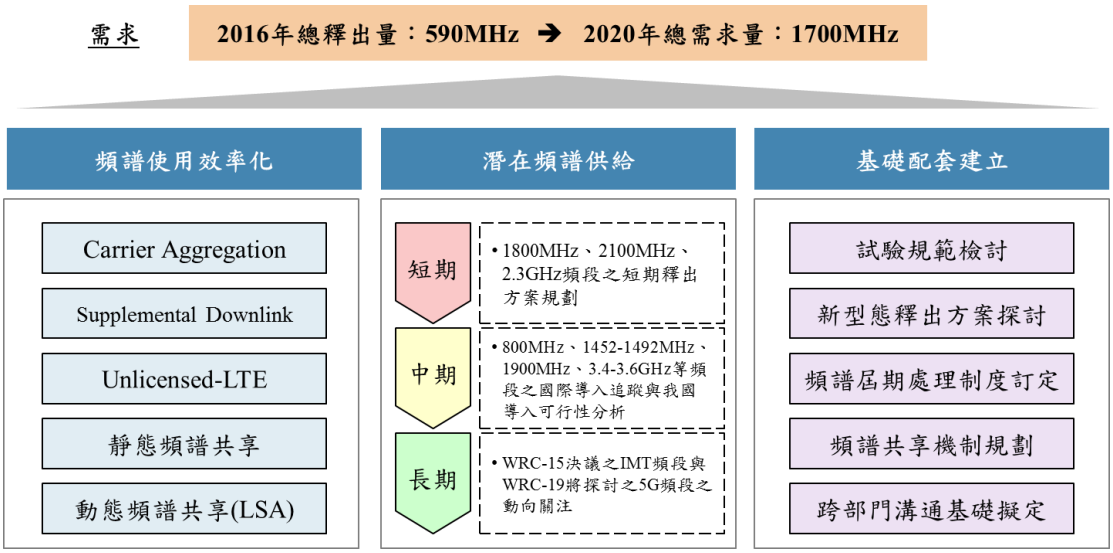


圖 170 我國未來頻譜政策規劃整體建議

資料來源：本計畫製作

陸、附錄

附件 1-「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷

樣本配額條件：

- 全台灣地區，依人口比例分配
- 性別/年齡/居住地交叉配額

篩選題

S1 請問您半年內是否曾上過網？

- ■ 是
- ■ 否 → 結束問卷

S2 請問您半年內是否使用過無線上網(包含各種行動上網方式及 Wi-Fi)？

- ■ 是
- ■ 否 → 結束問卷

S3 請問您主要透過哪些方式進行無線上網? <<複選>>

- ■ 3G 行動上網
- ■ 4G 行動上網
- ■ Wi-Fi 無線區域網路
- ■ 不知道 → 結束問卷
- ■ 以上皆無 → 結束問卷

S4 請問您的性別為?

- ■ 男
- ■ 女

S5 請問您的年齡為?

- ■ 未滿 15 歲 →結束問卷
- ■ 15-24 歲
- ■ 25-29 歲
- ■ 30-34 歲
- ■ 35-39 歲
- ■ 40-44 歲
- ■ 45-49 歲
- ■ 50-54 歲
- ■ 55-59 歲
- ■ 60-65 歲
- ■ 66 歲以上 →結束問卷

S6-1 請問您的居住地?

- ■ 台北市
- ■ 新北市
- ■ 基隆市
- ■ 桃園縣
- ■ 新竹縣
- ■ 新竹市
- ■ 苗栗縣
- ■ 彰化縣
- ■ 台中市
- ■ 南投縣
- ■ 雲林縣
- ■ 嘉義市
- ■ 嘉義縣
- ■ 台南市
- ■ 高雄市
- ■ 屏東縣
- ■ 宜蘭縣
- ■ 花蓮縣
- ■ 台東縣
- ■ 澎湖縣 →結束問卷
- ■ 連江縣 →結束問卷
- ■ 金門縣 →結束問卷

S6-2 請問您住的區域?

若非都會區者 → 結束問卷

第一部分： 行動網路相關使用行為 <<若 S3 有勾選 3G 行動上網或 4G 行動上網>>

1. 請問您主要下列哪些裝置連結「3G、4G 行動上網」上網? <<複選>>
   - ■ 筆記型電腦
   - ■ 智慧型手機
   - ■ 功能型手機(非智慧型手機)
   - ■ 平板電腦
   - ■ PDA
   - ■ 手持式影音娛樂設備(如：掌上型遊戲機)
   - ■ 穿戴式裝置(如：Apple Watch、Android Wear 等)
   - ■ 智慧家電(如：Smart TV)
   - ■ 其他(請填寫)

2. 請勾選您會在哪些場域，使用「3G、4G 行動上網」進行之下列行為 <<橫向作答，複選>>

2-1 一般溝通行為

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
語音通話				
收發文字簡訊(SMS)				
收發多媒體簡訊(MMS)				
收發電子郵件				

2-2 資訊獲得行為

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
資訊搜尋				
資料瀏覽				

2-3 從事線上娛樂

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
觀看線上即時轉播				
收看網路電視				

(IPTV)				
收聽廣播				
觀看影片(如：youtube、土豆網等)				
聽音樂(如：itunes、KKbox 等)				
玩線上遊戲				
觀看網路新聞				
閱讀電子書				

2-4 上傳、下載資料

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
下載音樂				
下載應用程式(App)				
下載影片				
下載遊戲				
下載資料、檔案				
傳送電子檔案(如：P2P、FTP)				
上傳音樂、影片				
上傳資料、檔案				
進行雲端檔案同步(如：icloud、dropbox)				
進行裝置間檔案同步(如：相機、電腦、硬碟等)				

2-5 使用即時通訊軟體(如： Line, Skype, WhatsApp, WeChat…)

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
收發文字與貼圖				
收發圖片				
收發語音訊息				

收發影片				
撥打語音電話				
撥打視訊電話				

2-6 使用社群網路(如：Facebook, 噗浪, Twitter, Instagram, Linkedin…)

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
瀏覽社群網路內容				
發布多媒體內容(包含：文字、圖片、影片動態)				
進行即時通訊				

2-7 定位地圖服務

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
電子導航服務(如：GPS 導航系統)				
電子地圖服務(如：google map)				

2-8 進行金融活動

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
金融交易(包含：股票買賣、轉帳)				
訂票服務(包含：電影票、交通票券)				
網路購物(使用網路拍賣、網路商店、團購網等)				
行動支付(包含：WAP 行動網路支付、QR 二維碼支付、NFC 非接觸型支付等)				

2-9 進行線上學習

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
遠距同步學習(即時課程錄影觀看)				
線上學習(課程影片觀看)				

2-10 遠距服務

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
監控保全系統				
控制智慧家電				
遠距醫療服務(如：遠距問診、與醫療中心即時連線等)				
參與視訊會議				

第二部分： 無線區域網路(Wi-Fi)上網使用行為 <<若 S3 有勾選 Wi-Fi>>

3. 請問您主要下列哪些裝置連結「無線區域網路(Wi-Fi)」上網? <<複選>>
   - ■ 筆記型電腦
   - ■ 智慧型手機
   - ■ 功能型手機(非智慧型手機)
   - ■ 平板電腦
   - ■ PDA
   - ■ 手持式影音娛樂設備(如：掌上型遊戲機)
   - ■ 穿戴式裝置(如：Apple Watch、Android Wear 等)
   - ■ 智慧家電(如：Smart TV)
   - ■ 其他(請填寫)

4. 請勾選您會在哪些場域，使用「無線區域網路(Wi-Fi)」進行之下列行為 <<橫向作答，複選>>

4-1 一般溝通行為

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
收發電子郵件				

4-2 資訊獲得行為

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
資訊搜尋				
資料瀏覽				

4-3 從事線上娛樂

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
觀看線上即時轉播				
收看網路電視(IPTV)				
收聽廣播				
觀看影片(如：youtube、土豆網等)				
聽音樂(如：				

itunes、KKbox 等)				
玩線上遊戲				
觀看網路新聞				
閱讀電子書				

4-4 上傳、下載資料

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
下載音樂				
下載應用程式(App)				
下載影片				
下載遊戲				
下載資料、檔案				
傳送電子檔案(如：P2P、FTP)				
上傳音樂、影片				
上傳資料、檔案				
進行雲端檔案同步(如：icloud、dropbox)				
進行裝置間檔案同步(如：相機、電腦、硬碟等)				

4-5 使用即時通訊軟體(如： Line, Skype, WhatsApp, WeChat…)

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
收發文字與貼圖				
收發圖片				
收發語音訊息				
收發影片				
撥打語音電話				
撥打視訊電話				

4-6 使用社群網路(如：Facebook, 噗浪, Twitter, Instagram, Linkedin…)

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學	從不進行此行為

			校、醫院等)	
瀏覽社群網路內容				
發布多媒體內容(包含：文字、圖片、影片動態)				
進行即時通訊				

4-7 定位地圖服務

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
電子導航服務(如：GPS 導航系統)				
電子地圖服務(如：google map)				

4-8 進行金融活動

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
金融交易(包含：股票買賣、轉帳)				
訂票服務(包含：電影票、交通票券)				
網路購物(使用網路拍賣、網路商店、團購網等)				
行動支付(包含：WAP 行動網路支付、QR 二維碼支付、NFC 非接觸型支付等)				

4-9 進行線上學習

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
遠距同步學習(即時課程錄影觀看)				

線上學習(課程影片觀看)				

4-10 遠距服務

	家中	公司(辦公室)	公眾區域(包含學校、醫院等)	從不進行此行為
監控保全系統				
控制智慧家電				
遠距醫療服務(如：遠距問診、與醫療中心即時連線等)				
參與視訊會議				

第三部分：屬性

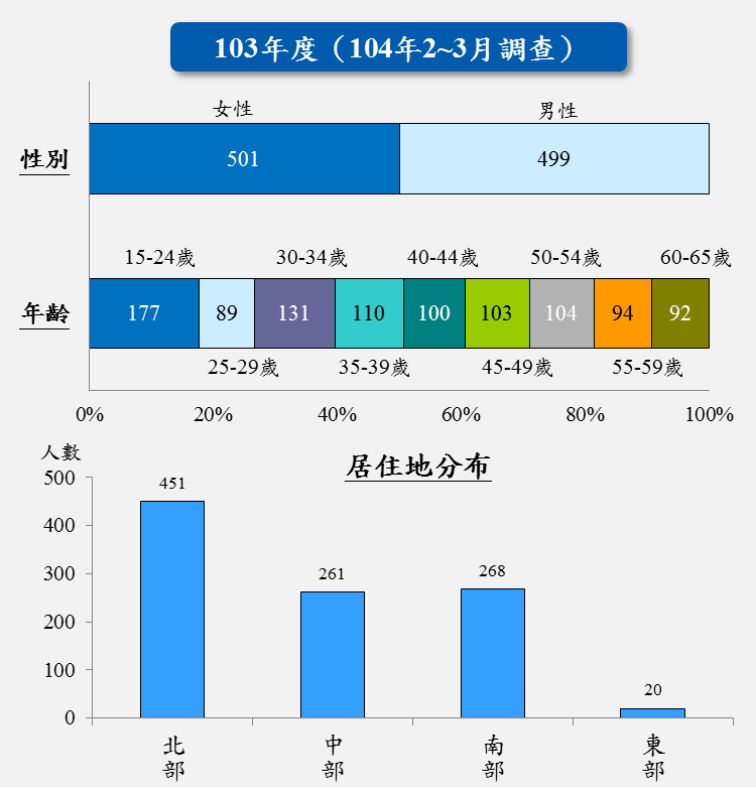
5. 請問您的職業為?
   - ■ 上班族(非管理階層)
   - ■ 中高階主管
   - ■ 勞動工人
   - ■ 軍公教人員
   - ■ 臨時/約聘人員
   - ■ 國高中學生
   - ■ 大專院校學生
   - ■ 家庭主婦
   - ■ 退休
   - ■ 無業/待業/目前沒就學
   - ■ 其他

6. 請問您家庭的年收入約為?
   - ■ 40 萬元(含)以下
   - ■ 40 萬元(不含)~70 萬元(含)
   - ■ 70 萬元(不含)~100 萬元(含)
   - ■ 100 萬元(不含)~150 萬元(含)
   - ■ 150 萬元(不含)~200 萬元(含)
   - ■ 200 萬元(不含)以上
   - ■ 不知道

