106 年委託研究報告

「第三代行動通信業務執照屆期再釋照作業之政策規劃研究」委託研究案

期末報告

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會

中華民國 106 年 12 月 22 日

106 年委託研究報告

GRB 系統編號：PG10601-0085

「第三代行動通信業務執照屆期再釋照作業之政策規劃研究」委託研究案

期末報告

受委託單位

台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司

計畫主持人

陳志仁

協同主持人

樊沁萍

研究人員

郭力慈、王懷賢、莊雅喬

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 106 年 12 月

目次

目次 I

表次 IV

圖次 VI

第 1 章 研究計畫概述 13

第 1 節 計畫背景 13

第 2 節 計畫目的 14

第 3 節 計畫架構 15

第 4 節 進度說明 16

第 2 章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照規劃探討 20

第 1 節 頻譜區塊大小設定探討 21

第 2 節 頻譜取得優先權開放與否探討 30

第 3 節 釋照後未得標者之處理探討 32

第 3 章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照競價機制研析與設計 33

第 1 節 釋照拍賣標的及 SMRA 制度 33

第 2 節 二階段競價機制 36

第 3 節 其他相關 SMRA 制度設計細節 53

第 4 章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照頻譜價值與底價建議 56

第 1 節 我國行動通訊市場 56

第 2 節 底價探討架構與頻譜價值評估方法 65

第 3 節 2100MHz 頻段價值評估－收益還原法 74

第 4 節 2100MHz 頻譜價值評估－ADMINISTRATIVE PRICING 法 84

第 5 節 2100MHz 頻譜價值評估－最高得標標金預估 87

第 6 節 1800MHz 頻譜價值評估－收益還原法 91

第 7 節 1800MHz 頻譜價值評估－最高得標標金預估 95

第 8 節 2100MHz 與 1800MHz 底價建議 99

第 5 章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照相關配套與管理規則建議 108
第 1 節 第三代行動通信業務移轉之配套 108
第 2 節 釋照得標者權利義務 111
第 3 節 消費者權益保障之配套 125
第 4 節 行動寬頻業務管理規則修正建議 127
第 5 節 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照結果分析 155
第 6 章 近年標竿國家行動通信釋照作業分析 159
第 1 節 新加坡 160
第 2 節 香港 171
第 3 節 澳洲 178
第 4 節 美國 184
第 5 節 英國 193
第 6 節 德國 198
第 7 節 韓國 202
第 7 章 主要國家行動寬頻頻譜監理情形調研 207
第 1 節 各國行動寬頻頻譜總量及交易管制之調研 207
第 2 節 各國國際行動寬頻頻譜共享之相關議題調研 217
第 3 節 各國 PPDR 之發展現況與監理方法調研 229
第 4 節 我國產業界對行動寬頻頻譜交易與共享機制探討 239
第 5 節 小結與建議 242
第 8 章 主要國家行動寬頻業者合作共享模式調研 243
第 1 節 各國行動寬頻共用基礎建設現況評估 243
第 2 節 各國行動寬頻漫遊服務監理機制現況調研 253
第 3 節 各國推動虛擬行動通信業務現況調研 262
第 4 節 各國後置電路(MOBILE BACKHAUL)批發服務開放現況 276
第 5 節 各國行動寬頻業者策略聯盟與合併之監管調研 280
第 6 節 我國產業界對行動寬頻業務共享模式探討 285
第 7 節 小結與建議 286

第 9 章 各國物聯網發展調研.....287
第 1 節 物聯網技術發展與頻譜規劃.....287
第 2 節 各國物聯網產業與監理制度發展.....294
第 3 節 我國產業界對物聯網發展需求與管理模式探討.....308
第 4 節 小結與建議.....314
第 10 章 各國 5G 行動寬頻發展調研.....315
第 1 節 5G 技術與應用情境發展.....315
第 2 節 各國 5G 頻譜規劃與監理制度發展.....322
第 3 節 我國產業界對 5G 發展需求與管理模式探討.....327
第 4 節 小結與建議.....329
第 11 章 結論與建議.....332
參考書目.....337
附錄.....340
附件 1— 每周會議與協助會議之列表.....340
附件 2—公開說明會(I)：偏鄉地區無線通訊普及推動措施討論.....343
附件 3—公開說明會(II)：電信級物聯網發展與監理機制方向探討.....346
附件 4—專家學者座談會（一）：我國行動寬頻頻譜交易與共享機制探討.....350
附件 5—專家學者座談會（二）：我國行動寬頻業務共享模式探討.....352
附件 6—專家學者座談會（三）：我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討.....355
附件 7— 中英文對照表.....359
附件 8—期中報告審查意見回覆表.....361
附件 9—期末報告審查意見回覆表.....365

表次

表 1-1 報告章節與工作項目對應表 16
表 2-1 本次釋照競標頻譜區塊與上限規劃建議 29
表 4-1 近年行動通訊市場單一用戶每月去話量變化趨勢 58
表 4-2 我國各業者頻譜持有現況 64
表 4-3 2100MHz 收益還原法頻譜價值計算情境 79
表 5-1 國際頻譜執照義務規範案例 112
表 5-2 各國頻譜交易閉鎖期之規定 120
表 5-3 「行動寬頻業務管理規則」修正建議 127
表 5-4 第三次行動寬頻業務釋照數量階段結果 155
表 6-1 新加坡 2016 年釋出頻譜 160
表 6-2 新加坡 2016 年競標規劃 161
表 6-3 新加坡 2016 年各競標頻段底價 165
表 6-4 新進入得標者覆蓋義務 168
表 6-5 非新進入得標者覆蓋義務 168
表 6-6 新加坡 2016 年各頻段區塊上限 169
表 6-7 新加坡 2016 年一般頻譜競標階段之競標結果 170
表 6-8 香港 2100MHz 頻段底價設定 176
表 6-9 香港 2100MHz 頻段釋照競標結果 177
表 6-10 澳洲 2015 年 1800MHz 競標標的 178
表 6-11 澳洲 1800MHz 頻段釋照競標底價 180
表 6-12 德國 2015 年頻譜競標標的 198
表 6-13 德國 2015 年頻譜競標之區塊評價 200
表 6-14 德國 2015 年頻譜競標結果 201
表 6-15 韓國 2016 年多頻段頻譜競標標的 202
表 6-16 韓國 2016 年競標之網路佈建義務 204
表 6-17 韓國 2016 年競標之同時取得區塊 D 和 E 之網路佈建義務 205
表 6-18 韓國 2016 年競標活動要求 206
表 6-19 韓國 2016 年競標結果 206

表 7-1 各國業者頻譜持有上限及交易管制 208
表 7-2 各區域 PPDR 頻段規劃建議 229
表 7-3 ECC 所定義之 PPDR 頻段 233
表 7-4 行動寬頻頻譜持有上限及交易管制業者意見整理 240
表 7-5 行動寬頻頻譜共享監理機制業者意見整理 241
表 8-1 德國電信業者於歐盟境內外漫遊費率差異 259
表 9-1 我國電信業者物聯網採用技術 311
表 9-2 我國物聯網發展業者回饋 313
表 10-1 3GPP REL-15 討論之 5G 頻段 317
表 10-2 FCC 開放毫米波頻段 322
表 10-3 英國 5G 相關頻段目前進度 323
表 10-4 我國 5G 發展業者回饋 328
表 10-5 各國 5G 頻譜規劃討論頻段 329

圖次

圖 1-1 本計畫工作項目架構 15
圖 2-1 本次執照釋出範圍－2100MHz 20
圖 2-2 本次執照釋出範圍－1800MHz 20
圖 2-3 虛擬位址與實際位置之比較 22
圖 2-4 大區塊與小區塊之比較 23
圖 2-5 本次 2100MHz 釋出範圍與小區塊規劃 24
圖 2-6 本次 1800MHz 釋出範圍與區塊規劃討論 26
圖 2-7 本次 2100MHz 單一頻段上限設定討論 27
圖 3-1 2100 MHz 頻率使用現況 33
圖 3-2 1800 MHz 頻率使用現況、標價及原使用業者位置 34
圖 3-3 數量階段標單範例 37
圖 3-4 德國 2015 年 6 月 4G 釋照結果 38
圖 3-5 範例一位置安排結果 43
圖 3-6 範例二位置安排結果 44
圖 3-7 位置階段案例可能位置 45
圖 3-8 遠傳標單範例 45
圖 3-9 台灣之星標單範例 46
圖 3-10 台灣大哥大標單範例 46
圖 3-11 中華電信標單範例 46
圖 3-12 新業者標單範例 47
圖 3-13 操作範例一各家業者標金 47
圖 3-14 操作範例一各位置總標金 48
圖 3-15 操作範例二各家業者標金 48
圖 3-16 操作範例二各位置總標金 49
圖 3-17 操作範例三各家業者標金 49
圖 3-18 操作範例三各位置總標金 50
圖 3-19 操作範例四各家業者標金 50
圖 3-20 操作範例四各位置總標金 51

圖 3-21 1800MHz 頻段排列組合方式－兩家業者得標 52
圖 3-22 1800MHz 頻段排列組合方式－三家業者得標 52
圖 4-1 近年行動通訊用戶數變化趨勢 56
圖 4-2 近年行動通訊用戶 ARPU 變化趨勢 57
圖 4-3 近年行動通訊市場總去話量變化趨勢 58
圖 4-4 4G 用戶每月數據總傳輸量變化趨勢 59
圖 4-5 平均每一 4G 用戶每月數據傳輸量變化趨勢 60
圖 4-6 國際用戶每月平均數據傳輸量預測 61
圖 4-7 我國每季行動通訊市場營收組成變化 62
圖 4-8 我國行動寬頻頻譜釋出與使用現況 63
圖 4-9 理論底價評估架構 66
圖 4-10 2100MHz 及 1800MHz 釋出頻段未來發展趨勢 67
圖 4-11 本次研究案頻譜價值評估觀點 68
圖 4-12 每年頻譜價值計算方法 69
圖 4-13 收益還原法總頻譜價值計算 70
圖 4-14 收益還原法及 AP 法理論比較 72
圖 4-15 預估最高得標標金計算流程 73
圖 4-16 2100MHz 頻段之頻譜價值分析之兩種服務假設 75
圖 4-17 5G 通訊之技術內容與規格需求 76
圖 4-18 5G 通訊之潛在應用情境 77
圖 4-19 語音需求設定背景 78
圖 4-20 語音服務收入計算公式 80
圖 4-21 語音假設甲、乙每年總語音收入 81
圖 4-22 數據服務營收計算方法 82
圖 4-23 2100MHz 收益還原法各情境頻譜價值計算結果 83
圖 4-24 2100MHz 替代情境假設 85
圖 4-25 2100MHz 以 AP 法計算頻譜價值 86
圖 4-26 2100MHz 頻譜執照期間頻率使用費 87
圖 4-27 2100MHz 頻段預估最高得標標金 88
圖 4-28 2100MHz 頻段與各頻段過去競標結果比較 89

圖 4-29 2100MHz 頻段頻譜價值國際比較 90
圖 4-30 1800MHz 競標結果得標業者情境假設 92
圖 4-31 1800MHz 以收益還原法法計算頻譜價值 94
圖 4-32 1800MHz 頻譜執照期間頻率使用費 95
圖 4-33 1800MHz 頻段預估最高得標標金 96
圖 4-34 1800MHz 頻段與各頻段過去競標結果比較 97
圖 4-35 1800MHz 頻段頻譜價值國際比較 98
圖 4-36 理論底價計算方式 99
圖 4-37 回合數與折扣率之關連 100
圖 4-38 折扣率設定策略意涵 101
圖 4-39 經折扣後之建議底價 103
圖 4-40 底價設定建議組合 104
圖 4-41 底價設定建議組合 I 與 III 比較 105
圖 4-42 本次拍賣建議底價彙整 107
圖 5-1 美國普及服務基金案例 114
圖 5-2 英國基礎設施共享案例 115
圖 5-3 英國基礎設施共享案例－第三方基礎設施供應商 115
圖 5-4 2014 年公開諮詢之 DCMS 四項建議 116
圖 5-5 英國基礎設施共享案例－合資公司 117
圖 5-6 英國 DCMS 2014 年與四家主要業者達成協議項目 118
圖 5-7 美國 600MHz 拍賣規劃 121
圖 5-8 激勵拍賣不當得利（UNJUST ENRICHMENT）避免措施 122
圖 5-9 2008 年 AWS 開放競標頻段 123
圖 5-10 AWS 拍賣對新進業者相關規範 124
圖 5-11 我國第 3 次行動寬頻業務釋照結果 156
圖 6-1 香港 3G 業務頻段分配現狀 171
圖 6-2 香港 3G 業務頻段屆期規劃處理時程 172
圖 6-3 香港 3G 業務頻段屆期三種候選規劃方式 172
圖 6-4 香港 3G 業務頻段屆期 2013 年 11 月 15 日公告釋出方案 173
圖 6-5 香港 3G 業務頻段實際拍賣頻段 174

圖 6-6 澳洲 2015 年 1800MHz 競標結果 183
圖 6-7 INCENTIVE AUCTION 規劃頻段分配方式 184
圖 6-8 INCENTIVE AUCTION 規劃頻段分配方式 186
圖 6-9 INCENTIVE AUCTION – REVERSE AUCTION 流程 187
圖 6-10 INCENTIVE AUCTION – REVERSE AUCTION 中 BASE CLOCK PRICE 計算方式 188
圖 6-11 INCENTIVE AUCTION- FORWARD AUCTION CLOCK PHASE 流程 189
圖 6-12 INCENTIVE AUCTION – FORWARD AUCTION 中資格點數計算方式 . 190
圖 6-13 INCENTIVE AUCTION 結果-得標金額支付前 10 大無線通訊業者 192
圖 6-14 英國 2.3GHz 頻譜規劃 193
圖 6-15 英國 3.4GHz 頻譜規劃 194
圖 6-16 英國 2.3GHz 與 3.4GHz 拍賣執行方式 195
圖 6-17 韓國 2016 年競標頻段 203
圖 7-1 美國頻譜交易規範 209
圖 7-2 美國頻譜交易審核過程 210
圖 7-3 美國頻譜租賃分類 211
圖 7-4 英國頻譜交易分類 212
圖 7-5 英國頻譜轉讓分類 213
圖 7-6 英國 L-BAND 轉讓歷程 214
圖 7-7 各國頻譜共享機制比較 217
圖 7-8 美國頻譜共享管理系統架構 219
圖 7-9 美國 CITIZENS BROADBAND RADIO SERVICE 頻譜共享使用者分級規劃 220
圖 7-10 美國電信業者對 3.5GHz 共享機制管理規則修改建議 221
圖 7-11 歐洲未來商用頻段規劃 222
圖 7-12 LSA 頻譜共用方式之基本架構 223
圖 7-13 新加坡 SMART NATION PLATFORM 建置規劃 224
圖 7-14 新加坡 TVWS 頻段表 225
圖 7-15 新加坡 TVWS HPC 運作模式 226
圖 7-16 SWSPG TVWS 前導實驗案例 227

圖 7-17 日本 C-BAND 干擾測試結果 228
圖 7-18 REGION 3 寬頻 PPDR 規劃建議 230
圖 7-19 頻率供應計畫草案 - 800MHZ 規劃 230
圖 7-20 澳洲 PSMB 網路佈建方式比較 231
圖 7-21 美國 FIRSTNET 頻譜利用 232
圖 7-22 英國緊急服務網路建置規劃 233
圖 7-23 新加坡 800MHZ 規劃方式 235
圖 7-24 日本 PPDR－公共寬頻移動通訊系統應用示意圖 236
圖 7-25 韓國 PPDR－SAFENET 應用模式 237
圖 7-26「我國行動寬頻頻譜交易與共享機制探討」討論議題 239
圖 7-27 我國行動寬頻頻譜監理政策建議 242
圖 8-1 基礎建設共享分類 243
圖 8-2 基礎建設共享效益 244
圖 8-3 主動式基礎建設共享國際案例 245
圖 8-4 英國基礎設施共享面臨課題 246
圖 8-5 2014 年公開諮詢之 DCMS 四項建議 247
圖 8-6 英國基礎設施共享案例 248
圖 8-7 香港基礎建設共享案例 249
圖 8-8 日本對偏鄉建設的補助內容 251
圖 8-9 日本共享－JTOWER 252
圖 8-10 我國行動寬頻業務管理規則漫遊相關條文 253
圖 8-11 美國漫遊開放歷程 255
圖 8-12 美國漫遊開放基本標準與原則 256
圖 8-13 英國基礎設施共享面臨課題 257
圖 8-14 2014 年公開諮詢之 DCMS 四項建議 258
圖 8-15 日本 EMOBILE 漫遊至 NTT DOCOMO 區域範圍 261
圖 8-16 MVNO 分類方式 262
圖 8-17 GSMA 對 MVNO 分類方式及各類網路數占比 263
圖 8-18 國際 MVNO 發展趨勢 264
圖 8-19 PROJECT FI 收費機制 265

圖 8-20 英國 2015 行網接續費計算模型設定時程 267
圖 8-21 CIRCLES.LIFE 費率選擇方式 269
圖 8-22 日本近年 MVNO 產業發展 270
圖 8-23 日本業者進入 MVNO 事業策略 271
圖 8-24 日本朝向 FULL MVNO 開放之進程 272
圖 8-25 LINE MOBILE 計費方案 273
圖 8-26 各類 MVNO 業者未來發展趨勢 274
圖 8-27 香港寬頻網路公司服務承諾 277
圖 8-28 日本 2015 年電氣通信事業法修訂概要 279
圖 8-29 英國行動通訊市場狀況 282
圖 8-30「我國行動寬頻業務共享模式探討」討論議題 285
圖 8-31 我國行動寬頻業者合作共享模式監管建議 286
圖 9-1 世界 IOT 設備數量之推移與預測 287
圖 9-2 各國物聯網頻段規劃 288
圖 9-3 通訊技術發展趨勢 289
圖 9-4「資料主導的社會」城市治理未來趨勢 290
圖 9-5 M2M 應用服務之所需傳輸速率 291
圖 9-6 M2M 應用服務之所需傳輸速率 291
圖 9-7 LPWAN 技術比較 292
圖 9-8 三種窄頻物聯網(NB-IOT)布建方式 293
圖 9-9 美國物聯網發展綠皮書內容 294
圖 9-10 AT&T 物聯網發展及商業模式 295
圖 9-11 SIGFOX 發展模式 297
圖 9-12 中華人民共和國無線電管理條例 2016 年修訂重點 298
圖 9-13 至 2020 年服務水平的目標 298
圖 14 新加坡通訊傳播單位重組 300
圖 9-15 日本世界最先端 IT 國家創造宣言對應組織 301
圖 9-16 自動駕駛車之裝載媒體顯示內容 302
圖 9-17 交通 BIG DATA 活用現況與重點行動方案 303
圖 9-18 日本農業 IOT 應用概念圖 303

圖 9-19 日本 NTT DOCOMO 物聯網計費新方案 304
圖 9-20 韓國開放式創新 305
圖 9-21 韓國 SKT 物聯網計費方案 307
圖 9-22 韓國物聯網用戶數 307
圖 9-23「電信級物聯網發展與監理機制方向探討」討論議題 308
圖 9-24「我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討」物聯網討論議題 310
圖 9-25 台灣業者物聯網應用傳輸資費方案 312
圖 9-26 我國未來 IoT 發展建議 314
圖 10-1 近期國際對 5G 技術規格之共識 315
圖 10-2 ITU-R 之 5G 制定時程 316
圖 10-3 3GPP 之 5G 制定時程 316
圖 10-4「次世代行動服務實現計畫」之九大領域 318
圖 10-5 平昌冬奧 5G 服務示意圖 318
圖 10-6 日本智慧手術室概念圖 319
圖 10-7 自動駕駛發展藍圖 320
圖 10-8 新加坡 IMDA 諮詢中之 5G 潛在頻段 325
圖 10-9 「電波政策 2020 懇談會」潛在釋出頻段之盤點 325
圖 10-10「我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討」5G 討論議題 327
圖 10-11 我國 5G 行動寬頻發展建議 331
圖 11-1 我國 106 年釋照重點規劃整理 332
圖 11-2 收益還原法計算之頻譜價值 333
圖 11-3 透過預期回合數設定折扣率 333
圖 11-4 本次 3G 屆期釋照結果分析 335

第1章 研究計畫概述

第1節 計畫背景

因應 4G 技術的推出及各項應用之蓬勃發展，用戶端數據傳輸用量近年持續大幅成長，連帶頻譜需求也日趨供應不足，根據國際電信聯盟 ITU 所公佈之 2020 年頻譜需求預測模型，各國約為 1340~1960MHz，遠大於我國現釋出約 600MHz 之頻譜量。為此，頻譜之持續釋出、及頻譜使用效率之提升皆為必要，下一階段 106 年行動寬頻業務釋照作業，依交通部於 105 年 3 月 11 日公告之「第一類電信事業開放之業務項目、範圍、時程及家數一覽表」修正預告，最終預計於 106 年主要釋出頻段有將於107年底屆期之國內第三代行動通信業務執照(2100MHz)，及 1800MHz 頻段 C6 區塊，須針對此二頻段釋照機制、底價進行探討，其中 2100MHz 頻段為 UMTS 網路重要頻段，是我國行動語音通訊服務主要使用之網路，釋照機制設計上如何讓業者得以於屆期前後平順移轉網路，亦為本次研究重要課題。

頻譜使用效率提升，國際上現有透過基礎設施共享、動態頻譜共享等方式，除提升頻譜使用效率、也可降低業者經營成本;另國際上因應新型態服務之出現、及電信業競爭環境之變動，針對電信事業之身份認定方式、管理規則之調整、及 MVNO 政策上推動與否，皆為未來可能之行動寬頻業務管理規則調整議題。

另新無線通訊技術、及相關應用、產業之發展，也很可能影響相關管制規範，近年最熱門之應用，當屬物聯網及次世代行動寬頻通訊技術（5G），5G 技術標準將很可能於 2020 年前完成、物聯網技術尤其是強調廣域覆蓋之 LPWAN 相關標準業已陸續完成，進入激烈的應用競爭局勢。無論物聯網或 5G，皆與過去以用戶間通訊為主的技術或應用情境有許多的改變，跨入萬物相聯的情境，因此監管機關應持續掌握發展趨勢，預先研析監理機制可能之調整需求，以利推動我國產業之發展。

第2節 計畫目的

本計畫研究目的主要有三項：

1. 依照行政院核定之頻譜釋出頻段規劃，提出頻譜釋照相關建議，包含底價、競價機制、法規修訂、政策發展等。
2. 調研標竿國家，行動通訊應用如：DSA、TVWS、PPDR；及近年管理規則之調整，提出行動寬頻服務相關監理機制及法規修訂建議。
3. 調研標竿國家於次世代行動寬頻(5G)及物聯網發展趨勢，包含頻段規劃、產業趨勢、法規調整等，以提出我國監理機關具體因應措施建議。

預期協助主管機關於短中長期之業務執行、監理機制調整，都能順利推行。

第3節 計畫架構

研究團隊預計透過以下分析框架及工作項目(Task)，逐步完成本研究案之目標，如下圖所示。

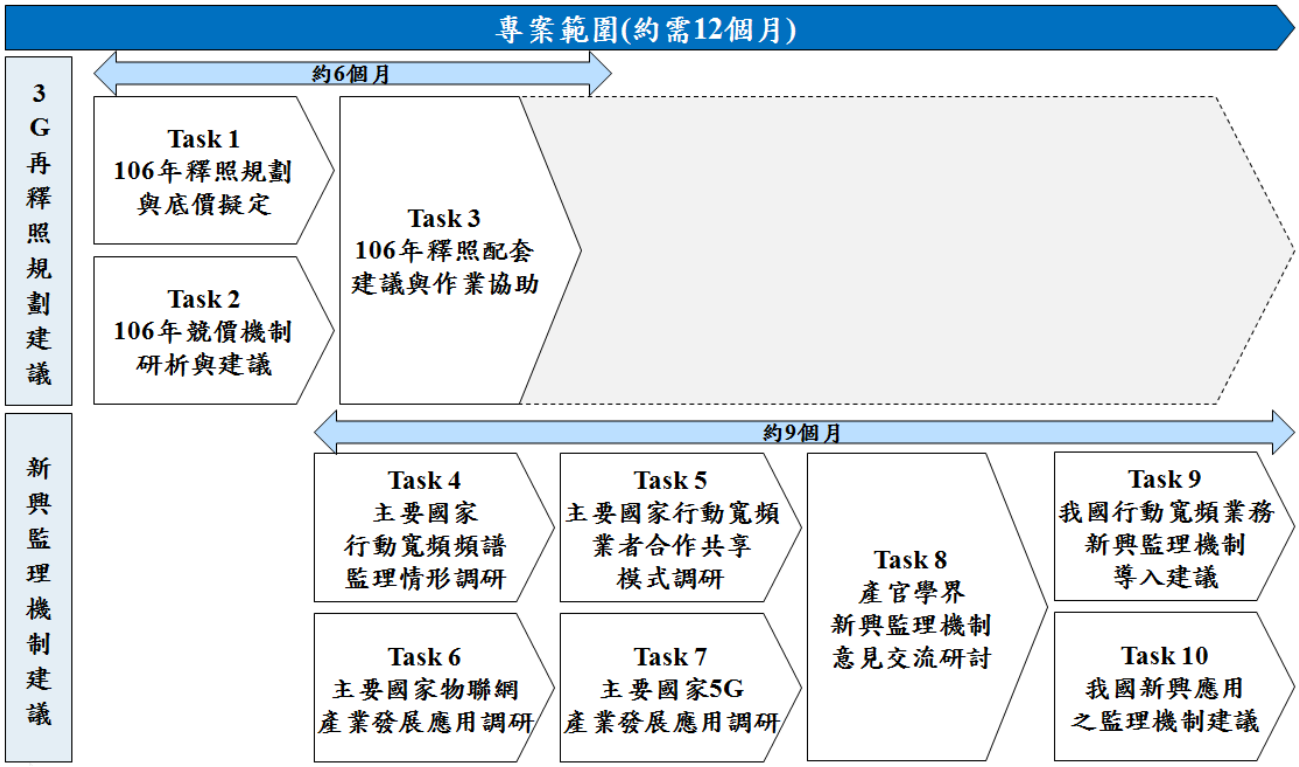


圖 1-1 本計畫工作項目架構

資料來源：研究團隊製作

第4節 進度說明

期中報告重點在於釋照相關規劃及建議，包含上頁圖示中之 Task 1~Task 3 之釋照規劃、競價機制、底價建議、配套措施建議等。期末報告除完善期中報告內容，亦已完成上頁圖示中之 Task 4~Task 10 部分，針對監理機制、新興技術之發展應用進行國際調研，並舉辦三場專家學者座談會，和產業界進行意見討論，以確保研究團隊所提建議方向符合我國發展需求。針對契約內容與研究團隊報告對應如下表整理：

表 1-1 報告章節與工作項目對應表

研究重點	工作項目對應	章節對應
1. 底價評估	**工作項目（一）第 1 點：** 研究提出釋照標的之合理底價：考量我國行動市場競爭環境、數位匯流發展趨勢、5G 技術標準演進、釋照方式等因素，並就本會行動寬頻業務 102 年及 104 年釋照底價及得標金等競價結果，綜整研析後，研提底價評估方式及釋照底價具體金額建議。	第 4 章
	工作項目（一）第 2 點（2）： 確認釋出頻譜使用情形，研究釋照競標區塊規劃（區塊大小、虛擬位址或實際位置）、維持市場競爭做法（單 1 業者可標得頻譜總量上限及各頻段上限、是否考量優先權或誘因設計、未得標業者因應處理機制）。	第 2 章
2. 競價機制方案	**工作項目（一）第 3 點：** (1)針對 3G 頻段配合頻譜規劃政策，委託拍賣領域之專家學者，研析各種競價方式（包括準型 SMRA、改良型 SMRA 等），提出分析報告及建議方案。 (2)提出之競價機制方案至少要包含二階段之競價方式可行性，並應就相關機制（如資格點數的設計、棄標方式、位置階段之業者協商原則及一次性密封標處理方式、公開競價資訊對業者意願之影響	第 3 章

	等）提出理論基礎及分析報告，及建議之理由。 (3)受託單位需協助設計完整競價流程,並配合本會進行模擬競價測試與沙盤推演，以確保競價機制之公平性及可操作性，並於本會辦理釋照競價作業時，協助完成競價各階段工作。	
3, 管理規則草案	**工作項目（一）第 4 點：** (1)就前開釋照規劃、底價訂定及競價機制之相關成果，研提管理規則修正條文。 (2)依循本會自開放行動寬頻業務以來各項彈性管制措施前例，研究 3G 業者於執照效期內，合作提供行動語音 CSFB 服務之可行性與辦理方式（如以事業計畫書及系統建設計畫妥善規範其與其他相同業務或不同業務業者間之合作設置方式及基地臺設備移轉），並就後續其設備如何轉換為行動寬頻異質網路之一部份，併研提相關監理機制需配合調整方式，及管理規則具體修正建議。 (3)研究後續得標者權利義務（商轉條件納入偏鄉建設、基地臺涵蓋率規定、3G 維持既有涵蓋率義務及條件等）之具體處理方式與修法建議。 (4)針對 3G 業務將於 107 年 12 月屆滿，研提執照屆期後消費者權益保障之相關措施，並徵詢國內民法專家，探討屆時相關服務如何轉由行動寬頻業務經營者接續提供，以及消費者轉向行動寬頻業務經營者締結契約之簡易轉換機制，研提配套監理機制及管制革新措施，並考量業者如須辦理移頻之建議方案。 (5)配合本會政策規劃，研提管理規則修改與建議。	(1)第 5 章第 4 節 (2)第 5 章第 1 節 (3)第 5 章第 2 節 (4)第 5 章第 3 節 (5)第 5 章第 4 節
4, 國際釋照案例	**工作項目（一）第 2 點（1）：** 配合本會就 3G 服務平順移轉、市場公平競爭、頻譜有效運用及前瞻監理思維等政策目標，蒐集至少 7 個國家（應包含美國、英國、德國、香港及新加坡）近年辦理或規劃中之行動通信釋照完整競價機	第 6 章

	制及其對應政策目標及論述，並分析與其國情及產業特色之關聯性。	
5, 國際行動寬頻管理機制調研	**工作項目（二）研蒐世界先進國家（至少 7 國，包含美國、英國、德國、香港及新加坡等國）對於行動寬頻業務之相關管理機制，包括法規、政府政策文件等，本項研究內容包含：** 1.1GHz 以下頻段的總量管制研究（包含放寬之利弊得失、世界各國之規管措施、1GHz 以下與其他頻段之佈建成本、訊號涵蓋傳輸特性等比較）。 2.監理措施之改進建議方案（包含業者策略聯盟之認定、漫遊之規管措施及開放程度、業者合併之認定及審核標準）。 3.研究虛擬行動通信業務（MVNO）及基地臺後置電路（mobile backhaul）批發服務，世界各國之開放情形及監理方法，並提出適合我國之建議方案（包含新開放此項新業務之法規建議條文）。 4.研究世界各國對 PPDR、動態頻譜共享（Dynamic Spectrum Sharing）、電視空白頻譜（TV White Space）及頻譜交易之開放情形及相關監理方法。 5.評估部分及全面開放共用基礎建設及共用頻率對整體電信市場之影響，並分析世界各國對共用基礎建設及共用頻率之開放程度及管制方法。	1.第 7 章第 1 節 2. 第 5 章第 2 節、第 8 章第 5 節、第 8 章第 2 節 3. 第 8 章第 3 節、第 8 章第 4 節 4. 第 7 章第 3 節、第 7 章第 2 節 5. 第 8 章第 1 節、第 7 章第 2 節
6, 國際次世代寬頻及物聯網發展及管理機制調研	**工作項目（三）研析世界主要先進國家（至少 7 國，應包含美國、英國、法國、日本及韓國等已進行規劃之國家）次世代行動寬頻（5G）及物聯網（Internet of Things）相關產業之技術發展、應用發展與各國監理機構之因應政策及措施。本項研究內容包含：** 1.研究消費者、物聯網、M2M 產業對行動通信之頻寬需求，並研析國際上有關 5G 行動寬頻新興頻段之頻譜規劃，提出我國未來行動寬	第 9 章、第 10 章

	頻頻譜釋出建議。 2.研析世界主要先進國家相關產業發展 (1)技術面：至少包括 LAA（Licensed Assisted Access）、LTE 使用未授權頻譜（LTE in unlicensed spectrum, LTE-U）、同時同頻全雙工（CCFD）、LTE Cat.M 與窄頻物聯網（NB-IoT）、低功率廣域（Low Power Wide Area, LPWA）網路技術等。 (2)應用面：至少包括 5G、物聯網、M2M 產業等相關應用。 (3)各國監理機構之因應政策及措施。 3.分析先進國家對於物聯網之開放情形及相關監理方法，並提出物聯網對行動通信業務監理機制之調整建議方案。 4.對次世代行動寬頻（5G）之技術標準、頻譜資源、應用服務等產業趨勢，進行資料蒐集，並就監理現況後續可能遭遇之問題進行研析。	

資料來源：研究團隊製作

第2章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照規劃探討

根據 106 年 4 月 18 日行政院核定公告之「第一類電信事業開放之業務項目、範圍、時程及家數一覽表」，因應第三代行動通信(3G)業務執照將於 107 年底屆期，規劃釋出 2100MHz 頻段，並規劃將第一次行動寬頻業務釋照未釋出的部分 1800MHz 頻段一併釋出，總計共 150MHz 頻寬。同時，為保障偏遠地區居民的行動上網權益，要求上述得標業者應於事業計畫書中載明逐年增加偏遠地區高速基地臺建置數量及人口涵蓋率之時程計畫。

本次預計釋出之 2100MHz 頻段，包含目前由遠傳電信、台灣之星、台灣大哥大與中華電信四家業者所持有，即將於 107 年 12 月 31 日執照屆期的 1920-1975/2110-2165MHz 頻段，加上過去保留之 1975-1980/2165-2170MHz 頻段，共 2×60MHz 之頻寬進行釋出。

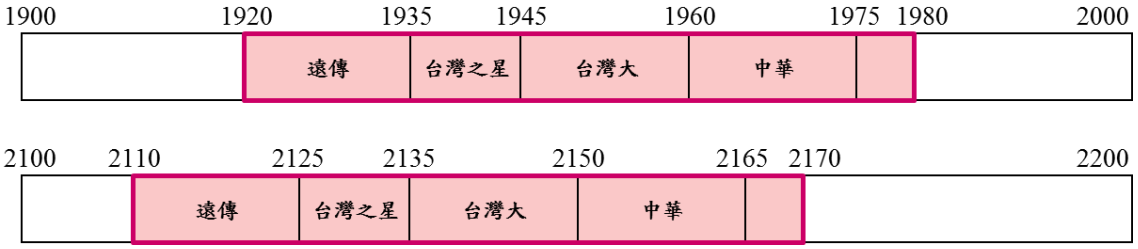


圖 2-1 本次執照釋出範圍－2100MHz

資料來源：研究團隊製作

本次預計釋出之 1800MHz 頻段，則為第一波行動寬頻釋照時，保留之 1770-1785/1865-1880MHz 頻段，共 2×15MHz 之頻寬進行釋出。



圖 2-2 本次執照釋出範圍－1800MHz

資料來源：研究團隊製作

為促使第三代行動電話之服務平順轉移，同時於本次釋照維持市場公平競爭，並且帶動此些頻譜有效運用，研究團隊將於本章探討釋照競標頻譜區塊與上限之設計、頻譜取得優先權開放與否、釋照後未得標者之處理等議題。

第1節 頻譜區塊大小設定探討

第三代行動電話業務與兩次之行動寬頻業務共 3 次之頻譜競標，我國皆採取大區塊實際位置的方式規劃競標，例如：第三代行動電話業務之 FDD 頻段的頻譜區塊分為 2×10MHz 與 2×15MHz 兩種，行動寬頻業務之 FDD 頻段的頻譜區塊則為 2×10MHz、2×15MHz 與 2×20MHz 三種。大區塊與實際位置之區塊規劃方式，可讓業者清楚標的，並使得競標程序簡單。不過，於 2013 年的第一波行動寬頻釋照,其中 900MHz 與 1800MHz 頻段為過去行動電話業務(2G)使用之頻段。中華電信、台灣大哥大及遠傳電信均為該些頻段之既有使用者，以至於競標過程中，發生業者間抓住對方期望取得既有位置，進而策略性墊高標金之狀況，甚至競標結果造成業者間互相標得對方之既有位置，不僅無法盡早佈建行動寬頻服務外，更衍伸訴訟問題。

本次釋照之 2100MHz 頻段亦為有既有使用者的頻段，且目前於該頻段提供的 3G 服務。根據通傳會公告資料，截至 106 年 4 月底仍有 904 萬的 3G 用戶；而且國際上與國內 VoLTE 發展仍處於初步階段，國內業者間的 VoLTE 互連服務尚未開始，因此 4G 用戶之語音服務仍以 CFSB 至 3G 網路方式提供；同時，亦有國際 3G 漫遊之需求。根據上述三大原因，3G 服務之延續為本次釋照面臨的重要挑戰。此外，本次釋照之 1800MHz 頻段為第一波未釋出的保留頻段，在面對該頻段已有既有使用者之狀況下，對於此次釋出的 C6 頻段(1770-1785/1865-1880MHz)的規劃亦面臨一大挑戰。因此，本節將針對競標頻譜區塊採虛擬抑或是實際位置、採大區塊或是小區塊，以及單一頻段頻寬取得上限與本次釋照所有頻段頻寬取得上限等議題進行探討。

一、 虛擬位址或實際位置之研析

近年來，國際上之頻譜拍賣出現許多虛擬位址的規劃方式。國內過去操作的實際位置，係指競標標的有固定頻寬大小且有固定頻率位置，例如：102 年釋照時 900MHz 頻段規劃為 B1(885-895/930-940MHz)、B2(895-905/940-950MHz)與 B3(905-915/950-960MHz)，共三個標的。有明確的競標標的所在之具體位置為其最大之優點，但會因既有經營者期待取得既有位置，可能造成策略性墊高標金之狀況發生。虛擬位址則是指競標標的有固定頻寬大小，但沒有固定頻率位置。雖然無法於競標時確定得標時之具體位置，競標過程中存有較大的不確定性。但，其保留競標標的具體位置之彈性，可避免造成策略性墊高標金之狀況發生。

	實際位置	虛擬位址
	競標標的有固定頻寬大小，且有固定頻率位置	競標標的有固定頻寬大小，但沒有固定頻率位置
優點	• 明確競標標的的具體位置	• 保留競標標的具體位置之彈性 • 避免造成策略性墊高標金之狀況發生
缺點	• 因既有經營者期待取得既有位置，可能會有策略性墊高標金之狀況發生	• 無法於競標時確定得標時之具體位置

圖 2-3 虛擬位址與實際位置之比較

資料來源：研究團隊製作

面對本次的釋照，為讓 2100MHz 頻段之取得不會再次發生前次 1800MHz 競標之結果，使得 3G 語音服務得以平順延續，研究團隊建議採取虛擬位址作為本次釋照之一大前提。然而，虛擬位址之作法與過去競標作法全然不同，需要採兩階段方式競標，第一階段決定各競標者取得多少頻寬之虛擬位址標的，再由第二階段決定虛擬位址標的之實際位置。詳細之競標機制將於第 4 章進行探討。

二、 區塊大小之研析

過去我國之釋照除了上述以實體位置為主外，均是搭配大區塊的規劃進行。由主管機關負責規劃出 2×10MHz、2×15MHz 或 2×20MHz 頻寬之區塊供競標者競標，此方式明確競標標的連續之區塊大小，可確保依最有效率頻寬釋出。不過，競標者無法依據其需求選擇適合之頻寬大小，並且容易於規劃階段定調得標業者數量，以過去第三代行動電話執照為例，當時劃分 A(2×15MHz)、B(2×10MHz)、C(2×15MHz)、D(2×15MHz)與 E(2×20MHz)共五張執照，即定調五間業者之空間。近年除了因為頻譜重整之因素，或開放讓業者自行選擇所需頻寬，國際上亦逐漸出現以 2×5MHz 之 LTE 基本營運單位的小區塊規劃方式。此方式讓競標者得依據需求決定競標之頻寬大小（區塊數量），但是也帶著無法於競標時保證競標標的之連續與否的隱憂，因此相關配套措施之建立將有助於改善此問題，例如：位置分配階段之優先原則為連續等。

	大區塊	小區塊
	由主管機關規劃出2x10MHz、2x15MHz或2x20MHz頻寬之區塊供競標者競標	以2x5MHz頻寬之區塊供競標者競標
優點	• 明確競標標的連續之區塊大小 • 透過區塊規劃，可確保依最有效率頻寬釋出	• 競標者得依據需求決定競標之頻寬大小（區塊數量）
缺點	• 競標者無法依據其需求選擇適合之頻寬大小 • 容易於規劃階段定調得標業者數量	• 無法於競標時保證競標標的之連續與否

圖 2-4 大區塊與小區塊之比較

資料來源：研究團隊製作

接著，將針對本次釋照之 2100MHz 頻段與 1800MHz 頻段，根據這兩個頻段不同的用途與背景，進行區塊大小之討論。

（一） 2100MHz 頻段

本次 2100MHz 頻段除了既有作為 3G 業務使用之 1920-1975/2110-2165MHz 的 2×55MHz 外，還加上過去保留未釋出之 1975-1980/2165-2170MHz 的 2×5MHz，合計之 2×60MHz 頻寬。此頻段為重要的 3G 網路使用頻段，承前述，考慮我國目前對於 3G 網路之需求，既有 3G 業務提供之業者能否平順延續其 3G 服務為本次釋照需考慮之因素。

觀察目前各 2100MHz 頻段既有 3G 業務提供者，分別擁有 2×15MHz、2×10MHz、2×15MHz 與 2×15MHz 之頻寬，若採大區塊方式規劃，不論採以 2×10MHz、2×15MHz 或 2×20MHz，甚至混和搭配方式，都會使部分業者必須面臨移頻之課題。為避免業者發生業者持有頻段互踩之課題再次上演，同時，保留給各競標者依據自行未來行動網路服務規劃，競標其所需要頻寬，研究團隊建議以 2×5MHz 之小區塊方式劃分成 12 塊供競標者競標。

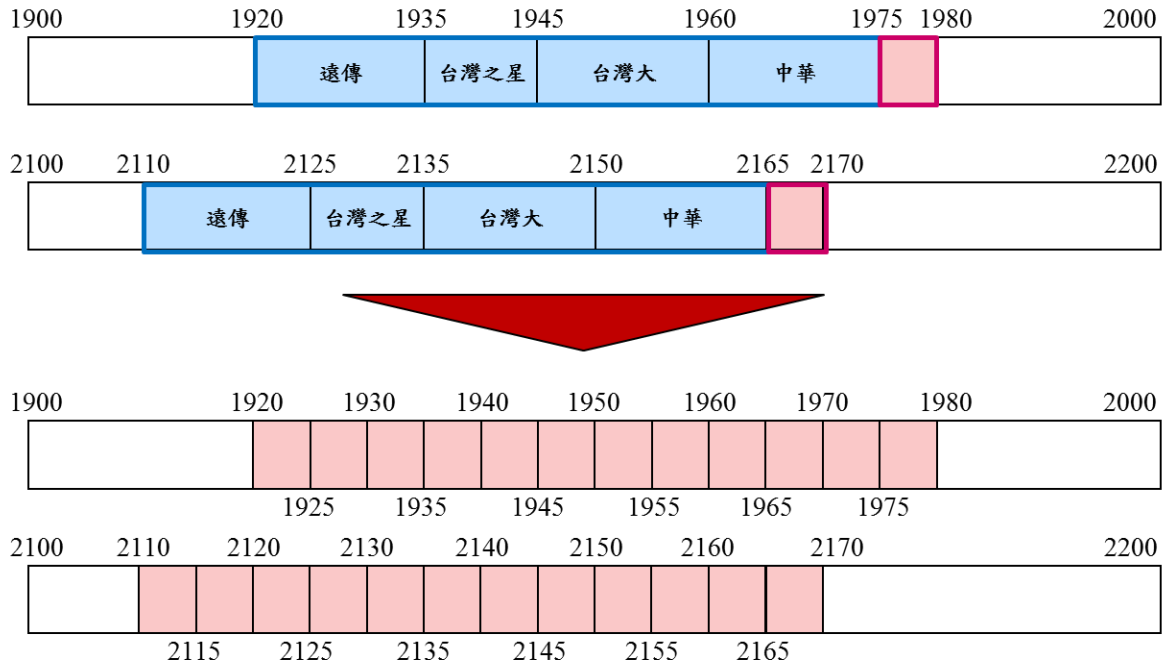


圖 2-5 本次 2100MHz 釋出範圍與小區塊規劃

資料來源：研究團隊製作

（二） 1800MHz 頻段

本次 1800MHz 頻段將釋出於第一次行動寬頻釋照時保留未釋出之 1770-1785/1865-1880MHz。由於 102 年時已經將 1710-1770/1805-1865MHz 頻段釋出，因此，此次釋出之 2×15MHz 頻寬應該與 2100MHz 一致採小區塊釋出，抑或是與前次釋出 1800MHz 一致採大區塊釋出為一重要議題。

承前面對於大小區塊的比較，1800MHz 頻段由於已於前次釋出大部分頻段，因此，對於剩餘的頻段之規劃方式，一個方式是延續前次 1800MHz 頻段釋出之精神，以 2×15MHz 之大區塊規劃，確保取得頻段者以有效率之大頻寬進行佈建與提供服務，不過此方式對於既有 1800MHz 頻段使用者而言，將無法依據需求適當地補充所需頻寬，因為既有 1800MHz 頻段使用者不見得需要這麼大區塊之頻段。例如：於此次釋出頻段鄰近之擁有者，或許只想要多獲得 2×5MHz 之頻寬，以合併為 2×20MHz 之最有效率之頻寬，但以大區塊規劃時，可能使得該業者不得不取得 2×15MHz 或是放棄競標此頻段。

然而，另一個方式是與本次的 2100MHz 頻段一樣採小區塊規劃，此方式便可讓競標者可依自身需求競標所需頻寬，以解決前段提及之議題；但是，相反地，對於非既有 1800MHz 頻段使用者，要競標此頻段時，便存有最終可能只取得 2×5MHz 之頻寬，可能無法提供足夠品質服務之風險，進而其競標策略，以至於存在一個小區塊流標之可能性。

研究團隊認為因為此次 1800MHz 頻段因為剩餘保留 2×15MHz 頻段之釋出，勢必與既有釋出狀況有所連動，大區塊與小區塊的規劃均有優點與缺點。大區塊之設計將對於尚未於 1800MHz 頻段取得頻譜之業者友善，小區塊之設計將對於已在 1800MHz 頻段取得頻譜之業者友善，端視主管機關對於此頻段之定位再進行適當之規劃。

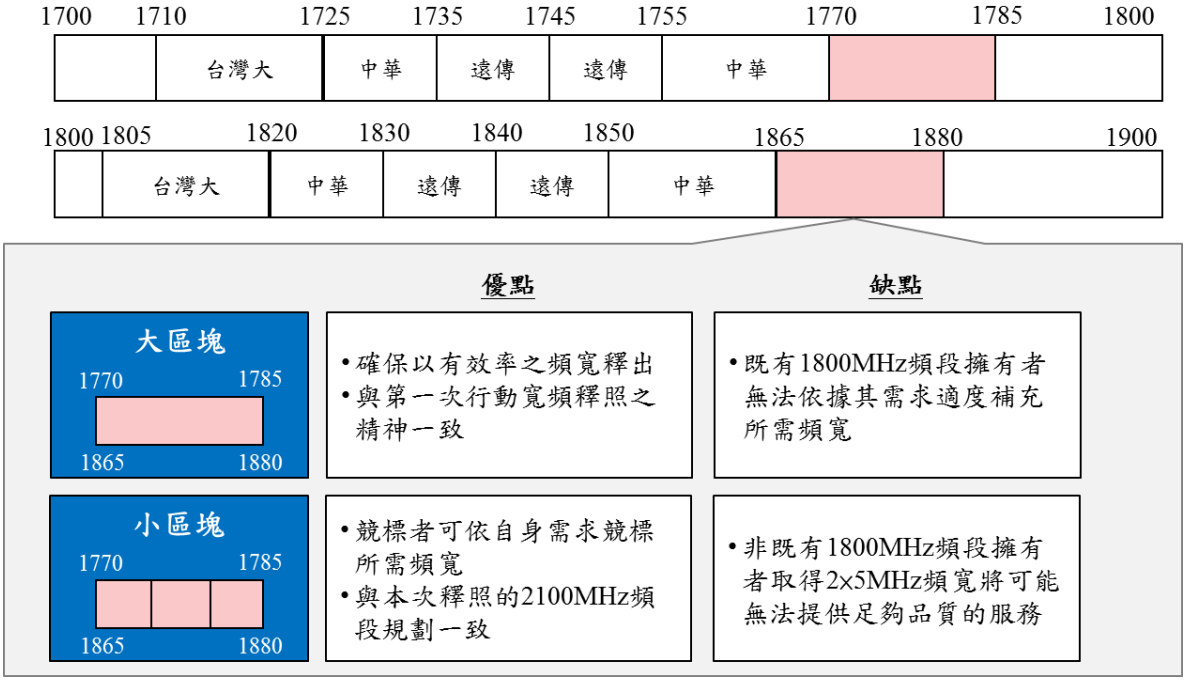


圖 2-6 本次 1800MHz 釋出範圍與區塊規劃討論

資料來源：研究團隊製作

三、 單一頻段取得頻寬上限之研析

於競標時，設定單一頻段取得頻寬之上限，乃為了避免單一業者於特定頻段上取得過多的頻段，以至於行動通訊市場環境受到影響。單一頻段上限設得較高，意指單一業者可擁有較多的頻寬，此方式將會使得競標過程中競爭較激烈；單一頻段上限設得較低，意指單一業者只能擁有較少的頻寬，此方式會使得更多業者取得頻譜，但同時也可能會使競價的競爭較和緩。因此，接下來，將針對本次釋出的兩個頻段的單一頻段取得頻寬上限進行探討。

（一） 2100MHz 頻段

因為 3G 服務（尤其是語音服務）之延續，2100MHz 頻段之再取得對於既有在此頻段上之業者而言，有其必要。研究團隊在此分別針對兩種上限進行比較，分別是 2×15MHz 與 2×20MHz。

若上限設定 2×15MHz，表示單一業者可於此頻段上最多僅能取得 1/4 之頻寬，

顯示將可能有 4 家以上業者取得頻段。此設定方式較可以確保既有業者取得2100MHz 頻段以維持 3G 語音服務，但是若從 LTE 技術之效率最佳之頻寬(2×20MHz)來看，此規劃方式將限制了業者追求最效率之頻寬。同時，因為可能有 4 家以上業者能取得此頻段，可能會使得此頻段之競爭較低。

若將上限設定 2×20MHz，較能讓業者以最有效率之頻寬來提供未來 4G 服務之品質，但是相反地，即表示在 2×60MHz 之頻段上，最少可能只有 3 家業者可以取得頻段，雖然能促使競標時的競爭，但也存在著無法確保既有業者取得2100MHz 頻段以維持 3G 語音服務之可能性。

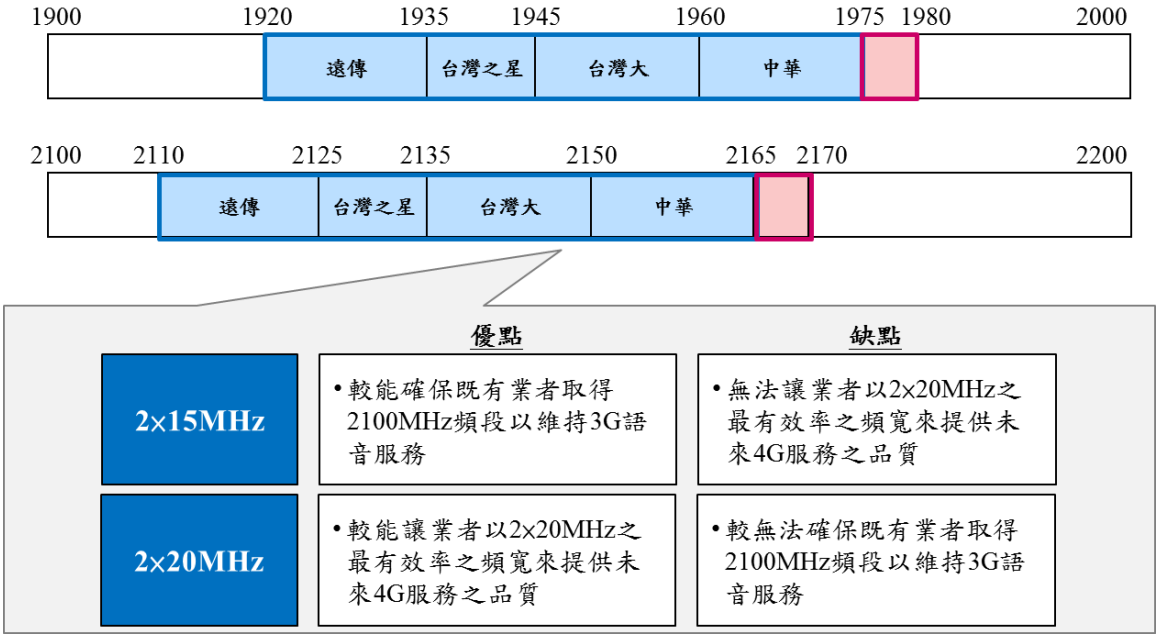


圖 2-7 本次 2100MHz 單一頻段上限設定討論

資料來源：研究團隊製作

不過，雖然3G服務之延續為2100MHz頻段釋出規劃時的重要考慮因素之一，但畢竟此次執照時間亦長達 15 年，3G 服務之延續應該只屬於短期重要議題，因此，應把眼光放得更遠一些，以最有頻譜使用效率之 2×20MHz 進行上限之設定，以利業者未來得以最佳之頻譜使用效率提供服務給國內行動通訊用戶。

（二） 1800MHz 頻段

102 年第一次釋出行動寬頻業務執照時,規定 1800MHz 等個別頻段取得頻寬上限為 1/2。根據研究團隊的觀察，當時的設定應該是因為當時為首次釋照，希望不要由單一業者獨拿個別頻段，以至於各業者之行動寬頻服務有極大之差距，因此進行此 1/2 上限之設定。然而，本次僅有釋出 2×15MHz 頻寬，因此，研究團隊認為不適合規定此次競標時於此頻段取得的上限。

另外，於研究案執行過程中，有收集到部分意見，希望本次 1800MHz 釋照能與前次釋照之 1800MHz 共同計算單一頻譜取得上限 1/2。不過，根據既有行動寬頻業務管理規則第 18 條之規定，除了針對單次競標設定個別頻段之取得頻寬上限外，僅有設定單一業者不可擁有超過行動寬頻業務總頻寬之 1/3，及 1GHz 以下總頻寬不得超過行動寬頻業務 1GHz 以下頻段總頻寬之 1/3，並未再針對單一頻段進行取得上限之設定。因此，研究團隊認為並不適合貿然於此次競標，追加對於 1800MHz 頻段之取得總頻寬上限。此外，本次釋照與 102 年之釋照為不同的兩次釋照，因此亦認為將前次上限規範延伸至本次釋照有所不妥。

四、 本次釋照所有頻段取得頻寬上限之研析

於 102 年第一次行動寬頻業務釋照時，根據公告競價者名單家數設定上限：若 5 家以上，該次取得總頻寬上限為 2×35MHz；若為 4 家，該此取得總頻寬上限為 2×40MHz；若 3 家以下，該此取得總頻寬上限為 2×45MHz。於 103 年第二次行動寬頻業務釋照時，設定該次取得總頻寬上限為 70MHz。均考慮行動通訊市場之競爭與平衡，以該次 1/3 之頻寬作為總頻寬之上限。

本次釋照將釋出 2×75MHz 之頻寬，研究團隊認為應延續過去之政策方向與設定原則，本次也以 1/3 之 2×25MHz 之頻寬作為總頻寬之上限。

五、 小結

綜合上述的四個議題，研究團隊認為本次釋照應在虛擬位址的前提之下規劃，以小區塊(2×5MHz)規劃 2100MHz 頻段，並以未來頻譜使用效率為主要考量，設定 2100MHz 頻段之取得頻寬上限為 2×20MHz，同時，延續過去原則，以 1/3 之 2×25MHz 之頻寬作為總頻寬之上限。相關研析結果彙整於下表。

表 2-1 本次釋照競標頻譜區塊與上限規劃建議

議題		建議
虛擬位址或實際位置		保留競標標的具體位置之彈性，採虛擬位址進行規劃
區塊大小	2100MHz	保留給各競標者依據其需求競標所需要頻寬，以 2×5MHz 之小區塊方式規劃
	1800MHz	延續前次釋照採大區塊規劃，將對尚未於 1800MHz 頻段取得頻譜之業者較友善；配合本次 2100MHz 規劃以小區塊規劃，同樣保留給各競標者依據其需求競標所需頻寬，將對已在 1800MHz 頻段取得頻譜之業者較友善，視主管機關對於此頻段之定位再進行適當之規劃
單一頻段取得頻寬上限	2100MHz	考慮長遠之頻譜使用效率與市場競爭，以 2×20MHz 作為 2100MHz 頻段取得頻寬上限
	1800MHz	對於本次僅有之 2×15MHz 頻寬不設取得上限
所有頻段取得頻寬上限		延續過去 1/3 原則，以 2×25MHz 之頻寬作為總頻寬之上限

資料來源：研究團隊製作

其中，對於 1800MHz 頻段之區塊大小，將與其他條件於競標過程中產生交互效果，尤其因為此次競標有部分業者屬於既有 1800MHz 頻段使用者，另外也有 1800MHz 頻段潛在新進擁有者。

當所有頻段取得頻寬上限為 2×25MHz 之狀況之下，若採取大區塊之方式釋出，將使得想要取得 1800MHz 頻段 2×15MHz 之頻寬的既有 1800MHz 頻段使用者，壓縮到其 2100MHz 頻段之取得(最多僅能取得 2×10MHz)，可能使得 2100MHz 頻段之競標競爭較為和緩，有機會使所有既有 2100MHz 頻段使用者均取得頻段，但也存在流標之風險。但此規劃方式，將可能使得 1800MHz 頻段潛在新進擁有者，明確取得一較有效率之頻寬之機會。

同樣，在所有頻段取得頻寬上限為 2×25MHz 之狀況之下，若採取小區塊之方式釋出，將使得想要取得 1800MHz 頻段 2×15MHz 之頻寬的既有 1800MHz 頻段使用者，有機會可以補充所需頻寬之方式進行競標。不過，便有機會使得 1800MHz 頻段潛在新進擁有者，存在只能取得 2×5MHz 零碎頻譜之機會，進一步可能導致 1800MHz 頻段之一個小區塊(2×5MHz)流標。

兩種規劃方式均有其潛在之風險，建議主管機關依據此頻段釋出之定位進行適當之區塊大小規劃。

第2節 頻譜取得優先權開放與否探討

由於本次釋出的頻段包含現階段作為 3G 服務之 2100MHz 頻段，承前述，我國截至 106 年 4 月底仍有 904 萬的 3G 用戶，國內之 4G 用戶之語音服務以 CFSB 至 3G 網路方式提供為主，且有國際 3G 漫遊之需求，因此，市場上對於 3G 服務之延續，特別是語音服務之延續有顯著之需求。因此，2100MHz 頻段之既有使用者均有期待能持續取得該頻段之頻譜，以延續 3G 之服務。

國際上有些國家對於既有使用之頻段會採取優先權之方式，使得既有業者能保障取得頻譜得以延續服務，例如：香港 2100MHz 頻段之再釋照，新加坡 900MHz 頻段之再釋照。香港讓既有業者有優先權利選擇 2×5MHz 之取得權，以確保 3G 服務之延續，並且採實際位置的方式確立優先取得之頻段後，再進行剩餘頻段之競標。新加坡同樣保留讓既有業者有優先權利選擇 2×5MHz 之取得權，不過先採虛擬位址取得頻寬，與其他數量階段取得頻寬，共同進入實際位置的競標以決定頻譜所在頻率。

於本次釋照是否要採取優先權，研究團隊從兩個面向來探討：適法性與公平性。根據我國預算法第 94 條規定，「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」，因此，若要使得本次 2100MHz 頻段之執照取得有行使優先權之作法，需要法律上之制定與多方協調。此外，針對 3G 業務執照的頻譜，本次僅將 2100MHz 頻段釋出，並沒有將 800MHz 頻段一併釋出。因此，若開放業者行使優先選擇權，將會使得目前在 800MHz 頻段之業者沒有 800MHz 頻段可以選擇，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。

因此，就法律現況與市場公平性的狀況下，研究團隊認為我國於本次釋照採取優先權給業者先行取得 2100MHz 頻段較不適切。然而，此做法可能會造成部分業者無法順利於 2100MHz 頻段取得頻譜，無法延續 3G 服務，對於此部分之處理將於下一節進行討論。

第3節 釋照後未得標者之處理探討

本次若沒有開放優先選擇權給既有業者先行取得 2100MHz 頻段，全以競標之方式釋出，將可能出現既有業者沒有得標之狀況。其中，於本章第 1 節以提出對於 2100MHz 頻段之取得頻寬上限提出建議，若採取 2×20MHz 之上限，便有機會使得最少僅有 3 家業者取得 2100MHz 頻段，而使得至少有 1 家業者無法於 2100MHz 頻段上得標。為避免發生此狀況以至於該未得標業者無法於延續 3G 服務或是 3G 語音服務，本節將探討潛在之解決方案。

3G 服務無法維持最大之課題為語音服務之延續，因為目前國內業者的 4G 用戶的語音多以 CSFB 至 3G 網路來處理。不過，可接受 CSFB 的網路並不僅是 3G 網路，2G (GSM)網路亦可作為 CSFB 之網路平台。雖然於 106 年 6 月底 2G 業務執照已依法屆期終止，不過 GSM 網路仍可能續存，為 CSFB 之另一個潛在之選項。現階段，亞太電信已運用其 900MHz 頻段建設 GSM 平台可供其 4G 用戶語音使用。而其他既有 3G 業務經營者，台灣之星與中華電信亦擁有 900MHz 頻段可用於建設 GSM 或 UMTS 平台提供電路交換語音回退(Circuit Switch Fallback, CSFB）之語音服務，遠傳電信、台灣大哥大與中華電信也擁有 1800MHz 頻段可用於建設 GSM 平台提供 CSFB 之語音服務。因此，若既有 2100MHz 頻段擁有業者無法取得 2100MHz 頻段，亦有其他方式可以解決語音服務延續之議題。

另一方面，我國截至 106 年 6 月底仍有 820.3 萬之 3G 用戶，約佔整體行動通訊市場用戶之 28.5%。自我國 4G 服務商轉後，用戶轉向 4G 服務之速度位居全球之冠，自 106 年 6 月底已達 2048 萬之用戶，隨著業者持續推動 2G 用戶與 3G 用戶轉 4G 用戶，4G 用戶佔整體之比例持續增加中。同時，伴隨 2G 執照屆期與此次釋照，主管機關已積極探討消費者服務契約簡易轉換機制，預期可使得 3G 業務屆期後之消費者移轉更加平順。

根據主管機關規劃之時程，本次釋照預計將於 106 年底前結束，保留一年之時間給各家業者做為緩衝，不論是進行 GSM 網路之布建或是及早推動 3G 用戶轉向 4G 用戶，均保有些許時間可以規劃與執行，期待不會對於未得標業者之用戶有過多之衝擊。

第3章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照競價機制研析與設計

本章第一節首先說明此次釋照拍賣標的及多回合上升拍賣（Simultaneous multiple-round ascending ,SMRA）拍賣制度。第二節詳細說明針對此次釋照政策問題情境所設計之二階段競價以及位置階段之安排原則與競標方式。第三節討論 SMRA 制度之其他相關設計細節，如資格點數、棄標方式、公開競價資訊等。

第1節 釋照拍賣標的及 SMRA 制度

一、 釋照拍賣標的

2100MHz 頻段目前為第三代行動通信(3G)業務核配使用，依管理規則規定執照將於 107 年 12 月 31 日屆期，故將於 106 年以拍賣方式釋出。除四家原 3G 業者總計持有之 55×2=110 MHz 頻寬之外，2100MHz 頻段之最右側新增釋出 2×5=10MHz 頻寬，故總計釋出 60×2=120MHz 頻寬。下圖中列出 3G 業者目前使用 2100MHz 頻段之情況。為了便於連結第二節的討論，故下圖將 120MHz 頻段表達為 12 區塊 5MHz 頻譜。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
遠傳			台灣之星		台灣大			中華			

圖 3-1 2100 MHz 頻率使用現況

資料來源：研究團隊製作

圖 3-1 清楚顯示此次 2100MHz 頻段釋照問題的特性：12 個區塊中有 11 個目前仍由 3G 業者使用中。106 年釋照拍賣結果恰好是由『原業者購得原位置原數量頻塊』之機率極低，故 107 年 12 月 31 日 3G 執照屆期時應該是必定會有業者必須移頻。順利完成移頻，並且確保業者能在過程中對消費者提供不中斷的電信服務，這將是此次釋照拍賣規劃的一大挑戰。

圖 3-2 列出 1800MHz 頻段目前使用狀況。此頻段之前 60×2=120MHz 頻寬(C1

到 C5 區塊）是在 102 年第一次 4G 釋照時釋出，106 年預計新增釋出最右側 15×2=30 MHz 區塊。圖 3-2 第一列也列出 102 年第一次 4G 釋照時各頻塊得標總價，括號內是單價，第三列則是 102 年釋照前供行動電話(2G)業務使用之狀況。

<table>
<tr><td colspan="2">台灣大185.25
(12.35)</td><td>中華100.70
(10.70)</td><td colspan="2">遠傳127.90＋117.15
(12.79, 11.72)</td><td>中華256.85
(17.12)</td><td>新釋出頻段</td></tr>
<tr><td colspan="2">C1, 15MHz</td><td>C2, 10MHz</td><td>C3, 10MHz</td><td>C4, 10MHz</td><td>C5, 15MHz</td><td>C6，15MHz</td></tr>
<tr><td>遠傳</td><td>中華</td><td>遠傳</td><td>台灣大</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

圖 3-2　1800 MHz 頻率使用現況、標價及原使用業者位置

資料來源：研究團隊製作

圖 3-2 之釋照結果已經是無法改變的歷史事實，但是我們必須特別指出以下特點，因其可能對 106 年釋照規劃會有所影響。

1. 102 年採用固定位置釋照拍賣制度。台灣大標購得之 C1 頻塊原為遠傳使用；而遠傳標得之 C4 頻塊則原為台灣大使用。當時適用之 4G 管理規則雖包含使用權轉讓條款，但未能順利處理此情況。故兩家業者經由法律途徑互相控訴，此爭議直到 105 年 9 月在通傳會協調下台哥大把 5MHz 頻寬繳回，讓遠傳得到完整 15MHz 頻寬做 LTE 服務。此事件充分顯示固定位置釋照拍賣的缺點，也使得業者與監理機關都認知到未來釋照採用二階段拍賣之必要。

2. 中華電信為 C5 頻塊之 15MHz 頻譜付出高達 256.85 億元的高標價，每 MHz 單價高達 17.12 億元。而同為中華電信取得的 C2 區塊，每 MHz 單價只有 10.7 億元。在 102 年釋照拍賣時 C5 是唯一一塊沒有原使用業者的乾淨區塊，得標後可以立刻使用推出 4G 通訊服務，因此造成 C5 的高價格。此次釋出 15×2=30MHz 的 C6 區塊同樣是 1800MHz 頻段之乾淨區塊，但是以下兩點卻與競標 C5 時不同。首先各家業者都已經推出 4G 服務，故沒有 102 年「搶頭香」的熱潮。其次是 1800MHz 的 C1 到 C5 頻塊之使用業者已經固定，故遠傳或台灣大在 C6 頻塊取得一塊或兩塊 5MHz 頻塊之使用價值不大，因與其原持有頻譜不連續性。但是中華在 C6 取得的頻塊可以安排成與其在 C5 頻塊連續，故 C6 頻塊對中華之價值較高。

二、 SMRA 制度

台灣的頻譜拍賣釋照經驗始於 91 年交通部電信總局釋出五張第三代行動通信（third generation，簡稱 3G）執照。當時共有六家廠商競標，歷經 19 天 180 回合後拍賣結束。各界普遍認為此次拍賣過程平順，若以日後 3G 通訊發展為標準，結果也是十分成功。

此次釋照採用同時多回合拍賣制（Simultaneous Multi-Round Auction，簡稱 SMRA）制度進行。此制度源自美國聯邦通訊委員會（Federal Communication Commission，簡稱 FCC）1994 年的設計。SMRA 制度的特色是同時售出多張執照，所有執照都沒有新標價時拍賣才結束，所有執照同時釋出。因為投標者可以在不同執照間選擇獲利空間較大者自由轉換標的，故學術分析認為 SMRA 制度大致上可以達成稀少資源的效率分配。

96 年 WiMAX 釋照時，為了配合國家科技政策鼓勵新技術，所以通傳會設計不同的拍賣制度，當時是以單回合方式釋照，這也是台灣唯一的非 SMRA 經驗，之後 102 與 104 兩次 4G 釋照也都是採行 SMRA 制度。基於 90 年、102 與 104 三次參與 SMRA 釋照之經驗，電信業者對此制度頗感熟悉，故一般將台灣這三次使用的拍賣制度稱為標準型 SMRA。

標準型 SMRA 制度在動態細節上較為簡單，沒有資格點數與撤標等規定。目前通稱之改良型 SMRA 則是包含更多的動態細節，例如資格點數、撤標、數量與位置分別於兩階段進行等等。拍賣成功的一個重要條件是投標者必須清楚瞭解拍賣制度如何運作。台灣首次使用拍賣方式分配頻譜資源為於 91 年舉行之 3G 業務釋照，選擇較簡單，業者容易配合的制度無疑是正確的作法。

但是詳細閱讀經濟學文獻[1]後卻可以發現美國 1994 年 12 月舉辦之首次 SMRA 釋照規則其實更接近目前台灣通稱之改良型 SMRA。例如為了確保競標者積極參與拍賣，所以當時就有以人口數計算之資格點數。為了給業者更多機會搭配出其所需求之組合，所以投標者在投標之後也可以選擇撤標(withdraw)。

---

[1] Weber, R. “Making More from Less: Strategic Demand Reduction in the FCC Spectrum Auctions”, *Journal of Economics & Management Strategy*, Vol. 6, No. 3, 1997, pp 529-548.

面對本年度(106)將舉辦的第三次行動寬頻業務釋照，研究團隊建議採取過去已有執行經驗之 SMRA，不過本次最大之改變為採取 2x5MHz 之小區塊，並且導入虛擬區塊之數量與實際位址之位置二階段作法，除了讓業者得以更自由的依據所需要的頻寬進行競標，亦可避免過去業者間互踩既有位置之惡性競爭再次發生。因此，本章第二節分析二階段競價之操作方式，尤其是詳細寫出位置階段安排位置之原則、操作方式以及得標業者對位置投標之操作方式。第三節簡單介紹改良型 SMRA 細節中與 106 年釋照拍賣關係較小的一些設計細節，如資格點數、撤標與資訊公開原則等。

第2節 二階段競價機制

二階段競價制度的第一階段是數量階段，業者對於不標明實際頻譜位置之抽象區塊進行投標。連續兩回合都沒有新標價出現時，數量階段結束對無確切位置頻譜數量投標，得標業者再進入第二階段決定標得頻塊之確切位置。

如前述，102 年台灣第一次 4G 釋照經驗沒有採用兩階段競價，後續業者爭議直到 105 年才在台哥大繳回 5MHz 後稍微平息。因為此經驗故社會各界對於採用兩階段競價應該已有共識。雖然世界各國採用兩階段 SMRA 制度已經有許多成功案例，但是對於台灣而言，首次採用此制度還是需要謹慎設計。以下分別說明數量階段與位置階段的操作方式。

一、 數量階段

SMRA 制度的操作方式是投標者對於固定商品單位在各回合以逐漸上升的價格競標，故雖然數量階段釋出的是抽象區塊，但是操作拍賣時還是需要對各區塊給予固定標號。此次釋照以 2×5MHz 區塊[2]為基本單位，故 2100MHz 頻段總計釋出 12 區塊假設其編號為 1～12；1800MHz 釋出 3 區塊，假設編號為 A、B、C，則業者所面對的標單將類似以下範例。

頻段	2100MHz 頻段												1800MHz 頻段		
區塊	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	B	C
標價															

圖 3-3　數量階段標單範例

資料來源：研究團隊製作

業者面對此標單，可選擇對多個區塊投標，但投標總數量應滿足拍賣之頻譜上限規定。投下最高標價的業者即為該區塊之暫時得標者，直到其標價被其他業者超過，也就喪失暫時得標者身份。拍賣的各回合中標價逐漸上升，當連續兩回合沒有新標價出現時，拍賣結束。

以上操作方法和台灣曾經三次使用的 SMRA 制度相同，業者應無瞭解困難。但是我們必須指出一項特性：雖然數量階段各抽象區塊是同質商品，但是拍賣的結果卻可能出現高低不同的價格。以德國 2015 年 4G 釋照為例說明：當年德國在 700 MHz 、900 MHz、1500 MHz 以及 1800 MHz 等四個頻段總計釋出 270 MHz 頻譜，詳細拍賣結果如下圖所示。資料顯示 700 MHz 計有五個抽象區塊，最高得標價比最低得標價高出 5%[3]，這是四個頻段中價差比例最低者。900 MHz 最高得標價比最低得標價高出 17%，1500 MHz 頻段的價差比例是 9%，1800 MHz 頻段的價差比例是 10%。

[2] 上、下行合計共計 10MHz。

[3] 最低標價為 163.476 千歐元，最高標價則是 171.649 千歐元。

Rundenergebnis der Runde 181				
Frequenzbereich	Block	Ausstattung	Höchstbieter	Höchstgebot (€ in Tsd.)
700 MHz (gepaart)	700 A	2x5 MHz konkret	TEF DE	166.397
	700 B	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	165.509
	700 C	2x5 MHz abstrakt	TEF DE	166.847
	700 D	2x5 MHz abstrakt	Telekom	166.567
	700 E	2x5 MHz abstrakt	Telekom	171.649
	700 F	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	163.476
900 MHz (gepaart)	900 A	2x5 MHz konkret	TEF DE	195.520
	900 B	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	211.807
	900 C	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	203.298
	900 D	2x5 MHz abstrakt	Telekom	183.671
	900 E	2x5 MHz abstrakt	Telekom	180.968
	900 F	2x5 MHz abstrakt	Telekom	180.465
	900 G	2x5 MHz abstrakt	TEF DE	189.958
1,8 GHz (gepaart)	1800 A	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	237.494
	1800 B	2x5 MHz abstrakt	Telekom	248.054
	1800 C	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	258.247
	1800 D	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	249.133
	1800 E	2x5 MHz abstrakt	Telekom	248.101
	1800 F	2x5 MHz abstrakt	Vodafone	255.967
	1800 G	2x5 MHz abstrakt	TEF DE	239.228
	1800 H	2x5 MHz abstrakt	Telekom	248.784
	1800 I	2x5 MHz abstrakt	TEF DE	240.288
	1800 J	2x5 MHz konkret	Vodafone	180.153
1,5 GHz (ungepaart)	1500 A	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	40.939
	1500 B	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	40.939
	1500 C	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	40.919
	1500 D	1x5 MHz abstrakt	Telekom	42.964
	1500 E	1x5 MHz abstrakt	Vodafone	42.961
	1500 F	1x5 MHz abstrakt	Telekom	39.011
	1500 G	1x5 MHz abstrakt	Telekom	40.961
	1500 H	1x5 MHz abstrakt	Telekom	40.961
Summe aller gehaltenen Höchstgebote (€ in Tsd.)				5.081.236
Zahlungsverpflichtung aufgrund zurück-genommener Höchstgebote (€ in Tsd.)				0
Summe (€ in Tsd.)				5.081.236

圖 3-4 德國 2015 年 6 月 4G 釋照結果

資料來源：德國 Bundesnetzagentur

德國資料顯示雖然數量階段標售的是同質的抽象區塊，但仍然可能出現顯著的價差。造成價差的原因是業者積極的投標行為。在 SMRA 標價逐漸上升的動態過程中，有些投標者可能以跳升標(jump bidding)來展現自己的決心與實力。例如某區塊某回合暫時得標價為 100，假設標價上升下限為 5%，則想要搶標的業者在下回合可以投下 105 的標價。跳升標是高於下限的標價，例如競爭業者可能投下 115 的高標價由對手手中搶到此區塊，並且向其他展現自己積極投標的決心[4]。並且暫時得標價上升為 115 之後，下回合新標價需要提高 115 的 5%，也就是標價增額下限也提高到 5.75，這也提高對手搶標的難度。

如果拍賣的時間夠長，如果標價上升下限的幅度夠小，則所有同質抽象區塊的價格會趨於一致。但是在實際拍賣過程中，沒有人知道拍賣何時會結束。某業者投下跳升標後如果隨後兩回合沒有新標價出現，拍賣就會結束而投下跳升標的暫時得標者就會付出較高的價格買到和其他區塊完全同質的抽象區塊。

106 年將是台灣第一次執行二階段拍賣，故建議在拍賣開始前讓業者能盡量完整瞭解各種可能發生的情況。上例即顯示積極的跳升標行為固然有其策略意義，但同時也可能使得標者為同質的抽象區塊付出較高標價。

二、 位置階段安排原則

位置階段將以 1800MHz 與 2100MHz 頻段分開進行，其中 2100MHz 頻段因為區塊數較多，有連續性與既有使用者延續議題，位置安排上較為複雜，因此以下先針對 2100MHz 頻段之位置安排方式進行說明。

數量階段結束確定產生 N 位得標業者，以 F_1，…，F_N 表示，F_n 則代表任意得標業者。OQ_n (original quantity) 與 OL_n (original location) 表示 F_n 在 2100 MHz 原擁有頻塊數量及位置。因為 2100 MHz 之 12 區塊位置以編號 1~12 表示，例如遠傳 $OQ_n=3$，故 OL_n 需要填寫 3 個區塊的位置，將遠傳之原位置寫成 $OL_n=(1,2,3)$。台灣之星 $OQ_n=2$，原位置則是 $OL_n=(4,5)$。

F_n 在此次拍賣得標區塊數量與位置編號則以 Q_n 與 L_n 表示，其中 Q_n 已經在數量

[4] 德國拍賣規則是各回合都宣布暫時得標者的身份，而非保持匿名。

階段拍賣中決定，L_n 則將在位置階段決定。位置階段之目的是在「持有頻譜連續性」與「維持既有位置」二原則下，找出能使社會成本最小的位置安排。

規劃得標業者 F_n 得標區塊之可能位置分配 L_n 時，需考慮以下三種可能：

（一）如果 F_n 之得標數量與原數量相同，則可考慮令 F_n 之新位置與原位置相同。若也就是若 $Q_n = OQ_n$ ，則可考慮 $L_n = OL_n$ 。

（二）如果 F_n 之得標數量小於原持有數量，也就是 $Q_n < OQ_n$ ， L_n 應為 OL_n 由左或由右內縮 $OQ_n - Q_n$ 數量。例如台灣大如果 $2 = Q_n < OQ_n = 3$ ，則減少區塊量 $OQ_n - Q_n = 3 - 2 = 1$ ，故 L_n 可為 $L_n = (6,7)$ 或 $L_n = (7,8)$ 。

（三）如果 F_n 之得標數量大於原持有數量，也就是 $Q_n > OQ_n$ ，則應區分以下兩種情況：

（三.1）如果 $OQ_n > 0$ ，也就是 F_n 是原來就在 2100MHz 頻段持有頻譜區塊之原 3G 業者，則 L_n 可為 OL_n 往左或往右延伸 $Q_n - OQ_n$ 數量。例如台灣大如果 $4 = Q_n > OQ_n = 3$ ，則新增區塊量 $Q_n - OQ_n = 4 - 3 = 1$ 。則 L_n 應為 OL_n 往左或右延伸 1 區塊，故 $L_n = (5,6,7,8)$ 或 $L_n = (6,7,8,9)$ 。

（三.2）如果 $OQ_n = 0$ ，也就是 F_n 並不是原 3G 業者，則安排 L_n 之自由度較大。以下討論中我們將此類新近入 2100MHz 頻段之業者以 NF_n 表示。雖然 NF_n 位置安排自由度較大，但原則仍然相同：對 2100MHz 頻段 12 個區塊之位置安排應盡量使「連續性」與「既有位置」達到極大。

前述提到分配位置的兩項原則是『連續性』和『既有位置優先』，實際進行位置分配時還必須決定這兩項原則的排序。如果既有位置優先，則應該先試圖使原 3G 業者的位置移動最少，但是這樣做有可能造成新業者 NF_n 得標區塊不連續。另一方面如果連續性優先會先試圖使所有業者得標區塊連續，但是有可能使原 3G 業者需要移頻數量較大。

就經濟學原則分析，「既有位置優先」可以減少移頻數量在短期較有效率，而「連續性優先」則較有利於頻譜使用的長期效率。實際操作上兩項原則何者優先需由監理機關做出政策決定。以下範例假設決策者採用連續性優先原則來安排位置。

步驟一：所有得標者依照以下原則決定位置分配排序R_i[5]。

標準一：Q_n大者先排，若平手依照標準二。
標準二：OQ_n大者先排，若平手則隨機決定順序

請注意：位置分配排序R_i根據得標者數量決定，若有 5 家業者得標，則 i=1, 2, 3, 4, 5，僅代表電腦程式標定之工作順序，並不表示排序較優先者可以得到較多好處。此分組標準之基本原則是希望既有業者盡量留在原頻譜位置，以減少移頻成本。

步驟二：依照R_i順序決定業者得標區塊位置。

（1）先決定R_1位置：原則為R_1左側或右側需可容納其他業者最小得標數量。

例一：假設中華是R_1，得標$Q_n=3$塊，表達位置需求為$L_n=(9,10,11)$。但其他業者最小得標數量是 2 區塊。若中華分配到$L_n=(9,10,11)$則第 12 區塊必定無法連續使用，故中華之分配可為$L_n=(8,9,10)$或$L_n=(10,11,12)$，後續將對這兩種可能性都持續進行次順位之位置分配。

例二：假設台灣大是R_1，得標$Q_n=4$塊，表達位置需求為$L_n=(6,7,8,9)$。其他業者最小得標數量是 3 區塊，可以安排在右側$(10,11,12)$位置。但若分配

[5] 如果政策決定既有位置優先，則應先安排所有原 3G 業者之位置，然後再安排新業者位置。其他安排位置方式相同。

$L_n=(5,6,7,8)$給台灣大，也能使其擁有 4 塊連續頻塊。故$L_n=(5,6,7,8)$也是一種可能安排，後續也將對這兩種可能性都持續進行次順位之位置分配。

（2）採用同一原則決定R_2位置，若上一步驟有兩種可能安排，每一種都要持續安排R_2位置。

（3）持續進行直到決定所有得標者位置。

以下試做兩個範例說明如上述機制之操作方法。

範例操作一：數量階段結果 遠傳 3 塊，台灣之星 2 塊，台灣大 2 塊，中華 3 塊，新業者 2 塊。

步驟一：決定位置分配排序R_i。

中華及遠傳之Q_n與OQ_n同為最高，故並列第一。隨機決定遠傳為R_1，之後中華R_2。其餘三家中台灣大與台灣之星$Q_n=OQ_n=2$，隨機決定排序為台灣大R_3，台灣之星R_4，最後新業者排序R_5。

步驟二：依照R_i順序決定業者得標區塊位置。

（一）首先決定R_1遠傳得到$(1,2,3)$。

（二）接著R_2中華得到$(10,11,12)$。

（三）再來R_3台灣大之位置不可以是$(7,8)$，因為如此則右側只剩單獨一塊 9，但並無業者得標一塊。故分配$(6,7)$給台灣大。

（四）R_4台灣之星得到原位置$(4,5)$。

（五）R_5新業者得到$(8,9)$。

依照上述規則得到下圖：第一行是新分配，第三行是原分配。總計需移頻數量為 5 區塊，台灣大移出$(6,7)$，新增(9)，中華移出(9)，新增(12)。此例中如果隨機選擇中華為R_1，分配結果相同。

新位置	遠傳			台灣之星		新業者		台灣大		中華		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
原位置	遠傳			台灣之星		台灣大				中華		

圖 3-5　範例一位置安排結果

資料來源：研究團隊製作

範例操作二：數量階段結果 遠傳 1 塊，台灣之星 2 塊，台灣大 3 塊，中華 3 塊，新業者 3 塊。

步驟一：決定位置分配排序R_i。

中華及台灣大之Q_n與OQ_n同為最高，故並列第一。隨機決定中華為R_1，之後台灣大R_2。之後排序為台灣之星R_3，新業者排序R_4，遠傳R_5。

步驟二：依照R_i順序決定業者得標區塊位置。

（一）首先決定R_1中華得到$(10,11,12)$。

（二）接著R_2台灣大得到$(7,8,9)$

（三）。再來R_3台灣之星得到$(5,6)$

（四）R_4新業者得到$(2,3,4)$。

（五）R_5遠傳得到原位置(1)。

依照上述規則得到的下圖：第一行是新分配，第三行是原分配。總計需移頻數量為 8 區塊，遠傳移出(2,3)，台灣之星移出(4)新增(6) 台灣大移出(6)新增(9)，中華移出(9)新增(12)。

新位置	遠傳	新業者			台灣之星		台灣大			中華		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
原位置	遠傳			台灣之星		台灣大			中華			

圖 3-6　範例二位置安排結果

資料來源：研究團隊製作

三、　位置階段競標方法

上述機制並不保證對所有數量階段結果都會得到唯一解。對於某些數量階段結果，操作以上機制有可能得到多個位置分配。以 CL_k (complete location)表示將 12 個區塊分配給得標者的某一種位置分配，如果有 K 種位置分配在『連續性最大』與『既有位置重疊最大』兩方面都一樣好，此時可開放業者協商。若協商不成，則仍然需要以競標方式決定最終位置分配。位置階段競標之原則是：允許業者表達對自己得標位置之偏好，但必須避免業者策略性以標金影響其他得標者位置。在絕大多數情況下，應該可以達成此目標。以下同樣以範例說明。

假設數量階段結果是：遠傳 2 塊，台灣之星 2 塊，台灣大 3 塊，中華電信 3 塊，新業者 2 塊。對於此結果有 $K=4$ 種位置安排都能使得標業者持有頻譜連續，且分配方法與原 3G 業者持有頻譜之區塊位置重疊數目為 7。故從社會效率觀點而言，這四種分配方法一樣好。如果業者互相協商不成功，則可採取競標方式決定位置分配。

位置一

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
遠傳		台星		台灣大			中華			新業者	
遠傳			台灣之星		台灣大			中華			

位置二

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
遠傳		台星		台灣大			新業者		中華		
遠傳			台灣之星		台灣大			中華			