附件 2-「我國都會區行動上網使用行為調查」分析

網路問卷樣本分布為鎖定於我國使用過無線上網之都會區人口，年齡層 15~65 歲，並根據該年齡層之全台性別、地區別比例進行配額，共採計 1,000 份有效樣本。因此設定篩選條件為：「居住於都市區並在半年內使用無線上網之 15~65 歲人口」。

截至本專案期末為止，本網路問卷共進行兩次，分別為本計畫之上一期計畫（103 年度計畫，問卷調查時間為中華民國 104 年 2~3 月）與本期計畫（104 年度計畫，問卷調查時間為中華民國 104 年 10~11 月）。問卷樣本遍布參照下圖：



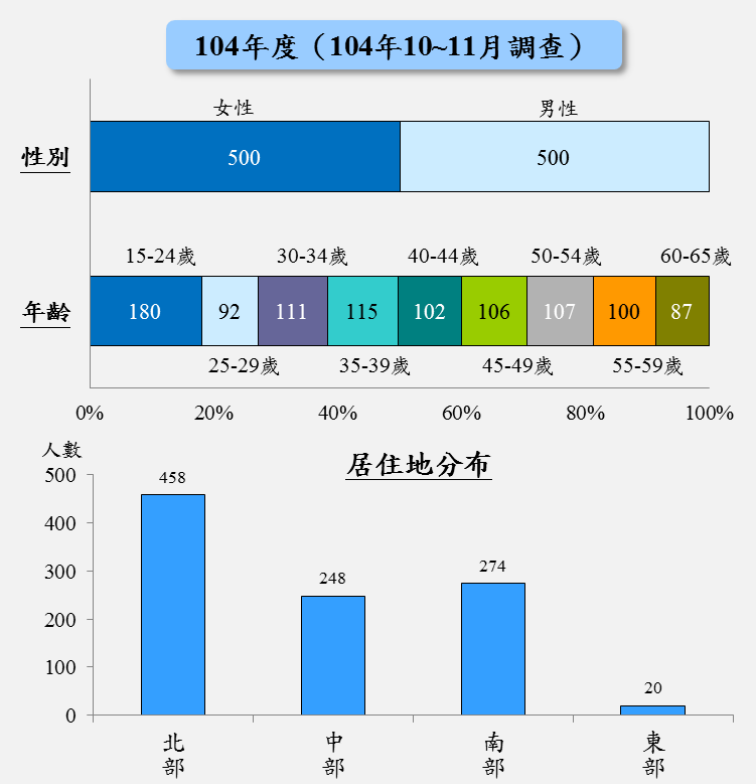


圖 171 103 與 104 年度網路問卷樣本遍布

資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

綜合比較 103 年度計畫與本年度計畫中我國行動網路使用者行為問卷調查結果發現，隨著電信業者積極推廣 4G 服務，3G 的使用者在各年齡層有顯著的下降，而 4G 使用者在年輕族群中則有顯著上升；Wi-Fi 使用普及率則是基本達到飽和，在各年齡層均約有 85~90%的使用（問卷取樣誤差亦會造成些許使用比例上的差異與不精確）。

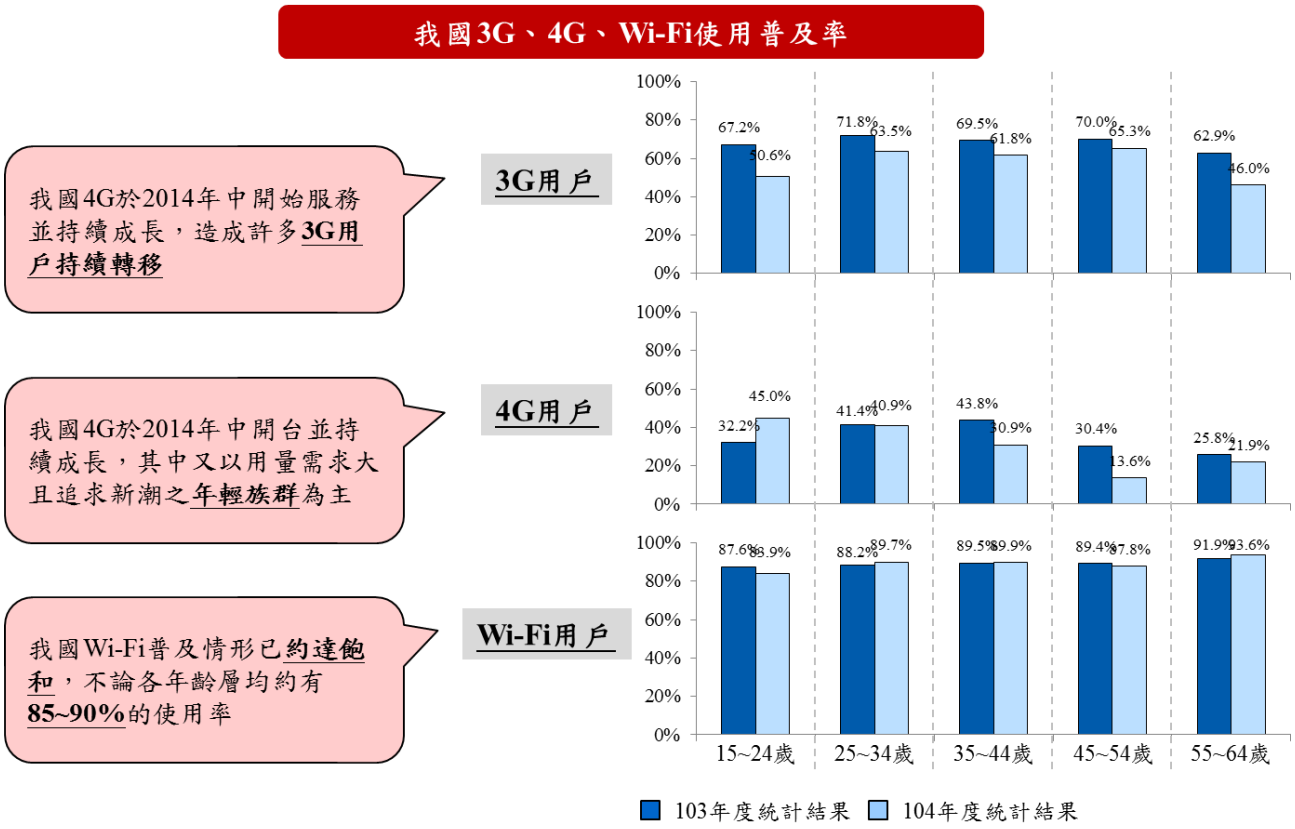
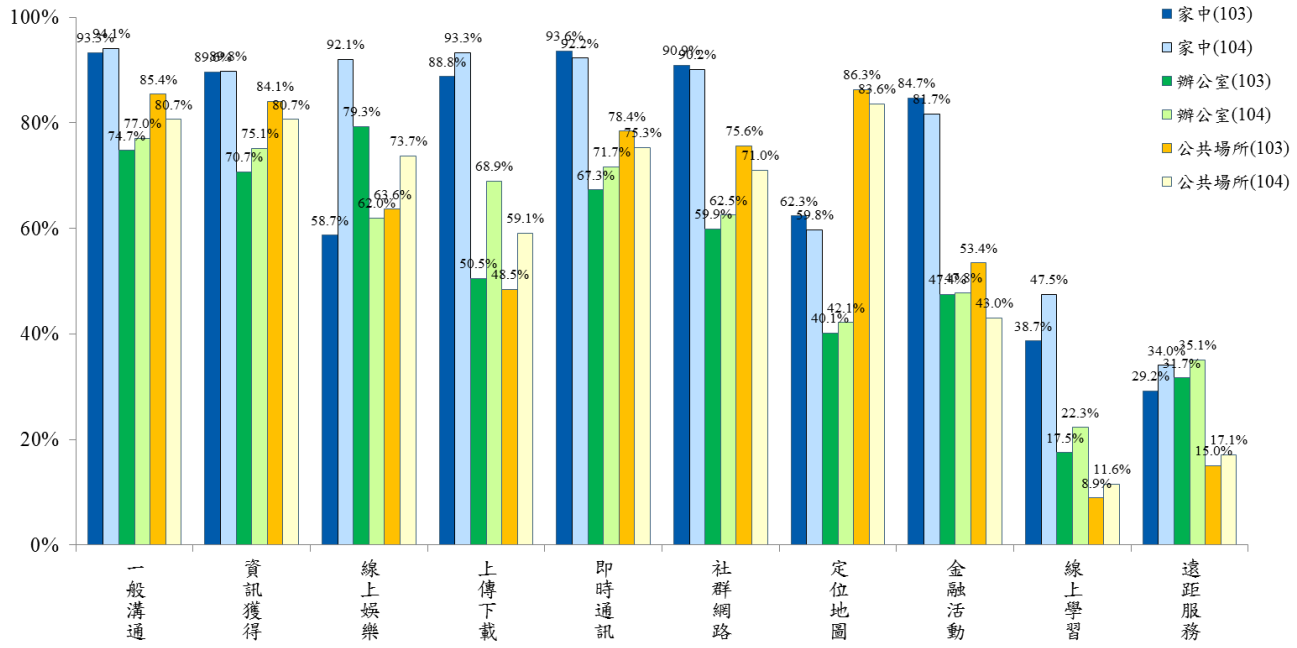


圖 172 兩年度網路問卷中我國 3G、4G、Wi-Fi 普及率

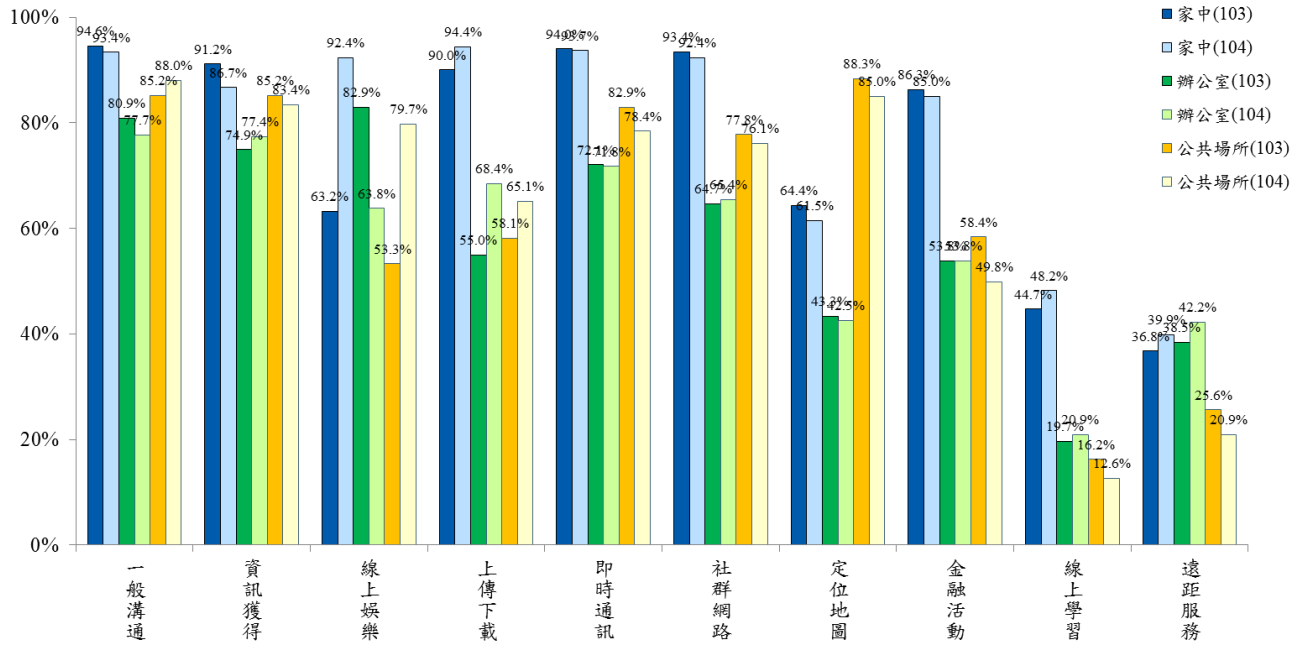
資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

整理兩期問卷中 3G、4G、Wi-Fi 使用行為與地點普及率數據，可統整出 3G 用戶的使用行為以一般溝通行為、即時通訊及社群網路為主，而使用地點仍以家中及公共場所為多；4G 用戶使用網路的型態約與 3G 相同，但網路使用行為較為活躍，平均高約 5~10 個百分點；而 Wi-Fi 的使用以家中為主，其使用的應用行為較為平均。

3G


家中(103)
家中(104)
辦公室(103)
辦公室(104)
公共場所(103)
公共場所(104)
100%
80%
60%
40%
20%
0%
一般溝通
資訊獲得
線上娛樂
上傳下載
即時通訊
社群網路
定位地圖
金融活動
線上學習
遠距服務

4G


家中(103)
家中(104)
辦公室(103)
辦公室(104)
公共場所(103)
公共場所(104)
100%
80%
60%
40%
20%
0%
一般溝通
資訊獲得
線上娛樂
上傳下載
即時通訊
社群網路
定位地圖
金融活動
線上學習
遠距服務

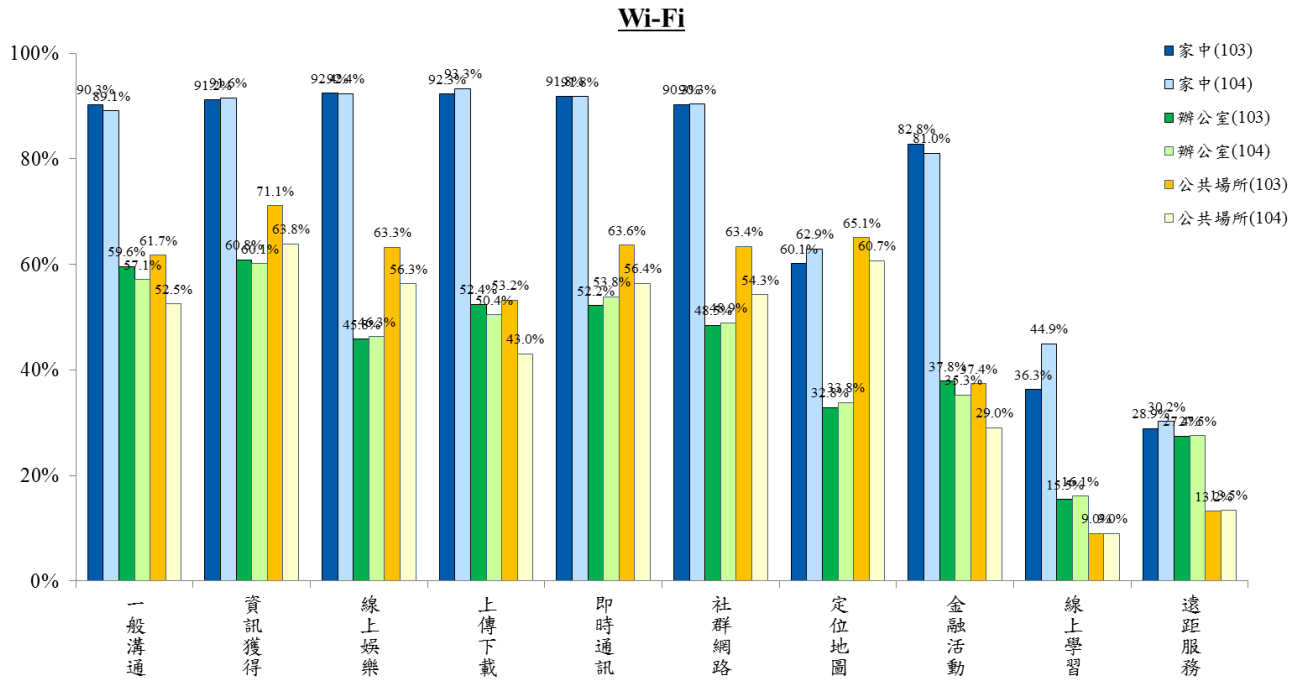


圖 173 兩年度網路問卷中 3G、4G、Wi-Fi 使用行為與地點普及率

資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

4G 技術的普及造成連網速度的提高，亦使得我國民眾在習慣使用之服務內容上有所轉變，開始傾向以行動網路連接更多大流量影音服務，如影片的瀏覽、上傳下載、甚至同步影片撥放等。比較前期以及本期問卷調查中，大流量影音串流的線上學習和遠距同步教學兩項應用行為，發現兩應用行為的使用普及率增加約 5~10%；年齡層的樣本均有使用率提升的情形，其中又以年輕族

群為主。而在地區方面，則以各業者積極建設的西半部為主；反之東半部並非業者投資重點，4G 基地台覆蓋率較低，以行動網路使用遠距教學服務之比例就有下降之情形；顯示 4G 網路建構與完善帶來行動裝置上的更多影音串流服務。

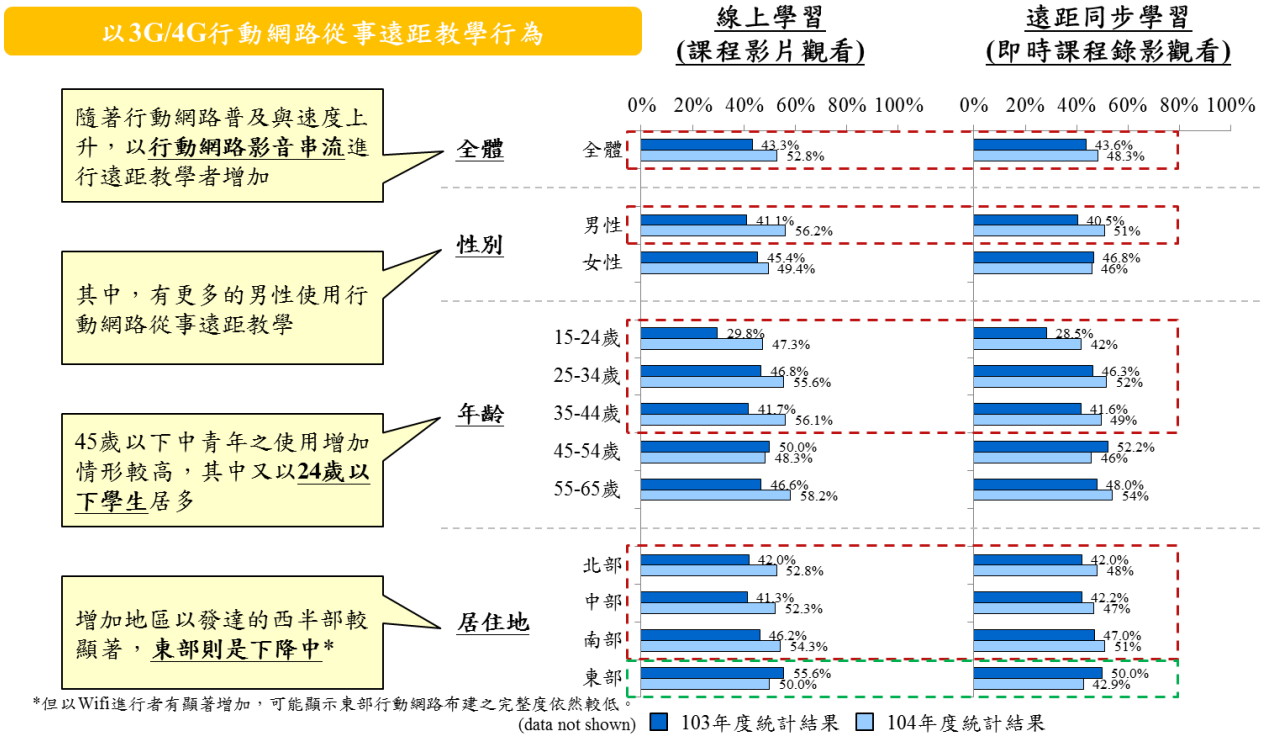


圖 174 兩年度網路問卷中以行動網路從事遠距教學行為統計

資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

除了大流量服務的使用率增加外，許多新興服務的出現與普及亦造成 104 年度問卷結果與 103 年度結果上產生差異。其中以網路為媒介進行交易付款的活動中，伴隨著各種交易行為或網站 App 的普及，以及行動支付方式的出現，以行動網路進行網路購物買賣或金融股市交易行為亦有增加的趨勢。增加情形以年輕 45 歲以下男性為多；地區性則以西部為主，當中中部地區增加顯著。

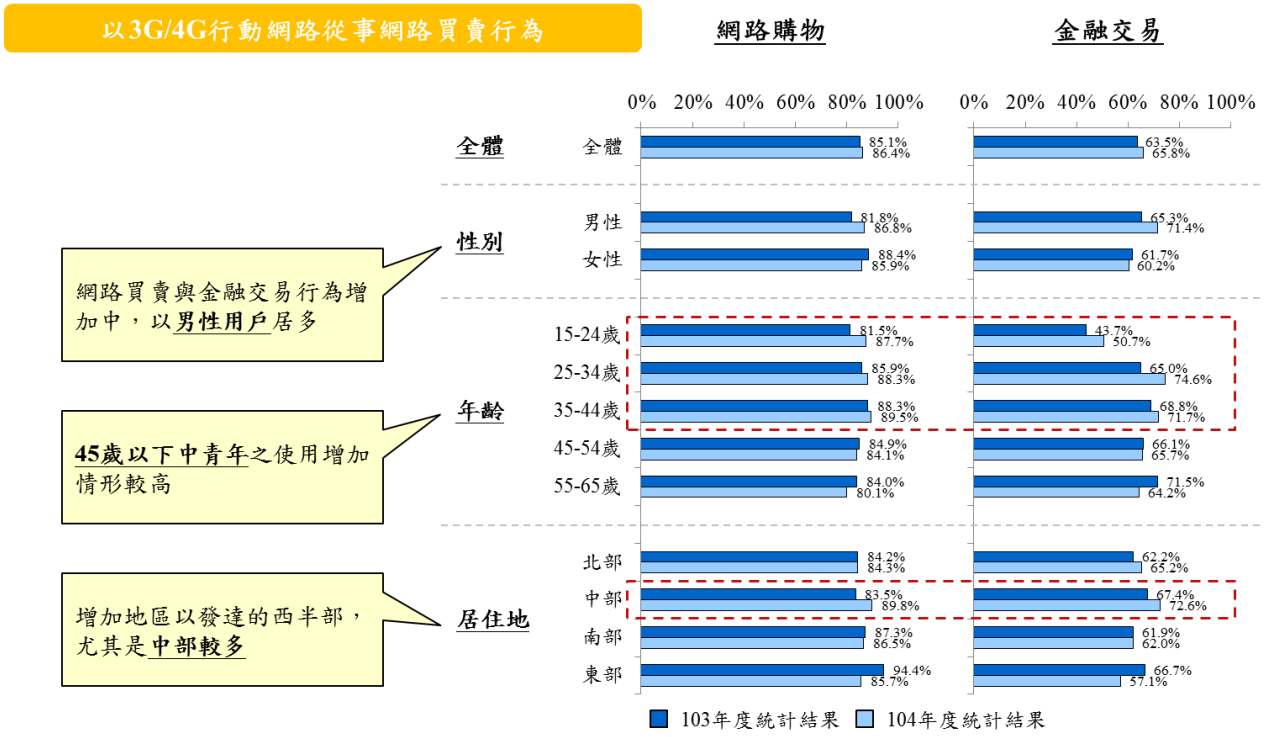


圖 175 兩年度網路問卷中以行動網路從事網路買賣行為統計

資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

近年來在各類公共場所、交通工具上，有越來越多低頭族出現。這些低頭族基本上以行動網路瀏覽網路、影片串流或閱讀電子書等多媒體娛樂消磨時間；而此現象也反映在本次問卷統計結果上：在各年齡層中以行動網路從事多媒體娛樂行為如閱讀電子書或觀看線上即時轉播者均較去年增加，其增加以男性為主。在此，發展較緩慢的東部地區依然有較低甚至減少的大流量影音串流（觀看線上即時轉播）普及率。