位置三

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
遠傳		台星		新業者		台灣大			中華		
遠傳			台灣之星		台灣大			中華			

位置四

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
遠傳		新業者		台星		台灣大			中華		
遠傳			台灣之星		台灣大			中華			

圖 3-7　位置階段案例可能位置

資料來源：研究團隊製作

首先注意以上四種可能位置安排中，遠傳都是被分配在 12 區塊，故遠傳標單上只有一種位置選擇，遠傳標單範例如下：

遠傳標單	
位置	標價
12	

圖 3-8　遠傳標單範例

資料來源：研究團隊製作

台灣之星得標兩區塊在上述四種位置安排中可能是 34 區塊或 56 區塊，故台灣之星標單是：

台灣之星	
位置	標價
34	
56	

圖 3-9　台灣之星標單範例

資料來源：研究團隊製作

台灣大得標三區塊在上述四種位置安排中可能是 567 區塊或 789 區塊，故台灣大標單是：

台灣大	
位置	標價
567	
789	

圖 3-10　台灣大哥大標單範例

資料來源：研究團隊製作

中華得標三區塊在上述四種位置安排中可能是 8~10 區塊或 10~12 區塊，故中華標單是：

中華	
位置	標價
8~10	
10~12	

圖 3-11　中華電信標單範例

資料來源：研究團隊製作

新業者得標兩區塊在上述四種位置安排中有四種可能，34 區塊、56 區塊，89 區塊或 1112 區塊，新業者標單是：

新業者	
位置	標價
34	
56	
89	
1112	

圖 3-12　新業者標單範例

資料來源：研究團隊製作

請注意以上設計的標單使得每家業者僅能表達對自己位置之偏好，盡量降低策略性投標行為之可能性。以下試做幾個範例。

操作範例一：台灣之星對 34 付出最高標價

假設台灣之星對位置 34 付出最高標價，其他四家得標業者標價如下表：

遠傳	位置	標價	中華	位置	標價
	12	0		8~10	20
台灣之星	位置	標價		10~12	50
	34	80	新業者	位置	標價
	56	20		34	10
台灣大	位置	標價		56	10
	567	30		89	10
	789	40		1112	10

圖 3-13　操作範例一各家業者標金

資料來源：研究團隊製作

由以上標單可以計算出四種位置之總標金如下表，故最終決定採用位置三。

位置	遠傳	台灣之星	台灣大	中華	新業者	總標金
一	0	80	30	20	10	140
二	0	80	30	50	10	170
三	0	80	40	50	10	180
四	0	20	40	50	10	120

圖 3-14　操作範例一各位置總標金

資料來源：研究團隊製作

操作範例二：中華對 8~10 區塊付出最高標金

假設中華對 8~10 區塊付出最高標金，其他四家得標業者標價如下表：

遠傳	位置	標價	中華	位置	標價
	12	0		8~10	90
台灣之星	位置	標價		10~12	0
	34	20	新業者	位置	標價
	56	40		34	0
台灣大	位置	標價		56	0
	567	50		89	30
	789	0		1112	20

圖 3-15　操作範例二各家業者標金

資料來源：研究團隊製作

由以上標單可以計算出四種位置之總標金如下表，故最終決定採用位置一。

位置	遠傳	台灣之星	台灣大	中華	新業者	總標金
一	0	20	50	90	20	180
二	0	20	50	0	30	100
三	0	20	0	0	0	20
四	0	40	0	0	0	40

圖 3-16　操作範例二各位置總標金

資料來源：研究團隊製作

操作範例三：台灣大對 789 區塊付出最高標金，但被其他業者加總超過

假設台灣大對 789 區塊付出最高標金，其他四家得標業者標價如下表：

遠傳	位置	標價	中華	位置	標價
	12	0		8~10	70
台灣之星	位置	標價		10~12	0
	34	30	新業者	位置	標價
	56	10		34	20
台灣大	位置	標價		56	40
	567	20		89	10
	789	80		1112	40

圖 3-17　操作範例三各家業者標金

資料來源：研究團隊製作

由以上標單可以計算出四種位置之總標金如下表，故最終決定採用位置一，台灣大並未得到 789 區塊。

位置	遠傳	台灣之星	台灣大	中華	新業者	總標金
一	0	30	20	70	40	160
二	0	30	20	0	10	60
三	0	30	80	0	40	150
四	0	10	80	0	20	110

圖 3-18　操作範例三各位置總標金

資料來源：研究團隊製作

操作範例四：新業者對 56 區塊付出最高標金，但被其他業者加總超過

假設新業者對 56 區塊付出最高標金，其他四家得標業者標價如下表：

遠傳	位置	標價	中華	位置	標價
	12	20		8~10	40
台灣之星	位置	標價		10~12	10
	34	10	新業者	位置	標價
	56	40		34	10
台灣大	位置	標價		56	80
	567	60		89	10
	789	10		1112	10

圖 3-19　操作範例四各家業者標金

資料來源：研究團隊製作

由以上標單可以計算出四種位置之總標金如下表，故最終決定採用位置一，新業者並未得到 56 區塊。

位置	遠傳	台灣之星	台灣大	中華	新業者	總標金
一	20	10	60	40	10	140
二	20	10	60	10	10	110
三	20	10	10	10	80	130
四	20	40	10	10	10	90

圖 3-20　操作範例四各位置總標金

資料來源：研究團隊製作

關於位置階段競標，請注意以下兩項特點：

1. 以上設計試圖降低業者在此階段採取策略性投標行為，但是在某些數量階段下，策略性投標行為仍然可能發生。

   例如上例中，遠傳只有一種可能位置，故無任何策略行為空間，其他三家原 3G 業者（台灣大、台灣之星、以及中華）雖然各有兩種可能區塊位置，但進行策略行為之可能性則各異。例如台灣大的兩種可能區塊是 567 及 789，如果台灣大提高 567 區塊標價則位置一與位置二的總標金都會提高，故台灣大無法明確的用高標金來單獨支持位置一。其他例如中華提高 8~10 標金明確支持位置一，10~12 標金高則使得位置二、位置三與位置四總標金都提高；台灣之星情況也類似。新業者的四種可能投標區塊則明確對應到四種可能位置分配，故本例中的新業者有可能試圖用標金影響其他業者得到的區塊位置。但也必須新業者所提出的高標金可以與其他業者標金總額抗衡，才有可能達成其策略性目的。

2. 參考國外經驗，德國在位置階段是以協商方式形成共識；而英國的位置階段仍然以拍賣方式進行。但是英國在數量階段是採用以數量進行組合標拍賣的 CCA 制度，所以位置階段也採用 CCA 制度。因為台灣規劃數量階段使用 SMRA 制度，故位置階段也應採用與 SMRA 最能對應的單回合最高價密封標拍賣。

另一方面，1800MHz 頻段之位置分配便較 2100MHz 頻段來得簡單，因為並沒有既有使用者之議題需要被考慮，所以只需要思考連續性之問題。如此之外，因為此次釋出之 1800MHz 頻段僅分為 3 個小區塊,因此連續性的問題更加容易。在此分成 3 種情境進行討論：

(1) 1800MHz 頻段由單一業者得標：此狀況只有一種排列組合方式，即此次釋出之 1800MHz 頻率範圍全數屬於該得標業者所有；

(2) 1800MHz 頻段由兩家業者得標：此狀況將有兩種排列組合方式，如下圖所示，取得兩個區塊之得標業者(A)之頻率範圍靠右邊或是靠左邊，此狀況則需要數量階段得標業者們提出意向書或出價；

A	A	B
B	A	A

圖 3-21 1800MHz 頻段排列組合方式－兩家業者得標

資料來源：研究團隊製作

(3) 1800MHz 頻段由三家業者得標：此狀況將有六種排列組合方式，如下圖所示，此狀況則需要數量階段得標業者們提出意向書或出價。

A	B	C
A	C	B
B	A	C
B	C	A
C	A	B
C	B	A

圖 3-22 1800MHz 頻段排列組合方式－三家業者得標

資料來源：研究團隊製作

不論是哪種狀況發生，意向書之原則均與 2100MHz 頻段一致，各業者僅可以針對自己的位置進行意向提出或出價。

第3節 其他相關 SMRA 制度設計細節

本節討論之 SMRA 制度其他相關細節，就長期而言應該考慮納入拍賣制度設計。但是針對 106 年釋照，因為時間因素限制或是釋出頻譜特性，故我們建議暫時不納入 106 年釋照拍賣之制度設計。

一、 資格點數

就賽局理論而言，拍賣是不完全資訊賽局，投標者都希望知道對手願意付出多高標金，同時也希望不讓別人知道自己願意付出最高標金水準為何。故若不加限制，競標者都會希望一邊觀察他人標價，並且將自己的出價次數降到最低，以便減少對手觀察自己標價所獲得的資訊。在這樣的理性行為下，拍賣的時間會拖得很長。

故從 1994 年起，FCC 就設計動態行為規則，要求競標者必須持續積極投標，不能只是觀察他人資訊自己又不表態。世界各國規定資格點數制度之目的相同，都是為了促使業者積極投標，但是各國對資格點數內容有不同設計。例如美國以「人口」為標準，英、德則是直接採用點數。英國要求第一回合就必須使用 100%得資格點數，德國則允許投標者有一些觀察及反應時間，所以投標者可以分三階段使用資格點數。

台灣 90 年 3G 釋照政策問題架構單純，六家業者競標五張 3G 執照。業者在各回合若不出價即被視為棄權，棄權次數超過上限就會被判訂為退出拍賣。為了避免被判訂為退出拍賣，業者在動態的過程中必然需要積極投標，因此沒有資格點數設計也不會使拍賣過程太過冗長。但是 102 年台灣首次 4G 釋照總計在三個頻段釋出 12 區塊，沒有設計資格點數規定就會對使得拍賣回合數大為增加。因為業者只要在任何一區塊保有暫時得標地位，就可以不提出新標價同時也不會被視為棄權。

我們可以用德國經驗作為對照，2015 年德國用 181 回合完成四個頻段總計釋出 270MHz 頻譜。台灣 102 年則是用 393 回合完成三個頻段總計 120MHz 頻譜釋出。對比之下可見台灣使用的拍賣制度耗時甚長。詳細分析各回合資料也可看出總計 393 回合中有接近三分之一的比例（121 回合，30.79%）是所有 12 區塊之

得標價都相同，也就是有幾乎三分之一的回合數中沒有任何實質競價行為發生，業者只是在拖時間而已。只有 1 個區塊暫時得標價上升之回合數比例更高達總回合數的 37.40%。

以上數據顯示訂定資格點數之必要性，在本年度調查之國家案例中，亦看到部分國家之拍賣架構中有加入資格點數之機制，例如：香港 2014 年之 2100MHz 頻段再釋出。但是就政策實務面而言，我們並不建議在 106 年釋照拍賣中立即採用資格點數制度。因為頻譜拍賣是重要的政策問題、牽涉金額極高。拍賣制度要成功的必要條件是參與競標者充分瞭解拍賣制度如何運作，而資格點數制度牽涉到業者在各回合投標行為之關連性，如果沒有給業者充分練習的機會就貿然採用，並不妥當。

我們建議在實際採用資格點數制度之前，應該先完成模擬拍賣程式，讓業者有充分時間在模擬程式上練習，以便瞭解資格點數制度對投標行為之限制為何。

二、 棄標

美國 1994 年首次執行 SMRA 時就包含可棄標規定，其目的是為了讓業者可以組合出符合其需求的頻譜。例如業者原來希望標得 A 城市與 B 城市，兩地區相鄰可以產生正綜效。但是如果業者只標到單獨的 A 城市，B 城市未得標。此情況下單獨的 A 城市價值不大，故 FCC 允許業者放棄 A 城市之暫時得標地位。

瞭解設計棄標制度目的後，雖然在部分本次調查國家之案例中亦看到棄標之機制，例如：英國規劃中的 2.3GHz 與 3.4GHz 拍賣，但我們可以進一步思考釋照標的之間是否有正綜效關係。如果有夠強的正綜效關係，則應設計棄標規則；而如果正綜效關係不顯著，則不一定需要棄標規則。台灣 102 年第一次 4G 釋照時包含 700MHz，900MHz 與 1800MHz 三個頻段，這些頻段之間可以做高、低頻互補安排，故有正綜效關係。106 年規劃釋出於 2100 MHz 頻段釋出 12 區塊頻譜，1800MHz 頻段釋出 3 區塊。此二頻段之間似乎並無顯著互補關係，且在 2100MHz 頻段內亦沒有正綜效關係(因為採取虛擬區塊，拍賣過程中僅有區塊數量之改變，似乎不會因為取得塊數有互補關係，因此，研究團隊認為此部分不會有綜效問題)，亦沒有因此應該無須設計棄標規定。

三、 公開競標資訊

觀察台灣 102 年與 103 年兩次 4G 釋照經驗，我們發現可能存在一些蓄意墊高對手得標成本的投標行為。就賽局理論分析而言，這本來就是合理的競爭策略，對手得標成本提高會對業者本身有好處。並且採取此策略的業者也需負擔風險，因為沒有人能確定 SMRA 拍賣何時結束。想抬高對手成本的業者也可能被套牢在本來無意購買的區塊上，而承受不利影響。

賽局理論所不樂見的是投標者之間的勾結行為，如果兩家業者有私下默契，在投標時彼此配合，這樣會對其他業者產生不公平的影響，也會妨礙頻譜資源之效率分配。

公開競價資訊對策略性投標以及勾結行為都可能產生影響。美國早期頻譜拍賣曾有業者利用金額的最後三碼送出訊息。為了避免此類訊息造成勾結行為，故之後都規定高單位的投標金額（例如以百萬美元為單位）或是採用下拉式選單選取新標價。採用匿名拍賣的原因也是為了避免投標者之間進行勾結。

但是美國幅員廣大，釋照拍賣可能有高達百計的業者參與競標，此架構內的勾結行為與其他國家不同。歐洲各國以及台灣的釋照拍賣參與的業者家數最少三家，最多也不超過七、八家。觀察歐洲國家經驗，目前對於拍賣資訊都有不同程度的公開。英國是在拍賣後公開各回合投標資訊，政府單位並據以分析業者得策略性行為。如此則業者在採取打擊對手的策略性投標行為當下，就瞭解到對手日後會知道其行為。德國則是更進一步，在拍賣進行中就公布各區塊的暫時得標者，讓投標者可以觀察並判斷彼此的策略性行為。然而，香港 2014 年 2.1GHz 之再釋照並沒有公告各回合得標之業者名字；英國正在規劃之 2.3GHz 與 3.5GHz 頻段拍賣則是認為讓業者隱藏身分才能促使他們真實表態。從本次計畫中調查之國家頻譜拍賣案例中，發現每個國家都有不同之思維，因此並沒有必定之處理方式。

我們較贊同德國的作法，各回合都公布各區塊暫時得標者真實身份讓拍賣過程更透明，應該可以減少較惡意哄抬對手價格的策略性投標。因為業者在 106 年釋照之數量階段競標無具體位置的抽象區塊，故可預期策略性競標行為應該比固定位置拍賣要低。但是 106 年即使不在拍賣過程中公布暫時得標者身份，也應該在拍賣後公布業者各回合所有投標資料。資訊透明讓業者知道自己的所有投標行為都將攤在陽光下，也可以作為日後政策及學術研究的資料。甚至日後若需判斷部分業者是否在投標時有勾結行為，也需要完整的投標紀錄做為佐證。

第4章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照頻譜價值與底價建議

第1節 我國行動通訊市場

一、 近年行動通訊市場發展趨勢

2013 年我國釋出首波行動寬頻(4G)執照，大多數的業者於 2014 年均商轉 4G 服務，並且積極將 2G 與 3G 用戶轉向 4G 用戶。於 2016 年第 2 季 4G 用戶數已正式與 3G 用戶數黃金交叉。截至 2016 年底，4G 用戶已達 1807 萬戶，佔整體行動通訊用戶之 62.5%，為全世界 4G 普及率最快之國家。然而，整體行動通訊用戶並沒有跟隨 4G 用戶之成長而持續增加，於 2015 年第 3 季達到 2951 萬戶之高峰後，整體行動通訊用戶已逐步下降，截至 2016 年底為 2893 萬戶。

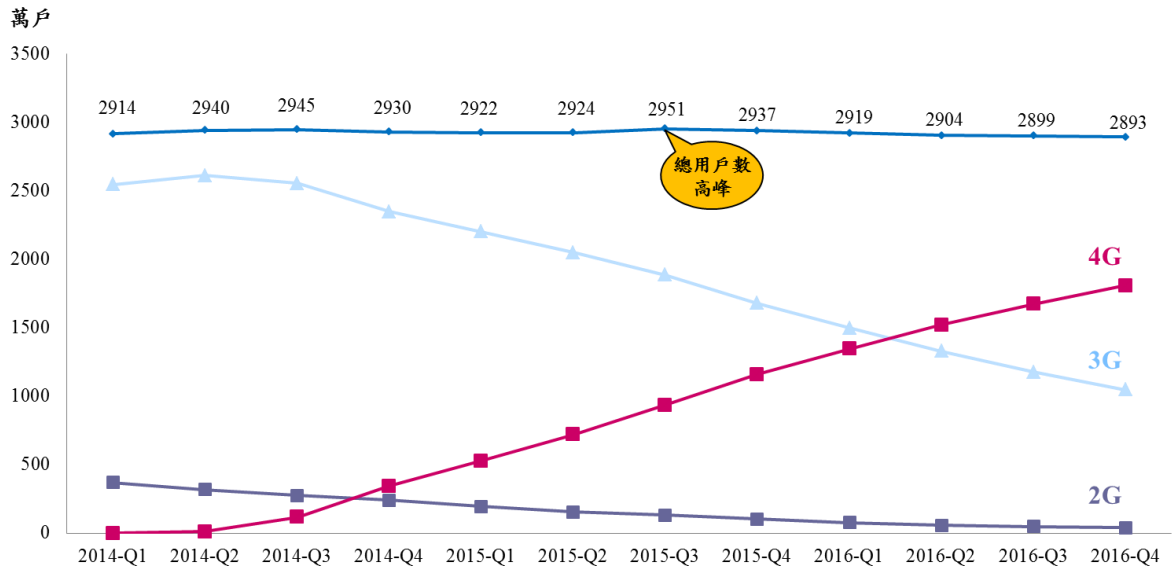


圖 4-1 近年行動通訊用戶數變化趨勢

資料來源：通傳會，研究團隊製作

於 4G 推出初期，4G 用戶之 ARPU (Average Revenue Per User, ARPU)明顯爬升，於 2015 年第 1 季時創下每月 1058.5 元之 ARPU，相較於 4G 推出初期的 3G 用戶 ARPU（每月約 650 元），明顯高出許多。隨著 3G 數據用量大的使用者逐步轉向 4G 服務，3G 用戶的 ARPU 開始下降，至 2016 年第 3 季已低於每月 400 元。

可是反觀 4G 用戶之 ARPU，並未持續居高不下。隨著各家電信業者為擴大使用者數量，持續推出低價吃到飽方案以及各種低價競爭之資費方案，4G 用戶之 ARPU 已逐步下降，至 2016 年第 3 季已低於 800 元。

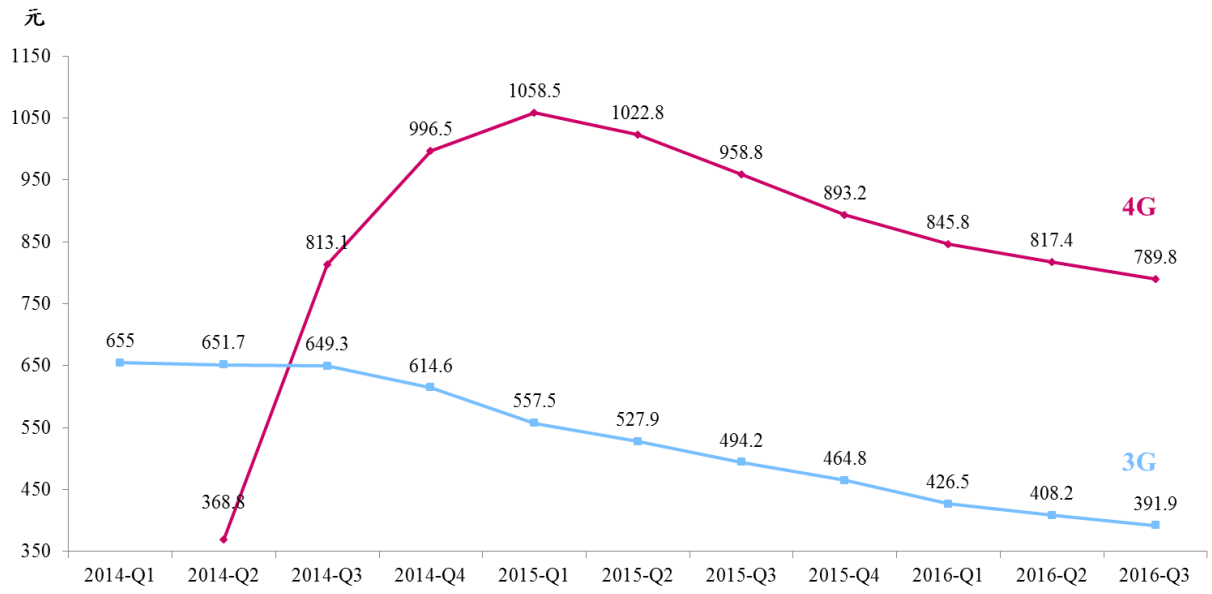


圖 4-2 近年行動通訊用戶 ARPU 變化趨勢

資料來源：通傳會，研究團隊製作

然而，行動通訊市場中並不是僅提供一種服務，因此，接下來將針對重要的語音服務以及數據服務兩項進行我國近年市場發展之趨勢分析。

首先，先針對語音服務市場進行探討，根據通傳會公告之去話量統計數據，2012 年至 2016 年的四年間，我國行動通訊總去話量（表示由行動通訊用戶撥打出去之話務量）以每年 15%之比例快速衰減中，如下圖所示。2016 年全年總去話量為 225.3 億分鐘，為 2012 年全年總去話量之 52%，整體去話量市場規模已將近減半。

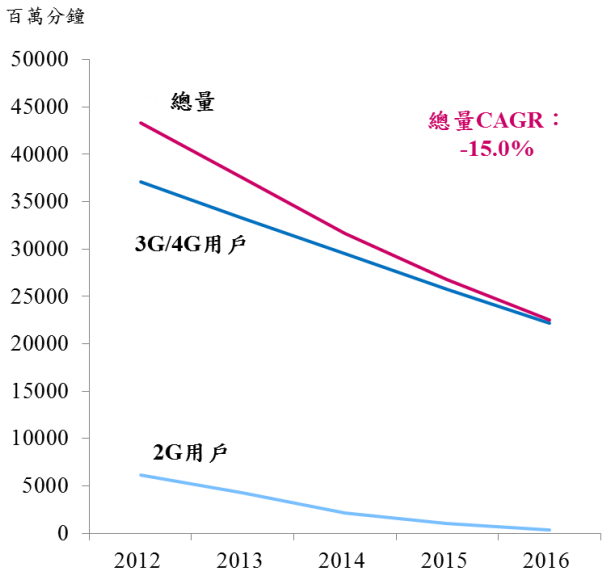


圖 4-3 近年行動通訊市場總去話量變化趨勢

資料來源：通傳會，研究團隊製作

從單一用戶之語音服務使用狀況來看，下表整理 2012 年至 2016 年各年之 12 月份的各業務別單一用戶之去話量，不論 2G、3G 或 4G 用戶均呈現減少趨勢；2G 用戶從 2012 年之每月 74.7 分鐘已下滑至 31.2 分鐘，年降幅達 19.6%；3G 用戶更是從 2012 年之每月 131.5 分鐘下滑至 44.6 分鐘，年降幅達 23.7%。明顯反映國人的語音使用行為，隨著近年 OTT (Over The Top)應用服務（如：LINE、FaceTime 等通訊服務）之快速發展，正強烈地被改變中，以至於所有用戶之每月平均去話分鐘數從 2012 年之將近 2 個小時，已下滑至每月 1 個小時之水平。

表 4-1 近年行動通訊市場單一用戶每月去話量變化趨勢

(分鐘)	2G 用戶	3G 用戶	4G 用戶	所有 用戶
2012/12	74.7	131.5	-	119.6
2013/12	61.3	106.3	-	99.8
2014/12	51.6	84.5	88.5	82.3
2015/12	57.8	60.6	83.0	69.3
2016/12	31.2	44.6	70.0	60.3
CAGR	**-19.6%**	**-23.7%**	**-11.1%**	**-14.4%**

資料來源：研究團隊製作

接著，同樣根據通傳會公告之 4G 用戶數據傳輸量之統計數據來分析，行動通訊用戶之每月傳輸總量，明顯隨著用戶增加以及用戶習慣改變，快速攀升中，如下圖所示。隨著 4G 用戶自 2014 年底至 2016 年底以每季 128.9%之成長率快速突破 1800 萬戶，每月行動數據傳輸總量自 2014 年底至 2016 年底更是以每年 178.2%之成長率衝破 200PB（1PB=1024TB，TB=1024GB）。

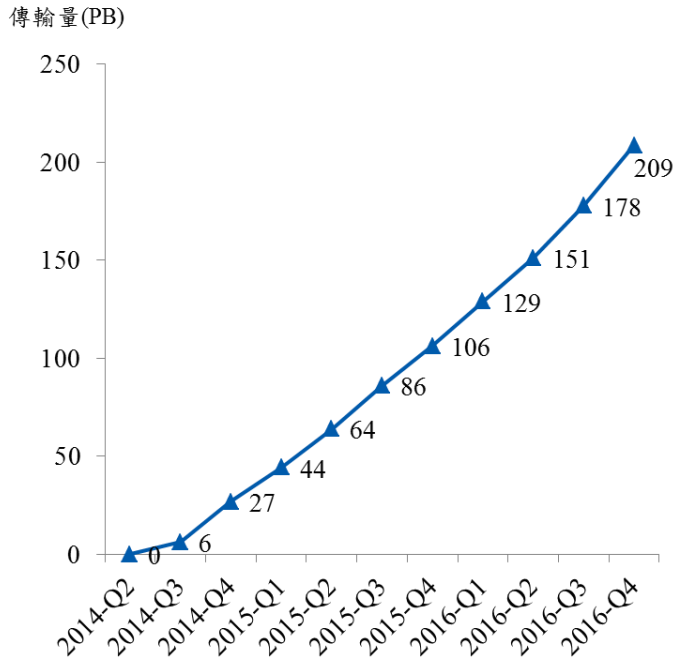


圖 4-4 4G 用戶每月數據總傳輸量變化趨勢

資料來源：通傳會，研究團隊製作

從單一 4G 用戶之每月數據傳輸量來看，如下圖所示。當 4G 服務推出半年後，每位 4G 用戶平均每月數據傳輸量達 7.7GB，而後因更多元之行動通訊應用服務之誕生，特別是影音串流相關之應用服務，讓我國每位 4G 用戶之平均每月數據傳輸量持續成長，至 2016 年第 4 季已達 11.5GB。

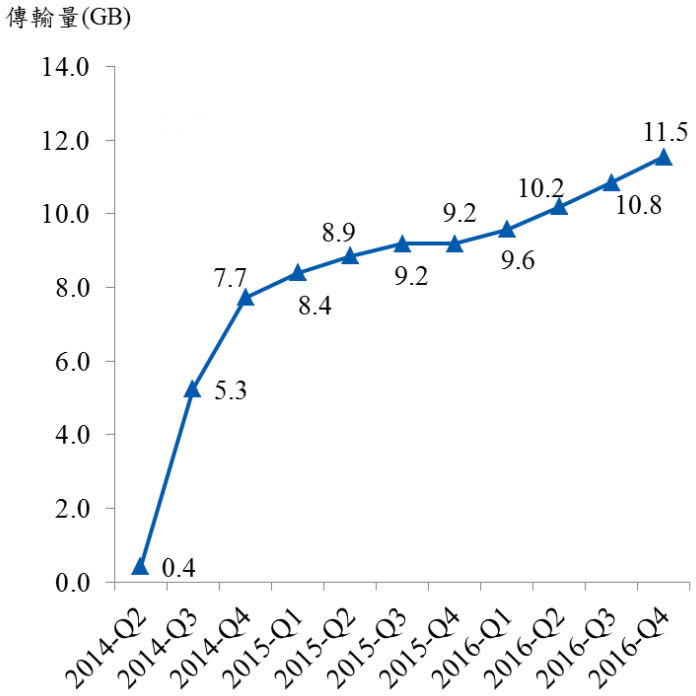


圖 4-5 平均每一 4G 用戶每月數據傳輸量變化趨勢

資料來源：通傳會，研究團隊製作

然而，根據 ITU-R M.2370 報告中對於未來的數據傳輸量預測，國際用戶每月平均數據傳輸量自 2020 到 2030 年，將由原 5.3GB 成長至 257.1GB，其快速成長之背後因素主要來自於使用者對於影像服務之需求以及更多元的行動裝置應用服務之誕生。不過，我國 4G 用戶於 2016 年第 4 季即達到每月傳輸量 11.5GB，約為國際上 2022 年之水準。

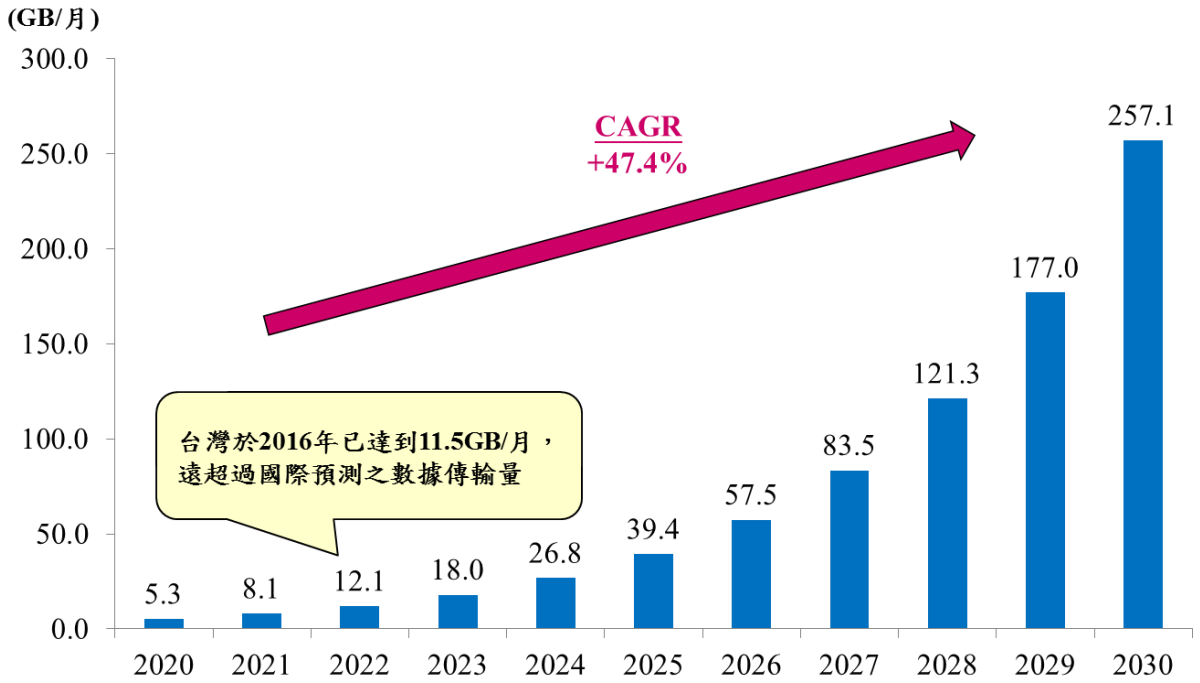


圖 4-6 國際用戶每月平均數據傳輸量預測

資料來源：ITU-R M.2370，研究團隊製作

整合上述對於我國行動通訊使用者的語音與數據使用現況分析，可明顯看到我國行動通訊使用者的語音需求持續在下降，對於數據之需求則是持續攀升。此現況亦可從我國每季行動通訊市場營收看出端倪。如下圖所示，我國近年行動通訊市場每季總營收大致維持在 530 億左右，並沒有太明顯之變動。其中語音營收持續下滑，數據營收持續上升，於 2015 年第 2 季數據營收正式超過語音營收。根據上述對於語音服務以及數據服務之需求分析，預計未來語音營收繼續減低，數據營收將逐漸成長為主要營收來源。但是，業者仍能於數據與語音的收入之間進行調配取得平衡，持續讓每季整體行動通訊市場規模維繫在 530 億上下。因此，於本次釋照頻段之頻譜價值推估過程中，將從語音服務帶來之收支以及數據服務帶來之收支兩個面向進行評估。

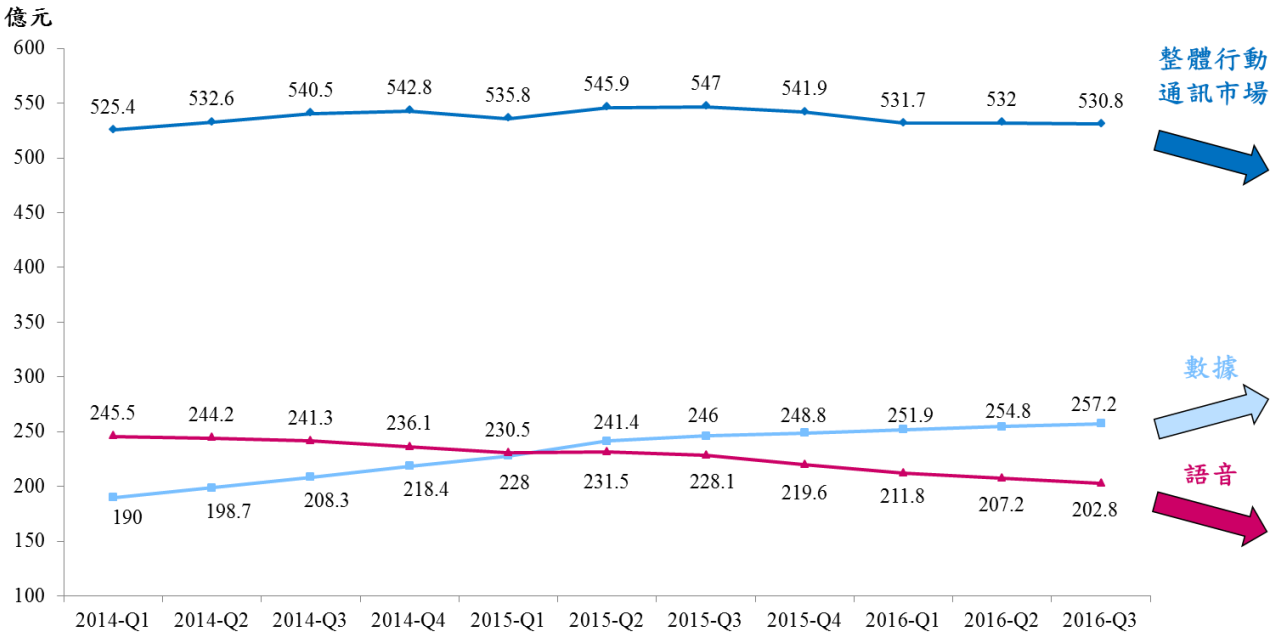


圖 4-7 我國每季行動通訊市場營收組成變化

資料來源：通傳會，研究團隊製作

二、 各業者頻譜持有現況

我國目前共釋出 590MHz 之頻寬供行動通訊使用，包含 2002 年釋出的 3G 執照，以及近年的 4G 執照。2013 年首波 4G 釋照，釋出了 700MHz、900MHz 與 1800MHz 頻段，共 240MHz 之頻寬。其中 700MHz 與 900MHz 之低頻頻段，主要用於 LTE 服務之覆蓋用途；1800MHz 頻段因其頻譜特性，主要用於 LTE 服務之傳輸用途。2015 年之第二波 4G 釋照，釋出 2.6GHz 之 FDD 與 TDD 頻段，主要用於壅塞地區之傳輸輔助，共 190MHz 之頻寬。

本次的第三波 4G 釋照，預計釋出將於 2018 年底 3G 執照屆期之 2100MHz 頻段，以及首波釋照保留未釋出的 1800MHz 頻段，共 150MHz 之頻寬。其中 1800MHz 頻段預期會被各業者作為 LTE 之補充頻段；而 2100MHz 頻段仍身負語音服務之重任，預期初期仍作為語音服務，後期再逐步轉作為 LTE 補充頻段。然而，個別業者目前持有的頻譜狀況以及提供之業務，將有可能影響本次之執照釋出，因此，在此節將針對各業者之持有頻譜進行分析。

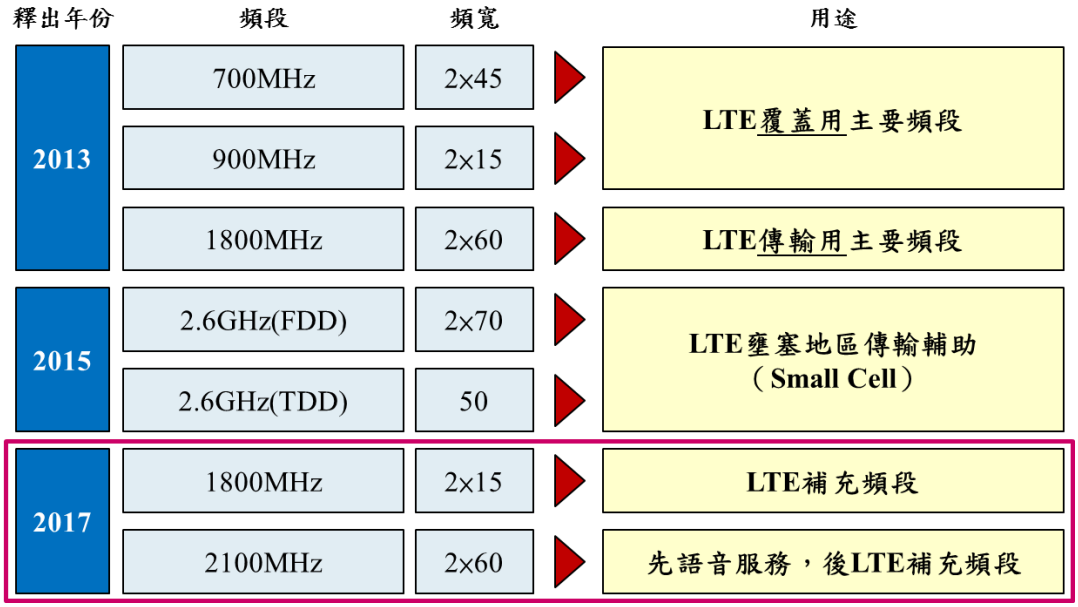


圖 4-8 我國行動寬頻頻譜釋出與使用現況

資料來源：通傳會，研究團隊製作

我國各業者頻譜持有現況整理如下表。於 590MHz 之頻寬中，中華電信擁有最多之 160MHz 頻寬，包含低頻之 900MHz 與中高頻的 1800MHz、2100MHz 及

2600MHz。遠傳電信所持有的僅次於中華電信，擁有包含 700MHz、1800MHz、2100MHz、2600MHz 頻段，共 155MHz 之頻寬(包含 2600MHz TDD 頻段之 5MHz)。台灣大哥大因退出 2600MHz 釋照競標，因此擁有三大業者中較少的 100MHz 頻寬；亞太電信與台灣之星則分別擁有 95MHz(包含 2600MHz TDD 頻段之 5MHz) 與 80MHz 之頻寬。

表 4-2 我國各業者頻譜持有現況

頻段 (MHz)	中華電信		遠傳電信		台灣大哥大		亞太電信		台灣之星		總計
	頻寬	技術	頻寬	技術	頻寬	技術	頻寬	技術	頻寬	技術	
700	-	-	20	LTE	40	LTE	30	LTE	-	-	90
800	-	-	-	-	-	-	20	UMTS	-	-	20
900	20	LTE	-	-	-	-	20	LTE	20	LTE	60
1800	20+30	GSM、LTE	40	LTE	30	GSM、LTE	-	-	-	-	120
2100	30	UMTS	30	UMTS	30	UMTS	-	-	20	UMTS	110
2600	60	LTE	40+25(TDD)	LTE	-	-	25 (TDD)	LTE	40	LTE	140+50(TDD)
總計	160		130+25（TDD）		100		70+25（TDD）		80		540+50(TDD

資料來源：研究團隊製作

單就現階段各業者手持頻譜之數量與組合來看，研究團隊認為對於總量落後之台灣大哥大、亞太電信以及台灣之星，均會對於此次釋照有明確之頻譜需求，尤其是台灣大哥大擁有較大的客戶群，又較缺少中高頻頻段，因此本次釋出之 1800MHz 與 2100MHz 頻段對其有相當之意義。另一方面，因我國目前之語音服務大部分均仰賴 3G 網路提供服務，排除已公開表態將結束 CDMA-2000 網路之亞太電信之外，運用 2100MHz 頻段提供 W-CDMA 網路之四間業者，為維繫客戶

之語音服務，均會對於 2100MHz 頻段有一定需求。此外，本次釋照之 1800MHz 頻段，其大多數頻寬已於 2013 年首波釋照時釋出，因此對於已在 1800MHz 頻段上擁有頻段之三大業者預期有不同之策略意義，特別是擁有 C5 頻段（1755-1770 / 1850-1865MHz）之中華電信，因為與本次釋出之 1770-1785 / 1865-1880MHz 頻段恰為相鄰頻段，因此預期對此頻段有更特殊之競價策略。為此，研究團隊於後續頻譜價值評估以及底價建議時，將以不同之情境進行估算，以提出更符合國內行動通訊市場現況之頻譜價值與底價建議。

第2節底價探討架構與頻譜價值評估方法

一、 底價探討架構

底價之訂定有多種考量，除反映主管機關對頻譜本身價值認定外，也可能與政策目標相關，如為促進市場競爭而將底價訂於相對較低之水準、或為確保頻譜之價值而將訂於相對合理之水準。本研究中對底價之探討，共分為兩大步驟：步驟一用以計算理論上最高得標標金，其價值等於頻譜價值扣去頻率使用費；步驟二則進一步以預估之最高得標標金透過折扣率往下進行調整，保留競價空間。

步驟一之最高得標標金計算中，重點在於頻譜價值之評估，本次將考量納入第 1 節所討論之我國行動通訊市場現況，以收益還原法及 Administrative Pricing 法（以下簡稱 AP 法）進行本次釋照競價標的 2100MHz 及 1800MHz 之頻譜價值計算，由於我國於執照期間尚會與得標業者每年收取頻率使用費，因此整體頻譜價值仍需扣除頻率使用費後，才是理論的競標標金可能價值。

步驟二之理論底價計算，折扣率設定上，研究團隊主要以預期回合數進行折扣率之設定，即若預期回合數長，則需設定較大之折扣率，折扣後之底價較低，保留業者競價策略操作空間；反之若希望競標回合數縮短，則折扣率設定較小，底價與合理之最高得標標金相近，則整體競標時程較可能於一定時間內結束，提升頻譜釋照效率，也避免釋照作業延宕。本次研究對底價評估之整體架構如下圖所示。

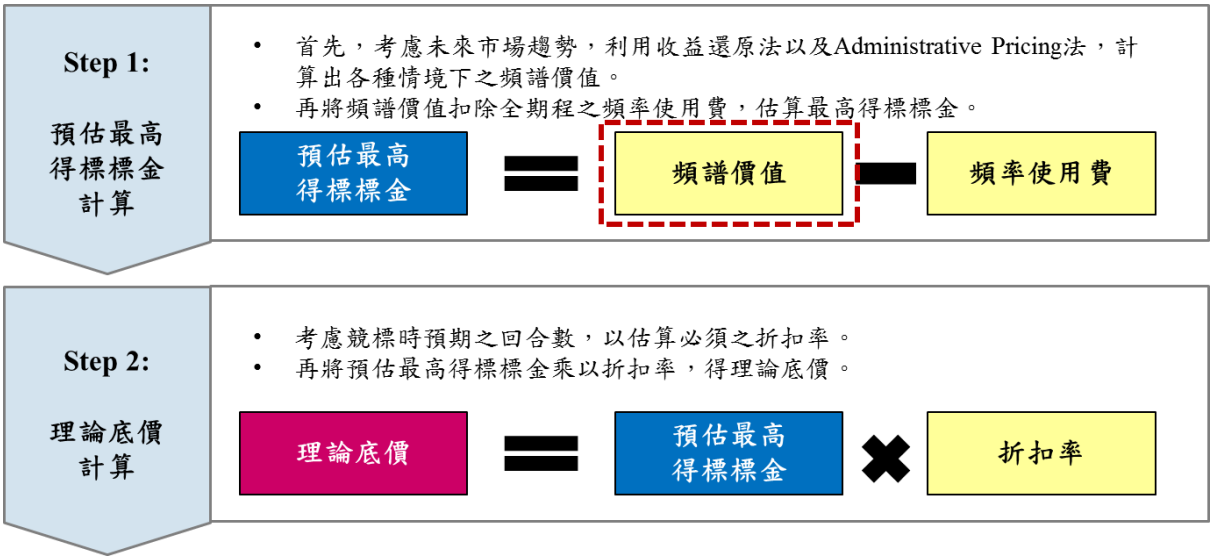


圖 4-9 理論底價評估架構

資料來源：研究團隊製作

本次釋照之目標頻段共有 3G 執照屆期再釋出之 2100MHz 上下行各 60MHz、及未於 2014 年行動寬頻頻譜釋照一併釋出的 1800MHz　C6 頻段上下行各 15MHz。由於本次釋照採小區塊、虛擬位址競價關係，2100MHz 總共可劃分成 12 塊，以 E1－E12 標示、1800MHz 的 C6 頻段則可劃分成三塊，以 C6-1、C6-2、C6-3 表示。

此二頻段未來發展趨勢及採用技術上，2100MHz 先前主要用以 UMTS 技術提供 3G 用戶服務，在目前 LTE 語音技術 VoLTE 尚未成熟且開放互連、2G 業務也將於 2017 年 6 月屆期退場的狀況下，現行我國行動通訊的語音服務幾乎都落於 UMTS 網路，也因此本次 2100MHz 的再釋照，競標業者考量之主要目標，初期應仍以 UMTS 技術之延續為主，以利用既有之設備提供語音服務，但由於現整體通話語音使用量，於 4G 推出後已連年呈現下滑趨勢，顯示用戶習慣之改變，若未來語音市場仍持續萎縮，業者應也於 2100MHz 也積極發展 LTE 技術、提升數據營收，維持整體行動通訊營收規模；1800MHz 頻段為現行主要 LTE 技術用頻段，預期此段將仍以 LTE 技術為主，但也不排除有業者著眼於物聯網市場之前瞻性，以 1800MHz 之小區塊（5-10MHz），發展物聯網技術、開發新商業模式。本次釋出頻段發展趨勢如下圖所示。

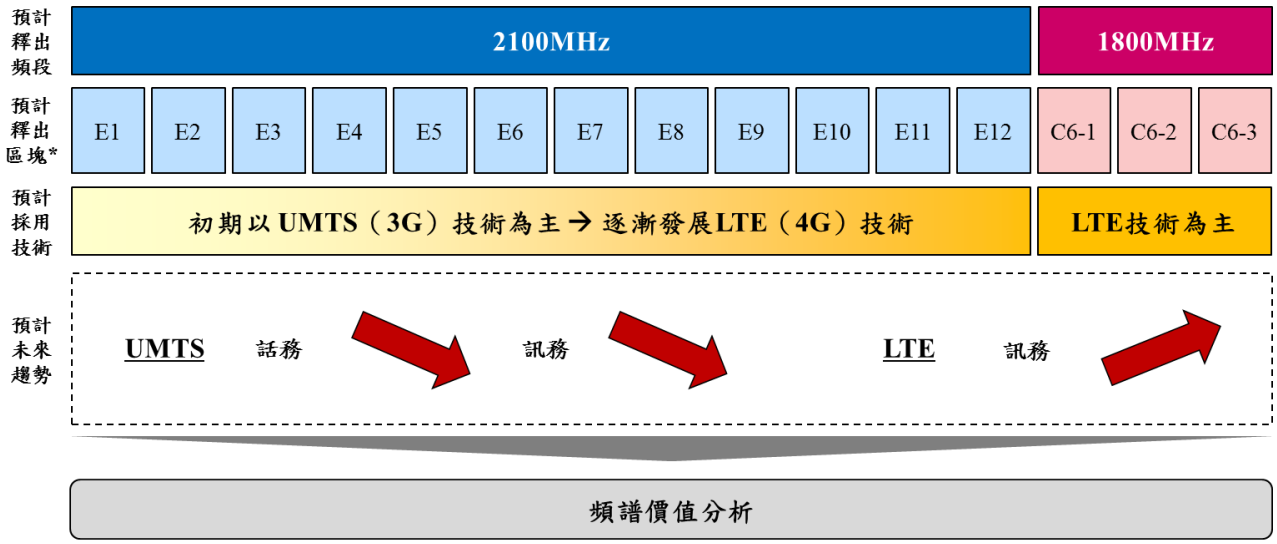


圖 4-10　2100MHz 及 1800MHz 釋出頻段未來發展趨勢

資料來源：研究團隊製作

關於本次預訂釋出之 2100MHz、1800MHz 頻段頻譜價值，先前於國家通訊傳播委員會 104 年度之「行動寬頻業務釋照之底價擬訂、競價機制及相關法規修訂建議之研究」委託研究案中，業已有進行評估，當時採用之分析角度，主要有二：一是透過國內外歷史拍賣資料，以國際比較法、經濟分析法，預估本次拍賣之頻譜價值；二是由整體市場對企業評價之觀點，以成本降低評估法、完整企業價值估算法，衡量頻譜對企業整體之價值貢獻。其研究成果，可做為本次底價設定重要參考依據。

本次 105 年度「第三代行動通信業務執照屆期再釋照作業之政策規劃研究」委託研究案中，則另從公司經營角度出發，除參考國際整體行動通訊市場趨勢外，也盡可能將我國近年市場變化趨勢納入，以收益還原法及 Administrative Pricing 法衡量業者可能願意投入競標之金額，作為底價設定之依據。其中整體市場兩個重點趨勢：語音部分，近年話務下滑趨勢，將影響業者於語音服務（主要為 2100MHz 頻段上 UMTS 技術）之收入，進而影響業者願意投入於 2100MHz 之標金金額；數據部分，未來將成為主要營收來源，因此在業者之假設上，將設定業者應盡可能利用更多頻譜發展 LTE 技術，以提升數據營收。

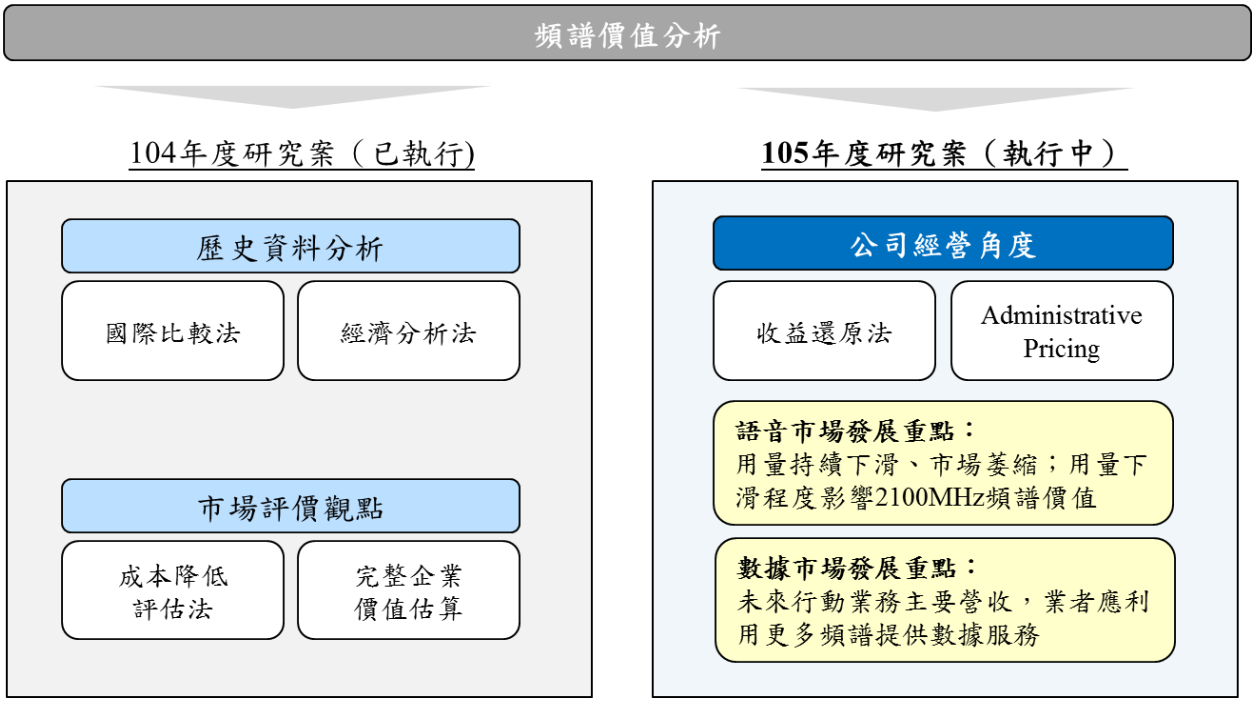


圖 4-11 本次研究案頻譜價值評估觀點

資料來源：研究團隊製作

本次研究中，將以公司經營觀點，以收益還原法、Administrative Pricing 法進行頻譜價值評估，其兩種方法之理論基礎及計算過程於後面兩個小節進行詳細說明。

二、 收益還原法

收益還原法主要透過模擬業者收支試算，將因取得該頻譜之後，頻譜上投資運用的設備所創造出的利益以外的利益還原成現值來推估頻譜價值。概念上將頻譜視為一個可創造收益的資產來推估其價值，但頻率本身無法創造收益，必須同時進行設備投資方能創造利益，因此須從整利益中扣除由設備投資所創造的利益才是頻譜所創造的利益，即頻譜價值。

每一年頻譜價值的推估，會先由計算頻段提供的服務收入總額（S）開始，收入總額中扣除營業費用、服務成本後，即可得到頻段提供服務的營業利益(A)，於此由收入總額拆分出營業費用及服務成本方式，是由國內三大電信業者（中華電信、台灣大哥大、遠傳電信）財報推估出其佔收入的總額分別是 21.1%、53.9%，

因此可推得營業利益佔比為 25.1%。設備所創造的利益（B），則由設備總成本，包含硬體投資及維運費用的總和，乘上預期報酬率推得，預期報酬率則依三大業者的 ROA 平均設定為 9.7%。最後再將營業利益（A）減去設備所創造的利益（B）即可得該年頻譜所創造的利益，即為頻譜價值（A-B）。

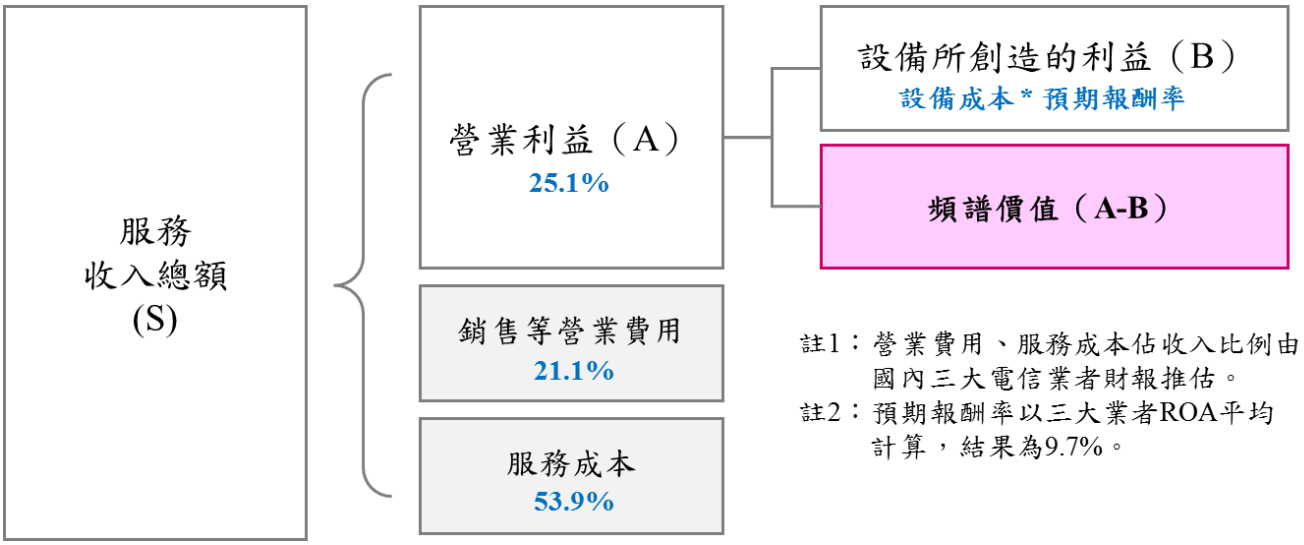


圖 4-12 每年頻譜價值計算方法

資料來源：研究團隊製作

計算完單一年度之頻譜價值後，尚需累積加總以求得總頻譜價值，於此計算過程中，會考量到因時間差距而造成的價值差別，即須將每年的頻譜價值折舊還原至競標之起始年，其計算公式如下圖所示。本研究中所採用之折現率 r，係以國家通訊傳播委員會 105 年度「行動通信網路成本模型及接續費研究」委外研究案中，我國三大電信業者加權平均資金成本率 3.369%計。

$$\text{總頻譜價值} = \sum_{i=1}^{L} \frac{A_i - B_i}{(1+r)^i}$$

……每年頻譜價值

……折舊還原計算

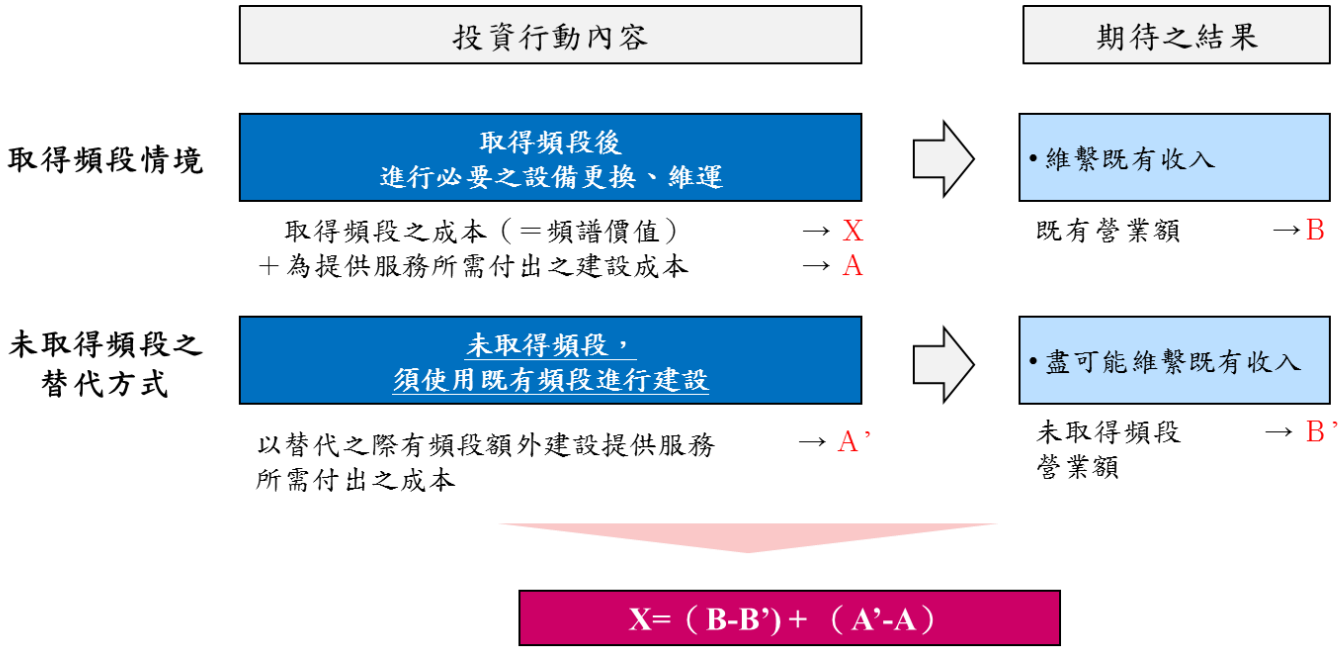
A：服務的營業利益
B：設備所創造的利益＝每年維運成本（OPEX）*投資預期報酬（E_r）
r ：折現率（以105年行網接續費研究案，我國三大電信業者加權平均資金成本率3.369%計）
L：執照期間

圖 4-13 收益還原法總頻譜價值計算

資料來源：研究團隊製作

三、 Administrative Pricing 法

Administrative Pricing 法之頻譜價值是由未取得頻段時所需付出的機會成本決定；如未取得頻段時，業者利用既有頻段額外建設的成本越高，則業者機會成本越高、頻譜潛在價值越高。實際計算上會分別去計算取得頻段之情境、與未取得頻段時的替代情境，兩種情境下的投資行動內容（成本支出），及期待之結果（營收），比較兩者之差距後，即可得出未取得頻譜情況下之機會成本，即為頻譜價值。



AP 法於頻段具特殊策略價值時，較具意涵，如 2100MHz 頻段由於是 UMTS（3G）服務之主要頻段，也為語音服務之主要頻段，如原 2100MHz 上的四家既有業者，中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星未再次取得 2100MHz 頻段，則無法利用既有 2100MHz 頻段上之設備延續服務，需另尋替代頻段重新進行建設，於此情境下以 AP 法計算機會成本作為頻譜價值較具代表性意義。對 1800MHz 的 C6 頻段來說，由於過去已釋出有 700、900、1800、2600MHz 等 LTE 頻段，本次僅為補充釋出前次保留未釋出的 1800MHz C6 段，較難以機會成本衡量其成本，因此本研究中於 1800MHz 頻段之頻譜價值，主要以收益還原法評估其對業者之潛在利益貢獻作為主要參考依據。

四、　小結

本次主要使用來評估頻譜價值的方法有二：收益還原法是從頻譜對利益貢獻角度出發，由該頻段可創造之預期收入和支出，計算出頻譜對利益可貢獻之價值；Administrative Pricing 法則係在衡量機會成本，比較”未獲得頻譜”與”獲得頻譜”兩種情境下利益之差距，作為頻譜價值之基準。收益還原法計算出頻譜價值，可視為實際上業者從此段頻譜可獲得最大的利益，即等同於理性上可投入於頻譜競標之最大值；Admistrative Pricing 法則為機會成本，而非實際發生之成本，因此可視為頻譜理論價值之最小值。

由收益還原法和 Admistrative Pricing 法計算出頻譜價值後，尚會扣除頻率使用費以得出預估的最大得標標金數值。最後於訂定底價時，如本節前面段落所述之架構，會於第二步驟時再透過折扣率將頻譜價值（預估最大得標標金）往下調整，以保留競爭空間，但最後競標結果之標金，尚可能因市場競爭關係、業者不同的策略性考量關係，而有超乎預期，即高於預測之最高得標標金的結果。本次使用之兩個主要頻譜價值估算方法綜合比較如下圖所示。

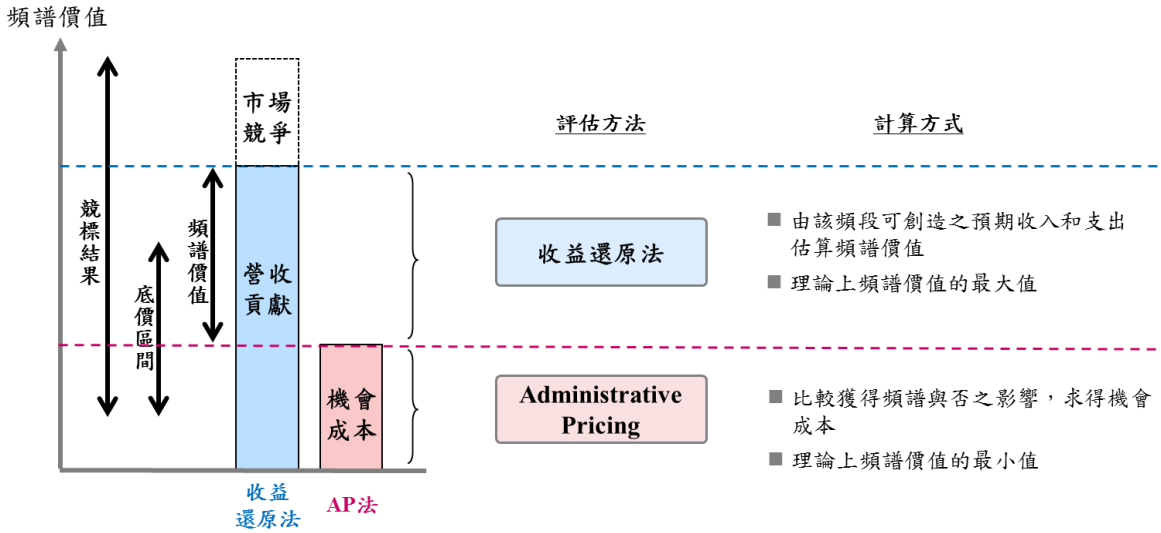


圖 4-14 收益還原法及 AP 法理論比較

資料來源：研究團隊製作

下面第 3 節及第 4 節中，則將實際分就 2100MHz 頻段及 1800MHz 頻段，先以收益還原法或 Administrative Pricing 法計算頻譜價值，而後再將頻譜價值減去頻率使用費則可得預估最高得標標金。計算出之結果，也將透過我國和國際上歷史拍賣資料之比較，了解其數值之合理性和意涵。

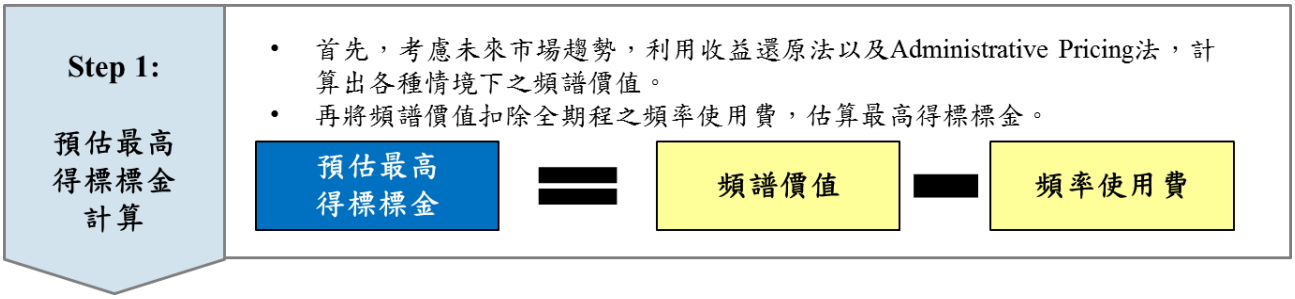


圖 4-15 預估最高得標標金計算流程

資料來源：研究團隊製作

第3節 2100MHz 頻段價值評估－收益還原法

2100MHz 頻譜將會使用收益還原法及 Administrative Pricing 法進行頻譜價值評估，其中在計算時，由於對未來行動通訊市場發展情境，針對部分關鍵參數，如：語音話務下滑趨勢，會進行不同發展情境之假設，最後也會模擬計算出不同情境下之頻譜價值。第 1 節將說明收益還原法評估之頻譜價值、第 2 節則以 Administrative Pricing 法進行計算，相關計算結果則會於第 3 節進行國內外歷史拍賣結果之比較。

一、 情境假設

收益還原法主要是以頻譜可帶來的利益作為價值的衡量依據，其利益的來源主要為語音服務和數據服務的營收，針對其相關未來發展情境，研究團隊於此做出兩個參數假設，一為服務假設，即業者會於本段提供語音服務或數據服務；二是語音需求假設，即在現行近年語音呈現持續下滑趨勢狀況下，應有一最低之語音需求用量，此最低需求量之不同，也將影響本段頻譜可能創造的利益。其兩項情境假設說明如下：

（一） 服務假設

針對 2100MHz 頻譜之利用，現持有頻譜的四家業者目前皆以 UMTS（3G）服務為主， 其網路也是目前語音主要使用網路，於目前我國語音服務每季仍有 200 億左右之總收入狀況下，預期業者仍會積極取得此頻段以延續 UMTS 網路，提供語音服務，此段頻譜也能持續帶來語音服務收入，因此於此提出假設如下：

服務假設 1：業者僅會於 2100MHz 頻段提供語音服務

但由於語音服務市場已逐漸萎縮，轉向以數據營收為主的狀況，因此若僅延續先前之 UMTS 網路提供語音服務，恐有營收下滑、頻譜使用率下降的風險。透過與業者訪談，評估以目前語音之話務量，每家電信業者（亞太未以此段提供 UMTS 服務，因此不計入考量），至少需保留 10MHz 頻寬提供 UMTS 服務，總共需上下行各 40MHz 之頻寬，則會有上下行各 20MHz 之頻段可發展數據服務收

入。另未來若語音市場持續萎縮，根據目前的下滑趨勢，預計於 2026 年時，話務量將僅剩 2019 年的一半，業者更可積極進行頻譜之調整，僅保留 5MHz 作語音服務，而將多數頻譜移作 LTE 使用。於此可能發展情境提出假設如下：

服務假設 2：業者會逐步於 2100MHz 頻段導入 LTE 服務

此二假設中，假設 1 的業者態度相對保守，僅著眼於持續有語音利益的發生，而未積極進行轉型建設；假設 2 則相對積極，因應整體市場趨勢，轉型以數據服務為主，並及時進行 LTE 設備之建設。以頻譜利用效率觀點，也以服務假設 2 較具使用效益。整體服務假設如下圖所示。

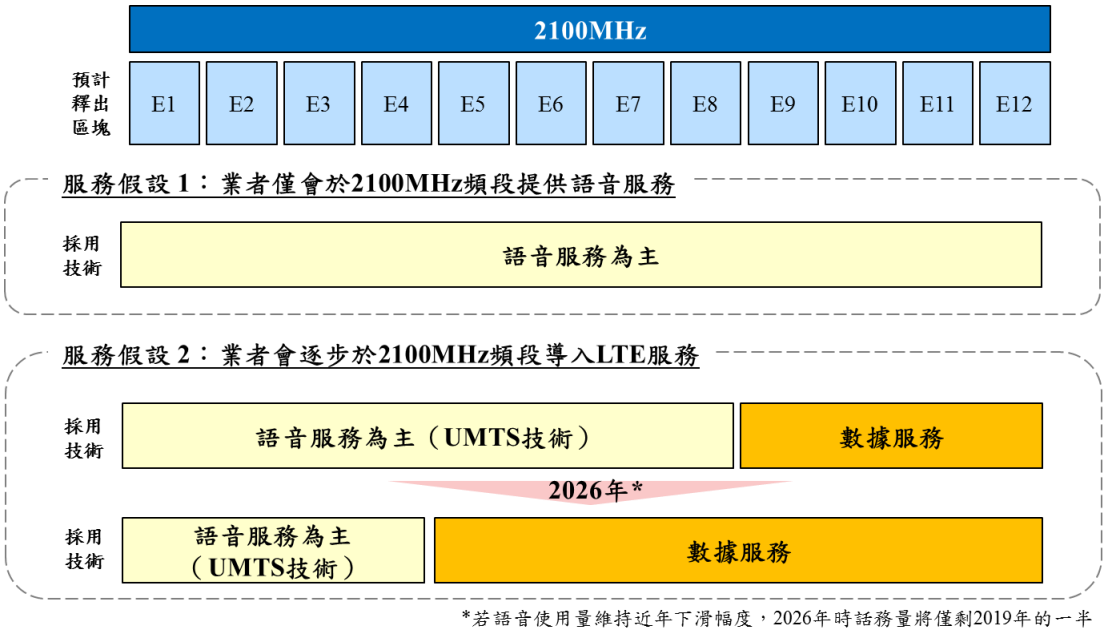


圖 4-16 2100MHz 頻段之頻譜價值分析之兩種服務假設

資料來源：研究團隊製作

（二）　5G 發展影響

雖目前 5G 尚未有實際商轉案例發生，但鑒於其發展十分快速，研究團隊仍就 5G 發展可能之影響進行分析探討。

目前 5G 標準的制定工作已如火如荼地展開中，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；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 通訊規格上，大致上朝超高速（10GB/s）、低延遲（<1 毫秒）、百萬聯網裝置、高流量（2010 年的 1 千~1 萬倍以上）、低耗能、支援 M2M 等方向發展。

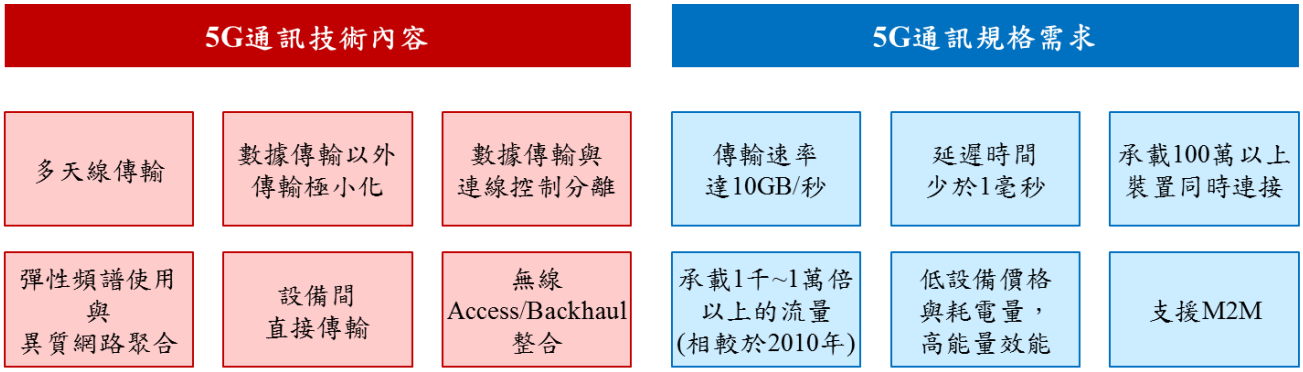


圖 4-17 5G 通訊之技術內容與規格需求

資料來源：研究團隊製作

就此些通訊規格、技術上，應用情境大致朝三個方向發展：1. 超高速傳輸：可應付 4K/8K 等高畫質影片之即時傳輸；2. 物聯網應用：尤以低延遲需求的使用情境為早期發展重要目標，如自動駕駛、健康照護；3. 特殊智慧應用場景：如緊急事件及災難的現場影像、數據傳輸等。由此些情境來說，與現有行動通訊服務之重疊性低，各國對 5G 之定位也多為與 4G 並行使用之技術，而非全面取代，因此於此研究團隊假設 5G 之發展，將帶動新商業模式及新營收來源，而不會取代既有行動業務收入，即不影響本次頻譜價值估算準確性。就 5G 應用潛在效益來說，由於現尚未有明確商業模式，較難以量化估算，且本次釋照之頻譜短期將仍以 UMTS、LTE 技術應用為主，研究團隊建議不將 5G 潛在效益納入本次頻譜價值考量，也保留業者未來投資發展空間。



圖 4-18 5G 通訊之潛在應用情境

資料來源：研究團隊製作

5G 發展假設：未來 5G 頻譜應帶動新商業模式及營收，而非取代既有行動業務收入

（三） 語音需求假設

語音服務為 2100MHz 主要服務，其收入也為重要頻譜價值來源，本章第 1 節中已說明近年行動通訊市場總去話量持續呈現下滑趨勢，單一用戶每月去話量自 2012 至 2016 的每年複合成長率為-14.4%，研究團隊認為雖未來將會持續此下滑趨勢，但用戶之語音使用量應有一最低需求量，而不會無止盡的下滑至零，因此於此針對用戶之語音需求最低量進行假設探討。

假設甲由業者費率設定進行探討，由三大電信業者現形主要費率結構可發現，每月贈送之免費通話量約為[redacted]分鐘，即每年[redacted]分鐘，此免費通話分鐘數量研究團隊認為即為業者透過資料分析後認定之每人最低用量；假設乙則由用戶角度出發，認為每人每天至少會撥打一通電話，參考研究團隊過去經驗，我國現行每通電話平均通話時間為[redacted]分鐘，則每人每年最低通話量約為[redacted]分鐘。語音假設如下圖整理。

語音假設甲：用戶每人每年語音通話最低使用量為[✂]分鐘

語音假設乙：用戶每人每年語音通話最低使用量為[✂]分鐘

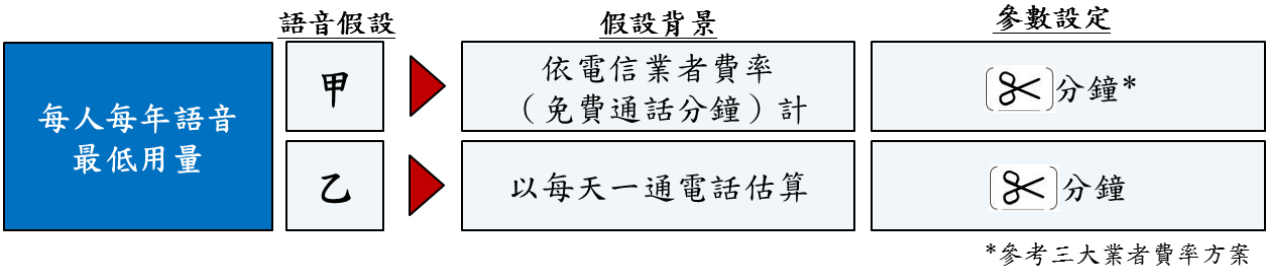


圖 4-19 語音需求設定背景

資料來源：研究團隊製作

（四） 情境假設小結

綜合上述假設後，扣除 5G 發展對本次頻譜價值之影響不計入，服務假設及語音假設皆會影響 2100MHz 以收益還原法計算出的頻譜價值結果，綜整兩項假設內容，共可分為四個情境如下說明。

情境 1-甲：僅提供語音服務、語音下滑下限為每人每年[✂]分鐘

由於語音每人每年仍可維持[✂]分鐘之用量，因此對收益影響較小，業者仍可依靠語音維持一定獲利，投入 LTE 建設誘因較低，僅維持語音服務。

情境 1-乙：僅提供語音服務、語音下滑下限為每人每年[✂]分鐘

最消極之情境，語音下滑嚴重，每人每年最後僅需使用[✂]分鐘，但業者仍未進行建設提供數據服務，而是仍僅維持原語音服務。

情境 2-甲：提供語音+數據服務、語音下滑下限為每人每年[✂]分鐘

最積極之情境，語音未持續嚴重下滑，但業者仍積極轉型提供數據服務，以期提升獲利。

情境 2-乙：提供語音+數據服務、語音下滑下限為每人每年[✂]分鐘

鑒於語音下滑情形嚴重、市場萎縮，業者積極轉型應對，提供數據服務以維持獲利。

各情境之比較如下表整理。

表 4-3 2100MHz 收益還原法頻譜價值計算情境

情境	服務假設	語音假設	業者服務	語音下滑下限	情境意涵
1-甲	1	甲	僅語音	[✂]分鐘	語音市場維持，業者仍可依靠語音獲利
1-乙	1	乙	僅語音	[✂]分鐘	語音市場萎縮，業者未積極轉型，獲利下降
2-甲	2	甲	語音+數據	[✂]分鐘	語音市場維持，業者技術提升並積極轉型，獲利提升
2-乙	2	乙	語音+數據	[✂]分鐘	語音市場萎縮，業者轉型應對，獲利維持

資料來源：研究團隊製作

二、 頻譜價值計算

收益還原法中，主要參數之一為服務收入總額（S）之計算，於 2100MHz 頻段中，服務收入包含語音服務及數據服務。由三大電信業者財報資料可知，業者之營業利益占比約為[✂]%，因此將計算出之收入總額（S）乘上[✂]%，即可得到營業利益額（A）。整體營業利益尚需要扣除設備所創造的利益（B）才能得到頻譜價值（A-B），設備所創造利益部分，需先推估為滿足需求之用量、覆蓋率所需購買之設備量及每年需負擔之維運費用，即包含了 CAPEX 成本及 OPEX 成本。加總之設備成本乘上預期報酬率[✂]即可得出由設備所創造的利益值（B）。以下則分段說明語音服務、數據服務推估方式，及最後收益還原法計算出之頻譜價值結果。

（一） 語音服務營收推估

2100MHz 頻段上可提供 UMTS 語音服務，其語音服務營收計算公式如下，主要由每年之總通話分鐘數乘上其通話費率（元/分）計算而得。通話分鐘數及通話費率係以業者別分開計算，及各家業者之通話分鐘數乘上其通話費率，而後再將所有業者之收入進行加總，各家業者之費率則參考近年之主要費率方案進行設定，網內通話費率中華為 [✂]元/分、台灣大哥大為 [✂]元/分、遠傳電信為 [✂]元/分、亞太電信為 [✂]元/分、台灣之星則主打網內通話免費。

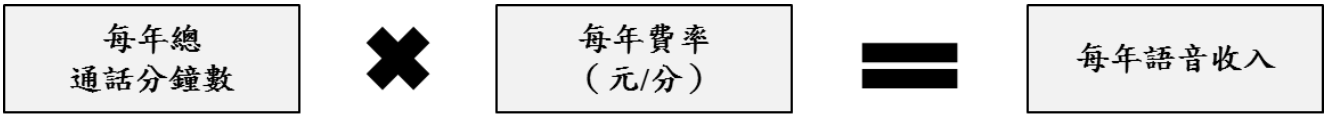


圖 4-20 語音服務收入計算公式

資料來源：研究團隊製作

下圖為 2100MHz 執照期間（2019-2033 年）每年 UMTS 語音之總收入計算結果，由於前面情境假設段落中對於語音用量下滑之假設有甲乙兩種情境，語音假設甲中，語音僅會下滑至每人每年最少使用[✂]分鐘，而語音假設乙，則認為

語音用量可能持續下滑至每人每年[✂]分鐘後才會轉趨平緩。由於假設甲相對平緩，約至[✂]年即達每人每年之最低用量；假設乙則會持續下滑至[✂]年，因此假設甲之年語音營收自[✂]年後皆高於假設乙，維持在一年[✂]餘億的水準，而情境乙每年語音的總收入則會持續下滑，至 2033 年時，僅剩[✂]億的水準。由執照期間之總收入來看，假設甲於 15 年期間的語音總收入合計為[✂]億元、而假設乙僅有[✂]億元，相差[✂]億元左右，顯示語音下滑之情形將嚴重影響此段頻譜可維繫之語音收入。



圖 4-21 語音假設甲、乙每年總語音收入
資料來源：研究團隊製作

（二） 數據服務營收推估

數據服務營收部分，若於服務假設 1 的情境中，即業者僅提供語音服務，則無法獲得數據營收；但若於服務假設 2 的情境中，假設業者得以妥善利用頻譜，則於 2019 年起，即可僅使用上下行各 40MHz 作為語音服務用、而將其他 40MHz 投入 LTE 技術之數據傳輸服務，至 2026 年時由於語音訊務下滑已剩 2019 年時點之一半，參考國外標竿案例，最少僅需留存上下行各 5MHz 以 UMTS 提供語音服務，則 2100MHz 頻段上可做為 LTE 使用之頻譜量由原 40MHz 提升至 80MHz。

推估 LTE 數據服務營收時，一重要假設為，各 LTE 頻段對營收貢獻之價值相同，因此可由各頻段之 LTE 頻譜量占總 LTE 頻譜量之比例，將總 LTE 營收進

行攤分。此假設依據主要是來自於業者訪談時，業者表示會計帳上並不會攤分各頻段（700/900/1800/2600）之收入或成本，而是以 LTE（4G 業務）項目合併計算。

以下圖左上為例，2019 年時我國釋出作行動通訊用之頻譜總量，於本次 1800 及 2100MHz 的釋照作業後，即可達 610MHz，其中 2100MHz 作為語音用之頻譜量為 80MHz、另外 40MHz 則做為數據用，則總數據用頻譜量為 610-80=520MHz，而該年之總數據營收預估為[redacted]億元，因此 2100MHz 對數據營收之貢獻即將總數據營收之[redacted]億元乘上（40/530），以 2100MHz 數據用頻譜量占總數據用頻譜量之比例進行攤分，因此該年數據營收貢獻計算為[redacted]億元。2026 年時因 2100MHz 之數據用頻譜量由原 40MHz 提升至 80MHz、總數據傳輸用頻譜量也由原 530MHz 上升為 570MHz，因此 2100MHz 之數據營收貢獻為[redacted]乘上（80/570），即[redacted]億元。

若我國業者後續採服務假設 2，積極提升 UMTS 技術效率，而將其使用之頻譜量逐漸精簡，並轉型發展 LTE 技術，則 2100MHz 頻譜於執照期間約可貢獻行動通訊業者約[redacted]億之營收，可填補因語音下滑造成的營收損失。

[redacted]

圖 4-22 數據服務營收計算方法

資料來源：研究團隊製作

（三） 計算結果

前述段落中已分別就語音、數據服務營收之計算方法，及不同假設對營收結果之影響。綜整各情境之計算結果如下圖所示。



圖 4-23 2100MHz 收益還原法各情境頻譜價值計算結果

資料來源：研究團隊製作

以頻譜價值而言，2100MHz 於情境 2-甲時的頻譜價值最高，整體語音市場仍能貢獻達[redacted]餘億的營收，但業者仍積極轉型發展 LTE 技術，因此頻譜價值最高，可達為[redacted]億元；次之為情境 1-甲，雖業者未發展 LTE 技術，但由於語音市場維持一定規模，因此頻譜價值仍有[redacted]億元；第三為情境 2-乙，雖語音收入下滑，僅剩[redacted]餘億，但由於發展 LTE 技術，提供數據傳輸，因此頻譜價值仍可維持在[redacted]億元；情境 1-乙之頻譜價值最低，因語音用量下滑嚴重，且業者也未積極轉型，利用空閒頻譜發展 LTE，因此頻譜價值僅剩[redacted]億元。

2100MHz 以收益還原法評估頻譜價值，由於情境之差異，頻譜價值介於[redacted]億元~[redacted]億元，其中[redacted]億元可視為頻譜可能價值之上限。後面第 2 節中，則將以 Administrative Pricing 法評估 2100MHz 之頻譜價值。

第4節 2100MHz 頻譜價值評估－Administrative Pricing 法

本小節將說明以 Administrative Pricing 法計算之 2100MHz 頻譜價值，AP 法主要是透過計算機會成本以評估頻譜價值，第一段中將先針對替代情境之假設進行說明，即若業者未取得 2100MHz 時，為延續既有語音服務的可能作法，第二段再基於假設進行頻譜價值之計算。