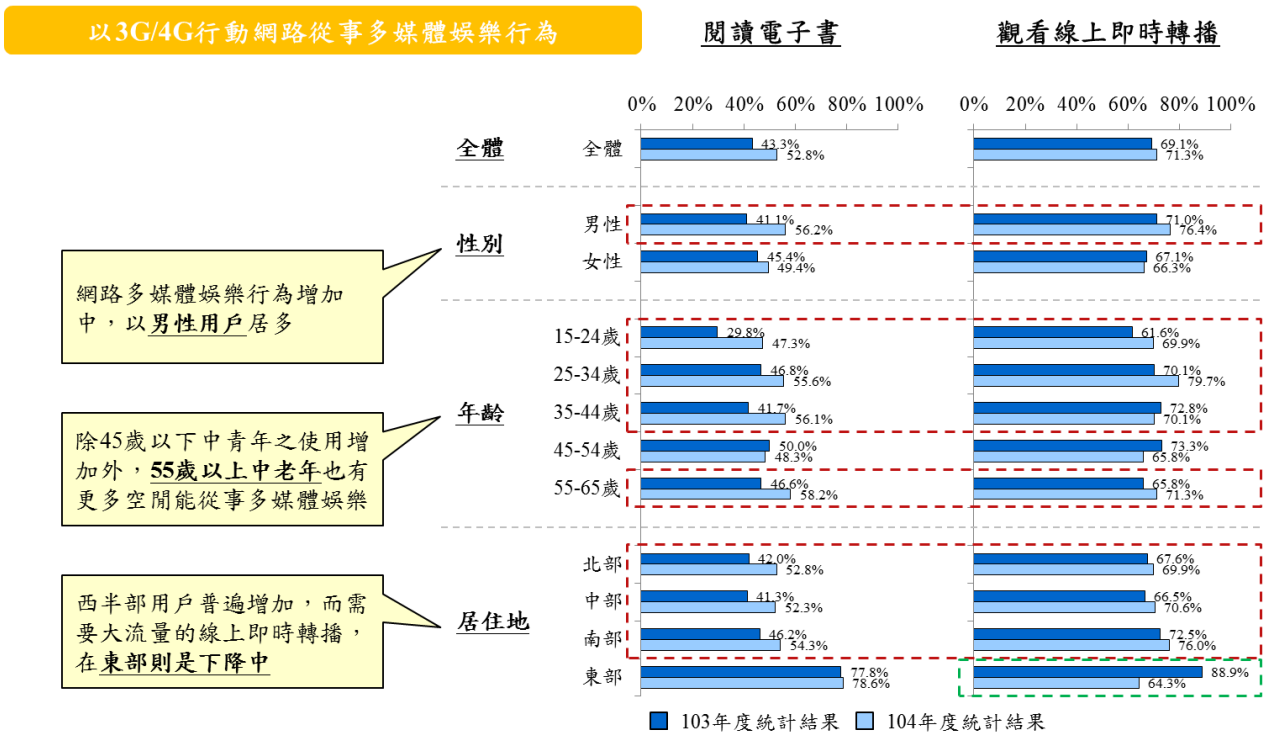


圖 176 兩年度網路問卷中以行動網路從事多媒體娛樂行為統計

資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

在諸多新穎的新興服務中，遠距連網（M2M）之出現時間最短，但被預測將會有高度成長。M2M 服務由於較新潮，因此如控制智慧家電或遠距醫療服務等，主要增加在 35 歲以下的年輕人以及發展較好之西部。值得注意的是，在醫療資源匱乏的東半部，遠距醫療服務的使用率並沒有伴隨科技的進步而增加，此議題值得我們深思。

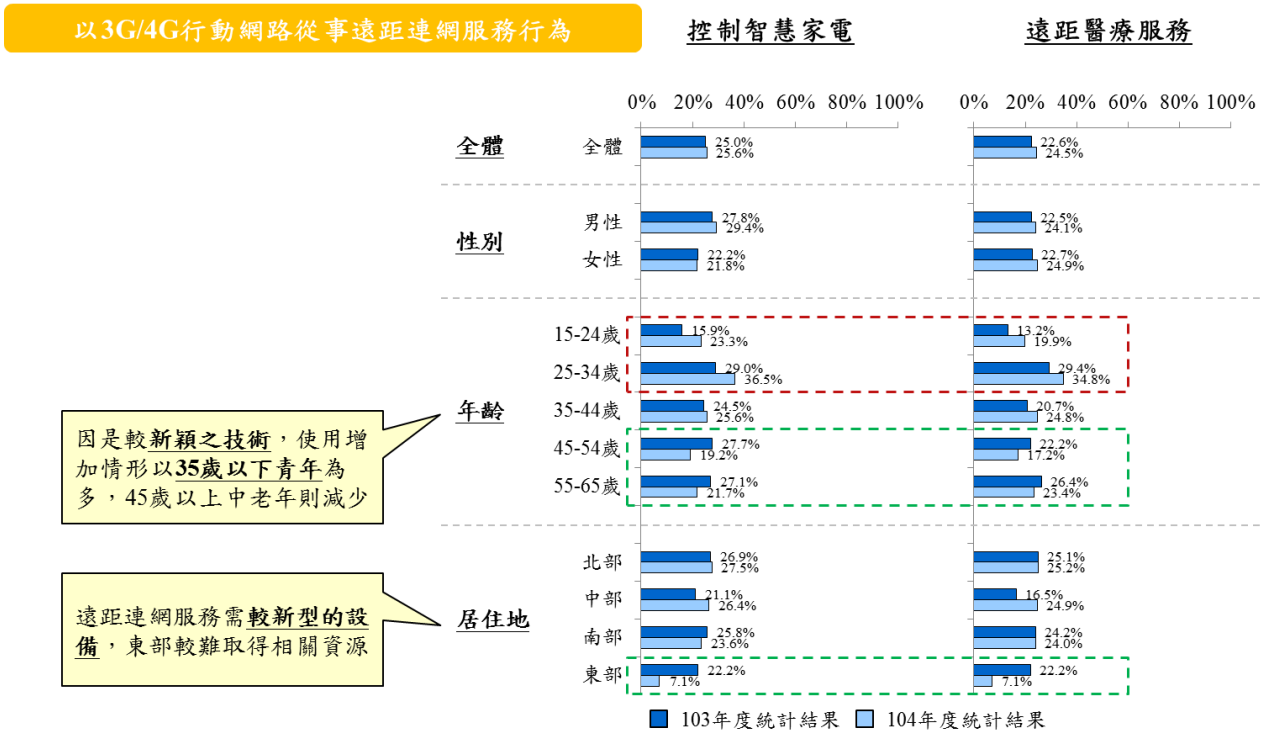


圖 177 兩年度網路問卷中以行動網路從事遠距連網服務行為統計

資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

而伴隨著近年智慧型手機與行動網路的可取得性大幅提升，以通訊軟體（如 Line、Whatsapp）取代過去傳統聯絡方式（如電話、簡訊）已不再是年輕人的專利。由問卷分析結果中可看出，許多長輩喜好以通訊軟體收發影音訊息，而這樣的情形在過去一年中有顯著的提升。

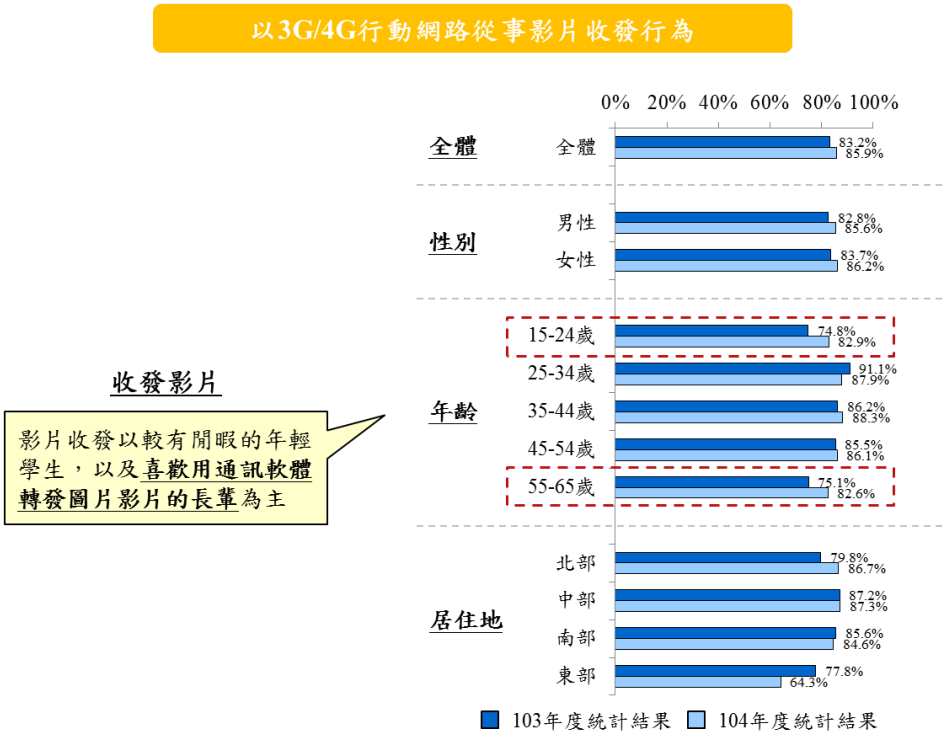


圖 178 兩年度網路問卷中以行動網路從事影片收發行為統計

資料來源：兩年度「我國都會區行動上網使用行為調查」網路問卷，本計畫製作

附件 3- 座談會會議記錄

（一）第一次座談會：我國 3G 頻段屆期後續頻段規劃探討

我國未來頻譜政策規劃 -- 「我國 3G 頻段屆期後續頻段規劃探討」座談會		
時日	2015 年 10 月 29 日（四）14：00～16：30	
場所	集思交通部會議中心 2 樓活動式會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）	
參加者	對象: (業者按照發言順序)	交通部郵電司 國家通訊傳播委員會 成功大學管理學院交通管理科學系 台灣之星電信股份有限公司 國碁電子股份有限公司 亞太電信股份有限公司 消費者文教基金會資通訊委員會 遠傳電信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司 中華電信股份有限公司 台灣諾基亞通信股份有限公司 美商高通國際股份有限公司
	NRI:	陳志仁、郭力慈、沈宜中、王懷賢

<u>第一輪發言</u>

- 台灣之星
  - 關於 3G 屆期(2.1GHz 頻段)：
    - 做了許多國家與頻段屆期相關之調查，目前看到國際上屆期處理經驗以延照為常態，重新分配較少；如 EU 的議會調查，行動通訊的一個世代 Life Cycle 通常是 25 年，因此一般常以執照 15 年延照一次，或是執照 10 年，可多次換照(一次 5 年或 10 年)的方式進行執照規劃。
    - 希望以延照方式。考慮 4G VoLTE 提供語音通訊尚未成熟，

應以 3G 方式延續語音服務。事實上美、英、澳等國家執照都沒有期限，而 LTE 目前無法提供完整網路服務。

- 關於 800MHz 頻段：
  - 新進業者不應影響現有業者的使用權益，如 2.3GHz 在釋出時不應干擾 ISM Band。針對在許多東亞、東南亞業者的規劃方式，會再以文書形式呈給交通部。
  - Band 26 和現行的 Band 5 基本上有很大的差異，應注意有各多少 MHz 的空間屬於各頻段(Band 5, 18, 29, 27)。
  - 由於對低頻位置的干擾，原先新加坡(Band 27)與澳洲(Band 26)規劃要釋出，後來都進行暫緩。
  - 在 APT report 53 當中，雖提到 850MHz 頻段與 900MHz 頻段間的 GB 可只保留很小空間，但沒有討論共站共構的議題。對於 CDMA 850 干擾的問題，中華電信應該也是感同身受；事實上如同 2.6GHz 的 TDD、FDD 一般，因為有介接點 POI (Point of Interconnection)問題，無法進行共構。
  - 3GPP 並無處理 850MHz 頻段與 900MHz 頻段之間發生干擾時的議題，而我國目前電波監理辦法亦無法處理。日韓雖規劃使用 850MHz 頻段與 900MHz 頻段，但都有設立其專有技術規範；台灣之星呼籲若以 Band 26 規劃，應要先完成此部分我國專有技術規範。
  - 認為 Band 20 可避免 Band 26 將帶來的問題。
- 對於 Band 34、Band 39 TDD 頻段：
  - 目前終端、設備均無商用網路經驗，僅有中國一特殊的 TDS/CDMA 技術，在此時間點釋出不恰當。其他國家的

釋出也有很多規畫方式，例如和其他頻段的 CA。這段等主流技術和產品出現以後再來做規劃

- 關於 2.3GHz TDD 頻段：
  - 目前不表達任何意見(不對沒有既定政策發表看法)，但介意左邊(2300-2350MHz)的專用電信是使用何種技術？

■ 國碁電子

- 關於 3G 屆期與釋出時間：
  - 現在的 3G 管理規則中有提到屆期後續處理方式由主管機關訂定之，但在過去 2G 的經驗，就是展延，然後適用原來的管理規則。在這裡建議釐清一下，若 3G 執照發生展延,適用之管理規則是否為 3G 管理規則？或是要改成 4G 管理規則？
  - 2G 屆期延照之後，因為預算法的關係，現在都用競標；現在是不是有空間轉換成其他的釋出模式如香港等方式？希望要明確，到底 3G 拿出來拍使用的期限到底能多長，這個明確又牽涉到現有 3G 用戶的數目。建議 105 年釋照，覺得這比較安全的作法。
  - 未來若通過與亞太合併，低頻將超過現有管理規範之 1/3 標準，將無法繼續使用該頻段；因此若是以保留(延照)方式屆期處理，對於 2.1GHz 頻段部分，也要考量亞太與國碁兩業者無法繼續使用 850MHz 頻段時的相關權益。