一、 情境假設

對於 2100MHz 的基本情境，研究團隊認為 2100MHz 頻譜之既有持有者（中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星）主要欲取得此頻段以延續 UMTS 之語音服務，且可利用既有之設備，而無須另進行大量建設投資，即可維繫既有語音之收入；對於未取得此 2100MHz 頻譜之替代方式假設，研究團隊認為由於現語音服務仍為重要收入來源，業者不可能犧牲此營收，且在相關規範下，以借網方式維持運作也為不可行之作法，因此最可能之替代方案，應為從既持有的頻段組合中，找尋適合之替代頻段（尤其是 900/1800MHz）頻段，另進行建設，有可能係以 GSM 技術或 UMTS 技術提供語音服務，但由於新建設之成本高，且未來營收主要來源應為數據傳輸，業者應會偏向建設 S-RAN 設備，即可支援多種傳輸技術、頻段之新型設備，以更有效率利用新建設之設備。由於此處假設取得 2100MHz 頻譜與否，業者皆可維繫既有語音收入，因此機會成本主要來自取得與否所需之成本差異，若取得頻譜，則可以既有設備之利用為主，而無須大量之投資建設；但若未取得頻譜，則需於替代頻段上，進行大量建設投資，因此成本較高，此二情境的成本差異，將影響頻譜價值。

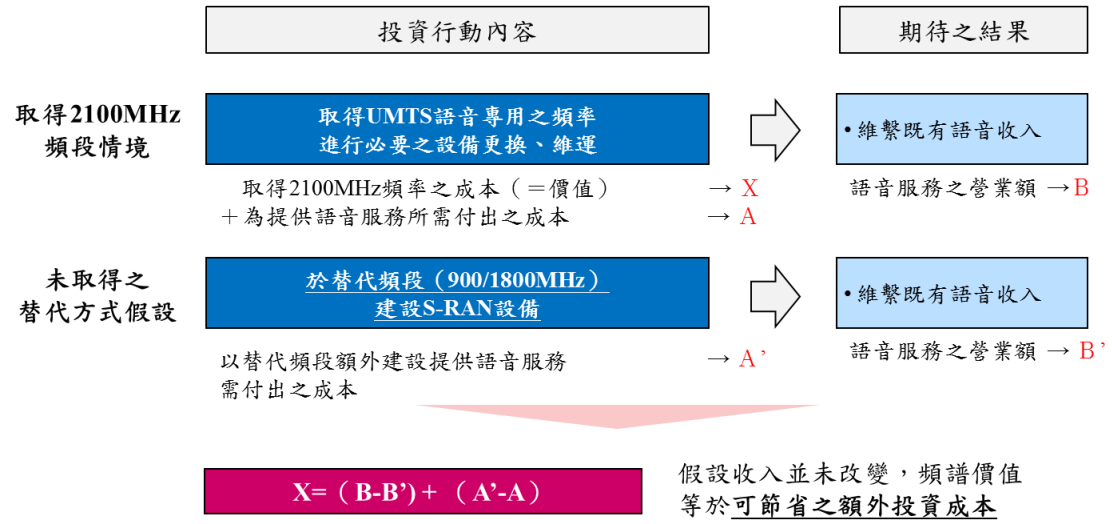


圖 4-24 2100MHz 替代情境假設

資料來源：研究團隊製作

二、 頻譜價值計算

計算替代情境之成本時，假設於替代頻段上需達成和 UMTS 相同之覆蓋率，即於人口密集區、城市、二級城市皆達 100%之地理覆蓋，每家業者所需新佈建之基地臺數量應不會超過現行 UMTS 之需求數量，約[✂]台，單一基地臺設備之成本，參考國外數值設定為[✂]元、回傳中繼線以 100M 進行設定，參考中華電信公開資料每年租金為[✂]，設備每年之維運費用維購入金額之[✂]%，以此相關參數計算出之結果如下圖所示。

若取得頻譜時，則總設備成為約為[✂]億元，即既有 UMTS 設備之持續汰換、維修、線路租用、機房租金等費用；若未取得頻譜時，加計所需額外投資的成本，共需[✂]億元。經折舊計算後機會成本，即未取得頻譜所需額外付出的建設成本，約為[✂]億元，顯示取得此段頻譜對業者之重要性及必要性。

惟由三大業者之財報資料來看，UMTS 網路與成本之結構，頻譜之費用包含標金及使用費僅占總收入的[✂]%，而設備之建置維運費用則占[✂]%，因此業者實際上對於頻譜認定之價值（機會成本），於此以[✂] * ([✂]/[✂]) 進行推估，計算結果為[✂]億元。



圖 4-25 2100MHz 以 AP 法計算頻譜價值

資料來源：研究團隊製作

AP 法由機會成本觀點進行頻譜價值評估，由計算結果而之若取得 2100MHz 頻譜，由於可利用既有之設備延續服務，因此成本較低；相較之下若須於替代頻段進行新建設，則成本將會可能多達[ ]餘億，此數字也可佐證既有頻譜持有者將積極參與競標之必要性，惟研究團隊認為未能將機會成本直接等同於業者願意出價之金額，因此另以整體網路之成本結構進行攤分。下一小節中，將進一步將收益還原法及 AP 法計算出之結果，扣除頻率使用費，推得實際 2100MHz 最高得標金之可能，並與國內外歷史拍賣結果比較，以驗證價值之合理性及意涵。

第5節 2100MHz 頻譜價值評估－最高得標標金預估

前兩節運用收益還原法以及 Administrative Pricing 法計算 2100MHz 之頻譜價值，於本節將計算 2100MHz 執照期間頻率使用費，以進一步得出該頻段之最高得標標金預估值。另外，將此次推估的最高得標標金與我國過去競標結果以及國際該頻段之競標結果進行比較。

一、 2100MHz 執照期間頻率使用費

根據《我國無線電頻率使用費收費標準》中規定，行動通訊頻率每年每 MHz 之頻率使用費為 10,675,000 元整。本次釋出之 2100MHz 執照，其執照到期日為民國 122 年 12 月 31 日，考慮 3G 執照屆期日為民國 107 年 12 月 31 日，因此，假設其執照年限將有 15 年。

另外，根據 104 年公告的《我國無線電頻率使用費收費標準》之附件一：行動通信頻率使用費計算基準表，為鼓勵業者盡快進行建設，於執照前 3 年分別給予 0.1、0.4、0.7 之頻率使用費調整係數。因此，研究團隊參考其調整係數，佐以折現率，計得 2100MHz 頻段 120MHz 頻寬之頻率使用費為 115.4 億元。

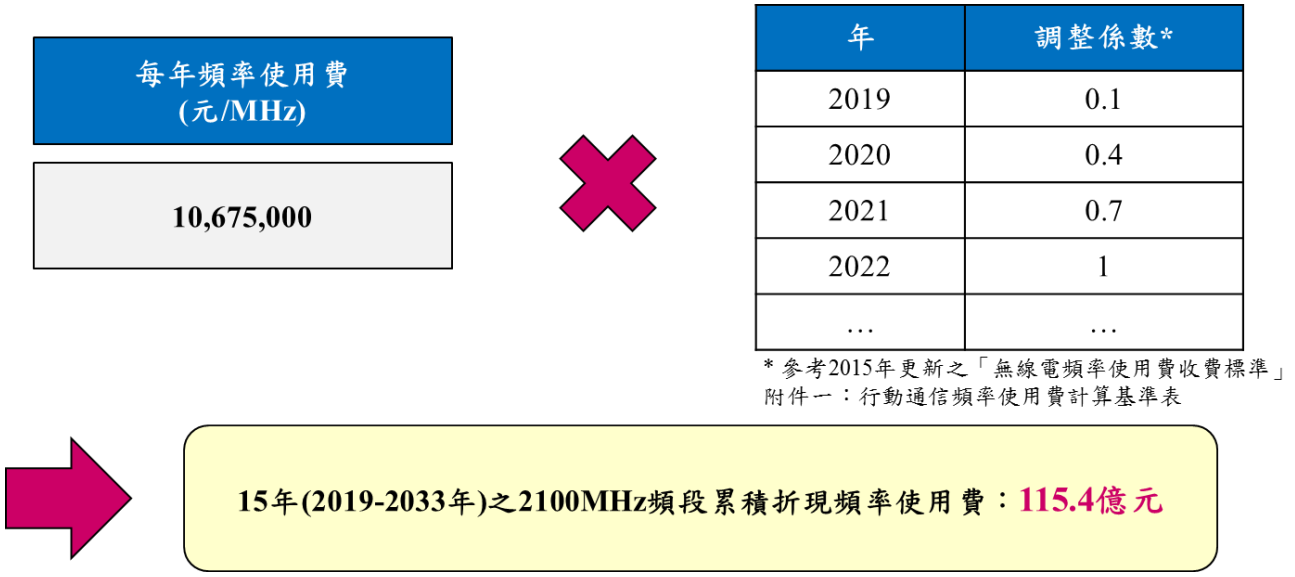


圖 4-26 2100MHz 頻譜執照期間頻率使用費

資料來源：研究團隊製作

二、 最高得標標金預估

最高得標標金預估值，乃利用頻譜價值扣除執照全期程之頻率使用費算得。彙整前兩節收益還原法之四個情境及 Administrative Pricing 法之頻譜價值扣除頻率使用費之最高得標標金預估值，如下圖。



圖 4-27 2100MHz 頻段預估最高得標標金

資料來源：研究團隊製作

綜合收益還原法與 Administrative Pricing 法共五個情境，最正向看待語音市場與積極投入數據市場之情境 2-甲的最高得標標金預計為[redacted]億元，其單位最高得標標金為[redacted]元/MHz/人，高於前次 3G 釋照時 2100MHz 頻段的拍賣成交價調整額[redacted]元/MHz/人（考慮近年市場近況進行價值之調整）。其次僅最正向看待語音市場之情境 1-甲的最高得標標金預計為[redacted]億元，其單位最高得標標金為[redacted]元/MHz/人。第三高者為消極看待語音市場但積極投入數據市場之情境 2-乙，其最高得標標金預計為[redacted]億元，單位最高得標標金為[redacted]元/MHz/人。再者為消極看待語音市場且不認為會投入數據市場之情境 1-乙，其最高得標標金預計為[redacted]億元，單位最高得標標金為[redacted]元/MHz/人。最低者則為 Administrative Pricing 法評估的情境，其最高得標標金預計僅有[redacted]億元，單位最高得標標金為[redacted]元/MHz/人。若未來語音收入可維持且看好該頻段投入數據市場，預期將帶來最高得標標金[redacted]億元，稍微保守一些僅看語音收入的話，則最高得標標金為[redacted]億，與過去成交價相近；若語音用量下滑加劇時，業者則必須導入數據服務，方能維持頻譜帶來之價值，如情境 2-乙之結果。

三、 歷史拍賣比較

3G 釋照時 A、B、C、D 等四張 2100MHz 頻段執照的實際成交價之單位價值，分別為[✂]、[✂]、[✂]、[✂]元/MHz/人，如下圖左邊所示。比較本次研究團隊推估的五個情境，僅有情境 2-甲高於前次競價結果，純語音的情境 1-甲略低於前次決標之單位價值。推測因為過去 3G 業務僅能透過此頻段提供服務，且當時語音市場仍有較大之營收，因此有較高的價值。不過，4G 業務時多了數據營收之可能，因此讓情境 2-乙明顯比情境 1-乙創造較高的頻譜潛在得標標金。

另外，過去兩次之行動寬頻釋照，因為個別頻段特性、原先使用狀況與當時國際發展趨勢之差異，各頻段之競標結果差距甚大，調整年限後之決標金額從[✂]元/MHz/人至[✂]元/MHz/人不等，如下圖右邊所示。本次研究團隊推測之情境認為因為 2100MHz 仍有提供語音之必要性，且屬於國際重要 LTE 發展頻段，因此，潛在擁有比 900MHz 與 2600MHz(FDD)頻段更高的得標標金。詳細的情境選擇與建議，待第 5 節將進行更進一步之分析與討論。



圖 4-28 2100MHz 頻段與各頻段過去競標結果比較

資料來源：通傳會，研究團隊製作

觀察國際上 2100MHz 頻段之競標結果，以匯率換算的結果分布在[✂]-[✂]元/MHz/人，根據不同國家的國情與行動通訊市場有顯著之差異，即使鎖定高所得國家或是亞太地區亦有很大之差距。因此，對於我國本次釋照 2100MHz 頻段之最高得標標金預估與底價建議，研究團隊認為以實際市場未來之推估值較為合理。然而，目前分析出之情境，尤其是較有可能發生的情境 1-甲與情境 2-乙之結果，與亞太地區及高所得國家之平均並沒有太大之落差。



圖 4-29 2100MHz 頻段頻譜價值國際比較

資料來源：Plum，研究團隊製作

第6節 1800MHz 頻譜價值評估－收益還原法

1800MHz 預期將會作為 LTE 數據傳輸用，因此在營收計算上，同 2100MHz 之作法，將會以其頻譜量占總量之比例去分攤整體數據可貢獻之營收；但在其成本部分，將會與得標業者數相關連，若僅一家業者得標時，預期建設成本較低、若有兩家以上業者得標時，則可能需建設兩套以上設備，而造成收益之下降。下面段落中，第一段將先進行可能之得標情境假設，第二段再針對不同情境進行頻譜價值計算。

一、 情境假設

1800MHz 過去已於 2014 年拍出 C1-C5 頻段，分別由台灣大哥大（C1）、中華電信（C2）、遠傳電信（C3）、遠傳電信（C4）、中華電信（C5）得標，本次則預計將前次保留未拍賣之 C6 拍賣進行拍賣，拍賣頻譜量上下行各 15MHz，以 5MHz 小區塊方式切割為三塊，代稱為 C6-1、C6-2、C6-3。

本次拍賣標的由於鄰近 C5 頻段，因此若 C5 頻譜持有者得標，將很可能具成本效益，利用既有 C5 之設備，降低其整體成本。細部分析，研究團隊將得標情境分為三種可能：

情境 X；1 家業者得標

由於新取得的頻譜上下行各 15MHz，即使是中華電信取得，也無法完全利用既有的 C5 頻段設備進行整合，因此若為 1 家業者得標時，假設需重新進行建設。

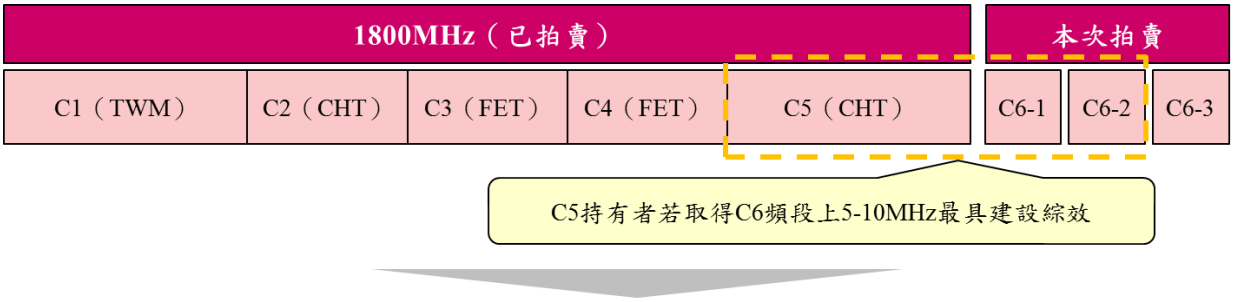
情境 Y：2 家業者得標（其中一家為中華）

當有 2 家業者得標時，且其中一家為中華，中華得標 5-10MHz，則預期中華可利用 C5 既有之設備、線路進行整合，可降低其獲得新頻段後整體之設備支出成本。

情境 Z：2 家業者得標（兩家皆為非中華之業者）。

若為兩家業者得標，且皆為非中華之業者，既使為原 1800MHz 頻段持有者，如台灣大哥大、遠傳電信，受限於天線發射訊號之頻帶寬度，也難以利用既有之設備。因此皆須重新進行建設。

針對三家以上業者得標之情形，由於各家僅得標 5MHz，且可能須重新進行建設，對頻譜利用效率、及業者效益而言皆不理想，因此不作此假設情境之試算，也應避免 此情境之發生。1800MHz 頻段拍賣結果之假設如下圖所示。



情境	得標業者數	中華得標	情境說明
X	1	不影響	任意業者取得15MHz完整C6，皆須重新進行建設
Y	2	是	中華利用既有C5設備進行整合，其他業者須重新建設
Z	2	否	兩家得標業者皆須重新進行建設

圖 4-30 1800MHz 競標結果得標業者情境假設

資料來源：研究團隊製作

二、 頻譜價值計算

收入部分，假設本次拍賣之 C6 上下行各 15MHz 皆會用於 LTE 數據傳輸服務，其營收計算方法同 2100MHz 數據服務營收計算方法，以頻譜量占比進行總數據營收之攤分。2018 年時，C6 作為數據傳輸用的頻譜量為 30MHz，而我國整體數據傳輸用的頻譜量為 530MHz、一年數據傳輸營收為[✂]億元，因此 C6 對數據營收之貢獻為 [✂] *（30/530）=[✂]億元，以此類推計算執照期間 2018-2030 之收入總額為[✂]億元。

設備成本估算部分，由於本段應僅會作為 LTE 之補充頻段，於人口密集區作為提升傳輸速度用，因此整體建置的基地臺數量及覆蓋率應不會同先前所釋出的主要頻段如 700/900、1800MHz，估算所需建設基地臺數量時，以達成人口密集區[✂]%之覆蓋率、及城市[✂]%之覆蓋率為基準，計算出所需建設基地臺數量約為[✂]台左右，此數據近於遠傳現於 2600MHz 所建設的基地臺數量，由於新釋出的 1800MHz C6 頻段，功能上與 2600MHz 相近，作為輔助傳輸密集區之用，此估算結果應符合現台灣需求數量。

計算出之結果如下圖所示，可見於三種情境中，雖 15MHz 頻寬作 LTE 使用可帶來的收入相同，但由於不同情境中所需建設成本不同，因此造成頻譜價值不同，情境 X 中僅有 1 家業者須建設，因此頻譜價值最高，達[✂]億元；情境 Y 中所有 2 家業者得標，但由於 C5 頻段之既有持有者中華電信可利用既有設備降低建設成本，因此整體頻譜價值僅略低於一家業者得標，達[✂]億元；情境 Z 有兩家業者得標，且皆非中華時，由於須建設兩套新設備，整體建設成本高，因此頻譜價值計算結果僅[✂]億元，遠低於其他兩個情境，顯示此情境對於頻譜利用價值低、對於業者投入可帶來的效益也不理想，預期發生機率十分低，因此研究團隊於此去除情境 Z 之可能，認為以頻譜價值觀點、或業者投資之觀點而言，最有效益情境為僅有一家業者取得完整之 C6 頻段、另一種可能為兩家業者得標，但其中一家為 C5 之既有持有者中華電信，仍可維持一定頻譜價值。



圖 4-31 1800MHz 以收益還原法法計算頻譜價值

資料來源：研究團隊製作

第7節 1800MHz 頻譜價值評估－最高得標標金預估

前一節運用收益還原法計算 1800MHz 之頻譜價值，於本節將計算 1800MHz 執照期間頻率使用費，以進一步得出該頻段之最高得標標金預估值。另外，將此次推估的最高得標標金與我國過去競標結果以及國際該頻段之競標結果進行比較。

一、 1800MHz 執照期間頻率使用費

根據《我國無線電頻率使用費收費標準》中規定，行動通訊頻率每年每 MHz 之頻率使用費為 10,675,000 元整。本次釋出之 1800MHz 執照，其執照到期日為民國 119 年 12 月 31 日，此頻段為目前閒置頻段，因此假設競標後即可使用，其執照年限將有 13 年。

另外，根據 104 年公告的《我國無線電頻率使用費收費標準》之附件一：行動通信頻率使用費計算基準表，為鼓勵業者盡快進行建設，於執照前 3 年分別給予 0.1、0.4、0.7 之頻率使用費調整係數。因此，研究團隊參考其調整係數，佐以折現率，計得 1800MHz 頻段 30MHz 頻寬之頻率使用費為 27.8 億元。

每年頻率使用費 (元/MHz)
10,675,000

×

年	調整係數*
2018	0.1
2019	0.4
2020	0.7
2021	1
…	…

* 參考2015年更新之「無線電頻率使用費收費標準」附件一：行動通信頻率使用費計算基準表

→ **13年(2018-2030年)之累積折現頻率使用費：27.8億元**

圖 4-32 1800MHz 頻譜執照期間頻率使用費

資料來源：研究團隊製作

二、 最高得標標金預估

綜整上節計算之兩個情境的頻譜價值扣除執照全期程之頻率使用費，算得最高得標標金預估值，如下圖。扣除頻率使用費後，若僅有一家業者得標頻譜價值將為[✂]元/MHz/人，但若由 C5 擁有者中華電信與其他業者共兩家得標，頻譜價值將為[✂]元/MHz/人。相對於前次 1800MHz 頻段拍賣成交調整價之[✂]元/MHz/元，本次推估出之最高得標標金較低。下段將進行與過去國內競標結果以及國際競標結果之比較。



圖 4-33 1800MHz 頻段預估最高得標標金

資料來源：研究團隊製作

三、 歷史拍賣比較

首次 4G 執照競標時，1800MHz 頻段之溢價比超過 700%，各頻段分別創下單位成交價 26.4、21.5、27.3、25.0、36.6 元/MH/人，調整為 13 年年限的話亦有 20.2、16.4、20.9、19.1、28.0 元/MHz/人。主要因為三大因素：一為當時為首次 4G 釋照，1800MHz 頻段又為當時國際上發展最成熟完善的頻段，因此造成各家業者均想於此頻段取得一席；一為當時競標時是有實際頻率位置的，因此造成既有 1800MHz 頻段的業者希望可以取得原先自己 2G 業務使用之頻段;最後一個為 C5 頻段之天價，乃因為該頻段為當時唯一沒有既有業務使用的頻段，因此業者們為搶得率先商轉 4G 的機會，造成 C5 頻段與其他 1800MHz 頻段均創下驚人的溢價比。

本次研究團隊依可能之收支狀況進行評估，預期若為單一業者得標，最高得標標金為[ ]元/MHz/人，若中華與另一業者得標，最高得標標金則為[ ]元/MHz/人，相較於前次的價格較為理性。



圖 4-34 1800MHz 頻段與各頻段過去競標結果比較

資料來源：通傳會，研究團隊製作

觀察國際上 1800MHz 頻段之競標結果，以匯率換算的結果分布在[✂]-[✂]元/MHz/人，根據不同國家的國情與行動通訊市場有顯著之差異，即使鎖定高所得國家或是亞太地區亦有很大之差距。因此，對於我國本次釋照 1800MHz 頻段之最高得標標金預估與底價建議，研究團隊亦認為以實際市場未來之推估值較為合理。然而，目前分析出之兩個情境的結果分別落在[✂]元/MHz/人與[✂]元/MHz/人，相較於亞太地區過去 1800MHz 頻段競標結果而言稍微偏高，表示此次釋出的 1800MHz 部分頻段，對於我國行動通訊市場與業者而言，有高於國際之頻譜價值。



圖 4-35 1800MHz 頻段頻譜價值國際比較

資料來源：Plum，研究團隊製作

第8節 2100MHz 與 1800MHz 底價建議

第 3 節、第 4 節已分就 2100MHz、1800MHz 頻譜價值進行評估，並計算扣除頻率使用費後預估之最高得標標金。本節則將繼續處理整體計算之第二步驟，透過折扣率之設定，將原預估最高得標標金向下調整得出理論底價建議值。第 1 段中將針對研究團隊之折扣率設定方式進行說明、第 2 段中則就各情境計算出之最後理論底價結果進行說明及最後建議。

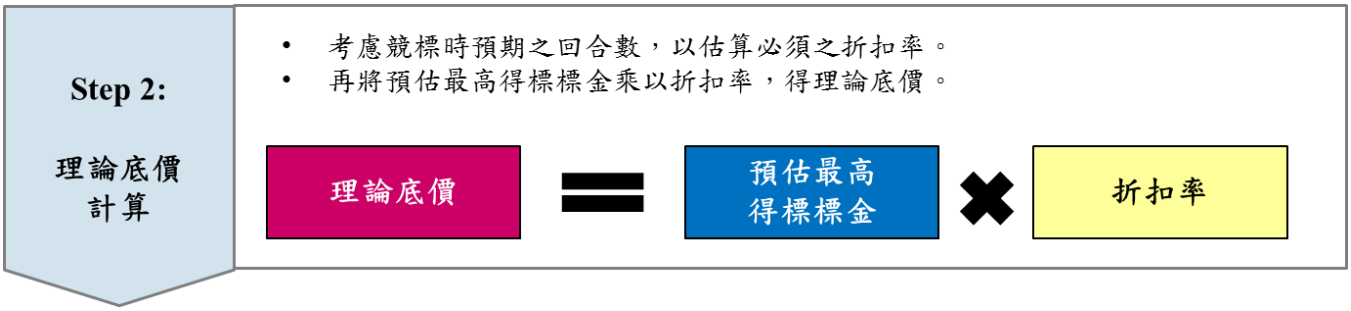
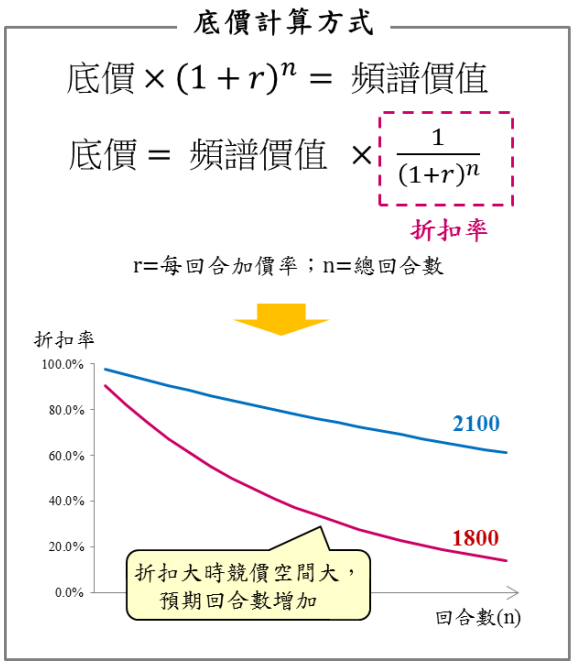


圖 4-36 理論底價計算方式

資料來源：研究團隊製作

一、 折扣率設定

為保留競價空間，於底價訂定時多會將預估之最高得標標金進行一定折扣，向下調整價格作為底價。折扣率之設定將會影響整體競標之回合數，當折扣率低、底價低、保留較大競價空間時，業者之出價回合數將可能相對較長。底價、競價回合數與頻譜價值之關聯可簡單以數學式表示：底價 *（1+r）^{n} = 頻譜價值，r 為競標加價之比率，n 為總回合數，因需設定底價之價格，因此經簡單移項整理後，可將原算式調整為：底價 = 頻譜價值 *[1/（1+r）^{n}]，假設每次競標加價率（r）相同時，則回合數越長（n 越大），則頻譜價值需折上較低的折扣率，即設定較低的底價，由下圖左可見回合數與折扣率呈現負向關聯，回合數長則折扣率低、回合數短則折扣率高，下圖右也試算有當業者採最消極之出價模式（盡可能不出價、每次出價加價幅度僅達最低加價比率之 3%）時，1800MHz 頻段及 2100 頻段預期回合數及折扣率設定之結果。



回合數與折扣率關係

1800MHz

回合數	折扣率
10	90.6%
20	82.1%
30	74.4%
40	67.4%
50	61.1%
60	55.4%
70	50.2%
80	45.5%
90	41.2%
100	37.3%

2100MHz

回合數	折扣率
100	78.2%
110	76.3%
120	74.4%
130	72.6%
140	70.8%
150	69.1%
160	67.4%
170	65.8%
180	64.2%
190	62.6%

圖 4-37 回合數與折扣率之關連

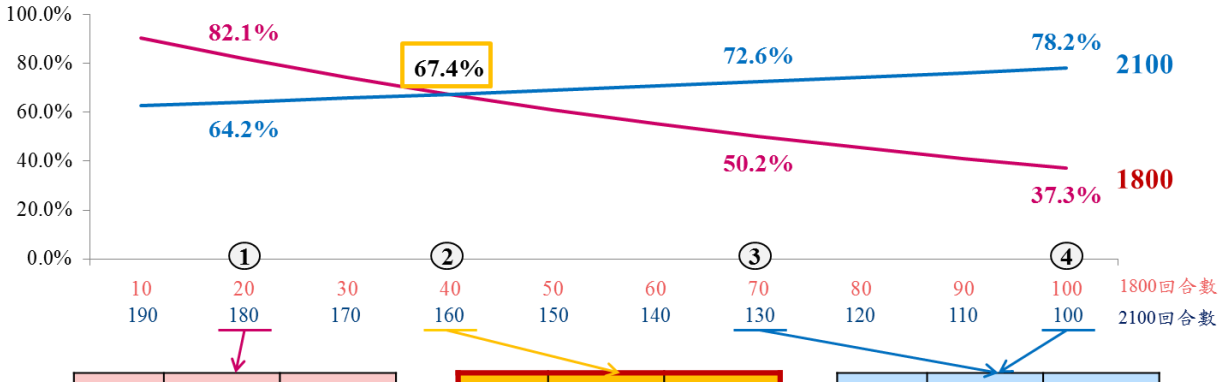
資料來源：研究團隊製作

研究團隊於折扣率設定之方法，即以預期競標回合數進行設定，若主管機關希望保留較長的競價空間時間供業者競爭，則可設定較高之折扣率，若主管機關希望競價作業較有效率，能於一定時間內完成，則可設定較低之折扣率。現於相關條文中，設有 200 回合後的加速機制，若整體競價作業能於 200 回合內完成(約 1 個月的日曆天)，則 1800MHz 及 2100MHz 的競標回合數總和應小於 200 回合。

下圖即進行各種設定方式之折扣率試算結果。由於 1800MHz 與 2100MHz 的頻譜性質、潛在投標業者皆有一定差異，並非所有業者都對兩段競價標的皆有興趣，因此研究團隊假設兩段頻譜之競標為獨立事件分開計算；另對於整體競價時間之情境假設，研究團隊則設定為，「即使業者採最消極之競價方式時，整體競價作業也能於 200 回合內完成。由於 1800MHz 和 2100MHz 的競標回合數總和應為 200，因此當 1800MHz 回合數長時、2100MHz 的回合數則須縮短，即當 1800MHz 折扣率大時，2100MHz 的折扣率則會相對較小。

以結果而言，在情境 2 的狀況中，屬於一中性之選項，即 1800MHz 與 2100MHz 之回合比例同區塊之比例（3 塊：12 塊）而設定為 40 回合及 160 回合，1800MHz

由於競價區塊數較少，預期可較快完成、而 2100MHz 區塊數較多，因此需較長的競標時間，於此情境下，則兩段頻譜之折扣率皆為 67.4%（將理論最高得標標金乘上 67.4%即為底價）。以此情境 2 為基準，可有不同之回合數（折扣率）設定策略。



①	1800	2100
回合	少	多
折扣	小	大
底價	高	低
意涵	具發展潛力、價值高	鼓勵業者投入建設

②	1800	2100
回合	40	160
折扣	67.4%	67.4%
底價	—	—
意涵	兩段設定相同折扣率，由市場競價決定價值	

③④	1800	2100
回合	多	少
折扣	大	小
底價	低	高
意涵	鼓勵業者參與競爭	確保頻譜價值

圖 4-38 折扣率設定策略意涵

資料來源：研究團隊製作

情境 1 中，則希望 1800MHz 的回合數更為縮短、保留更長的競爭回合數於 2100MHz 頻段之競標，則 1800MHz 的折扣率小（82.1%），底價相對較高，而 2100MHz 的折扣率大(64.2)，底價相對較低。此底價設定方法，可視為因 1800MHz 除作 LTE 數據傳輸用，未來也可能發展物聯網應用，因此潛在價值高、底價設定水準較高；而 2100MHz 則因看到未來需逐漸轉型投資發展 LTE，因此於競標時底價設定較低，業者可能之得標價格較低，得以保留預算於後續之投資。

情境 3 中，則希望 1800MHz 仍有一定回合數，因此 1800Mhz 折扣率大(50.2%)，底價低，2100MHz 則相對折扣率小（72.6%），底價高。此設定方法，可視為因 1800MHz 不希望設定過高之底價，而降低中華以外業者之競標意願，因此失去競標之競爭性，因此設定較低之底價；而 2100MHz 頻譜價值，因仍有每年數百億

之語音服務收入，因此不應低估此頻譜價值，而將底價設定在相對較高但仍合理之水準。情境 4 之回合數設定策略則同情境 3。

由於回合數對折扣率之影響幅度大，若有特定明確之政策方向，確實可選擇情境 1 或情境 3,4 之設定方法，但也需承擔相對應之風險。研究團隊建議可逕採情境 2 之折扣率設定方式，統一以 67.4%設定折扣率，保留一定競價空間同時也不會設定過低之底價而有低價賣出頻譜之風險，留由市場競價過程決定最終之價值，而不須於底價設定時有顯著的策略意涵。

二、 底價建議

將本章第 2 節與第 3 節計算出之頻譜價值，統一以 67.4%折扣率進行折扣後，結果如下圖所示。1800MHz 整段之建議底價為[✂]億~[✂]億元，單位價格為[✂]~[✂]元/MHz/人，介於前次 1800MHz 拍賣時的單位底價 3.1 元/MHz/人及成交價 22.4 元/MHz/人中間。推測是因前次拍賣時，由於市場上尚未推出 LTE 服務，因此對於 LTE（4G）可帶來之效益無法準確預估，因此底價訂定水準相對保守，但由成交結果看來，業者對 LTE 頻譜期待度高，因此溢價比高，而本次研究採收益還原法計算頻譜價值時，由於是採用現行市場整體數據傳輸收益水準進行推算，因此對於 LTE 頻譜價值掌握相對準確，因此計算出之底價會高於前次底價，反映其作為數據用之效益。

2100MHz 頻譜底價部分，以收益還原法計算出之底價結果介於[✂]億元~[✂]億元、單位底價介於[✂]元/MHz/人~[✂]元/MHz/人。四種情境之中，唯有最樂觀積極之情境 2-甲，整體語音市場未持續明顯萎縮，且業者積極發展 LTE 作數據傳輸，因此可創造之效益高，單位底價達[✂]元/MHz/人，較前次 2100MHz 拍賣平均底價 11.7 元/MHz/人高。其他情境 1-甲、2-乙、1-乙計算出之單位底價，主要因反應近年語音持續下滑關係，較前次拍賣底價低。



圖 4-39 經折扣後之建議底價

資料來源：研究團隊製作

1800MHz/2100MHz 先前研究團隊作出各種情境假設進行試算，因此有多個底價結果，情境選擇上，於 1800MHz 部分研究團隊建議可選擇情境 Y 之結果，即假設有 2 家業者得標之結果進行設定，此價格保留對中華以外業者之投入吸引力，維持市場之競爭；若選擇情境 X，假設僅一家業者得標，此情境下計算出之頻譜價值較高，但也可能因底價過高，阻礙業者進入競爭。

2100MHz 情境選擇上，雖 2-甲之情境仍為可能發生之情境，但由於此情境假設狀況較為理想，若市場發展未如預期時，可能使業者投入意願低，或因付出過多標金而減少後續建設投資，因此研究團隊建議可採用 1-甲或 2-乙之情境，情境 1-甲假設語音市場衰退情況將減緩，可維持一定營收，因此業者可僅維繫語音服務；情境 2-乙則假設語音持續下滑嚴重，業者積極建設 LTE 設備，提供數據傳輸服務以求維持營收。另情境 1-乙則是最糟之狀況，語音已下滑嚴重但業者仍緊守語音收入，計算出之頻譜價值僅剩[✂]億，有低估頻譜價值之可能。

綜整上述頻段之可能選擇，共有兩種組合可能，差別主要在於對 2100MHz 的情境選擇。建議組合－I：1800MHz 採情境 Y ，保留市場競爭空間；2100MHz 則採 2-乙，認為語音下滑快時，業者會積極發展數據傳輸服務，則本次拍賣之總底價為 259.9 億元。建議組合－II：1800MHz 同樣採情境 Y ，保留市場競爭空間；2100MHz 則採 1-甲 ，對語音市場看法樂觀，認為可維繫頻譜價值，此組合計算總底價之結果為[✂]億元。由監理機關角度而言，若選擇組合 I，對

2100MHz 設定之底價較低，有鼓勵業者積極進行 LTE 建設以提升服務品質之意涵；若選擇組合 II，對 2100MHz 設定之底價較高，由於業者須付出較高成本取得此段頻譜，將可能僅延續原有 UMTS 技術之語音服務，而不積極建設 LTE 設備提供數據服務。為保留市場發展空間、提升使用者權益，研究團隊也建議採組合 I 進行底價之設定。



圖 4-40 底價設定建議組合
資料來源：研究團隊製作

上述底價建議的組合 I 及組合 II，1800MHz 之建議底價設定相同，差別主要在於 2100MHz 頻段之建議底價，而 2100MHz 之建議底價又主要與近年下滑之語音服務下限有顯著之關聯。建議組合－I 中所採用的情境 2－乙，假設未來語音將下滑至每人每年最低僅使用[redacted]分鐘；建議組合－II 中所採用之情境甲則假設未來語音下滑底限最小為每人每年[redacted]分鐘，兩者最終計算出之頻譜價值有[redacted]億元以上的差距，顯示未來語音用量預測與頻譜價值之關聯性。對語音用量之用量下限，研究團隊認為，將可能落在兩種情境之間，即[redacted]分鐘至[redacted]分鐘之間，由近年下滑幅度來看，尤可能偏近於[redacted]分鐘一端。考量預測之不確定性，並由統計角度來看，研究團隊也取[redacted]分鐘及[redacted]分鐘的第一四分位數，即[redacted]分鐘，帶入情境 2-乙 發展情境 2-乙’，於 2-乙’情境中，頻譜價值是基於語音用量將會逐步下滑至每人每年[redacted]分鐘之下限，業者基於語音之下滑，也逐步轉型發展數

據傳輸應用，以收益還原法計算而得建議底價為[✂]億，加總 1800MHz 之建議底價[✂]億元後，研究團隊提出建議組合－III，建議總底價為[✂]億元。建議組合－III 與建議組合－I 的比較如下圖所示。



圖 4-41 底價設定建議組合 I 與 III 比較
資料來源：研究團隊製作

三、 小結

本次研究團隊最終提出三種建議組合，三種建議組合中，1800MHz 皆採情境 Y，假設有兩家業者得標（其中一家為中華）進行計算；2100MHz 頻譜價值則主要分為同時發展語音+數據（2-乙）、及僅繼續提供語音服務（1-甲）。

建議組合－I 中，2100MHz 語音服務下滑之下限為[redacted]分鐘/年，計算結果之總底價為[redacted]億元，其中 1800MHz 總底價為[redacted]億元、單一 2*5MHz 之小區塊建議底價為[redacted]億元；2100MHz 之總底價建議為[redacted]億元，而單一小區塊之建議底價為[redacted]億元。

建議組合－II，2100MHz 頻段因語音下滑下限僅至[redacted]分鐘，仍可維持一定營收，因此僅維繫語音服務，未發展數據傳輸，以此假設算出之 2100MHz 頻譜底價建議為[redacted]億元，單一區塊之建議底價為[redacted]億元，加總 1800MHz 之底價之總底價為[redacted]億元。

建議組合－III 之總底價為[redacted]億元，介於建議組合－I 及建議組合－II 間，較建議組合－I 高出[redacted]億元，主要因 2100MHz 中對語音下限之假設，由情境 2-乙（[redacted]分鐘）和情境 1-甲（[redacted]分鐘）之預測結果取第一四分位數為[redacted]分鐘，高於原情境 2-乙之假設，因此計算出之 2100MHz 建議底價為[redacted]億元，單一區塊底價為[redacted]億元，也皆高於情境 2-乙之計算結果。

上述組合中，建議組合－II 底價設定價值相對較高，總底價達[redacted]億元，雖可確保頻譜之價值，但也可能削弱競標之競爭性，因此研究團隊建議以組合－I 進行設定，總底價為[redacted]億元，保留市場競爭空間，並鼓勵業者積極建設 LTE 提供數據傳輸服務，但若主管機關認為組合－I 中對未來語音下滑之推估過於嚴格時，則可採建議組合－III，即將原組合 I 中之 2100MHz 頻譜價值進行微調，底價會略提升至[redacted]億元。



圖 4-42 本次拍賣建議底價彙整

資料來源：研究團隊製作

第5章 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照相關配套與管理規則建議

本次第三次行動寬頻業務釋照除多釋出於第一次釋照時保留之 1800MHz C6 頻段外，主要釋照標的為原第三代行動通信業務（簡稱為 3G 業務）使用的 2100MHz 頻段，此頻段主要採用 UMTS 技術提供包含語音通話及數據傳輸服務，但隨第三代行動通信業務執照將於 107 年 12 月 31 日屆期，其設備、用戶、契約之移轉將為本次釋照規劃重要之考驗，若釋照機制及相關配套措施未能妥善規劃，將可能於屆期日前後出現用戶無法通訊之情形，因此本章將從 3G 業務移轉、得標者權利義務、消費者權益保障等主題，探討釋照相關配套措施與管理規則所需調整之建議。

第1節 第三代行動通信業務移轉之配套

一、 3G 業者合作提供行動語音 CSFB 服務之可行性探討

3G服務之延續為本次釋照之重要課題，尤其因我國 VoLTE 互連尚未開啟前，UMTS 網路之語音服務在 GSM 設備已逐漸淘汰狀況下，可能會成為語音服務主要甚至是唯一之網路。

在 2G 業務、3G 業務陸續屆期後，設備皆將移至行動寬頻網路，成為異質網路共同提供服務。亞太為淘汰 CDMA-2000 設備後語音服務之延續，已於 900MHz 頻段上建設 GSM 平台供其 4G 用戶語音使用，並提出以亞太之語音平台作為各業者後續容納殘留之 2G 用戶之共用平台之建議，主管機關當時亦表達支持的態度，只要不涉及核網、頻譜共用、接取網路等設備是不會涉及法規議題的可行作法。。

在既有規範之下，3G 業者已可合作提供行動語音 CSFB 服務，因此不須特別另外進行法規之鬆綁，即使在不透過共用平台的狀況下，此些業者中，中華電信、台灣之星另擁有 900MHz 頻譜資源；台灣大哥大、遠傳電信則擁有 1800MHz 頻譜資源，業者若未重新取得 2100MHz 頻段延續既有設備及服務時，仍可利用其他既有之頻譜，建設 GSM 或 UMTS 語音網路以提供服務，便可不透過共用網路方式亦能提供語音服務。於釋照作業完成後，業者們在面對屆期前將有一年之

緩衝期，若有未得標之狀況發生，應可利用既有頻譜資源，另建設 GSM/UMTS 語音用之網路，以延續服務，而不會造成語音服務之中斷。

二、 3G 設備轉換至異質網路辦法

隨業務屆期，相關設備如何整合至行動寬頻網路成為異質網路，除影響服務延續之可行性，業者也希望能最大化既有設備投資之效益、延長使用之年限。由 2G 案例來看，2G 業務將於 2017 年 6 月 30 日屆期，2G 業務經營者中華電信、台灣大哥大、遠傳電信皆於屆期前提出行動寬頻業務（4G）事業計畫書變更，主管機關通傳會業已於 2017 年 6 月 14 日委員會議中，通過三家業者之事業計畫書變更案，核准三家業者將部分原有 2G 設備移入 4G 系統作為異質網路使用，在設備移轉後，原 2G 用戶僅要將契約轉換至 4G 契約，於 2G 業務屆期後將仍能使用行動通信服務，不影響使用權益，也有望達成通傳會所期待的「服務完全移轉」政策目標。

以 3G 設備來說，將可能沿 2G 屆期處理之模式，將相關設備轉移至 4G 網路成為異質網路，以延續既有服務之提供，惟轉移之前，既有於 2100MHz 上佈建 3G 設備之業者，包含：中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星必然須於本次拍賣再次取得 2100MHz 頻段頻譜，並取得此頻段新的行動寬頻業務執照後，方能進行設備之移轉。按現有行動寬頻業務管理規則，取得執照相關過程主要於第四節籌設中各條款，需依序按第 40 條檢具事業計畫書申請籌設許可書、按第 41 條辦理公司變更登記、按第 42 條申請頻率指配、按第 43 條申請系統架設許可、並提出系統建設計畫、並於建設 250 台高速基地臺後，按第 47 條申請系統審驗、最後按第 49 條申請特許執照。

但各業者業已經營有行動寬頻業務，因此設備移轉過程相關規範，主要在於第 40 條及第 45 條，第 40 條第 1 項提到「但已為經營者之得標者無須申請核發籌設同意書，應向主管機關申請核准事業計畫書之變更。」，第 45 條則有關於異質網路設備移轉之規範，第一項說明移轉之可行性「得標者或經營者得申請將其自身或其他行動電話或無線寬頻接取業務經營者之系統設備，移用為其行動寬頻系統之一部。」、第三項和第四項則有關於平順移轉之過渡時期規範「其屬移用前後設置處所相同之設備者，於取得架設許可前，得免予拆除。」、「移用使用中

之系統設備且移用後未變更系統軟硬體設備者，得免予系統技術審驗。」。

由上述既有規範及 2G 移轉觀之，3G 業者進行設備之移轉在現有規範下應無太大的問題，另加上本次競標機制採小區塊、兩階段的方式，先競標數量再選取位置，在位置階段的排列選項中，為求既有 3G 服務之延續、不中斷，位置排列的原則除連續外，也讓既有 2100MHz 頻段業者若於本次競標中仍有得標，皆可以取得最少 5MHz 原位置之頻譜，如未能於原位置時，則會安排於 E12 之空白位置（未有既有使用者的區塊），亦即既有業者可預先於 2100MHz 頻段屆期前 2017 年 12 月 31 日，先行繳回部分與第三次行動寬頻釋照重疊之區塊後，依籌設相關之條款，取得新的執照、並進行設備移轉，如此方式下，部分區塊可持續維運至屆期當日，而屆期當日後亦有 3G 設備已移至行動寬頻網路下，可持續提供服務，完成平順移轉。

第2節 釋照得標者權利義務

由於頻譜為重要稀有之國家共有資源，作為頻譜資源之監理者，確保頻譜能妥善被釋出及使用是重要之職責。實際執行方式上，將相關權利義務列於管理規則、執照中係最嚴格且有效之作法之一，部分國家於設計執照時，也可能配合國家政策增列義務項目，最常見如覆蓋率之達成。本節即將就本次釋照之背景、及近來國家重要之數位、行動、頻譜使用政策方向，探討得標者之可能權利義務設定及相關配套措施及管理規則。

一、 涵蓋率及偏鄉普及義務設定

於本次釋照之 2100MHz 與 1800MHz 頻譜規劃之過程中，主管機關與交通部針對頻譜得標者義務進行了許多探討，最終決議，為照顧全體國人使用行動寬頻之權益，要求得標者將未來五年逐年增加偏遠地區高速基地臺設置數量及人口涵蓋率寫入事業計畫中作為一個執行重點。此外，主管機關亦提供業者偏遠地區涵蓋率達成之頻率使用費折扣之規劃，以鼓勵業者往偏遠地區建設提供行動通訊服務。因此，研究團隊在此盤點各國對於電信業者義務之規範，做為未來執照釋出或是政策推動時的參考。

參考國際頻譜執照之規範，部分國家會在透過執照設定覆蓋率義務，已達成其國內行動通訊網路建設之願景，亦有國家在執照內設定特定對象之資費義務，如下表所整理。

表 5-1 國際頻譜執照義務規範案例[6]

國家	頻段	義務內容
德國	800MHz	每邦依人口數分四階段建設網絡，每階段完成 90%人口覆蓋，才能進入下一階段人口較多的地區。
	700MHz	全國 98%、每州 97%以上家戶取得 50Mbps 的寬頻連線，並於公路及高速鐵路上皆需達成 100%寬頻覆蓋。
日本	700MHz 900MHz 3500MHz	於頻譜指配申請時便說明未來須達成之寬頻人口覆蓋率以及其達成期限。
英國	800MHz	其中 2×10MHz 區塊規範於 2017 年達成全英國人口至少 98%覆蓋率目標。
	2100MHz	2000 年釋出時要求 2007 年底前達到 80%人口覆蓋率，此目標後被 2010 年修正之 3G 業者普及義務(90%)取代。
泰國	900MHz 1800MHz	2015 年釋照時，要求業者符合社會責任，並且配合推動社會福利，以較低價格提供低收入戶與身障人士寬頻上網服務

資料來源：BMWi、日本總務省、Ofcom、NBTC，研究團隊製作

[6] 各國案例資料來源：
https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/DigitalDividend/DDtoolkit/uploads/assets/downloads/02/case-studies-germany.pdf；http://www.wik.org/fileadmin/Vortraege/2015/DigiClub_2015_09_10_Grewe_Telefonica.pdf；
http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/portal/manual700.pdf；
http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/portal/manual900.pdf；
http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/4g/manual.pdf；
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0026/58292/4gcov-verification.pdf；
https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/media/media-releases/2013/3g-coverage-compliance；
https://broadcasting.nbtc.go.th/wps/wcm/connect/NBTC/4a77f14a-9f7b-4b52-8ef5-d82e229f4081/Spectrum+Master+Plan+Thailand+by+ITU+16062559.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=4a77f14a-9f7b-4b52-8ef5-d82e229f4081

德國為達成 2018 年所有家戶皆取得至少 50Mbps 的寬頻連線之目標，特別針對 700MHz、800MHz 頻段得標者，制定建設網絡的義務條件。2010 年釋出的 800MHz 頻段，針對每邦沒有或低覆蓋率區域，分四階段建設網絡，每階段完成 90%人口覆蓋，才能進入下一階段人口較多的地區。其中四個階段分別為：<5,000 居民的小鎮/區域、5,000-20,000 居民的鎮/區域、20,000-50,000 居民的鎮/區域與 >50,000 居民的鎮/區域。2015 年釋出的 700MHz 頻段，因 800MHz 頻段已完成大部分建設，僅要求全國至少 98%家戶取得 50Mbps 的寬頻連線、每州至少 97%家戶取得 50Mbps 的寬頻連線，及在公路及高速鐵路上皆需達成 100%。

日本則是於頻譜指配申請時，便說明個別頻段未來須達成之寬頻人口覆蓋率以及其達成期限。以個別通信局管轄範圍作為覆蓋率之計算基準，要求 700MHz 頻段於 2019 年達到 80%以上之人口覆蓋率，900MHz 頻段於 2018 年達到 80%以上之人口覆蓋率，3500MHz 頻段於 2018 年達到 50%以上之人口覆蓋率。

英國在 800MHz 頻段釋出時，要求 2×10MHz 區塊規範於 2017 年達成全英國人口至少 98%覆蓋率目標。而對於 2000 年釋出的 2100MHz 頻段，將 2007 年底前達到 80%之人口覆蓋率，於 2010 年修整為 90%之 3G 服務普及義務。

泰國則是於 2015 年拍賣 900MHz、1800MHz 執照時，要求得標業者應於服務推出前，提交企業社會責任計劃書，其中應包含為身心障礙者（Disabled）提供之服務。同時，得標者應配合推動社會福利提升，如促進公共性服務普及化，提升低收入戶、身心障礙者、孩童、老人、偏遠地區之使用比率。因應此目標，主管機關現規定業者，需以九折以下之費率提供服務給身心障礙者及低收入戶。

除了上述規範於頻譜執照中的義務以推動行動寬頻覆蓋與普及之外，部分國家之政府也運用普及基金或其他機制推動行動寬頻覆蓋與普及。以下介紹美國之普及服務基金，以及英國政府之推動方式。

美國政府在寬頻普及的政策路線，主要採取市場開放的機制，讓民營業者自由競爭，在國內架設寬頻網絡，但針對建置成本較高的偏遠地區，或是費用支付困難的低收入戶，設立了普及服務基金(Universal Service Fund, USF)，利用費用補貼的方式，支持電話與寬頻網絡於國內的佈建與推廣。

為了達成美國電信法(1996)的普及服務精神－提供全國各地區消費者(包含低收入、偏遠或高成本地區消費者)先進且收費合理之電訊傳播與資訊服務，FCC 在 1997 年成立美國普及服務管理公司(Universal Service Administrative Company,

USAC) ，負責執行普及服務計畫及普及服務基金(USF)的管理，希望能藉由此模式讓國民以合理、可負擔的價格享有電信及網路服務，並提高電信網絡覆蓋於國內高成本與偏鄉地區的比例。

普及服務基金的經費來自傳統電話語音服務的營收，補助電話及網路服務之建設與使用之費用，主要分為：高成本(不經濟)地區(Connect America Fund)、低收入戶(Lifeline)、偏遠地區醫療機構(Rural Health Care, RHC)與學校與圖書館(E-Rate)等四個項目。

普及服務基金(1997) (Universal Service Fund, USF)	
相關法案	電信法(1996) (Telecommunication Act)
管理單位	聯邦通訊委員會 (Federal Communication, FCC)
執行單位	美國普及服務管理公司 (Universal Service Administrative Company, USAC)
目標	• 國民支付合理、可負擔的價格享有電信及網路服務 • 提高電信網絡覆蓋於高成本與偏鄉地區
電話及網路補助範圍	• 高成本(不經濟)地區(Connect America Fund) • 低收入戶(Lifeline) • 偏遠地區醫療機構(RHC) • 學校與圖書館(E-Rate)
2015年補助情形	• 補助45個州10家價格上限管制業者(price cap carrier)約12億美金 • Lifeline Plan補助超過一千萬個用戶 • 偏遠地區醫療機構補助總額約2.8億美元 • 學校與圖書館(E-Rate)補助總額約20.8億美元

圖 5-1 美國普及服務基金案例

資料來源：USAC，研究團隊製作

英國 Ofcom 於 2015 年主動調查英國的行動通訊使用狀況，全英國有 99%的地區可連接行動通訊服務，但只有 46%的地區可以同時接收四家 MNO 業者的訊號。英國政府定義行動通訊與水、電同為屬民生必需設施，提供個人利益以外的社會價值，如：提供安全/緊急/救援等狀況的聯繫、使人因為與其他人保持聯繫而維持身體和情感健康的狀態、使人獲得資訊/教育/娛樂、使人獲得工作機會與滿足雇主期望等；因此提出兩種需要提升行動通訊覆蓋率的情境：Mobile not-spots 與 Partial not-spots。

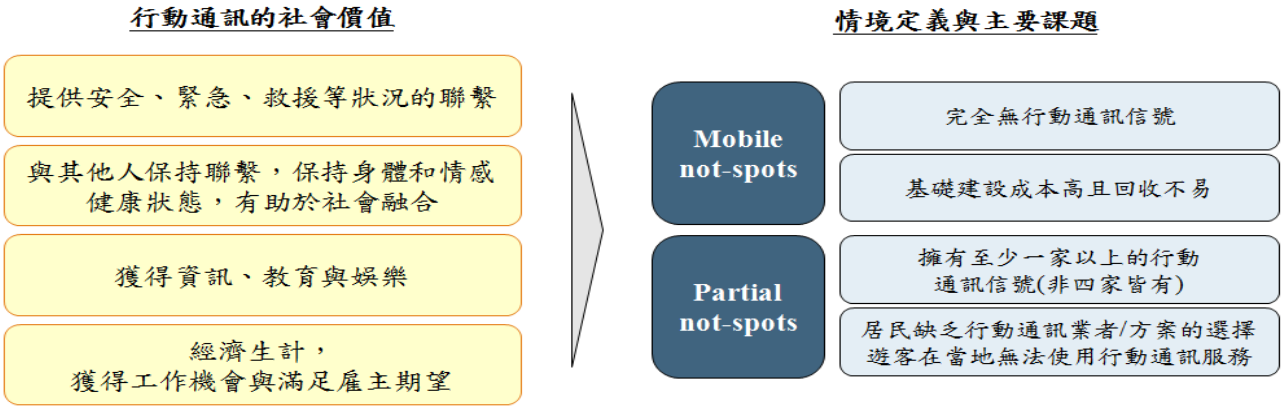


圖 5-2 英國基礎設施共享案例

資料來源：DCMS、UK Parliament 官方網站，研究團隊製作

Mobile not-spots 為完全無行動通訊信號的地區，因為基礎建設成本高且回收不易，多數業者不願投資建設，因此英國政府編列 1.5 億英鎊的預算於通信基礎建設專案(Mobile Infrastructure Project, MIP)，激勵企業投資建置鄉村地區之寬頻網路。由文化媒體暨體育部 (Department for Culture, Media and Sport, DCMS)與通信基礎設備和媒體服務公司－Arqiva 結為特殊夥伴關係，提供 Arqiva 資本資金建設新的站點，並讓 EE、O2、Three 與 Vodafone 四家 MNO 業者能在新的站點上提供行動通訊服務。

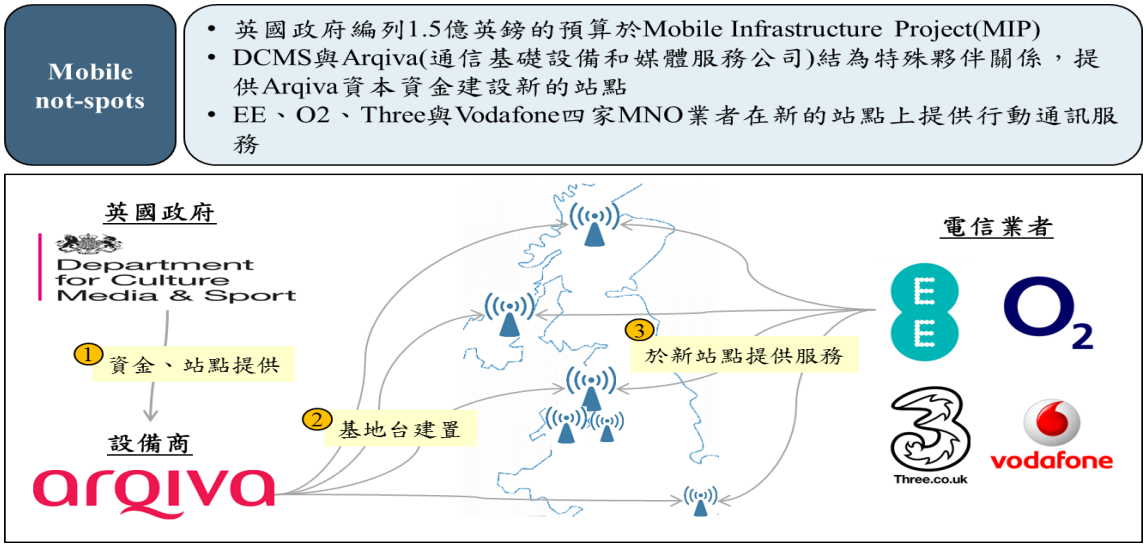


圖 5-3 英國基礎設施共享案例－第三方基礎設施供應商

資料來源：DCMS、Arqiva、Ofcom、UK Parliament 公開資料，研究團隊製作

Partial not-spots 為能夠接收至少一家 MNO 業者行動通訊信號但是無法接收到全部四家的地區，DCMS 認為在這樣的情形下，當地居民對於行動通訊業者及資費方案的選擇上，相對於其他地區具有較不公平的現象，並且其他地區的消費者在當地可能出現無法使用行動通訊服務的狀態。為了改善 Partial not-spots 覆蓋率，DCMS 於 2014 年 11 月提出的公開諮詢文件，包含基礎設施共享、MVNO 接取進階、國內漫遊、不做任何改變四項建議，如下圖所示；儘管多數業者不願採用國內漫遊服務以提升覆蓋率的方法，DCMS 最終還是提議以推動國內漫遊方式提高 Partial not-spots 的地理覆蓋率。

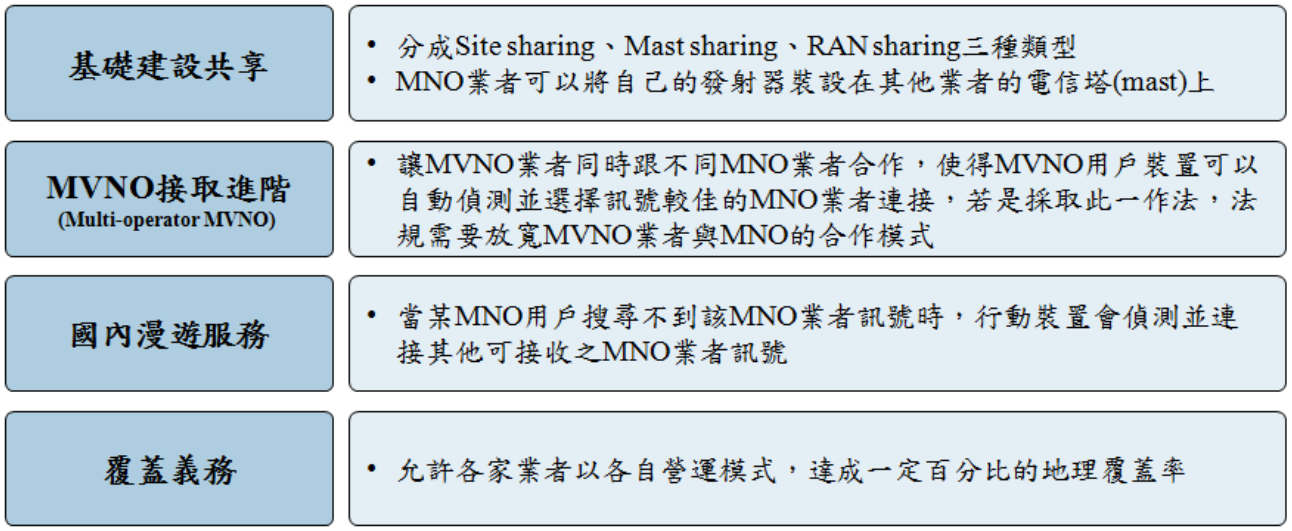


圖 5-4 2014 年公開諮詢之 DCMS 四項建議

資料來源：DCMS、UK Parliament 官方網站，研究團隊製作

不過，MNO 業者認為推動漫遊服務將降低業者投資基礎建設之意願，且對已投資改善基礎建設的業者不公平。因為，其實在過去，英國的 MNO 業者為了提升整體覆蓋率，已採用合資成立公司的模式分享行動網路之基礎設備，Three 和 EE(T-mobile)在 2007 年以 50:50 的方式合資成立 Mobile Boradband Network Limited (MBNL)，採用 Radio Access Network (RAN) 模式分享網路設備，而頻譜的使用狀況依然由兩家業者各自管理；Vodafone 與 O2 也在 2012 年 Vodafone 與 O2 合資成立 Cornerstone Telecommunication Infrastructure Limited (CTIL)，採用被動式分享(Passive sharing)模式，由 Vodafone 負責英國西部 (包含威爾斯)基地臺的維運，O2 負責英國東部及北愛爾蘭基地臺的維運。

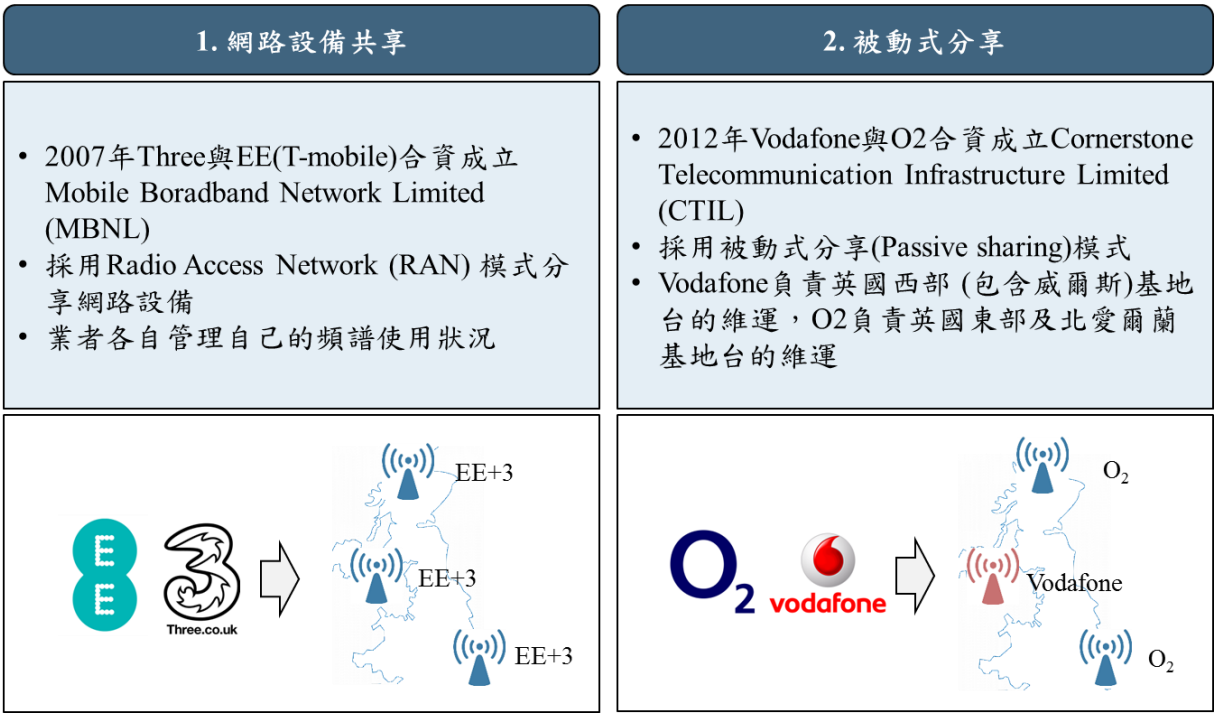


圖 5-5 英國基礎設施共享案例－合資公司

資料來源：DCMS、Ofcom 官方網站、UK Parliament <Mobile Coverage in the UK: Government plans to tackles 'mobile not-spots'>，研究團隊製作

因此，英國 MNO 業者於 2015 年 2 月與 DSMC 達成協議，業者承諾依照其 4G 服務之規劃，持續投資於基礎建設，提升各項服務，包含語音、簡訊、資料傳輸等地地理覆蓋率，並依決議結果，修訂其執照規範標準，如下圖整理。

建設投資	• 設置規模達50億英鎊之計畫，2017年前提升無線網路基礎建設。
語音覆蓋義務	• 每個業者的語音及簡訊服務，2017年前需達成90%以上的地理覆蓋。並將被認定為 not-spots的區域數量減半。
服務覆蓋義務	• 完整行動服務地理覆蓋率自現 69%提升至 85%。
各技術語音服務	• 各技術（2G/3G/4G）之語音通訊皆提供穩定之訊號強度，因現用戶常會因訊號強度不足造成通話斷線。
執照內容修訂	• 依本次協議之內容，修改執照各規範條件。

圖 5-6 英國 DCMS 2014 年與四家主要業者達成協議項目

資料來源：DCMS <Tackling Partial Not-Spots in Mobile Phone Coverage Consultation Document>、UK Parliament <Mobile Coverage in the UK: Government plans to tackles 'mobile not-spots'>，研究團隊製作

針對此議題，研究團隊蒐集業者意見，如附錄之會議紀錄所示。對於我國推動行動通訊偏遠地區之涵蓋率與普及，業者多表示期望政府能夠給予更多的支援，不論是運用頻譜標金與頻率使用費的部分成立基金提供業者於偏遠地區之建設與維運的經費補助，公有用地或最有效布建之用地之協商與取得，及偏遠地區共用設備之推動等面向，均希望能有獲得更多的支持。

針對此議題與本次釋照作業議題，研究團隊於 2017 年 06 月 22 日（四）假集思交通部會議中心 2 樓活動式會議室，舉辦公開說明會，就「偏鄉地區無線通訊普及推動措施討論」議題邀請我國五家主要一類電信業者進行討論。綜整國際案例之經驗與國內業者實際執行之看法，除了今年度(2017 年)將要求得標業者於未來五年逐年增加偏遠地區高速基地臺設置數量及人口涵蓋率之規定，與偏遠地區涵蓋率達成之頻率使用費折扣之外，國內應明確行動寬頻普及推動之政策。從上位之推動政策為首，或許可從競標標金或頻率使用費中抽取一定比例做為行

動寬頻普及基金，透過近期開始執行之高抗災區共用平台之機制，擴大至偏遠地區共用平台支援業者在偏遠地區之建設，以提供當地民眾更優質的行動寬頻服務。此外，亦建議持續透過協商與宣導讓公有用地更願意釋出建設基地臺，以加速偏遠地區之高速基地臺設置提升覆蓋率。

二、 頻譜交易閉鎖期設定

在電信自由化的趨勢下，雖電信業仍存在高度進入障礙，但各國近年仍多有新進之一類或二類電信業者，對於相關業者競合之管制也成為各國監理機關在釋照時重要項目之一，於釋照前多有聯合競標審查機制，確保競標之競爭性及公平性、於釋照結束後，部分國家也曾於執照上設有交易之閉鎖期，即業者於得標後一定期間內，不得轉讓或租借頻譜之所有權或使用權。

調研國際上對於頻譜交易之規範，為因應行動通訊市場之快速演進與變化，開放頻譜次級市場（如：交易），被視為可讓整體頻譜使用更為彈性、有效率之措施，因而陸續開放頻譜交易，但為維持市場之公平性，多仍對頻譜交易設有條件限制或審核機制。英國於 2011 年開放頻譜交易，但由於交易可能造成市場之壟斷行為，2016 年時修訂頻譜交易規範，希望 Ofcom 於審理頻譜交易時，將頻譜交易對市場競爭之影響納入評估；新加坡則規定得標業者需先達成頻譜執照之覆蓋義務、或其他規定之項目後，方能進行交易；澳洲則會考量頻譜之連續性，若業者交易之頻寬未能組成最小連續頻段，則交易將可能被駁回，以避免頻譜於交易後變得破碎化。

在美國及加拿大近年之頻譜拍賣案例中，雖有類似閉鎖期條款之限制，但深究其限制發現，多是針對有特殊條件之拍賣標的，為避免業者取巧以謀取不當得利，因而針對得標後一段期間內之頻譜交易作出限制，而非全面性之頻譜交易閉鎖行為。標竿國家對頻譜交易之規範如下表整理，以下段落則將就美國、加拿大案例部分，進行詳細說明。

表 5-2 各國頻譜交易閉鎖期之規定

國家	閉鎖期規定	頻譜交易相關管制
美國	特定補助業者（5 年內轉讓須繳回補助金）	● 針對小型業者、偏遠地區業者，設有補助機制降低其所需支付標金 ● 若業者以補助身分得標，五年內若欲轉讓或租出其頻譜，須繳回一定比例補償金
加拿大	特定保留新進業者區塊，5 年內不得移轉	● 2008 年 AWS 競標中，為鼓勵新業者(市占小於 10%)，特別規劃 40 MHz 給新進業者，但，對限定新進業者限定購買之頻段，5 年內不得轉讓。
英國	無	● 英國於 2011 年制定 The Wireless Telegraphy (Mobile Spectrum Trading) Regulations，開放行動通訊頻譜交易 ● 2016 年底提議修改行動通訊頻譜交易規範，除了將納入 3600-3800MHz 外，亦希望明確 Ofcom 可於決定是否與允頻譜交易前，進行頻譜交易潛在之競爭影響評估。
新加坡	無	● 必先達成覆蓋率之義務，或符合法律或主管機關規定的項目。 ● 例如：2016 年競標之 700MHz 頻段。非新進業者之得標者需於 2018 年底前提供全國之 3G、4G 或 IMT-Advanced 服務；新進業者之得標者須於 2018 年 9 月完成全國戶外覆蓋、2019 年 9 月完成隧道與建築物內之覆蓋、2021 年 9 月完成 MRT 等地下車站之覆蓋。
澳洲	無	● 交易雙方須在達成協議後通知並提供 ACMA 相關資訊。 ● 允許以 STUs(標準交易單位)為單位進行交易，但如未符合 MCB(最小連續頻寬)可能有被駁回申請的可能性，因核發區域執照時主要是依 MCB 為單位核發，也較能避免因交易導致頻譜破碎化。

資料來源：研究團隊製作

- 美國頻譜執照交易限制

美國為提升偏遠地區之覆蓋，2016 年起以雙向激勵拍賣機制將原屬廣電用之 600MHz 頻譜，以小分區方式釋出作為電信用。由於此段頻譜為低頻的頻段，因此很適合用以作為覆蓋用之建設，FCC 為確保覆蓋率之提升，於相關釋照規劃上多有進行設計，例如以小分區方式釋出，全美共分為 416 個 Partial Economic Area（PEA），讓小業者也有參與競爭之可能；另執照中也設有建設義務規範，得標業者須於 6 年內達成覆蓋率 40%、12 年內（即屆期前）達成 75% 之要求，如未能達成，則將會受到執照年限縮短、或屆期無法延照之懲罰；為增加小業者之競爭力，FCC 特別設有小業者的標金優惠，若主要服務地區為偏遠地區且用戶少於 25 萬的業者，可享有標金 15%減免之優惠、若為年毛利少於 5 千 5 百萬或 2 千萬美元的小業者，則分別可享優標金 15%或 25%減免之優惠，藉此優惠希望小業者可投入偏遠地區之競標與建設。

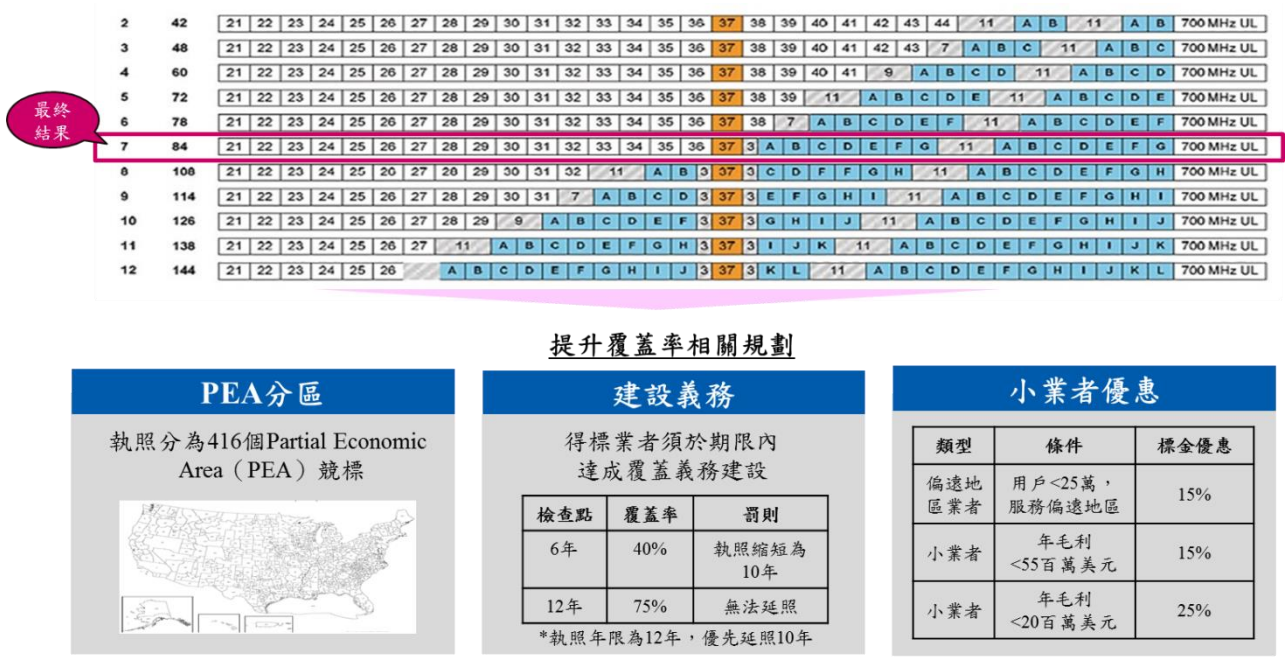


圖 5-7 美國 600MHz 拍賣規劃

資料來源：FCC 公開資料，研究團隊製作

過去美國於2015年AWS-3頻段拍賣時,針對小業者也設有標金優惠的獎勵，但也出現有疑似損害公平性的情形，衛星業者 Dish 除本身具競標資格外，其持股超過 85%且符合小業者優惠的兩家業者 Northstar Wireless 及 SNR Wireless 也參與競標，結果最後 Dish 本身並未得標任何頻譜，但其旗下兩家業者則共標得 702 張執照並可依特定身分享有 25%的標金減免，引發有聯合競標、不當得利之爭議。因此於後續 2016 年之激勵拍賣中，FCC 更嚴格對聯合投標行為作出限制及明確的規範，基本上禁止任何的共同競標行為，全國型的大業者不得聯手進行投標、也不得和區域型業者合作，僅為保持小業者的競爭力，開放非全國性業者可透過合資等方式共同參與競標。

對於前述小業者標金優惠,也限制有各項但書,以避免有不當得利措施發生，一是針對兩種類型的補助對象，皆設有總體補助上限，針對小業者類別最高總共會補助 1 億五千萬美元、針對偏遠地區業者類別，最高總補助額為 1 千萬美元；另設立有五年內轉讓限制，即利用特殊補助資格取得頻譜的小業者，五年內如果要轉讓、出租得標的頻譜，則需繳回一定比例之補償金。亦即大公司既無法同 Dish 透過小業者的身分進行競標，即使真能透過小業者身分取得頻譜，也將無法獲得補助金，有不當得利之情形發生。

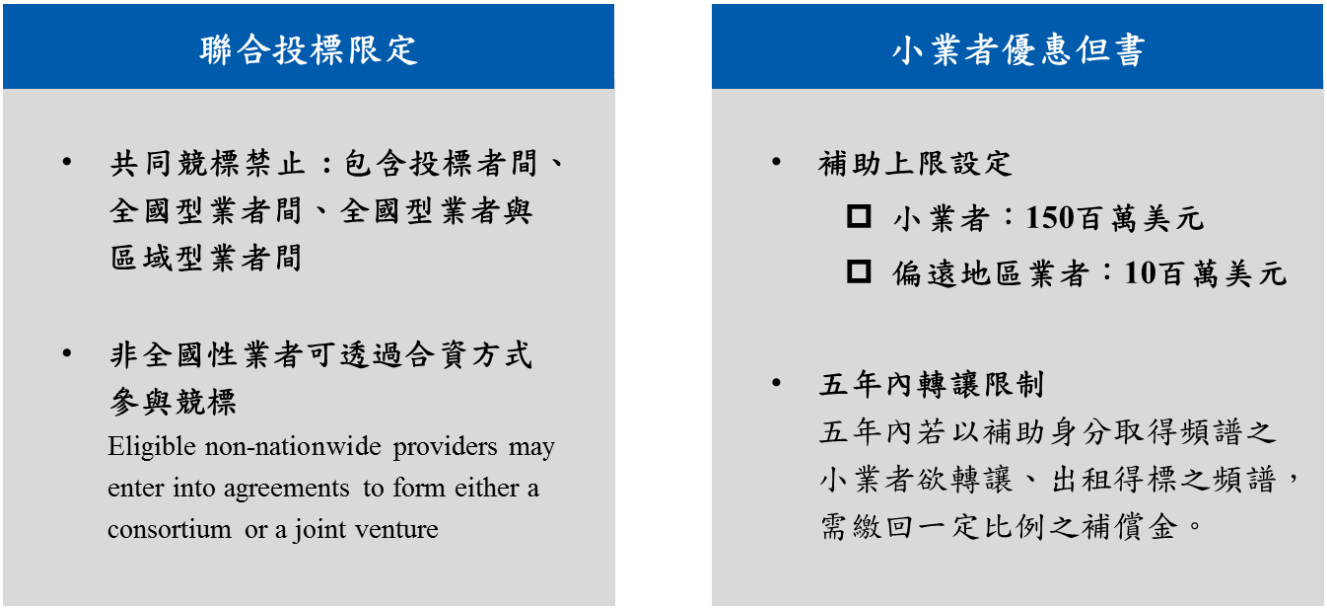


圖 5-8 激勵拍賣不當得利（Unjust Enrichment）避免措施

資料來源：FCC 公開資料，研究團隊製作

在美國案例中，美國設立閉鎖期相關背景，在於對小業者有特殊補助，因此希望避免有不肖業者，借殼透過小業者身分，以優惠金額取得頻譜，但其相關限制措施，也未採取嚴格的閉鎖期限制，即限制完全不能交易，僅是限定以優惠金額取得頻譜時，若要於五年內進行轉讓，則需繳回補助金。在競標前的公眾諮詢中，也多有業者針對閉鎖期及期限提出建議，但 FCC 最終認為，若禁止交易、或拉長現五年之期限，可能反而不利於市場自然更迭，或頻譜有效率的使用，亦即若有業者發展不順利，若無法交易頻譜反而會使頻譜資源未能妥善使用、造成浪費，顯見 FCC 對於頻譜資源是站在最大化利用的角度，對於可能影響公平性之情事，則透過事前資格審核、事後監理方式進行管理，而非直接禁止交易。

- 加拿大頻譜執照交易限制

加拿大於 2007 年公布頻譜政策架構，其中認為無線電頻譜資源管理的政策目標，應為充分使用無線電頻譜資源以促進國家經濟及社會價值的最大化，並透過發揮市場力量，作為實踐該政策目標的指引。2008 年 AWS 頻段競標中，六個頻段中，保留有部分新進業者優先之頻段，新進業者為營收市佔小於全國 10%的業者，希望提升無線通訊市場競爭、提供消費者更多選擇。

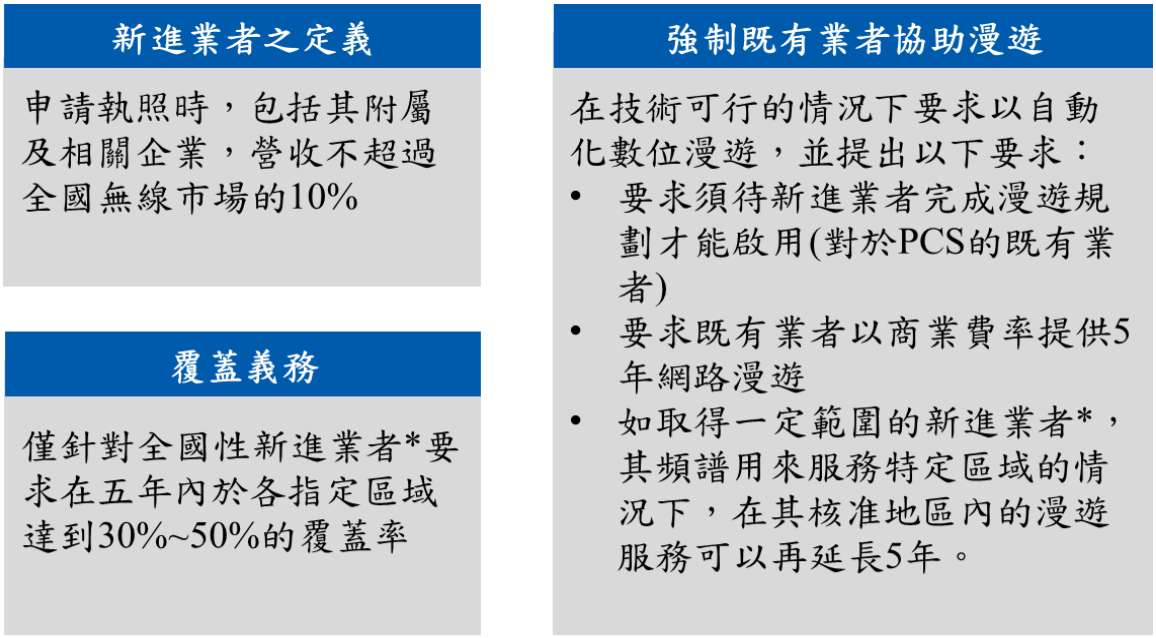
頻塊			區塊大小	地區
AWS (90MHz)	A	1710-1720 MHz / 2110-2120 MHz	2x10 MHz	3
	B	1720-1730 MHz / 2120-2130 MHz	2x10 MHz	2
	C	1730-1735 MHz / 2130-2135 MHz	2x5 MHz	2
	D	1735-1740 MHz / 2135-2140 MHz	2x5 MHz	3
	E	1740-1745 MHz / 2140-2145 MHz	2x5 MHz	3
	F	1745-1755 MHz / 2145-2155 MHz	2x10 MHz	3
PCS (10MHz)		1910-1915 MHz /1990-1995	2x5 MHz	2
		1670-1675 MHz	5 MHz	2

新進業者保留頻段

圖 5-9　2008 年 AWS 開放競標頻段

資料來源：加拿大工業部公開資料，研究團隊製作

除保留新進業者特殊頻段外，加拿大主管機關也強制既有業者須提供新進業者漫遊服務，確保小型業者進入市場後可提出完整服務，但於這些福利之下，也有相對應的條件限制，一是新進業者須於五年內在執照區域內達成 30%~50%的覆蓋率，另是新進業者於五年內不得將頻譜轉讓給非新進業者，確保其政策之達成。在此加拿大 AWS 頻譜拍賣案例中，確實有類似頻譜交易閉鎖期之規範，但同美國案例，加拿大也是因其拍賣時有針對新進業者之特殊補助，因此希望避免有不當得利之情形發生。



*指取得全部所有Tier2或Tier3地區、或涵蓋加拿大所有AWS/PCS執照的新進業者及團體。

圖 5-10　AWS 拍賣對新進業者相關規範
資料來源：加拿大工業部公開資料，研究團隊製作

- 小結

參考國際案例，美國與加拿大雖皆有近似閉鎖期之設定，但其皆源於其特殊拍賣補助條件與政策目標，我國本次第三次行動寬頻業務釋照，並無相關扶持新進業者或特定身分之補助措施，為維持市場之自由競爭及頻譜使用效率，研究團隊不建議另特別增設閉鎖期規範，另對於特殊競合關係部分，現有管理規則中第 9 條、第 10 條中已對於聯合申請人做出限制規範，且頻譜交易仍須經主管機關審核通過，若有影響市場公平性及競爭性之情事，也可於審核時予以否決頻譜交易之申請，因此不建議於管理規則中設立強制性的閉鎖期規範。

第3節 消費者權益保障之配套

一、 得標者移頻機制建議

過去於第一次行動寬頻業務釋照時，由於 900MHz、1800MHz 頻段重疊 2G 業務之頻段，得標業者最晚須待 2G 業務屆期後（2017 年 6 月 30 日）才能使用新取得之 4G 業務頻段，但在既有 2G 業務業者陸續繳回原頻段以取得新的 4G 執照狀況下，多數業者已陸續提前啟用 4G 業務頻段，但也發生台灣大哥大與遠傳卡頻之事件，即彼此原有 2G 頻段與新 4G 頻段位置交互持有的狀況，原台灣大哥大 2G 位置為遠傳新的 4G 頻段位置、原遠傳 2G 位置為台灣大哥大新的 4G 頻段位置，若兩者能同時繳回原 2G 既有頻段則皆可提前啟用新的 4G 頻段，惟遠傳於 2015 年已繳回 2G 頻譜以啟用更多新的 4G 頻譜，但台灣大哥大卻未同時繳回遠傳新 4G 頻譜位置之 2G 頻譜，使得遠傳部分新的 4G 頻譜受限於台灣大哥大既有 2G 頻譜使用權而無法順利啟用。

此卡頻之過程，主要起因於過去拍賣時頻譜數量和位置綁定標售，因此業者可以策略性方式標取其他業者頻段位置，也造成有卡頻之機會。惟本次競標機制上，已改為兩階段競標，先進行數量階段再進行位置階段，在位置階段的排列方式上，也會讓既有業者盡可能取得原位置之頻譜、如發生完全無法取得既有位置頻譜時，也會安排至 E12 的空白頻段，除避免了再次發生卡頻的狀況，也有助於移頻的進行及服務的平順移轉。

既有業者（中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星）若於本次拍賣仍有得標，理論上至少會有 5MHz 之新頻譜與既有頻譜位置重疊，業者即可先行繳回 5MHz 的 3G 頻譜以獲取新的頻譜執照，並預先進行設備之移轉，於新執照期間起始時最少即有 5MHz 頻寬（與既有位置重疊頻段）能持續提供服務，剩餘之既有頻譜，則可於 2018 年 12 月 31 日屆期後，再進行移頻作業，可確保屆期前後皆能有頻譜、設備提供服務，而不會因為移頻之過程而造成服務中斷。在競價機制上已考量服務延續性的狀況下，研究團隊認為業者應有能力達到服務延續，以保障消費者之權益。

二、 消費者契約轉換機制建議

隨 2G、3G 業務將陸續於 2017 年 6 月 30 日、2018 年 12 月 31 日屆期，相關用戶契約皆應盡快移轉至 4G 業務契約，以確保消費者權益。由 2G 契約轉換案例來看，於屆期前一年，通傳會即通過「因應行動電話業務終止用戶權益保障行動方案」，政府除提撥補助金獎勵 2G 用戶盡早轉移至 4G 契約，也監督業者積極與既存用戶進行聯繫，並提供相近之費率方案，以利用戶無痛轉移，截至 2017 年 5 月，2G 用戶數已不到 20 萬戶。

除透過補助機制外，由於現行動寬頻管理規則中第 77 條第二項中載明申辦契約需通過雙證件查核，相關手續相對繁複，但通傳會亦已於 2017 年 5 月核准業者進行營業規章及服務契約範本條本變更，用戶可免雙證件查核，透過電話、網路申辦方式手續，簡易變更為 3G、4G 用戶，此一措施可有效促進契約之移轉。

在通傳會放寬業務屆期移轉的雙證件查核規定、及放寬本國人護照、外僑永久居留證為第一證件等鬆綁下，應已便於業者協助消費者進行契約移轉，距離 3G 業務屆期仍有一年餘的情況下，業者應盡早開始推動消費者契約之移轉。惟截至 106 年 6 月底，3G 用戶仍有 820.3 萬戶，移轉困難度恐更勝於 2G 用戶移轉，後續可能有少數用戶未能於期限內完成移轉，若業者於業務屆期後即停止服務 3G 契約用戶，又恐影響消費者權益，建議通傳會能協同業者共同擬定落日條款，於一定期限內未完成移轉之用戶，在不增加用戶負擔（費率）、不減低用戶權益（使用量）、且業者善盡告知聯繫之責的前提下，可將契約自動轉換為 4G 契約、或終止服務提供，以解決最後少數用戶之問題，真正達成完全移轉。

第4節 行動寬頻業務管理規則修正建議

綜整前述第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章中與本次釋照相關探討，與主管機關多次與業者溝通後之釋照政策方向，研究團隊於本節提出實際行動寬頻業務管理規則修正建議如下表：

表 5-3 「行動寬頻業務管理規則」修正建議

修正條文	現行條文	說明
第七條 本業務歷次開放特許執照得使用頻段及頻率如下： 一、中華民國一百零二年開放申請者: (一) 700 MHz 頻段：上行 703MHz ～748MHz；下行 758 MHz ～803MHz。 (二) 900MHz 頻段：上行 885MHz ～915MHz；下行 930 MHz ～960MHz。 (三) 1800 MHz 頻段：上行 1710MHz ～1770MHz；下行 1805MHz ～1865MHz。 二、中華民國一百零四年開放申請者：	第七條 本業務歷次開放特許執照得使用頻段及頻率如下： 一、中華民國一百零二年開放申請者: （一）700 MHz 頻段：上行 703MHz～748MHz；下行 758 MHz ～803MHz。 （二）900MHz 頻段：上行 885MHz～915MHz；下行 930 MHz ～960MHz。 （三）1800 MHz 頻段：上行 1710MHz ～1770MHz；下行 1805MHz ～1865MHz。 二、中華民國一百零四年開放申請者：	根據行政院於 106 年 4 月 18 日公告修正「第一類電信事業開放之業務項目、範圍、時程及家數一覽表」行動寬頻業務新增開放 1800MHz 及 2100MHz 頻段，增訂第一項第三款。

（一）2500MHz 及 2600MHz 配對區塊頻段：2500MHz ～2570MHz 及 2620MHz ～2690MHz。 （二）2500MHz 及 2600MHz 單一區塊頻段：2570MHz ～2620MHz。 三、中華民國一百零六年開放申請者： (一）1800MHz 頻段：上行 1770MHz～1785MHz；下行 1865 MHz～1880MHz。 (二）2100MHz 頻段：上行 1920MHz～1980MHz；下行 2110 MHz～2170MHz。 前項開放申請特許執照得使用頻率之頻段及頻寬如附表一。	（一）2500MHz 及 2600MHz 配對區塊頻段：2500MHz ～2570MHz 及 2620MHz ～2690MHz。 （二）2500MHz 及 2600MHz 單一區塊頻段：2570MHz ～2620MHz。 前項開放申請特許執照得使用頻率之頻段及頻寬如附表一。	
第十八條 競價者得標之總頻寬應符合以下規定：	第十八條 競價者得標之總頻寬應符合以下規定：	依據行政院 106 年公告修正一覽表行動寬頻業務新增釋出頻段規劃，為維持市場競爭性，第

一、中華民國一百零二年開放申請者: （一）公告競價者名單家數為五家以上者，上限為上下行各 35MHz，下限為上下行各 10MHz。 （二）公告競價者名單家數為四家者，上限為上下行各 40MHz，下限為上下行各 10MHz。 （三）公告競價者名單家數為三家以下者，上限為上下行各 45MHz，下限為上下行各 10MHz。 （四）競價者除受前三款總頻寬限制外，各頻段得標之頻寬應符合以下規定： 1.700MHz 頻段之上限為上下行各 20MHz。 2.900MHz 頻段之上限為上下行各 10MHz。 3.本目 1 及 2 所列頻段	一、中華民國一百零二年開放申請者: （一）公告競價者名單家數為五家以上者，上限為上下行各 35MHz，下限為上下行各 10MHz。 （二）公告競價者名單家數為四家者，上限為上下行各 40MHz，下限為上下行各 10MHz。 （三）公告競價者名單家數為三家以下者，上限為上下行各 45MHz，下限為上下行各 10MHz。 （四）競價者除受前三款總頻寬限制外，各頻段得標之頻寬應符合以下規定： 1.700MHz 頻段之上限為上下行各 20MHz。 2.900MHz 頻段之上限為上下行各 10MHz。 3.本目 1 及 2 所列頻段	一項第三款訂定競價者可標得總頻寬限制。

之上限合計為上下行各 25MHz。 4.1800MHz 頻段之上限為上下行各 30MHz。 二、中華民國一百零四年開放申請者：頻寬上限為 70MHz。 三、中華民國一百零六年開放申請者： （一）2100MHz 頻段之上限為上下行各 20MHz。 （二）2100MHz 頻段及 1800MHz 頻段之上限合計為上下行各 25MHz。 本業務之得標者或經營者，其申請核配總頻寬不得逾行動寬頻業務總頻寬之三分之一；1GHz 以下總頻寬不逾行動寬頻業務 1GHz 以下頻段總頻寬之三分之一。但經營者有特殊情形，經主管機關核准者，不在此限。	之上限合計為上下行各 25MHz。 4.1800MHz 頻段之上限為上下行各 30MHz。 二、中華民國一百零四年開放申請者：頻寬上限為 70MHz。 本業務之得標者或經營者，其申請核配總頻寬不得逾行動寬頻業務總頻寬之三分之一；1GHz 以下總頻寬不逾行動寬頻業務 1GHz 以下頻段總頻寬之三分之一。但經營者有特殊情形，經主管機關核准者，不在此限。	
	第三節 競價	節名未修正。
第一款 競價作業通則		本款新增。
第二十一條之一 本業務執照釋照競價作業之競		一、本條新增。 二、為增加頻譜使用效率，第三

價程序分為數量階段及位置階段。 競價程序依第二款規定，由競價者對各競價標的報價，決定得標者及其得標競價標的，再依第三款規定，決定其得標之競價標的之實際位置。 前項各競標者之得標競價標的之實際頻率位置排列組合的可能選項，主管機關應於前條競價作業流程說明會公布，其排列組合原則如下： 一、得標者得標競價標的之頻率位置均為連續。 二、得標者為第三代行動通信業務2000MHz 頻段經營者，其得標競價標的之頻率位置均至少有上下行5MHz 為其既有頻率。 三、前款有得標者未能符合至少有上下行5MHz 為其既有頻		代行動通信業務屆期時能維持語音服務不中斷，及減少競價者策略性防礙市場競爭者之可能性，爰第一項規定本業務 106 年起競價作業依序採數量、位置等二階段辦理。 三、第二項規定，說明數量階段之競價標的不具實際頻率位置，爰競價者於該程序結束後，仍需經位置階段，方始決定其得標標的之實際頻率位置。 四、為增加頻譜使用效率，第三代行動通信業務屆期時能維持語音服務不中斷，爰第三項規定主管機關於競價作業流程說明會公布排列組合選項，告知各競價者依其數量階段之得標標的頻寬，其頻率位置應如何配置，方能使每位得標者達成頻譜使用效率最佳及維持語音服務不中斷之目的；並於該項各款列出頻率位置連續及既有頻率優先等原則。 五、因 1800MHz 頻段無既有頻率，爰第四項，排除該頻段有關既有頻率之適用。

率之情形者，其得標競價標的之頻率位置至少有上下行5MHz 為附表一之E12。 1800MHz 頻段不適用前項第二款及第三款規定。		
第二十一條之二 各競價者及其授權代理人於主管機關公告競價者名單後至決標前，不得以任何方式與他競價者或他競價者之授權代理人就參與競價事宜為任何足以影響競價程序公平性之行為；違反者由主管機關廢止其競價之資格。 各競價者及其授權代理人之行為有影響競價程序公平性之虞時，由主管機關限期命其改正，逾期不改正者，廢止其競價之資格。		一、本條新增。 二、本條係由現行條文第二十三條移列。
第二十一條之三 競價程序進行中，有下列情事之一者，由主管機關宣布暫停競價程序之進行，並視情形決定後續		一、本條新增。 二、本條係由現行條文第三十二移列。

處理方式： 一、發生不可抗力情事。 二、發現競價者有重大違規情事。 三、其他不宜繼續進行競價程序之情事。		
第二款 數量階段		一、本款新增。 二、為配合本業務 106 年起競價作業分為數量、位置二階段辦理，爰增訂本款。
第二十二條 數量階段採同時、多回合、上升競價方式辦理。 數量階段採遠端連線進行電子報價方式辦理，競價者應以專線方式與競價中心連線；無法以專線連線時，競價者得以網際網路方式連線。無法以專線及網際網路連線方式進行競價時，始得以電話傳真方式為之。	第二十二條 本業務執照釋照採同時、多回合、上升競價方式辦理。 競價作業採遠端連線進行電子報價方式辦理，競價者應以專線方式與競價中心連線；無法以專線連線時，競價者得以網際網路方式連線。無法以專線及網際網路連線方式進行競價時，始得以電話傳真方式為之。	一、配合本業務 106 年起競價程序調整為二階段，修正第一項競價作業之數量階段採同時、多回合、上升競價方式辦理。 二、第二項配合競價作業程序調整，明定為數量階段採遠端連線辦理方式。
第二十三條 (刪除)	第二十三條 各競價者及其授權代理人於主管機關公告競價者名單後至決標前，不得以任何方式與他競價者或他競價者之授權代理人就參與	本條刪除。

	競價事宜為任何足以影響競價程序公平性之行為；違反者由主管機關廢止其競價之資格。 各競價者及其授權代理人之行為有影響競價程序公平性之虞時，由主管機關限期命其改正，逾期不改正者，廢止其競價之資格。	
第二十六條 競價者應依下列規定報價： 一、競價者得同時對各競價標的報價，第一回合至第二百回合，其前一回合暫時得標標的與該回合報價標的頻寬合計應符合第十八條頻寬限制之規定。 二、第二百零一回合起，2100MHz 頻段及 1800MHz 頻段之上限合計，除前款規定外，亦不得超過該回合之前一競價日，各回合之報價標的與其該回合前一回合之暫時得標標的之頻寬總	第二十六條 競價者應依下列規定報價： 一、競價者得同時對各競價標的報價，其前一回合暫時得標標的與該回合報價標的頻寬合計應符合第十八條頻寬限制之規定。 二、暫時得標者於次回合競價程序中，不得就其暫時得標競價標的進行報價。 三、競價者報價，應符合前條第三項公布最低價及最高價之限制金額。 四、競價者每次報價之價金須以新臺幣五百萬元為單位；電	為避免競價時間過長，修正第一項第二款規定，自 201 回合起，設立加速機制，競價者各回合所有頻段之上限合計，除應符合第十八條頻寬限制之規定外，且不得超過其前一競價日各回合之報價標的與其前一回合暫時得標標的之頻寬總和中之最大值。

和中之最大者。 三、暫時得標者於次回合競價程序中，不得就其暫時得標競價標的進行報價。 四、競價者報價，應符合前條第三項公布最低價及最高價之限制金額。 五、競價者每次報價之價金須以新臺幣五百萬元為單位；電子報價系統採列舉價金方式，供競價者勾選。 競價者之報價不符前項規定，視為無效報價。	子報價系統採列舉價金方式，供競價者勾選。 競價者之報價不符前項規定，視為無效報價。	
第三十條　主管機關應於每回合結束時，通知各該競價者下列資訊： 一、其於該回合所為報價、報價時間及報價有效性判定。 二、其暫時得標標的及暫時得標價。 三、其累計之暫時棄權數。 四、第二百零一回合起，依第二十六條	第三十條　主管機關應於每回合結束時，通知各該競價者下列資訊： 一、其於該回合所為報價、報價時間及報價有效性判定。 二、其暫時得標標的及暫時得標價。 三、其累計之暫時棄權數。 主管機關應於每回合結束時，公布下列資	一、配合第二十六條第一項增訂加速機制，於第一項第四款增列可標得頻寬上限之相關資訊。 二、為配合 106 年起競價作業採數量、位置二階段進行，且僅數量階段採同時、多回合、上升競價方式，爰修正第二項第五款，說明所有有權報價之競價者連續二次未為有效報價，僅為數量階段結束。

第一項第二款第計算之上限。 主管機關應於每回合結束時，公布下列資訊： 一、各競價標的暫時得標價。 二、所有競價者暫時棄權累計總次數。 三、喪失競價資格總家數。 四、所有有權報價之競價者在同一回合均未為有效報價之累計總次數。 五、下回合是否為所有有權報價之競價者連續二次未為有效報價之數量階段可能結束回合。	訊： 一、各競價標的暫時得標價。 二、所有競價者暫時棄權累計總次數。 三、喪失競價資格總家數。 四、所有有權報價之競價者在同一回合均未為有效報價之累計總次數。 五、下回合是否為所有有權報價之競價者連續二次未為有效報價之競價作業可能結束回合。	
第三十一條　競價者於第一回合未報價或為無效報價者，主管機關廢止其競價資格。 競價者於數量階段中，暫時棄權達四次者，主管機關廢止其繼續報價資格。 有下列情形之一者，視為暫時棄權：	第三十一條　競價者於第一回合未報價或為無效報價者，主管機關廢止其競價資格。 競價者於競價程序中，暫時棄權達四次者，主管機關廢止其繼續報價資格。 有下列情形之一者，視為暫時棄權：	一、第一項及第三項未修正。 二、配合競價作業之調整，爰第二項、第四項及第五項進行修正，說明僅適用於數量階段。

一、每一回合之非暫時得標者未於該回合報價。 二、經認定於回合中之報價為無效報價。 競價者於數量階段中，擬放棄繼續報價時，應於第二十四條第二項規定時間內，利用電子報價系統向主管機關表示放棄繼續報價。但競價者已於該回合報價者，不得於該回合為之。 暫時得標者於數量階段進行中，因第二項規定喪失繼續報價資格或第四項放棄繼續報價之情事者，仍保留其暫時得標者之資格，至其他競價者對該競價標的之報價高於其暫時得標價為止。	一、每一回合之非暫時得標者未於該回合報價。 二、經認定於回合中之報價為無效報價。 競價者於競價程序中，擬放棄繼續報價時，應於第二十四條第二項規定時間內，利用電子報價系統向主管機關表示放棄繼續報價。但競價者已於該回合報價者，不得於該回合為之。 暫時得標者於競價程序進行中，因第二項規定喪失繼續報價資格或第四項放棄繼續報價之情事者，仍保留其暫時得標者之資格，至其他競價者對該競價標的之報價高於其暫時得標價為止。	
第三十二條 (刪除)	第三十二條 競價程序進行中，有下列情事之一者，由主管機關宣布暫停競價程序之進行，並視情形決定後續處理方式： 一、發生不可抗力情	本條刪除。

	事。 二、發現競價者有重大違規情事。 三、其他不宜繼續進行競價程序之情事。	
第三十三條 連續二回合所有有權報價之競價者均未為有效報價，數量階段結束。 數量階段結束後，各競價標的之得標價為最後一回合暫時得標者之暫時得標價。 數量階段結束後，由主管機關公告下列事項： 一、數量階段各得標者名單、得標頻寬、、得標價及其合計。 二、辦理位置階段之日期及地點，且其日期應與公告日間隔七日以上。 三、符合第二十一條之一第三項原則之可能排列組合選項。	第三十三條 連續二回合所有有權報價之競價者均未為有效報價，競價程序結束。 競價程序結束後，各競價標的之得標價為最後一回合暫時得標者之暫時得標價。 得標者應繳納之得標金為各得標標的之得標價總額。 競價程序結束後，由主管機關公告各得標者名單、得標標的、得標標的得標價及其得標金。	一、配合競價作業之調整，爰第一項及第二項酌作修正。 二、數量階段結束時，得標者尚未確定應繳納之得標金，爰刪除現行條文第三項。 三、現行條文第四項規定移列為第三項第一款。 四、依第二十條規定，競價日期由主管機關於競價日七日前公告，爰增訂第三項第二款，主管機關於七日前公告位置階段資訊。 五、第三項第三款規定依數量階段結果，可得排列組合選項；各得標者如無法合意，依前述排列組合選項採一回合報價方式報價。
第三款 位置階段		一、本款新增。 二、配合競價作業之調整，爰增訂本款。
第三十三條之一 頻率位		一、本條新增。

置之決定，依第三十三條之三規定辦理；未能決定時，依第三十三條之四方式辦理。 得標者得於數量階段結束之日起至位置階段進行前，協議得標頻率位置；其協議結果不受第二十一條之一第三項排列組合原則之可能選項限制。		二、第一項說明位置階段進行程序。 三、為保留市場之自由性及最大化頻譜效益，增訂第二項，得標者可於位置階段開始前，進行協商，其合意之結果可不受排列組合原則限制。
第三十三條之二 數量階段得標者於位置階段開始時，應提具頻率位置意向書。意向書經提具後，不得撤回或修正。 得標者得指派至多三人為其授權代理人參與前項位置階段，並應出具授權委任書。		一、本條新增。 二、第一項明定得標者參與位置階段應提具之文件。 三、第二項明定出席位置階段之要求。
第三十三條之三 主管機關依下列順序決定各得標者之頻率位置： 一、所有得標者均提具意向書，且頻率位置均無重疊。 二、依第三十三條第三項第三款公告，僅有一排列組合選項。		一、本條新增。 二、本條規定位置階段，各得標者提具意向書時，決定各得標者是否合意及其得標金。 三、第一項明定主管機關依各得標者是否合意，或僅有一排列組合選項之順序，決定各得標者之頻率位置。如各得標者提具之意向書未能符合該項各款情事者，則依第

得標者有下列情形之一，視為未提具意向書： 一、未依前條規定參與位置階段。 二、頻率位置意向未能辨識，或具二以上意向。 三、意向書無公司章或負責人章。 四、頻率位置意向不符合數量階段得標之頻寬量。 依本條規定決定各得標標的之頻率位置時，得標者應繳納之得標金為依第三十三條第三項第一款公告之合計金額。		三十三條之四規定，採一回合競價方式以決定其頻率位置。 四、第二項規定視為未提具意向書之情形。 五、第三項規定，若各得標者達成合意，或僅有一種排列組合選項時，各得標者應繳納之得標金。
第三十三條之四　未能依前條決定頻率位置時，由得標者提具報價單，就第三十三條第三項第三款排列組合選項，其偏好之位置進行報價，並以新臺幣一百萬元為報價單位，採一回合報價方式決定之。 前項排列組合選項之頻率位置報價總和最		一、本條新增。 二、第一項規定採一回合報價方式之條件，並應以新臺幣一百萬元為報價單位。 三、第二項說明，得標者就其於排列組合選項之頻率位置報價後，主管機關即可合計各得標者對排列組合選項之報價總額，並以總額最高之位置選項作為各得標者之得標標頻率位置。

高者，為各得標者之得標競價標的頻率位置。 各得標者頻率位置報價總和最高者有二以上排列組合選項時，由主管機關以抽籤方式決定之。 得標者就頻率位置有下列情事者，視為對該頻率位置以零元報價： 一、對非屬其於排列組合選項內之頻率位置報價。 二、對同一頻率位置報二以上價格。 三、報價金額為負值，或無法辨識。 四、未依主管機關公告之報價單格式報價，或未提具報價單。 五、報價單無公司章或負責人章。 本條得標者應繳納之得標金為依第三十三條第三項第一款公告之合計金額與其就得標標的頻率位置報價之總和。		四、第三項規定，得標者有二以上最高價時，以抽籤方式決定各得標者之頻率位置。 五、第四項明定被視為未報價情形之報價單。 六、第五項規定各得標者於競價作業結束時，應繳納之得標金。
第三十三條之五　主管機關依前二條規定決定各		一、本條新增。 二、第一項規定競價作業結束

得標者得標標的之頻率位置後，競價作業結束，並由主管機關公告各得標者名單、得標標的及其得標金。 競價作業結束後，主管機關公開數量階段各回合及位置階段競價者之報價資料。		後，由主管機關公告各得標者名單、得標標的及其得標金。 三、第二項規定，於競價作業結束後，由主管機關公告數量階段各回合競價者之報價資料，包含數量階段各回合暫時得標標的、暫時得標金、報價標的、報價金及位置階段意向書等資料；如有進行，亦包含一回合報價方式之報價標的與報價金等資料，以抑止有不當出價之情事。
第三十四條　申請人有下列情形之一者，發還其所繳押標金： 一、參加競價而未得標，於主管機關公告得標者名單之日起七日內，無息發還。 二、參加競價而得標，於依規定繳納得標金金額或頭期款後，無息發還。但得標者得以其繳納之押標金全數無息轉換為得標金頭期款之一部。	第三十四條　申請人有下列情形之一者，發還其所繳押標金： 一、參加競價而未得標，於主管機關公告得標者名單之日起七日內，無息發還。 二、參加競價而得標，於依規定繳納得標金金額或頭期款後，無息發還。但得標者得以其繳納之押標金全數無息轉換為得標金頭期款之一部。	一、配合競價作業之調整，酌修第二項第二款說明文字。 二、配合現行條文第二十三條條次變更，第二項第三款酌修文字。

申請人有下列情形之一者，其所繳押標金不予發還，已發還者，並予追繳： 一、得標後未依規定一次繳清得標金或繳納得標金頭期款及得標金餘額及其利息之支付擔保。 二、於數量階段第一回合未報價或為無效報價。 三、經主管機關依第二十一條之二第一項或第二項廢止競價資格。	申請人有下列情形之一者，其所繳押標金不予發還，已發還者，並予追繳： 一、得標後未依規定一次繳清得標金或繳納得標金頭期款及得標金餘額及其利息之支付擔保。 二、於競價程序第一回合未報價或為無效報價。 三、經主管機關依第二十三條第一項或第二項廢止競價資格。	
第四十條 得標者依第三十六條規定向主管機關一次繳清得標金或繳納得標金頭期款及得標金餘額及其利息之支付擔保後，應檢具事業計畫書向主管機關申請核發籌設同意書。但已為經營者之得標者無須申請核發籌設同意書，應向主管機關申請核准事業計畫書之變更。 前項之事業計畫書，應載明下列事項：	第四十條 得標者依第三十六條規定向主管機關一次繳清得標金或繳納得標金頭期款及得標金餘額及其利息之支付擔保後，應檢具事業計畫書向主管機關申請核發籌設同意書。但已為經營者之得標者無須申請核發籌設同意書，應向主管機關申請核准事業計畫書之變更。 前項之事業計畫書，應載明下列事項：	一、配合行政院於 106 年 4 月 18 日公告修正「第一類電信事業開放之業務項目、範圍、時程及家數一覽表」各頻段註「得標業者應於事業計畫書內載明逐年增加偏遠地區高速基地臺建置數量及人口涵蓋率之時程計畫，且得標者為既有業者時，其建置數量及人口涵蓋率均應優於得標前核准之事業計畫書之規劃」，爰配合修正第二項第三款第二目。

一、營業項目。 二、營業區域。 三、電信設備概況： （一）採用行動寬頻技術之種類與特性，含技術名稱、可支援之最高移動速率、平均頻譜使用效率、採分頻雙工模式在上下行各15MHz 頻寬及採分時雙工模式在 20MHz 頻寬條件下可達最高下行速率等。 （二）系統設備建設及時程計畫，包括未來五年偏遠地區逐年增加之高速基地臺建置數量及人口涵蓋率。得標業者為既有經營者時，其建置基地臺數量及人口涵蓋率均應優於得標前核准事業計畫書之規劃。 （三）系統架構、通訊	一、營業項目。 二、營業區域。 三、電信設備概況： （一）採用行動寬頻技術之種類與特性，含技術名稱、可支援之最高移動速率、平均頻譜使用效率、採分頻雙工模式在上下行各15MHz 頻寬及採分時雙工模式在 20MHz 頻寬條件下可達最高下行速率等。 （二）系統設備建設及時程計畫，包括偏遠地區逐年增加之高速基地臺建置數量及人口涵蓋率。 （三）系統架構、通訊型態及服務種類。 （四）無線電頻率運用計畫。 （五）通訊監察系統功能之建置計畫。 （六）細胞廣播控制中	二、為減輕經營者營業負擔，事業內容書除有關第二項第一款至第三款（營業項目、營業區域、電信設備概況）、第六款至第九款（收費標準及計算方式、人事組織及持股狀況、預定開始經營日期及消費者權益保障相關措施）等事項如有異動，仍應敘明理由報請主管機關核准外，其餘事項（財務結構、技術能力及發展計畫、事業計畫書摘要、其他審查作業規定所定事項）如有異動時，僅須敘明理由報請主管機關備查即可。

型態及服務種類。 （四）無線電頻率運用計畫。 （五）通訊監察系統功能之建置計畫。 （六）細胞廣播控制中心之建置計畫。 四、財務結構：預計於得標並完成公司變更登記時之資本總額及實收資本總額、預估未來五年之資金來源及資金運用計畫。 五、技術能力及發展計畫。 六、收費標準及計算方式。 七、人事組織及持股狀況：公司登記證明文件影本、董監事名單、經理人名單、持股百分之一以上股東名簿、外國人持股比例計算表及從屬公司關係報告書，控制公司之合併營業報告書。	心之建置計畫。 四、財務結構：預計於得標並完成公司變更登記時之資本總額及實收資本總額、預估未來五年之資金來源及資金運用計畫。 五、技術能力及發展計畫。 六、收費標準及計算方式。 七、人事組織及持股狀況：公司登記證明文件影本、董監事名單、經理人名單、持股百分之一以上股東名簿、外國人持股比例計算表及從屬公司關係報告書，控制公司之合併營業報告書。 八、預定開始經營日期。 九、消費者權益保障相關措施。 十、事業計畫書摘要，可供本會引用及公開之資訊。	

八、預定開始經營日期。 九、消費者權益保障相關措施。 十、事業計畫書摘要，可供本會引用及公開之資訊。 十一、其他審查作業規定所定事項。 前項所定文件應記載事項及其方式,由主管機關訂定公告之。 主管機關審查事業計畫書，必要時得命得標者變更其內容。 經營者應依其事業計畫書內容辦理，其內容有關第二項第一款至第三款、第六款至第九款等事項如有異動時，應敘明理由報請主管機關核准。其餘事項如有異動時，應敘明理由報請主管機關備查。 經營者經公平交易委員會認定有下列各款情形之一者，主管機關應不核准其事業計畫書就該情形相關事項之變更：	十一、其他審查作業規定所定事項。 前項所定文件應記載事項及其方式，由主管機關訂定公告之。 主管機關審查事業計畫書，必要時得命得標者變更其內容。 經營者應依其事業計畫書內容辦理，其內容有異動時，應敘明理由報請主管機關核准。 經營者經公平交易委員會認定有下列各款情形之一者，主管機關應不核准其事業計畫書就該情形相關事項之變更： 一、事業結合應申報而未申報。 二、經禁止其結合而為結合。 三、聯合行為未經許可。 籌設同意書有效期間為自核發日起二年；得標者無法於有效期間內完成籌設及依法取得特許執照者，應於期間屆滿前三個月起一個月	

一、事業結合應申報而未申報。 二、經禁止其結合而為結合。 三、聯合行為未經許可。 籌設同意書有效期間為自核發日起二年；得標者無法於有效期間內完成籌設及依法取得特許執照者，應於期間屆滿前三個月起一個月內附具理由向主管機關申請展期，展期最長不得逾一年，並以一次為限。逾期籌設同意失其效力，並由主管機關廢止其系統架設許可及所指配頻率，其已繳納得標金及利息不予發還。	內附具理由向主管機關申請展期，展期最長不得逾一年，並以一次為限。逾期籌設同意失其效力，並由主管機關廢止其系統架設許可及所指配頻率，其已繳納得標金及利息不予發還。	
第四十二條 得標者應於取得籌設同意書及完成公司變更登記後，檢具下列文件，向主管機關申請頻率指配： 一、籌設同意書影本。 二、公司變更登記文件影本。 三、頻率指配申請表。 前項已為經營者之	第四十二條 得標者應於取得籌設同意書及完成公司變更登記後，檢具下列文件，向主管機關申請頻率指配： 一、籌設同意書影本。 二、公司變更登記文件影本。 三、頻率指配申請表。 前項已為經營者之	新增第四項，已為經營者之得標者，向主管機關申請頻率指配變更之條文。

得標者，應檢具下列文件，向主管機關申請頻率指配： 一、事業計畫書變更核准函影本。 二、頻率指配申請表。 行動電話業務、第三代行動通信業務或無線寬頻接取業務經營者提前繳回本業務頻段時，主管機關應通知相關得標者或經營者向主管機關申請頻率指配或變更。 前項得標者或經營者申請變更時，應檢具頻率指配申請表，向主管機關申請頻率變更。	得標者，應檢具下列文件，向主管機關申請頻率指配： 一、事業計畫書變更核准函影本。 二、頻率指配申請表。 行動電話業務、第三代行動通信業務或無線寬頻接取業務經營者提前繳回本業務頻段時，主管機關應通知相關得標者或經營者向主管機關申請頻率指配或變更。	
第四十五條 得標者或經營者得申請將其自身或其他行動通信網路業務經營者之系統設備，移用為其行動寬頻系統之一部。 前項移用涉及行動通信網路業務經營者終止營業、讓與營業或財產者，應依本法第十五條規定辦理。 得標者或經營者擬	第四十五條 得標者或經營者得申請將其自身或其他行動電話或無線寬頻接取業務經營者之系統設備，移用為其行動寬頻系統之一部。 前項移用涉及行動電話業務經營者終止營業、讓與營業或財產者，應依本法第十五條規定辦理。 得標者或經營者擬	一、得標者為第三代行動通信業務經營者，亦應依本條規定辦理，爰修正第一項及第二項，將「行動電話或無線寬頻接取業務」修正為「行動通信網路業務」。 二、行動通信業務依行政院公告之「第一類電信事業開放之業務項目、範圍、時程及家數一覽表」為準。

依第一項規定移用者，應於依第四十三條第一項申請系統架設許可時、第四十三條第五項向主管機關申請核准變更系統建設計畫或第四十三條第六項向主管機關申請後續網路之架設許可時，納入其系統建設計畫。其屬移用前後設置處所相同之設備者，於取得架設許可前，得免予拆除。 移用使用中之系統設備且移用後未變更系統軟硬體設備者，得免予系統技術審驗。	依第一項規定移用者，應於依第四十三條第一項申請系統架設許可時、第四十三條第五項向主管機關申請核准變更系統建設計畫或第四十三條第六項向主管機關申請後續網路之架設許可時，納入其系統建設計畫。其屬移用前後設置處所相同之設備者，於取得架設許可前，得免予拆除。 移用使用中之系統設備且移用後未變更系統軟硬體設備者，得免予系統技術審驗。	
第五十一條　本業務歷次開放申請特許執照之有效期間如下: 一、中華民國一百零二年開放申請者：自核發日起至中華民國一百十九年十二月三十一日止。 二、中華民國一百零四年開放申請者：自核發日起至中華民國一百二十二年十二月三十一日止。	第五十一條 本業務歷次開放申請特許執照之有效期間如下: 一、中華民國一百零二年開放申請者：自核發日起至中華民國一百十九年十二月三十一日止。 二、中華民國一百零四年開放申請者：自核發日起至中華民國一百二十二年十二月三十一日止。	一、1800MHz 部分頻段之屆滿日期與一百零二年開放申請之 1800MHz 頻段相同。 二、增訂第一項第三款第二目，2100MHz 頻段之屆滿日期與一百零四年開放後申請之頻段相同，日後可於屆期後統一釋照，降低釋照次數、減少市場之風險。

三、中華民國一百零六年開放申請者： （一）1800MHz 頻段自核發日起至中華民國一百十九年十二月三十一日止 （二）2100MHz 頻段自核發日起至中華民國一百二十二年十二月三十一日止。 前項特許執照有效期間屆滿後失其效力；其屆滿時之處理方式，由主管機關另定之。	前項特許執照有效期間屆滿後失其效力；其屆滿時之處理方式，由主管機關另定之。	
第七十二條　經營者所經營之行動寬頻系統，其客戶及系統性能服務品質，應符合主管機關所定服務品質規範。 未經主管機關核准，經營者不得縮減依第四十五條移用之系統原電波涵蓋範圍，並不得降低原系統提供之服務品質。 主管機關得視實際需要，自行或委託民間團體進行評鑑，並得定	第七十二條　經營者所經營之行動寬頻系統，其客戶及系統性能服務品質，應符合主管機關所定服務品質規範。 未經主管機關核准，經營者不得縮減依第四十五條移用行動電話系統原電波涵蓋範圍，並不得降低原系統提供之服務品質。 主管機關得視實際需要，自行或委託民間團體進行評鑑，並得定	配合第四十五條之修正，爰第二項酌作文字修正。

期公告各經營者服務品質之評鑑報告。	期公告各經營者服務品質之評鑑報告。	
第八十條　經營者應依本法第二十條之一第四項及號碼可攜服務管理辦法提供號碼可攜服務。 經營者或取得籌設同意書者擬移用終止行動通信網路業務經營者之電信號碼，應依電信號碼管理辦法相關規定，向主管機關提出申請，經核准移用者不適用號碼可攜服務管理辦法相關規定。	第八十條　經營者應依本法第二十條之一第四項及號碼可攜服務管理辦法提供號碼可攜服務。 經營者或取得籌設同意書者擬移用終止行動電話業務或無線寬頻接取業務經營者之電信號碼，應依電信號碼管理辦法相關規定，向主管機關提出申請，經核准移用者不適用號碼可攜服務管理辦法相關規定。	配合第四十五條之修正，爰第二項酌作文字修正。

行動寬頻業務管理規則附表一修訂建議如下：

年度	頻段	頻寬
中華民國102年	700 MHz	A1：上行 703MHz～713MHz；下行 758MHz～768MHz（上下行各 10MHz）
		A2：上行 713MHz～723MHz；下行 768MHz～778MHz（上下行各 10MHz）
		A3：上行 723MHz～733MHz；下行 778MHz～788MHz（上下行各 10MHz）
		A4：上行 733MHz～748MHz；下行 788MHz～803MHz（上下行各 15MHz）

	900MHz	B1：上行 885MHz～895MHz；下行 930MHz～940MHz（上下行各 10MHz）
		B2：上行 895MHz～905MHz；下行 940MHz～950MHz（上下行各 10MHz）
		B3：上行 905MHz～915MHz；下行 950MHz～960MHz（上下行各 10MHz）
	1800 MHz	C1：上行 1710MHz～1725MHz；下行 1805MHz～1820MHz（上下行各 15MHz）
		C2：上行 1725MHz～1735MHz；下行 1820MHz～1830MHz（上下行各 10MHz）
		C3：上行 1735MHz～1745MHz；下行 1830MHz～1840MHz（上下行各 10MHz）
		C4：上行 1745MHz～1755MHz；下行 1840MHz～1850MHz（上下行各 10MHz）
		C5：上行 1755MHz～1770MHz；下行 1850MHz～1865MHz（上下行各 15MHz）
中華民國 104 年	2500MHz 及 2600MHz 配對區塊	D1：2500MHz～2520MHz；2620MHz～2640MHz（配對區塊，各 20MHz）
		D2：2520MHz～2540MHz；2640MHz～2660MHz（配對區塊，各 20MHz）
		D3：2540MHz～2560MHz；2660MHz～2680MHz（配對區塊，各 20MHz）
		D4：2560MHz～2570MHz；2680MHz～2690MHz（配對區塊，各 10MHz）
	2500MHz 及 2600MHz	D5：2570MHz～2595MHz，內含護衛頻帶 2570MHz～2575MHz（單一區塊 25MHz，內含護衛頻帶 5MHz）
		D6：2595MHz～2620MHz，內含護衛頻帶 2615MHz～2620MHz

	單一區塊	（單一區塊 25MHz，內含護衛頻帶 5MHz）
中華民國 106 年	2100 MHz	E1：上行 1920MHz～1925MHz；下行 2110MHz～2115MHz（上下行各 5MHz）
		E2：上行 1925MHz～1930MHz；下行 2115MHz～2120MHz（上下行各 5MHz）
		E3：上行 1930MHz～1935MHz；下行 2120MHz～2125MHz（上下行各 5MHz）
		E4：上行 1935MHz～1940MHz；下行 2125MHz～2130MHz（上下行各 5MHz）
		E5：上行 1940MHz～1945MHz；下行 2130MHz～2135MHz（上下行各 5MHz）
		E6：上行 1945MHz～1950MHz；下行 2135MHz～2140MHz（上下行各 5MHz）
		E7：上行 1950MHz～1955MHz；下行 2140MHz～2145MHz（上下行各 5MHz）
		E8：上行 1955MHz～1960MHz；下行 2145MHz～2150MHz（上下行各 5MHz）
		E9：上行 1960MHz～1965MHz；下行 2150MHz～2155MHz（上下行各 5MHz）
		E10：上行 1965MHz～1970MHz；下行 2155MHz～2160MHz（上下行各 5MHz）
		E11：上行 1970MHz～1975MHz；下行 2160MHz～2165MHz（上下行各 5MHz）
		E12：上行 1975MHz～1980MHz；下行 2165MHz～2170MHz（上下行各 5MHz）
	1800 MHz 部分頻段	C6-1：上行 1770MHz～1775MHz；下行 1865MHz～1870MHz（上下行各 5MHz）

	(1770MHz～1785MHz、1865 MHz～1880MHz)	C6-2：上行 1775MHz～1780MHz；下行 1870MHz～1875MHz（上下行各 5MHz）
		C6-3：上行 1780MHz～1785MHz；下行 1875MHz～1880MHz（上下行各 5MHz）

第5節 我國 106 年第三次行動寬頻業務釋照結果分析

第三次行動寬頻業務釋照作業自 2017 年 10 月 31 日起開啟數量階段，經過38回合後，於同年11月3日結束數量階段。中華電信取得最多頻寬，包含2100MHz之 2×20MHz 與 1800MHz 之 2×5MHz；其次為台灣大哥大取得 2×20MHz 之2100MHz頻寬、遠傳電信取得2×15MHz之2100MHz頻寬、台灣之星獲得2×5MHz頻寬，亞太電信則未取得任何區塊。2100MHz 頻段全數釋出，1800MHz 頻段則有 2 個區塊為釋出，下表彙整個虛擬頻段於數量階段之競標結果。

表 5-4 第三次行動寬頻業務釋照數量階段結果

區塊	底價（億元）	得標價（億元）	溢價比（%）
EV1	19	21.5	13.16
EV2	19	21.5	13.16
EV3	19	22.15	16.58
EV4	19	21.5	13.16
EV5	19	22.15	16.58
EV6	19	21.5	13.16
EV7	19	21.5	13.16
EV8	19	22.15	16.58
EV9	19	21.5	13.16
EV10	19	21.5	13.16
EV11	19	21.5	13.16
EV12	19	21.5	13.16
C6V1	22	22.7	3.18
C6V2	22	—	—
C6V3	22	—	—

資料來源：通傳會網站，研究團隊製作

位置階段於 11 月 15 日舉辦，根據各數量階段得標者取得之頻寬，分別提出位置意向，結果如下圖所示。雖然台灣之星、台灣大哥大與中華電信取得頻寬與原先 3G 執照擁有頻寬有差異，但連同遠傳電信經位置意向之提交均取得原先位置，僅左右縮小或擴大。此外，中華電信亦於 1800MHz 之新頻段取得與其既有頻段鄰頻之位置。

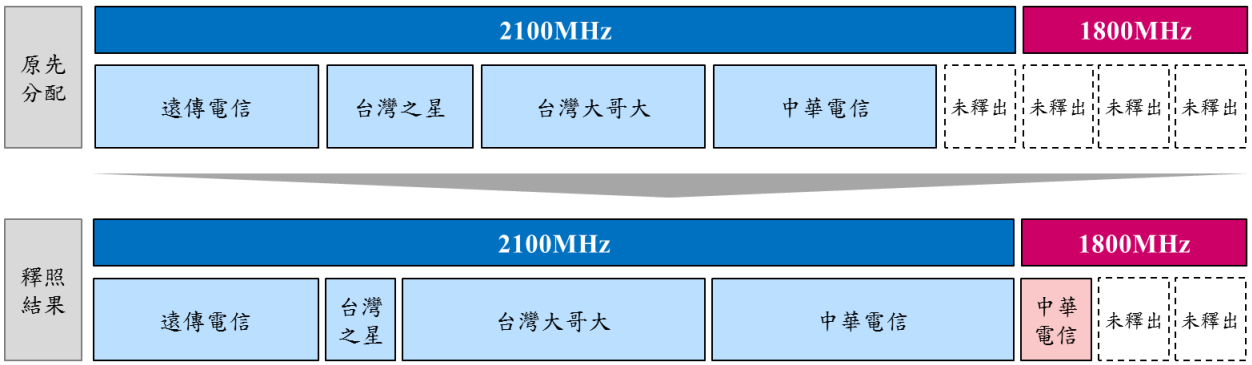


圖 5-11 我國第 3 次行動寬頻業務釋照結果

資料來源：研究團隊製作

在我國 VoLTE 互連尚未開啟前，UMTS 網路之語音服務在 GSM 設備已逐漸淘汰狀況下，可能為語音服務主要甚是唯一之網路之狀況下，本次釋照最重要目的乃為使得業者得以延續其 3G 服務。就釋照結果而言，在小區塊兩階段釋照之機制之下，成功達成政策目標，讓既有 2100MHz 頻段擁有業者均能順利於此次釋照過程中取得頻段。

本次競標結果創下台灣行動通訊業務拍賣以來，最少回合數與部分頻段未釋出兩個現象。研究團隊從拍賣機制、底價設定與市場狀況三個角度進行分析。

- 拍賣機制

第三波行動寬頻業務釋照首次採用兩階段競價模式，先決定各競標業者得標區塊數量，再決定該虛擬區塊實際位置。有效避免過去業者第一波惡意互踩既有頻段之策略性競價，減少惡性競爭，因此，也使得本次釋照之回合數較以往來得低，因為沒有必定要取得哪個位置之壓力，只需要取得所需頻寬數即可。

- 底價設定

本次底價設定採取收益還原法，以業者未來潛在營運收益與成本進行估算。同時，為使得拍賣時程縮短，最後僅折扣 32.8%作為底價之設定。就結果而言，確實有效降低回合數，顯示此次底價設定有效預估業者未來潛在收益與成本關係，因此，也將過去過高之溢價比下修至 13.16~16.58%（以 2100MHz 頻段為例）。

對於 1800MHz 頻段未完全釋出，此底價之設定確實對於該頻段新進業者而言相對於較高。不過，考慮上次拍賣結果與既有業者於此頻段上已投入之成本，研究團隊認為底價設定仍應該要反映該頻段之價值，以保障國家不會賤賣頻段。

- 市場狀況

本次釋照對於 2100MHz 既有使用者而言，能持續獲得為首要目標。因此，對於中華電信、台灣大哥大、遠傳電信與台灣之星而言，必定要設法取得 2100MHz 頻段，考慮業者間已持有頻寬之差異，且業者間的財務能力等背景，2100MHz 頻段之供給與需求並無太大落差，因此，降低 2100MHz 頻譜取得競爭性，進而使得本次回合數下降。

而，本次釋照之 1800MHz 頻段，對於非在鄰頻之台灣大哥大及遠傳電信明顯較無吸引力，競標前便預測可能會競爭 1800MHz 者亦僅有中華電信與亞太電信。然而，1800MHz 有兩個區塊未釋出，研究團隊認為此結果顯示，在 ARPU 與加值服務營收提升困難之現今，業者對於一次性之頻譜標金與每年繳付之頻率使用費之支付意願，與前兩波行動寬頻業務釋照相比較為保守。一方面是 5G 技術持續發展，業者們可預見 2020 年左右即須要開始建設 5G，因此有所保留。另一方面是業者們開始思考其他數據傳輸量舒緩方式，例如：轉向活用高頻進行 Small Cell 佈建或 Off-loading 方式舒緩龐大之數據傳輸量。近期國內業者確實開始朝著網路拓樸之改善、Small Cell 等之佈建或 Wifi 頻段之活用等方式來紓解龐大之數據傳輸需求，例如：中華電信積極佈建 Wifi 熱點、遠傳電信與亞太電信積極佈建 Small Cell、遠傳電信亦積極與國際設備商測試 LAA 技術。因此，於 1800MHz 頻段之競爭未如預期發生。

總結本次釋照，新導入之兩階段拍賣機制，有效降低惡性競爭發生機率。經過各國頻譜拍賣之觀察，兩階段確實為各國趨勢，因此，研究團隊認為可以兩階段之機制做為未來執照釋出之基礎。不過，對於下世代行動通訊頻譜之釋出，由於 5G 技術之最佳頻寬可能達 100MHz，甚至是 400MHz，且相關商業模式可能會與 3G 及 4G 有所差異，因此，仍需根據 5G 應用之特性進行未來執照釋出機制之規劃。

第6章 近年標竿國家行動通信釋照作業分析

針對本次 3G 再釋照之競價作業規劃，將盤點新加坡、香港、澳洲、美國、英國、德國、韓國等 7 個國家於近幾年的釋照案例。分別調查案例如下：

(1) 新加坡 2016 年之 700MHz、900MHz、2.3GHz 與 2.5GHz 之釋照；

(2) 香港 2014 年之 2100MHz 之釋照；

(3) 澳洲 2015 年之 1800MHz 之釋照；

(4) 美國 2016-2017 年之 600MHz 頻段之釋照；

(5) 英國規劃中之 2.3GHz 與 3.4GHz 頻段之釋照；

(6) 德國 2015 年之 700MHz、900MHz、1500MHz 與 1800MHz 頻段之釋照；

(7) 韓國 2016 年之 700MHz、1800MHz、2100MHz 與 2600MHz 頻段釋照。

大多數是針對 4G 補充頻段之釋出，部分包含我國第三次行動寬頻釋照之頻段－1800MHz 與 2100MHz，其中，美國之 600MHz 頻段採取世界首例之 Incentive Auction 進行釋照。詳細各國釋照案例說明，請參照後續小節介紹。

第1節 新加坡

一、 前言背景

因應消費者對行動數據及物聯網所帶來的需求成長之外，在確保既有業者擁有足夠的頻譜資源以持續提供高品質的行動服務背景下，本次 IMDA 規劃釋出 235 MHz 頻寬，主要用來提供 4G/IMT-Advanced 服務。同時 IMDA 期望此次能吸引新進業者加入，促成第四家 MNO 業者生成；為達成這樣的目標，此次競標機制規劃中特別規劃有限定新進業者才能參加的「新進業者競標程序」，並期望透過這樣方式提升市場競爭，並期望最終帶動更多電信業的投資及技術提升。

表 6-1 新加坡 2016 年釋出頻譜

頻段	頻率位置	數量	可啟用時間
700 MHz	703 – 748 MHz/ 758 – 803 MHz	2x45 MHz	2018 年 1 月 1 日
900 MHz (含 Extended GSM)	885 – 915 MHz/ 930 – 960 MHz	2x30 MHz	2017 年 4 月 1 日
2.3 GHz TDD	2300 – 2340 MHz	40 MHz	
2.5 GHz TDD	2570 – 2615 MHz	45 MHz	

資料來源：IMDA，研究團隊製作

目前新加坡正在進行類比電視訊號關閉並轉至數位電視，屆時發送電視訊號不再需那麼多頻譜資源。之中，提供服務頻段之一的 700MHz 頻段預計將於 2017 年底關閉類比電視訊號，並希望能在 2018 年 1 月 1 日清出頻段供行動通訊使用，但如屆時無法準時關閉，700 MHz 的啟用時間將一併順延以維持 15 年使用期限。

二、 競標機制規劃

本次競價機制為促成第 4 家 MNO 業者出現，在競價程序上特別規劃「新進業者頻譜競標」；緊接在其之後為「一般頻譜競標」，並細分為數量階段、位置階段。於一般頻譜競標中的位置階段將決定各業者於各程序中所獲得的頻譜之位置。

同時，於本次 2016 年頻譜競標所取得的頻譜資源，IMDA 不允許任何頻譜次級交易，不論是既有或新進業者皆須遵守此一規定。如新進業者之後被併購，除非事先取得 IMDA 的允許，否則於此次競標中所取得的新進業者保留頻段須返還給 IMDA。最後關於 IMDA 對於本次競標所規劃之各區塊大小及頻段底價，請見下表。

表 6-2 新加坡 2016 年競標規劃

<table>
<tr><th>頻段</th><th>頻寬大小</th><th>年限</th><th>底價</th></tr>
<tr><td>700 MHz</td><td rowspan="2">2 x 5 MHz</td><td>15 年</td><td rowspan="2">每區塊
新幣$20,000,000</td></tr>
<tr><td>900 MHz
(含 Extended GSM)</td><td rowspan="4">16 年</td></tr>
<tr><td>2.3 GHz TDD</td><td rowspan="2">5 MHz</td><td rowspan="2">每區塊
新幣$3,000,000</td></tr>
<tr><td>2.5 GHz TDD</td></tr>
<tr><td>新進業者保留區塊</td><td>900 MHz 頻段：2x10 MHz 頻寬
2.3 GHz TDD：40 MHz 頻寬</td><td>新幣$35,000,000</td></tr>
</table>

資料來源：IMDA，研究團隊製作

（一） 新進業者頻譜競標規劃

I. 新進業者資格審查：

為促進市場競爭及提升 4G/IMT-Advanced 通訊服務的技術創新，本次釋出頻段中，將保留 2x10 MHz 頻寬的 900MHz 頻段及 40MHz 頻寬的 2.3 GHz 頻段給符合資格的新進業者。而 IMDA 對於新進業者的定義為：

1. 任何在新加坡目前並未提供涵蓋全國性的行動網路業者，
2. 且與目前的既有三大業者（Singtel Mobile Singapore Pte Ltd, StarHub Mobile Ptd Ltd, M1 Limited）無關聯。

然而任何符合定義的新進業者，需於指定時間前先向 IMDA 遞交意向書及銀行保證書等資格審查文件以表達競標意願、顯示具備足夠財力(至少要保留區塊底價的金額)購買並經營該頻段。而 IMDA 將根據各潛在新進業者所遞交的申請文件中，審查其條件資格，包含：檢視其事業計畫及預定提供的服務、過往的經營績效、是否曾有違規事項、及是否符合公眾利益等因素。

之後 IMDA 將公布符合資格的新進業者名單以參加後續將展開的新進業者頻譜競標。最後，一共有三家業者表達興趣，分別為 airYotta Pte Ltd、MyRepublic Limited（MyRepublic）、TPG Telecom Pte Ltd（TPG Telecom）。經 IMDA 資格預審查後，公布符合參加新進業者頻譜競標的業者，名單為：MyRepublic、TPG Telecom。

II. 新進業者頻譜競價作業：

新進業者競價概略流程如下整理：

- 當沒有任何新進業者參加此階段競標，原先規劃給新進業者的保留區塊將全數開放於後續階段中競標。
- 當僅一家新進業者參加此階段競標，將直接依照底價以新幣$35,000,000售予該業者對應頻段的使用權。
- 當有兩家(含)以上的新進業者參加此階段競標，將透過競價方式決定新進業者保留區塊的取得者。IMDA 最晚將於新進業者競標開始前的 5 個工作天前通知所有新進業者相關細節。

而關於競價方法，新進業者頻譜競標採多回合上升回合制。首回合時，系統將自動依底價有效出價;於次回合起,競標者只要確保出價有高於前一回合底價，其出價可等於或低於當回合起標價(最低可出價金額)，否則將失去進入下一回合的競標資格。

若當不只一位競標者的出價等同當回合之底價時將進入下一回合，且下回合底價將被調高；而每回合底價調升幅度是由 IMDA 所決定，但漲幅不超過前回合底價的 10%；待最後僅剩一家新進競標者出價時，則整體新進業者競標作業就將結束，而屆時有效出價最高的業者將贏得新進業者保留頻段。如果最後出現有效出價最高的業者不只有一家時，IMDA 將給平手的業者們一次機會進行最佳出價(Best Offer Bid)，其金額不得低於當時的最高有效出價(當時平手的業者們所出之金額)，以決定出最後勝出者。如果最後依舊是平手時，IMDA 除了將再給平手的業者們兩次機會進行最佳出價之外，若仍無法訂出勝負的話，最終將採隨機抽籤決定平手的業者們之中誰是勝出者。但此新進業者頻譜競標僅決定擁有保留頻段的新進業者，得標業者仍須參加後續於一般競標階段中的位置程序才算完成整個競價作業。

（二） 一般頻譜競標規劃（數量階段）

I. 競標前資格審查及既有業者優先權：

此階段的競標標的將取決於「新進業者階段」及「既有業者優先權」的執行狀況決定；在這一階段，IMDA 對於第四家新 MNO 業者的態度將比照其他三家既有業者，不再有額外優惠鼓勵措施。而對於參加此階段的資格限制為：

1. 持有附提供全國性 4G 服務義務的 FBO 執照（既有業者）
2. 此次獲得新進業者保留頻段的業者（新進業者）

凡符合上述資格並有興趣參加此階段的業者，在遵守區塊上限數的規定下，在指定期限前提交 Initial Offer Document 給 IMDA，以表達各頻段之有意購買數量；並針對所提出的頻段組合，根據各頻段底價提供對應金額的銀行擔保證明。而 IMDA 將進行資格文件審查各業者競標資格，審查通過才能正式參加此階段競標作業。

其中，為確保目前使用 900MHz 頻段提供的 3G 服務不受影響，IMDA 提供既有業者優先權(First Right of Refusal；FROR)讓業者自行決定是否執行以取得 FROR 區塊；如選擇執行，業者須在上述提到的 Initial Offer Document 中載明，如此一來便能以新幣 2000 萬的價格，取得 2x5 MHz 頻寬位於 900 MHz 頻段上的頻譜，但此部分將一併於其他階段所拍賣的頻譜一同於位置階段決定位置。

II. 一般頻譜競標：

值得一提的是，如各業者於此階段所遞交的 Initial Offer Document 之頻譜需求未超過本階段開放競標的頻譜供給數量，IMDA 將直接依照各家提交的需求分配給各業者，並直接依各頻段底價計算總價，直接進入位置階段。IMDA 所訂出的各頻段底價，如下表。

表 6-3 新加坡 2016 年各競標頻段底價

頻段	底價(不含消費稅)
700 MHz	新幣$20,000,000
900 MHz (含 FROR 區塊)	
2.3 GHz TDD (如未有新進業者時適用)	新幣$3,000,000
2.5 GHz TDD	

資料來源：IMDA，研究團隊製作

而關於一般頻譜競標作業的競價方法採 Clock-Plus 競價機制，各頻段競標作業將同時進行。

- 於首回合，系統將根據各業者先前提交的頻譜需求自動出價；於次回合起，各競標者在符合區塊上限規定下，可以各頻段之暫時得標價(Standing Price)競標。此外，在第一、第二回合時，各業者之出價數量總和不得超過其原先遞交給 IMDA 中的頻譜需求總數，但該需求總數不包含既有業者保留頻塊。於第三回合起，可出價數量則為前一回合可出價數量扣掉前一回合中所出的退場價格(Exit Bid)之頻寬數。
- 除了可出價數量限制外，為避免紛爭，扣除 FROR 保留區塊，除非競標者於 Initial Offer Document 中有載明欲購買至少一塊 700MHz 或一塊 900MHz，否則除了 FROR 保留區塊之外，競標者不得購買其他 700MHz 及 900MHz 頻段區塊。
- 在當競標者對特定頻段已無超額需求時，不論回合數，IMDA 將指定當下該頻段中的有效出價為暫時最高出價金(Standing High Bids)；一旦成為暫時最高出價者，除非對該頻段有新需求出現，帶動需求大於供給，

競標者才能要求減少或改變頻譜需求組合。同理，在不會造成總體頻譜需求低於供給的情況下，IMDA 可能將接受競標者所提出之減少頻譜需求或改變原先提出的頻段需求組合。而整個一般頻譜競標作業將持續至整體競標頻譜無超額需求存在，同時沒有競標者擁有任何自由資格點數(Free Eligibility)時才結束；而最後結標價將以最後一回合中該頻段各區塊之暫時得標價中之最低價所決定。

（三） 一般頻譜競標規劃（位置階段）

此一階段的參加者為所有於此次競標中獲得頻譜使用權的業者們，而基本上位置階段可再細分成 Phase 1、Phase 2 兩階段進行。

首先進入 Phase 1 階段，所有得標者須在指定期限前完成填寫由 IMDA 提供的頻率位置同意/不同意表格，如果之中有區塊於數量階段未售出，IMDA 也將讓得標者們知道其偏好。關於各頻段位置分配，只要符合業者完整連續不破碎的前提，得標者們應共同提出至少一份位置建議給主管機關 IMDA，以利主管機關瞭解各 得標者在各頻段位置分配上有無共識。

同時，各得標者也應在表格中告訴 IMDA：

A. 當所有得標者在 700MHz、900MHz、2.3GHz 和/或 2.5GHz 的頻段位置上有一種或多種位置合意時，各業者所合意的具體頻率位置；
B. 當所有得標者們僅針對 700MHz、900MHz、2.3GHz 和/或 2.5GHz 的部分頻段位置有共識時；或對於所有 700MHz、900MHz、2.3GHz 和/或 2.5GHz 的頻率位置無共識時，在這兩種情況下，應表達哪幾區塊有/無爭論，以及各自牽涉的業者為何。

當提交相關頻率位置同意/不同意表格給 IMDA 後，IMDA 將評估決定位置階段是否需要進入 Phase 2 階段。

A. 當主管機關僅收到一份有效提議，IMDA 仍有權接受或否決該位置提議。
B. 當主管機關僅收到多份有效提議，IMDA 有權接受其中一份或否決全部的位置提議。

C. 除了上述情況，如最後在時限前未收到任何位置同意/不同意表格，或是所有得標者們僅提交一份在各頻段位置上完全無共識的同意/不同意表格的情況，競標活動將進入位置分配的 Phase 2 階段以分配所有頻段區塊。

當 IMDA 接受了一份位置提議，但該提議僅為部分位置合意時，IMDA 將針對尚有位置爭議的頻段位置進入 Phase 2 階段。

關於 Phase 2 階段，如有必要 IMDA 將以單回合密封的競標方式完成爭議頻率位置的分配；同時，IMDA 將提供詳細的位置選項給各處於爭議頻率位置的業者。屆時，IMDA 將通知所有需要參加的得標者相關訊息，並要求於指定時限前遞交位置出價（Assignment Bid Form），並註記一個或多個位置選項及對應的願付價格；最後將由 IMDA 將在各項組合中挑出整體價值最高的位置選項為最終決定，如最後有多個同價值選項，則將再輔以移頻位置最少的為優先，若仍無法決定時，則將採隨機抽籤的方式決定。

（四） 其他相關時程

I. 執照取得相關：

在頻譜競標時，業者並不需要具備 FBO 執照，但如未持有 FBO 執照者須在位置階段結束後 30 個工作天內完成申請手續，以便未來能使用頻段提供 4G 或 IMT-Adveanced 通訊服務；同時，如業者欲以本次取得頻段提供其他通信服務，如:3G 行動通信，也需向 IMDA 申請核可。

II. 覆蓋義務相關：

針對新進入的得標者之覆蓋義務如下表整理：

表 6-4 新進入得標者覆蓋義務

覆蓋要求	時程
全國室外服務覆蓋	至 2018 年 9 月 30 日 (例如: 2016 年競標之 900 MHz 頻段與 2.3 GHz 頻段啟用後 18 個月)
公路隧道與室內服務覆蓋	至 2019 年 9 月 30 日 (2016 年競標之 900 MHz 頻段與 2.3GHz 頻段啟用後 30 個月)
地下捷運車站/線服務覆蓋	至 2021 年 9 月 30 日 (2016 年競標之 900 MHz 頻段與 2.3GHz 頻段啟用後 54 個月)

資料來源：研究團隊製作

針對非新進入的得標者覆蓋義務如下表整理：

表 6-5 非新進入得標者覆蓋義務

需求	時程
擴大既存的網路提供給全國 4G 網路與/或 IMT-Advanced 服務	至 2018 年 9 月 30 日 (例如:自 2016 年競標之 700MHz 頻段啟用後 12 個月)

資料來源：研究團隊製作

三、 競價機制中促進市場競爭之措施

考慮頻譜資源稀少有限，IMDA 認為透過如競標的方式能最有效的確保資源最適化。而為避免頻譜資源被獨佔，同時為促進業者皆取得足夠頻譜以提供服務，設定有各頻段業者可持有之頻譜量上限規範，根據 IMDA 先前發布的「頻譜分配架構(IMT、IMT-Advanced 服務及促進行動市場競爭；Framework for the allocation of spectrum for IMT and IMT-Advanced services and for the enhancement of competition in the mobile market)」報告，2016 年提供競標的各頻段持有上限如下表。

表 6-6 新加坡 2016 年各頻段區塊上限

	700 MHz	900 MHz	2.3 GHz	2.5 GHz	總持有上限
有新進業者進入	2 x 20 MHz	2 x 10 MHz	-		75 MHz
無新進業者進入	2 x 20 MHz	2 x 15 MHz	45 MHz		100 MHz

資料來源：IMDA，研究團隊製作

值得一提的是本次為促進第四家 MNO 業者的生成，規劃有限定新進業者才能參加的競標階段，考慮可能發生無新進業者投入參加競標，本次頻譜上限將依情況而有所不同。同時為讓業者能彈性依據各自所需取得必要之頻譜資源，IMDA 將對各頻段分別課以不同頻譜上限。同時，由於公眾諮詢意見表示 700MHz 及 900MHz 本身的特性不同於 TDD，此次 IMDA 將不另針對 Sub-GHz 頻段訂出頻譜上限。但針對所有頻段上限，經公眾意見諮詢後，IMDA 考量如競標業者數增加將提升競標競爭度，為確保各業者皆能持續提供行動通訊服務，將原先規劃如有新進業者時的 85MHz 降為 75MHz；以及無新進業者情境的 105MHz 降為 100MHz。

關於針對新進業者的持有上限數，如新進業者在取得新進業者保留區塊後，也參加在之後舉行的 General Spectrum Auction，則其於此次競標中所獲得的所有頻譜，包含新進業者保留區塊在內皆須遵守各頻段頻譜上限規定限制。而既有業者的持有上限數的部分，包含透過優先權所取得之 FROR 區塊，以及競標中所取得之頻譜區塊皆須合併計算受上限規範。

四、 競價結果

最後，新加坡於 2017 年 4 月完成此次頻譜釋出，並成功吸引新業者加入成為第 4 家全國性 MNO 業者，最後勝出業者為 TPG Telecom Pte Ltd，該業者在新進業者頻譜競標階段中，以新幣 105 百萬元取得新進業者保留區塊(900 MHz 頻段：2x10 MHz、2.3 GHz：40 MHz)。另關於一般頻譜競標階段之競標結果，請參見下表。

表 6-7 新加坡 2016 年一般頻譜競標階段之競標結果

一般頻譜競標階段（數量階段）				
頻段	**700 MHz**	**900 MHz(既有業者優先權)**	**900 MHz**	**2.5 GHz TDD**
最終單價 (新幣元)	S$94,000,000	S$20,000,000	S$132,000,000	S$11,900,000
M1 Limited	20 MHz (2 頻塊)	10 MHz (1 頻塊)	-	-
Singtel Mobile Singapore Pte Ltd	40 MHz (4 頻塊)	10 MHz (1 頻塊)	10 MHz (1 頻塊)	15 MHz (3 頻塊)
StarHub Mobile Pte Ltd	30 MHz (3 頻塊)	10 MHz (1 頻塊)	-	20 MHz (4 頻塊)
TPG Telecom Pte Ltd	-	N/A	-	10 MHz (2 頻塊)

資料來源：IMDA，研究團隊製作

第2節 香港

本節將說明香港於 2014 年執行之 2100MHz 頻譜重新釋照之背景、競價機制與相關規劃與最終競價結果，做為我國本次 3G 業務執照屆期後釋出 2100MHz 之參考之一。

一、 前言背景

香港於 2001 年啟用之 1.9GHz-2.2GHz 內的 2×59.2MHz 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 2×14.8 的成對頻段。當時界定執照期限 15 年，於 2016 年 10 月 21 日屆期。

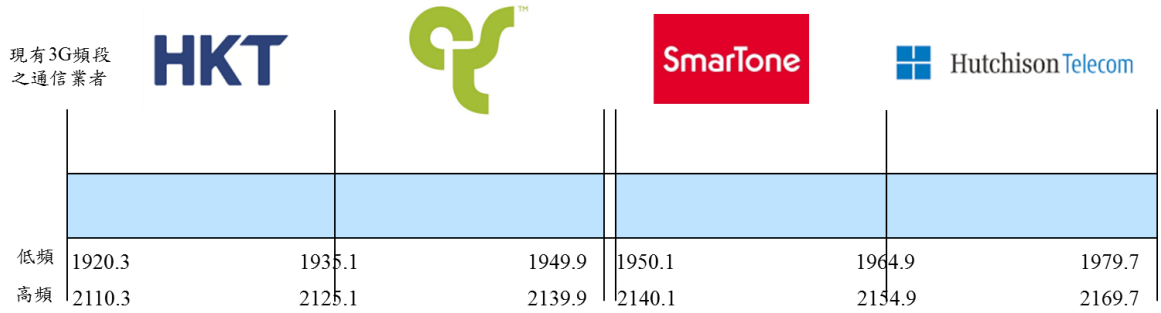


圖 6-1 香港 3G 業務頻段分配現狀
資料來源：OFCA，研究團隊製作

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。

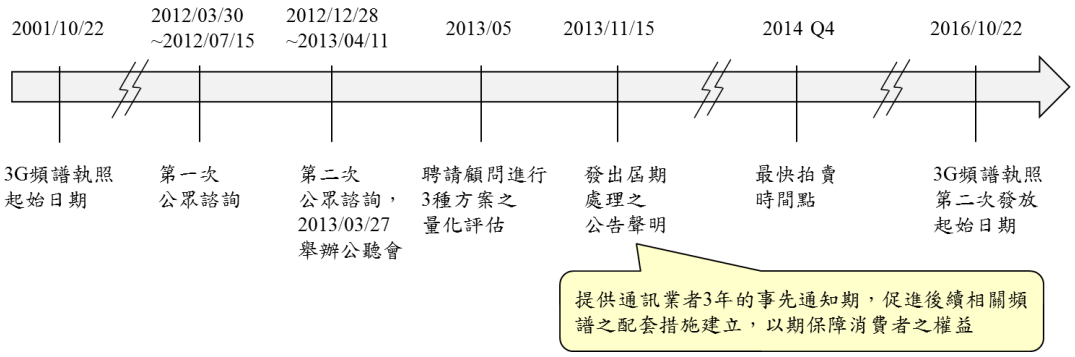


圖 6-2 香港 3G 業務頻段屆期規劃處理時程

資料來源：OFCA，研究團隊製作

根據通訊事務管理局辦公室最初提出三種不同的方案：（一）將頻譜的優先使用權給予目前的 3G 通訊業者，（二）收回所有頻譜重新進行拍賣，（三）將目前 3G 通訊業者之頻譜的三分之一回收進行重新拍賣。考慮最不會影響用戶且有利於既有業者穩定營運的方式會是方案一，但其缺乏帶動電信產業之競爭的能量；考慮最具有競爭推動力的會是方案二，但其對既有業者以及用戶會有較劇烈的影響；較折衷的為方案三，但可能會因為縮小頻寬導致通訊品質的下降。詳細優缺點比較如下圖所示。

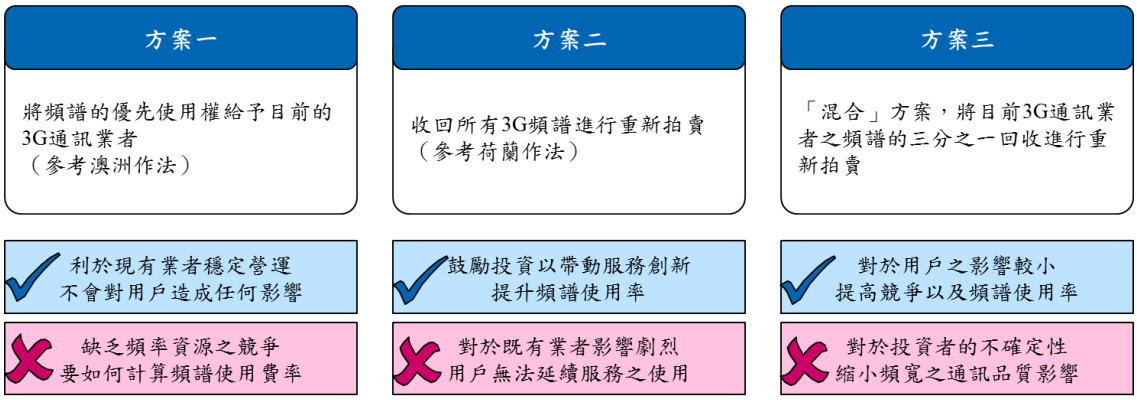


圖 6-3 香港 3G 業務頻段屆期三種候選規劃方式

資料來源：OFCA，研究團隊製作

最終考慮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等因素，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兼市場主導的「混和方案」來進行 3G 頻譜後續之處理。表示 2100MHz 頻段上之既有業者可以行使優先權取得其中 2×5MHz 與 2×4.9MHz 頻寬之頻段，將剩餘 2×4.9MHz 頻寬之頻段作為重新拍賣之標的。最初對於 HKT、CSL、數碼通與和記電話四家既有業者行使優先權之頻譜與重新競標之頻譜規劃如下圖。

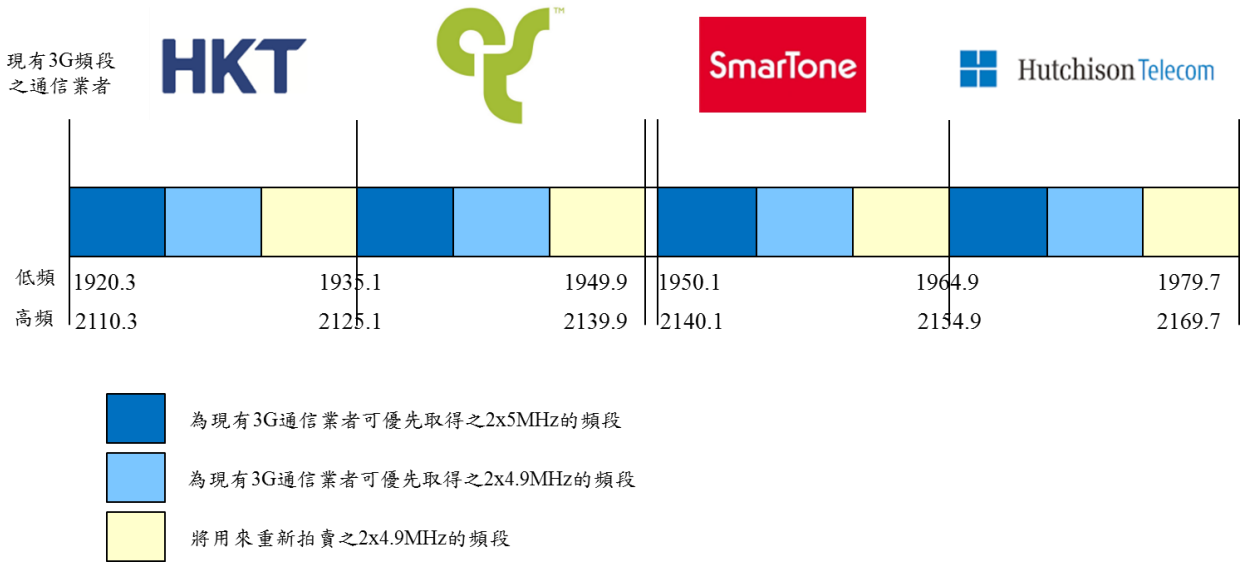


圖 6-4 香港 3G 業務頻段屆期 2013 年 11 月 15 日公告釋出方案

資料來源：OFCA，研究團隊製作

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）。當時，HKT 承諾會交出一共 29.6MHz 的 2100MHz 頻譜，並且不參與 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。

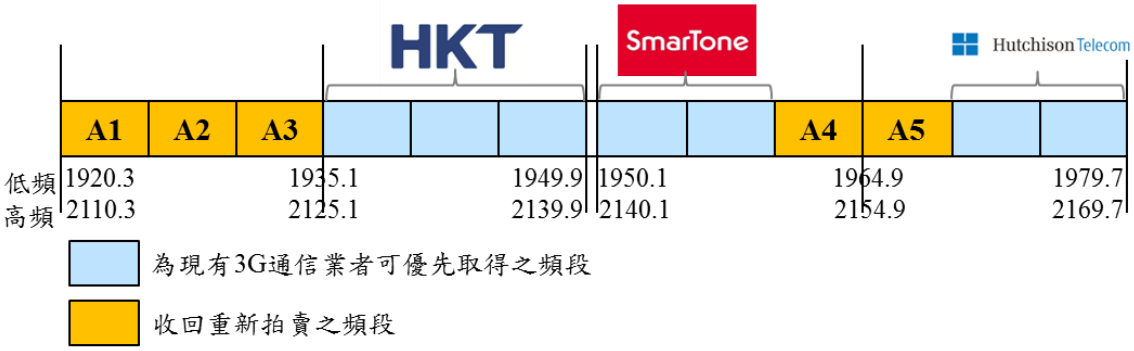


圖 6-5 香港 3G 業務頻段實際拍賣頻段

資料來源：OFCA，研究團隊製作

二、 競標機制規劃

對於回收之 2×24.6MHz 頻寬，香港 OFCA 採取 SMRA (Simultaneous Multiple Round Ascending Auction)方式釋出。每回合由主管機關提出個別頻段之回合價格(Round Price)，由競價者決定是否跟進，若有複數競價者跟進則由系統以隨機方式選取暫時最高價得標者，直到任一回合沒有任何有效出價且沒有業者行使該回合或對個別頻段棄權，則結束競價流程。同時，於本次競標中採用資格點數制度。後續將針對此次競標之資格點數制度進行介紹，另外，說明此次競標過程中之資訊揭露狀況。

（一） 資格點數

依據業者之押金決定給予之資格點數，480 百萬港幣即給予 1 資格點數、960 百萬港幣即給予 2 資格點數、1440 百萬港幣即給予 3 資格點數、1920 百萬港幣即給予 4 資格點數。因此，於第一回合開始前，競標者將擁有根據其押金之資格點數。而在每一個回合（除了第一回合），競標者擁有之資格點數量應從其前一回合之活動等級(Activity Level)反應而來。除非競標者於前一回合提出了棄權(Waiver)，則採取其不是棄權(Waiver)之最接近之一回合的活動等級(Activity Level)。然而，前述每回合競標者擁有之資格點數量，應從其前一回合之活動等級加總而來，(1) 該回合提交有效報價，(2) 為前一回合之最高價出價者（除非投標者再針對該頻段提出有效報價，或提出該頻段之棄權）。舉例而言，若某一

競標者其之資格點數於該回合初為3,該競標者擁有前一回合最高出價區塊2塊，該回合又進行一區塊之有效報價，則於該回合保持 2+1，共 3 點的活動等級，至下回合時並不會降低其資格點數;但若另一競標者其之資格點數於該回合初為 2，該競標者擁有前一回合最高出價區塊 1 塊，該回合並沒有進行任一區塊之有效報價，則於該回合之活動等級為 1，將使其下回合之資格點數下降為 1。

（二） 競標資訊揭露

在每回合開始之前，主管機關將透過網路接取之軟體系統提供各競標者以下資訊：

- 該回合之開始與結束的日期與時間
- 個別區塊之回合價格(Round Price)
- 前一回合個別區塊收到的有效報價數量（若有）
- 前一回合個別區塊之最高價出價者（若有）
- 前一回合個別區塊之最高價出價金額（若有）
- 剩餘可行使的對單次出價之棄權(Waivers)[7]次數
- 剩餘可行使的對個別區塊之棄權(Withdrawals)[8]次數

三、 競標機制中促進市場競爭

由於本次 2100MHz 頻段之重新釋出，並不是全部回收再釋出，而是讓既有業者擁有優先選擇權之權利，先行取得部分既有頻段以維繫 3G 服務，再將剩餘

---

[7] 對單次出價之棄權(Waiver)，使競價者得以藉由 Waiver 之行使，讓該回合就算不採取任何行動，都能避免影響到資格點數，但不得使用於競標之首回合。在競價開始時，所有競價者之 Waiver 次數均為 2，不過，在競價過程中，拍賣管理單位得以自行增加所有人之行使 Waiver 次數。

[8]對個別區塊之棄權(Withdrawal)，使競價者得以藉由 Withdraw 之行使，放棄其既有暫時得標之區塊，並沒有限制競價者於單一回合中對幾個區塊行使 Withdraw，但當行使後的三個回合內不得再次行使 Withdraw。在競價開始時，所有競價者之 Withdrawal 次數設定為 3。

頻段利用競標方式釋出。為在優先取得頻段與競標頻段之間取得市場競爭之平衡，香港 OFCA 在優先選擇權之頻譜使用費以及競標頻譜上限進行設定。

（一） 優先選擇之頻譜使用費與底價設定

首先，OFCA 針對優先選擇之頻譜使用價格進行設定，根據 2016 年之預估頻譜價值水準，設定每 MHz 為 6,600 萬港幣。不過，保留市場對於頻譜價值詮釋之空間，表明若重新拍賣之其他頻譜的決標價之每 MHz 價格超過原先設定之 6,600 萬港幣，將採取決標之每 MHz 價格，但上限為 8,600 萬港幣。

另外，再針對回收待釋出的五個區塊之頻段進行底價設定。其中，2×5MHz 之頻段底價為 48,000 萬港幣，2×4.9MHz 之頻段底價為 47,040 萬港幣。換算成每 MHz 之金額為 4,800 萬，較優先選擇之頻譜使用價格略低。

表 6-8 香港 2100MHz 頻段底價設定

執照	頻段(MHz)	頻寬 (MHz)	底價 (百萬港幣)
A1	1920.3-1925.3/2110.3-2115.3	10	480
A2	1925.3-1930.2/2115.3-2120.2	9.8	470.4
A3	1930.2-1935.1/2120.2-2125.1	9.8	470.4
A4	1960.0-1964.9/2150.0-2154.9	9.8	470.4
A5	1964.9-1969.8/2154.9-2159.8	9.8	470.4
	總計	49.2	2361.6

資料來源：OFCA，研究團隊製作

（二） 頻譜上限

根據 OFCA 於 2014 年 9 月 19 日公告之”Auction of Radio Spectrum in the 1.9-2.2 GHz Band for the Provision of Public Telecommunications Service — Information Memorandum”所記載，不論為 2100MHz 頻段既有擁有且行使優先權之業者或 2100MHz 頻段之新進業者，皆受 2×20MHz 的頻譜上限規定。意指新進

業者於競標過程中最多可取得 2×20MHz 的頻譜，而行使優先權之業者於競標過程中最多可取得 2×20MHz 扣除其已行使優先權取得之頻寬數量之頻譜。

四、 競價結果

2014 年 12 月，完成剩餘 2×24.6MHz 之頻段之重新拍賣，結果如下表整理。其中，2100MHz 頻段之既有業者和記電話與數碼通，分別於拍賣中取得其原先擁有之 A5 頻段及既有之 A4 頻段；數碼通更多取得 A1 頻段。另外，出現一家 2100MHz 頻段之新進業者－中國移動香港，藉由此次拍賣，取得 A2 與 A3 兩段，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 6-9 香港 2100MHz 頻段釋照競標結果

執照	頻段(MHz)	頻寬 (MHz)	底價 (百萬港幣)	決標價 (百萬港幣)	溢價率	得標廠商
A1	1920.3-1925.3/2110.3-2115.3	10	480	510	5.88%	數碼通
A2	1925.3-1930.2/2115.3-2120.2	9.8	470.4	470.4	0.00%	中國移動香港
A3	1930.2-1935.1/2120.2-2125.1	9.8	470.4	500	5.92%	中國移動香港
A4	1960.0-1964.9/2150.0-2154.9	9.8	470.4	470.4	0.00%	數碼通
A5	1964.9-1969.8/2154.9-2159.8	9.8	470.4	470.4	0.00%	和記電話
	總計	49.2	2361.6	2421.2	11.80%	

資料來源：OFCA，研究團隊製作

第3節 澳洲

一、 前言背景

在 2015 年澳洲 1800MHz 頻譜競標展開之前，此頻段已有兩次釋出，效期分別於 2013 年及 2015 年到期，為盡量將 1800MHz 中之各頻塊的使用期限切齊一致，ACMA 統一將於 2015 年競標的 1800MHz 頻段區塊之使用期限統一訂為 2028 年 6 月 17 日。

關於本次競標標的，主要為 1800MHz 的地區執照及先前的剩餘頻段。競標前，區域型 1800MHz 頻段主要用作提供定點傳輸連結用；但隨著包含 4G 行動通信服務的 LTE 技術的啟用，包含：行動電話及寬頻服務、智慧網路（如智慧能源網）、自動化的交通及其他基礎建設等，市場對於該頻段的需求逐漸增加。

表 6-10 澳洲 2015 年 1800MHz 競標標的

頻段	成對頻段之頻率位置	區塊大小	區塊數量	涵蓋地區
Category1	1725 MHz – 1785 MHz/ 1820 MHz – 1880 MHz	2 x 5 MHz	12 x 12 (12 個地區，各 12 張執照)	Canberra, Darwin, Hobart 及另 9 個區域性地區；
Category2	1710 MHz– 1712.5 MHz/ 1805 MHz– 1807.5 MHz	2 x 2.5 MHz	2	■South Australia, ■North Queensland (Cairns/Townsville)
Category3	1770 MHz – 1775 MHz/ 1865 MHz – 1870 MHz	2 x 5 MHz	1	■Adelaide(都會區級)

資料來源：ACMA，研究團隊製作

二、 競標機制規劃[9]

ACMA 以頻譜使用權的方式授權執照持有者經營頻段,在特定期間、區域內,透過授予執照的方式,以彈性技術、市場導向的方法經營頻段,因此執照持有者在期間內,在遵守執照中所列的條件義務之前提下,執照持有者得將頻段再切分、交易頻段之外;也可因應市場環境及技術發展調整其服務。

(一) 競價方法

本次競價規劃以線上、同時多回合拍賣制(SMRA)的方式進行。透過 SMRA 的方式,將允許所有競標者能同時間對他們有興趣的頻段區塊進行出價,也就是說於各頻段區塊於各回合分別同時進行中。

(二) 底價(Starting prices)

ACMA 依據$0.08/MHz/人口的水準下,針對各地區及區塊所訂出之競標底價,同時確保各地區擁有足夠的頻譜資源,詳細如下表。

[9] 相關競標申請表格,請參考 https://www.acma.gov.au/-/media/Spectrum-Licensing-Policy/Information/pdf/1800-MHz-spectrum-auction_Auction-forms-booklet-pdf.pdf?la=en

表 6-11 澳洲 1800MHz 頻段釋照競標底價

執照類別 (Category)	地區	Census population (2011 年 8 月)	Lot ratings	ACMA 估計人口 (2015 年 9 月)	底價 (以$0.08/MHz/人口)	底價 (捨至千位)
1	Darwin	119,511	10	132,955	$ 106,364	$ 106,000
1	North Queensland (Cairns/Townsville)	448,208	38	498,627	$ 398,902	$ 399,000
1	Central Queensland (Mackay)	342,179	29	380,671	$ 304,537	$ 305,000
1	South Queensland (Maryborough)	1,029,847	86	1,145,695	$ 916,556	$ 917,000
1	Northern New South Wales (Grafton)	472,918	40	526,117	$ 420,894	$ 421,000
1	Western New South Wales (Dubbo)	2,298,753	25	332,360	$ 265,888	$ 266,000
1	Canberra (including south coast of New South Wales)	634,702	53	706,100	$ 564,880	$ 565,000
1	Southern New South Wales/Riverina (Albury)	511,518	43	569,059	$ 455,247	$ 455,000
1	Regional Victoria	792,396	66	881,533	$ 705,226	$ 705,000
1	Tasmania	492,564	41	547,973	$ 438,378	$ 438,000
1	Regional South Australia	307,399	26	341,979	$ 273,583	$ 274,000
1	Regional Western Australia	266,569	22	296,556	$ 237,245	$ 237,000
2	North Queensland (Cairns/Townsville)	448,208	19	498,627	$ 199,451	$ 199,000
2	Regional South Australia	307,399	13	341,979	$ 136,792	$ 137,000
3	Adelaide	1,274,200	107	1,417,536	$ 1,134,029	$ 1,134,000