■ 主席

- 目前有一個先後的邏輯問題：制定屆期處理方式的主管機關是 NCC，所以至少要等 NCC 決定好，才能進行頻譜規劃

■ 亞太電信

- 關於 800MHz 頻段：
  - 這個問題不管歐規或美規對現有用戶都會有影響，而且是對所有既有業者(釋照的時候)。亞太對於 3G 頻段，應該會競標 2.1GHz，這會影響原有在 2.1GHz 頻段上營運的業者；而若繼續採用美規 Band 26 釋出，則會影響現有業者台灣之星的 LTE。
  - 歐洲先使用 Band 20，而近期探討 APT 700 (Band 28)的可能性，甚至部分國家如德國已經完成拍賣；但台灣是先以 Band 28 進行商轉，在此如果再以 Band 20 規劃，會與歐洲相反。
  - 很多東南亞國家目前使用 Band 26。
  - 關於 850MHz 應採取一個最不會干擾台灣之星的方式？身為地主並沒有評論。
- 關於 2.3GHzTDD 頻段：
  - Band 40 右邊有 ISM Band 與 Wi-Fi，左邊有專用電信，因此也想知道專用電信技術，才能判斷需不需要留 Guard Band。
  - 亞太對於 Band 40 有興趣。

■ 主席

- Band 40 國際上已經有一定成熟，與附近頻段的 Guard Band 問題已經有多的討論，最主要還是想知道各業者的興趣。

■ MOTC

- 2350MHz 以下目前是海岸巡防署海岸電台發報，發射功率 125W。目前已經由 NCC 請他移頻。

■ 遠傳電信

- 關於 2.1GHz 與 1800MHz 頻段：
  - 沒有問題。
- 關於 Band 34、Band 39 TDD 頻段：
  - 目前限制多又冷門，Band 39 鄰近下方 1800MHz FDD 頻段，會發生干擾問題。
- 關於 800MHz 頻段：
  - 建議發展較成熟的 Band 20 較為理想。
- 關於 2.3GHz TDD 頻段：
  - 右邊緊鄰 ISM Band 與 Wi-Fi，其設備技術跟品質沒有那麼嚴謹，所以中間的 Guard Band 要比較小心。大陸他們的右邊只規劃到 2370MHz。
  - 2.3GHz 海岸電台如果有方向性，建議可有限制性的釋出；高頻的 IMT 使用通常是用在人口密集的地方使用，不會拿來對海岸線發射。因此可參考美國 3.5GHz (LSA 方式)，劃區釋出。
- 關於 3G 屆期議題：
  - 希望以延照方式。理由為：1. 剩下語音只有 3G，如果處理不當，會有消費者通話權益問題。2. 現行 3G 的 2.1GHz 與 850MHz 頻段，以 2.1GHz 為主流。若亞太不介意，可以考慮淘汰 850MHz 的 CDMA-2000 技術。一種方式是屆期再繳回；另一種比較建議，請亞太可考慮在 NCC 協助下調查消費者的設備，是否可以跨到別的頻段。
  - 香港模式用到台灣，不太可能，因為是先進行併購。

■ 消基會

- 關於頻譜競標：

- 頻譜是公共財，用招標來釋出是基於最高價可以最大化效用的假設。但是根據上次競標的結果，競標規則可能要修正，不要發生不理性的競標，因為最終會轉嫁到消費者。
- 幾點呼籲：1. 重新分配對消費者影響越小越好。2. 避開不理性的競標，規則的修正，費率的制定，把省下的競標費用回饋給消費者達到降價。3. 基於全民的共識，希望在技術上可以達到最有效的效果。

■ 中華電信

- 關於 800MHz 頻段：
  - 採取歐規 Band 20 方式釋出。
- 關於 Band 34、Band 39 TDD 頻段：
  - 沒有國際案例，贊同暫緩釋出。
- 關於 1800MHz C6 頻段：
  - 贊成釋出。
- 關於 2.3GHz TDD 頻段：
  - 2.3GHz TDD 有許多國際案例，贊成釋出。
  - 中國大陸的 2370-2390MHz 頻段並非沒有釋出，目前為中國電信在使用。
- 關於釋出時間：
  - 105 年應該是好的時間點。規範應該考量 3G 用戶的權益，避免後續有業者會卡到別的業者問題，建議既有業者可以保留，實際操作細則可以再討論，如先買機票再劃位等方式。

■ 台灣大哥大

- 關於 3G 屆期與釋出時間：

- 既有用戶權益一定要照顧，拍賣方法沒有特別立場。支持釋出時間 105 年，以免發生問題至少有兩年的時間可以處理。

- 關於 1800MHz C6 頻段：
  - 現在的規劃是認同，後面的 15MHz 之前大家很希望拿出來拍。但現在單獨拿出來拍，大家喜歡大頻寬，最好 20MHz，而這塊對擁有鄰頻 C5 的中華電信比較有效益，對其他業者較不公平。
  - 考慮公平性上問題，可以考慮將 MHz 切多塊一點，規定標到的業者可以換頻，但有義務要組合成連續頻段。
- 關於屆期時間規劃：
  - 屆期最好能跟之前的屆期(1800MHz 頻段)同個時間，這樣之後才能一起釋出。
- 關於 2.3GHz 頻段：
  - 贊成以 Band 40 方式規劃。Guard Band 議題部分，澳洲規劃釋出 2302-2400MHz，雖然是一整段，但是有區域性。而有些國家有留 Guard Band，英國好像拿出來給電視。香港則拿 90MHz 出來分配給 3 家。Guard Band 有的國家有有的國家沒有，到底要不要留？
  - Band 40 的釋出時機，因為目前還在進行 Band 38 的建設，希望能夠晚一點。而 2.3GHz 頻段整段 90MHz，現在只拿出 40MHz，如果後續又釋出該頻段低頻部分 (2300-2350MHz)，原取得的業者又可能不連續。應該要在全頻段乾淨後一次規劃釋出。
- 關於 800MHz 頻段：

- 台灣在 ITU 規範中屬於 Region 3，考慮區域和諧問題，應以 Band 26 或 Band 5 方式進行規劃。
- 澳洲的 Band 26 與 Band 8 中間沒有留 Guard Band，不過是同業者使用；紐西蘭則留 5MHz，香港保留 2.5MHz。
- 終端廠商在設計其 module，會有區域性的考量，各區域自有其模組。
- 大陸以 Band 5 Band 26 方式規劃，若我國以 Band 20，會與金門發生衝突。

■ 諾基亞通信

- 關於 800MHz 頻段：
  - 目前以設備觀點來看，Band 20 為大宗，但 Band 26 市場目前正在成長，未來還是會有對應的設備提供；因此保持中立。
- 關於 2.1GHz 頻段：
  - 現在規劃無問題。
- 關於 Band 34、Band 39 TDD 頻段：
  - Band 34 目前商轉網路少無設備，Band 39 設備選項亦少。建議暫緩。
- 關於 2.3GHz TDD 頻段：
  - Band 40 有一些網路，設備上沒問題。

■ 美商高通

- 關於 2.1GHz 頻段：
  - 贊成現在建議規劃方式。
- 關於 Band 34、Band 39 TDD 頻段：
  - Band 34 在市場並不成熟，沒有足夠的網路商轉經驗與設

備提供。在歐洲作為 Indirect Underground System，作為飛機上 Wi-Fi 使用。

- Band 39 在中國已作為 IMT 使用，但只有中國電信一家業者。

- 關於 2.3GHz TDD 頻段：
  - 支持 Band 40 的釋出，不僅可以單作 TDD 使用，亦可以以 TDD + FDD CA 的方式，在很多國家已經運轉(如澳洲、印尼等)，高通也有設備可以支援。
  - 對於 Guard Band 議題，許多研究指向將基地台分隔 1~3 公尺，Guard Band 保留 10MHz 即可。
- 關於 800MHz 頻段：
  - 支持以 Band 26 方式釋出。Band 5、Band 26 的 LTE 在成長當中，而將來甚至可以擴大至 Band 27，有更多頻譜空間使用。未來 Band 26、27、28、8 結合將會是最有效率的使用方法。
  - APT 53 報告中有討論到 Band 5 與 Band 8 的干擾問題，只要適當選擇架設地點並裝設濾波器，Guard Band 可縮小至 3MHz，而且已在許多其他國家中達成。

■ 主席

- 歐洲目前已經確定 2030 年，700MHz 以下頻段(470-698MHz)已經確定留給廣電業者；因此我國不管選規劃哪一段，到屆期的 2030 都很難變得更漂亮。

第二輪發言

- 台灣之星
  - 關於 800MHz 頻段：
    - Band 26 與 Band 5 還是有很大的差異。
    - 根據 APT Report 53 中的 3MHz Guard Band，是基於兩業者均需安裝 31 EP 的濾波器的前提；但依照法規沒有讓台灣之星安裝之義務，而且僅有單邊安裝時效率比較差。另外，該報告亦表示裝設後水平隔離需要 27 公尺，在共站共構的情況下不可能達成。
    - 支持 Band 26 的業者，應該也要支持 Band 27 的釋出；但因為會影響到 Band 28 上的業者，因此大家避不討論。強烈建議要以 Band 26 釋出的話應也要考慮 Band 27 之議題。
  - 關於 2.3GHz TDD 頻段：
    - ISM 的設備因為要大量製造，因此抗干擾濾波器不是那麼好；研究顯示僅有 2350-2357MHz 比較能保障，再往上的 43MHz 都有可能受到干擾。
    - 10MHz 的 Guard Band 是為了保護旁邊的 ISM Band (可能是醫療器材在使用)，如果 2390-2400 沒有保留下來的時候，醫療器材可能被干擾的情況下，未來醫院是不是會重新禁止使用手機？
    - 台灣之星在考慮留多少 Guard Band 時必定遵循一原則：以不會影響到旁邊既有的用戶為準則。
  - 關於 1800MHz C6 頻段：
    - 建議釋出。

- 關於 Band 39 TDD 頻段：
  - 目前僅有中國的中國移動作為 LTE 用途。在台灣的規劃習慣中參考國際規範再參考國際慣例的標準下，3GPP 並沒有對 1900MHz 處的 Guard Band 進行規範；若參考中國之方式，可注意該處的 Guard Band 是留在 1870-1880MHz 的中國電信，而該頻段即是將要釋出的 1800MHz C6 頻段。但未來若一起釋出時，應該如何處理干擾時誰退後的問題？法規應要先對此處詳細定義，以免以後又有爭議。

■ 亞太電信

- 關於 3G 屆期與 800MHz 頻段：
  - 未來會慢慢把 3G 用戶轉到 4G，並且有可能會去標 2.1GHz 頻段。假設 850MHz 跟 2.1GHz 是公開招標，管理規則要提前做準備；2.1GHz 假設亞太標到，整個生態系會重新洗牌，對現有用戶(包括業者與消費者)可能會有影響，真的要競標，要讓大家早點做準備。
  - 3G 管理規則 48 條第二項有提到屆期處理的方式。延照這個說詞不恰當，因為延了照的話未來該頻段應該是繼續按照 3G 管理規則運作；而 3G 過去規則有訂定期限，正常來說應該是要重新來搶一遍，業者應自行努力。
  - 若延續使用，亞太因為低頻限制的法規因素不得不移頻，勢必會去搶 2.1GHz 頻段。
  - 對於 800MHz 規劃，目前還是太多不確定性，太多假設，因此難以表態。

■ 遠傳電信

- 關於 3G 屆期與 800MHz 頻段：

- 現有 3G 用戶依然有約 1,800 萬人，其移轉、保護是一個大問題。低頻法規逼亞太、逼台哥大也沒有用，因為他們低頻已經擁有該頻段。
- 我們議價能力低，買設備還是只能買成熟一點的設備，因此 Band 20 較為理想。另外既有執照都是歐規比較多。
- 3G 為什麼變成競標要拉回到 WTO、GSM 釋出當時時空背景。即便是延照，應該要回到最初對 NCC 的要求。
- 未來在 Band 27 是否會有 PPDR 需求，需一並討論；但如果是緊急救援，希望是由鄰近國家進行，因此需考慮區域問題。
- 針對 850MHz 的干擾議題，Guard Band 如果沒有一個國內的標準來認定什麼叫做干擾，那這樣討論 Guard Band 留多少沒有意義；如果要靠濾波器來減低干擾，那架設的費用太高。談到 Guard Band，至少要做到避免上下鏈干擾。