資料來源：ACMA，研究團隊製作

（三） 執照類型

此次規劃以小區塊釋出 1800MHz 部分頻段區塊，基本上分為兩大類，分別為區域型頻段（Regional 1800MHz band spectrum）、以及前次未售出的剩餘頻段（Residual 1800MHz spectrum/ residual lots）。關於區域型頻段，本次規劃有 12 個地區、各地區各 12 張執照，總共 144 張的區域型執照釋出，每一區塊大小為 2x5MHz 頻寬。至於，1800MHz 的剩餘頻段，則共有三個區塊，分別為兩塊 2x2.5MHz 及一塊 2x5MHz 頻寬，相關資訊如下表。另如根據區塊大小及涵蓋地區，則可將本次競標頻段分為三種（Category 1、Category 2、Category 3），其中 Category 1 為本次再釋照頻譜執照類別，另兩種則歸屬剩餘頻譜區塊執照。針對剩餘頻段 ACMA 將不會課以區塊上限來限制競爭。

（四） 競價階段與回合

2015 年 1800MHz 競標作業分為數個階段進行，各階段由多個回合所構成，但各階段之回合數並不固定，當在最後一階段時，如出現連續兩回合無人出價與棄標的情況，競標作業結束。另關於階段數，過去的頻譜競標雖多以三階段為主，但 ACMA 強調實際上並未要求階段數一定要達到多少不可。

值得一提的是，每進入下一階段將要求競標者們有更高的活躍度，執行較前一階段更高比例的有效出價(active bids)，且每階段所出的資格點數占整體擁有的資格點數之百分比也須高於前一階段，以確保競標過程保持足夠的競爭程度。基本上，拍賣官將視整體出價競標程度決定何時進到下一階段，當競標活躍度低於 ACMA 對當階段所訂出的標準時，即進入下一階段，並將透過競價系統告知各競標業者。然而至於實際要求的各階段出價資格點數占整體之比例目標值，ACMA 將根據各業者的申請情況，在競標前將各階段活躍度標準通知各競標者。

此外，每回合又可再細分為出價、結果等兩部分，而各出價者可依各回合結果，決定次回合是否要針對同一頻段區塊進行出價，且未限制競標者僅能針對同一區塊進行出價。

（五） 提早啟用及執照效期規劃

ACMA 認為整體一致的頻率使用效期對促進頻譜交易及對於提升未來行政程序上有很大效益，因此為配合其他位於 1800MHz 頻段的執照效期，本次釋出

之頻率執照效期統一訂於 2028 年 6 月 17 日。

至於頻率啟用日，區域型頻段執照將訂於競標程序結束後（2017 年 5 月 30 日）啟用；而 1800MHz 剩餘頻段由於部分競標頻段在執照啟用日前即為空的，為閒置狀態，在向 ACMA 提出臨時性執照申請後，經機關審核，有機會能提早啟用獲得的頻段。而這也符合 ACMA 認為閒置頻段應盡早啟用的想法，因此屆時ACMA 預計可能將比照先前數位紅利競標時的做法,提供業者提早啟用頻段；同時，該臨時性執照將於整體競價作業完成後自動失效。

三、 競標機制中促進市場競爭

（一） 資格點數(Eligibility Points)

根據業者在申請階段時所繳付的資格點數費用決定各業者擁有的資格點數初值，每繳交澳幣$1,000 即給予 1 資格點數，在此之下，業者出價競標頻譜量不可超過其擁有的資格點數，並藉此確保各業者表達相對正確的需求數。

過程中，各競標業者在擁有的資格點數範圍內可對任何區塊組合進行出價，並透過資格點數形式傳達各區塊在競標者心中的價值、競標者想贏得頻段區塊的決心。另透過行為規則（Activity Rule）的實施，如果若競標業者在過程中未達到行為目標值（Activity Target），將透過下調該業者的資格點數、降低該業者所能買的數量，透過這樣來鼓勵競標者積極參與競標活動以確保競價過程不會太過低迷。最後關於行為目標值，ACMA 表示將視實際業者申請狀況再訂定。

（二） 區塊評價(Lot Rating)

ACMA 將提供各類別（Category）及地區的區塊評價，透過區塊評價將協助競標者衡量各頻譜、地區間的相對價值，有助估算資格點數起跳價；在適當地運用區塊評價之下，將有助競標者比較各區塊價值，並隨時根據相對價格，於各回合調整是否對其他區塊出價。

（三） 區塊上限

配合政府所發布對於通訊的政策方向，在 Category 1 類別的各區塊、限制業者們最多只能取得 2 x25 MHz 頻寬（5 個區塊），以促進市場競爭及多元性。

四、 競價結果

FREQUENCIES (MHz)			REGIONAL 1800 MHz Lots											
			CANB	DARW	TASM	VICT	SAUS	WNSW	SNSW	NQLD	CQLD	SQLD	NNSW	WAUS
1725.0	1730.0	5MHz paired												
1820.0	1825.0													
1730.0	1735.0	5MHz paired												
1825.0	1830.0													
1735.0	1740.0	5MHz paired												
1830.0	1835.0													
1740.0	1745.0	5MHz paired												
1835.0	1840.0													
1745.0	1750.0	5MHz paired										Unsold		
1840.0	1845.0													
1750.0	1755.0	5MHz paired			Unsold									
1845.0	1850.0													
1755.0	1760.0	5MHz paired												
1850.0	1855.0													
1760.0	1765.0	5MHz paired												
1855.0	1860.0													
1765.0	1770.0	5MHz paired												
1860.0	1865.0													
1770.0	1775.0	5MHz paired												
1865.0	1870.0													
1775.0	1780.0	5MHz paired						Unsold			Unsold			
1870.0	1875.0													
1780.0	1785.0	5MHz paired									Unsold			Unsold
1875.0	1880.0													

FREQUENCIES (MHz)			RESIDUAL 1800 MHz Lots	
			NQLD	SAUS
1710.0	1712.5	2.5MHz paired		
1805.0	1807.5			
			ADEL	
1770.0	1775.0	5MHz paired		
1865.0	1870.0			

Telstra	TELSTRA
Optus	OPTUS
Vodafone	VODAFONE
TPG	TPG

圖 6-6 澳洲 2015 年 1800MHz 競標結果

資料來源：ACMA

第4節 美國

本節將說明美國 2016 年至 2017 年執行之 600MHz 頻段拍賣，該次拍賣為全球首次 Incentive Auction 之執行。研究團隊將整理其背景、Incentive Auction 機制、執行過程與結果，作為未來我國是否展開 Incentive Auction 之重要參考。

一、 前言背景

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 年公告的「National Broadband Plan」中，提出 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：Reverse Auction（反向拍賣）與 Forward Auction（正向拍賣）等兩個拍賣組成。反向拍賣為決定電視廣播業者放棄頻譜使用權可得金額；正向拍賣為確定出價之無線寬頻業者願意付的頻譜使用權之金額。本次 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，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。最初擬定 11 種潛在之回收與釋出情境，總釋出量分成 42、48、60、72、78、84、104、126、138、144MHz，其中分別包含 LTE 用之成對頻段與護衛頻段(Guard Band)，如下圖所示。不過，138 與 144MHz 之情境在與鄰國加拿大進行干擾協商後，決定排除此兩個情境。

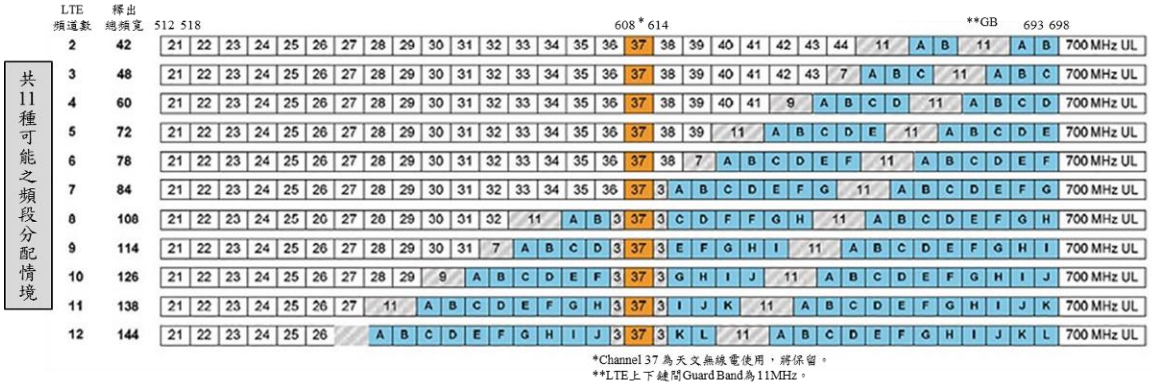


圖 6-7 Incentive Auction 規劃頻段分配方式

資料來源：FCC，研究團隊製作

美國 FCC 於 2012 年 10 月首次公告 600MHz 之 Incentive Auction 拍賣規則與準備流程草案，原先最初預計 2014 年 6 月進行拍賣。不過因 Incentive Auction 於世界上未有任何實績，於 2013 年底時即因拍賣機制規劃、政策制定與軟體測試需要更多時間，將拍賣時程延後至 2015 年中。然而，至 2014 年又因為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，並且拍賣流程尚未被各方接納，再度將拍賣時程延至 2016 年年初。

此次 600MHz 頻段之執照拍賣，能釋出之最大頻寬方待 Reverse Auction 結束才可得知。執照區域劃分方式則根據兩個階段有所不同，在 Reverse Auction 中以電視廣播電臺所在之「指定市場區域」(Designated Market aArea, DMA)進行劃分；而在 Forward Auction 中則劃分出 416 個「局部經濟區域」(Partial Economic Area, PEA)。Forward Auctoin 後之無線通訊執照年限規劃，初期為 12 年，可再申請更新延長 10 年。在相關流程與規範定案與潛在參與者逐漸熟悉後，至 2016 年 1 月 12 日正式截止反向拍賣之競標資格申請,正式啟動世界首例之 Incentive Auction。Reverse Auction（反向拍賣）經過電視廣播業者之初步意願繳交與前期準備，於 2016 年 3 月 29 日正式啟動價格競爭之 Reverse Clock Phase，至 2016 年 6 月下旬結束。而，Forward Auction（正向拍賣）則於 2016 年 8 月 16 開始進行價格競爭之 Clock Phase，吸引了共 62 間合格競標廠商進入，包含： Verizon、、AT＆T 與 T-Mobile 等電信營運商，DISH Network 等衛星電視運營商，和 Comcast 等有線多服務運營商。一共執行四輪後，於 2017 年 1 月結束競價，進入 Assignment Phase 進行頻率位置之分配。最終於 2017 年 4 月正式結束世界首例之 Incentive Auction。就結果而言，無線通訊業者願意支付之標金遠小於電視廣播業者希望得到之標金，詳細結果將在四、競價結果進行說明。

二、 競標機制規劃

Incentive Auction 之架構中,共可分成 3 大步驟:Reverse Auction(反向拍賣)、Forward Auctoin（正向拍賣）與位置分配。

(1) Reverse Auction（反向拍賣）：為決定電視廣播業者願意與多少標金，釋出多少頻段供主管機關進行重新指配。因此，其最大的特色為，在拍賣過程中，標金會隨著競價者每回合對各競價標的之報價而下降。

(2) Forward Auction（正向拍賣）：將自電視廣播業者買回之頻譜進行重新拍

賣，此部分與過去各國執行之架構大致相同。只不過需要滿足下述兩大條件：一是當拍賣頻譜達到 70MHz 以上時，Forward Auction（正向拍賣）之平均標金需達到 1.25 美元/MHz/人口以上之水準；二是 Forward Auction（正向拍賣）標金總額需滿足 FCC 確定的支付價格，方算是完成拍賣。

(3) 位置分配：包含新取得頻譜之無線通訊業者之頻率位置指派，以及電視廣播業者之頻道最終指配。未參與拍賣的廣電業者，也須配合 FCC 規劃，重新進行位置指配，以最大化此段頻譜配置效益，整體拍賣後之移頻作業時間有 39 個月，FCC 也會從標金中框列移頻基金，補助須移頻之廣電業者。

整體流程如下圖所示，首先由電視廣播業者提出意願，再由系統根據 FCC 制定之 9 個情境（扣除會對加拿大造成干擾之 2 個情境）設定 1 個釋出量作為該輪之目標，進入 Reverse Clock Auction 由電視廣播業者提出可接受之放棄頻段標金，當 Reverse Auction 結束後，再進入 Forward Auction 由潛在行動通訊競價業者進行出價，若不滿足前述兩大條件（當拍賣頻譜達到 70MHz 以上，Forward Auction 之平均標金需達 1.25 美元/MHz/人口以上；Forward Auction 標金總額需滿足 FCC 需支付之價格），則重新回到總釋出量之設定（進入下一輪），重新執行 Reverse Auction 與 Forward Auction，直到滿足兩大條件，才會進入電視廣播用途與行動通訊用途之頻率分配位置階段，進而結束完整之 Incentive Auction 流程。

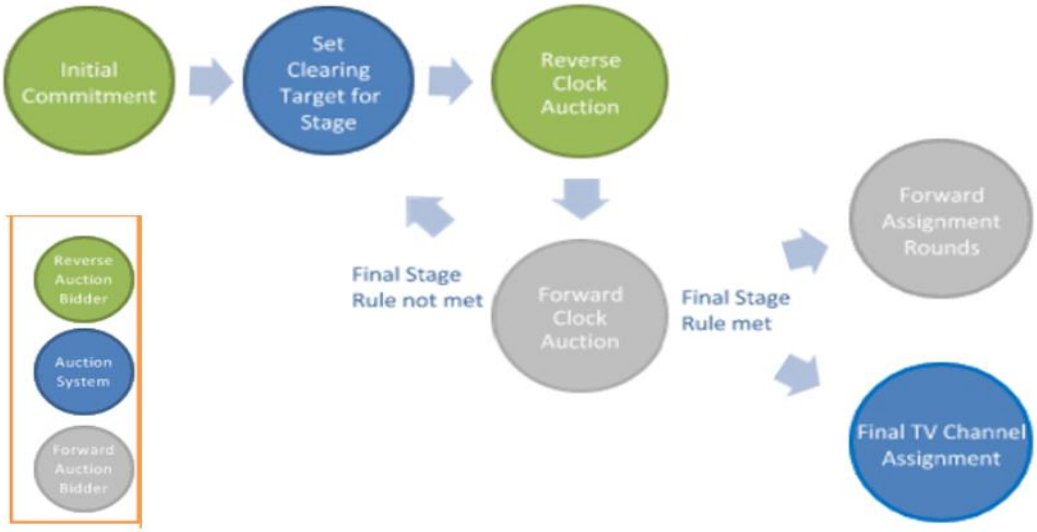


圖 6-8 Incentive Auction 規劃頻段分配方式

資料來源：FCC，研究團隊製作

以下將分別針對 Reverse Auction（反向拍賣）與 Forward Auction（正向拍賣）之機制規劃進行細部說明。

（一） Reverse Auction（反向拍賣）

Reverse Auction 之整體架構如下，包含最初電視廣播業者對於可能繳回頻寬之意願提出(Initial Commitment)，系統自動產出初步設定(Set Cleaning Target for Stage)，至業者進行 Mock Auction 等演練(Preview Period)，才是進入實際進行競價之 Clock Phase (包含 Round Opens、Place Bids、Round Closes、Process Bids、View Results)，若所有電視廣播基地台皆暫時得標或離開才會結束 Reverse Auction，如下圖所示。

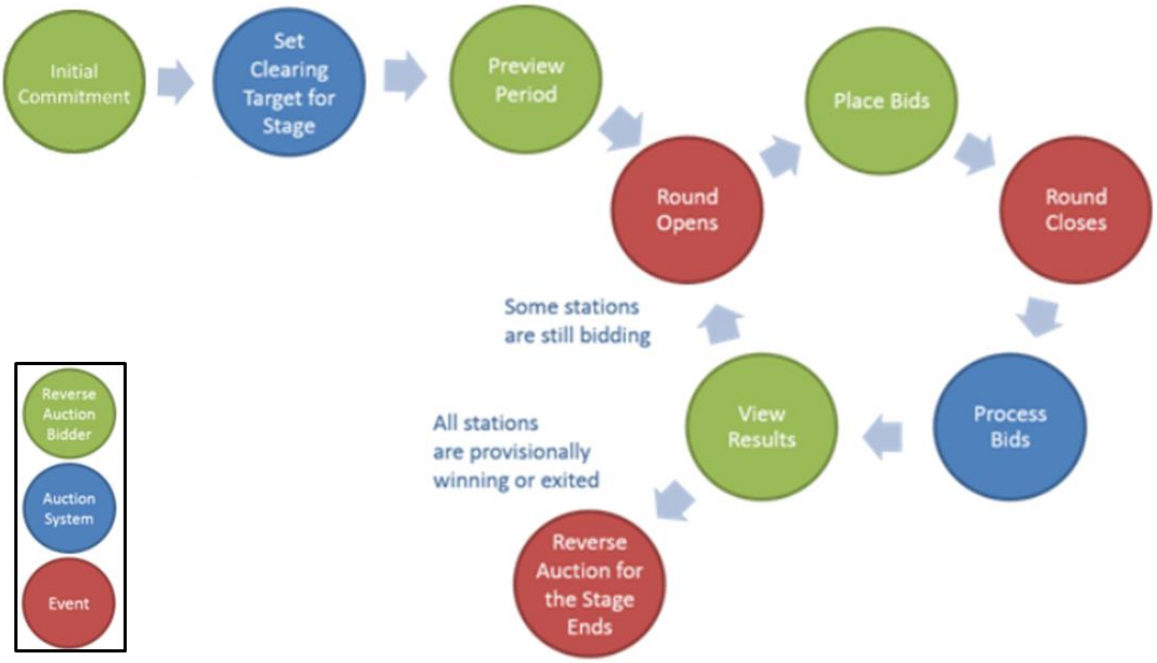


圖 6-9 Incentive Auction – Reverse Auction 流程

資料來源：FCC “Reverse Auction Clock Phase Tutorial”，研究團隊重組

在競價過程中，電視廣播業者必須針對其既有頻譜資源，選擇在一定標金水準下放棄與否。同時，若選擇要放棄，則要針對放棄後之處理方式進行選擇，選項包含：頻道關閉(to go off-air)、移至 Low-VHF band、或移至 High-VHF band。

Reverse Auction（反向拍賣）設定一個電視廣播基地台之初始 Base Clock Price

為 9 億美元，在每回合減少該回合 Base Clock Price 之 5%或初始 Base Clock Price 之 1%（即為 900 萬美元）兩者之間的大值，直到所有電視廣播基地台皆暫時得標或選擇離開（不放棄頻譜資源）才結束 Reverse Auction。每回合減少金額之計算方式如下圖所示。



圖 6-10 Incentive Auction – Reverse Auction 中 Base Clock Price 計算方式
資料來源：FCC，研究團隊製作

（二） Foward Auction（正向拍賣）

Foward Auction 之作法與過去各國執行之頻譜拍賣架構較為相似，整體架構如下，在同一輪之競價過程中，每回合結束後均需要與最後階段條件進行比對，若滿足進入最後階段條件則進入最終階段。若沒有滿足最後階段條件，則再比較供需狀況及與最終條件之關係，決定是否繼續新的回合，或是重新調整競標條件，進入新一輪之 Forward Auction，如下圖所示。最後階段條件如前述，分別為：當拍賣頻譜達到 70MHz 以上時，Forward Auction 之平均標金需達到 1.25 美元/MHz/人口以上之水準；二是 Forward Auction 標金總額需滿足 FCC 確定的支付價。因為此條件之設定，此次美國之 600MHz 頻段之 Forward Auction 總共進行了四個階段才完成。

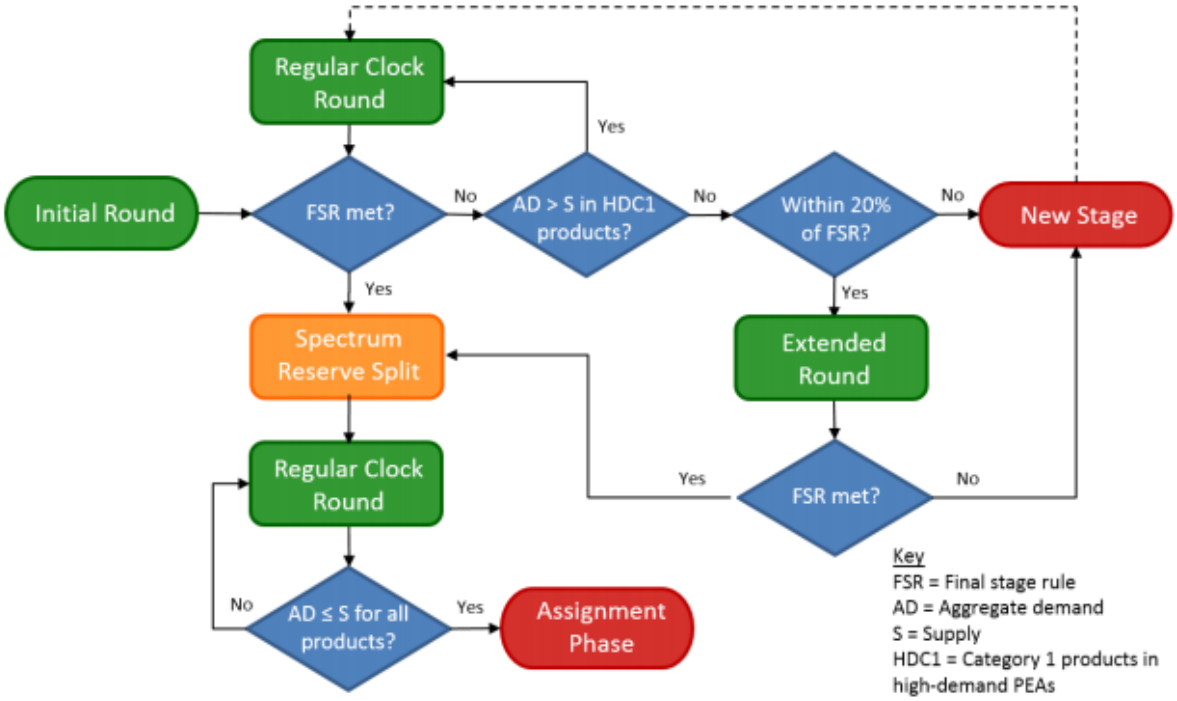


圖 6-11 Incentive Auction- Forward Auction Clock Phase 流程

資料來源：FCC “Forward Auction Clock Phase Tutorial”

於 Forward Auction 的每一回合，FCC 會公告每個競標標的之價格區間，區間上限稱為 Clock Price，下限稱為 Posted Price，從前一回合之取得。在價格不斷之提升，讓競價者願意取得之頻寬有所變動以完成 Forward Auction。

此外，於 Forward Auction 過程中，為加速競價者之出價行為，FCC 設立資格點數機制，透過每回合之活動要求(Activity Requirement)限制促使業者們出價。初始回合之活動要求須達 95%，個別競標者需要達到或超過活動要求才能維持其資格點數。若其該回合均有滿足其活動要求，便不會被降低資格點數。若未滿足，則會於第二回合時依照其達成比例降低其資格點數。計算方式如下圖所示。

- 假設資格點數於初始回合為100
- 要求活動數量為95（初始回合須達95%）

情境一：若競標廠商於初始回合有97個競價活動
→滿足要求活動數量，則於第二回合不會下降其資格點數。
情境二：若競標廠商於初始回合僅有93個競價活動
→未滿足要求活動數量，則於第二回合會其資格點數將下降至98（93/95=0.988）。

圖 6-12 Incentive Auction – Forward Auction 中資格點數計算方式
資料來源：FCC，研究團隊製作

三、 競標機制中促進市場競爭

在此次 Incentive Auction 中，美國 FCC 最大之目標乃希望可活化沒有使用需求之電視廣播頻段，讓無線通訊業務得以取得更多低頻頻段進行佈建與普及。為此，研究團隊在此提及兩項於整個競標機制中，尤其是 Forward Auction 中，促進市場競爭之作法。

（一） 頻譜上限

於 Forward Auction 中，美國 FCC 為使得區域型業者有更多取得頻段機會，表示最多保留 30 MHz 頻寬，限定非全國性業者(Non-Nationwide Provider)參與競價。同時，考慮全國性業者於特定區域內的網路佈建尚未普及，上述最多保留之 30MHz 頻寬，亦提供在該執照區域中已持有 1 GHz 以下頻譜資源但未超過 45 MHz 頻寬的業者得參與競價。

（二） 標金折扣優惠

於 Forward Auction 中，美國 FCC 為鼓勵小企業或鄉村服務提供者於競標中取得頻段，將會於拍賣結束後進行審查，提供他們部分標金之折扣優惠。對於小企業提供 15%或 25%之折扣比例，對於鄉村服務提供者提供 15%之折扣比例。不過對於此些業者之折扣優惠仍有上限規定，小業者最多折扣 1.5 億美元，鄉村服

務提供者最多折扣1000萬美元。同時,在所有人口小於50萬之局部經濟區域(PEA)中，總折扣最多為1000萬美元。

四、 競價結果

根據2017年4月公告競價結果，本次600MHz頻段之Incentive Auction共從電視廣播業者收回84MHz之頻寬,釋出其中70MHz頻寬給無線通訊執照使用，另外14MHz頻寬則作為無線麥克風與免執照使用。決標金額為198億美元，其中100.5億美元將給繳回頻段之電視廣播業者,超過70億美元將挹注填補美國財政赤字。然而，這結果較原先電視廣播業者期待之結果有很大之差異，以下將針對競價過程進行說明。

於2016年5月31日至8月30日間舉辦的第一輪競標，Reverse Auction（反向拍賣）執行過後，其實電視廣播業者們共提出願意以 864 億美元之標金繳回126MHz 之頻寬供無線通訊執照進行規劃。然而，根據電視廣播業者提出之126MHz頻寬之標金864億美元，顯示每MHz金額將達6.86億美元，當時市場上便出現此金額可能會使許多Forward Auction之競價者卻步之聲音。果不其然，於此輪之Forward Auction中，126MHz之頻寬，僅拍出231億美元之金額，遠遠不及電視廣播業者期待之864億美元，亦不滿足結束競價之條件，因此被迫進入下一輪。

第二輪於2016年9月13日至10月19日間舉辦，將第一輪原先預估拍賣之10塊2x5MHz之區塊減少為9塊，經過Reverse Auction，電視廣播業者期待114MHz頻寬應有之546億美元之標金，但於Forward Auction中仍僅拍出215億美元，亦不滿足結束競價之條件。接著，於2016年11月1日至12月3日間進行之第三輪，拍賣頻寬再次下修至108MHz，分為8塊2x5MHz之區塊，電視廣播業者預期金額為403億美元，但仍僅拍出197億美元，仍無法滿足結束競價之條件，因此再次進入下一輪。

第四輪於2016年12月13日至2017年3月30日間舉辦,重新調整拍賣標的為7塊2x5MHz之區塊，共84MHz之頻寬，電視廣播業者於Reverse Auction中之決標金額為100.5億美元，最終於Forward Auction中拍出198億美元之決標金額，總算正式結束600MHz頻段之Incentive Auction。其中，最大贏家為T-Mobile，

共花費 79.9 億美元，取得 414 個局部經濟區域(PEA)中，超過 1500 張執照，將有助於既有行動通訊之普及，與 5G 初期佈署。其次為 Dish Network 及 Comcast 分別以 62.1 億、17.2 億美元取得無線通訊頻段，將可跨足行動通訊服務領域。本次得標金額最高之前 10 個業者整理如下圖。

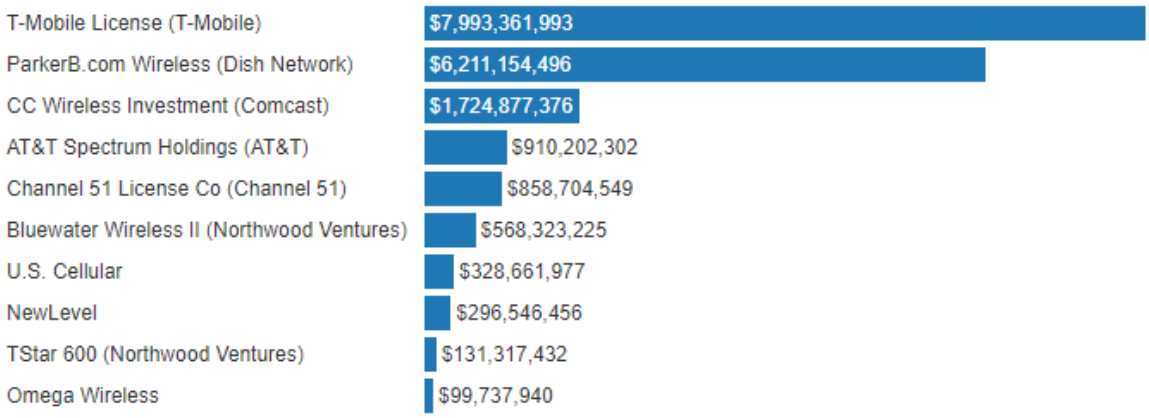


圖 6-13 Incentive Auction 結果-得標金額支付前 10 大無線通訊業者

資料來源：FCC 公開資料

第5節 英國

本節將說明英國預計釋出之 2.3GHz 與 3.4GHz 頻段之背景、競價機制規劃。這兩個頻段原先預計於 2015 年底或 2016 年初拍賣，但遇到 O2 與 Three 兩間行動通訊運營商合併之議題，因此延緩至 2017 年年底拍賣。但又於 2017 年因 EE 對 Ofcom 設定之 2020 年前業者頻譜取得上限設定有異議，啟動法律程序向 Ofcom 提出告訴，此次拍賣預計要延至 2018 年中以後才會實際展開。

一、 前言背景

英國 Ofcom 為落實公部門頻譜釋出計畫(Public Sector Spectrum Release, PSSR)中之目標－2020 年前在 5GHz 以下釋出 500MHz 之公部門使用頻寬給通訊傳播業者使用，於 2014 年 11 月展開公開諮詢，針對 2.3GHz 與 3.4GHz 等過去為國防部主要使用頻段之釋出徵詢外界之意見。鎖定國際上 LTE TDD 已有許多商轉經驗與設備支援之 2350-2390MHz 頻段，與雖然 LTE TDD 較不成熟但可望為 5G 重點潛在頻段之 3410-3480MHz 與 3500-3580MHz 頻段，共 190MHz 之頻寬進行討論。

其中，2.3GHz 頻段於英國主要由國防部、政府用途、業餘電台及 PMSE 應用，其中部分業餘執照將於 2015 年 4 月結束。為提供行動通訊業者 4G LTE 補充頻寬用，規劃將 2360-2380MHz 頻段上之政府用途移頻，釋出 2350-2390MHz 與部分國防部用途共同使用此頻段。頻段規劃狀況如下圖所示。

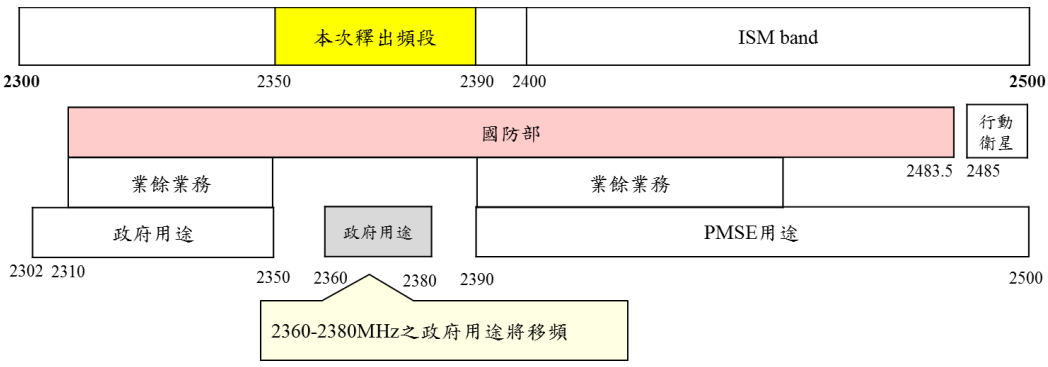


圖 6-14 英國 2.3GHz 頻譜規劃

資料來源：Ofcom 公開資料，研究團隊製作

而 3.4GHz 頻段上，則是由 UK Broadband 已取得 3480-3500 MHz 與 3580-3600 MHz，共 40MHz 之頻寬，此外，有國防部、其他政府單位、PMSE (Programme Making and Special Events，主要為支援電視頻道相關應用，如：SNG、廣播)、業餘業務等用途使用。雖然此頻段之設備與商轉經驗並不是非常成熟，但為了讓英國行動通訊營運商擁有及早佈署 5G 之機會，Ofcom 提出 3410-3480MHz 與 3500-3580MHz 之釋出規劃。

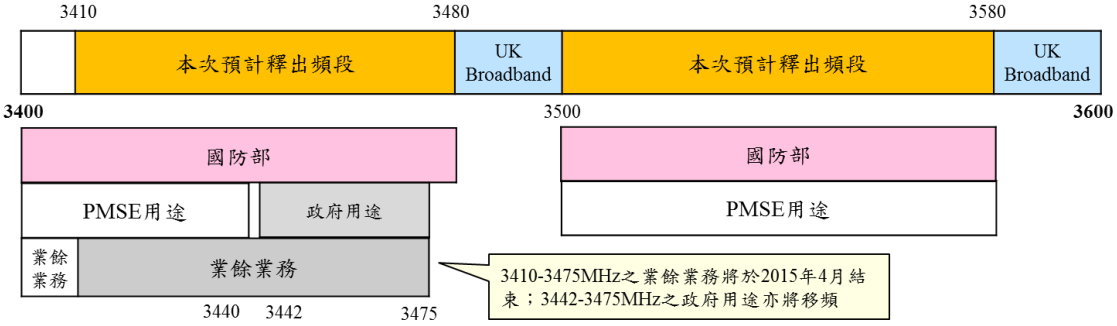


圖 6-15 英國 3.4GHz 頻譜規劃

資料來源：Ofcom 公開資料，研究團隊製作

Ofcom 對於此次釋照採取「使用中立 (use-neutral)」原則，不限制釋出之頻率被使用於高功率或低功率的應用。並且，認為本次釋出頻段較適合用於增加網路容量或小細胞基地臺的 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，Ofcom 對於 2.3GHz 與 3.4GHz 頻段上的軍用系統與雷達，採取保障海軍系統運用為前提，將會保留少數特定海域和地區作地理上的隔離，例如：2.3GHz 頻段執照將涵蓋整個英國（包含英格蘭、蘇格蘭與威爾士，但不包含北愛爾蘭）使用，但不包含海峽群島與馬恩島，並且排除部分國防部使用範圍；3.4GHz 頻段則將涵蓋整個英國，但不包含海峽群島與馬恩島，亦會排除部分國防部使用範圍。除上述對於既有使用者之保證外，為因應未來 LSA 共享機制之發展，Ofcom 亦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；同時，考量未來 PMSE 於重大活動時之數據傳輸，保留支援 PMSE 用途之義務。

然而，這兩個頻段原先預計於 2015 年底或 2016 年初拍賣，但遇到 O2 與 Three 兩間行動通訊運營商合併之議題，後來又因 EE 對 Ofcom 訂定 2020 年前頻譜取得超過 37%之業者不得再參與其他頻段競標之標準有爭議，此次拍賣預計要延至 2018 年中以後才會實際展開。

二、 競標機制規劃

本次釋出共 190MHz 之 2.3GHz 與 3.4GHz 頻段，2017 年 7 月公告此次拍賣相關文件，並且針對相關管理規則之修改進行公開諮詢。根據訊息備忘錄與頻譜競爭與拍賣規則內容記載，本次拍賣將 2.3GHz 頻段劃分為每 10MHz 為一個區塊，3.4GHz 頻段劃分為每 5MHz 為一個區塊。採取同時多回合上升拍賣(Simultaneous multiple-round ascending, SMRA)方式進行，一共分成 Application Stage（有意競標者提出申請）、Qualification Stage（Ofcom 審查確立合格競價業者）、Principal Stage（頻寬數量競標）、Assignment Stage（頻率位置競標）與 Grant Stage（Ofcom 最終指配）共 5 個階段。

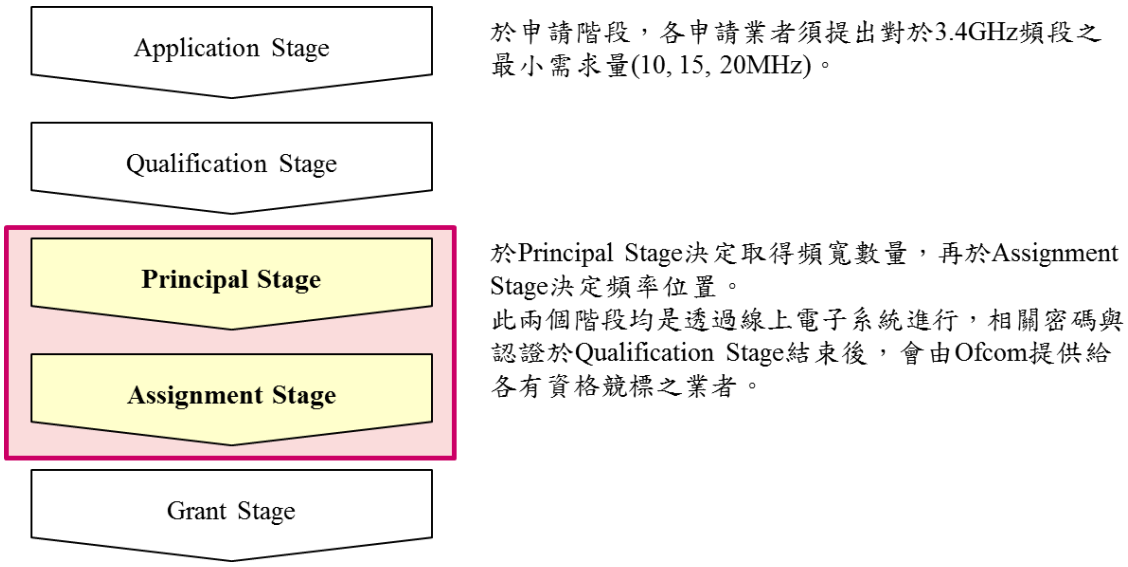


圖 6-16 英國 2.3GHz 與 3.4GHz 拍賣執行方式

資料來源：Ofcom “The award of 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands - Information Memorandum”，研究團隊製作

2015 年 5 月時，Ofcom 決定不採過去 2013 年釋出 800MHz 使用之組合價格鐘拍賣 (Combinatorial Clock Auction, CCA)機制，改採取同時多回合上升拍賣(Simultaneous multiple-round ascending, SMRA)機制進行拍賣，其中最主要原因就是因為不論對於拍賣執行者與參與者而言，SMRA 機制均較簡單。不過，在英國規劃之 SMRA 機制中有提供部分暫時得標者棄標之權利，屬於改良版之 SMRA 機制。

為使業者能依據自行需求競標所需頻寬，並且盡可能確保業者們取得連續性頻寬，本次採取虛擬區塊(generic lot)方式設計，於 Principal Stage 進行頻寬數量之競標，再進入 Assignment Stage 進行頻率位置之競標。值得一提之處，英國 Ofcom 計畫於此兩階段都採取電子系統進行。

然而，因為本次拍賣之 3.4GHz 頻段上，UK Broadband 既有兩個不連續之 20MHz 頻段，Ofcom 保留業者於此次競標時取得連續頻寬之權利，這部分為此次競標之一大變數，若 UK Broadband 表態希望取得連續頻寬，則此次 3.4GHz 拍賣之區塊數量於 Assignment Stage 從原本的 30 塊擴大為 38 塊。此外，UK Broadband 亦可以參與 Principal Stage 已取得更多的頻寬，若希望將既有頻寬或新取得頻寬以連續方式取得，便必須參與 Assignment Stage 進行競標。

於 Assignment Stage 決定頻率位置時，若需要競價，規劃採取 Second-Price Rule 用於決定 Principal Stage 標金以外之頻率位置額外標金。於 Assignment Stage 之首要目標為「連續」。2.3GHz 頻段之位置劃分，包含為釋出頻段（若有）都一定要是連續的。而，3.4GHz 則是端視 UK Broadband 是否要提出連續頻寬需求，若要則比照 2.3GHz 頻段處理方式，若否則由 Ofcom 考慮連續性，先將 Principal Stage 得標者與其得標頻寬分成 Sub-band (3410-3480MHz) 與 Sub-band (3500-3580MHz)兩個組合在進行位置競標。

此外，對於此次競標之資訊揭露，Ofcom 為鼓勵競標者展現其真實競標行為，僅會公布有限之訊息，例如：於拍賣前公布有資格之競標業者名稱、在 Principal Stage 每回合結束時公布需求與供給之間的關係等。其中前述需求與供給之關係之呈現方式，為「該回合所有競標者之需求小於特定頻寬」，該特定頻寬之決定方式為最接近需求之 20MHz 的倍數。若該回合所有競標者之需求不超過供給頻寬，則只會顯示小於 20MHz。

三、 競標機制中促進市場競爭

隨著英國行動通訊使用者對於高速數據傳輸之需求日漸遽增，英國 Ofcom 為滿足各界對於頻寬之需求，同時為加速 5G 發展、促進市場競爭與助長創新服務，規劃此次 2.3GHz 與 3.4GHz 之拍賣。以下將針對底價設定與頻譜上限之設定進行說明。

（一） 底價設定

對於此次2.3GHz與3.4GHz頻段之底價設定，因為國際上能參考之經驗過少，因此英國 Ofcom 以 2013 年進行之 2.6GHz 頻段拍賣結果作為標竿基準進行計算。設定之底價分別為：2.3GHz之每10MHz之區塊為1000萬英鎊，3.4GHz之每5MHz之區塊為 100 萬英鎊。

（二） 頻譜上限

英國 Ofcom 為避免這次頻譜拍賣造成通訊傳播市場失衡，因此，亦有提出兩項頻譜上限之規範。第一項為於此次競價結束後，單一業者不得擁有超過 255MHz 之立即可用頻寬，第二項為於此次競價結束後，單一業者不得擁有超過 340MHz 之頻寬。

然而，此設定值便是造成 2017 年年底無法如期進行競價之主因。原因是，第一個立即可使用頻寬量之設定使得 BT/EE 無法參與 2.3GHz 頻段之競標，第二個總量設定使得 BT/EE 於 3.4GHz 頻段最多僅能購買 85MHz 之頻寬，亦使得 Vodafone 在 2.3GHz 和 3.4GHz 兩個頻段中不得購買超過 160MHz 之頻寬。對於 BT/EE 而言，表示可以放棄 2.3GHz 頻段之取得，不過因為 3.4GHz 與未來 5G 發展有重要連結，因此不滿僅有 85MHz 頻寬之取得空間，因此向法院提出告訴。

第6節 德國

一、 前言背景

德國為首個將 700MHz 頻段釋出競標的歐洲國家，拿出供 2x30MHz 頻寬的 700MHz 提供競標，此外也計劃把即將於 2016 年年底屆期的 900MHz 和 1800MHz 頻段一起進行競標。關於 700MHz 的釋出，先前德國政府即已在 2014 年所發布的頻譜供應計劃中提及釋出之規劃，以期能在 2018 年達成全國性的行動寬頻覆蓋目標。另外，較特別的是在 2015 年，德國主管機關有條件的核可了 Telefonica 和 E-Plus 的合併申請，但必須在 2015 年底前繳回 900MHz 及 1800MHz 頻段，因此實際參加本次德國競標的業者共有三家，在無新進業者參加下以 181 回合結束了本次競標作業，關於本次競標標的，請參見下表整理。

表 6-12 德國 2015 年頻譜競標標的

頻段	頻寬	範圍	區塊大小	底價 (百萬歐元)	使用期限
700MHz	2×30 MHz	703-733/ 758-788	2×5 MHz	7.5	2033 年 12 月 31 日
900MHz	2×35 MHz	880-915/ 925-960	2×5 MHz		
1800MHz	2×50 MHz	1725-1730/ 1820-1825 1735.1-1758.1/1830.1-1853.1 1763.1-1780.5/1858.1-1875.5	2×5 MHz	37.5	
1.5GHz	1×40 MHz	1452-1492	1×5 MHz	18.75	

資料來源：德國聯邦網路管理局，研究團隊製作

二、 競價機制規劃

（一） 競價方法

本次競價規劃雖同 2010 年競標，採同時多回合拍賣制（SMRA）方式進行，但此次為公開、透明的方式舉行。各業者將各自分配至配有電腦競標系統、電話等設備的獨立房間內，配合此次決定採公開、透明、無差別待遇的釋照流程，競價結果亦將採公開宣布的方式。

（二） 底價、出價級距

底價是根據 2013 年的 Frequency Fee Ordinance (FGebV)所訂定。首回合為起標價(最低可出價金額)，之後的回合最低有效出價須超過目前的最高標，至於出價級距則依序為最低價，以及最低價再加 10,000 歐元、20,000 歐元、50,000 歐元、100,000 歐元、200,000 歐元、500,000 歐元、1,000,000 歐元、2,000,000 歐元、5,000,000 歐元、10,000,000 歐元、20,000,000 歐元、50,000,000 歐元、100,000,000 歐元。

（三） 頻率位置

700MHz、900MHz 和 1800MHz 等三頻段中，各有一個區塊為實際位置進行競標，其餘區塊則將採虛擬頻塊進行競標。至於 1500MHz 頻段則將全部採虛擬頻率位置進行競標。

（四） 建設義務

在無新進業者加入的情況下，各業者應提供傳輸速度最少為每秒 50Mbits 的全國性寬頻覆蓋網路，且在三年內在各邦的家戶覆蓋率最少須達 97%，且在主要交通路線(高鐵及全國性高速公路)須保證有全區覆蓋，並允許得標業者使用其他自有頻段以滿足相關目標。對於新進業者的網路建設要求則為於 2021 年前達人口覆蓋率 25%，2023 年達 50%。

三、 競標機制中促進市場競爭

（一） 區塊上限

在 900MHz 頻段位置將限制各業者最多僅能取得 2x15 MHz。

（二） 區塊評價(Lot Rating)

標準化數字價值將被用來評估各區塊。一個 1x5 MHz 未成對區塊將視為一點，一個成對 2x5 MHz 區塊則將給予兩點，並據此決定競標業者的資格。

表 6-13 德國 2015 年頻譜競標之區塊評價

頻段	區塊	頻寬	位置	頻率位置	最低標(百萬歐元)	區塊評價點數
700 MHz(成對)	700 A	2x5 MHz	實際位置	703-708 MHz / 758-763 MHz	7.5	2
	700 B		虛擬位置	708-733 MHz / 763-788 MHz		
	700 C					
	700 D					
	700 E					
	700 F					
900 MHz(成對)	900 A	2x5 MHz	實際位置	880-885 MHz/ 925-930 MHz	7.5	2
	900 B		虛擬位置	885-915 MHz/ 930-960 MHz		
	900 C					
	900 D					
	900 E					
	900 F					
	900 G					
1.5 GHz(未成對)	1500 A	1x5 MHz	虛擬位置	1452-1492 MHz	18.75	1
	1500 B					
	1500 C					
	1500 D					
	1500 E					
	1500 F					
	1500 G					
	1500 H					
1.8 GHz(成對)	1800 A	2x5 MHz	虛擬位置	1725-1780 MHz/ 1820-1875 MHz	7.5	2
	1800 B					
	1800 C					

頻段	區塊	頻寬	位置	頻率位置	最低標 (百萬歐元)	區塊評價點數
	1800 D					
	1800 E					
	1800 F					
	1800 G					
	1800 H					
	1800 I					
	1800 J		實際位置	1780-1785 MHz/ 1875-1880 MHz		

資料來源：德國聯邦網路管理局，研究團隊製作

四、 競價結果

表 6-14 德國 2015 年頻譜競標結果

得標業者	頻段	頻寬	得標價
Telefónica Deutschland GmbH & Co. OHG	700 MHz	2x10 MHz	1,198,238,000 €
	900 MHz	2x10 MHz	
	1800 MHz	2x10 MHz	
Telekom Deutschland GmbH	700 MHz	2x10 MHz	1,792,156,000 €
	900 MHz	2x15 MHz	
	1800 MHz	2x15 MHz	
	1500 MHz	20 MHz	
Vodafone GmbH	700 MHz	2x10 MHz	2,090,842,000 €
	900 MHz	2x10 MHz	
	1800 MHz	2x25 MHz	
	1500 MHz	20 MHz	
合計	270 MHz		5,081,236,000 €

資料來源：德國聯邦網路管理局，研究團隊製作

第7節 韓國

一、 前言背景

截至 2015 年 12 月，韓國行動通訊總用戶數已達 5680 萬戶，之中約七成用戶為 LTE 使用者，且這群使用者為行動流量的主要使用者。

為因應近年民眾對行動通訊需求的快速成長，韓國未來創造科學部(簡稱:未來部，MSIP)於 2016 年 3 月 18 日公布韓國第三次頻譜競標活動(K-ICT Grand Spectrum Auction 2016)的最終定案內容，並希望透過此次競標活動能幫助業者有效因應近年成長快速的行動通訊需求，帶給國民最大利益。

本次頻譜競標於 2016 年 4 月底開始，最後結束於同年 5 月 2 日；提供競標的頻譜總頻寬為 140MHz，涵蓋了 700MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz 等多頻段所組成，為韓國歷年頻譜拍賣中規模最大的一次。

表 6-15 韓國 2016 年多頻段頻譜競標標的

區塊	頻段	頻寬	執照期限	競標底價 (億韓元)
A	700MHz	2×20 MHz	10 年 (至 2026-12-31)	7,620
B	1.8GHz	2×10 MHz	10 年 (至 2026-12-31)	4,513
C	2.1GHz	2×10 MHz	5 年 (至 2021-12-05)	3,816
D	2.6GHz	2×20 MHz	10 年 (至 2026-12-31)	6,553
E	2.6GHz	2×10 MHz		3,277

資料來源：MSIP，研究團隊製作

二、 競標機制規劃

（一） 頻段規劃

關於韓國在 2016 年完成的競標頻段來源：700MHz 為數位紅利頻段；1.8GHz 為韓國第一大電信業者 SKT 於 2013 年頻譜競標結束後配合繳回的頻段；2.1GHz 則為 SKT 將於 2016 年底屆期之頻譜；2.6GHz 小區塊為本次新釋出區塊之外，2.6GHz 大區塊則為當初於 2013 年未售出區塊。

其中本次競標規劃中較特別的是位於 2.1GHz 的區塊 C。在競標前，韓國三大業者即已使用該頻段提供行動通訊服務，而為避免業者持有的頻譜破碎化，因此在這次拍賣中並未明列出區塊 C 的實際位置，將視最終競標結果狀況，依區塊 C 的最終得標業者所持有的頻段位置去決定。在此之下，如果最終區塊 C 的取得業者非 SKT 的話，將以鄰接該得標業者的既有區塊為原則去決定最終頻譜位置；在這樣的措施之下，不僅成功避免頻譜破碎化之外，也利於區塊 C 得標業者在透過結合相鄰的既有區塊，大幅提升傳輸速度，節省部分基礎建設成本；同時在此情況之下，將要求 SKT 須於 2016 年 12 月 3 日前完成設備整備讓新得標業者得以使用。

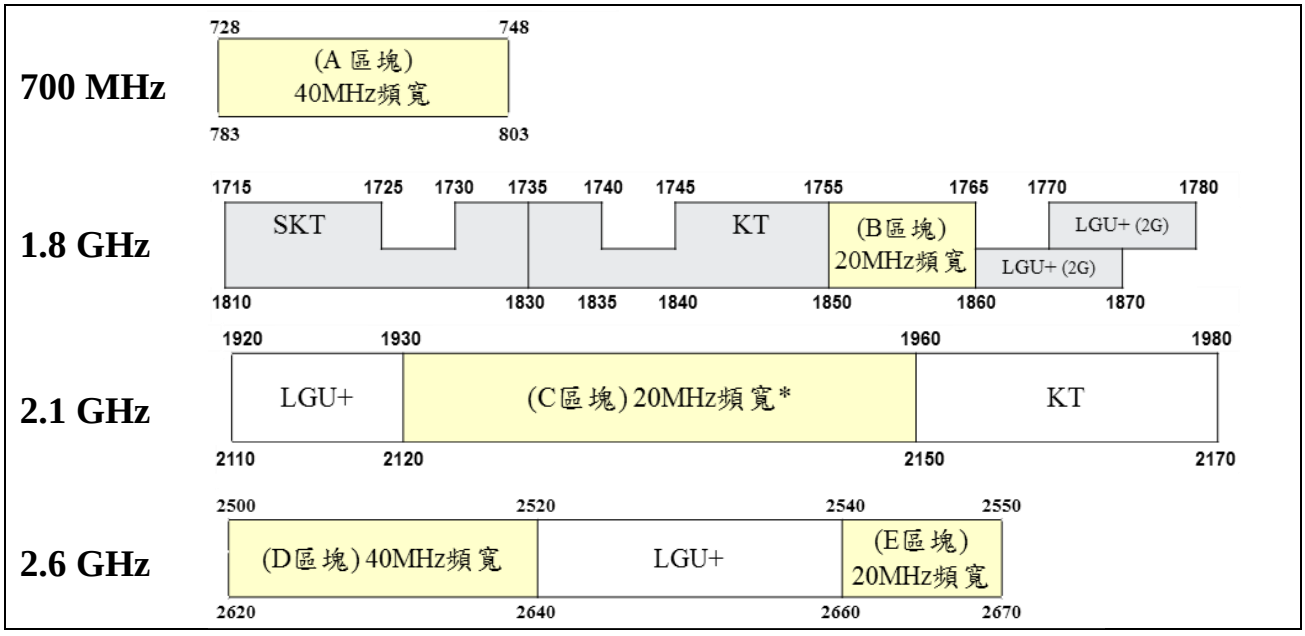


圖 6-17 韓國 2016 年競標頻段

資料來源：MSIP，研究團隊製作

（二） 競價方法

本次競標採混合型(標準型 SMRA 和密封標型)。每回合出價增幅和前次的 2013 年頻譜競標時所設定的相同，皆為 0.75%；並設定競標回合在 50 回內結束。前 50 回合是以標準型 SMRA 的方式進行，基本上 MSIP 設定以一天約 7 回合的速度進行競標，規劃至多 8 天內將完成 50 回合的競標，若最後仍無法順利在 50 回合內決定得標業者時，第 51 回合將直接以密封標方式決定最終競標結果，而密封標階段的進行時間則為 4 小時。

（三） 網路建設要求

為鼓勵業者進行網路佈建，為強化業者佈建新基地台的建設義務，下表為對本次得標業者的建設進度要求。

表 6-16 韓國 2016 年競標之網路佈建義務

區塊	基地台之基準數	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年
A(700MHz) C(2.1GHz) D(2.6GHz)	106,000	15%	45%	55%	65%
		15,900	47,700	58,300	68,900
B(1.8GHz) E(2.6GHz)	106,000	10%	25%	35%	40%
		10,600	26,500	37,100	42,400
*基地台包含基地台、光纖中繼基站、RF中繼基地台。					

資料來源：MSIP，研究團隊製作

但如果最後區塊 D 和區塊 E 由同一業者所取得，對於該業者的整體佈建目標數將有所調整。針對區塊 D 的目標數不變，但區塊 E 的目標將改為原先的一半；詳細請參考下表。

表 6-17 韓國 2016 年競標之同時取得區塊 D 和 E 之網路佈建義務

區塊	基地台之基準數	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年
D(2.6GHz)	106,000	15%	45%	55%	65%
		15,900	47,700	58,300	68,900
E(2.6GHz)	106,000	5%	12.5%	17.5%	20%
		5,300	13,250	18,550	21,200
小計 (區塊D和區塊E)		20%	57.5%	72.5%	85%
		21,200	60,950	76,850	90,100

資料來源：MSIP，研究團隊製作

三、 競標機制中促進市場競爭

（一） 取得頻寬上限

此次競標的區塊數有 5 塊，關於本次頻譜取得上限，首先是限制業者在分布在 700MHz、2.1GHz、2.6GHz 等三頻段的區塊 A、區塊 C、區塊 D 等三區塊中，只能取得一個區塊。之所以會採取這樣的規範是因本次競標之區塊大小不一致，為確保業者間能維持公平競爭而訂的。其中區塊 A、區塊 D 是因為屬於 2*20 MHz 大區塊的關係；而之所以也針對區塊 C 進行限制，則是因為此次競標將視區塊 C 得標業者在 2.1GHz 頻段的既有頻塊位置，再進行位置劃分以整合成大區塊頻段的關係，所以同樣須受此規範。

同時也針對本次競標訂出取得總上限，在本次規畫釋出 140MHz 頻寬的各頻段區塊之中，限制最多僅能取得 60MHz 頻寬。

（二） 提交頻譜需求

不同於過去前兩次競標活動中每個業者只允許取得一個頻塊的背景之下，由於本次競標的前 50 回合採 SMRA 競價機制，能同時對多個頻段區塊進行出價，因此各競標業者須在事前申請階段向 MSIP 表達所需的最大頻寬(20/40/60 MHz)，並要求各業者至少需對當初提交的頻譜需求量的 50%進行出價。

表 6-18 韓國 2016 年競標活動要求

		事前申請時的頻寬		
		60MHz	40MHz	20MHz
暫時得標頻寬	無	至少須投標 30MHz 以上	至少須投標 20MHz 以上	至少須投標 10MHz 以上
	20MHz	至少須投標 10MHz 以上	無特別要求	無特別要求
	40MHz	無特別要求	無特別要求	-
	60MHz	無特別要求	-	-

資料來源：MSIP，研究團隊製作

四、 競標結果

本次競標結果，除了 700MHz 頻段未釋出，其他頻段分別由 KT、LGU+與 SKT 取得。其中，僅有 SKT 取得之 D 區塊的得標價不等於底價。詳細結果彙整如下表。

表 6-19 韓國 2016 年競標結果

區塊	頻段	頻寬	執照期限	競標底價 (億韓元)	得標價 (億韓元)	得標者
A	700MHz	2×20 MHz	10 年	7,620	-	-
B	1.8GHz	2×10 MHz	10 年	4,513	4,513	KT
C	2.1GHz	2×10 MHz	5 年	3,816	3,816	LGU+
D	2.6GHz	2×20 MHz	10 年	6,553	9,500	SKT
E	2.6GHz	2×10 MHz		3,277	3,277	SKT

資料來源：MSIP，研究團隊製作

第7章 主要國家行動寬頻頻譜監理情形調研

第1節 各國行動寬頻頻譜總量及交易管制之調研

各國電信產業之管制精神，多自消費者權益角度出發，為確保消費者可以合理的價格享有具品質的服務，必須維持市場之”競爭性”，為確保市場之競爭性，則需避免市場有單一業者過大而產生寡佔甚至獨佔的情形，因此針對珍稀之頻譜資源，多設有單一業者之持有總量上限，甚至針對覆蓋用的低頻頻譜也設有持有總量上限，此上限值雖各國略有差異，但多以 1/3 為門檻，符合國際上研究之趨勢，電信市場至少要有三家業者，方能維持基本的競爭存在，本次標竿調研的七個國家中，美、英、德，包含我國皆設有頻譜上限，其餘香港、新加坡則因本身電信管制較為嚴格，因此未有明令之頻譜持有上限，而日本、韓國[10]則因採用指配制而不需訂定單一業者之頻譜上限。

關於頻譜之持有，各國近年也陸續開放次級市場，尤以交易為主，主要考量頻譜之執照期限多為十餘年以上，但市場變化快速，若有頻譜隨技術、產業環境演進已經不再適合該業者使用時，應有一市場機制可讓業者轉讓頻譜，讓頻譜在市場機制輔助下，維持最大的使用效率，本次調研七個國家中，美、英、德、星、韓皆已開放頻譜交易，惟香港管制較為嚴格，雖業者屢次呼應開放，但主管機關仍尚未回應市場需求開放頻譜交易，另日本同樣因採指配制關係，未開放頻譜交易。由於頻譜為重要且珍稀之國家資源，且電信產業多受較嚴格之管制，因此頻譜交易多需經主管機關以個案方式審核，避免有不當交易、或交易後影響市場”競爭”之存在，而交易審核條件中，單一業者持有之頻譜上限多為重要之可量化之項目之一，因此研究團隊於本節中將同步探討各國於頻譜總量上限限制，及頻譜交易開放情形。

[10] 韓國已於 2011 年由指配制轉為拍賣制，但尚未訂定有單一業者頻譜持有上限規範。

表 7-1 各國業者頻譜持有上限及交易管制

		美	英	德	港	星	日	韓	台
基本資料	業者數	5	6	3	5	4	3	3	5
	頻譜釋照	拍賣	拍賣	拍賣	拍賣	拍賣	指配	指配轉拍賣	拍賣
頻譜持有上限	低頻上限	1/3	42%	1/3	X	X	X	X	1/3
	頻譜上限	1/3	37%	X	X	X	X	X	1/3
頻譜交易管制	是否開放	O	O	O	X	O	X	O (但無案例)	O
	交易形式	轉讓租賃	轉讓租賃	交易租賃	—	交易	X	交易	交易

資料來源：研究團隊整理

一、 美國

美國對於頻譜所有的認定，理論上頻譜為美國國民的「共有資產」，聯邦政府僅代美國國民管理頻譜的所有權，因此頻譜的執照僅授予使用權，而並未授權頻譜的獨占權，因此執照不能用於非執照所登記以外的目的，但多數的企業於會計上將其視為企業的資產。關於頻譜交易開放的過程，美國於 1920 年代起即認可無線執照的付費轉讓，且自 1993 年起也將拍賣制度導入頻率的初期分配，2003 年廢止執照持有數的限制制度（「Spectrum Cap」），現在導入以 case by case 的形式，進行頻譜的審查（「Spectrum Screening」）。

頻譜交易規範如下圖所示，分為一般頻譜交易規範，及 1GHz 以下低頻頻譜的交易規範，1GHz 以下頻譜特別獨立為專項原因係考量低頻頻譜之物理特性，因頻率較低，因此穿透力強、覆蓋面積廣，是電信業者提供服務之重要頻譜，因此需特別針對低頻頻譜持有之總量及交易做規範。不管是一般頻譜、或 1GHz 以下之低頻頻譜，交易允許與否，多由是否符合公眾利益性、便利性、必要性角度出發，實際審核標準中，Spectrum Screening 為重要項目，即檢查交易後是否會有業者頻譜持有量超過總頻譜量 1/3 或低頻頻譜總量之 1/3 上限，若超過此門檻，主管機關會進行更嚴謹的市場競爭性分析，即評估是否該業者會因持有超過 1/3 總量之頻譜，而降低市場之競爭。

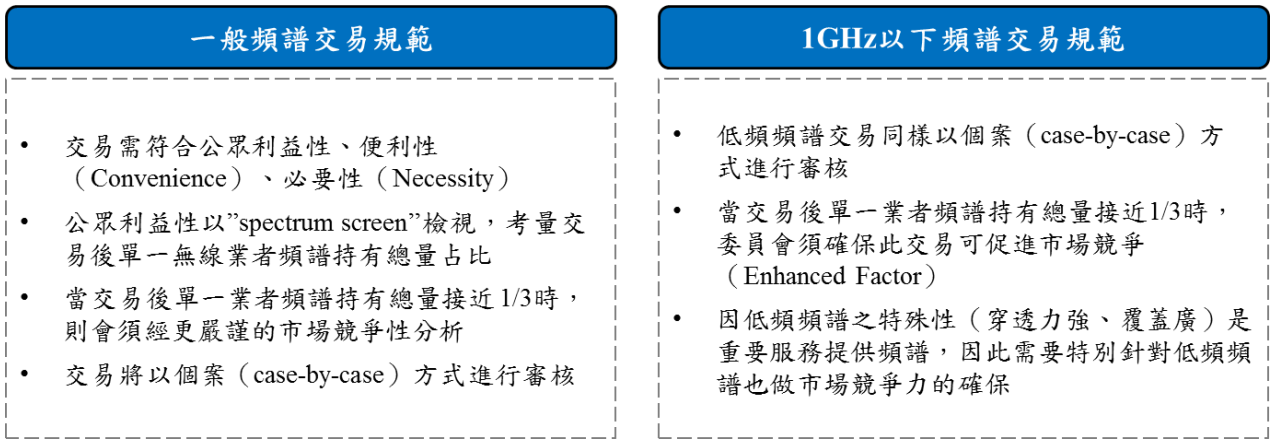


圖 7-1 美國頻譜交易規範

資料來源：FCC 公開資料，研究團隊製作

整個頻譜交易的審核過程，設有一定的程序，需要經發布公報、公開蒐集意見、公開意見答覆等流程，由頻譜交易的雙方共同提出申請及說明交易對於公眾利益之影響，再蒐集各界對於交易不管是贊成或反對的意見，針對此些公開蒐集之意見，由提出交易之申請者進行回覆，最後再交由 FCC 委員會進行審核及投票決議。整個期程因包含公開意見徵集的部分，因此可能會須 180 天左右的時間，但相關作業時間也會依案件複雜度而延長或縮短。但整體而言，美國 FCC 對於頻譜交易設有完整之審核流程，並且納入公開討論的機制，達到公開透明，並且確保不會損害到公眾之權益。

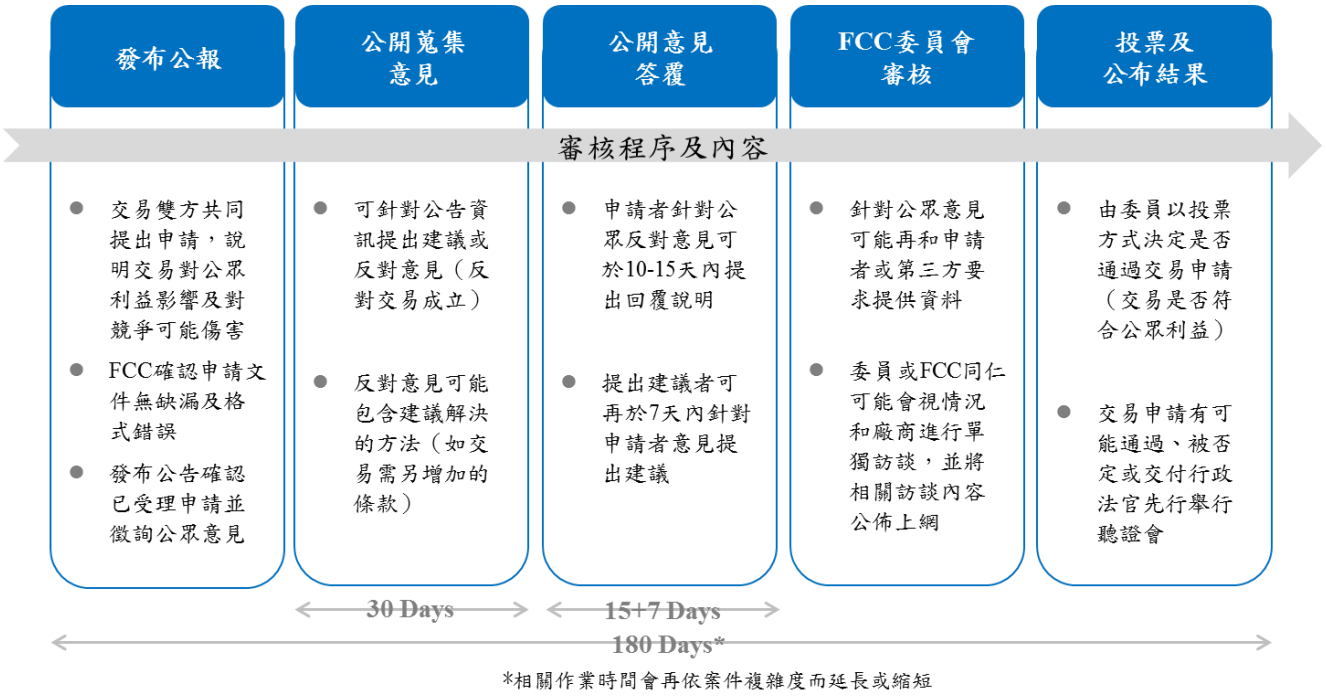


圖 7-2 美國頻譜交易審核過程

資料來源：FCC 公開資料，研究團隊製作

除交易之外，美國對於頻譜次級市場，為增加整體利用的活性，也設有租賃的形式，並且依實質控制權的不同分為，頻譜管理者分租（Spectrum Manager Lease）和事實移轉租賃（de facto Transfer Lease）兩種形式。前者頻譜管理者分租，在頻譜出租之後，原頻譜持有者仍為法律上和實際上之頻譜控制者，因此相關管制仍針對該持有者，由於變動幅度較小，因此若為租期小於一年之短期租賃，於租賃 10 天前申報即可，即使為租約大於一年之長期租賃，也僅需於租賃 21 天前申

報即可；後者之事實移轉租賃，則實際將頻譜執照本身之權利移轉給租賃方，因此管制對象將變為頻譜租賃方，但相關租賃之申請除申報外，尚須經審核通過方能完成手續。

	頻譜管理者分租 （Spectrum Manager Lease）	事實移轉租賃 （de facto Transfer Lease）
定義	原實際頻譜持有者仍為法律上和實際上頻譜控制者	原頻譜持有者保留法律控制權，但轉移實質控制權、使用權給租賃方
審核方式	僅需申報	**除須申報，尚需經審核**
法律上控制權	保留	保留
實質控制權	保留	**連同相關頻譜權利轉移給頻譜租賃方**
管制對象	原頻譜持有者	**租賃方**
短期	• 租期：小於1年 • 申請：10天前申報	• 租期：小於1年 • 審核：1天可完成
長期	• 租期：大於1年 • 申請：21天前申報	• 租期：大於1年 • 審核：通常21天

圖 7-3 美國頻譜租賃分類

資料來源：研究團隊製作

二、 英國

英國對於頻譜交易，同美國同樣有兩種機制，一為轉讓（Transfer）、另也開放有租賃（Lease ）的形式。若採轉讓，則交易雙方共同向 Ofcom 申請後，Ofcom 將先撤銷或修改原轉讓方之執照後，再授予受讓方新的頻譜執照，即交易雙方皆擁有各自之頻譜執照及使用權；若採租賃的形式，則承租人將不會被授予自己的頻譜使用執照，而僅是透過租賃合約關係，獲得頻譜使用權，但相關程序也會較為簡化容易。

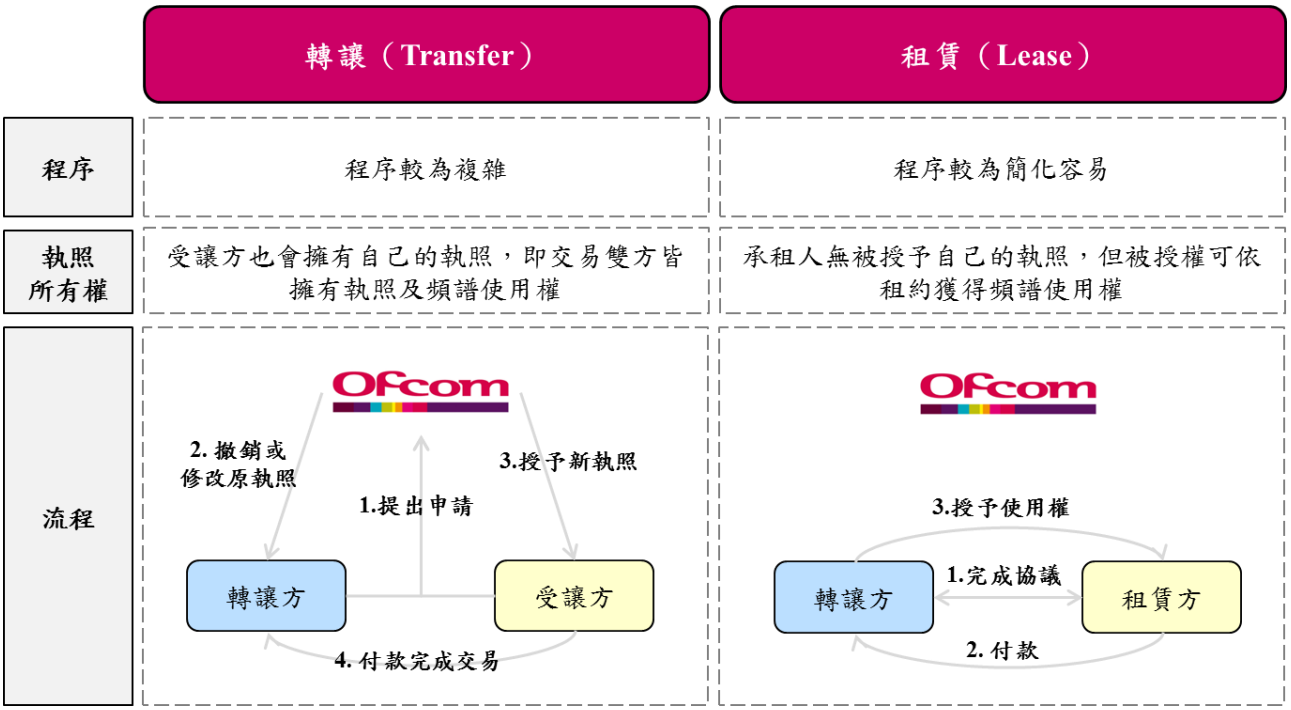


圖 7-4 英國頻譜交易分類

資料來源：Ofcom 公開資料，研究團隊製作

在頻譜轉讓部分，依照原執照頻譜切割與否（全部轉讓、部分轉讓），與轉讓方式（完全轉讓、並存轉讓）之差異，又可分為四種類型。以 Type A 來說，切割方式採全部轉讓，執照不再經切割，而是直接將原執照頻譜全部轉讓，轉讓方式則採完全轉讓，即轉讓方 X 本身不保留任何權利義務，為相對單純之轉讓機制；而以 Type D 為例，切割方式採部分轉讓，即原頻譜可能依區域別、頻帶別、甚至是使用時間作切割，僅轉讓頻譜給受讓方 Y，同時轉讓方式採並存轉讓，即轉讓之頻譜，轉讓方 X 本身仍存有部分權利義務，轉讓給受讓方 Y 之頻譜執照，等同於多人共同持有，即轉讓方 X 和受讓方 Y 共同持有，皆擁有該頻譜之權利及義務。

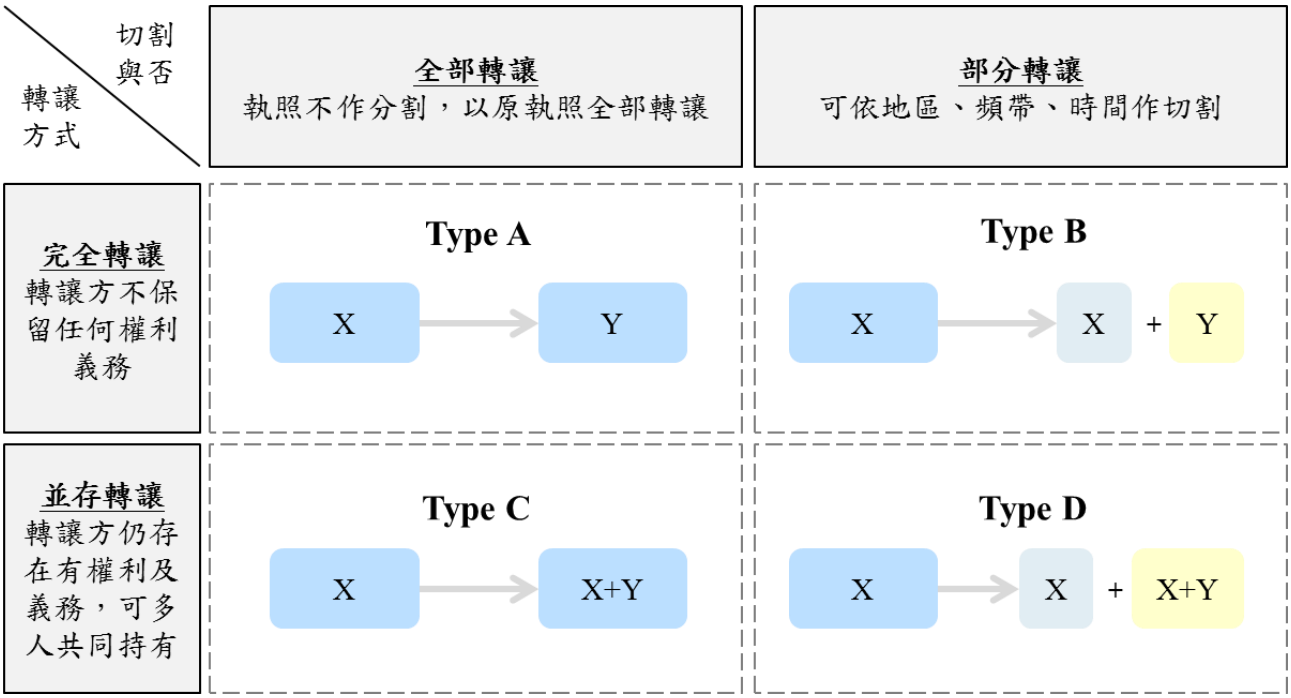


圖 7-5 英國頻譜轉讓分類

資料來源：Ofcom 公開資料，研究團隊製作

實際英國頻譜轉讓案例如下說明，1452-1492MHz 之 L-Band，最早在 2008 年時，整體歐洲規劃趨勢是要做為數位聲音廣播用途，最終由 Qualcomm 透過拍賣取得，希望 Qualcomm 能將美國的行動電視服務導入英國，發展新服務及商業模式，但最終歐洲僅有少數國家成功於 L-Band 發展數位聲音廣播，於英國也未成功發展，使得頻譜呈現閒置的狀態，為避免頻譜資源的浪費，Ofcom 於 2014 提出將此段作為補充下鏈(Supplemental Downlink, SDL)使用，後 Qualcomm 也因應相關規劃，將該頻段轉讓給 Vodafone UK 和 Hutchinson 3G UK 分別購入 20MHz，經 Ofcom 審核後確定完成此段頻譜交易。由此案例可說明，頻譜交易制度，於釋照後若市場發展、技術發展有所變化，則可由市場機制於屆期前自然將頻譜透過交易進行轉讓，讓頻譜有更大的使用效益，而非僅能閒置至屆期重新拍賣。

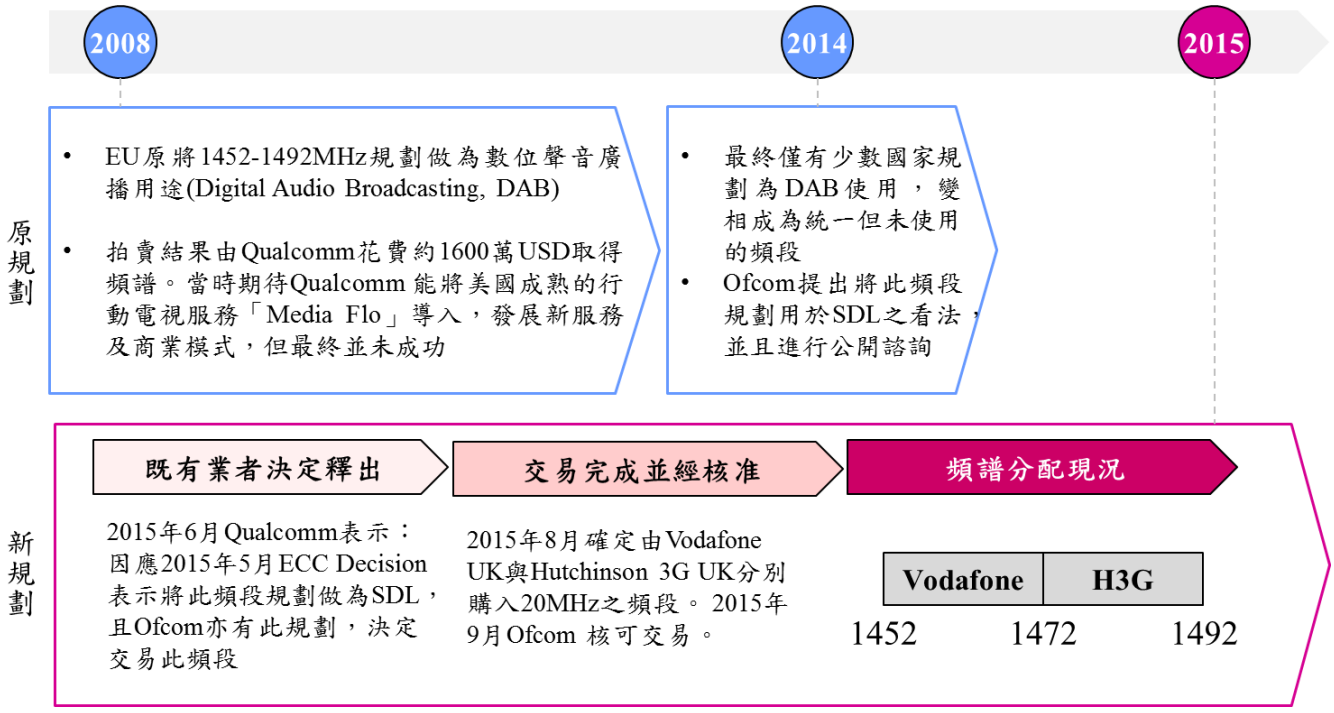


圖 7-6 英國 L-Band 轉讓歷程

資料來源：Ofcom、Qualcomm 公開資料，研究團隊製作

三、 德國

德國對頻譜上限、交易管制精神，亦主要從市場競爭角度出發，進行個案審查，頻譜上限主要管制 1GHz 低頻部分，設有 1/3 上限。頻譜交易則同英國，開放有全部轉讓、部分轉讓等型式，亦有頻譜出租型式可選擇，申請頻譜交易時，頻譜持有上限亦為重要競爭性考量因素，即除有特殊原因，則單一業者不得超過 1GHz 低頻部分之 1/3 上限管制。

實際在進行業者持有頻譜上限審核時，德國主管機關仍會以 1/3 作為一重要衡量之標準，2013 年時，E-Plus 與 O2 之合併案，兩者合併後之總頻譜量將會超過德國釋出總頻寬之 1/3，歐盟執委會原考量合併將影響德國電信市場競爭，因此予以否決，但最終以有條件方式予以核准，其中之條件即包含，合併後須將部分頻譜釋出給新進 MNO 業者、既有網路容量之 30%也須出售給 MVNO 業者，確保整體市場之競爭性。可見即使未有明令之規範，於頻譜交易、業者合併審理時，頻譜持有總量、低頻頻譜持有總量不得超過總釋出量之 1/3，仍為各國主管機關審理之重要參考條件。

四、 香港

香港管制精神上，較未有全面性、長期之政策方向，而是依個案進行設計，雖未有全面性頻譜總量上限管制、但部分頻譜拍賣時仍會設有單一業者取得之總量上限。另在交易上雖然在 2007 年主管機關即有意且支持引入頻譜交易制度、甚至於 2009 年也已聘請顧問公司進行研究，但實際上至今仍未開放頻譜交易。香港主要電信業者香港電訊（HKT）於 2017 年 1 月時，曾發佈公開新聞稿，呼籲政府應盡快開放交易制度，頻譜次級交易市場有助於頻譜使用的活化、效率發展，也有助於有意願之業者可能於拍賣之外取得更多頻譜，且若僅能透過拍賣機制取得頻譜，則頻譜變成一由政府獨佔之事業，容易於頻譜拍賣競爭出過高的價錢，但又無法因應產業變動進行轉移，使得產業發展成本高、風險高，不利發展。商務及經濟發展局針對業者意見，說明因現業者競爭激烈，預期不會有頻譜交易之需求，因此沒有立即的開放需求，另開放頻譜交易，也可能於頻譜交易過程墊高頻譜價格，再轉嫁消費者費率，不利於消費者，因此針對頻譜交易的開放尚於研究階段。

五、 新加坡

新加坡採競標方式進行頻譜釋出。而針對次級交易的部分，基本上條文並不允許，除非已事先獲得主管機關核可，或是另根據法律、電信法、電信競爭規則等相關規定授權之。至於頻譜持有上限，新加坡主管機關並未針對業者在總頻段的持有頻寬進行上限規定，然而為避免競標時發生單一業者取得過多的情況，主管機關會在每次頻譜競標規則中標明各類業者所能取得之頻寬上限。

六、 日本

日本政府因採指配制，在取得頻譜的過程中，業者需要遞交相關申請，並經由政府核可才會核配頻段給各業者，相較於競標機制，政府在核配對象及數量上能有更多的掌握，由政府根據各業者及市場現況進行分配，因此實際上政府即可控管各家業者所取得之頻譜量，而不用另訂立規範，另也由於採指配制，若業者不再使用頻譜時，應進行繳回而無法進行交易。。

七、 韓國

過去韓國主要是採對價指配、審查雙軌制進行頻譜資源分配，並在 2011 年導入競標制用來供被認定需要競爭的頻段釋出，其他不須競爭的頻段則採對價指配的方式釋出。韓國雖有開放頻譜交易，但目前為止行動通訊市場仍主要由三大業者所佔，並無太多頻譜交易需求或可能，因此近年尚無相關實際頻譜交易案例發生。

第2節 各國國際行動寬頻頻譜共享之相關議題調研

頻譜為有限之資源，隨需求用量持續成長，頻譜的使用效率也需持續提升方能滿足需求，因此各國除以往商用頻譜之拍賣，也逐漸發展有行動寬頻頻譜共享機制，將原先可能是低度使用之公有頻譜，或部分區域、頻率未被使用之頻譜，利用共享機制，讓更多使用者可以共同來接取頻譜，提高頻譜的使用效益。各國雖皆發展有共享之技術，但發展之出發點與採用之技術仍略有差異，如日本係因為 3.5GHz 上頻譜已有衛星使用，因此以靜態的地理區隔方式進行共享；而歐盟地區則是因頻譜供給量日益短缺，因此採用動態頻譜技術，將原主要為軍方使用之頻譜，開放其他使用者接取；美國則著眼獎勵創新，將 3.5GHz 規劃為創新頻段，希望透過分級使用權的設計，讓創新應用者可以免費使用此頻段進行服務之開發；而各國原先釋出之電視頻段，於頻帶間之空隙，因未有人使用，於新加坡、美國、英國等國，也發展有 TVWS 技術以利用此些未使用之頻譜，也由於 TVWS 為低頻頻譜，覆蓋率廣，特別適合用來發展物聯網、或 WiFi 佈建等應用。

日本		歐盟國家 英、法	美國	新加坡、美國、英國
地理區域區隔 (靜態共享)	共享方式	LSA (License Shared Access) 動態共享	SAS (Spectrum Access System) 動態共享	TVWS (TV White Space) 動態共享
3.5GHz	使用頻段	2.4GHz、3.4GHz	3.5GHz	主要於500~800MHz 未使用之廣電用頻譜
釋出獨立使用權 (許可執照)	權限控管	**釋出獨立使用權 (許可執照)**	釋出優先接取執照 並開放一般接取(免執照)	主要為一般接取(免執照)惟 新加坡設有優先頻道
電信用 (補充頻譜供給缺口)	主要用途	**電信用 (補充頻譜供給缺口)**	Small Cell布建、 固網/行網寬頻服務	**WiFi、M2M、IoT 及其他創新用途**
日本3.5GHz，採物理靜態區隔方式，避開易受干擾區域布建Small Cell	案例	法國原軍用2.3GHz，僅於小範圍區域使用，預計後續釋出作為共享頻譜	美國將原軍用3.5GHz頻譜，以技術中立方式釋出共享，稱為Innovation Band	新加坡以TVWS用於智慧電表、港口通訊、高爾夫球場感測裝置連線等創新應用