■ 中華電信

- 關於 800MHz 頻段：
  - 干擾是嚴重的問題，為避免上下鏈干擾，所以建議以 700MHz、800MHz、900MHz 頻段歐規方式規劃。

■ 台灣大哥大

- 關於 800MHz 頻段：
  - 提出 Band 27 的是美國，而其 700MHz 使用方式與我國不同。
  - 再考慮若以 Band 28 及 Band 20 方式釋出時，應探討是否會有基地台間或手機間的干擾因素？目前國際上沒有前

例，終端廠商在設計設備時亦不會進行測試。

- 諾基亞通信
  - 關於 800MHz 頻段：
    - 干擾比較嚴重的是基地台的下鏈對上鏈時發生。
    - 若 Band 26 規劃的話台灣之星會是一個受害者，若 Band 20 規劃的話受害者反而是新進業者，而 Band 20 干擾的問題比 Band 26 容易解決，但對新業者不公平。
- 美商高通
  - 關於 800MHz 頻段：
    - 對於 Band 27 與 Band 28 間的干擾目前有被研究，在 APT 44 Report 中有整理其結果，表示其間不需要任何額外的 Guard Band，因為之間的 803-807MHz 已足夠。
    - Band 28 在中、南美洲的已有使用，高通已確實有參與系統建構；使用 Band 26、27、28、5 的生態系其實夠大。

會後結語

- 成功大學 黃郁雯教授
  - 台灣的電信市場規模究竟多大？在 OECD 的報告中指出，國際上有 92%的國家有少於四家的電信業者，85%的國家有三家電信業者。台灣必須深刻考慮市場進入公平性與頻譜使用效率間衝突的問題。
  - 國家規劃應為全體消費者利益，業者則是在評估風險後購買頻譜；目前歐規美規問題，的確應探討 1. 連續性、2. ITU 定義所屬區域的問題。
  - 目前世界趨勢往 Sharing Economy 共享經濟，未來頻譜共享也會是一大趨勢，可增加頻譜的可用性、易用性，當然這之間有賴政府與業者間彼此的信賴。
  - 未來競爭應不僅在覆蓋率，而是在基於頻率使用上的加值服務與產業創新。
- 交通部郵電司 鄧添來前司長
  - 頻譜規劃應從長遠的角度來看，最後的結果應該要是如上次 2G 一樣，雖然並不是大家都滿意，但是可以接受。
  - 如果各位業者與先進有任何新技術或新設備相關資訊，亦請不吝指教交通部郵電司。

（二）第二次座談會：我國未來頻率規劃探討

我國未來頻譜政策規劃 -- 「我國未來頻率規劃探討」座談會		
時日	2015 年 12 月 02 日（三）14：00 ~ 16：30	
場所	集思交通部會議中心 2 樓活動式會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）	
參加者	對象: (業者按照發言順序)	交通部郵電司 國家通訊傳播委員會 成功大學管理學院交通管理科學系 財團法人資訊工業策進會產業情報研究所 電信產業發展協會 台灣之星電信股份有限公司 遠傳電信股份有限公司 台灣愛立信股份有限公司 亞太電信股份有限公司 台灣諾基亞通信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司
	NRI:	陳志仁、郭力慈、沈宜中

第一輪發言

- 台灣之星
  - 關於 800MHz 頻段：
    - 若暫時不考慮方案三的暫緩的話，認為以方案一的 Band 20 規劃，原因為：1. 生態系較成熟。2. Band 26 有干擾問題：3GPP、APT 等有僅需少 Guard Band 的結論之相關研究，但是建立在天線、基站隔離、並且兩邊都安裝濾波器之前提下。3. 國際案例中，如澳洲沒有保留 Guard Band，在釋出時就遭到業者(Telstra)的反彈。
  - 關於 PPDR 與 IoT 等新技術：

- 區域和諧的問題其實不是只有 800MHz 頻段，其他頻段也是。如 APT 700 (Band 28)與中國大陸的干擾問題就有被有效解決。
- 若以 Band 20 進行規畫並釋出，未來可能沒有 PPDR 用頻譜；但未來若是僅以 PPDR 或是 Band 26+27 方式釋出，依然會有干擾問題。對 PPDR 並不反對，但須處理 Band 27 與 Band 28 之干擾問題。
- IoT 頻譜而言，現在國際上常用的我們已經用完了。僅剩 863-868MHz 可用，但 IoT 相關問題似乎與電信業者之業務較無關，應是產業發展等經濟部甚至行政院的範疇。

■ 遠傳電信

- 關於 800MHz 頻段：
  - 現在的頻譜釋出是否太快太急？我們在還沒有確定何謂、什麼樣的程度叫做「干擾」時就在探討這個問題是否言之過早？
  - 現在做決策時僅看 IMT 用頻譜，但未來新興服務是否有空間？
  - 按照這樣的邏輯，800MHz 頻段的釋出是否暫緩較好？
- 關於 3G 整體規劃：
  - 3G 2.1GHz 頻段該如何處理？目前 3G 是唯一可提供語音+數據服務的技術。現階段 3G 尚有約 1,900 萬個用戶，未來在 2G 關閉，4G VoLTE 尚未成熟時，3G 需要多少頻寬需要如何處理將是一個議題。

■ 台灣愛立信

- 關於 800MHz 頻段：

- 在 800MHz 頻段的 Band 選擇上，若觀察全球生態系發展趨勢，支持以 Band 26 方式釋出。
- 目前無法回答 Band 26 需要多少 Guard Band。

- 關於 PPDR 與 IoT 等新技術：
  - WRC-15 已提示未來 PPDR 將會使用在 694-894MHz 中部分的頻率，在產品上不是問題，但 PPDR 未必必須使用專網運行；而台灣在中長期時沒有更好的頻段作為 PPDR 使用。
  - PPDR 技術方面不是問題，但是在這個議題上的重點在於：該資源的整合者是誰？規劃目的為？涵蓋區域？功能？
  - 因此雖然短時間難以實行，但希望能先決定可以做 PPDR 之頻段。
  - IoT 可能不需要專網。在這次的 WRC-15 沒有相關討論，WRC-19 也沒有規劃。
  - Narrow Band LTE 明年即有產品，現有 LTE 亦可做 IoT 服務。

■ 亞太電信

- 關於 800MHz 頻段：
  - 同意暫緩。

■ 台灣諾基亞

- 關於 800MHz 頻段：
  - 我國現有頻寬與以 ITU Model 計算之 2020 年需求頻寬目前尚有差距，希望 800MHz 可以如期釋出。
  - 只需要滿足 3GPP 標準，然後達到足夠 isolation，基本上現在技術上都可以防止干擾，不會有問題。

- 在台灣的狀況的話，因為基地站條件都不同，需要以現場為主並且協商。而對於 NCC 的先來後到作法，會再去研究國際上處理慣例。

■ 台灣大哥大

- 關於 800MHz 頻段：
  - 800MHz 頻段贊成 Band 26；並且作為一主流頻段，應該盡快釋出以充分利用 IMT 頻率資源。3G 現有的 2.1GHz 釋出都沒有問題了，800MHz 頻段應該要一視同仁。
  - 過去在處理金門馬祖地區 Band 28 與中國大陸干擾的問題，是將原本可用之 20MHz 頻段縮小到 5MHz；因此台灣若以 Band 20 規劃，與用 Band 5、Band 26 規劃的中國大陸會有上下鏈干擾問題。
  - Band 20 在 Region 3 到底有無商轉？要確認。
- 關於 PPDR 與 IoT 等新技術：
  - IoT、PPDR 等新技術不一定要使用專用頻率，畢竟一切還在討論階段，因此不宜用此原因延後。
- 關於其他議題：
  - 現在 3GPP 為全球標準，不應再以美規、歐規等名詞。

第二輪發言

- 台灣之星
  - 關於 L-Band ：
    - L-Band 現在發展較好，在德國、英國、義大利等都已發出執照，相關技術研究也多。
  - 關於 sub-700 頻段：
    - 在 WRC-15 討論當中，歐洲想留作廣電用途，其他亞洲國家也並不積極；但由於已發展的美國市場很大，因此頗有希望。
    - 電信與廣電業者應先清楚如何進行該頻段上的協調。
  - 關於 3.5GHz 頻段：
    - 該頻段更適合做為 5G 用途或技術發展用的實驗頻段。
    - 未來若將以大的頻寬方式釋出時，頻率使用費基準應再檢討。
    - 台灣之星現階段偏向希望取得高頻頻率。
- 遠傳電信
  - 關於 sub-700 頻段：
    - 目前只有美國作為電信使用，其他都是廣電用途。而事實上美國的 incentive auction 在台灣的法規環境上根本不可行，二單的問題也尚未解決。
    - 現在我們的檢討過於商用電信本位，將可能導致未來其他服務沒有使用空間。

- 關於 L-Band：
  - 這裡討論的 L-Band 指的是 1452-1492MHz 的 SDL 頻段的話，中國基本上是持反對態度，因此若使用會有區域和諧問題。
  - 頻寬若不缺乏並不需要急著釋出，不然可能未來會缺乏規劃空間；如現在的 Band 28 之於 PPDR。
- 關於 2.3GHz 頻段：
  - 2.3GHz 是難得的 TDD 頻段，但現在面臨著右邊 2.4GHz 不乾淨，左邊 2300-2350MHz 不明朗的狀況。
  - 2300-2350MHz 可能是雷達？這樣發射功率會很大，可能需要很大的 Guard Band；而在右邊的部分，現階段 2350-2390 的規劃可能對其與 ISM Band 的 Guard Band 低估，為了防止干擾可能會需要更多 Guard Band 頻寬。這最終會造成現規劃的 2350-2390MHz 可能僅有 30MHz 可用，不僅不效率，又會影響未來 2300-2350MHz 釋出時的使用，可能造成整段浪費掉。
  - 英國對於該頻段的處理方式是公開一切資訊與狀況並制定規範。Ofcom 在 2013 年時做了第一次的公開徵詢，進行計畫修正後預計在 2016 年競標；其要求新進業者對該處的軍用、業餘頻段都要容忍和諧的使用。

■ MOTC

- 關於 2.3GHz 頻段：
  - 2300-2350MHz 設備汰換必須花費 8~10 年的時間，就算真的是浪費掉可能也不會超過 5 年；而太強硬的推動更有可能因為公家機關的身分而出事。

- 主席
  - 關於 L-Band：
    - SDL 未來不必執著在 L-Band 上，我們應學習國際上一些國家對於細節的管理。
- 台灣愛立信
  - 關於 sub-700 頻段：
    - 沒有太多的看法，但中長期使用應考慮產業應用。
    - 目前也有接獲情報，長期的 request 欲使用 600MHz。
- 亞太電信
  - 關於 sub-700 頻段：
    - 此數位紅利頻段，國際上常有電信與廣電的勢力拉鋸，如韓國是一半一半，中國則偏向廣電。
  - 關於 L-Band：
    - 英國今年拍賣了，搭配既有的 FDD。在這裡可以探討的是，其他各國到底用什麼頻段與 L-Band 進行搭配，以免台灣的 Band 不齊全？
  - 關於 3.5GHz 頻段：
    - 北美、歐洲、日本等衛星的情形較清楚，亞洲較複雜。台灣到底上空有哪些國家的同步衛星？如果無法確定或是無法進行協商，3.5GHz 僅能使用在室內。
- 台灣諾基亞
  - 關於 L-Band：
    - 只要將 SDL 頻段放入 3GPP 標準中討論，基本上不會有終端支援問題。
  - 關於 3.5GHz 頻段：

- 3.5GHz 應用以 small cell 居多。

■ 台灣大哥大

- 關於 3.5GHz 頻段：
  - 3.5GHz 頻段在日本、英國、西班牙等國都有釋出、商轉與終端，主要以高頻 small cell 為主。
- 關於 L-Band：
  - L-Band 在許多國家也都有釋出亦有終端，但目前沒有商轉實例。
  - 日本的 SDL 是使用 1475.9-1495.9（日規 Band 11 下鏈）。

會後結語

■ 成功大學 黃郁雯教授

- 目前討論的短期頻段應該用 Band 20 或是 Band 26，目前各業者相爭但卻沒有太多利多;在頻譜規劃時應從國家角度看長遠計畫。
- 在遇到干擾問題時,除了設備業者可居中協調以及提供技術升級外，國家主管機關亦有責任處理，而非僅是以一個先來後到依法行政的態度。
- 在中長期頻譜規劃方面，其實世界上先進國家如歐洲、日本、韓國等地方均知道,建立於頻譜之上的應用服務內容才是重點；因此未來的佈局應不只有頻譜。