圖 7-7 各國頻譜共享機制比較

資料來源：Ofcom、ECC、FCC、IMDA、總務省等公開資料，研究團隊製作

另一方面，除了於單一頻段上導入新興共享架構之頻譜共享作法外，國際上亦積極發展將 LTE 技術活用於免執照頻段上與 Wifi 等技術共享頻段。主要分成 LTE-U (LTE in Unlicensed band)與 LAA (Licensed Assisted Access,LAA)兩大發展方向。LTE-U 是基於 3GPP Rel-12 發展，不具有 Listen-before-talk 規範，主要在美國、中國、韓國、印度等國家。LAA 則是規範於 3GPP Rel-13，具備 Listen-before-talk 規範，主要在歐洲與日本發展，不過美國 AT&T 認為此標準較完整較具有發展潛力。理論上此兩種技術可用於各種免執照頻段，不過目前以頻寬較大之 5GHz 為主。除了美國 T-mobile 已於 2017 年 6 月商轉 LTE-U 之服務外，其他國家尚在規劃階段。

一、 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，即設備要使用頻譜之前，要先和 SAS 的資料庫進行申請，由，由資料庫確認頻譜使用現況及對應該設備之使用權限等級後，如有空閒之頻譜再配置給該使用者，以確保較高層的使用者不會受到較低層的使用者干擾。

2015 年 4 月 FCC 已決議將該頻段作為技術中立的 CBRS 釋出，並採用 SAS 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，因此段頻譜之技術中立及獎勵創新的原則以 “Innovative Band” 稱呼之。最早規劃釋出頻段為 3550-3650MHz，後再加入 3650-3700MHz，最後總共釋出 3550-3700MHz，共 150MHz。

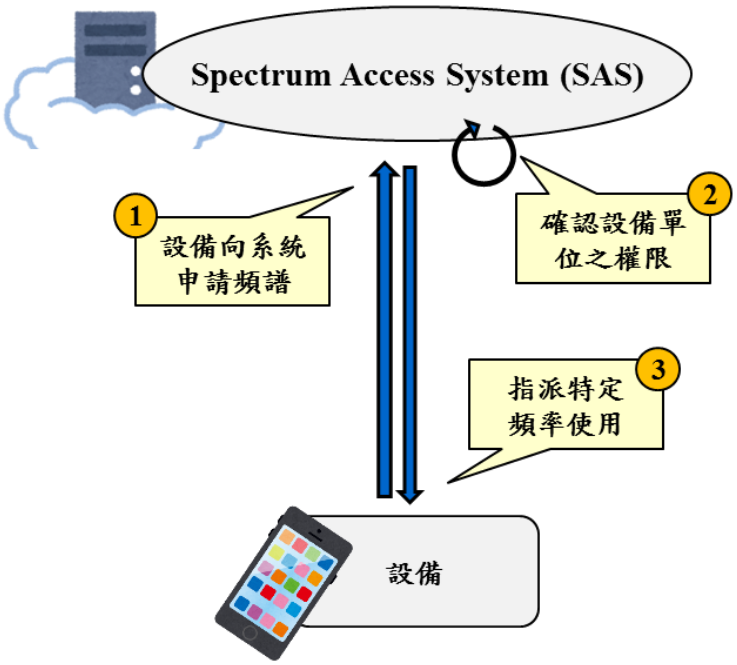


圖 7-8 美國頻譜共享管理系統架構

資料來源：FCC，本計畫整理

美國 FCC 目前規劃將頻譜使用者，依使用的優先權分成三層：

第一層擁有最高優先權的用戶為既有政府端的使用者 (Incumbent Access)，確保其原用途不會受此機制影響運作；

第二層優先權則設計為需透過拍賣取得優先接取執照 (Priority Access License, PAL)，在設計執照時，區域之大小為探討之重點項目之一，最終因 FCC 秉持獎勵創新的原則，PAL 的區域劃分以人口普查之最小區域進行切割，於全美大約有 74,000 個，以利小業者取得執照。每張執照頻寬為 10MHz，每一區域最多釋出 7 張 PALs 執照。單一業者最多於同一區域取得 4 張 PALs 執照，保留其他小業者、區域型業者進入空間，執照效期 3 年，屆期不可優先延照；

第三層即為免付費的一般使用者 (General Authorized Access, GAA)，可使用未被既有用戶或優先用戶使用之頻段，GAA 最多可保留 20MHz 給醫院、地方政府、公安組織使用。美國 CBRS 頻段共享頻譜使用權限分級機制如下圖整理。

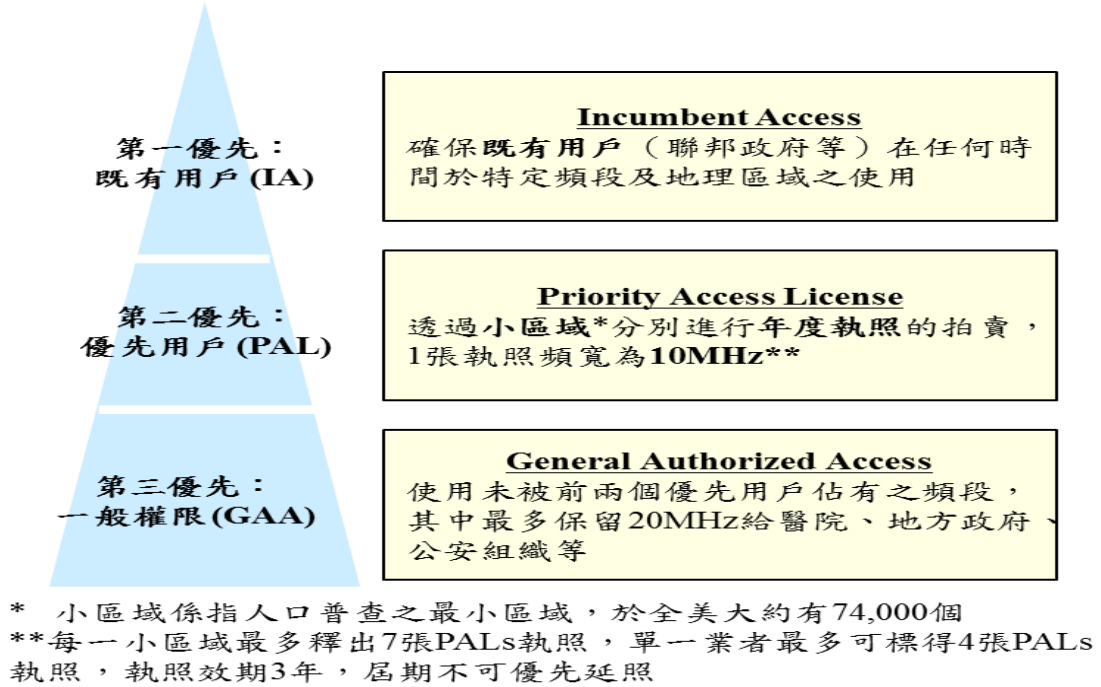


圖 7-9 美國 Citizens Broadband Radio Service 頻譜共享使用者分級規劃
資料來源：FCC，本計畫整理

現美國 3.5GHz 之管理規則經公開諮詢後，已接近最終階段，但近期仍持續受到來自於電信業者之反彈。由於此段頻譜目前採共享機制，創新、新進業者進入市場，若僅使用第三層權限作為一般使用者來取得頻譜，服務成本將因不像以前電信業者需付出高額標金取得頻譜，因此可以較低成本提供服務，因此以 Google 為首的新進業者偏好目前規劃的相關規則，但對於既有之電信、網路經營者而言，則擔心有競爭不公平的情形，因此希望能於管理規則中盡可能保有其原有優勢，能取得大量之優先接取權。T-mobile 對現公告之管理規則草案，提出多項修正建議：包含可拍賣 PALs 執照之頻段應由現 3550-3650MHz 的 100MHz 擴大至整段 3550-3700MHz 的 150MHz；取消單一業者於單一區域之執照取得上限；執照期限由現 3 年延長為 10 年，並可優先延照；區域改以較大之 Partial Economic Area 劃分，有利於取大較大區域之執照等建議，皆試圖讓 3.5GHz 使用，回歸於過去較封閉型的使用，業者可靠付出標金取得頻譜優勢以提供服務，創造競爭的差異，即排擠新進業者的空間。雖現 FCC 尚未作出最後決議，但應較可能延續現原有規劃，採較開放、獎勵創新思維進行此段頻譜釋照。

	原FCC規劃管理規則	T-Mobile 建議修正內容
PALs頻段	僅開放3550-3650MHz，共100MHz頻寬可規劃PALs進行拍賣	開放3.5GHz全部150MHz頻寬可拍賣PALs，免執照僅可於PALs未使用頻譜時進行接取
得標上限	業者於單一地理區域最多取得七張PALs	取消業者於單一地理區域可取得之PALs之上限規定
執照期限	執照期限3年，不可延照	執照期限延長為10年，且可優先延照
執照範圍	以小區域劃分（人口普查之最小區域）	以較大的Partial Economic Area（PEA）劃分
獨佔限制	僅有一家業者申請PAL時，不會發出PAL，頻譜保留共享	僅有一家業者申請PAL時，仍可取得PAL
頻寬規劃	單一執照頻端為10MHz	允許得標者將PAL任意進行切割劃分

圖 7-10 美國電信業者對 3.5GHz 共享機制管理規則修改建議

資料來源：FCC、T-mobile 公開資料，本計畫整理

二、 英國

歐洲共享頻譜策略主要起源於頻譜供給量之不足，現根據估計 2020 年時將會有約 1500MHz 之商用頻譜需求，現有可能釋出之頻譜量尚不到 1000MHz，因此需透過共享方式，將可能已有既有使用者之頻譜進行釋出。現於歐洲主要探討之共享技術為 Licensed Shared Access ,LSA。LSA 將既有頻譜設定為優先使用權，再將空閒之頻段、區域、時間與其他用途共享。因此 LSA 可讓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，特別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，如僅於特定區域使用之軍用頻段。

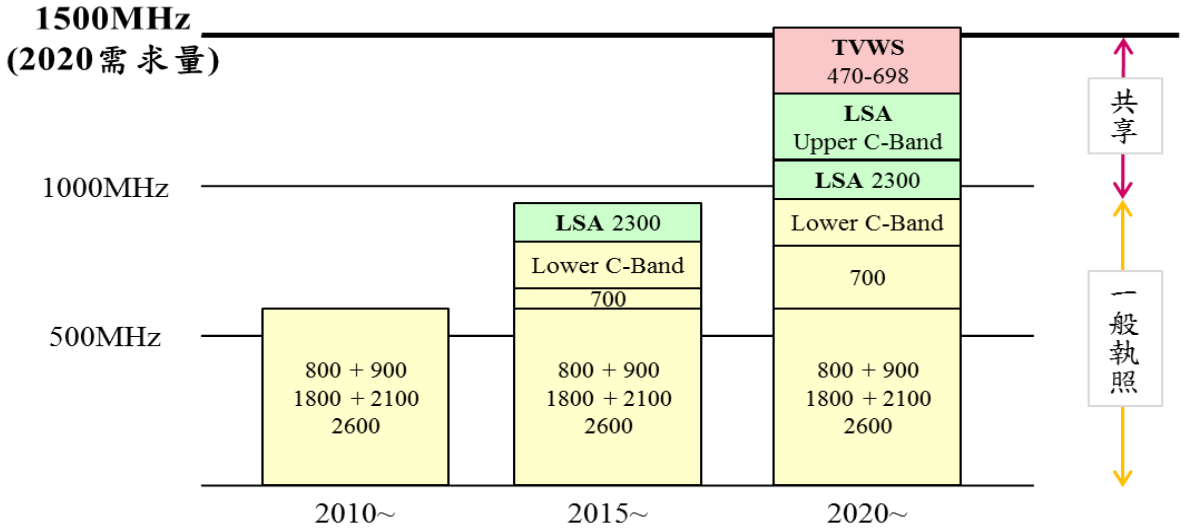


圖 7-11 歐洲未來商用頻段規劃

資料來源：Qualcomm、NSN 等公開資料，本計畫整理

LSA 機制中，頻譜主管機關將擔任重要的規範制定與中介角色。因 LSA 運作過程，須透過頻率資料庫進行共享的紀錄、協調，主管機關除須進行 LSA 執照之發放，也須篩選適合之廠商進行資料庫之維運，管理該頻譜於各時間點、各區域之使用情形，並針對不同優先權之用戶，包含既有用戶及執照取得者進行即時的使用權分配，運作模式如下圖說明。對於 LSA 運作之技術標準，歐盟執委會 (European Commission) 最早於 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；歐洲通信標準化機構 (ETSI) 於 2017 年 4 月宣布完成 LSA 之技術規範，將能實際實現動態頻譜共享運作。

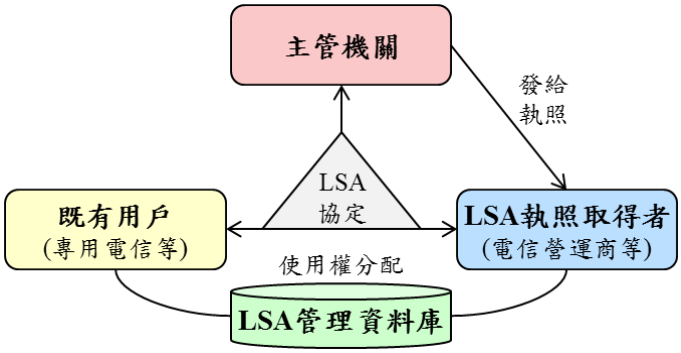


圖 7-12　LSA 頻譜共用方式之基本架構

資料來源：研究團隊製作

英國 Ofcom 自 2016 年起也積極討論 3.8-4.2GHz 頻段之共享可能性，此頻段原已有固定衛星服務、固定服務與由 UK Broadband 提供之行動無線接取服務等。不過固定衛星與固定服務多僅於離散之區域提供服務，因此具發展共享之潛力，因此 Ofcom 期待將此頻段規劃做為共享頻段，提供行動通訊及相關新創應用服務使用。初步規劃使用權限為三層授權架構，第一層為既有執照使用者、第二層為特定地理區域執照使用者、第三層為機會接取者。但因此頻段同樣為 5G 重點潛在頻段，因此目前相關規畫仍在探討中。

三、　德國

德國由於在歐盟積極發展之 2.3GHz 位置上已有既有使用者，且存在長期使用之需求，因此自早期討論開始，即無跟隨歐盟發展，於 2.3GHz 進行共享之規劃，而是延續既有用戶之使用權。

四、 香港

香港目前並無頻譜以共享方式進行規劃，但和記電話（3 香港）與香港電訊(HKT)於 LTE 網路建設，以採 MOCN 方式進行共享，即將頻譜及無線接取網路進行共享、統一進行建設，詳細內容說明於第 8 章第 1 節共用基礎設施發展。

五、 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。

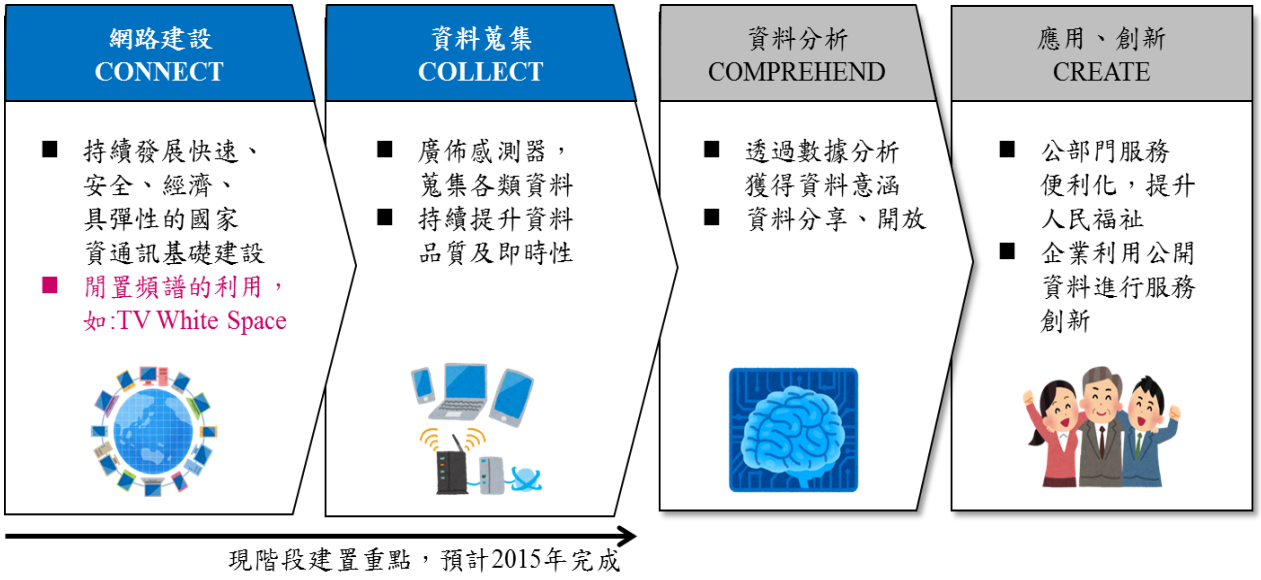


圖 7-13 新加坡 Smart Nation Platform 建置規劃

資料來源：IMDA，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，IMDA 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 7-14 新加坡 TVWS 頻段表

資料來源：IMDA，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，目前已有 Network Genetics Pte、Starhub、DNNA Solution Pte 等三家業者通過審核。除一般免執照頻道外，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自行決定是否建置 HPC 服務已提供加值服務的營運，以及相關收費方式的訂定。但該頻道需付費取得使用權，每五年換照一次。顧客若需較穩定的頻寬提供，則可和營運商申請 HPC 使用權，當一般的 TVWS 頻段皆分配完畢時，營運商可將 HPC 分配給該顧客使用，其 HPC 運作方式請參見下頁下圖。

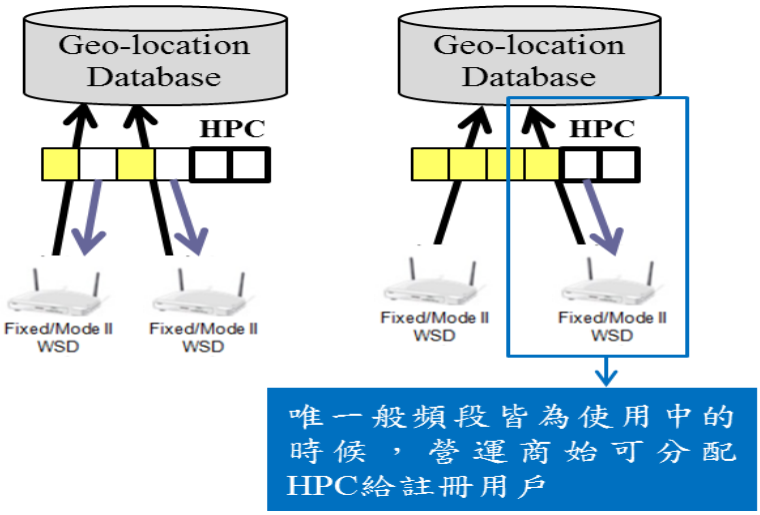


圖 7-15 新加坡 TVWS HPC 運作模式

資料來源：IMDA，本計畫整理

2012 年，由 IMDA 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 IMDA 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。

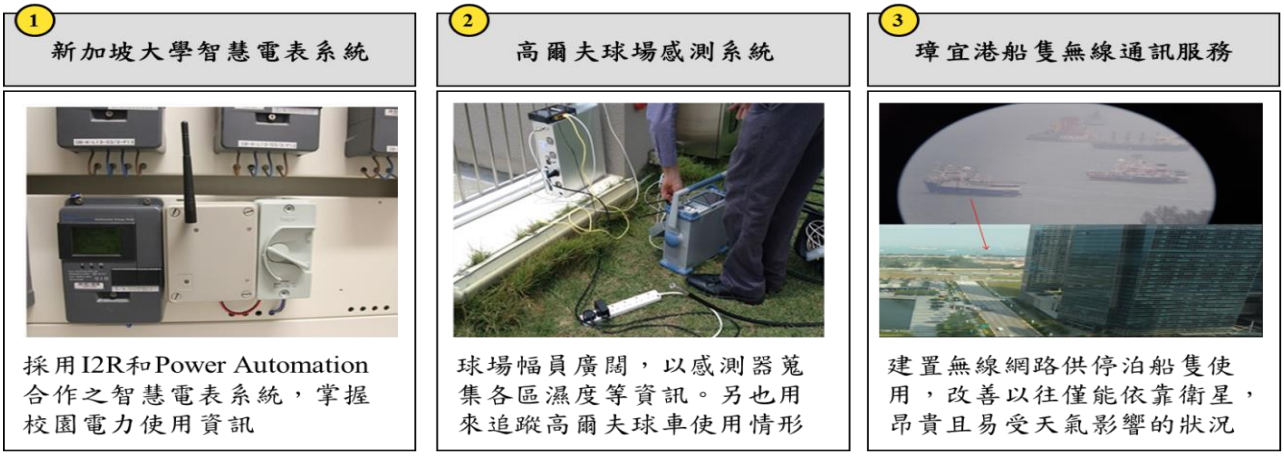


圖 7-16 SWSPG TVWS 前導實驗案例

資料來源：SWSPG，本計畫整理

六、 日本

日本之共享為靜態共享，主要規劃於 3.5GHz，此段頻段因與衛星通訊頻譜重疊，可能有干擾的情形發生，於頻譜釋出前，日本政府透過一連串的試驗，欲確認干擾情形，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。日本根據測試結果認為預留 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。在正式釋出頻譜前，也公布相關規定，受指配頻譜之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告知該頻段會有衛星干擾之情形，並需與其他使用該頻段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。日本總務省於測試後，已於 2014 年釋出 3.5GHz，各家業者計畫導入 LTE- Advanced，目前主要佈建方式為人口密集區域如車站的室內，即可降低室外衛星訊號之干擾影響。由於日本之共享模式，非為動態切換使用者，而是僅為類似地理區域的區隔，室外保留給衛星訊號、室內作商用頻譜使用，因此歸類為靜態型共享。

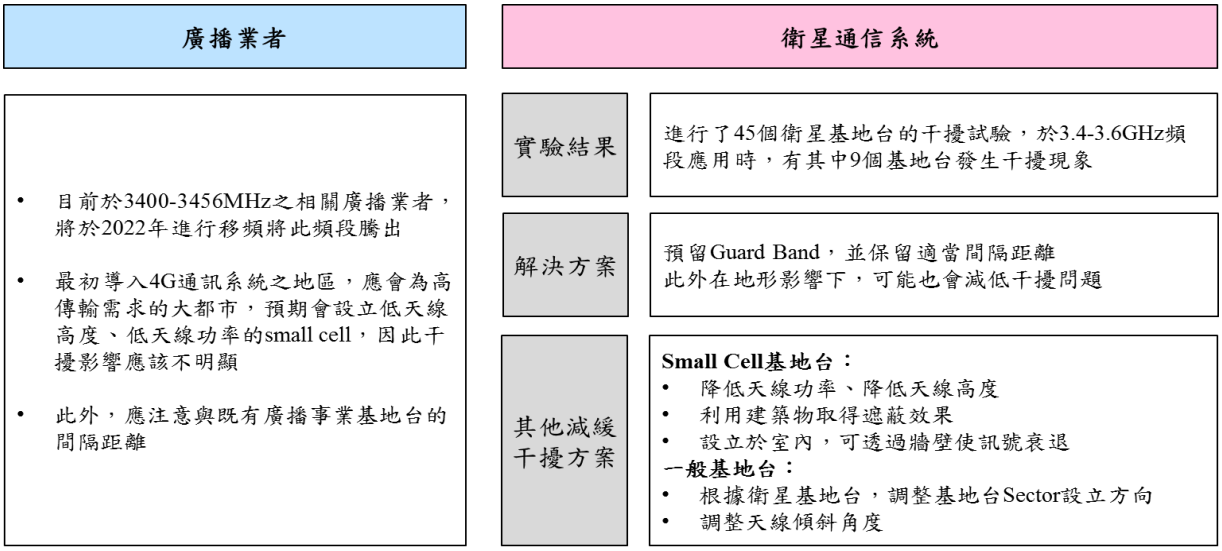


圖 7-17 日本 C-Band 干擾測試結果

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，研究團隊製作

七、 韓國

韓國在頻譜共享上，主要利用 TVWS 推廣偏鄉網路普及，第一階段為 2011 年開始，進行可行性、法規面的探討；第二期主要為 2012 年開始進行技術測試，相關測試之經費來源主要由政府支持，並由 Korea Radio Promotion Association（RAPA）進行推動，早期之測試案例，一是應用於緊急救援、一是應用於偏鄉無線網路覆蓋；第三期則為 2013 年起進行營商轉測試。現韓國對 TVWS 應用主要用於三個面向，一是提供物聯服務，包含智慧電網；另也提供公共訊息廣播，如地震、天氣訊息通過 TVWS 通知國民；另也作為無線網路服務，提供網路、IPTV 收看等服務。

第3節 各國 PPDR 之發展現況與監理方法調研

因現全球天然災害頻傳、規模也更勝以往，緊急用途使用的 Public Protection and Disaster Relief,（PPDR）應用在 WRC-15 時被廣泛的討論，並且認為區域性的 PPDR 頻譜和諧更具必要性。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，並參考於 2015 年重新修訂之 ITU-R M.2015 做 PPDR 之規劃。

表 7-2 各區域 PPDR 頻段規劃建議

	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：ITU 相關公開資訊，研究團隊製作

其中針對我國所處的 Region 3，ITU-R M.2015-1 提到未來 PPDR 之規劃，應著重以 806-824/851-869MHz，即下圖之 Band 27 方式進行，以達到區域和諧，並依需求規劃窄頻或寬頻之 PPDR 頻段。因此於 800MHz 頻段上，尤其是亞洲地區

國家，因可能規劃用途多，可作 IMT 使用、也可保留作 PPDR 用，規劃上的難度有別以往，而各國頻譜規劃機關也會因考量點不同，而有決策結果的差異。如：韓國、中國、香港、日本因原已有規劃，因此並未考慮將 PPDR 放於 800MHz 頻段；但澳洲、新加坡則同台灣，欲於執照屆期之際，重新探討 800MHz 規劃方式，並將 PPDR 頻段依 ITU 建議，欲以 Band 27 規劃方式建置於 800MHz。



圖 7-18 Region 3 寬頻 PPDR 規劃建議

資料來源：ITU-R M.2015-1，研究團隊製作

我國 800MHz 頻段除原 IMT 用頻譜規劃討論外，因應 ITU 之建議，已暫緩釋出規劃，將以 PPDR 用途為優先用途，主管機關內政部目前也已表示，將先保留 806-824MHz、851-869MHz 以滿足 PPDR 需求，但詳細的規劃方式仍在進行當中。根據 105 與 106 年頻率供應計畫草案中，於 800MHz 頻段，也已將 806-824/851-869MHz 規劃為實驗網路，供警、消寬頻網路（PPDR）建置實驗之用；另 839-851MHz 也保留供公用事業(水、電、瓦斯)實驗網路之用，其規劃如下圖所示。

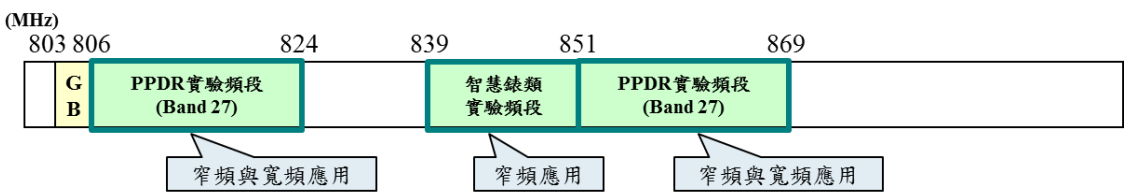


圖 7-19 頻率供應計畫草案 - 800MHz 規劃

資料來源：交通部頻率供應計畫草案，研究團隊製作

除頻段規劃位置外，建置方式也為各國主管機關積極評估之事項。其中澳洲目前雖尚未完成 PSMB 網路之規劃，但澳洲生產力委員會，已開始就不同 PPDR 建置方式進行評估，提出包含成本上及佈建時間、佈建成本、容量彈性等面向的差異。結果如下圖所示，使用商用網路可有效降低整體佈建成本，也因為業者反應速度快，可預期其佈建時間、及容量彈性都會較有效率；但如果著眼於對網路的掌握度、服務水準，則可考慮自建網路。此評估結果可作為後續規劃參考，但澳洲生產力委員會於報告中也提到因 PSMB 網路的用量、能力的需求難以準確預估，也會影響最終不同佈建方式間優缺點的差異程度。國際上各國 PPDR 網路規劃、建置現況於後各段落進行說明。

	使用商用網路	完全自建網路
佈建時間	快	慢
佈建成本	22億澳幣	62億澳幣
容量彈性	大 (網路擴充性大、反應時間快)	小 (受限於一開始的規格)
缺點	• 可能受制於單一供應商 • 服務水準不確定性 • 使用機關對於網路掌握低，需依賴和網路提供者互動，並可能需要組織上變動	• 技術更新困難，恐無法持續使用新技術，提升後續維運成本

圖 7-20 澳洲 PSMB 網路佈建方式比較

資料來源：ACMA 相關公開資訊，研究團隊製作

一、 美國

美國 PPDR 發展，起源於 2012 通過之「中產階級稅收減免及創造就業法案」，法案中包含決議建構全國性的寬頻網路，寬頻網路係支援警察、消防、EMS 等初期應變人員(first responder)進行公共安全通訊用途，稱為初期應變人員網路管理局(First Responder Network Authority, FirstNet)，其涵蓋範圍將包含全美 50 個州、5 個領地及哥倫比亞特區。利用 700MHz 上的 2x10MHz，建設寬頻 PPDR 網路，滿足公共安全通訊所需之涵蓋(coverage)、容量(capacity)、保全(security)、協同互用(interoperability)、服務品質(quality of service)需求。另外，除寬頻之 FirstNet，美國也規劃 769-775MHz / 799-805MHz 作為窄頻的公共安全通訊使用。

實際網路之建設，在 2017 年 3 月 FirstNet 與 AT&T 簽下 25 年的合約， AT&T 負責以此 20MHz 頻寬提供高品質通訊，並與 Motorola Solutions、General Dynamics、Sapient Consulting 及 Inmarsat Government 等四個團隊合作，共同提供從全覆蓋網路、裝置到應用端的完整的生態系統(ecosystem)。美國在 PPDR 佈建上，採用與私企業合作的商業模式，未來在新科技與應用的建置與操作上，將不必花費更多其他的費用，較具未來擴充性。

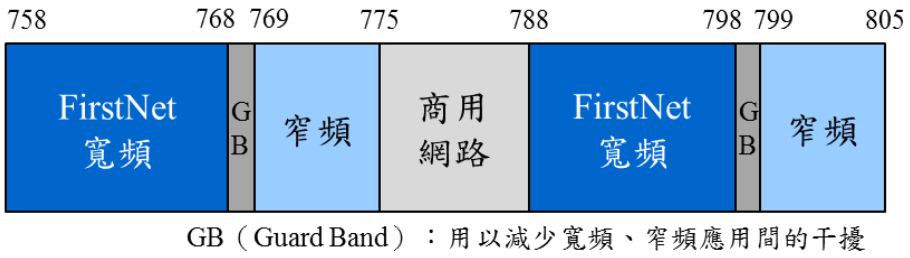


圖 7-21 美國 FirstNet 頻譜利用

資料來源：FirstNet 公開資料，研究團隊製作

二、 歐盟

因應 WRC-15 發布 Resolution 646，2016 年時歐洲電子通訊委員會(Electronic Communications Committee, ECC)，針對歐盟於 PPDR 的建置方向作出一系列的說明及調整，修正原先於 2008 年核定的 ECC Decision(08)05，針對 Narrowband PPDR 以及 Wideband PPDR 分別進行定義，Narrowband PPDR 建議建置於 380-385MHz/390-395MHz；Wideband PPDR 建置於 380-470MHz。另外，也針對

Broadband PPDR 的應用，也發布了 ECC Decision(16)02，建議使用 400MHz 以及 700MHz，當中也特別提到，雖然 400MHz 覆蓋率較高，可減少基地台的架設，但卻不足 2x10MHz 的使用。

表 7-3 ECC 所定義之 PPDR 頻段

類型	頻段
Narrowband PPDR	380-385MHz/390-395MHz
Wideband PPDR	380-470MHz
Broadband PPDR	400MHz/700MHz

資料來源：ECC Decision(08), ECC Decision(16)02，研究團隊製作

三、 英國

英國緊急服務網路（Emergency Service s Network, ESN），主要由內政部和衛福部進行規劃，希望將原警察、消防、救護相關之 105 項服務，由原全委外由 Airwaves 公司建置，改為採用既有電信業者解決方案，於 2015 年底已完成三個主要外包合約簽署，Lot1 主要負責專案管理、Lot2 負責核心網路及緊急服務功能建置、Lot3 則將由電信業者 EE 以既有 LTE 網路提供終端無線接取服務，預期可有效降低成本、提高服務傳輸速度。但現 EE 之 LTE 網路覆蓋比率現僅 70%、終端設備需重新開發、開發時程緊湊等，都是 ESN 潛在開發風險。

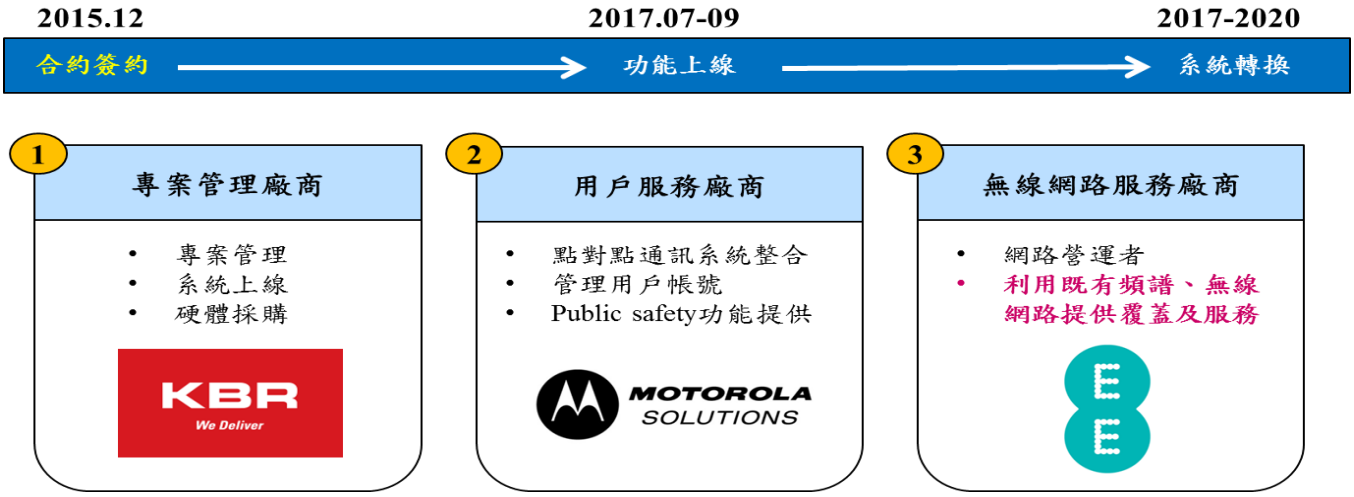


圖 7-22 英國緊急服務網路建置規劃

資料來源：ACMA 相關公開資訊，研究團隊製作

四、 德國

德國於發展 PPDR 上，進度未若英國及其他歐洲國家快速，雖然德國亦認同有需求建立寬頻之 PPDR 網路，但於頻譜規劃上，歐洲地區建議使用的 700MHz 頻帶，於德國多已拍賣出去無法作為 PPDR 使用，因此目前雖想要發展專屬 PPDR 使用的 LTE 網路，但仍在尋求適當之頻譜及建設方式、自建、委外建設、或甚至是使用既有之商業網路、混和上述方案進行布建，都是考慮中的選項。

五、 香港

雖 ITU-R M.2015-1 提到未來 PPDR 之規劃，應著重以 806-824/851-869MHz ，但香港 800MHz 頻譜，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；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。香港 800MHz 已有許多既存使用者，因此目前香港 PPDR 規劃並未使用 800MHz，主要規劃於低頻之 406.1-430MHz 及高頻之 4940-4990MHz。

六、 新加坡

新加坡現 PPDR 仍在規劃頻譜階段，由於 WRC-15 後宣布 Region 3 以 800MHz 為主要區域和諧 PPDR 使用頻帶，因此新加坡也開始於 800MHz 上規劃 PPDR 服務，但因現 800MHz 上有多種應用，整個 800MHz 頻譜規劃時程預計自 2016 年起需 3-5 年時間，除頻段規劃外，也包含原 866-869MHz 之短距離傳輸服務（Short Range Device）預計移往 900MHz。新加坡在進行 800MHz 規劃時，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，規劃方案如下。

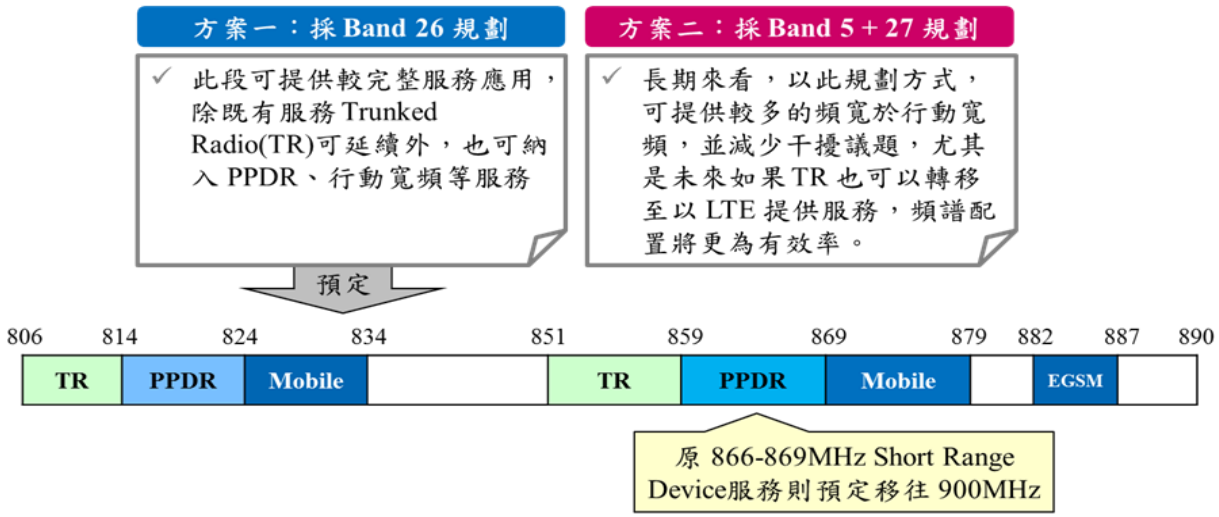


圖 7-23 新加坡 800MHz 規劃方式

資料來源：IMDA, “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，研究團隊製作

七、 日本

日本過去即有設置主要用來提供警察、消防、急救、地方政府等單位各自獨立使用的公共無線系統。關於防災相關用途的無線系統之現狀，目前包含：在 60MHz 頻段的數位同報系防災行政無線系統、位於 260MHz 頻段的數位防災行政無線系統，以及 170~202.5 MHz 的公共寬頻等三大系統。

其中位於 60MHz 頻段及 260MHz 頻段的兩個防災無線系統，主要是以簡單文字、傳真等方式進行傳輸。為促進頻譜更進一步的有效利用，日本政府將所收取的部分頻譜使用費作為補助在 260MHz 頻段的防災行政無線系統、急救消防無線系統設備進行數位化。

後來在各單位對災害事故現場的即時影像傳輸需求逐漸增加的背景之下，於是在電視數位化所空出的部分 200MHz 頻段(170~202.5 MHz)的頻段位置建置了「公用寬頻行動通信系統(公共ブロードバンド移動通信システム)」，以傳輸來自第一線的災害事故現場影像之用，協助各單位能在第一時間掌握正確資訊，有利相關人員針對緊急災害做出適當對應。以 TDD 的傳送方式、速度約為 500kbps~7Mbps，且其可傳輸距離為 20 公里；同時，配合車載型及可搬式的移動

基地台深入受災地現場，有助於針對部分業者網路較難觸及的地區提供服務。

此外該公用寬頻行動通信系統不僅只在災害發生時能使用之外，平日也能作為河川水位監測、道路巡檢時的影像傳輸，以及電子看板資訊的傳送等功用。。

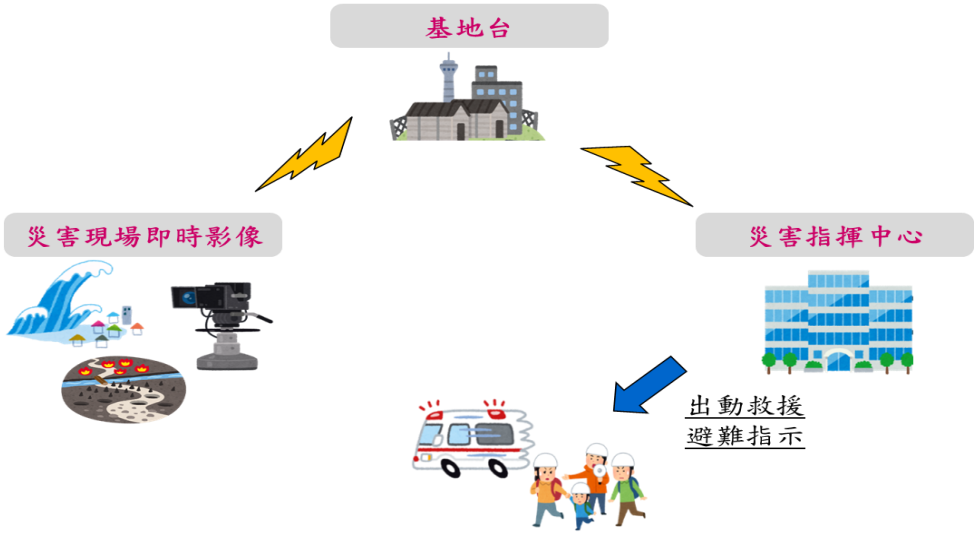


圖 7-24 日本 PPDR－公共寬頻移動通訊系統應用示意圖

資料來源：日本總務省公開資料，研究團隊製作

八、 韓國

韓國最初在 2003 年大邱地下鐵火災事故發生後，各界即開始針對公共安全及災難應變系統(Public Protection and Disaster Recovery；PPDR)的導入與否進行討論，然而當時由於費用預算方面及是否存有圖利特定廠商等方面的疑問存在，造成後續規劃受到阻礙多年。之後 2014 年 4 月發生韓國世越號船難事件，由於各救援單位所使用的語音網路互通性因使用的頻段、技術不一致，造成溝通上的阻礙發生，因此再度出現檢討設置 PPDR 的聲音，面對這樣的要求聲浪，韓國總統於隔月允諾推動建置災難安全通訊網路。

由當時的安全與公共行政部(Ministry of Security and Public Administration)在 2014 年 5 月宣布相關建設計劃，接著同年 7 月未來創造科學部(MSIP)及財政企劃部發表為期至 2017 年底的相關實施計劃，並規劃投入 2 兆韓圜去推動以 PS-LTE 技術進行建構的「SafeNet」，於 Band 28 間的 718~728MHz/ 773~783MHz 建置專用網路。接著並在 2014 年 10 月宣布由 LG CNS 帶頭進行 ISP(Internet Service Provider)以為主的推動、建構總計畫，該總建構將建構全國性的專用網絡，預計將為期 3 年(從 2015 年持續至 2017 年)，屆時包含:國家救援、警察、海岸防衛、軍隊、地方政府、醫療、電力、瓦斯等 8 個部門、約 330 的單位將活用 SafeNet，預計相關建構費用預算高達 9,241 億韓圜。2014 年 11 月因安全與公共行政部組織變革，SafeNet 改由國家安全部接手進行相關監督及規劃。

SafeNet應用模式

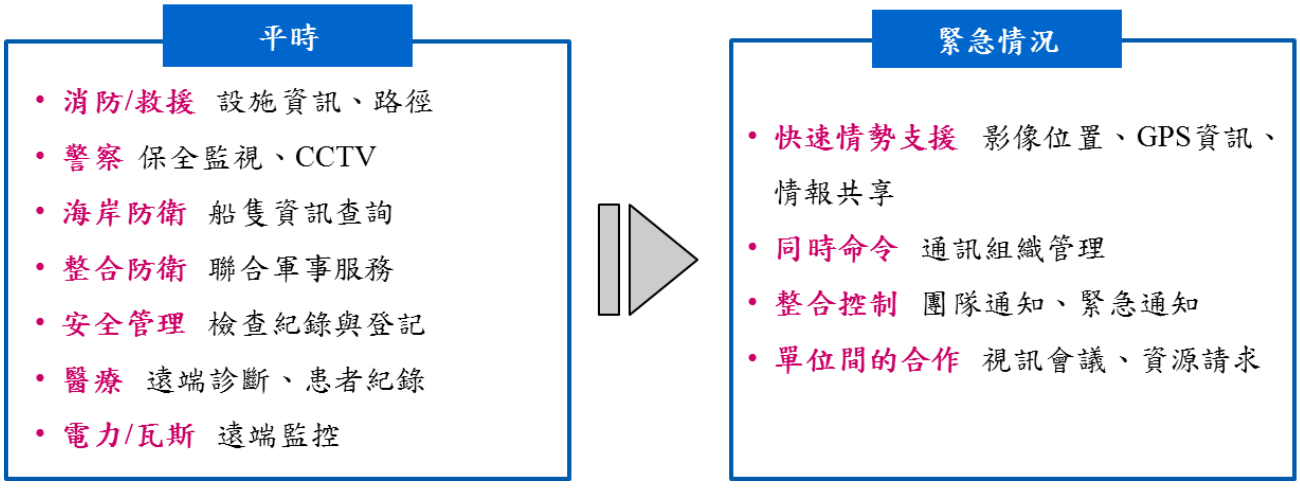


圖 7-25 韓國 PPDR－SafeNet 應用模式

資料來源：SafeNet 公開資料，研究團隊製作

SafeNet計畫將分三階段進行,2015年10月宣布將分別由Korea Telecom (KT)和SK Telecom(SKT)等兩大業者各自所組成的團隊分頭進行為期210天的第一階段試驗計畫。由KT團隊執行的第一試驗計畫，包含了控制中心的建立、基地台及相關終端裝置的安裝與測試、系統設計、開發安全且相容的測試系統等工作項目，並將在2018年冬季奧運的主辦城市－韓國平昌市(Pyeonchang)進行試驗，計畫預算金額約 340 億韓圜。此外，KT 也希望透過此一實驗，推動公共安全及災害通信鄉端個網絡解決方案至海外地區,並開發新型態的移動式LTE基地台。

而 SKT 團隊則將在江陵市(Gangneung)及胜善郡(Jeongsun)進行包括:基地台建設及裝置測試等項目的第二試驗計畫，該計畫金額約為80億韓圜。

第二階段則為擴大SafeNet的建置至其他縣市，但因第一階段進度延後，韓國政府目前初步希望能於2017年底完成此一階段在8個省份的建置行程；而第三階段則為更進一步擴大至大都會地區，此時SafeNet將涵蓋8省份、1個自治省、7個都會區及1個自治市等地區的服務，並希望透過SafeNet的建置能避免未來發生緊急災害時，災害影像、GPS位置及相關資訊的共享與傳輸能不再受阻礙，能及時支援第一線及災害中心的人員進行相關救援；同時有助政府各單位進行資訊整合及傳達命令，讓各單位可透過視訊會議等方式通力合作。

第4節 我國產業界對行動寬頻頻譜交易與共享機制探討

針對本章監理機制議題，由於與既有電信業者較為相關，因此研究團隊於2017年10月17日(二)假集思台大會議中心 B1阿基米德廳,舉辦公開說明會，就「我國行動寬頻頻譜交易與共享機制探討」議題邀請我國五家主要一類電信業者進行討論，探討議題主要分為兩塊進行，一是就頻譜上限、交易審核議題，詢問業者是否維持既有規範即可；另針對頻譜共享部分，研究團隊認為參考國際案例，我國未來應以動態頻譜共享為發展方向，實際座談會討論議題如下圖整理。

主題1：行動寬頻頻譜持有上限及交易管制

■現行動寬頻頻譜對單一業者設有1GHz以下總頻寬1/3、總頻寬1/3之持有上限規範，也開放頻率使用權轉讓機制讓業者於取得執照後仍可調配頻譜資源，請問對於下列作法有何建議：

1-1 確保市場競爭性，繼續維持1GHz以下總頻寬1/3、總頻寬1/3之持有上限，並作為頻譜使用權轉讓審核之條件；

1-2 參考標竿國家，設立標準頻譜使用權轉讓審核機制；

1-3 活化頻譜使用，開放部分頻譜轉讓機制（如以地理區域切割）、開放頻譜租賃、開放頻譜轉讓受讓方身分限制；

主題2：行動寬頻頻譜共享監理機制

■國際上因應頻譜資源之不足、及因應行動通訊服務型態之多元化，陸續以共享機制將低度使用之公有頻譜、5G頻譜進行釋出，針對我國發展行動寬頻頻譜共享機制之議題，請問對下列作法有何建議：

2-1 我國可參考歐美作法，以動態共享機制作為頻譜共享機制發展方向；

2-2 動態頻譜共享可設立使用優先權機制（執照），除可作為動態資料庫維運商之商業模式，也可維持行動通訊產業競爭性；

圖 7-26「我國行動寬頻頻譜交易與共享機制探討」討論議題

資料來源：研究團隊製作

針對主題一行動寬頻頻譜持有上限及交易管制部分，我國既存法規，已有單一業者1GHz以下總頻寬 1/3、總頻寬 1/3之持有上限規範,國際上亦為此趨勢，以1/3作為上限值，認為市場至少須有三家業者，方能維持競爭性。惟台灣大哥大先進建議,若台灣業者數縮減，甚至是僅剩三家業者時，應檢討是否仍維持1/3值規範。針對頻譜交易議題，由於我國亦已開放且有實際交易案例，故業者無太多意見,遠傳基於我國對於業者之建設,要求有建設計畫書、事業計劃書等規定，業者因基於此些計劃書進行建設，因此不應開放頻譜交易，僅於特殊狀況時允許

轉讓；亞太則持相反觀點，認為頻譜交易能保持頻譜使用活性，執照期間多為 15 年的時間，難以預期產業變動，設有交易機制可降低業者風險性，及確保頻譜可作有效率的應用。

表 7-4 行動寬頻頻譜持有上限及交易管制業者意見整理

行動寬頻頻譜持有上限及交易管制				
	Q1：頻譜上限維持1/3	Q2：設立交易審查機制	Q3：開放多元轉讓機制	其他
中華電信				
遠傳電信	• 贊成維持既有低頻 1/3 、總頻譜 1/3 之持有上限			• 認為不該開放頻譜交易機制，業者應照事業計畫書執行，除非有特殊情況才允許轉讓
台灣大哥大	• 假設台灣業者數縮減、甚至僅剩三家，頻譜持有量很容易超過1/3上限值，因此建議上限應隨市場狀況變動調整			
亞太電信				• 頻譜執照效期長，難以預測產業變化，應有頻譜交易、轉讓機制
台灣之星	• 總量上限管制支持保留		• 交易的開放與鬆綁建議建議回歸法制探討，按照現管理規則或電信管理法草案執行	

資料來源：研究團隊製作

針對共享機制部分，由於我國目前未有特別被標示發展動態頻譜之頻段，因此較難落於實質討論，不過就一類電信業者角度而言，仍希望商用頻段是盡可能以乾淨、完整、連續頻段的規劃，釋出作商用。其他無法完整作商用之頻段，如既有公用頻譜，再行考量以共享機制釋出，遠傳電信則進一步說明，共享應是有特殊前提：如公益、學術研究，且要使用共享頻譜的業者應也要取得電信業者執照；台灣之星則認為，主要國家案例，現皆尚未實際商轉，可再持續追蹤國際，如：美國 CBRS 頻段之規劃運作情形，若確定能順利運轉後，再行探討於我國導入可能性。

表 7-5 行動寬頻頻譜共享監理機制業者意見整理

行動寬頻頻譜共享監理機制	
	業者意見回饋
中華電信	• 認為共享、服務品質等兩議題之間難以並存，一類電信業者因被要求提供一定品質之服務，難以用共享頻譜提供服務 • 後續台灣2.3GHz頻段若以商用頻譜方式釋出，則業者不可能開放共享；若欲發展物聯網而以共享釋出，也不適合以2.3GHz 規劃
遠傳電信	• 既有3、4G商業頻譜共享困難，若要發展類似LSA動態共享機制，應是有特殊前提如：公益、學術，且要使用頻譜的業者也要有電信業者執照（一類、二類）
台灣大哥大	
亞太電信	• 認為應待相關頻譜共享技術發展成熟時，再考慮在台灣採用。且若以共享釋出，後續商用頻譜不足時，則難以再收回重新釋出，因此建議應謹慎評估
台灣之星	• 若為可清理乾淨之頻段應優先作商業頻譜釋出，無法完整釋出時再作共享的討論。且目前美國CBRS共享管理規則仍持續在爭辯中，建議待美國規劃成熟且執行無疑後再行探討 • 未來若要開放共享時，應須將干擾處理方式明令列入規則

資料來源：研究團隊製作

第5節 小結與建議

針對頻譜總量管制及交易部分，我國目前設有低頻 1/3、總量 1/3 上限，除適用於我國現產業狀況，亦符合國際趨勢，若無特殊變動則建議不需更動，若單一業者持有之低頻或總頻寬超過 1/3 時，則容易影響市場之競爭性；於交易部分，雖國際上多有開放租賃之案例，但多係基於其市場幅員廣大，且有區域性、小型業者，因此租賃可增加市場頻譜使用之效率性及小業者之競爭性，但現我國電信市場中，仍以五家一類電信業者為主要之服務提供者，開放租賃短時間對市場影響小，因仍看整體生態系變化決定是否進行開放，方能落實開放頻譜租賃之預期效益。

頻譜共享機制上，國際上雖有發展動態頻譜共享之趨勢，不過相關機制與實際運轉經驗尚未成熟，我國或許能於 2.3GHz 與 3.5GHz 頻段進行動態頻譜共享之實驗，作為未來 5G 時代頻譜共享之預先準備，為此，仍應持續追蹤國際頻譜共享機制發展。

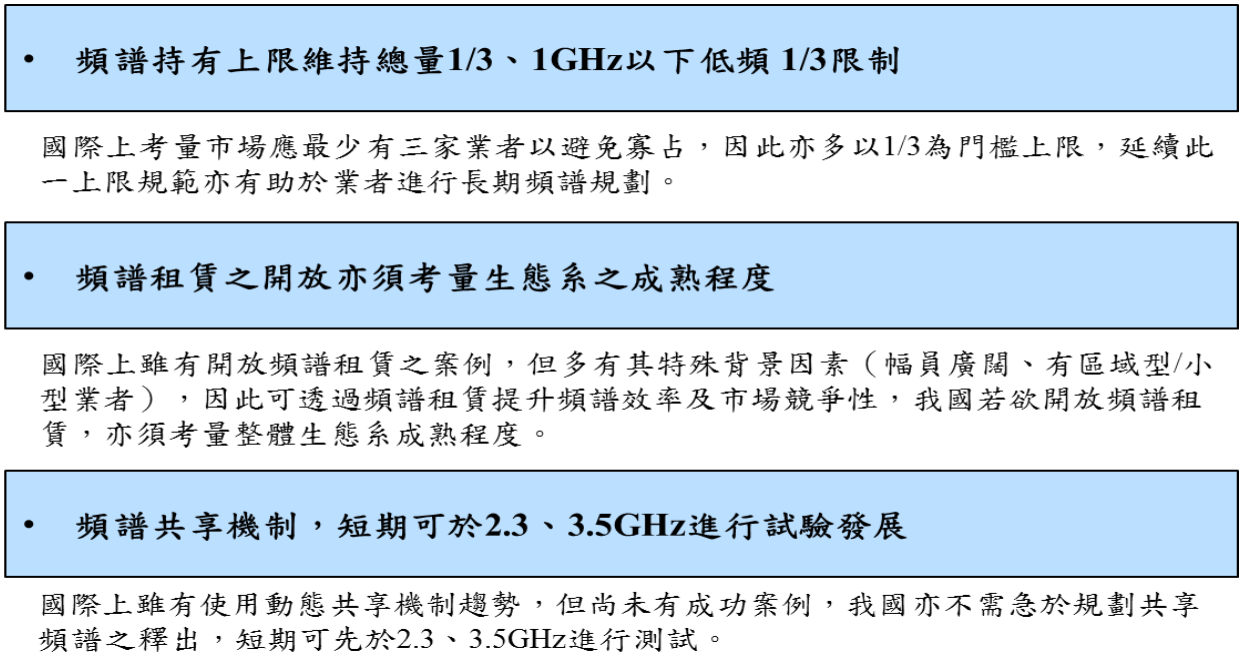


圖 7-27 我國行動寬頻頻譜監理政策建議

資料來源：研究團隊製作

第8章 主要國家行動寬頻業者合作共享模式調研

第1節 各國行動寬頻共用基礎建設現況評估

過去由於基礎建設是行動通訊服務重要競爭力之一，因此各業者多採各自建設模式，主管機關也著眼於整體市場之建設性、及服務安全性，因此設有限制，而近年隨行動寬頻網路建設成本持續提升、偏遠地區覆蓋困難、新技術推出成本高等因素，各國業者與政府也開始積極思考，是否可進行一定程度的基礎建設共享，降低整體建設支出，方能用較合理的費率水準提供消費者有品質的電信服務。基礎建設共享模式，依照共享程度之差異，可大致分為四種類型，最基礎之共站共構（Site Mast），為被動式共享，僅分享塔、天線等被動元件；而其他共享模式則統稱為主動式共享，包含 MORAN（Multi-Operator Radio Access Networ），共享包含基地台、回傳中繼線、無線網路控制器等元件；MOCN（Multi-Operator Core Network）則除共享基地台相關設施外，也共用頻譜；最大程度共享模式為 GWCN（Gateway Core Network）則連核心網路元件如：MSC、SGSN 皆進行共享，各共享模式共享元件如下圖整理。

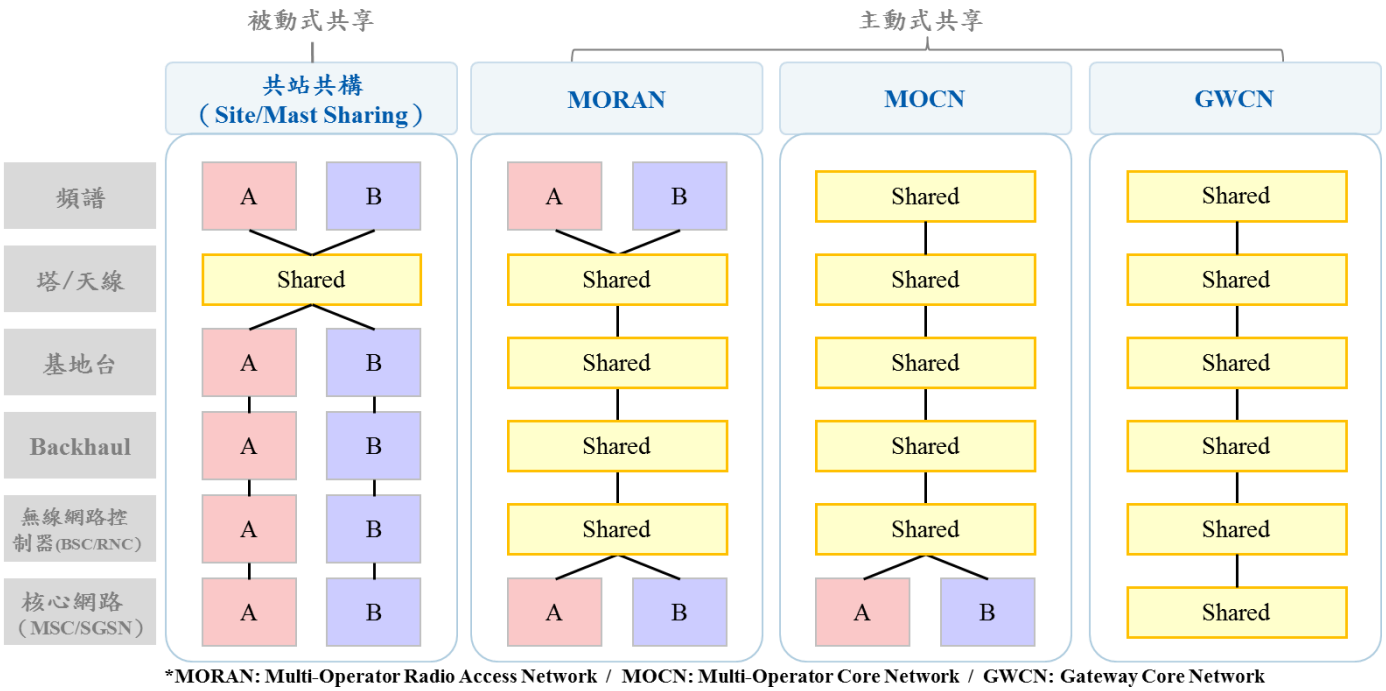


圖 8-1 基礎建設共享分類

資料來源：NSN、3GPP 公開資料，NRI 製作

基礎建設共享主要效益，在於節省整體費用，除初始投資費用之外，後續費用也為影響支出之關鍵，根據 Vodafone 所進行的研究指出，大致趨勢上共享程度與成本節省呈正向關係，即共享程度高則成本節省程度高、抑或是共享的對象數越多，則共享基礎設施能節省的成本也較高，就 Vodafone 的研究指出，若為兩家業者共享基礎設施的狀況下，最高約可節省 40%的成本。因此不管是在不經濟區域、偏遠地區之建設，或新技術之普及，透過共享基礎建設方式皆可以較低成本方式達成，但若須進行基礎建設共享、其共享開放程度須看主管機關政策方向，部分國家係採限定區域（偏鄉）方式進行，也有國家亦已全面開放，由市場機制自由協商是否共同進行建設。

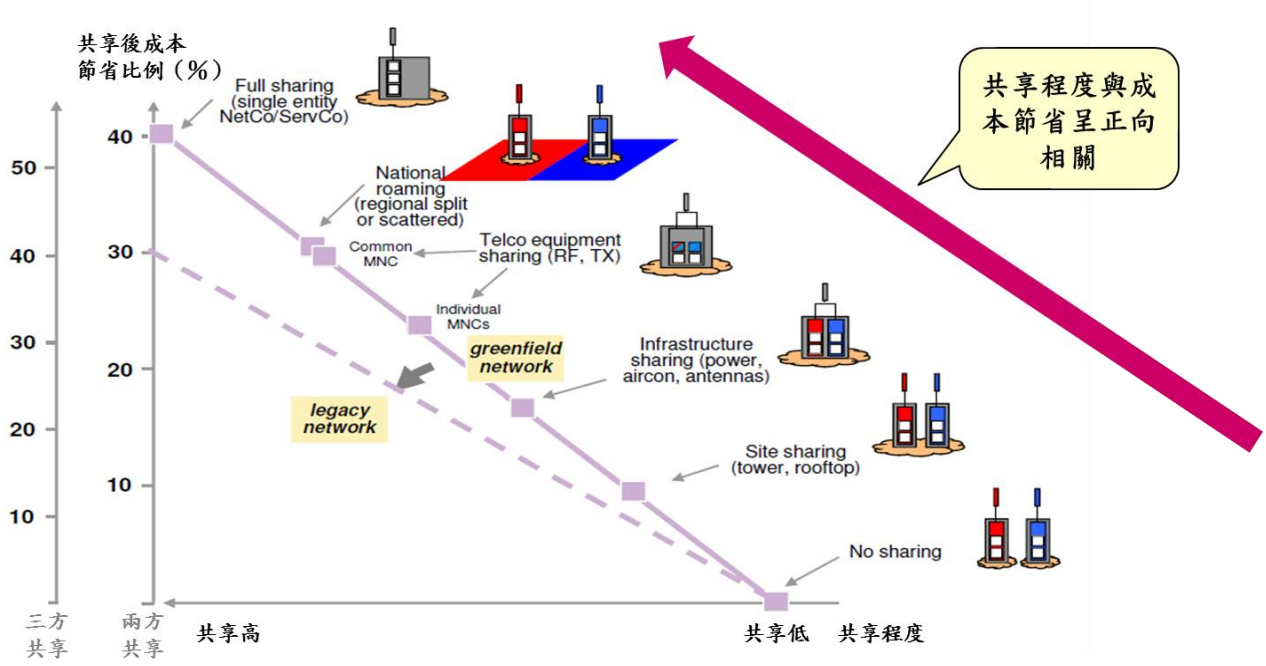


圖 8-2 基礎建設共享效益

資料來源：Vodafone 公開資料，NRI 製作

國際上法規限制及業者競爭關係，現於基礎建設共享合作上仍以被動式共享為主，但主動式共享亦已逐漸開放，國際上主要案例如下整理，美洲有加拿大、巴西業者採 MORAN 之合作模式；亞太區馬來西亞採 MORAN 合作模式，越南、香港則已有 MOCN 模式；歐洲則為主動式共享較為廣泛應用之區域，英國、法國、俄國等已有 MORAN 案例，瑞典、芬蘭則已有 MOCN 案例。國際上主動式共享案例，如下圖整理，而針對七個主要標竿國家之基礎建設共享發展現況與目標，則說明於本節後面段落。

	國家	共享類型	業者案例
美洲	加拿大	MORAN	Bell+Telus
	巴西	MORAN	Oi+Tim Brasil
歐洲	瑞典	MOCN	TeliaSonera+Tele2
	芬蘭	MOCN	TeliaSonera+DNA
	英國	MORAN	EE+3
	法國	MORAN	SFR+Bouygues
	俄國	MORAN	Vimpelcom+MTS
亞太區	越南	MOCN	Viettel+Hanoi Telecom
	香港	MOCN	PCCW+3
	馬來西亞	MORAN	Maxis+U Mobile

圖 8-3 主動式基礎建設共享國際案例
資料來源：coleago、各國公開資料，NRI 製作

一、 美國

美國現對於基礎設施共用發展，主要基於美國幅員遼闊、因此需要大量之通訊塔，作為佈建基地台之基礎，因此有多家業者專門經營無線通訊塔場地租賃、建設之業者，主要業者有 American Tower、Crown Castle、SBA Communications 等，而電信業者主要會和此些業者進行合作，達到被動式共享節省成本之功效，而不用自行建設大量基礎設施、且省去大量取得土地租約時間，加速佈建速度，如 AT&T 即有和 Crown Castle 合作、Verizon 和 America Tower 合作。

二、 英國

2015 年 Ofcom 調查英國的行動通訊使用狀況，全英國有 99%的地區可連接行動通訊服務，但只有 46%的地區可以同時接收四家 MNO 業者的訊號。英國政府定義行動通訊與水、電同為屬民生必需設施，提供個人利益以外的社會價值，如：提供安全/緊急/救援等狀況的聯繫、使人因為與其他人保持聯繫而維持身體和情感健康的狀態、使人獲得資訊/教育/娛樂、使人獲得工作機會與滿足故期望等；因此提出兩種需要提升行動通訊覆蓋率的情境：Mobile not-spots 與 Partial not-spots。

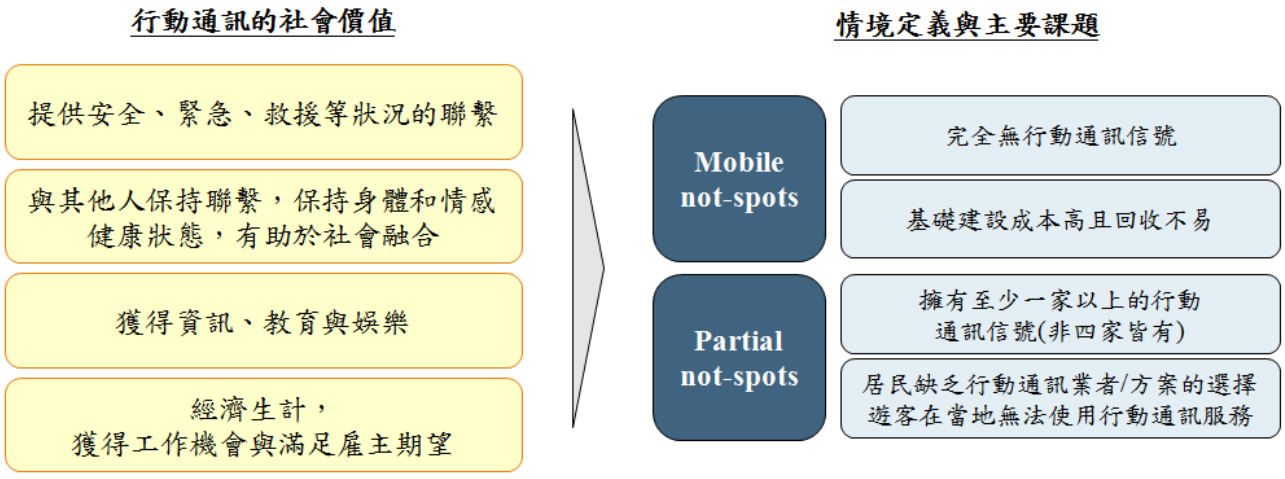


圖 8-4 英國基礎設施共享面臨課題

資料來源：DCMS、UK Parliament 官方網站，研究團隊製作

Mobile not-spots 為完全無行動通訊信號的地區，因為基礎建設成本高且回收不易，多數業者不願投資建設，因此英國政府編列 1.5 億英鎊的預算於通信基礎

建設專案(Mobile Infrastructure Project, MIP)，激勵企業投資建置鄉村地區之寬頻網路。由 DCMS 與通信基礎設備和媒體服務公司－Arqiva 結為特殊夥伴關係，提供 Arqiva 資本資金建設新的站點，並讓 EE、O2、Three 與 Vodafone 四家 MNO 業者能在新的站點上提供行動通訊服務。

Partial not-spots 為能夠接收至少一家 MNO 業者行動通訊信號但是無法接收到全部四家的地區，DCMS 認為在這樣的情形下，當地居民對於行動通訊業者及資費方案的選擇上，相對於其他地區具有較不公平的現象，並且其他地區的消費者在當地可能出現無法使用行動通訊服務的狀態。為了改善 Partial not-spots 覆蓋率，DCMS 於 2014 年 11 月提出的公開諮詢文件，包含基礎設施共享、MVNO 接取進階、國內漫遊、不做任何改變四項建議，如下圖所示；儘管多數業者不願採用國內漫遊服務以提升覆蓋率的方法，DCMS 最終還是提議以推動國內漫遊方式提高 Partial not-spots 的地理覆蓋率。

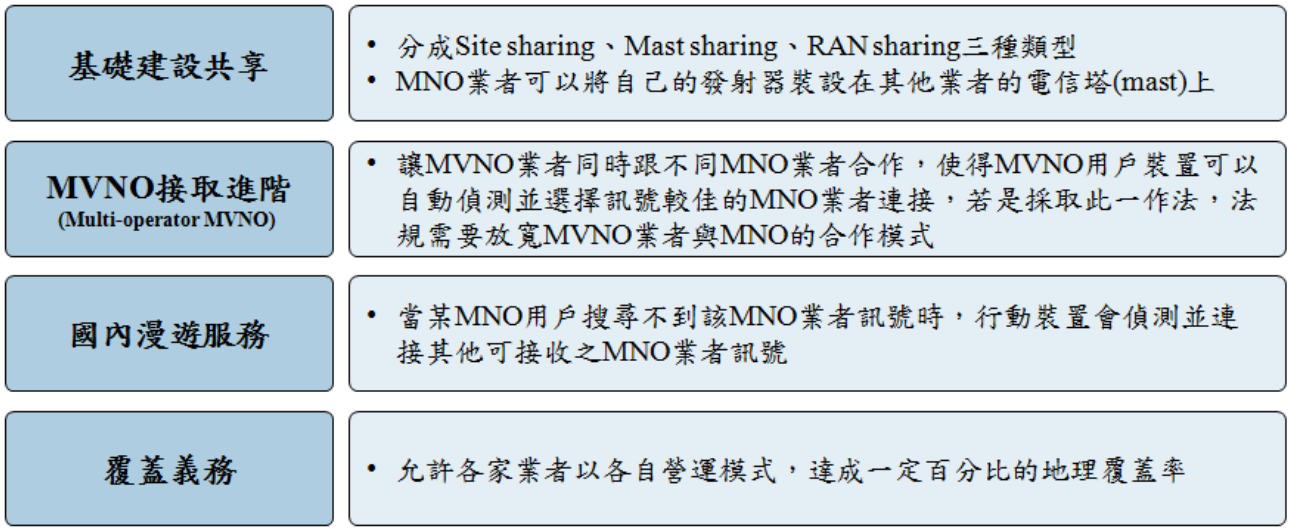


圖 8-5 2014 年公開諮詢之 DCMS 四項建議

資料來源：DCMS、UK Parliament 官方網站，研究團隊製作

MNO 業者認為推動漫遊服務將降低業者投資基礎建設之意願，且對已投資改善基礎建設的業者不公平，並於 2015 年 2 月與 Ofcom 達成協議，同意各業者自由發展其業務，但各業者需在 2017 年達成語音與簡訊 90%的地理覆蓋，以及完整行動服務 85%地理覆蓋。

其實在過去，英國的 MNO 業者為了提升整體覆蓋率，已採用合資成立公司

的模式分享行動網路之基礎設備，Three 和 EE(T-mobile)在 2007 年以 50:50 的方式合資成立 Mobile Boradband Network Limited (MBNL)，採用 Radio Access Network (RAN) 模式分享網路設備，而頻譜的使用狀況依然由兩家業者各自管理；Vodafone 與 O2 也在 2012 年 Vodafone 與 O2 合資成立 Cornerstone Telecommunication Infrastructure Limited (CTIL)，採用被動式分享(Passive sharing)模式，由 Vodafone 負責英國西部 (包含威爾斯)基地台的維運，O2 負責英國東部及北愛爾蘭基地台的維運。

英國主要的基礎設施共享模式整理如下圖：

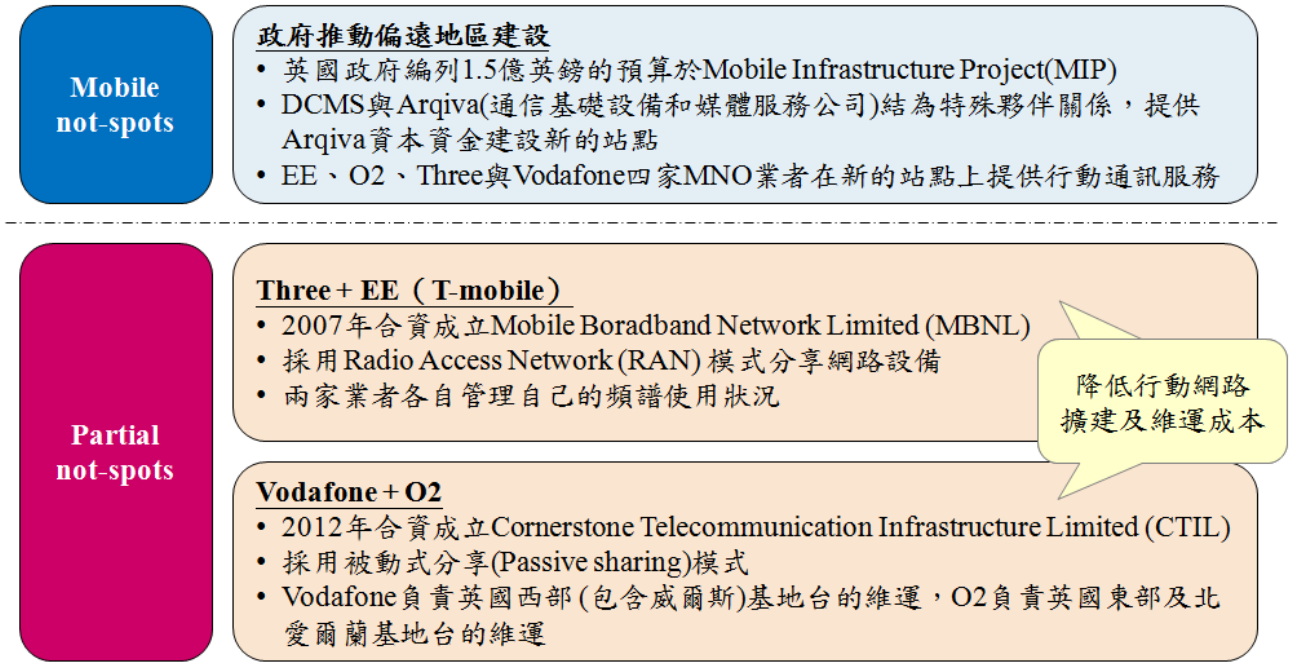


圖 8-6 英國基礎設施共享案例

資料來源：DCMS、Arqiva、Ofcom 官方網站，研究團隊製作

三、 德國

德國業者於基礎建設共享未有太多發展，目前也主要以被動式共享為主，O2 Germany 和 Vodafone Germany 於 2003 年起，即有開啟被動式共享之合作。

四、 香港

香港共享發展案例中，和記電話（3 香港）與香港電訊(HKT)於 LTE 新技術網路技術要導入時，為降低成本，而採共享方式進行建設，實際建設執行模式係兩家業者於 2009 年時即以各持股 50%模式成立了共同控制企業 Genius Brand Limited，並於 2011 年起，由此共同合資企業 Genius Brand Limited 和華為進行簽約，統一進行兩家業者於 LTE 網路之建設，共享建設內容包含了塔站、無線接取網路、LTE-AP、甚至頻譜，即採 MOCN 之共享模式，此一模式除可快速佈建新技術網路，也有助於兩家業者降低佈建及維運網路之成本。

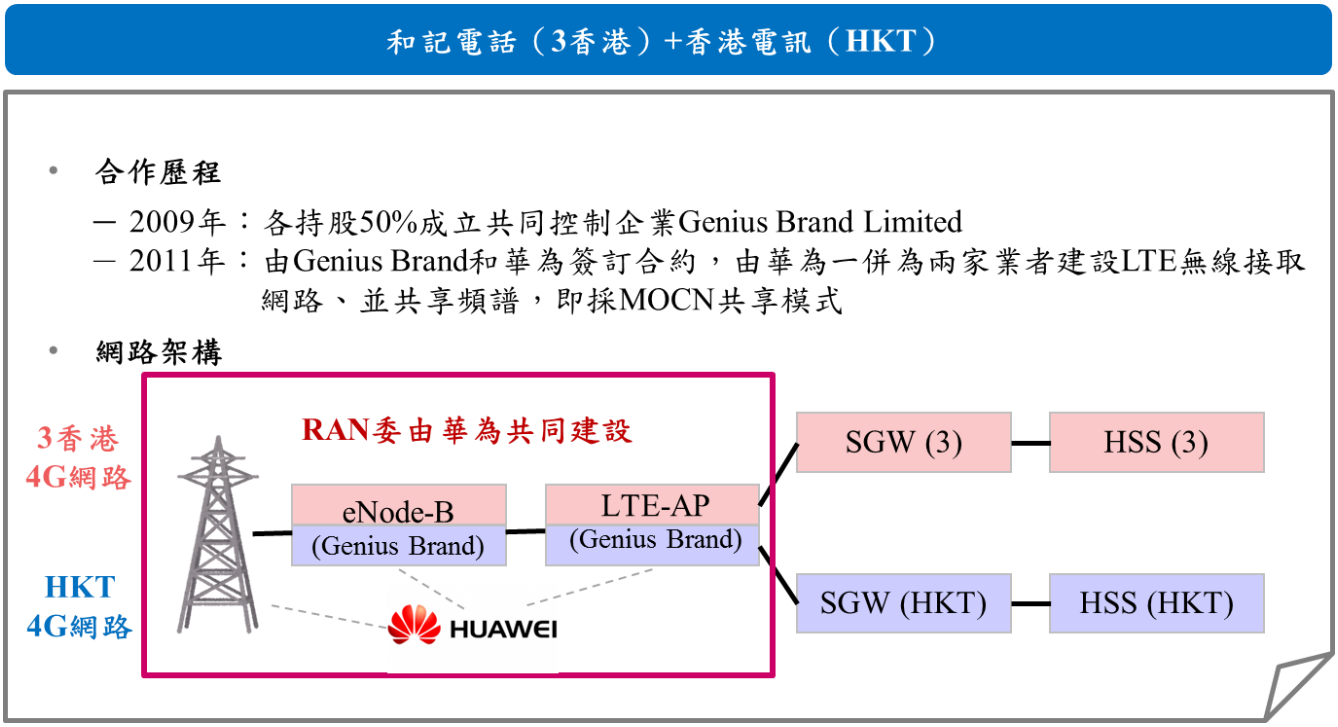


圖 8-7 香港基礎建設共享案例

資料來源：3、HKT 公開資料，研究團隊製作

五、 新加坡

新加坡共享發展中，過去主要僅為天線、回傳線路共享共構的合作，但於 2017 年 1 月時，市佔第 2、第 3 的業者 M1 及 StarhHub（市佔第一為 SingTel）簽訂合作協議書，希望將共享範圍擴大至無線接取網路（RAN）相關元件之共享，但仍保持各自核心網路的獨立。透過共享預期將有助於兩家業者的 CAPEX 投資，目前根據估計，於 2018 年時，兩家業者的 CAPEX 將可能因共享的合作而減少 20%左右，未來若持續加深共享合作，更有機會將節省的費用，提高至 30-40%，此一合作模式預期也有助於兩家業者於 5G 網路之佈建成本節省。

六、 日本

日本政府為改善部份地區在室內收訊不佳的情況，自 1993 年起便開始針對高速公路及鐵路用的隧道、地下鐵、地下街、地下停車場等區域進行收訊改善上的部份補助，補助對象主要為一般社團法人(如:公益社團法人行動通訊基盤整備協會等)及行動通信業者；並根據不同實施場所訂定不同補助比例，完成被動式基礎建設共享。舉例來說:日本對鐵路隧道的補助比例為 1/3，其餘則由社團法人來負擔；補助設備則為無線設備、光纖等。其中直轄國道隧道整備率在 2012 年已達 91.1%；同年在高速公路的隧道整備率更達 99.4%，近年三大業者主要鎖定新幹線的設備整備。

另外在人口稀少、離島、深山、特定農山村及雪地等地區，可能因地理條件不佳或因人口過少等原因之下，業者認為較不具投資效益而造成當地收訊品質不佳的情況出現。為提升偏鄉地區的無線通訊品質以弭平通訊品質上的城鄉差距，日本政府自 1991 年起便持續針對偏鄉、深山等收訊不佳的地區，協助地方自治體及電信業者負擔部分設備整備費用。在以住家為主的地區，日本政府透過來自頻率使用費的資金挹注，提供基地台設備整備的部分補助給地方縣市；同時也補助行動通信業者在傳送線路整備上的部分補助，關於上述兩項補助都將視該地區家戶數是否達 100 戶以上為標準去審核補助金比例，詳細可見下圖。

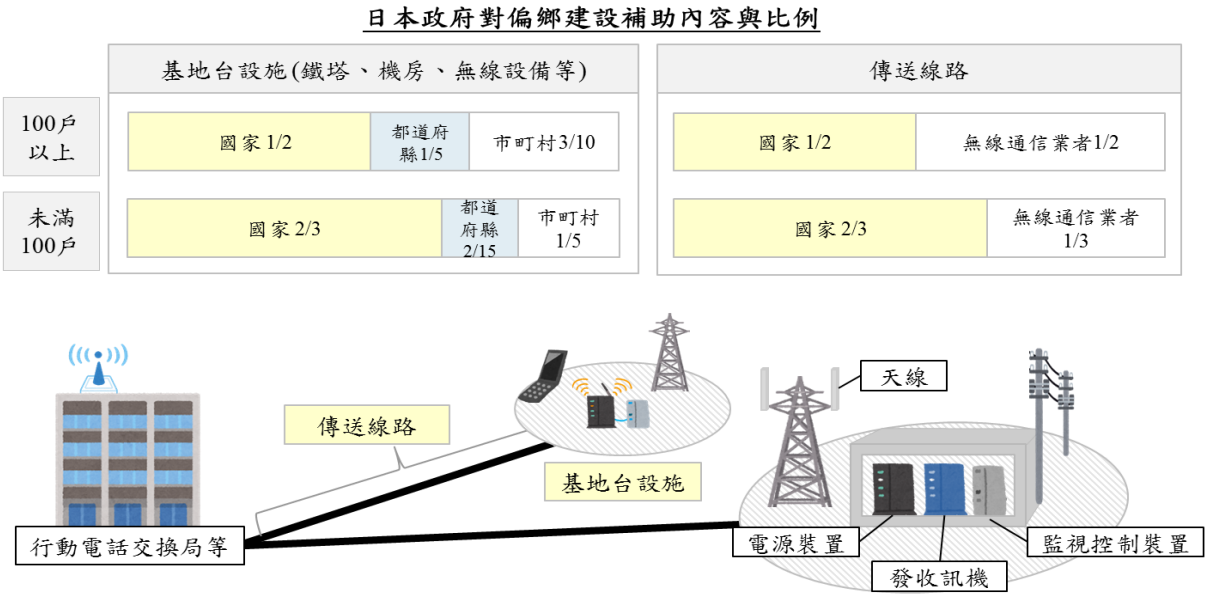


圖 8-8 日本對偏鄉建設的補助內容

資料來源：日本總務省公開資料，研究團隊製作

另配合近年 LTE 網路的普及化，自 2017 年起將原先既有設備升級至 LTE 用設備之整備費用也納為補助項目之一；且原則上整個基盤整備作業及服務提供皆由民間業者為主導進行，且每年的補助整備區域都不相同，地方自治體在這之中所扮演的角色主要為審核哪些地區需要進行設備整備，以及決定補助比例。

除了日本政府所提供的相關設備整備之補助金之外，為協助業者在 2020 年前達到 5G 服務商用化，2012 年 6 月由具官方色彩的產業革新機構為首，以及多家民間銀行背景的資金共同成立了推動行動通信設備共用的公司－JTower，其資本額為 13 億日圓。關於 Jtower 設立背景主要鑑於當時日本在室外的設備建置已接近完備，但在室內收訊仍有訊號不佳的情況出現，因此於 2012 年創立新的基礎建設共享的商業模式。JTower 在推動基礎建設共享活動上，主要扮演平台的角色，負責和大型商業設施、辦公大樓、旅館及集合式住宅等建物主洽談，以向建物主承租的方式，並由 JTower 統一建置室內的共用線路和天線，免去了過去各家行動通信業者需各自至大樓牽線、裝設的手續，也降低對建物結構的影響。