■ 國家通訊傳播委員會 包家禎技正

- 感謝各界意見，將參考做為釋照時之依據。

■ 交通部郵電司 蔡怡昌簡正

- 感謝各位的參與與熱心指導。

■ 交通部郵電司 鄧添來前司長

- 過去 2G 以來，交通部郵電司在釋出頻譜時就是希望能滿足業者需求，並以高低配的方式達成業者服務品質。當然其中少不了許多與業者協調、技術發展未來的預測以及政府內部溝通處理上的齟齬。這部分感謝各業者的體諒，也感謝 NCC 在這次 2.6GHz 釋照時能以大頻寬的方式切分。
- 關於頻譜釋出速度是否過快的問題，我們可以看到 4G 用戶數一直在飆升，但用戶用量並沒有。該怎麼讓更多人更加的使用 4G 服務，是個該考慮的問題；而業者花費標金及投入基礎建設，若又要建立其應用服務，是否成本會太高。
- 由於處理無線電干擾應是兩方的責任，關於 700MHz 與大陸干擾議題，其協商需要兩邊都出面，或可迫使其進行技術升級。
- 電視頻段過去由美規轉為歐規，受到了一些壓力，也造成二單的問題；但其實在 470-600MHz 左右的頻段分配本就凌亂，sub-700 頻段一般指 600MHz 以上。
- 3.5GHz 建議還是維持 indoor 使用。
- PPDR 的緊急救難問題，可以用高效率的盤旋無人機解決，而且僅需南北兩座基站，但該頻率到底要如何使用、用哪裡才是最大問題。
- 本人雖然已退休，但是依然希望能持續貢獻己力於台灣未來無線電規畫，若有任何可幫上忙之處或是願意給予指教，都請不吝告知，謝謝！

（三）第三次座談會：我國短中長期頻譜供應與需求探討

我國未來頻譜政策規劃 -- 「我國短中長期頻譜供應與需求探討」座談會		
時日	2016 年 01 月 14 日（四）14：00 ~ 16：30	
場所	集思交通部會議中心 2 樓活動式會議室（台北市中正區杭州南路一段 24 號）	
參加者	對象: (業者按照發言順序)	交通部郵電司 國家通訊傳播委員會 元智大學電機通訊學院通訊工程學系 成功大學管理學院交通管理科學系 財團法人資訊工業策進會產業情報研究所 台灣愛立信股份有限公司 台灣之星電信股份有限公司 亞太電信股份有限公司 中華電信股份有限公司 台灣諾基亞通信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司 美商高通國際股份有限公司 遠傳電信股份有限公司
	NRI:	陳志仁、郭力慈、沈宜中、王懷賢

第一輪發言

- 台灣之星
  - 短期頻段規劃：
    - 對野村目前建議大致沒有意見。
    - 800MHz 頻段因有 PPDR 議題，應該等到國內規劃完善後再行釋出，如要釋出，建議以 Band 20 釋出。
    - 1880-1920MHz 目前只有中國進行營運，設備不成熟，認同保留暫緩釋出。
    - 2.1GHz 的釋出，因 3G 業務仍有延續需求，現 3G 總用戶

還有 1500 萬，難以在兩年內全數轉移至 4G。因此應能讓既有業者服務能夠保留，建議釋出時每家業者能保留 5MHz 以上的頻段，其餘的再拿出來拍賣。

- 2350-2400MHz 的釋出，因國際上營運及設備皆成熟，如果頻譜能清理乾淨，可以釋出。

- 中長期頻段規劃：
  - L-Band 目前好像還沒有設備、3.5GHz 的生態系也還不成熟，有待觀察，若 3.5GHz 要釋出，用作 Small Cell 會較有效益。

■ 亞太電信

- 短期頻段規劃：
  - 3G 屆期議題，如 2.1GHz 原業者能保留一定頻譜，依公平性來看，850MHz 原亞太頻段應也要能保留部分頻譜。但管理規則已經講明屆期會收回，亞太也已因應此規劃方向將 885-890MHz 頻段提前繳回，建議仍依原規劃屆期收回後再重新釋出。
  - 2350-2400MHz 的釋出，右邊有 WI-FI 左邊有專用電信，護衛頻帶應如何保留，因在大陸已有實際開放室內使用的經驗，想請設備商對護衛頻帶保留的大小提供建議。

- 中長期頻段規劃：
  - 1452-1492MHz 歐洲已有以 SDL 跟 800MHz 配對之標準，目前亦在考慮 900MHz 或 1800MHz 進行搭配；台灣如果未來要開放 1.4GHz 作 SDL，頻段組合也要參考國外經驗進行規劃，否則設備購買會有問題。
  - 3.5GHz 頻段高，適合作 Small Cell，釋出方式採 1)室內

專用、2)室內室外皆可，但先註明室外會有衛星干擾問題。

- 高頻的頻段，現都探討極高頻 24GHz 以上頻段較多，但未來要注意設備的成熟度，因越高頻設備的製造越困難，應用上應會以小區域的服務為主。

■ 中華電信

- 短期頻段規劃：
  - 800MHz 頻段，雖然 PPDR 是新的應用發展，但因 800 為全世界重要頻段，認為仍能做一些努力，推動 800MHz 能和其他頻譜一同釋出，和諧議題可請歐洲的設備商們提供意見。另因此段上有 IMT、IoT、PPDR 等多樣需求，以 Band 20 規劃彈性會較大。
- 中長期頻段規劃：
  - 贊同野村規劃。
- 未來頻譜需求：
  - 4G 釋照過於頻繁，不利充分建設，建議於 2020 年前釋出兩次就好，非 5G 頻譜一次一起釋出、5G 頻譜於 2020 年前後釋出一次。

■ 台灣諾基亞

- 短期頻段規劃：
  - 同意釋出規劃，平衡頻譜的需求和供給。
  - 800MHz 可以再繼續考慮一下規劃方式，因 2300MHz 屬 TDD，和 800MHz 性質不同。
- 中長期頻段規劃：
  - 3.4-3.6Hz 的釋出可較為優先，因為現在在中國、日本已有在進行測試，終端成熟度高。

- 5G 設備的開發，目前已有針對不同的 Use Case 在進行討論。

■ 台灣大哥大

- 短期頻譜：
  - 800MHz 頻段為國際上重要頻段，希望能盡快確認 PPDR 規劃方向，以利 800MHz 釋出。
  - 討論 800MHz 規劃方式(Band 20、Band26)干擾議題時，若無加入護衛頻帶保留大小則難以比較。但目前看到 Region 3 以 Band 26 規劃較多。
- 中長期頻譜：
  - 建議以拍賣方式釋出。
  - 因多為補充性頻段，或作 SDL 使用，普遍性較低，所以終端可能會較為不足，建設成本也較高，如果一開始把資金投入過多在取得頻譜，後續建設會有困難，因此建議中長期頻段的頻率使用費應適度調降。
  - 3.5GHz 的部分，因會受到衛星通訊干擾，如要用作 Small Cell 佈建,建議可以 Unlicensed 的方式釋出,且限定室內，這樣也不用進行拍賣、也沒有使用費的問題。
  - 高頻的話，建議用拍賣釋出，以大頻寬 20MHz、40MHz 為單位。
  - 未來若頻譜要以共享方式釋出,建議以限定使用區域的方式透過拍賣釋出。
  - Qualcomm 目前提出的共享機制是以 5.8GHz 和 FDD 頻段作 CA，但 5.8GHz 目前是 ISM Band(作 WI-FI 使用)，作為 CA 可能會有干擾問題。認為 3.5GHz 也可能以共享機制釋出，用以和 FDD 頻段 CA。

- 美商高通國際股份有限公司
  - 中長期頻段規劃：
    - 3.4-3.6Hz 的釋出可較為優先，因為可以用在 Small Cell 的佈建，增加 Capacity，目前以日本、美國使用多，台灣在此頻段能釋出的數量越多越好。
    - L-Band 也建議可以優先釋出；ITU-R WP5D 會於 2/23 發表新版 Review，對 L-Band 有一些技術規劃的更新。
- 遠傳電信股份有限公司
  - 短期頻段規劃：
  - 中長期頻段規劃：
    - 建議都先暫緩釋出，待整體頻譜管理、電信政策通盤性考量與改善確認後，再行釋出。
  - 未來頻譜需求：
    - 從總釋出量來看，台灣可能不輸其他標竿國家，但除以總業者數後，每家業者平均持有數可能就較標竿國家低。因此需求面不能單從釋出總量來看。
    - 從投資成本、營運成本來看，受限於台灣環境因素，台灣基地台的密度超高，各家業者買頻譜後仍需要花很多錢去買設備，每年的設備投資、軟體更新費用，約佔總投資的 30~50%，除此外還需要負擔高額的頻譜使用費，每年的頻譜使用費甚至比頻譜購買攤提的費用高。電信業是否要繼續貢獻政府? 是否能持續負擔? 是需要思考的問題
    - 許多頻譜管理、電信政策問題，須回到法規面作討論，如：3.5GHz 若要限定室內使用，法規可能也需作修正；或是如 3G 屆期議題，既有法規規定業者提供之服務需有延續

性，但頻譜執照又無相對應的配套措施，如果同樣為特許執照，為什麼可以允許交易交換?種種問題應先有更通盤性的檢討與改善，而非一再討論個別頻譜的釋出。

第二輪發言

- 台灣之星
  - 短期頻段規劃：
    - 3G 屆期議題的保留的確有公平性顧慮，但 800MHz 是因為其不確定性大，所以才會考慮延緩。
    - 850MHz 若採 Band 26 一定會有干擾議題，澳洲在規劃上，900MHz 頻段的使用也會離 800MHz 頻段越遠越好。
    - 歐洲使用 Band 20 與 Band 28 進行規劃，可參考她們相關研究。
  - 中長期頻段規劃：
    - 關於 C-Band、L-Band 的使用，想知道目前設備商 Qualcomm 試驗的狀況，尤其先前 Qualcomm 才把原於英國持有的 L-Band 賣出。
    - 中長期頻譜需求可能不僅是電信商，包含學界、產業界。
  - 未來頻譜需求：
    - 5G 可能就快要發生，如果現在都把頻段拍賣作 LTE 使用，則 5G 則只剩下毫米波段可用，但毫米波的設備較不成熟。建議可暫緩頻譜釋出速度，保留給未來使用。
- 亞太電信
  - 短期頻段規劃：
    - 野村規劃之內容亞太沒有意見。但依照滾動式的規劃，原

訂 3G 屆期的處理會在 105 年進行，但目前看到似乎會延後到 106 年。希望能盡早確定屆期處理日期，以利業者提前進行規劃。

- 中華電信
  - 未來頻譜需求：
    - 我國頻譜總釋出量雖大，但每家業者平均獲得的頻譜量，是其他國家的一半不到，其他國家每個業者約持有 110MHz。
    - 中華電信目前預測未來幾年對頻譜仍有需求，但因為很難精準估計未來傳輸量的成長速度，所以也難以準確預測頻譜的需求量。
    - 頻譜需求、頻譜效率的問題，會與業者家數、競標機制有關連，如釋出頻段比業者家數多一的情況下(N+1)，勢必會造成標金飆高的情形，除會轉嫁到消費者身上，也會影響建設的投資，因此討論需求，應也納入更高層級，如：業者家數的討論。
    - 頻譜釋出次數不要過於頻繁，5G 以外的頻譜應於 2020 前，一次統一釋出，如 850MHz 頻段應和 2.1GHz 一同釋出。
- 台灣諾基亞
  - 未來頻譜需求：
    - 內部有針對台灣業者 LTE 流量作過模擬，因目前流量仍成呈現線性的成長，認為未來幾年之內頻譜的發放還是需要的，否則極端一點的狀況下，用戶上網的頻寬可能剩下 1Mbps。