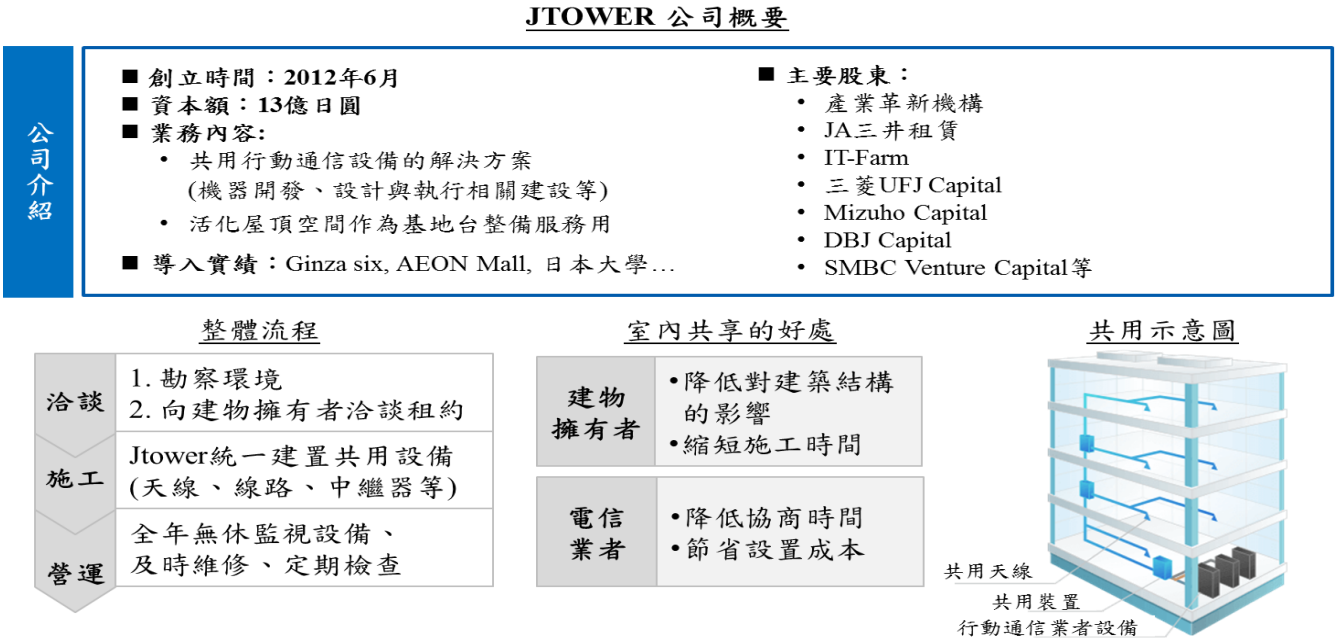


圖 8-9 日本共享－JTower

資料來源：JTower 公開資料，研究團隊製作

七、 韓國

韓國國家通訊商業法，2003 年即開放有電信設施之共建，但因非具強制性，因此實際建設上仍多為業者間之協商，主要於偏遠地區如：國家公園、山區等，會由第三方之專業建設公司 KRTnet 統一替韓國主要電信業者進行基礎設施塔台之建設、維運。而目前韓國電信業者 KT，亦於 2017 年 11 月時，公開呼籲未來為快速普及 5G 建設、希望能和政府及其他電信業者共同進行建設，但目前仍在討論階段。

第2節 各國行動寬頻漫遊服務監理機制現況調研

我國現行行動寬頻業務管理規則第 63 條「經營者同時為行動電話業務或第三代行動通信業務市場主導者，除經主管機關核准外，應將其所經營之行動電話系統或第三代行動通信系統提供新經營者漫遊服務，其漫遊服務安排由業者間協商訂定之。但新經營者之網路未提供之服務，不在此限。」，僅規範 2G、3G 市場主導者有提供漫遊義務，尚未包含 4G 之漫遊。而業者間若有漫遊之協議，因涉及事業計畫書變更，依管理規則第 40 條規範，需報請主管機關核准。

「行動寬頻業務管理規則」現行條文	
第 40 條 (摘錄)	前項之事業計畫書，應載明下列事項： 一、營業項目。 二、營業區域。 **三、電信設備概況：** **五、技術能力及發展計畫。** 六、收費標準及計算方式。 … 前項所定文件應記載事項及其方式，由主管機關訂定公告之。 主管機關審查事業計畫書，必要時得命得標者變更其內容。 經營者應依其事業計畫書內容辦理，其內容有關第二項**第一款至第三款、第六款至第九款等事項如有異動時，應敘明理由報請主管機關核准。**其餘事項如有異動時，應敘明理由報請主管機關備查。
第 63 條	經營者同時為行動電話業務或第三代行動通信業務**市場主導者**，除經主管機關核准外，應將其所經營之行動電話系統或第三代行動通信系統**提供新經營者漫遊服務**，其漫遊服務安排由業者間協商訂定之。但新經營者之網路未提供之服務，不在此限。 前項漫遊服務，應提供至行動電話業務或第三代行動通信業務特許執照有效期間為止。但不超過中華民國一百零七年十二月三十一日。第一項所稱新經營者，係指非同時為行動電話業務或第三代行動通信業務市場主導者之行動寬頻業務經營者。

圖 8-10 我國行動寬頻業務管理規則漫遊相關條文

資料來源：NCC 公開資料，研究團隊製作

國際上對於漫遊政策重點方向不一，如美國為促進整體產業發展、確保小業者的競爭空間，因此對於漫遊採積極開放態度；而歐盟或幅員較大的中國，則強化於境內漫遊費的降低或取消。以下則分就標竿國家漫遊政策發展提出說明。

一、 美國

美國就漫遊發展，持續呈積極開放角度，最早於 1999 年，公布手動漫遊命令（Manual Roaming Order），主要著眼於行動通訊服務係公共服務一環，為推動全國性的行動通訊服務普及，強制業者須同意開放漫遊、提供雙向的即時語音服務方能取得執照，但此時漫遊的方式是手動型漫遊，即消費者要開啟漫遊前，須先和業者簽訂合約並設定付費方式。

2007 年起，因整體行動通訊產業出現合併之趨勢，以獲得規模經濟優勢，區域型經營業者及小業者生存空間受到擠壓，為確保競爭性之存在，將原手動漫遊拓展為強制開放自由漫遊，消費者不須預先簽約申請，便可使用漫遊服務，原先在業者抗議下並考量電信事業為設施型競爭的產業，為避免過度開放而降低業者自行建設網路意願，設有限制條款，業者在本身有建設網路提供服務之區域，不在強制開放自動漫遊規範內，即不可依此規範要求其他業者於該區域提供漫遊服務，但此限制後於 2010 年亦已廢除，認為對於業者而言自行建設網路仍較具優勢，不會因開放漫遊而影響大業者之建設意願，相關強制義務，仍係以保護小業者和區域型服務業者之競爭性為主。

2011 年起，則將強制漫遊範圍由原語音漫遊拓展至數據漫遊，主要考量數據服務隨 4G 網路推出的快速發展，已不再是加值應用服務，而是被廣泛普遍使用關鍵應用，因此數據服務之品質、覆蓋率亦會影響業者之競爭力，由民眾權益觀點或產業競爭觀點，FCC 認為皆應介入強制開放業者提供數據漫遊服務，提高小業者、新進業者之誘因及競爭力，對提供漫遊網路的大業者而言，除可收取合理之報酬，由於自建網路仍較具競爭性，應不會影響對大業者之建設，但對於此強制數據漫遊規範之執行，FCC 也設有審查機制，當業者雙方對於此強制效力有爭議時可申請 FCC 進行審查。

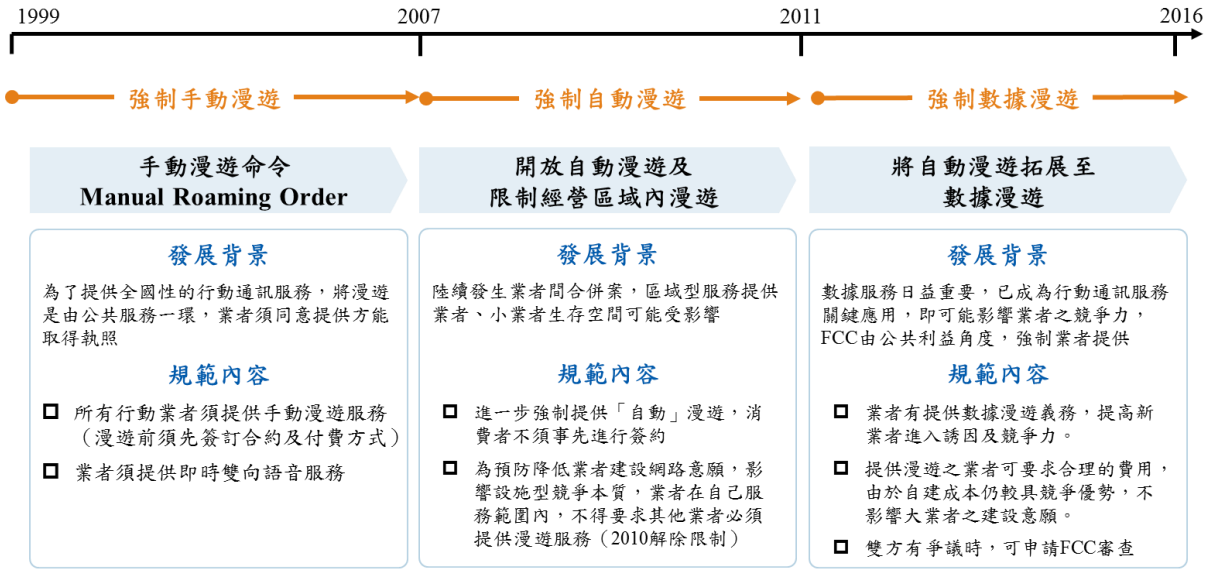


圖 8-11 美國漫遊開放歷程

資料來源：FCC 公開資料，研究團隊製作

針對爭議審核，FCC 也公布 17 項基本標準與原則，針對雙方皆有一定之權利義務之保護，如項次 1、2 即有提到，被請求漫遊方是否惡意妨礙漫遊之生效，如回應時間過久、或提出嚴苛不合理之條件；項次 12、13、14、15 提到雙方若技術不相容、有可行性問題、或被請求方若須付出過高成本方能提供漫遊時，則可合理的不提供漫遊之請求。另也會從市場競爭觀點、消費者權益等角度進行全面性的審理。綜合來說，FCC 在漫遊議題上，主要著眼於小業者、區域型業者之競爭力，持續進行開放，但也並非全然的要求業者進行開放，而是設有相關配套措施、審理機制，若業者間於技術上、成本上確實不可行時，亦可合理合法的不提供漫遊服務。



圖 8-12 美國漫遊開放基本標準與原則

資料來源：FCC 公開資料，研究團隊製作

二、 英國

2015 年 Ofcom 調查英國的行動通訊使用狀況，全英國有 99%的地區可連接行動通訊服務，但只有 46%的地區可以同時接收四家 MNO 業者的訊號。英國政府定義行動通訊與水、電同為屬民生必需設施，提供個人利益以外的社會價值，如：提供安全/緊急/救援等狀況的聯繫、使人因為與其他人保持聯繫而維持身體和情感健康的狀態、使人獲得資訊/教育/娛樂、使人獲得工作機會與滿足故期望等；因此提出兩種需要提升行動通訊覆蓋率的情境：Mobile not-spots 與 Partial not-spots。

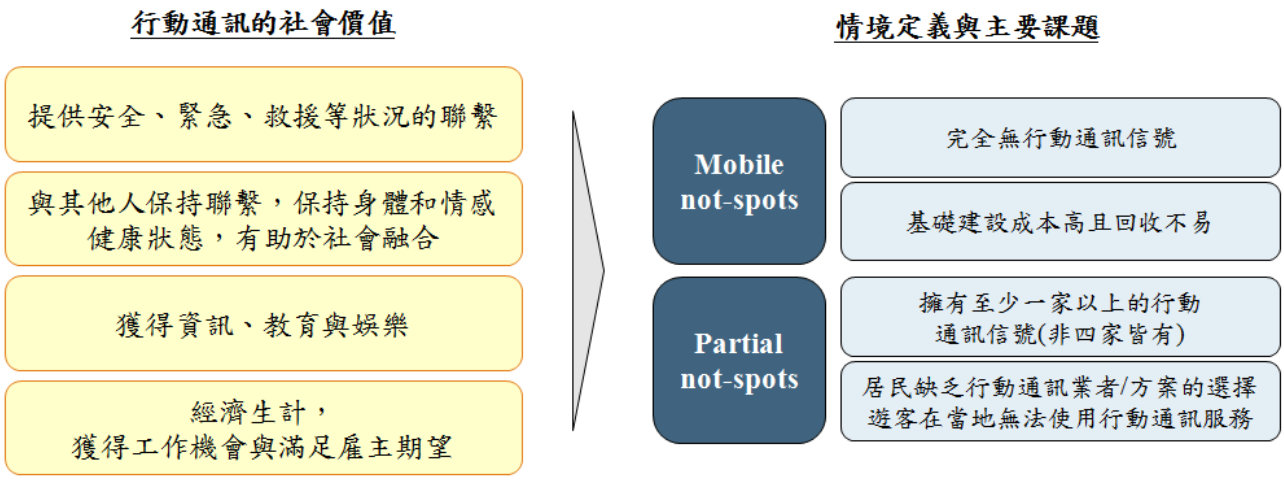


圖 8-13 英國基礎設施共享面臨課題

資料來源：DCMS、UK Parliament 官方網站，研究團隊製作

Mobile not-spots 為完全無行動通訊信號的地區，因為基礎建設成本高且回收不易，多數業者不願投資建設，因此英國政府編列 1.5 億英鎊的預算於通信基礎建設專案(Mobile Infrastructure Project, MIP)，激勵企業投資建置鄉村地區之寬頻網路。由 DCMS 與通信基礎設備和媒體服務公司－Arqiva 結為特殊夥伴關係，提供 Arqiva 資本資金建設新的站點，並讓 EE、O2、Three 與 Vodafone 四家 MNO 業者能在新的站點上提供行動通訊服務。

Partial not-spots 為能夠接收至少一家 MNO 業者行動通訊信號但是無法接收到全部四家的地區，DCMS 認為在這樣的情形下，當地居民對於行動通訊業者及資費方案的選擇上，相對於其他地區具有較不公平的現象，並且其他地區的消費者在當地可能出現無法使用行動通訊服務的狀態。為了改善 Partial not-spots 覆蓋率，DCMS 於 2014 年 11 月提出的公開諮詢文件，包含基礎設施共享、MVNO 接取進階、國內漫遊、不做任何改變四項建議，如下圖所示；儘管多數業者不願採用國內漫遊服務以提升覆蓋率的方法，DCMS 最終還是提議以推動國內漫遊方式提高 Partial not-spots 的地理覆蓋率。

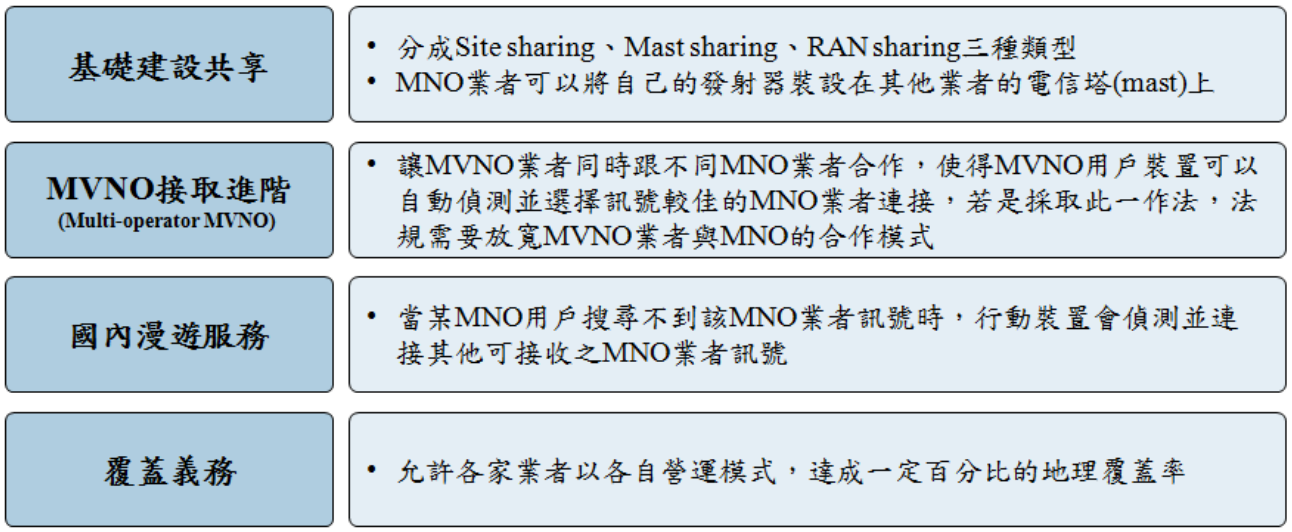


圖 8-14 2014 年公開諮詢之 DCMS 四項建議

資料來源：DCMS、UK Parliament 官方網站，研究團隊製作

MNO 業者認為推動漫遊服務將降低業者投資基礎建設之意願，且對已投資改善基礎建設的業者不公平，並於 2015 年 2 月與 Ofcom 達成協議，同意各業者自由發展其業務，但各業者需在 2017 年達成語音與簡訊 90%的地理覆蓋，以及完整行動服務 85%地理覆蓋。

三、 德國

歐盟為推動 roam-like-at-home（漫遊如同在家）策略，自 2016 年 12 月時依據「數位單一市場」(Digital Single Market)政策，先行宣布逐年調降漫遊之批發費率，自 2017 年 6 月 15 日起，語音漫遊費率為 3.2 歐元/分鐘、簡訊漫遊費率為 1 分歐元/則，數據漫遊費率則採逐年調降，由 2017 年 6 月 15 日為 7.7 歐元/GB，至 2022 年 1 月 1 日時將僅剩 2.5 歐元。歐盟透過批發費率之調整，確保後續零售費率調整之可行性。

2017 年 2 月時即通過，於 2017 年 6 月 15 日起，歐盟會員國跨國之行動漫遊費用將正式終止，即代表歐盟國家之電信用戶，持原 SIM 卡門號，於歐盟其他國家使用時，將可依原費率方案收費，而不像以往需另外支付漫遊費用。目前涵蓋之 28 個歐盟會員國奧地利、比利時、保加利亞、克羅地亞、塞浦路斯、捷克、丹麥、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、意大利、拉脫維亞、立陶宛、盧森堡、馬爾他、荷蘭、波蘭、葡萄牙、羅馬尼亞、斯洛文尼亞、

斯洛伐克、西班牙、瑞典、英國及歐洲經濟區的冰島、列支敦士登、挪威，3 個國家。

德國在實施 roam-like-at-home 後，以主要業者 O2 及 Vodafone 一般預付卡之費率方案為例，如是原費率方案中包含之內容，即可在全歐盟國家皆不用再額外支付費用，但若超過原費率方案提供之額度，則收取之通話分率為 9 Cent/分鐘，相較於撥打至非歐盟的國家，如：美國，需要 1.29 歐元甚至 3.11 歐元/分鐘，相差甚大。

表 8-1 德國電信業者於歐盟境內外漫遊費率差異

方案	在歐盟國家內、費率方案內之通話、SMS、數據傳輸費	在歐盟國家內，超過費率方案後，需額外支付之費率	撥打至美國的漫遊費率
O2 (預付卡)	Free	9 Cent /分鐘	1.29 歐元/分鐘
		9 Cent /SMS	0.39 歐元/SMS
Vodafone (預付卡)	Free	9 Cent /分鐘	3.11 歐元/分鐘
		9 Cent /SMS	0.49 歐元/SMS
		3 Cent/MB	—

資料來源：MyGermanPhone 公開資料，研究團隊製作

四、 香港

香港於漫遊監理上，近年常有民眾發生非刻意漫遊而產生的巨額漫遊帳單糾紛，舉例而言，民眾可能至香港境內北部地區遊玩時，由於覆蓋較差而自動漫遊至中國電信公司的網路，一時不查而產生破萬元港幣之漫遊費用，現香港因此類型非刻意、非主動漫遊的帳務糾紛，一年就會有三千件以上，已呈常態性的問題，而香港電信監理機關通訊事務管理局辦公室原先並未與電信業者進行協商改進，如將漫遊功能預設為取消、設定漫遊收費上限、漫遊費用設定提醒等，而僅是透過宣導方式，提醒民眾應主動進行設定關閉漫遊，但自 2017 年 4 月開始，已開始和各家電信業者進行協商，就客戶取消數據漫遊服務、收費上限、用量上限、本地用量提示、數據漫遊提示等五大項目進行改善，並公告於政府網頁上作為監督改善之成效。

五、 新加坡

新加坡於 2010 年起，有鑑於和馬來西亞因地緣關係，往來密切，因此進行一系列的合作協商，其中之一是由新加坡資通訊發展管理局（IMDA）和馬來西亞通訊和多媒體委員會（Malaysian Communications and Multimedia Commission，MCMC）協商，調降兩國往來之漫遊費用，通話漫遊費率調降 30%、簡訊漫遊則降低 50%，最終於 2011 年 5 月開始實行新的漫遊費率。雖然漫遊費率之調降，可能會影響業者短期之營收，但主管機關也認為，費率之調降有助於兩國往來的密切發生，不管是旅遊、或商業往來，納入人次成長考量，最終應仍會有助於電信業者收益之提升。由新加坡案例可知，漫遊雖多為業者間之協議，但亦可能透過直接透過國家級的合作、協商、談判，去取得更為有利之費率。

六、 日本

2005 年 11 月，總務省為打破當時由三大業者壟斷日本電信業之情境背景下，核發 1.7GHz 頻段給 Emobile，成為當時行動通訊新進業者之一；其母公司為過去推動 ADSL 普及的寬頻通信網路公司 E-Access 公司。當時因尚未擁有全國性的 3G 服務網路，所以 Emobile 於 2007 年 12 月 17 日發表將和 NTT Docomo 集團締結漫遊協定，以期能在 2008 年提供全國性的語音通訊服務，初期人口覆蓋率預估約為 65%，為日本首例提供新進業者全國性國內語音漫遊服務的案例。

由於當時僅在東京、名古屋、大阪及一部分的大城市等區域擁有自建網路，因此宣布在 2008 年春天(2008 年 3 月)至 2010 年 10 月底(建設計畫通過後五年)，在其他 25 個縣市以及北海道地區，將透過漫遊至 NTT docomo 的網路，以達成在 2008 年開通全國性的語音通信的目標；並表示待各區域網路建設完成後，當 Emobile 在各縣市的人口覆蓋率超過 50%時就將終止該區域的漫遊服務，移轉回自家網路上。然而截至 2008 年 10 月 31 日，仍有多達 22 個縣市加上大多數的北海道地區仍在使用 NTT docomo 的漫遊網路。最後 Emobile 終因市占率不足，用戶數剩約 420 萬人(2012 年 8 月)，於 2012 年 10 月宣布以約 3651 億日圓的價格將公司售給 SoftBank，並計畫於 2013 年初完成相關手續，成為 SoftBank 集團的子公司。

北海道地區	北海道縣(不包含札幌及周邊地區)
東北地區	青森縣、秋田縣、岩手縣、山形縣、福島縣
關東地區	長野縣
北陸地區	富山縣*、石川縣、福井縣
中國地區	鳥取縣、岡山縣、島根縣、廣島縣*、山口縣
四國地區	香川縣、愛媛縣、德島縣、高知縣
九州及沖繩地區	大分縣、宮崎縣、佐賀縣*、長崎縣、熊本縣、鹿兒島縣、沖繩縣
	*為2010年5月前已完成的地區

圖 8-15 日本 Emobile 漫遊至 NTT docomo 區域範圍

資料來源：NTT docomo 公開資料，研究團隊製作

七、 韓國

韓國於國家通訊商業法中亦有開放電信業者提供國內漫遊服務之可能性，最初因 SKT 於市佔顯著，幾乎呈現寡占之局勢，小業者在佈建上、競爭上都十分困難，因此最早於 2003 年時，LGT 與 KT 簽訂有漫遊協定，讓 LGT 可以使用使用 KT 的網路，以達成全國性的覆蓋。

第3節 各國推動虛擬行動通信業務現況調研

MVNO 分類方式主要有兩個類型，一是較由硬體面角度出發，依 MVNO 自建設備程度差異進行分類；一是由服務角度出發，依主要服務內容及對象進行區隔。依自建設備程度差異之分類如下圖所示，MNO 業者需完整自建無線傳輸介面、網路路由設備、互連線路、並基於此些設備上提供應用服務、客服、帳務系統、行銷及銷售等。MVNO 之業者，多基於 MNO 業者設備上，提供特定服務，最輕度的 Branded MVNO 只自行提供行銷、銷售之功能；次之的 Second MVNO，則自建提供有客服、帳務、Handset Management 等功能；Light MVNO 業者則提供有特殊之應用服務；自建程度最高的 Full MVNO 則除無線通訊接取設施外，皆自行建置提供，包含路由設施、互連線路等。

我國現已開放有 A 型、B 型 MVNO，即約等同於 Second MVNO 及 Light MVNO，業者可自建業務用支援系統或另開發加值服務系統，但並未開放可自建核心網路的 C 類、D 類 MVNO，即等同於 Full MVNO 之定位。

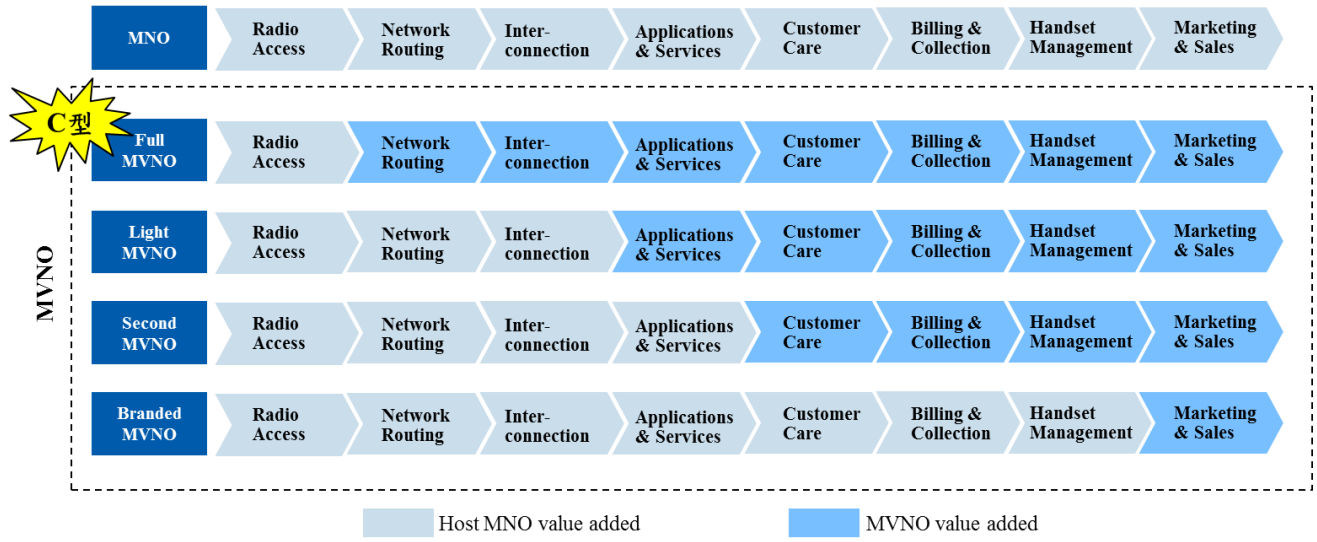


圖 8-16 MVNO 分類方式

資料來源：研究團隊製作

GSMA 另對 MVNO 以服務內容作出八大類分類：折扣型業者以價格優惠吸引顧客；電信營運型業者則多已經營有其他有線業務如：固網、數位電視等，以多個服務一起綁定的方式，進行銷售以提升營收；媒體型業者則由媒體業、娛樂業經營；候鳥型主打國際語音服務、提供商務、旅遊等短期需求；零售型則由零售業者經營，利用其既有通路之優勢、或既有之客群之推廣進行銷售；企業型則著重於企業用戶的服務提供；漫遊型則提供國際漫遊數據服務；另因應現物聯網之發展也有業者提供 M2M 連網環境，相關之計費方式也會有所差異，八大類型 MVNO 如下圖左所示。各類 MVNO 於 2015 年之網路數佔比，以折扣型（26%）、電信營運型（20%）為最大宗，前者以價格差異吸引客人、後者利用既有基礎設施優勢切入行動通訊市場，另針對國際型商務、遊客需求提供國際語音、數據漫遊服務的候鳥型（12%）、漫遊型業者（8%）也佔有一定比例，新興之 M2M 也佔有 5%的比例，各類型 MVNO 網路數占比如下圖右所示。

GSMA對MVNO分類

分類	服務內容
折扣型	以低價開拓用戶
電信營運型	同時綁定其他業務，如固網、數位電視
媒體型	由媒體業、娛樂業經營
候鳥型	主要提供國際語音話務
零售型	由零售業者經營
企業型	提供企業用戶服務
漫遊型	提供國際漫遊數據服務
M2M	為M2M服務提供連網環境

2015年各分類MVNO網路數占比

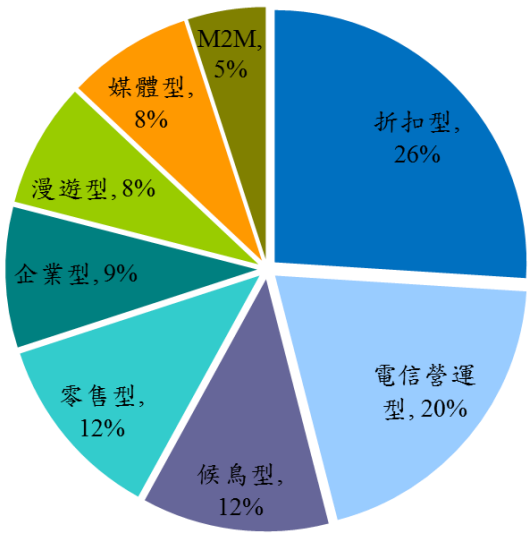


圖 8-17 GSMA 對 MVNO 分類方式及各類網路數占比
資料來源：研究團隊製作

就全球發展而言，根據 OVUM 公司之預測，整體用戶數將會有每年 8.9%的成長，相較於傳統電信業者僅有 2.7%成長而言，MVNO 發展力道相對較為強勁。而發展潛力由區域別作分析，澳洲、歐洲、美洲區域而言，滲透率相對較高，係發展成熟的市場，單純用戶數成長可能相對困難，而是以新類型、新應用之發展為主；亞洲區而言，滲透率較低，為近年成長較快速的區域，尤以中國發展速度最為快速；非洲區雖滲透率低，具發展潛力，但由於基礎建設較為不足，短期可能發展較為困難。MVNO 整體將持續成長，尤其亞洲區關注度較高，另新類型的 MVNO 如：提供 M2M 型物聯網服務之業者、O2O 業者跨界經營型、甚至是 Full MVNO 型等將是成長動能較強的領域。以下各段則就個標竿國家 MVNO 發展現況、策略進行詳細說明。

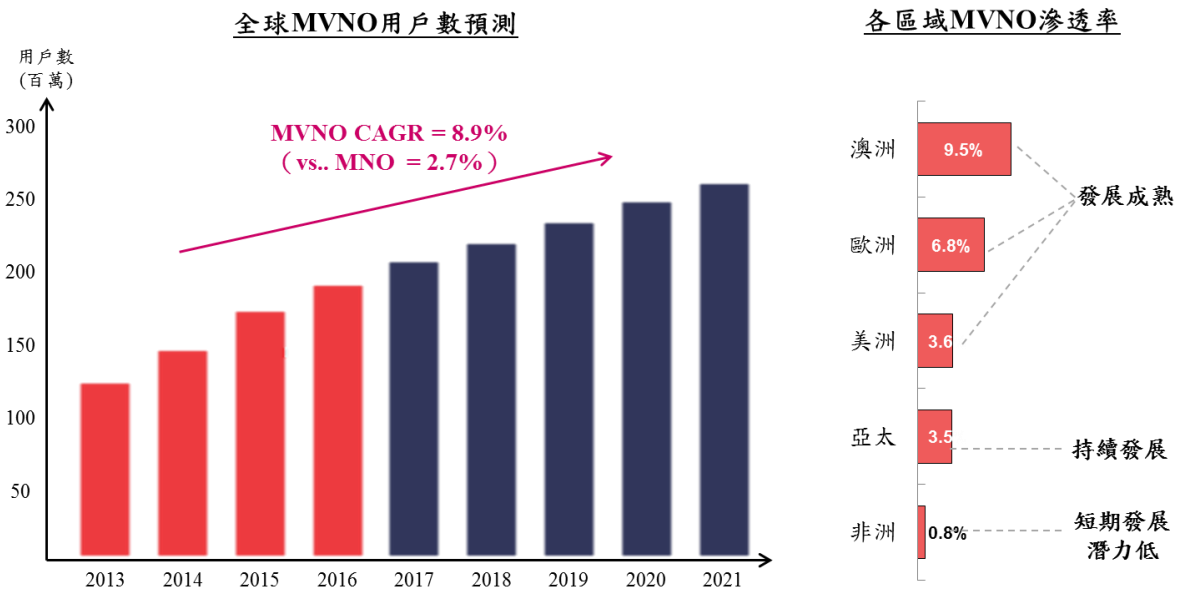


圖 8-18 國際 MVNO 發展趨勢
資料來源：OVUM 公開資料，研究團隊製作

一、 美國

國際上目前 MVNO 趨勢，傳統型 MVNO 正不斷進行整合，甚至不禁市場競爭而退出市場，但亦有新的業者欲跨入此市場，尤其一些新型的 OTT 業者，正試圖打破以往的競爭型態，提供全新的服務、收費模式，美國網路巨擘 Google 正是一例。Google 於 2015 年正式成為 MVNO 業者，並推出 Project Fi 的電信服務，Project Fi 的費率設計是，每月基本月租費 20 美金，可享有無限的國內通話及簡訊，數據傳輸費須另外計算，每 1GB 為 10 美金，但為採以量計費，用多少流量就收多少的費用，如購買 1GB 流量但沒有用完，則會再退費，強調不須為沒有使用的流量付費，如下圖所示，若每月訂閱 1GB 流量，但最後僅使用 0.7GB，則該月之費用為 20 美金的基本費加上使用 0.7GB 的傳輸費 7 美金，共計 27 美金。另數據傳輸月租是可以共享，每多一位用戶共享須多收 15 美金的月費，最多可增加五位用戶共享數據流量。

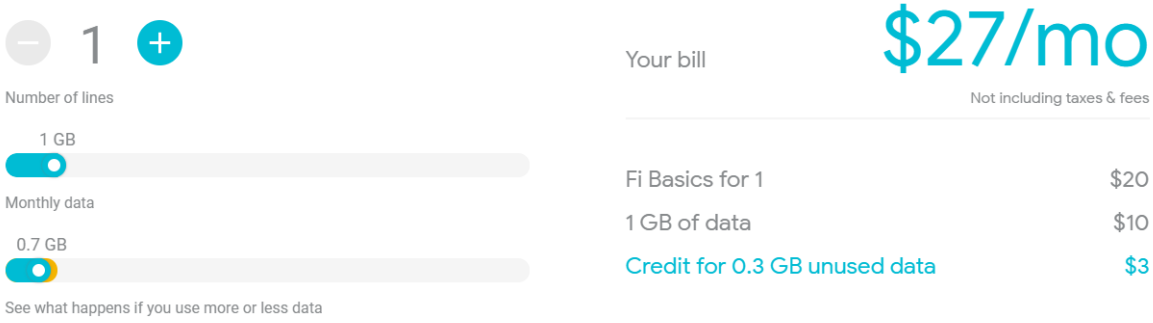


圖 8-19 Project Fi 收費機制
資料來源：Google 公開資料，研究團隊製作

另在其網路部分，Google 並不如其他 MVNO 僅侷限於單一電信商，在美國 Project FI 網路係和 T-Mobile、Sprint 同時簽訂服務協議，用戶會依所在地的信號強度被分配到適合的網路提供服務，以確保整體 Project Fi 的覆蓋率及傳輸品質。Google 現已於全球 135 個國家和電信業者簽訂服務，並在全球收取一樣的傳輸費用，即於 135 個國家上網之費用皆為每 GB 10 美金，不須額位付漫遊費用，另在通話部分，在美國以外國家進行撥話時，也僅另外收取 20 美分/分鐘的通話費，遠低於現國際漫遊通話之費率水準，對於商務人士來說十分便利。雖然 Project Fi 營運模式特殊、創新，但由於在終端設備上有限制，目前也僅於少數國家開放申

請帳號，因此實際使用用戶數並未如預期，仍有待觀察 Google 後續推廣、行銷策略。

二、 英國

英國為國際上 MVNO 發展成熟之國家，根據英國電信顧問公司 Grant Thorton 於 2017 年初的市場統計資料，英國的 MVNO 市場規模達 21 億英鎊，共有約 100 家左右的 MVNO 業者、用戶數達 1300 萬戶，約七隻手機中會有一隻是使用 MVNO 的 SIM 卡，可見 MVNO 對市場的影響力，也因此在英國 MVNO 被視為在四家主要電信業者之外的第五家電信業者選項。在百家 MVNO 電信業者中，用戶有八成以上集中於前六大的 MVNO 業者，包含 Tesco Mobile（約 460 萬用戶）、Virgin Mobile（約 300 萬用戶）、Giffgaff（約 200 萬用戶）、Lycamobile、Lebara Mobile、TalkMobile 等，因此雖然英國 MVNO 蓬勃發展，但競爭也十分激烈，亦有大量業者已退出市場，如：英國郵局於 2015 年 6 月時，也加入 MVNO 競爭行業，希望利用既有客戶利基、及廣佈英國的服務據點，將有助於推廣價格低廉之費率方案，但僅約一年的時間，英國郵局已於 2016 年 8 月終止服務，顯示市場之經營困難程度。

也由於 MVNO 在英國的市占規模高，因此英國對於 MVNO 管制也較為嚴格，如在接續費管制議題上，過去 Ofcom 僅針對 4 大電信業者的接續費率進行管制，對於較小行動電信業者則要求以公平合理的價格提供網路接續服務，於此管制差異之下，部分較小電信業者實際上常收取高於 2011 年所訂的接續費率標準。2015 年 Ofcom 公告更新版的接續費管理辦法，擴大管制範圍，所有被 Ofcom 評估認為擁有市場力(SMP，Significant Market Power)、具備訂定接續費率能力的行動電信業者皆被列入管制，即凡發受話任一端涉及英國行動電信業者的通話，包含 MVNO 皆須遵守一致的規範。

Ofcom 衡量各業者 SMP 的方法，主要參考歐盟執委會的 SMP Guidelines 文件，並從其中選出市占率、市場進入障礙、反補貼購買能力(Countervailing Buyer Power)、定價等四大指標作為 SMP 之衡量標準。另「定價能力」雖未列於 SMP Guidelines 之中，但 Ofcom 認為業者若具備長期定價在獲利水準之上的能力，也是市場主導力的展現，故納入之。依據這四大指標，最後 Ofcom 認定有 72 家業者具備 SMP，意即除 4 大電信業者之外，另有 68 個較小的行動電信業者及 MVNO

業者的接續費被納入規範中，可見 MVNO 對英國之市場具有顯著之影響力。

新制度導入方式，Ofcom 要求主要業者於 2015 年 4 月導入新費率，而小電信業者與 MVNO 業者則須於同年度 5 月導入新費率，較主要業者緩一個月，以讓業者進行設備上需要之調整。並要求所有行動電信業者最少須提早 28 天公告其接續費率的調整以確保價格透明度。對於 2015 年版模型，Ofcom 自 2013 年 9 月起，委託電信專業之國際顧問公司 Analysys Mason 進行其新的行網接續費計算模型設計；經由初版模型發表、多次產業溝通與公開徵詢等，最後於 2015 年 3 月發表最終版模型，並於 2015 年 5 月 1 日導入新費率。

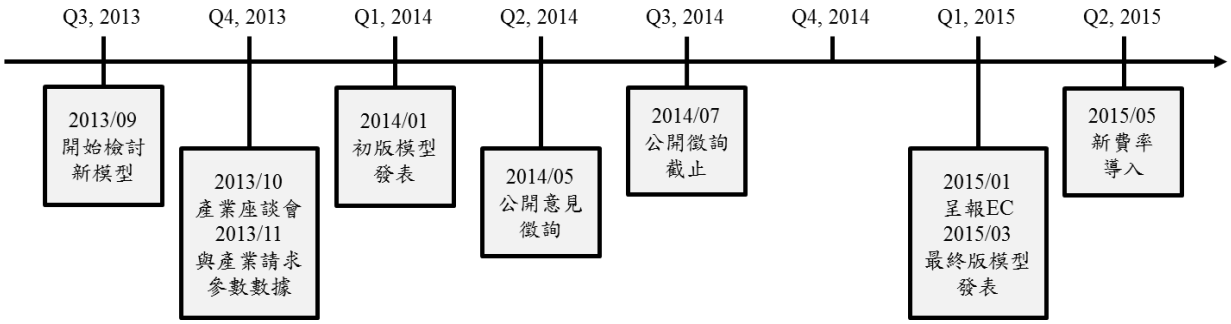


圖 8-20 英國 2015 行網接續費計算模型設定時程

資料來源：Ofcom，研究團隊整理

三、 德國

德國是全球 MVNO 發展快速的國家，2014 年時已有 120 家以上的 MVNO 業者，為排名第一的國家，主管機關有計畫性的在扶持 MVNO 以維持市場競爭，如 2013 年時，市佔第四的西班牙電信（Telefnica）德國子公司 O2，欲收購市佔第三的荷蘭皇家電信（KPN）德國子公司 E-Plus，除立即性因客戶整合而躍升為市佔第一之電信公司，兩家業者也可憑藉網路的整合，降低整體網路的維護成本，預期可帶來 50 億歐元以上的效益，但面臨可能的對市場的衝擊，歐盟執委會最終是附帶條件的通過此合併的申請，條件之一即為須將網路流量的 30%出售給最多三家的 MVNO 業者。但根據研究指出，若市場 MVNO 家數越多時，則業者之 ARPU 則呈反比，即 ARPU 較低，對於整體 MVNO 全球第一的德國市場而言，可見其競爭之激烈。競爭型態上，最早於 2014，德國已有 OTT 型的 MVNO 案例，

E-Plus 與通訊軟體 WhatsApp 合作，推出以 WhatsApp 為主打的預付卡，使用該預付卡時，使用 WhatsApp 的流量即可不列入計算，對於 WhatsApp 來說，可利用其既有用戶，增加語音服務的收入，創造更大的營收，此一營運模式，韓國通訊軟體 LINE，近年亦於日本、泰國推出類似之服務。

四、 香港

香港近年 MVNO 市場快速成長，根據通訊事務管理局之統計，2011 年時，MVNO 用戶約 105 萬戶，至 2016 年時，用戶已突破兩百萬戶，翻倍成長，目前約有 28 家 MVNO 家用戶。但隨 MVNO 家數成長，市場亦開始面臨強勁競爭，尤其是近年中國的電信產業競爭的狀況下，中國三大電信業者皆已陸續透過直接於香港經營 MNO 或設立 MVNO 方式進入香港市場，如中國聯通於香港即是租用和記電信網路以 MVNO 方式提供服務。業者們期待透過 4G 轉售業務、海外遊客、商務客之上網需求，帶來營收獲利，但整體市場亦在眾家業者競爭狀況下，不斷陷入價格競爭中，惟因香港地小人密，建設投資相對小即可帶來大量營收，因此目前仍被視為重要具潛力經營 MVNO 市場。

五、 新加坡

新加坡近年 MVNO 發展動向，在於持續有創新業者將投入市場，如 2016 年 5 月，Circles.Life 宣布推出 MVNO 服務，特色在於使用者可依實際使用情形，隨時調整訂購內容，基本月租費為 28 新幣（約 620 元台幣），包含 100 分鐘通話分鐘數、6GB 數據流量，並加上無限量的 WhatsApp 使用，另外根據需求也可再增購，每 4GB 流量月租費為 6 新幣、每 100 分鐘通話分鐘月租費為 4 新幣，並強調不用簽約、可不限次數隨時調整方案內容。Circles.Life 看準新加坡年輕人口比例高，不用簽訂合約、可隨時客製化調整的方式，將可以切入市場，根據其內部的統計，95%的用戶會下載業者的 APP 進行流量監控、費率方案調整。

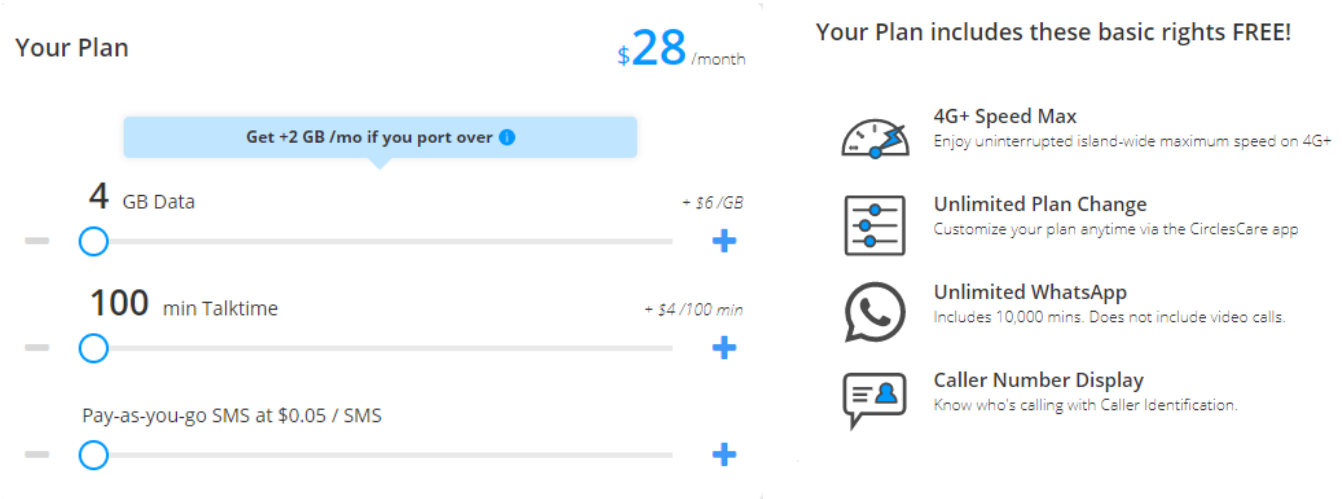


圖 8-21 Circles.Life 費率選擇方式

資料來源：Circles.Life 公開資料，研究團隊整理

六、 日本

日本為國際上現 MVNO 發展最蓬勃之國家之一，早在 2002 年，日本政府為推動與 MNO 間的接續及 MVNO 事業發展，便訂定了「MVNO 相關之電氣通信事業法及電波法的適用關係之指南方針(MVNO に係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン；簡稱 MVNO 指南方針)」。而其發展的重要契機之一，最早可追溯至 2005 年總務省核發行動電話執照給 Emobile，希望打破原日本電信業由三大業者壟斷之情境，但最終 Emobile 仍因市佔不足而被 SoftBank 併購，因此總務省希望推動 MVNO 發展成為市場「第 4 大電信業者」，促進市場競爭。

2006 年起，管制政策上希望能破除過去電信產業垂直整合（合約包含終端裝置）的現象，致力朝水平分離方向推動，MVNO 成為一時話題，但最終未能打破垂直整合模式。當時 MVNO 實際上成功案例並不多，雖然透過 2008 年 3 月推出的 Disney Mobile 曾獲得一定的使用者，但該公司可視為 SoftBank 的子品牌策略，而非完全的新進業者。但在 2008 年 5 月，日本政府增加與電信批發標準方案的內容進 MVNO 指南方針，希望藉由提供電信批發服務條件及費用等重要資訊供新進業者參考，能吸引更多業者投入、進一步帶動整體市場發展。

然而 MVNO 真正的快速成長，主要發生在 2014 年時，ICT 基礎建設政策委員會，為落實產業競爭政策、推動 MVNO 發展，公布終端裝置補助金額調降、取消 SIM-Lock 限制等措施，MVNO 才真正進入急速成長階段。日本 MVNO 近年發展歷程可參考下圖所示。

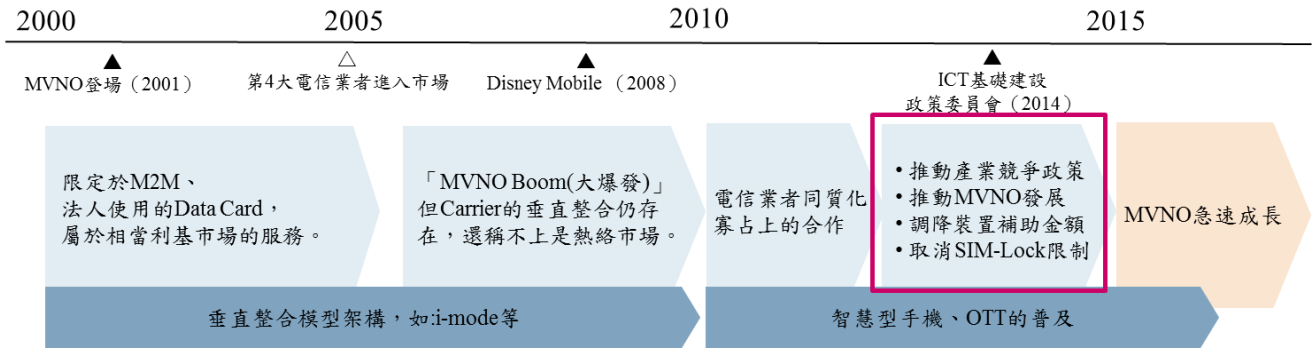


圖 8-22 日本近年 MVNO 產業發展

資料來源：研究團隊製作

整體 MVNO 市場規模，自 2014 年相關政策推出後，持續快速成長，根據日本總務省的統計資料，整體 MVNO 用戶規模已從原先 2014 年 3 月 1,536 萬戶，成長至 2017 年 6 月超過 6,705 萬戶，其中非三大 MNO 所開辦的 MVNO 用戶數於 2017 年 6 月已達約 1,636 萬戶，約佔整體行動裝置市場之 9.7%。日本總務省為促進市場競爭，自 2005 年起持續推動 MVNO，期望能打破原電信產業垂直整合模式，但直至 2014 年調降裝置補助金額、取消 SIM－Lock 限制，MVNO 才急速成長。若依服務型態，可粗略將 MVNO 服務分成 SIM 卡型、通信模組型、單純轉售再販型、其他等四大類；之中又以 SIM 卡型所佔的用戶數最多，截至 2017 年 6 月，投入 SIM 卡型 MVNO 市場業者數已達 42 家之多，不難發現其成長趨勢之快，也顯示日本政府在 MVNO 政策方向已見初步成效。

至於業者在切入經營 MVNO 事業時主要需考量兩個面向，一是服務提供對象，係提供個人客戶使用亦或是針對企業用戶提供服務；另一重點是服務提供之硬體架構，是以自建為主，或是透過 MVNE 業者來提供服務。部分 MVNO 則介於個人與企業服務間，希望利用 MVNO 提高公司原自有服務的附加價值及效率，如結合 TOYOTA 推出的 G-BOOK、亞馬遜書店的 Kindle（個人用）、業務用 IP 無線系統（企業用）、企業用 VPN 等服務一起提供。下圖為業者市場策略分類。

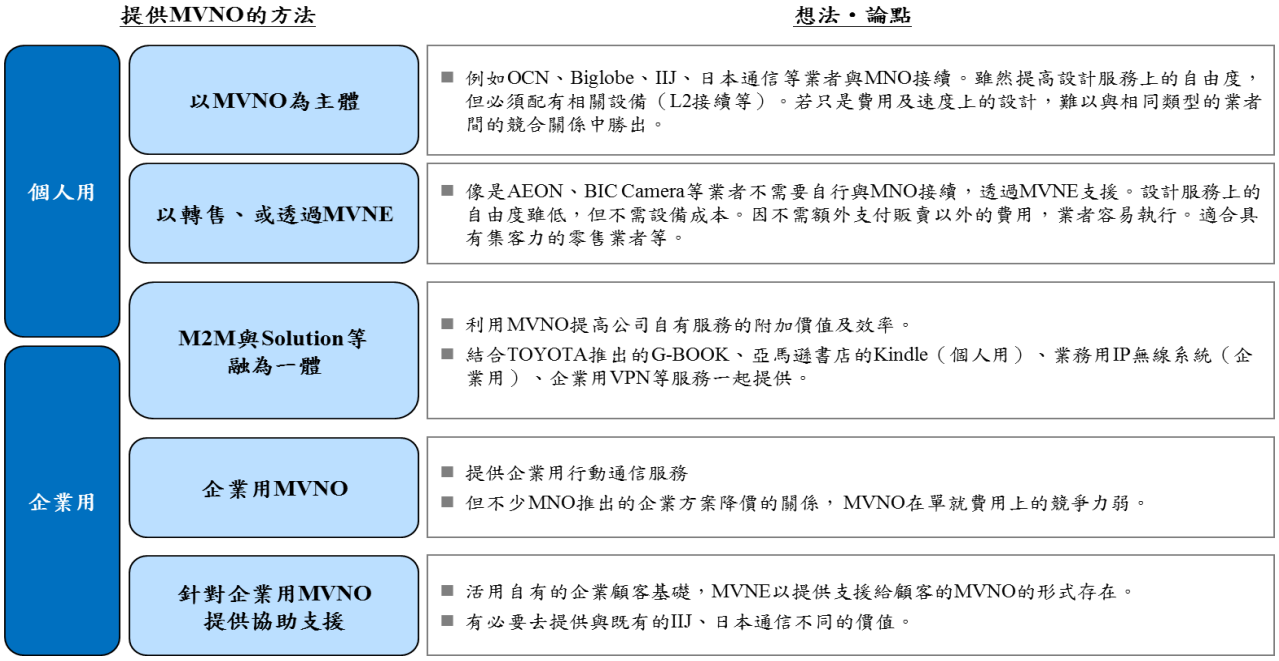


圖 8-23 日本業者進入 MVNO 事業策略

資料來源：研究團隊製作

如前所述，MVNO 網路接續的程度，依業者採取策略不同，自建程度也會有所差異，於日本主要分為 Layer 2、Layer 3 兩大類。Layer 2 業者需自行建設 PGW，成本較高，但相對可提供的服務自由度也較高；Layer 3 業者之伺服器則直接與 MNO 之核心網路 PGW 介接，進行資料傳輸。而為使 MVNO 業者能提供更多元服務，以帶動電信市場競爭，日本政府將 HLR/HSS 設置列為應促進開放的項目，讓日本 MVNO 業者得以朝向 Full MVNO 類型發展，相關之開放進程自 2014 年即開始於 MVNO 委員會討論、至 2016 年 5 月時，正式修正「MVNO 事業化準則」，將 HLR/HSS 合作機能列入應促進開放的功能。

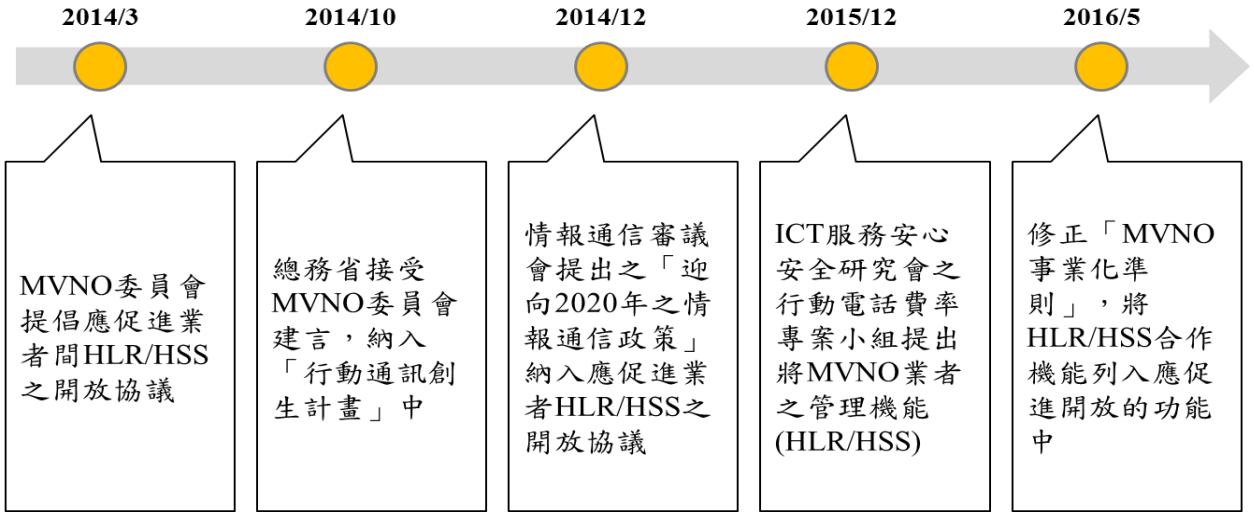


圖 8-24 日本朝向 Full MVNO 開放之進程
資料來源：研究團隊製作

緊接在日本政府宣布開放 HLR/HSS 連携機能，IIJ（Internet Initiative Japan Inc.）在 2016 年 8 月底宣布將於隔年下半年成為 Full MVNO 業者（僅提供數據部份），以因應 MVNO 市場近兩年快速成長下所開啟的資費大戰，期望能差異化自身的 MVNO 服務。IIJ 將透過與 NTT docomo 合作，改變過去向 MNO 業者租借線路及 SIM 卡的服務方式，此次 IIJ 預計將投資數十億日圓來自建 HLR/HSS 設備，不僅將成為日本首個 Full MVNO 業者，也代表著 IIJ 未來能發行自家 SIM 卡，擁有更多在定價及服務提供面上的發揮空間，目前預計將優先鎖定有數據需求的企業用戶、及物聯網之無線連網需求的業者及使用情境，未來可望能推出符合各類機器設備條件及形狀的 SIM 卡以直接內嵌在裡面，抑或可直接以軟體的方式遠端

改寫 SIM 卡內建程式及裝置內容等創新服務，預期有助於推動相關產業的創新與發展。

至於現在日本 MVNO 實際業者提供服務內容，可分為幾大類型：由通信事業業者、ISP 業者出身之 MVNO 業者，如：IIJ、日本通信、OCN 等擅長面對企業客戶的業者，已逐漸朝 MVNE 發展（Mobile Virtual Network Enabler），提供 MVNO 所需之平台；零售業者，如：AEON、BIC CAMERA 所，預估未來市場仍會持續成長。

而現成長最快速之 MVNO 業者，當屬已擁有既有客群的樂天 Mobile、LINE 等 OTT 業者。隨著費率競爭逐漸成熟，OTT 業者也開始將通信服務與公司原有業務做結合，尋求綜效及提升競爭力。以 LINE Mobile 為例，在智慧型手機的普及、消費者通訊習慣改變的背景之下，相較於傳統語音電話，不少民眾更傾向透過像是 LINE 等的傳訊軟體作為取代，看到這樣一個未被滿足的市場需求，LINE Mobile 於 2016 年 9 月跨入 MVNO 服務市場。清楚自身使用者以年輕族群為主要樣貌，LINE Mobile 推出凡申購該方案者，使用指定 APP（LINE 軟體和主要社群軟體）的網路流量皆不計入月租數據量，希望能結合 LINE 原先的既有族群之外，透過搭配 LINE Points 等旗下相關服務，例如：凡開啟官方帳號的「契約者連携」功能者，每 100 日幣基本月費可獲得 1 點 Line Points；或是結合既有支付功能，能線上購買數據用量送禮或自用之外，如當月數據用量用不完時，更可將流量送給同樣使用 Line Mobile 的好友和家人(但該贈送容量僅限當月有效)。

	Line-Free-Plan	主要SNS-Free-Plan	MUSIC＋ Plan
每月基本費	500日幣起	1,110日幣起	1,810日幣起
每月數據量	1GB	3GB、5GB、7GB、10GB	
享無限數據之服務	Line	Line、Twitter、FB、Instagram	Line、Twitter、FB、Instagram、Line Music

圖 8-25 Line Mobile 計費方案

資料來源：Line Mobile 官方資料，研究團隊製作

透過這樣的設計，期望能加深、加廣原先的軟體服務範疇，進一步強化使用者黏濁度。同時標榜使用 NTT docomo 的網路，不論是在特約連鎖家電量販店及

通訊行，或是網路線上都能輕鬆選擇申辦方案及購買手機；並透過原先 LINE 的通訊功能，除了能提供不間斷的客服服務之外，最重要的是 LINE 希望能更進一步藉此鼓勵使用者從語音電話轉向 LINE 的電話功能。

另外關於提供 M2M 相關特殊利基市場服務的業者，如：TOYOTA（汽車）、SECOM（保全），雖然近年 IoT 市場急速成長，但隨原電信業者調整原費用架構之彈性，以 MVNO 去施行的必要性也逐漸減少。另原先由 MNO 業者成立之副品牌，如：Y!Mobile、UQMobile，雖透過費率價格帶設定和母公司做出市場區隔，並有效利用來自 MNO 的資金持續維持成長，但未來 MNO 自己的下游客戶與副品牌間仍有可能會發生業務競爭關係。各類 MVNO 業者近年發展趨勢如下圖整理。

MVNO業者	實例	未來發展動向	展望
通信事業者、ISP等	OCN、IIJ、日本通信、Biglobe, So-net、Nifmo	IIJ、日本通信、OCN等擅長面對企業客戶的業者、逐漸朝MVNE發展。	
零售店等	AEON、BIC CAMERA、Yodobashi Camera	預估未來仍持續看漲。很多這類業者使用IIJ提供的MVNE服務。	
OTT等	樂天Mobile、LINE、ToneMobile（TSUTAYA）	目前成長最多的。隨著費率競爭逐漸成熟，開始將通信服務與公司原有業務做結合。	
其他	FreeBit	一部分的獨立企業透過投入開發終端裝置，創造自身獨特性。另為一小部份的企業呈持續成長。	
M2M相關（汽車等）	TOYOTA、SECOM（保全）	即便IoT市場急速成長，以MVNO去施行的必要性卻也逐漸減少。（MNO的費用架構的彈性上升）	
MNO的副品牌	Y! Mobile、UQMobile（雖是MVNO，但實際運營商為KDDI）	副品牌即便有效利用來自MNO的資金持續維持成長，但未來MNO自己的下游客戶與副品牌間有可能會發生業務競爭關係。	

圖 8-26 各類 MVNO 業者未來發展趨勢
資料來源：研究團隊製作

七、 韓國

為破除行動通訊事業由三大業者壟斷的情況，韓國政府在 2010 年新增關於電信批發的第 38 條到原電信通信事業法，提供了 MVNO 業者在進入市場的法律基礎，指示 MNO 業者在沒有特別原因情況下，須在收到請求的 90 天內完成訂定協議，並在協議訂定後 30 天內呈報給未來創造科學部。未來創造科學部除了每年定期公告批發費率水準之外，每個月也會計算 MVNO 市占率。而為確保韓國 MVNO 業者服務發展的穩定性，並導入了電信批發義務制度，目前規劃將持續到 2019 年 9 月。

推動初期，以中小型業者為主要新進業者；為進一步提升 MVNO 市場競爭度，有鑑於部分 MVNO 業者在通路上不敵既有三大業者，不利於業者拓展業務，因此韓國政府在 2013 年 9 月開放郵局通路代售 MVNO 業者的商品，一路從 2013 年 229 間郵局數，成長至 2017 年的 1500 間。目前已提供約 10 家中小型業者服務，透過這類實體通路接觸的方式，成功降低部分消費者對 MVNO 業者的不信任。此外，韓國政府也逐年下調電信批發費率，歷年之語音批發價已從自 2011 年的 65.9 韓圜降至 2016 年的 30.2 韓圜；數據批發價則從 2011 年的 141.9 韓圜降至 2016 年的 5.4 韓圜。

為降低 MVNO 業者在財務上的負擔，自 2013 年實施頻率使用費減免制度，累積至 2016 年相關業者總減免額已達 800 億韓圜，並規劃將於 2017 年 9 月落幕，希望能藉此縮小 MVNO 業者和 MNO 業者間競爭實力上的落差；在 2017 年 3 月時韓國 MVNO 用戶數已達 701.7 萬人。

第4節 各國後置電路(mobile backhaul)批發服務開放現況

我國目前針對後置電路相關管理規範，主要訂定於電信法第 26 條、第一類電信事業資費管理辦法第 6 條，管制對象則主要針對市場主導者，並以價格調整上限（Price Cap）制進行管制。我國固網出租市場，經通傳會評估後，認為中華電信不管就電路的涵蓋率、品質（光纖數量）、技術先進程度，皆為市場領先者，對整體市場價格、服務水準有重大影響力，因此將中華電信認定為固網出租市場之市場主導者。因應 LTE 持續的普及、及新技術如物聯網、5G 之逐漸成熟，可預期市場對於電路出租之需求也會持續成長，電路出租批發服務之管制也可能影響整體電信服務之提供成本、普及速度，因此通傳會於 106 年 9 月，亦已委託財團法人電信技術中心，針對「下世代批發電路服務成本計算方式」主題進行公眾諮詢，探討未來我國批發電路服務成本之計算方式。以下研究團隊也就國際上批發電路出租發展趨勢進行整理說明。

一、 美國

美國電路出租市場部分，爭議較大在於提供企業用戶與用戶端連節之特殊接取服務（Special Access Service），由於此段市場主要提供者僅有 AT&T、Verizon Communications 兩家業者，近於寡占市場，且以往無相關費率管制，而是交由市場機制自行進行協商，因此多家 ISP 業者屢次提出意見，認為政府應介入管制此寡占市場，而不應讓少數業者得以獲得超額報酬、影響整體市場進展，FCC 也因此開始進行一系列調查，研究市場競爭情形及管制實施之必要。

FCC 針對商用數據服務市場，於 2016 年討論中，針對以 TDM（時分復用模式）提供之電路出租服務，目前仍維持價格上限管制，逐年調降 3-4%，但若是以 packet-based（封包模式）提供之電路出租服務，則維持不管制的模式。

二、 英國

英國在電路出租相關管制上，主要受管制的業者為 BT、KCOM 兩家主要的固網提供業者，主要採行方式同樣採 Price Cap 方式進行價格調整上限管制，另除價格管制外，英國為國際上少數已設定接取義務之國家，及針對 BT 之電路出租服務，規範裸光纖應開放接取，並應達一定之服務標準。

三、 德國

德國電路管制主要對象為 Deutsche Telekom（德意志電信），德意志電信為原國營企業民營化經營，因此在基礎設施資源上佔有一定優勢，也為目前主要受管制之對象，目前德意志電信提供多樣化的電路出租選項，管制方法上，主管機關聯邦電信管理局（Bundesnetzagentur）採用成本導向之定價方式，即以德意志電信提供服務之成本作為定價基礎，再參酌國際標竿調研、模型模擬試算結果，進行管制費率水準設定。

四、 香港

香港對於中間市場價格之管制，未若其他國家，設有價格上限或成本計算之管制方式，而主要是交由市場自行進行商業協商，但業者間之互連協議，則會公告於通訊事務管理局網頁，透過公開、透明機制進行監理。零售市場部分，亦採相同之管制方式，要求業者自行訂定客戶服務表現承諾 KPI 並自行進行檢核、公告相關資料於通訊事務管理局網頁，如下圖香港寬頻之承諾事項中，即包含系統可靠性、維修服務、客訴處理、技術表現、網路表現等五大面向。

服務種類	表現承諾	年季度表現			
		2016 第四季	2017 第一季	2017 第二季	2017 第三季
網絡系統的可靠性					
我們承諾會為客戶提供最可靠的服務 **任何因「香港寬頻」控制範圍以外的情況或環境(不可抗力理由)除外，包括但不限於天災、戰爭、叛亂、爆炸、火災、颱風、洪水、政府行動、政府或其他監管機構所施加的制約、勞資糾紛、貿易爭議或任何由第三者所造成而「香港寬頻」無法控制的延誤 **網絡的定義是指我們數據中心內的核心系統	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%
維修服務					
當接到客戶要求後，我們會在兩個工作天內安排進行維修，為客戶解決寬頻服務問題 **「香港寬頻」代表和代理必須能夠沒有被第三者/客戶阻擾或延誤及在天氣情況容許下及其他安全情況下抵達客戶的處所及於合理的時段內進行安裝、檢查、保養、維修、拆除或恢復器材正常運作或提供其他合理而需要的服務 **任何因客戶電腦軟件或硬件或網絡器材所構成的問題除外 ** 任何其他不能控制的因素,如停電或涉及第三者的維修工程等	99%	99%	99%	99%	99%
客戶投訴處理					
當我們接到投訴後，我們會於三個工作天內提供一個解決方案給客戶考慮 **任何因客戶提供不充份資料、聯絡不到客戶、等候客戶決定、地點需要維修的情況除外	90%	92.85%	94.75%	91.29%	92.28%
客戶服務熱線表現 (電話查詢)					
我們的目標是於正常營業時間中能在三十秒內接聽現有客戶的電話查詢 **任何因為網絡運行中斷及客戶服務熱線中心系統故障的情況除外 **正常營業時間為上午九時正至下午十一時正	80%	79.13%	89%	86.15%	90.53%
技術表現					
我們保證100M客戶能享受上/下載速度不低於承諾速度的80% **速度測試由客戶家中總身插座連接至香港互聯網交換中心(即本地連接)	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%
網絡表現					
接駁互聯網網址的網絡時延 (以往返時延計算)： 往海外網址：					
- www.pchome.com.tw(Taiwan)	40毫秒	26.3毫秒	23.6毫秒	28毫秒	26毫秒
- www.nintendo.co.jp(Japan)	70毫秒	35.2毫秒	29.6毫秒	2毫秒	1毫秒
- groups.google.com(US)	50毫秒	18.0毫秒	13.6毫秒	14.3毫秒	13.3毫秒
往本地網址：					
- speedtest.ofca.gov.hk(Hong Kong)	3毫秒	0.1毫秒	0.8毫秒	0.7毫秒	0.7毫秒

圖 8-27 香港寬頻網路公司服務承諾

資料來源：通訊事務管理局公開資料，研究團隊整理

五、 新加坡

新加坡為政府發展數位政策國際上有目共睹之國家，近年為面對智慧化國家、物聯網之發展，也積極推動基礎建設的增設、升級。新加坡的寬頻網路基礎建設從 1996 年推動的 Singapore ONE (One Network for Everyone)計畫開始規劃，由政府和民營公司合作，舖設全島寬頻網路，串接所有政府機構、學校、企業和家庭，並與美國、澳洲、中國、日本、歐洲和所有東南亞國協國家相連。2006 年 3 月，IMDA 提出「下一代國家資通訊基礎建設發展計畫（Next Generation National Infocomm Infrastructure, Next Gen NII）」，希望建構新一代網路基礎設施，包含有線及無線寬頻網路。其中，「下世代全國寬頻網路計畫(Next Generation National Broadband Network, NGNBN)」，希望在 2012 年前向全國用戶提供 1Gbps 以上超高速有線網路服務；無線網路則以人口集中的地區為主，由 IMDA 與無線服務供應商合作，安裝無線寬頻網路(Wifi)基地台，使民眾在特定區域，可以透過 Wireless@SG 享受 512Kbps 的上網速率，此一網路建設亦有政府和民間共同合作，其中線路部分政府補助 7.5 億新幣，由 OpenNet 公司負責實際網路之建設、維護，OpenNet 也與其他電信業者簽訂有網路互連協議。在新加坡發展前瞻基礎設施上，其政府往往扮演重要角色，出資並給予明確重點政策方向建議。另在既有網路管制上，針對各項線路批發市場，則同樣以長期增支成本法（LRIC）進行管制，並對業者規範有相關之義務，須以合理價格提供批發服務、並不得歧視或排擠任意業者租用其電路服務等，確保其網路接取之公平性及價格之合理性。

六、 日本

日本針對電路出租市場之管制，考量產品區隔、地理區隔後，主要管制對象為 NTT 東日本及 NTT 西日本兩家公司，日本總務省在電信價格管制方法上，多採用成本導向之價格管制方法，訂定計算的方法跟概要後，由業者進行實際的計算，再配置會計人員進行查核及最後主管機關的審核，希望由業者實際之成本為基準去訂定價格管制上限。

另在 2015 年時日本政府也針對電氣通信事業法進行修訂，於 2015 年 5 月公告、2016 年 6 月施行，內容主要有三個主要之方向：促進電氣通信產業的公平競爭、促進消費者權益、其他等。其中於促進電氣通信產業的公平競爭中，也提到應推動批發服務之制度化，包含較新型的光纖網路批發，可見日本亦已著眼於未

來線路之需求，進行光纖網路管制之探討。另於業者管制部分，日本政府持續推動促進 MVNO 業者進入電信市場，因此亦也修改行動電路接續費相關規則，破除以業者是否持有線路作為規範與否的標準，將 MVNO 業者納入法律適用對象，同時希望藉由此次修訂幫助 MVNO 業者取得其經營上必要的出租線路。

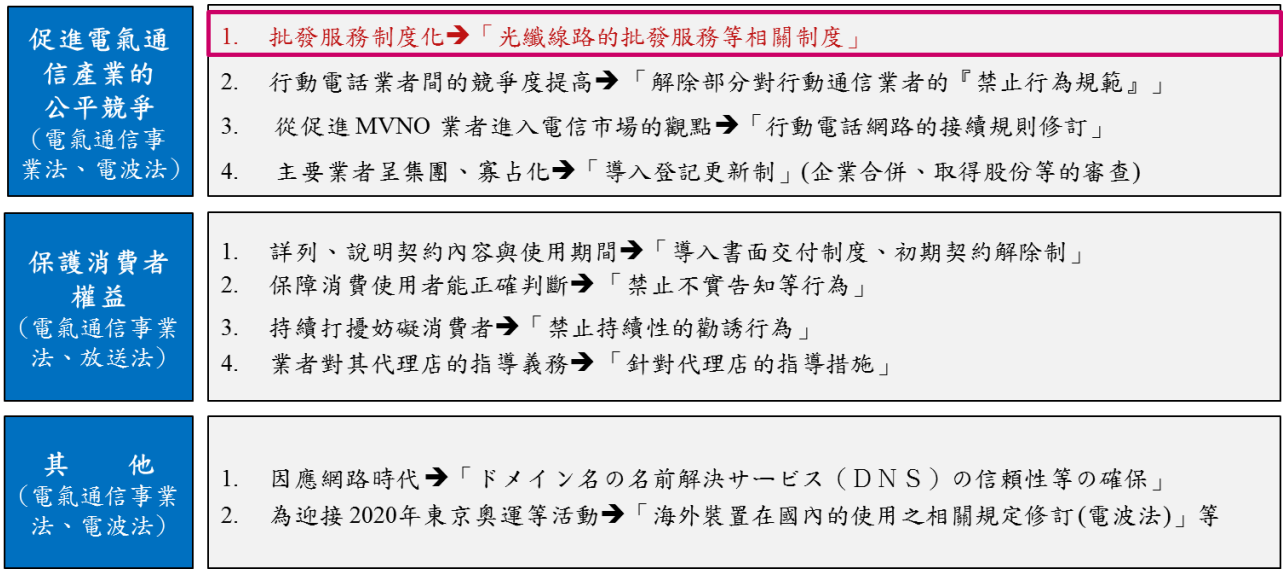


圖 8-28 日本 2015 年電氣通信事業法修訂概要

資料來源：日本總務省，研究團隊整理

七、 韓國

韓國電路出租主要管制對象為 KT，雖然韓國於規則上並未以技術進行費率管制的區分，但實際上管制內容以乙太網路出租為主。另韓國在批發價格管制上，計算成本方式多採用長期增支成本法 Long-Run Incremental Cost（LRIC），LRIC 理論基本概念為，假設新業者進入行動網路服務時，以最佳技術與設備建構出的最具效率之電信網路，並假設長時間的成本估算時固定成本可變成更新費用，藉此計算增支成本。以 LRIC 計算出之成本相較於日本以實際資料計算之成本，通常數值上較低，因為非完全為實際資料，而係一具前瞻性的成本計算法則，希望透過此一成本，推動服務保持提供之效率性。

第5節 各國行動寬頻業者策略聯盟與合併之監管調研

電信事業經營，規模為重要競爭優勢，須達一定規模時，方能以較有效率方式建設網路，降低成本並提升服務品質，因此各國電信事業產業多有合併情形發生，多是為了規模的提升以取得更佳之競爭優勢，但由於電信事業之特殊性，多數國家之電信事業合併時，需經過監管機關，或反壟斷機關之審核，需在不影響電信產業競爭性的狀況下，方能通過審核進行合併。

除合併之外，業者亦可能透過策略聯盟方式以提升競爭力，對於策略聯盟之管制，難以以一通則進行管理，因此各國監理機關多於各項業務執行時，設定一定之標準，以避免業者透過策略聯盟有不當得利之情形，如研究團隊於第五章第二節閉鎖期中，即整理有美國案例，為避免有業者透過聯盟方式，透過小業者以優惠身分資格取得頻譜後，再轉租回給大業者實際使用，因此設有聯合投標限制的規定，同時小業者若為透過優惠資格取得頻譜，則於五年內轉讓須繳回一定比例之補償金。其餘對於惡性策略聯盟之預防，由於難以於事前之意圖進行判定，因此各國多以個案方式，於可疑情事發生後，進行個案審理認定。因此以下則主要就各國於業者合併之審理標準進行案例說明。

一、 美國

美國對於業者合併審核之認定方式與執照轉賣概念相同，申請方必須說服市場與大眾，有關自家的合併對其有益的原因。合併企業必須事前取得司法部及公平交易部的許可，該單位有義務調查該申請案是否違反獨占禁止法，若調查結果認為該交易對於市場競爭會帶來不好的影響，必須做適當的處理，對地區聯邦地方法庭提出禁止命令的訴訟。若業者對於判決結果有異議，針對地方法庭的命令與判斷：可向地方法庭同一地區的巡迴控訴法庭提出上訴。若巡迴控訴法庭拒絕審查的申請，可向最高法庭提出案件審查申請。

歷史合併案例上，為求審核通過，申請合併之公司，多會主動提出條件，以確保不會影響市場之競爭性，常見之條件有多餘頻譜之轉移、特定服務之提供、服務費率之維持等，如：Sprint 公司與 Nextel 公司於 2005 年申請合併時，以 4 年內提供 2.5Ghz 頻段無線服務為條件，獲得美國司法部與 FCC 核准合併；AT&T 公司與 Bell South 公司：另 2006 年 FCC 核准 AT&T 公司收購 Bell South 公司，但附帶條件有出售 2.5GHz 頻段，年間以$19.95 提供基本的高速網路服務及依據

網路中立性（Net Neutrality）規制進行企業活動等。

近年美國電信市場較大的合併可能，在於 2011 年 3 月時，市佔第二的行動電信公司 AT&T 宣布要併購 T-Mobile，但最終於 2011 年 12 月時，由於受到 FCC、司法部、甚至是競爭對手 Sprint 的質疑因此放棄合併案之申請。2017 年時，市場合併風聲再起，由軟銀控股的 Sprint 欲和 T-Mobile 進行合併，若合併成功則將成為市場第三大之電信商，增加與 Verizon、AT&T 抗衡的能力，但最終兩家業者未能達成協商，自行於 2017 年 11 月宣布放棄合併協商，並未正式向主管機關提出申請，但可預期若兩家業者欲進行合併，由於兩家業者分別為市佔第三、第四大之公司，因此合併申請將面臨相對嚴格的反壟斷審理。

二、 英國

英國行動通訊市場市佔第四之業者 Three 於 2015 年初和市佔第二之業者 O2 達成協議，將以 100 億英鎊進行收購合併，若合併可通過審核，總用戶將達 3100 萬的規模，達近四成之市佔率，一舉超越原龍頭 EE 公司，成為英國最大規模之行動通訊業者。為通過主管機關之審核，O2 母公司長江和記實業，曾提出多項優惠承諾，包含合併後 5 年內持續投資 50 億英鎊於英國電信業、絕不提高語音或數據傳輸費率、將部分網路容量與其他業者共享，以維持公平競爭環境等。

經超過一年的審核時間，歐盟執委員會於 2016 年 5 月做出決議，認為若 O2 和 Three 完成合併，市場將僅剩三家主要電信業者，將可能降低競爭壓力、進而造成費率上升，因此否決兩家業者合併案之申請，期間原預定進行新一波之 4G 頻譜釋照，也因兩家業者合併案審核未完成關係，而延後舉行。

用戶市占排名	業者	頻譜 (MHz)	營收 (mn GBP)		行動通訊用戶數量(萬戶)		
		頻譜總量	行動通訊	整體	4G用戶	總計	比率
-	O2+Three	185.9	--	5,909	533	3100	34.7
1	EE	220	5,514	6,311	1,224 *	2,837	31.6%
2	O2	91	--	3,846 **	262 *	2,300	25.8%
3	Vodafone	181.9	--	6,173	603 *	1,820	20.2%
4	Three	94.9	2,063	2,063	271 *	800	8.9%

*為NRI推估數字
** O2原營收單位為EUR，EUR/GBP = 1.377
***2015年平均匯率：GBP/TWD = 0.021

圖 8-29 英國行動通訊市場狀況

資料來源：各公司年報、Ofcom、4G.co.uk 公開資料，本計畫整理

三、 德國

德國近年最大的電信業者合併案，是 2013 年時，市佔第三的 E-Plus（2390 萬用戶）和市佔第四的 O2（1930 萬用戶）欲進行合併，若合併成功用戶合計將超過 4000 萬，超過原市佔排名第一的 T-mobile（3660 萬用戶），原先兩家業者於覆蓋和技術上並未能提供完善之服務，但整合後預期透過硬體的整合，將可能透過成本的節省產生 50 億歐元以上的綜效，大幅提升其面對對手之競爭力。

但歐盟針對大型併購案，涉及境內年銷售額達 2.5 億元之企業，則須經歐盟執委會反壟斷審查部門之審核，確保合併不會對市場競爭性產生影響，原先於 2013 年底時，歐盟執委會認為合併將影響德國電信業者之競爭，因此予以否決，但於 2014 年 8 月時，則以附帶條件允許兩家業者之合併，O2 須將網路容量 30% 出售給最多三家 MVNO 業者、並將部分頻譜及資產出售給未來欲進入德國之 MNO 業者或 MVNO 業者，以維持市場之競爭性。值得注意的是，雖然德國本身之監理機關對於此合併案持反對意見，認為市場主要業者由原先四家整合為三家將影響市場之競爭性，但由於此交易案規模過大、且涉及跨國之業者，O2 母公司為西班牙電信、而 E-Plus 母公司則為荷蘭電信營運商 KPN 所有，因此最終在歐盟反壟斷審查部門的同意下，完成此合併案。

四、 香港

香港近年較大之電信業者合併案，為 2014 年香港電訊 PCCW（現為 HKT）收購香港移動通訊 CSL，雖有業者提出反彈意見，但最終香港通訊事務管理局，仍以有條件方式通過合併之申請。香港通訊事務管理局審核之標準，主要依據「電訊條例」（第 106 章）第 7P 條相關規範，條文中主要內容為，若主管機關認為合併後對市場之效益大於對競爭的損害，則可予以同意；若主管機關認為合併後對市場競爭的損害較大時，則可以有條件方式予以通過。

最終主管機關對合併案提出五大附帶條件：

1. 繳回 29.6MHz 之 3G 頻譜、另 1920.3－1935.1 / 2110.3－2125.1MHz 頻譜於 2016 年屆期後，不得申請延照及再次取得有關的頻譜；
2. 交易生效後五年內不得參與任何香港的 3G 頻譜拍賣；
3. 交易後五年內，若要關閉基地台，則須提前 90 天通知主管機關及其他電信業者；
4. 三年內，須持續向 MVNO 業者提供批發接取服務；
5. 須維持原和中國移動香港的 3G 網路容量共用協議，不得因減少 3G 頻譜量而影響原有協議服務；

但值得注意的是，由於附帶條件中，主要針對產業競爭性、頻譜集中性作出限制，而並未限制零售相關條件，因此於合併後，香港電訊開始進行原兩家業者費率方案整併，亦同時變相進行費率調漲，各方案調整服務從 2.2%到 50.5%不等，對市場終端消費者產生一定之影響。

五、 新加坡

新加坡自 2000 年電信產業自由化後，一直處於三大業者 SingTel、M1、StarHub 並存的狀況，一直到 2016 年新一輪的頻譜拍賣時，才刻意引入第四家電信業者，最後由澳洲電信商 TPG 成為新加坡第四家電信業者。因此近年新加坡並無業者合併之案例，但新加坡於 2001 年時，因應電信自由化，已就電信合併審核進行討論，決議電信產業合併須經主管機關 IMDA（現 IMDA）審核，當 IMDA 評估合併將影響市場競爭性時，有權禁止合併案執行，即否決電信執照之移轉。

六、 日本

2005年11月,總務省為打破當時由三大業者壟斷日本電信業之情境背景下，核發三張執照給新進業者，其中包含 Emobile。雖然於 2011 年初用戶數成功突破 300 萬戶，但最終在經營上仍不敵三大業者，被併回了母公司。由於 Emobile 當時被核發的頻段為1.7GHz,配合當時剛推出的iPhone 5,價值大幅提升的背景下，最後 SoftBank 以三倍出價成功打敗了 KDDI，並於 2013 年初正式併入 SoftBank 集團。由於公司已被合併，因此先前遞交的基地台建設申請，在達到提供 MVNO 電信批發義務、以及定期向總務省報告關於使用頻譜及其整合狀況，並將由總務省公布在網站上等兩大條件下，移轉相關權利至買家身上。

另外，在這之間，SoftBank 旗下已有 BB mobile、PHS 等多家子公司，並於 2015 年 4 月將相關之四家子公司進行組織整合，對此由於屬集團內整併，因此在法律上並未有相關疑慮。然而當時外界推測，SoftBank 之所以會這麼決定除了為節省營運資源之外，推估應與當時總務省改變方針有關。在此之前，頻譜指配對於申請上較有利，但因總務省改為以集團為單位進行檢視，因此對於 SoftBank 而言，便無必要繼續在維持多家業務類似的子公司型態。