- 台灣大哥大
  - 未來頻譜需求：
    - 沒有確切的答案是否應持續釋出頻譜，但也建議野村除各國頻譜釋出總量外，也許可就各業者的頻譜量、集中程度、取得成本等不同面向，彙整更多資訊以作參考。
    - 同意中華電信所提議，希望未來釋出的日期能切齊三次、四次，固定的期間去重複釋出，不要過於頻繁的釋出，以往是三年一次，本來沒有預期 2.6GHz 的頻譜會這麼快的進行拍賣。
    - 2G 屆期用戶處理問題，雖現在配套可以用 3G、4G 的網路來提供服務，但用戶契約仍一定要重新簽訂，未來可能會如 PHS 有釘子戶存在，通傳會目前的管理規則目前僅處理屆期網路的問題，但未處理契約的問題。若真的執照屆期就關掉不提供服務，可能會產生客訴，但若持續提供服務又永遠無法關掉設備。
- 遠傳電信股份有限公司
  - 未來頻譜需求：
    - 電信為基本服務，需有一定服務水準，如果這個需要照顧到所有民眾權益的上位管理思維能夠改變，是否能落實紀錄於規範內，如什麼情況下，服務是允許被中斷的。
    - 屆期處理方式，2G 是否保留 C6 頻段集中處理? Band 1 後面的 5MHz 是否留給未得標業者，或是供所有業者 3G 語音服務延續使用? 3G 屆期是否同香港拍賣方式，既有業者能保留部分頻段?這些問題需要回到上層政策的思維、Mindset 及法規面去做確認。

- 尚未就管理政策、法規做通盤檢討前就做釋出，可能會產生更多問題，在目前各業者頻寬量還足夠的時候，應盡速先處理那些管理規章、拍賣機制。

會後結語

- 元智大學 彭松村教授
  - 目前一直會遇到頻譜管理(郵電司)及電信政策(NCC)為不同單位管理的問題，如業者和客戶間的關係，是電信政策(NCC)要去下苦功處理，以提升頻譜管理的層次。也同意業者所呼籲，應思考更高層次的問題。
  - 日、韓積極發展 5G，除提升國內電信服務品質外，更重要的是電信業和製造業的合作，將整套系統能進行外銷。目前國內有聽到經濟部有一些動作，但目前看到製造業和服務業合作的案例不多，希望能推動更多合作，才能發展國家產業特色。
- 成功大學 黃郁雯教授
  - 政策和管理制度上應有前瞻性，去帶動產業發展，但業者也有自主權去思考是否跟隨目前政策方向。如國內要發展 5G 是不是要讓國內設備製造業者也能跟著成為世界第一?若發展共識不明確，業者也無動力。
  - 開放是否能帶來競爭的利益，這件事情的正確性要再去思考，開放競爭產生的成本是否超過促進競爭的成本? 釋照是不是一定採拍賣、規劃成 N+1 的方式，讓國庫能夠進帳為唯一的規劃方式?應要能從更大的角度去看待及思考。
- 國家通訊傳播委員會 曾文方科長
  - 去年有預告基礎資源管理法，草案裡面邁向以頻率為核心的釋

照方式。

- 會裡面已經有意識到 2.1GHz 釋照複雜度很高，在一覽表公告後會密切討論拍賣機制、管理規則。

■ 交通部郵電司 沈信雄技正

- 3G 屆期處理的時間，郵電司的立場一直是希望能依原計畫於 105 年前完成，但因通傳會作業時間不及，所以目前郵電司欲上報的一覽表，預定時程已延後到 106 年，但詳細的時間點還在跟通傳會協商中。
- LTE 目前已從電信邁向專用電信的應用，如 PPDR 現在可用所有商用網路的頻段、下一代的鐵路通訊系統也可以用 LTE 網路進行，未來各種應用都集中在同一種技術，加上頻譜管理方式越來越多樣，如：LAA、LSA，頻譜是否仍能像現在這樣清頻乾淨、切割完整供競標，希望會越來越小。
- 未來更多元頻譜規劃方式的發展，要搭配通傳會匯流五法的規畫，當頻率跟執照是分開的，可能變成有執照的業者就可以來使用這個頻率，經營環境會大幅改變，有可能造成產業進入障礙會下降，這點值得大家一同思考。

附件 4- 中英文對照表

英文縮寫	英文全名	中文
16QAM	16-Phase Quadrature Amplitude Modulation	16 相位正交震幅調變
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代行動通訊合作夥伴組織工作小組
ACMA	Australian Communications and Media Authority	澳洲通訊與媒體管理局
AES	Advanced Encryption Standard	高階加密標準
-	Beamforming	波束成型
-	Beam Tracking	波束追蹤
BPSK	Binary Phase-Shift Keying	雙位元相位偏移調變
CA	Carrier aggregation	載波聚合
CDMA	Code Division Multiple Access	分碼多重進接
-	Cellular Network	蜂巢式網路
CSFB	Circult Switched Fallback	降回迴線交換連線
DTT	Digital terrestrial television	數位地上波電視
EIRP	Effective Isotropic radiated Power	等效率全相輻射功率
EHF	Extremely High Frequency	極高頻頻段
FCC	Federal Communications Commission	美國聯邦通信委員會
FDD	Frequency Division Duplexing	分頻雙工
-	Frequency Reuse Distance	頻率重複保留距離
GSA	Global mobile Suppliers Association	全球行動設備供應商協會
GSM	Global System for Mobile Communications	全球行動通訊系統
Hbb TV	Hybrid broadcast & broadband Television	廣播寬頻混和電視
HSPA	High-Speed Packet Access	高速封包存取
IDA	High-Speed Packet Access	新加坡資通訊發展局
IMT	International Mobile Telecommunications	國際行動通信
ITU	International Telecommunication Union	國際電信聯盟
KCC	Korean Communications Commission	韓國國家通信委員會
LAA	Licensed-Assited Access	執照輔助連線

LBT	Listen Before Talk	聽後發話技術
Line-of-Sight	-	視線傳播
LTE	Long Term Evolution	長期演進
LTE-U	Unlicensed LTE	免執照 LTE
LSA	Licensed Shared Access	授權共享接取
-	Macro cell	大型基地台
MIC	Ministry of Internal Affairs and Communication	日本總務省
-	Micro cell	基地台
MIMO	Multi-input Multi-output	多重輸入/多重輸出
NCC	National Communication Commission	中華民國國家通訊傳播委員會
NTIA	National Telecom & Information Administration	美國國家通信資訊局
OFCA	Office of the Communications Authority	香港電訊管理局
Ofcom	Office of Communications	英國通訊管理局
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	正交多頻分工
OTT	Over the top	OTT 服務
Pico Cell	-	微型基地台
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交振幅調變
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying	四位元相位偏移調變
-	Re-farming	重整現有頻譜
-	Small cell	微型基地台
SDL	Supplemental Downlink	補充下行頻段
SVLTE	Simultaneous Voice and LTE	雙卡雙待
TDD	Time Division Duplexing	分時雙工
WRC	World Radiocommunication Conference	世界電波通訊會議

柒、參考文獻

- 3GPP (2013.06)：Carrier Aggregation explained
- 3GPP (2015.12)：RP-152171
- ACMA (2014.09)：Five-year spectrum outlook 2014–18
- ACMA (2015.09)：Five-year spectrum outlook 2015–19
- APT (2015.02)：”PRELIMINARY VIEWS ON WRC-15 AGENDA ITEM 1.1 DEVELOPED BY APG15-4”
- CEPT (2014.02)：ECC Report 205 - Licensed Shared Access (LSA)
- CEPT (2014.11)：The licensing of 'Mobile bands' in CEPT
- CEPT (2014.11) ：CEPT Report 53 – To develop harmonized technical conditions for 694-790MHz (‘700MHz’) frequency band in the EU for the provisioin of wireless broadband and other uses in support of EU spectrum policy objectives
- CEPT (2015.03) ：ECC Decision (15)01 – Harmonised technical conditions for mobile/fixed communications networks (MFCN) in the band 694-790MHz including a paired frequency arrangement (Frequency Division Duplex 2×30 MHz) and an optional unpaired frequency arrangement (Supplemental Downlink)
- FCC (2010.03)：National Broadband Plan
- FCC(2015.04)：REPORT AND ORDER AND SECOND FURTHER NOTICE OF PROPOSED RULEMAKING
- GSA (2014.11)：Status of the Global LTE TDD Market
- GSA (2015.06)：Status of the LTE Ecosystem report

- GSA (2015.11)：Status of the LTE Ecosystem report
- GSA (2015.07)： Evolution to LTE report
- GSA (2015.10)： Evolution to LTE report
- GSMA (2013.02)：Licensed Shared Access (LSA) and Authorised Shared Access (ASA)
- GSMA (2014.06)： Public Policy Position “Mobile spectrum requirements and target bands for WRC-15”
- iDA (2014.06)：Smart Nation Platform Factsheet
- iDA (2015.01) ：Information Paper: Short-term Assignment of Unassigned Spectrum in the 2.3GHz and 2.5GHz TDD Spectrum Bands
- iDA (2015.07)：SECOND CONSULTATION ON PROPOSED FRAMEWORK FOR THE ALLOCATION OF SPECTRUM FOR INTERNATIONAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS (“IMT”) AND IMT-ADVANCED SERVICES AND FOR THE ENHANCEMENT OF COMPETITION IN THE MOBILE MARKET
- iDA (2015.08)：Infocomm Media 2025
- iDA：Guidelines on Submission of Application for Market Trial Licence
- ITU-R(2015.12) ：Provisional Final Acts WRC-15
- ITU-R M.2015-1 (2015.02)：Frequency arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in UHF bands in accordance with Resolution 646 (Rev.WRC-12)

- ITU-R M.2072 (2006.11)：World mobile telecommunication market forecast
- ITU-R M.2078 (2007.10)：Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced
- ITU-R M.1768-1 (2013.04)：Methodology for calculation of spectrum requirements for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications
- ITU-R M.2289 (2013.12)：Future radio aspect parameters for use with the terrestrial IMT spectrum estimate methodology of Recommendation ITU-R M.1768-1
- ITU-R M.2290 (2013.12)：Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT
- Networking and Information Technology Research and Development (2015)：Federal-Commercial Spectrum Sharing Workshop : Models, Applications, and Impacts of Incentives for Sharing
- NOKIA (2014.11)：LTE for unlicensed spectrum (Nokia white paper)
- OFCA (2014.03)：Spectrum Release Plan for 2014 – 2016：
- Ofcom (2013.11)：2.3 and 3.4 GHz spectrum award
- Ofcom (2014.04)：Spectrum Management Strategy
- Ofcom(2015.05)：Public Sector Spectrum Release: Award of the 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands
- Qualcomm Research (2014.06)：HSPA Supplemental Downlink
- US DOT(2014.12)：2015-2019 Strategic Plan
- 日本總務省平成 25 年度情報通信審查會情報通信技術分科會「攜

帶電話等高度化委員會報告」(2013)

- 日本総務省 (2015)：情報通信白書
- 日本総務省無線電頻譜利用官方網站 (2015)
- 政治科學論叢(2003 年 12 月)：第 203 頁-第 244 頁
- 財團法人資訊工業策進會 (2013.11)：2012 年數位內容產業年鑑
- 鬼木甫(2015.05)：海外各國頻譜拍賣導入狀況
- 華為(2013.02)：Whitepaper on Spectrum
- 愛立信(2015.06)：行動趨勢報告

- 台灣 NCC 網頁，

http：//www.ncc.gov.tw/

- NCC 頻率資料庫查詢系統網頁，

http：//freqdbo.ncc.gov.tw/portal/index.aspx

- 資策會 FIND 網頁，

http：//www.find.org.tw/find/home.aspx

- 行政院主計處網頁，

http：//www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1

- Asia-Pacific Telecommunity 網頁，

http：//www.aptsec.org/

- CEPT 網頁，

http：//www.cept.org/

■ 3GPP 網頁，

http：//www.3gpp.org

■ GSA 網頁，

http：//www.gsacom.com/

■ 4G America 網頁，

http：//www.4gamericas.org/

■ GTI 網頁，

http：//www.LTE TDD.org/

■ 韓國 KCC 網頁，

http：//www.kcc.go.kr/user.do

■ 英國 Ofcom 網頁，

http：//www.ofcom.org.uk/

■ 日本總務省網頁，

http：//www.soumu.go.jp/

■ 澳洲 ACMA 網頁，

http：//www.acma.gov.au/

■ 美國 FCC 網頁，

http：//www.fcc.gov/

■ 新加坡 iDA 網頁，

http：//www.ida.gov.sg/

■ 香港 OFCA 網頁，

http：//www.ofca.gov.hk/

■ 中國大陸工信部網頁，

http：//www.miit.gov.cn/n11293472/index.html

■ Qualcomm 網頁，

http：//www.qualcomm.com/

■ Ericsson 網頁，

http：//www.ericsson.com/

■ 日本 NTT DoCoMo 網頁，

http：//www.nttdocomo.co.jp/

ISBN：978-986-04-8126-6

GPN：1010500274
定價：1200 元