七、 韓國

近年的合併案，SKT 於 2015 年 11 月表示計畫將取得韓國最大的有線電視業者 CJ Hellovision 的 53.9%股份以併入旗下固網公司,在經過公平交易委員會長時間審查後，有鑑於兩家公司的合併恐違反付費電視、行動通信零售市場及批發市場等市場競爭限制。除了因 CJ Hellovision 是目前韓國 MVNO 中市佔最大的業者之外，SKT 在 MVNO 市場中除扮演批發角色外，同時在 MVNO 零售市場中擁有 SK Telink 的子品牌；且如合併通過的話，將同時掌握有線及 IP 電視市場之外，在全國有線電視市場共 23 個地區中有 21 個地區為市佔第一；種種原因之下，韓國公平交易委員會於 2016 年 7 月初正式駁回 SKT 的併購申請。

第6節 我國產業界對行動寬頻業務共享模式探討

針對行動寬頻業務共享模式，研究團隊選定基礎設施共享及 MVNO 發展兩項對我國產業發展影響較重大之議題，於 2017 年 11 月 28 日（二）假集思台大會議中心 B1 阿基米德廳舉辦公開說明會，就「我國行動寬頻業務共享模式探討」議題，邀請我國五家主要一類電信業者、及設備商、二類電信業者共同進行討論，探討議題主要分為兩塊進行，一是台灣發展基礎建設共用之可能性，另也就我國發展新型態 MVNO 可能性進行探討，詳細討論議題如下圖整理：

主題1：我國行動寬頻共用基礎建設發展

■ 電信業者間共享基礎建設可降低建設、維運成本，國際上除被動式共享外亦多有主動式共享（MORAN）之案例，我國業者間合作目前仍以被動式共享為主，請問：

1-1 基地台除共站址外，提升共構比例之可能性及困難；

1-2 業者發展主動式共享（MORAN）之意願及發展困難；

1-3 參考標竿國家案例，未來於偏鄉建設、5G建設，由電信業者外之專業電信建設公司，進行基地台共構建設、甚至MORAN建設之可能性；

主題2：我國虛擬行動通信業務發展

■ 國際上MVNO發展成長動能，已從以往折扣型、電信營運型、零售型、漫遊型業者，轉移至OTT型、M2M相關、MNO副品牌、Full MVNO等類型業者，請問：

2-1 我國既有電信業者發展新型MVNO之可能，如：MNO副品牌；

2-2 若有新型MVNO，如：OTT型、M2M型、Full MVNO業者進入市場，對市場衝擊影響；

2-3 現電信管理法草案已通過行政院審查，若通過將由現行第一類電信業者特許制、第二類電信業者登記制，變更為電信業者不分類皆以登記制處理，對於管理草案內容，現行一類、二類業者轉換之困難；

圖 8-30「我國行動寬頻業務共享模式探討」討論議題

資料來源：研究團隊整理

針對主題一部份，業者表示現一類電信業者間，已有共站共構的協商機制，因此若有需求，業者間就會進行協商及建設，但目前實務上基地台共構的問題，在於設備之執照，都須要有獨立的租約，因此即使業者欲進行共站，仍須各自和地主進行簽約，無法節省土地租金部分，因此共站共構對業者節省之效益有限。另著眼於 5G 技術之發展，整體網路架構可能與現在有所不同，如採用 Network Slicing 技術，因此未來 5G 亦有可能採共構方式進行。

針對主題二部分，雖有業者認同發展 MVNO 亦可能為對 MNO 之助益，但多數業者也表示台灣市場較小、差異性也未若日本那麼大，因此 MVNO 要進入並作出市場區隔之可能性低，除非是國際型大 OTT 才比較有可能有競爭力。

第7節 小結與建議

針對共用基礎設施部分，由於推動共站共構有助於業者降低網路布建、維運成本，方能以較合理之價格提供服務，因此應可作為長期推動方式，並進行實務上施行困難之檢討。另長期而言，5G 網路各業者皆同意有可能以共構方式進行基礎設施共享，國際上多國的業者亦已開始協商，應持續關注國際發展趨勢，並適時進行法規鬆綁、推動產業發展。

MVNO 之開放，現我國尚未開放 C 型 MVNO，即 Full MVNO，但國際上目前亦僅有日本一例，尚未能評估其發展潛力，且現我國 MVNO 市場發展未若預期，未有放寬之緊急需求性。惟觀察國際趨勢，MVNO 仍持續成長，且有助於提供多樣化之服務內容，滿足不同客群及服務樣態，增加整體市場之豐富度，因此應持續和業界保持互動，探討我國發展新型態 MVNO（OTT、物聯網型等）之可能性。

關於業者策略聯盟及合併認定部分，國際上目前也多僅能以個案方式進行審核，並參酌對市場競爭性之影響，決定是否認可業者合併之申請，或以附帶方式通過合併之申請，因此未來若我國發生有業者合併之申請，仍須依市場環境、業者條件、技術發展等各方面背景，進行競爭性之評估。



圖 8-31 我國行動寬頻業者合作共享模式監管建議

資料來源：研究團隊整理

第9章 各國物聯網發展調研

物聯網近年為熱門技術、產業發展主題，其可能應用領域廣泛，包含智慧交通、智慧農業、智慧工廠、智慧醫療等，利用低頻段大範圍之覆蓋、及各類感知設備蒐集之資料，支援相關決策分析。現物聯網我國已規劃有 920-925MHz 免執照頻段，國際廠商包含 Lora、Sigfox 都將使用此頻段建設網路、提供服務。國際上監理機關於物聯網議題，由於為創新之發展，多設有頻譜試驗機制、試驗特區等，以利於技術、頻段成熟前，廠商得以進行早期試驗，各項主題以下分段說明。

第1節 物聯網技術發展與頻譜規劃

一、 頻譜規劃

物聯網現主要傳輸情境上，多非以大量、密集資料傳輸需求為主，而是強調大範圍、或固定範圍內，大量具傳輸能力之終端設備、感知設備之溝通、資料蒐集，相較於傳輸之資料量，可負擔之承載設備數更為物聯網發展之基礎建設關鍵，根據日本總務省發布之 2016 年（平成 28 年度）情報通信白書中，對世界未來聯網設備數量之統計推估，自 2015 年到 2020 年，將會由 150 億個翻倍至 300 億個設備，以 15.28% 之年複合成長率快速成長。

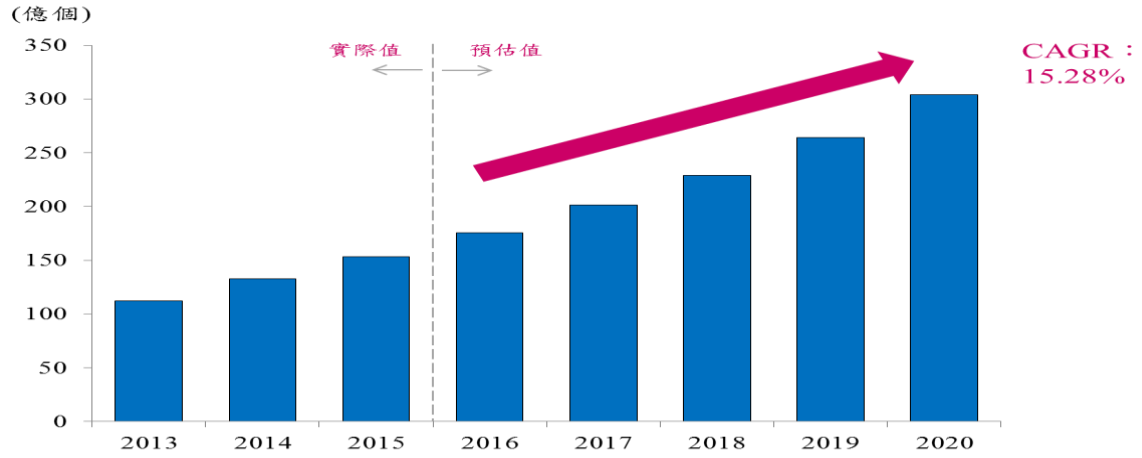


圖 9-1 世界 IoT 設備數量之推移與預測

資料來源：研究團隊製作

為滿足物聯需求，各國在規劃物聯網頻段，現多使用低頻（Sub-1GHz）之頻段，以提供較大覆蓋能力，其中以 700－900MHz 頻段使用最為廣泛，我國現也規劃有 920－928MHz 頻段，作為免執照物聯網應用。

	國家	頻譜頻劃
Region 1	歐盟	• 733-736、788-791 • 863-870、870-876
	英國	• 55-68、70.5-71.5、80.5-81.5 • 400、870-876、915-921
Region 2	美國	• 902-928
Region 3	日本	• 73、315、350、400、426-429、449、469 • 755-765(ITS使用)、916.5-927.5
	韓國	• 262-264、917.5-923.5
	新加坡	• 88-108、146-149.9、174-230、235-300、300-328.6 • 470-494、866-869、920-925

*標色字體表位於700~900MHz頻段

圖 9-2 各國物聯網頻段規劃

資料來源：研究團隊製作

有鑑於物聯網之快速發展及潛在商機，除免執照頻段外，利用既有電信設備、頻段發展物聯網之 NB-IoT 技術，也是後續物聯網可能發展之進程，尤其既有業者可快速跨入提供服務，更加速整體之發展。目前 NB-IoT 所使用之頻段，以 2GHz 以下的頻譜為主要的潛在頻段，除 Sub -1GHz 等低頻頻段（700、800、900MHz），亦包含部分中頻的商用頻譜(ex: Band 1, 2, 3)，我國現釋出的有 700MHz 的 Band 28、900MHz 的 Band 8、1800MHz 的 Band 3、2100MHz 的 Band 1，均具有發展 NB-IoT 之潛力。

二、 技術與產業發展

論及過去無線行動通訊技術之發展，自最早期第一代行動通信技術AMPS/TACS，約每十年會有一新技術之普及，近年在使用的技術有GSM/GRPS/EDGE（2G）、UMTS/HSPA（3G）、LTE/LTE-Advanced（4G）等，但未來發展之趨勢，除提供更高速的傳輸能力外，通訊溝通之主體，以自人與人間拓及至以物為主題的物聯技術，在此情境之下，不管是次世代通訊技術 5G、或由既有技術延伸作物聯使用的 NB-IoT ，都將以大量聯網裝置之情境進行相關標準、規格制訂。

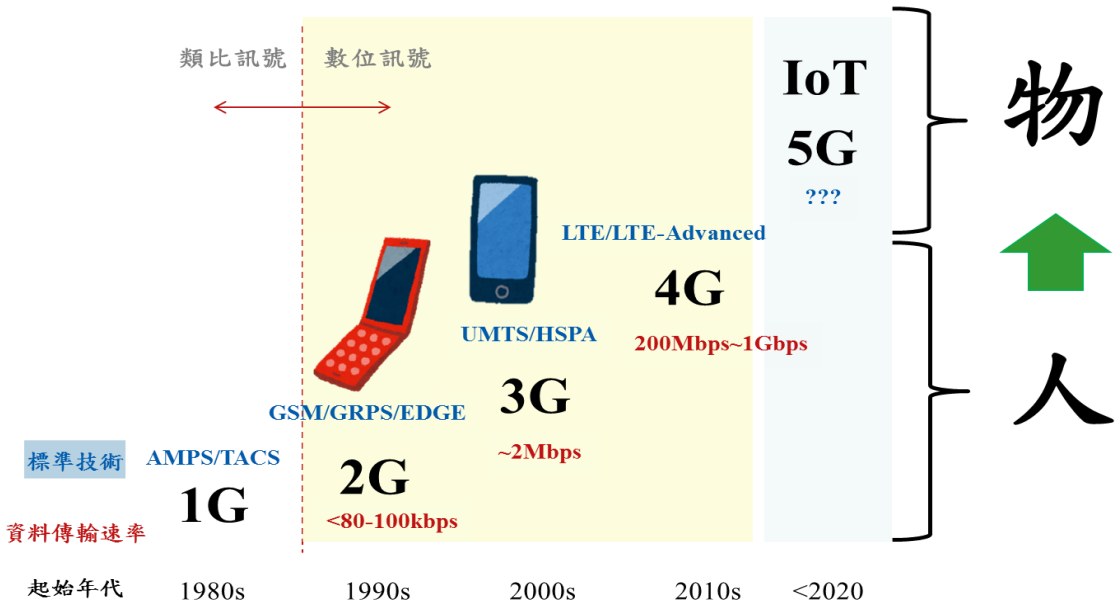


圖 9-3 通訊技術發展趨勢

資料來源：研究團隊製作

透過大量聯網裝置的佈建及溝通網路的完善，在真實世界中會有更多的動態/靜態、即時/非即時資料被蒐集、回傳彙整至網路世界，由於設備量之大幅成長、回傳的資料量也十分驚人，若能結合大數據分析技術、人工智慧技術進行分析，則有利於資料價值之發掘，並藉此於各領域激發創新解決方案。物聯時代，基於通訊技術開始支撐大量聯網裝置、可蒐集更多元的資料、可即時與各類型聯網裝置進行即時溝通，未來將成為一以資料為主導力量的社會，各產業之服務情境、應用情境也將具有更多創新之可能性。

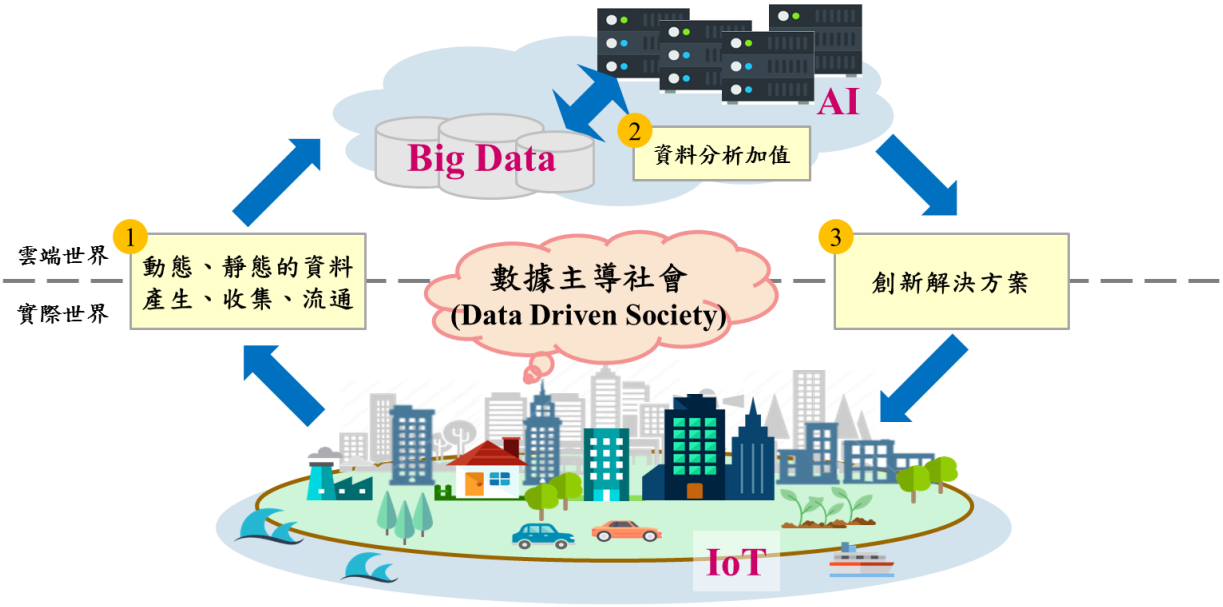


圖 9-4「資料主導的社會」城市治理未來趨勢

資料來源：研究團隊製作

由於物聯網溝通情境之多元，不同情境對無線網路要求的傳輸速率、乘載用戶數需求也有所不同，在能源管理上，聯網用戶可能達百萬等級，但對傳輸速度要求相對較低；在機器應用上也有百萬聯網以上裝置可能，對傳輸速度的要求較高，需 2.5Mbps 以上之速度；車載應用對用戶乘載量之要求較高，預估有可能達兩百萬以上等級同時進行傳輸。物聯網對網路之需求特色在於因應用情境多元，使得各情境對網路需求也會有所差異，但因其聯網裝置規模皆遠大於過去網路所能負擔，動輒皆有百萬以上聯網裝置，即使傳輸速率不快，也會對現有網路帶來負擔，需要一定的基礎設施升級、甚至是頻譜資源的提供。

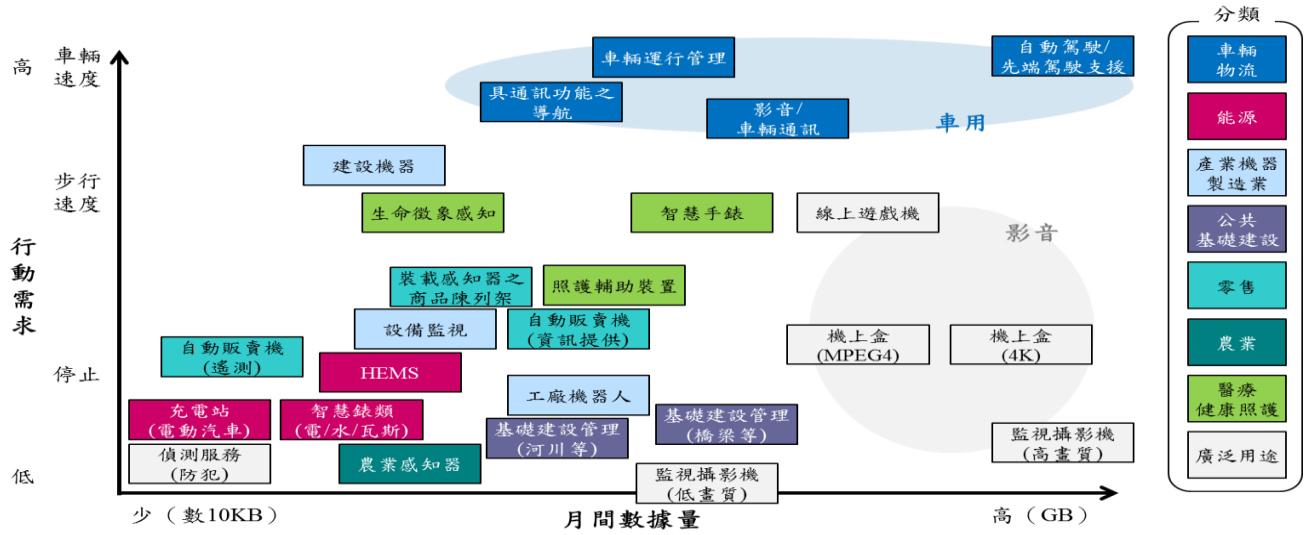


圖 9-5 M2M 應用服務之所需傳輸速率

資料來源：研究團隊製作

廣義的物聯網技術，只要設計用來作為物與物間之溝通聯繫即可稱為物聯網，包含過去的各種區域網路技術，用來提供小範圍內的群集連結，包含 RFID、藍芽、紅外線、Wi-Fi、Zigbee 等；但近年論及物聯網，主要是指提供廣域覆蓋、更大量聯網裝置溝通之技術，如：TVWS、LoRa、Sigfox、甚至是既有之 2G/3G/4G 技術，即快速崛起之 NB-IoT、5G 技術。物聯網技術之整理如下圖所示。

	區域網路 Local Area Network		廣域網路 Wide Area Network	
傳輸範圍	小範圍，群集連結		主要以低頻頻譜達成大範圍覆蓋	
技術	RFID	藍芽 Bluetooth	TVWS	LoRa
	紅外線	Wi-Fi	Sigfox	2G, 3G, 4G
	Zigbee	IEEE 802.15.6	NB-IoT	5G

圖 9-6 M2M 應用服務之所需傳輸速率

資料來源：研究團隊製作

近年討論最熱門之廣域低功耗網路（Low Power Wide Area Network, LPWAN）技術，應用情境主打低傳輸率、及低耗電感測器的情境，網路設計則需要能提供大量節點的連結，初期多以低頻免執照頻譜，提供低成本大範圍的傳輸網路。 現主要有 Lora 和 Sigfox 技術，以免執照頻譜進行佈建，Lora 挾各領域大廠聯盟包含 IBM、Cisco、Semtech、Microchip 優勢逐步完善生態系、並以開源軟體方式釋出相關介接介面，供裝置商開發產品，其技術宣稱可提供大於 20 公里之傳輸距離、超過 10 年之設備電源年限，現於美國已有超過 100 個城市完成網路布建、國際上也已有 17 個以上國家、120 個城市佈建案例。Sigfox 則為法國新創公司，希望能以其標準技術頻段，於全球建立網路、成為全球性物聯網營運商，目前於各國透過自建網路，或和既有電信業者合作方式，也已於 32 個以上國家完成網路佈建，於 2017 年 6 月也以台灣優納比（Unabiz）名義，獲得通傳會核發「網際網路接取一般二類電信執照」，將開始於全台進行網路佈建，並以二類電信業者身分提供網路接取服務。主要 LPWAN 技術如下圖整理。

	LoRa	Sigfox	NB-IoT	LTE Cat M1
發展年份	2015年	2009年	2016年	2016年
頻譜需求	歐規:433、868MHz 美規: 915MH	歐規: 868MHz 美規：915MH	利用既有頻段 （以700-900MHz為主）	利用既有頻段 （以700-900MHz為主）
頻寬需求	125KHz	0.1KHz	200KHz (HD-FDD)	1.4MHz (HD-FDD、FDD、TDD）
傳輸速率	300bps~50kbps	100bps	~50kbps	~375Kbps(HD-FDD) ~1Mbps(FDD)
技術特性	• 採星狀拓譜，終端設備和Gateway連結，Gateway再和伺服器連結，網路布建較為彈性	• 通訊協定精簡：每天最多140個訊息，每個訊息最長12bytes（總封包為26bytes）、且無需額外控制信號，因此也較為省電	• 將於Rel-14增加定位、廣播(Multicast)、移動性和服務連續性等功能	• 支援VoLTE • 支援移動性和服務連續性功能

圖 9-7 LPWAN 技術比較

資料來源：研究團隊製作

Lora 和 Sigfox 主要以免執照頻段進行網路傳輸，開始發展時間較早。而另一技術 NB-IoT 強調與既有電信技術相容，但於 2016.06 才通過技術標準，現尚未有商轉案例。NB-IoT 技術雖發展較晚，但因與既有電信技術相容，預期可利用既有基地臺設備、甚至是業者既有之頻段，快速達成大規模的佈建和覆蓋，且因使用專屬之商用頻譜，其傳輸之品質將可能較使用免執照頻段技術來的良好，部分對傳輸品質要求較高之應用，應會偏向採用 NB-IoT 的解決方案。NB-IoT 技術應用情境同 LPWAN 特性，資料傳輸量小，因此僅需使用 180kHz 頻寬、另使用者設備具備電力消耗低、低複雜度、低成本等特性，支援最大傳輸速度上行達 64 kbit/s、下行為 28kbit/s。目前設計每個 sector 可連接 10 萬個設備，以一個基地臺具 3 個 sector 計，單一基地站即可連結 30 萬個設備。佈建方式上，現通過之技術規範有三種建置方式，可採 In-Band 方式，直接使用現有頻段；Stand-alone 方式，單獨切割邊緣頻譜使用；或利用 Guard Band 進行傳輸。另 3GPP 除 NB-IoT，2016 年也通過 LTE Cat M1（LTE-M）技術標準，相較於 NB-IoT 僅需要 200KHz、佈建方式也較為靈活，LTE-M 頻寬需求達 1.4MHz，且主要採 In-Band 方式佈建，對原有頻譜使用影響較大，但也因為頻寬較大，傳輸速度最快可達 1Mbps，遠超過其他 IoT 技術，功能支援性上，支援語音功能（VoLTE）、對移動性的支援也較為理想，因此如為車載相關應用，便適合以 LTE-M 進行發展。實際針對各國物聯網發展現況，說明於後方段落。

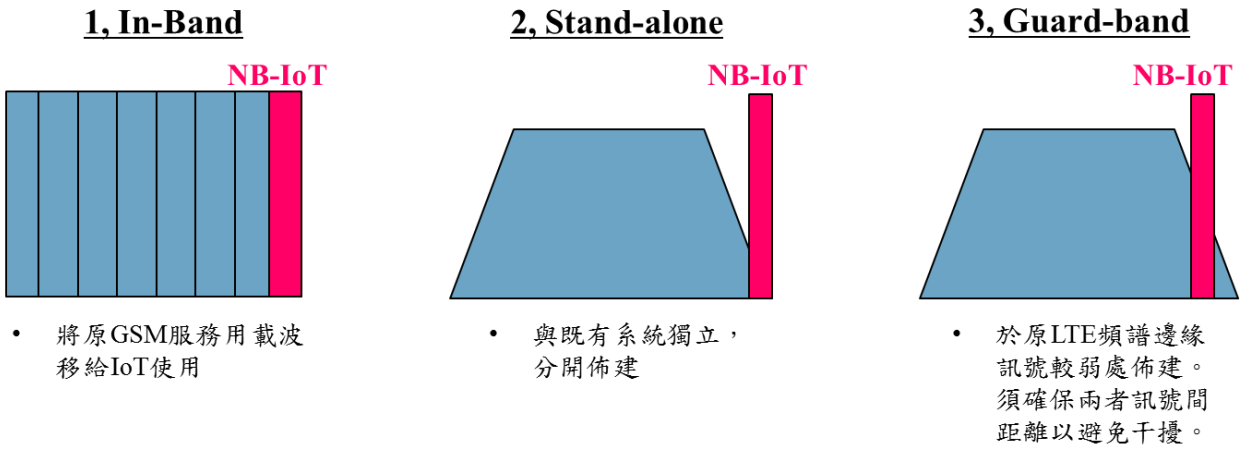


圖 9-8 三種窄頻物聯網(NB-IoT)布建方式

資料來源：3GPP 公開資料，研究團隊製作

第2節 各國物聯網產業與監理制度發展

一、 美國

NTIA 於 2016 年 4 月發布物聯網公開徵詢，針對物聯網發展之技術、經濟、政策議題徵詢各界意見，並於 2017 年 1 月整理各界意見及回覆內容，發布”Fostering the Advancement of the Internet of Things”。主要有四大主題：確保基礎建設可用性及可接取、平衡政府監管與產業發展、推動技術標準制定、提升市場發展，由內容中可發現，鑒於物聯網之潛在商機及應用可能性，美國監管機關現也須扮演促進者（Enabler）之角色，在確保消費者權益前提下，積極與民間合作開拓市場。從探討主題中也可了解，在前瞻技術發展之早期階段，監理制度非必要且先行之議題，反而是從監理角度，探討促進產業之方法，因此美國現不管於物聯網或 5G 之發展，且積極推動技術標準制定，並希望從基礎建設、平台角度出發，先行確認整體國家發展之架構，因未來之技術、未來之社會，係基於資料之互通性而達成，因此一個好的平台設計、基礎建設、網路接取設計，是未來各種應用之重要基礎。

主題	內容
確保基礎建設 可用性及可接取	支應基礎建設、頻譜需求；IPV6推動； 提升網路接取公平性
平衡政府監管與 產業發展	網路安全、隱私、著作權、商業秘密、商標
推動技術標準制定	物聯網技術規格制定搶先
提升市場發展	政府扮演促進者（enabler）、採用者（adopter）角色， 與民間合作共同發展IoT產業

圖 9-9 美國物聯網發展綠皮書內容

資料來源：DOC 公開資料，研究團隊製作

在產業發展部分，以 AT&T 為例，AT&T 為發展物聯網，已設置物聯網創新中心，並根據產業需求選定重點發展產業，目前以船運、汽車、醫療、智慧城市

等領域應用為主，尤其汽車是重點發展，提供車輛失竊追蹤、超速提醒、問題偵測等服務，另航運也為 AT&T 早期應用領域，協助海運廠商隨時偵測貨櫃中物品保存環境、保存狀況，確保易毀壞商品的保鮮程度。在考量網路佈建時，也因應其需求而在 NB-IoT 及 LTE-M 網路中選定已 LTE-M 進行發展，因 LTE-M 可支援語音通訊，部分車用服務如緊急通訊就可能須語音功能、且車用服務對移動性支援要求高，因此 LTE-M 會較 NB-IoT 較適合發展，目前 AT&T 於美國已完成全美 LTE-M 網路之覆蓋佈建。

在費率設計上，採傳輸費+SIM 卡費用計費。傳輸費方案設計有 1GB、3GB、5GB 三種方案，特別的是在同一個客戶下，傳輸費是可以跨設備（SIM）卡去共享的，因此客戶可以依整體的需求，去評估適合的方案，此費率設計模式也符合物聯網的應用模式，便於管理整體傳輸之費用，實際費率部分，1GB Plan 一年僅需約 750 元台幣。SIM 卡費用分為兩類，一類為初始費用，每張約 60 元台幣，另一類為接取費用，每月約 30 元台幣。假使 100 個設備要共享 1GB Plan 的傳輸流量，則一年期的費用則為，SIM 卡初始費用 100*60、SIM 卡每月傳輸費用（100*30）*12、傳輸費 750 元，加總後約為 42750 元台幣，換算起來等同於每張 SIM 卡的月租費為 40 元左右台幣。

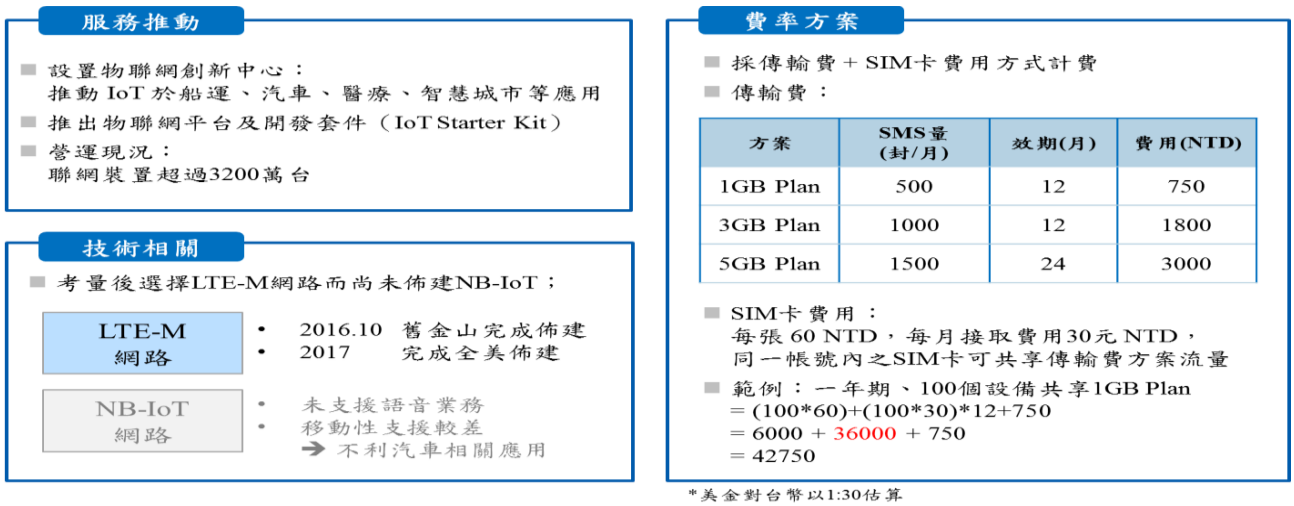


圖 9-10 AT&T 物聯網發展及商業模式

資料來源：AT&T 公開資料[11]，研究團隊製作

[11] https://marketplace.att.com/

二、 英國

英國在發展物聯網上，已經逐步從基礎建設、往軟體開發進展，政府於 2015 年時，與提供資通訊基礎建設公司 Arqiva 及物聯網解決方案 Sigfox 合作，開始建設政府專用之物聯網網路，作為政府之共用平台，預期可在平台上，廣泛佈建各種感測器進行資料之蒐集，監測公共建築之結構安全、水災預防偵測、城市品質偵測等。2016 年時，則基於 IoTUK 計畫宣布建立物聯網研究中心，三年投資 4000 萬英鎊，結合英國九所頂尖大學，進行物聯網隱私、資安、經濟價值、治理、應用等面向之研究，同時結合基礎設施、醫療保健、控制系統、身分認證、交通運輸等領域，進行創新應用開發。目前關於物聯網之管制，英國仍在持續探討中，但於 Ofcom 於 2015 年之公開諮詢探討中，特別強調業者目前對於資訊安全、資料保護之措施仍不足，應為發展物聯網之重點事項。

應用部分，智慧醫療為英國重點發展項目，根據飛利浦聯網照護科技的調查，已有 31%的受訪者於過去一年曾經用聯網裝置，進行各項生理數據的監測；另新創公司 CoachHire.com 則將物聯網應用於兒童安全防護，追蹤兒童於上下學途中的安全。

三、 法國

法國物聯網發展最受注目發展，為具發展為獨角獸潛力之新創企業 Sigfox，Sigfox 創立於 2009 年，主要利用免執照的低頻頻段，提供物聯網無線傳輸服務，由於設立之初，即瞄準傳輸量小、速率低之特定用途，因此於通訊協定設計上已有特別作加強，盡可能簡化、並且減去控制訊號，以提升網路可連結之設備數及降低終端設備耗電程度。Sigfox 相較於 LoRa 聯盟有各家大廠之支持，由新創企業開始發展的 Sigfox 強調以開放授權方式進行結盟，目前亦已經有多家晶片供應商、150 個設備商、124 家解決方案，並於網頁上公開有相關廠商資訊，便於欲利用 Sigfxo 發展物聯網發展服務的業者找尋合作夥伴，整體生態系上亦已逐漸完善。經營模式上，Sigfox 主要偏好於各國取得電信業者身分採自建網路方式進行

維運、但亦有和當地電信業者合作案例，目前 Sigfox 網路已於全球覆蓋 32 個國家，預期 2018 年將超過 60 個國家，也由於 Sigfox 於全球皆採相同的頻段，因此於服務和費率設計上，也特別強調於全球皆可通用，便於打造全球解決方案的廠



商，不須於每個國家重新進行網路談判及設計。應用模式上，Sigfox 推出有智慧按鈕，和消費性商品廠商合作，僅須按智慧按鈕，即代表需要配送產品，如：洗衣精、衛生紙等；在台灣 Sigfox 也與共享單車 obike 合作，透過 Sigfox 網路，提供單車之定位服務。

圖 9-11 Sigfox 發展模式

資料來源：Sigfox 公開資料，研究團隊製作

四、 中國

中國政府因應由於近年來無線通訊的廣泛應用，及物聯網、車聯網、下一代行動通信等新技術的快速發展，於 2016 年重新修訂了無線電管理條例，修訂重點包含了「全、減、增、嚴」四大原則。除使相關制度更具科學性及可操作性，也強調加速行政批審效率，增加產業創新的可能性，針對近期頻譜管理新問題，例如：拍賣等市場化配置機制等，也透過法規的完善、加強違法行為懲治力度進行改善。

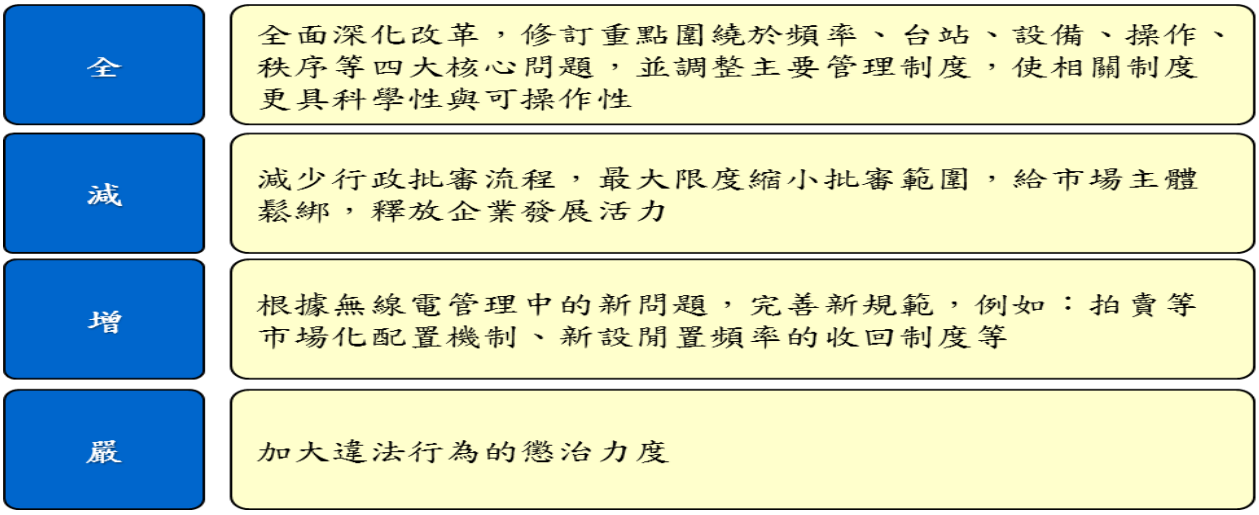


圖 9-12 中華人民共和國無線電管理條例 2016 年修訂重點

資料來源：工信部公開資料，研究團隊製作

另外，關於寬頻、行動網路、智慧應用等則在在「信息產業發展指南(2016-2020)」當中進行討論。主要任務包含光纖網路全面覆蓋城鄉、加強 LTE 網路建設、拓寬 4G 網絡發展空間、第五代行動通信啟動商用服務等。指南中也針對資訊產業規模、結構、技術創新、服務水平、綠色發展等面項分別提出至 2020 年的目標，其中，在服務水平的部分，固定寬頻家庭普及率希望達到 70%；移動寬頻用戶普及率希望達到 85%；行政村光纖通達率希望達到 98%；貧困村寬頻網路覆蓋率希望達到 90%（如下圖）。除了通信基礎建設的普及之外，近年來興起的智慧應用、互聯網、big data、雲計算、物聯網等也是資訊展業發展重點。

指標	2015年基數	2020年目標	提升幅度
固定寬頻家庭普及率(%)	40	70	30
移動寬頻用戶普及率(%)	57	85	28
行政村光纖通達率(%)	75	98	23
貧困村寬頻網路覆蓋率(%)	78	90	12

圖 9-13 至 2020 年服務水平的目標

資料來源：信息產業發展指南(2016-2020)，研究團隊製作

產業發展部分，中國產業呈現結盟發展趨勢，2017 年 8 月，中國聯通發起中國聯通物聯網產業聯盟，結盟阿里巴巴、騰訊、中興通訊、華為、聯想等企業，完善整體產業鏈，希望以 NB-IoT 為中國發展方向進行各項建設及應用發展，目前中國聯通已可利用 900/1800MHz 頻段支援 NB-IoT 無線網路服務，希望 2017 年就可完成全國商轉網路，並達到兩億聯網裝置的規模。電信業者目前物聯網重點應用，一是由智慧家居著手，切入家用市場，提供家電控制、監測功能；另也和積極發展製造業應用，透過物聯網感測器監測生產流程、進行流程效率改善、良率監測等應用。

五、 新加坡

新加坡的通訊傳播與頻譜資源相關之單位主要包含：通訊及新聞部(Ministry of Communications and Information)、資訊通信發展管理局(Infocomm Development Authority，簡稱 IMDA)、競爭及基礎建設推動小組(Competition and Enabling Infrastructure Deveopment Wing)、發展推動小組(Development Group)，以及媒體發展管理局(Media Development Authority，簡稱 MDA)。2016 年 10 月， IMDA 與 MDA 進行重組，合併成立政府科技局(Government Technology Agency，簡稱 GovTech)與資訊通信媒體發展局(Info-communication Media Development Authority，簡稱 IMDA)。GovTech 將承接原來 IMDA 擔任政府 CIO 的業務，負責新加坡政府機構的資訊科技、改進政府機構電子服務、協助政府機構導入物聯網、大數據等創新科技，以及打造並管理智慧國平台與相關應用事業；IMDA 則是合併資訊通信與媒體產業的相關業務，負責發展與監管資訊通信業與媒體業、推動 2025 年資訊科技媒體發展藍圖，並接管個人資料保護委員會。

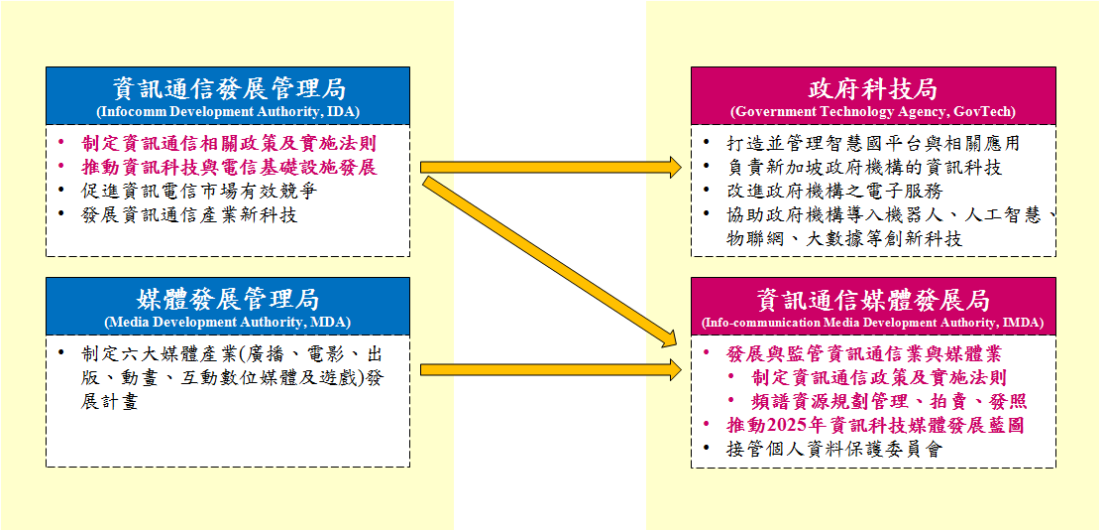


圖 14 新加坡通訊傳播單位重組

資料來源：相關新聞，研究團隊製作

新加坡在物聯網發展上,國家策略亦扮演重要角色,希望透過物聯網等技術，達成智慧國之發展目標。目前新加坡電信業者，包含 M1 及 Singtel 皆已推出 NB-IoT 服務，並開始和業者進行各項應用開發，如和電力公司合作，透過監測器分析耗電量，改善用電情形；另透過物聯網改善交通環境，也為新加坡重點發展策略，希望成為一個 car-lite（對汽車依賴度低）的國家，即透過物聯網及 AI 技術，改善公共交通服務、甚至研發無人車應用；另物聯網也可應用於數位支付環境，中興物聯於新加坡小學合作，利用 LTE 模組，溝通智能手表與各項支付設施，讓學生於校內消費可達到無現金的購物模式，用智能手表即能完成支付。

六、 日本

日本政府在發展物聯網或 5G 等先進技術，主要根據近年發布之世界最先端 IT 國家創造宣言。為實現日本政府世界最先端 IT 國家創造宣言，IT 戰略本部下成立新戰略推進專門調查會，彙整各部會需求、擬定整體國家發展策略。其中交通部分由道路交通分科會專門負責，進行安全且順暢之道路交通探討。

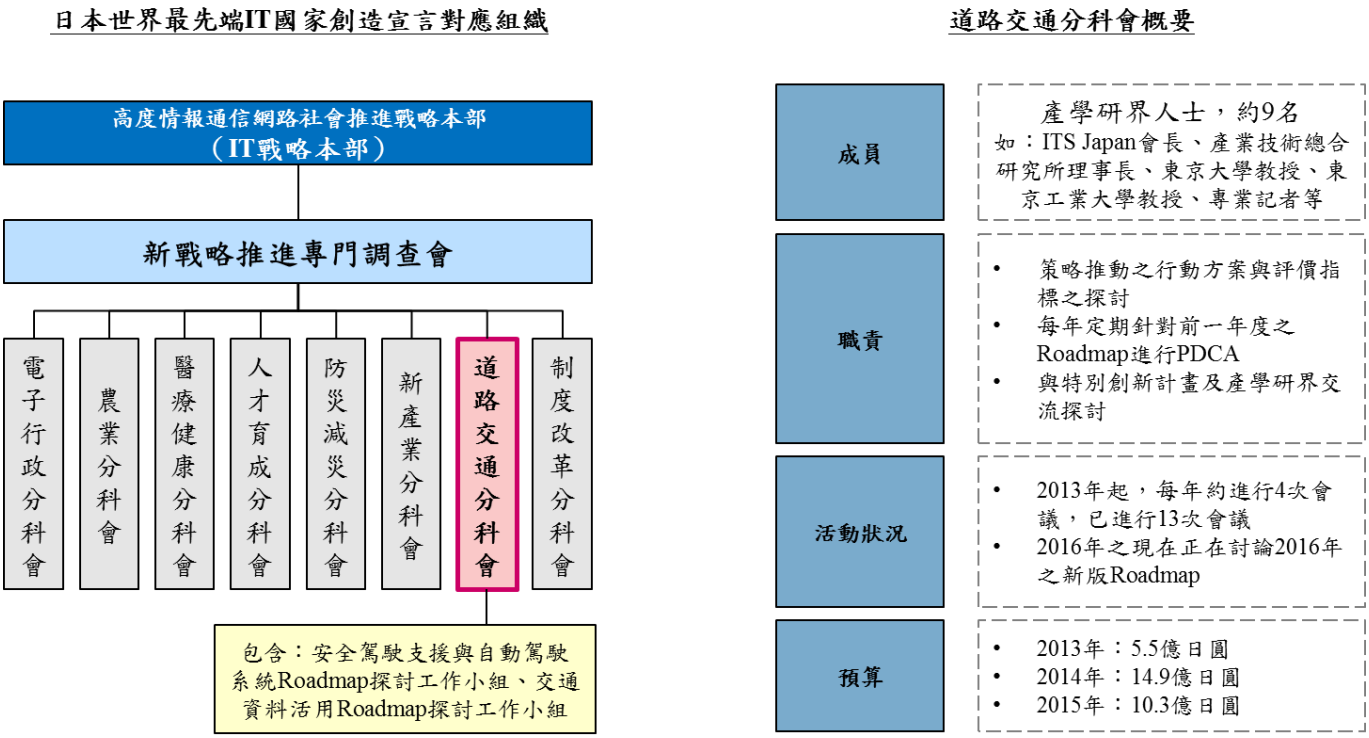


圖 9-15 日本世界最先端 IT 國家創造宣言對應組織

資料來源：研究團隊製作

產業發展現況部分，智慧交通中的車聯網應用，即為物聯網的一種應用情境，需多種通訊技術以滿足各種複雜交通情境之應用。現日本 Toyota 正進行 Highway Teammate 之計畫，預計推出可協助用路人於高速公路上自動駕駛之服務，其中利用包含 24GHz、77GHz 毫米波雷達，進行環境認知辨識。



圖 9-16 自動駕駛車之裝載媒體顯示內容

資料來源：Toyota 公開資料，研究團隊製作

除汽車技術之發展，交通資料之統整、加值應用也為日本政府重點發展策略。其實際發展方式上，政府雖作為第一手資料擁有者，但透過交通 Big Data 的開放資料，由民間業者營運資料價值、開放平台，創造更多既有資料之價值。如下圖所示，由各種車輛感知器、AVI、Beacon 蒐集的資料，會先進入公部門之管理單位，如：國土交通省、高速道路公司等，而後除直接透過道路資訊看板、手機網路提供給用路人，也會傳送至日本道路交通情報中心（JARTIC）、道路交通情報通訊系統中心（VICS 中心）進行資料之加值、及服務提供。

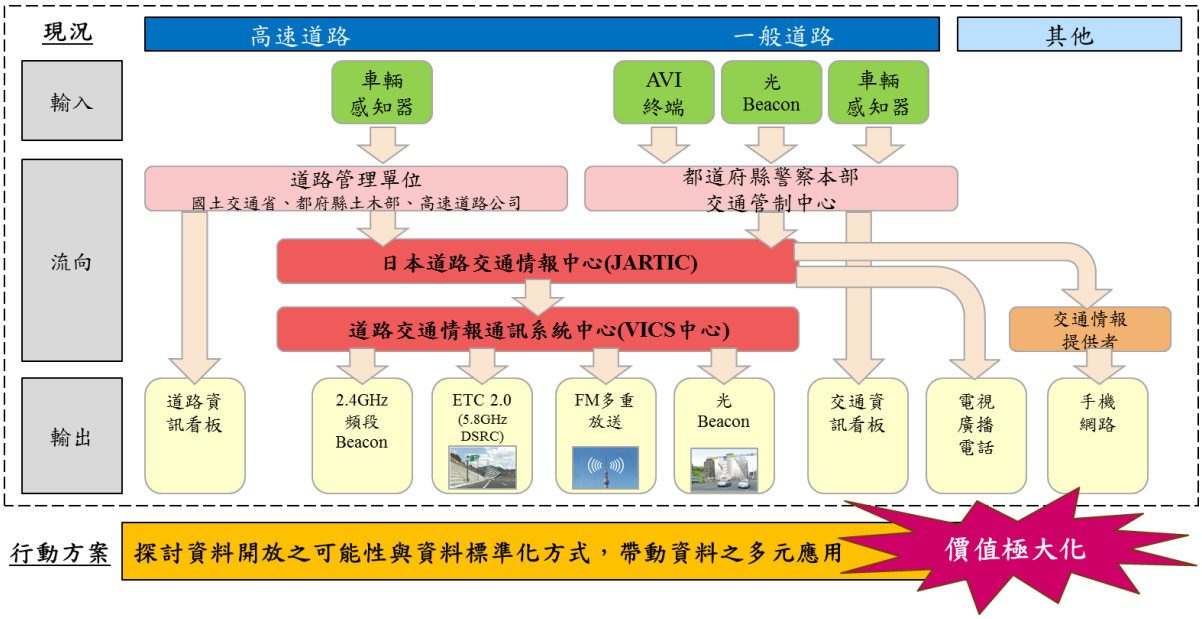


圖 9-17 交通 Big Data 活用現況與重點行動方案

資料來源：研究團隊製作

除智慧交通領域外，日本也將物聯網技術應用於農業相關產業，在農地中設置感測器偵測氣溫、濕度、水溫等資訊，再結合氣象資料進行分析，提供災害預測以及最適化收割建議，降低災害損傷並提升產量與品質。

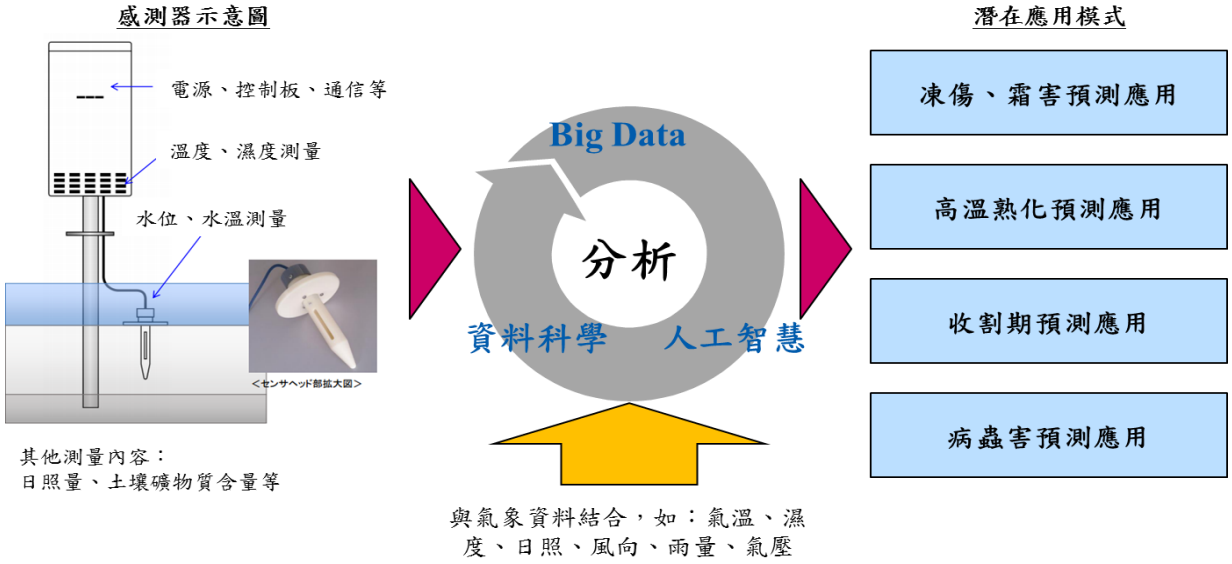


圖 9-18 日本農業 IoT 應用概念圖

資料來源：研究團隊製作

除了各式智慧聯網的應用之外，關於電信業者在物聯網上的推動，以 NTT docomo 為例，早在 2015 年 8 月，業者便已推出相關計費方案，並推出 IoT Partner program 提供業務推廣、技術開發上的支援與建議。2017 年 4 月時，更與企業客戶共同進行為期五個月的 LPWA 實證實驗環境，共同在技術商業化上進行合作，並於 2017 年 10 月正式提供以 LPWA 網路架構的物聯網服務，同時發表對應之計費方案，針對不同應用情境，提供不同傳輸量與速率的費率方案供使用者自行根據需求選擇；另外也於近期推出針對 LoRaWAN 企業客戶的套裝組合，提供包含: 專用閘道的建置、設計、監控及維護和伺服器提供等服務。最後關於目前 NTT docomo 已提供的服務網路，包含:LTE Cat.1、LoRa 網路之外，未來預計也將建置 LTE Cat M1、NB-IoT 網路。另關於詳細計費方案，請參見下圖。

	IoT-Plan (少量、低速傳輸)	**IoT-Plan-HS** (大量、高速傳輸)
基本月租 (2年約)	120 NTD*	180NTD*
可用數據量	約30MB	150MB
額外通信 費率	0.009 NTD／KB	
加購後之 數據上限	約56MB (360 NTD)	約225MB (870 NTD)
傳輸速度	最高至128kbps	一般LTE速率 （超過3GB降速 至128kbps）

*如不綁約，月租費增加 120 NTD
**日幣兌台幣以 1:0.3計

圖 9-19 日本 NTT docomo 物聯網計費新方案

資料來源：NTT docomo 官方資料[12]，研究團隊製作

[12] https://www.docomo.biz/html/rate/iot_plan.html

七、 韓國

早在 2014 年，韓國未來創造科學部(Ministry of Science, ICT and Future Planning, MSIP)即發表了「建構物聯網的主要計劃(Master Plan for Building the Internet of Things)」，提出未來物聯網建置上應以開放式平台為主，除了能節省重複的相關投資資源外，也因將資料彙整在一起，有助於資料應用最大化。



圖 9-20 韓國開放式創新

資料來源：MSIP，研究團隊製作

而後又於 2015 年 3 月發表了至 2020 年的國家級的重要戰略之一－「K-ICT 策略」，計劃透過投資資通訊產業(ICT 產業)以帶領韓國邁向巔峰。除計畫改善 ICT 產業本質以迎接未來的數位時代之外，更將透過大規模投資 ICT 整合服務來創造需求，目前預計在 2019 年前將在教育、醫療、觀光、都市、能源、交通等六大領域，投入總金額超過 2 兆 1000 億韓圜導入 IT 應用。且在未來萬物聯網的時代哩，國家須具備完善的基礎建設和優質的寬頻網路服務，才能更進一步提升數位利用能力和數位應用需求。舉例來說，在物聯網的應用上，政府和地方政府在智慧城市和醫療領域上進行合作，建立物聯網示範區。

除了韓國政府積極推動、規劃物聯網相關應用政策之外，民間業者也早已積

極投入市場，期望能不只能在韓國、甚至是全球物聯網市場中成為領先者。目前韓國行動網路市占第一的 SKT 已在 2016 年 3 月完成建置全國性的 LTE-M 網路、並在同年 7 月完成 LoRaWAN 的網路布建，至 2017 年 1 月已完成覆蓋全國 99%人口，為韓國首個完成全國性商用物聯網建置的業者，全球首例以混合式物聯網網路覆蓋全國的業者。並預計 2017 年在包含: 公共安全、工業等領域服務，完成發表 50 種商品服務，且至 2017 年 5 月 SKT 已有 921 個合作夥伴，期望年底能達到連接超過 400 萬個裝置的目標。至於行動網路市占第二、固網最大的業者 KT，2016 年 3 月先採 IoST(小型物聯網)提供服務，並與市占第三的 LGU+合作，於 2017 年 7 月完成全國性 NB-IoT 網路布建，為全球首個完成全國性 NB-IoT 網路布建的業者。目前兩大陣營為吸引對成本負擔較敏感的中小型企業客戶，兩大陣營皆發表將免費提供 10 萬個物聯網模組供中小企業使用之外；對於聯網設備數目標，KT 則表示希望能在 2018 年初達成。截至目前為止，韓國市場上已出現不少物聯網的應用案例，除了常見的智慧電錶、智慧家庭之外，在北村地區為主的實驗場域，已出現透過將垃圾桶聯網的方式讓清潔隊掌握各地區垃圾桶是否已滿，並建議優化的收垃圾路線，讓整個作業變得更有效率。

最後關於業者推出的物聯網費率方案，以 SKT 為例，2016 年 7 月所推出的費率方案和先前使用 LTE 頻段的方案相比，僅先前的 10%左右金額而已，每個裝置月租費最低約為新台幣 10 元左右。且如為簽訂長期合約或大量申購的企業客戶，將另享折扣。

方案	月數據量*	月租費**
Band IoT 35	100 KB	NTD 10.60
Band IoT 50	500 KB	NTD 15.15
Band IoT 70	3 MB	NTD 21.21
Band IoT 100	10 MB	NTD 30.30
Band IoT 150	50 MB	NTD 45.44
Band IoT 200	100 MB	NTD 60.59

*數據用量超過月租用量時，每0.5KB為 0.005韓元。
**以0.0303匯率轉換為台幣

圖 9-21 韓國 SKT 物聯網計費方案

資料來源：SKT[13]，研究團隊製作

根據韓國政府統計，截至 2017 年 9 月，韓國物聯網用戶數如下圖。

	SKT	KT	LGU+	MVNO
行動通訊	24,575,573	13,845,722	10,799,942	6,677,619
物聯網	2,172,488	2,029,164	1,429,493	715,385
遠端控制	737,576	458,137	611,715	483,237
穿戴式裝置	530,052	480,453	87,700	-
車輛控制	417,134	500,342	215,159	171,102
無線支付	260,987	188,192	229,869	49,070
平板裝置	226,739	391,256	83,726	-
其　他	-	10,784	201,324	

圖 9-22 韓國物聯網用戶數

資料來源：研究團隊製作

[13] http://www.sktelecom.com/en/press/press_detail.do?idx=1172

第3節 我國產業界對物聯網發展需求與管理模式探討

為及早和業者對我國發展物聯網議題進行討論，及探討本次釋照作業是否因應物聯網發展需求進行管理規則修改，研究團隊於 2017 年 06 月 23 日（五）假集思交通部會議中心 2 樓活動式會議室，舉辦公開說明會，就「電信級物聯網發展與監理機制方向探討」議題邀請我國五家主要一類電信業者進行討論，探討議題主要分為兩塊進行,一是就物聯網發展所需資源,詢問業者未來是否有頻譜、號碼等資源的需求;另針對監理機制部分,則對現行管理規則發展物聯網之困難，詢問業者經驗及修改建議，詳細討論議題如下圖整理：

物聯網發展資源需求：

- 我國現已規劃920-925MHz作為免執照之低功率物聯網頻段，試問：
  - 對於其他頻率範圍之物聯網頻段試驗/開放之需求？
  - 對於未來其他物聯網頻段的釋出方式之期待？
    - 例如：以專用、免執照或共享方式釋出
  - 除頻譜外物聯網發展資源的需求，如：號碼？

物聯網發展配套監理機制修改需求：

- 對於現有電信監理機制發展物聯網之需求：
  - 基礎建設規範是否因物聯網帶來的設備量、傳輸量成長趨勢，而有鬆綁之需求？
  - 現有頻譜（執照）轉型發展物聯網之限制？
  - 現有管理規則中相關監理制度、義務，建議因應物聯網進行鬆綁或修改之部分？

圖 9-23「電信級物聯網發展與監理機制方向探討」討論議題
資料來源：研究團隊製作

對於資源需求部分，由於近期通傳會已開放 920-925MHz 作為免執照之低功率物聯網頻段，另也針對物聯網號碼之需求，開放電信業者申請專供物聯網使用之 040 開頭，共 13 碼長的 E.164 電信號碼。由於物聯網所需頻譜量未若行動通信用，僅需少量頻譜即可提供服務，加上目前我國電信業者尚未完成物聯網網路之佈建及提供服務，因此目前業者對於資源需求相對保守，認為目前通傳會所釋出之資源暫時已滿足短期發展需求。

對於監理機制部分，一類電信業者主要訴求有兩個面向：一是在於監理機制的簡化、或是物聯網的適用性，由於過去監理是以人為主體進行設計，因此管制較為嚴格、程序較為繁瑣，但進入物聯網時代、整個管理裝置的量級有很大的差異，相關程序將不再以過去的管理規則進行管制，除管制上不易也不利於發展，因此業者多希望針對物聯網服務，進行現有管理制度的簡化，或另設專法進行管理；另對於一類電信業者而言，由於屬特許行業，因此管制較為嚴格，但現開放免執照頻段後，其他新進業者跨入物聯網經營門檻下降，且使用免執照的新進業者，和既有電信業者之管理強度不一，進而造成競爭之不公平性。綜觀國際而言，保留部分頻段以免執照進行開放，促進新創服務之開發、確保平等接取能力，確實為一主流趨勢，但如何以一明確之管理方向，兼顧既有業者與新進業者之權益，確實為後續重要之議題。

另主要業者中，亞太電信及其旗下之富鴻網為具實際物聯網網路佈建及推廣經驗者，因此也提出許多實際遇到的困難，主要困難同樣在於現物聯網未有獨立之管理之辦法，因此多以現有電信管理辦法進行管制，但兩者服務情境不一、欲滿足之需求也不同，以同一辦法管理時，難免有不適用之感，舉例而言，現有號碼之管理，若兩年未使用時將會被收回，但亞太先進提到，在其服務的物聯網情境下，很可能會有一裝置兩年不會有通訊需求，但第三年時有需要進行資料傳輸。鑒於物聯網技術與傳統電信技術服務情境與型態之差異，確實難以以同一原則或規範進行管理。

為滾動更新我國物聯網發展現況及發展需求，且繼亞太電信於 2016 即開始推廣物聯網服務並進行 LoRa 網路後，遠傳亦於 2017 年 11 月底公開宣布，與 46 家合作夥伴共同成立物聯網（IoT）生態圈，並推出 NB-IoT 商用服務。因此研究團隊再次於 2017 年 12 月 01 日（五）舉辦「我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討」專家學者座談會，邀請我國一類電信業者、二類電信業者（優納比網路）、設備商（台灣愛立信）、及經濟部 5G 辦公室代表，一同探討我國物聯網及 5G 發展現況，及未來可能之頻譜需求、監管機制建議，物聯網探討議題如下圖說明，主要分就技術發展、網路建設覆蓋率規劃、及商業模式（費率）規劃和與會先進進行探討。

主題1：國際物聯網發展現況與願景

■隨物聯網整體生態系逐漸成熟，技術規格完善（現以LoRa、Sigfox、NB-IoT、LTE Cat M1等LPWAN技術為主），各國業者已陸續開始物聯網網路建設，或開始商轉推出服務，請問對下列物聯網發展看法及建議：

1-1 因應服務需求之多樣性，未來物聯網技術規格會以多元化方式並存，以滿足需求；

1-2 我國物聯網網路之覆蓋率，地理覆蓋率最終應可達接近我國現4G之覆蓋水準；

1-3 因物聯網應用聯網裝置數量及傳輸需求情境與現行行動通信3G/4G技術有異，物聯網之費率設計上將與現3G/4G技術不同；

圖 9-24「我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討」物聯網討論議題
資料來源：研究團隊製作

就技術發展部分，研究團隊認為未來物聯網發展情境多元，不同應用情境對於傳輸速度、移動性要求皆不同，因此很難有單一技術可以滿足如此多樣化之應用情境，因此未來物聯網技術應是呈現多元技術並存的狀況，業者多表示同意。

就網路覆蓋部分，研究團隊認為若為電信級物聯網技術服務，以台灣業者主要採用之 NB-IoT 而言，因採用既有 4G 基地台設備進行升級即可提供服務，因此物聯網覆蓋率水準應可達到 4G 之水準，而即便為採用免執照頻段提供服務之優納比網路(Sigfox 技術)，因其使用頻段為低頻 920-928MHz 之位置，覆蓋性好，因此亦可達成近乎全台之覆蓋，業者雖多表同意，但仍提出物聯網服務因以 B2B 之商業模式為主，因此係看用戶之需求去進行網路建設，而非必須完成全台之覆蓋，但最終可能因各地之需求仍會達成近 4G 網路覆蓋之水準，而不同技術之覆蓋情境也可能會有所差異，如 LoRa 網路如為著重區域型之應用，則可能也未必

需達到全台覆蓋之網路建設。

我國現各電信業者採用之物聯網技術如下表整理，各業者多有投入 NB-IoT 技術之研發，中華為唯一具備 LTE-M 解決方案之業者；另遠傳和亞太電信則可支援 LoRa 網路;台灣大哥大則與 Sigfox 簽訂合作協議,台灣大哥大將推出 Sigfox 相關服務及銷售方案；台灣之星推測因其規模較小，而主要發展單一 NB-IoT 技術。

表 9-1 我國電信業者物聯網採用技術

業者 / 採用技術	中華電信	台灣大哥大	遠傳電信	亞太電信	台灣之星
NB-IoT	V	V	V	V	V
LTE-M(Cat-M1)	V				
LoRa			V	V	
Sigfox		V			

資料來源：研究團隊製作

就商業模式及費率機制而言,各業者短期應仍以企業客戶發展為主,採B2B、或 B2B2X 之商業模式，我國電信業者物聯網服務發展現況以下進行說明。中華電信於 2017 年 12 月 20 日宣布 IoT 大平臺上線，強較其整合性，可整合各種裝置、技術、開發環境，預計 2018 年 1 月開放測試、2018 年底正式推出商用服務，會推出羽量、輕量、中量及重量級四種費率方案,但實際資費方案內容尚未公開。

遠傳電信則於 2017 年 11 月 27 日公布了其物聯網服務之費率方案，依使用情境不同、設計三種傳輸量、傳輸頻率不同之費率方案，最簡易之輕量型費率，月租費僅需 10 元，總傳輸量約 5MB，可支援大約每 60 分鐘上傳一次 5KB 資料之運作模式，適用於智慧錶類的應用，如：瓦斯錶、空氣偵測、電錶等；最高等級之勁量型，每月亦僅需 60 元，可提供約每 5 分鐘傳輸一次之頻率，適合傳輸頻率較高之應用如資產追蹤、車聯網等。其他業者如台灣大哥大、亞太電信、台灣之星目前尚未有資費相關公開資訊，而以企業客戶方式提供服務。

	輕量型	重量型	勁量型
月租費	NT$ 10	NT$ 25	NT$ 60
傳輸量	5MB	15MB	40MB
上傳頻率 (5KB/次)	每 60 分鐘一次	每 15-30 分鐘一次	每 5 分鐘一次
適用領域	瓦斯錶 智慧路燈/照明 空氣品質偵測 火災偵測 消防警報器 電量監測	販售機庫存偵測 事務機監控 健康偵測 智慧家電 智慧農業 智慧養殖	資產追蹤 車聯網 機器控制 停車格偵測 跌倒偵測 太陽能發電管理

圖 9-25 台灣業者物聯網應用傳輸資費方案
資料來源：遠傳電信公開資料，研究團隊製作

另優納比網路網路公司，主要採用以免執照網路進行佈建及服務提供之 Sigfox 技術，已於 2017 年 6 月 15 日獲得 NCC 核發二類電信業者執照，積極進行網路佈建及物聯網網路服務提供，並於 2017 年 10 月 12 日，宣布啟用其基於 Sigfox 技術建設之物聯網網路，網路覆蓋率已達全台 85%之人口覆蓋率，並預計於 2018 年底前提升至 95%的水準，費率方案提供兩種選擇，最便宜之方案每月月租費僅須 2 元新台幣（每月 60 次上傳訊息）、較貴的方案為每月 22 元新台幣（每月 4200 次上傳訊息及 120 次下載訊息）。

座談會中業者對於管理面議題多有提及，因現行物聯網相關管制歸類於行動寬頻管理規則中，物聯網是以物為導向之服務模式，和以人為主之 4G 服務管理上應有不同之標準，因此如相關限制應不可以相同標準、條文進行管制，如雙證件查核之限制也限縮了往 B2C 發展之可能性。與會業者對物聯網發展相關意見及回饋如下表整理。

表 9-2 我國物聯網發展業者回饋

我國物聯網發展現況與願景探討				
	Q1：技術會多元並存	Q2：網路覆蓋率	Q3：費率機制	監理機制
中華電信	• 同意	• 同意	• 同意	
遠傳電信		• 看需求而進行建設，不應用行動寬頻角度去看		• 現是依行動寬頻管理規則，但有些規定應放寬，如：資費管制、通訊資料須保存等
台灣大哥大	• 同意	• 同意	• 同意 • 推出時間點仍須依市場程熟度而定。	• 現網路建置還是有放在事業計畫書審核
亞太電信			• 目前網路以LoRa為主，比較適合B2B的應用	
台灣之星				• 非市場主導者，受管制小，零售價格僅須報備
優納比網路		• 網路覆蓋預期超過4G • 現因客戶需求，已有至部份偏遠地區建設	• 著重行動需求量、數據量比較低之應用 • 目前服務提供情境以B2B、或B2B2C為主 • 已有公開費率方案	
台灣愛立信	• 應用情境非單一技術可滿足，會多元技術並存	• 依應用需求有所差異，NB-IoT有移動性需求，則須全台覆蓋；LoRa區域型應用，就不需要達到全台覆蓋	• 多數CXO都覺得會以B2B2X模式進行	
5G辦公室		• 目前應用情境比較少B2C的例子，因此覆蓋率可能不用像行動寬頻那麼好		• 中興保全案例中，為確認通訊有問題時，是屬於設備問題或網路問題，希望仍有通訊紀錄保存

資料來源：研究團隊製作

第4節 小結與建議

我國日前已釋出 920-925MHz 物聯網頻段，短期針對物聯網發展應無頻譜需求。此外，電信業者主要採用之 NB-IoT 或 LTE-M 技術，係利用既有之頻譜進行佈建，亦不須額外釋出物聯網之商用頻譜。就國際發展而言，由於仍於早期發展階段，因此多未由監理角度出發，而是積極進行基礎網路、資料平台建設，並及早進行資料蒐集、應用開發。但值得注意的是，各國亦陸續開始呼籲物聯網資訊安全之重要性，因為此些新興應用設備價格較低、或又以物為使用導向，因此容易忽略資安的設計。從管理機制觀點，目前業者主要訴求在於，未來以物為導向之服務，應與現行以人為導向之行動寬頻管理規則作出區隔，不應適用相同規管標準，以雙證件查核來說，亦有可能長期來講，限制了 B2C 服務模式的發展。

- **低功率物聯網頻段已完成釋出，電信業者之技術亦可利用既有頻譜進行佈建，因此短期未再有物聯網頻段釋出需求**

我國日前已釋出920-925MHz物聯網頻段，短期針對物聯網發展應無頻譜需求。此外，電信業者主要採用之NB-IoT或LTE-M技術，係利用既有之頻譜進行佈建，亦不須額外釋出物聯網之商用頻譜。

- **隨物聯網及5G商業模式成熟、終端連結設備數之快速成長，應探討以物為服務主體之網路監理機制設計**

未來物聯網、5G皆含大量物聯網之應用，在我國現行管理規則多為以人為主要對象進行設計狀況下，未來將可能影響整體產業及創新發展，待產業發展逐漸成熟時，應參考國際作法，探討以物為主體之監理方式，進行法規之調整或另行訂定。

圖 9-26 我國未來 IoT 發展建議

資料來源：研究團隊製作

第10章 各國 5G 行動寬頻發展調研

第1節 5G 技術與應用情境發展

下世代行動通訊(5G)為近年行動通訊相關領域最熱門之話題，為取得 5G 市場之先機，各大廠商、各大組織與許多國家近年無不積極投入 5G 技術之研究與規格之推動。雖然截至 2017 年底 5G 技術規格尚未定案，但在各單位之各種提案與探討之下，現階段以有三大共通之技術目標：超高速、同時連結多台裝置、超低延遲。超高速之目標探討的為傳輸速度達 10Gbps 以上；同時連結多台裝置之目標為可同時連接 100 萬台以上裝置，且此些裝置能達到低耗電量之標準； 超低延遲之目標為延遲時間能少於 1 毫秒。三種截然不同的目標明確顯示出未來 5G 技術將不僅是給一般民眾用於行動通訊之超高速寬頻，同時希望可以連結物品、車輛，打造物聯網與車聯網之世代，如下圖所示。

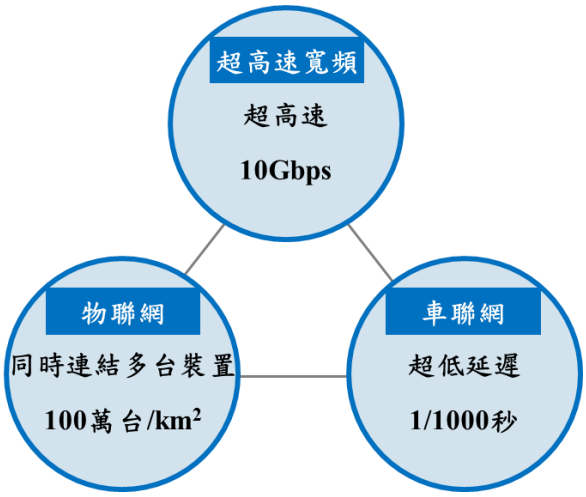


圖 10-1 近期國際對 5G 技術規格之共識

資料來源：研究團隊製作

為了制定 5G 技術與頻段標準，國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)下之 ITU-Radiocommunication 部門於 2012 年開啟了建立“IMT for 2020 and beyond”專案。並且於同年度，成立 WP5D 工作小組，負責 5G 技術與頻段標準之討論。因此，制定了一系列 5G 研究活動之階段與進程，預計於 2019 年之 World Radiocommunication Conference (WRC-19)確定標準，相關計畫時程如下圖所示。

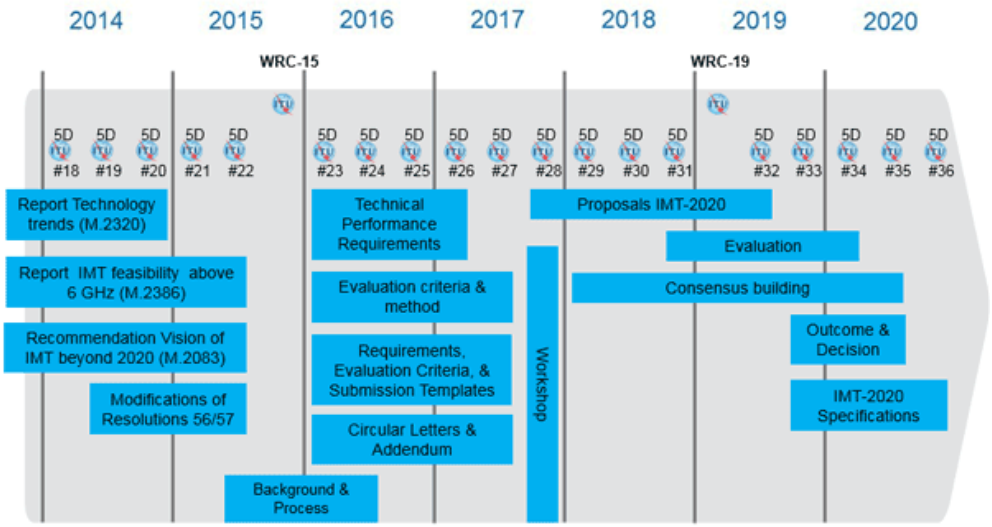


圖 10-2 ITU-R 之 5G 制定時程

資料來源：研究團隊製作

其中，於 2015 年之 WRC-15 上，各會員國已針對 5G 潛在可使用之毫米波頻段進行討論，初步選定之頻段包含：24.25-27.5、37-40.5、42.5-43.5、45.5-47、47.2-50.2、50.4-52.6、66-76、81-86GHz。並指示後續將由相關組織進行技術測試確認可行，再於 WRC-19 確認通過為 5G 頻段。

同時，由各國產業標準協會組成之第三代合作夥伴計畫(3rd Generation Partnership Project, 3GPP)亦自 Release 14 起開始著墨 5G 技術與頻段之標準討論，預期 2018 年 9 月訂定之 Release 15 內決定第一階段之 5G 技術與頻段標準，於 2020 年 3 月完成之 Release 16 內決定第二階段之 5G 技術與頻段標準，時程規劃如下圖所示。

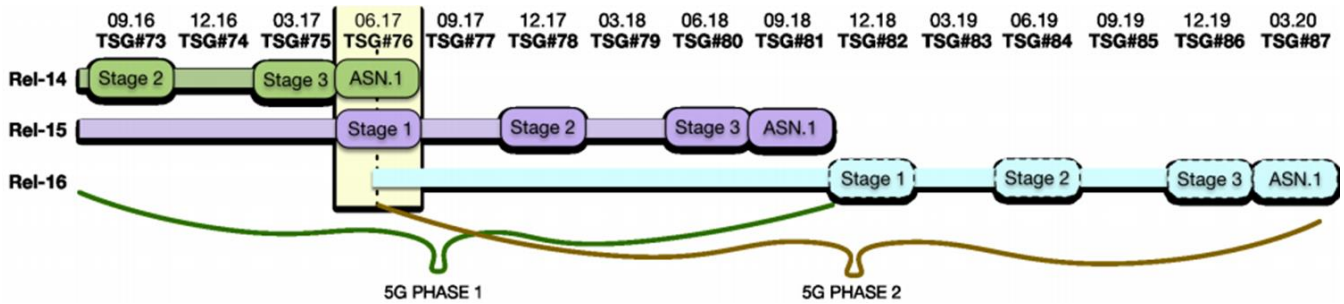


圖 10-3 3GPP 之 5G 制定時程

資料來源：研究團隊製作

於 2017 年內對於 Release-15 之討論中，已正式提及 5G 首波頻段。其中，除提出過去 3G 及 4G 使用頻段未來均可提供 5G 使用外，亦列入現階段於國際上較有共識之頻段，包含：3.3-4.2GHz、4.4-4.99GHz、24.25-29.5GHz 等頻段，詳細候選討論頻率請參考下表所整理。

表 10-1 3GPP Rel-15 討論之 5G 頻段

頻率區別	候選頻率
Sub-6GHz	● 既存 3G/4G 頻段 ● 663-698/617-652MHz ● 1427-1518MHz ● 3.3-4.2GHz ● 4.4-4.99GHz
Above-6GHz	● 24.25-29.5GHz ● 31.8-33.4GHz ● 37-40GHz

資料來源：3GPP，研究團隊製作

在技術標準與頻段規劃討論之外，為了 5G 能快速布建與商轉，各國與各設備供應商亦討論著 5G 技術之應用情境與潛在商業模式。根據歐盟之討論，會員國認為 5G 技術最關鍵之應用為車聯網之應用。根據韓國預期於 2018 年冬季奧運展示之 5G 技術，將以超高速寬頻之娛樂應用為其中一大主軸。諸如此類應用情境正在熱烈被討論著，其中，日本亦為了加速 5G 導入實際生活，提出了次世代行動服務實現計畫，其中展開了九大領域與其潛在運用之技術特性，如下圖所示。後續研究團隊便針對現階段以有較明確之應用情境的領域，說明 5G 潛在應用情境之發展現況，包含：運動娛樂、醫療健康、智慧城市、交通（自駕車）。

	超行動寬頻專案	無線IoT專案	次世代ITS專案
運動	●		
娛樂	●		
辦公室工作現場	●		
醫療	●	●	
智慧住宅生活		●	
零售		●	
農林漁牧		●	●
智慧城市		●	●
交通			●

圖 10-4「次世代行動服務實現計畫」之九大領域

資料來源：研究團隊製作

- 運動娛樂

透過 5G 之超高速傳輸技術，未來將能夠快速傳遞高畫質即時影像。因此，目前在娛樂領域已有許多潛在情境正在討論。此概念期望能透過未來到處都有之螢幕與行動裝置，提供參與者 VR(Virtual Reality)或 AR(Augmented Reailty)等沉浸式體驗。目前在國際上已有許多此方向之探討，例如：韓國冬季奧運與東京奧運之即時賽事轉播，期待未來能讓參與者在場館或周遭，即可收看高畫質多視角即時影像，及觀光多媒體互動資訊。



圖 10-5 平昌冬奧 5G 服務示意圖

資料來源：5G Forum 公開資料，研究團隊製作

● 醫療照護

5G 技術之超高速傳輸與同時連結多台裝置，將有機會改變醫療照護之既有應用情境。例如：超高速傳輸將有效提升影像之解析度，並且更快速地獲得影像資訊，此通訊技術基礎將可能實現遠端醫療、照護，甚至是遠端手術，減少地區健康資源之格差。此外，透過同時連結多台裝置，將能有效串連各種感測器及穿戴裝置，實現遠端照護與智慧健康管理等願景。下圖為日本正在研發之智慧手術室之概念圖，透過同時連結多台裝置之物聯網技術與超高速影像傳輸，彙整手術儀表板(Dashboard)並活用手術機器人，實現智慧醫療之目標。

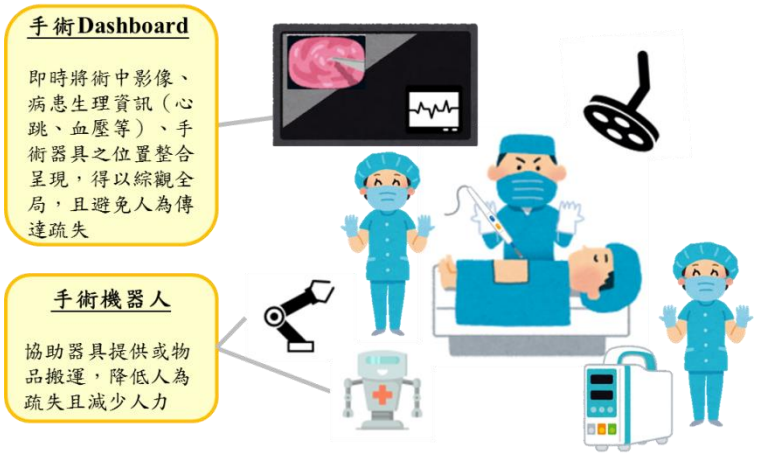


圖 10-6 日本智慧手術室概念圖

資料來源：日本「智慧手術室 Hyper Scot」公開資料，研究團隊製作

● 智慧城市

為解決人口成長、交通堵塞、排碳過量等各面向社會課題，各國政府近年來紛紛導入 ICT 解決方案，推動智慧城市之願景。現階段主要使用 2G / 3G / 4G 等行動通訊技術與第 9 章提及之物聯網技術，但隨著 5G 技術之逐漸成熟，將有可能轉為使用 5G 技術持續作為智慧城市之基礎通訊支援。其應用情境便更加多元，包含：電子支付、智慧能源管理、智慧農業等。因為超低延遲技術之成熟，將可更加速電子支付之普及，以實現無卡化與無紙化的購物體驗。因為同時連結多台裝置之技術成熟，將能更即時且精準地收集用電量資訊，達到配電／瓦斯自動化，提升能源管理之效率。藉由同時連結多台裝置，亦能讓農業能透過感測器收集天氣、土壤、生長、水文情報等各種資

訊，以實現智慧農業之生產模式，降低人力需求、提高生產力與生產品質。

- 交通（自駕車）

近年各國與各車廠最熱衷的在於自動駕駛車之領域，亦為 5G 技術應用之重要領域。目前相關通訊標準與頻譜規劃由車廠正在熱烈討論與提案中，現階段以應用 5.9GHz 頻段之 DSRC 技術為主，美國以 IEEE 802.11p 技術為主要推動方向，歐洲則以 C2V2X 技術為主要推動方向。但未來預期將會導入更多新興超低延遲通訊技術，協助達成 2030 年之全面性自動化駕駛(end-to-end driving)之願景。

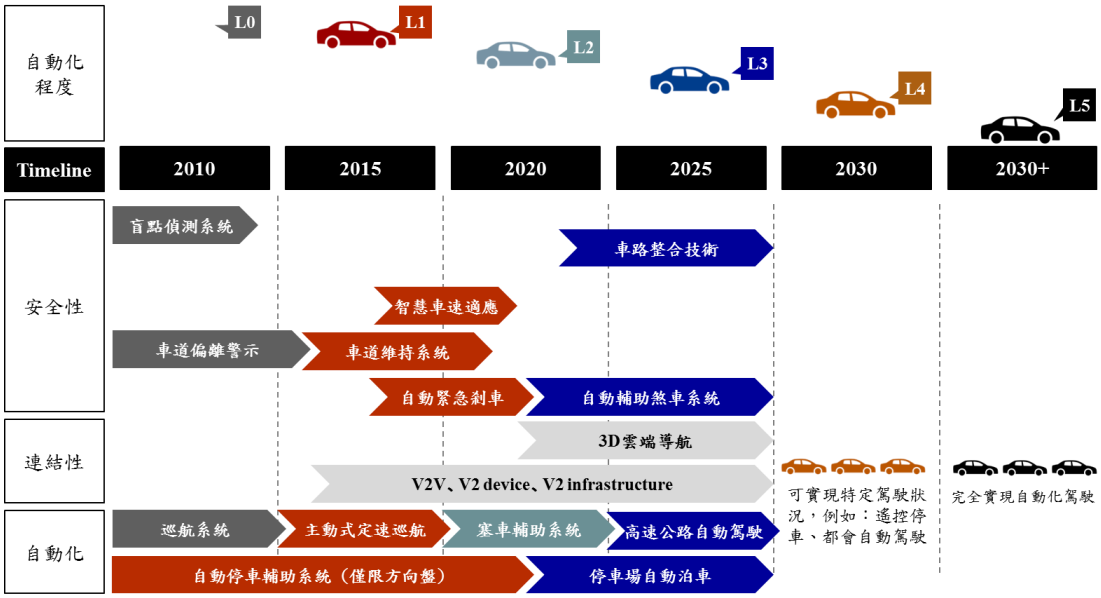


圖 10-7 自動駕駛發展藍圖

資料來源：KPMG，研究團隊製作

除了運動娛樂、醫療健康、智慧城市、交通（自駕車）等領域之應用外，亦有智慧製造、智慧生活等領域應用因為 5G 技術發展而有改變。此些應用服務將以垂直領域之整合性服務為主，因此在各種不同於既有行動通訊服務之應用發展之狀況下，可能會帶動新型態之商業模式，如：近年由芬蘭教授提出之 Micro Operator 商業模式。Micro Operator 將因應不同場域對網路的需求不同，提供特定小區域內特定目的之服務，例如：在購物中心之智慧商業應用、在工業區內之智

慧製造應用等。不過，由於 5G 技術確實與過去 2G / 3G / 4G 技術有很大的差異，這種以應用為核心的行動通訊技術，國際上各大設備製造商亦持續在勾勒相關有商業機會之應用情境。因此，除了持續追蹤技術標準之發展外，對於應用情境與商業模式之國際動向亦為主管機關須持續掌握之方向。

第2節 各國 5G 頻譜規劃與監理制度發展

承如上節所提及，5G 技術與頻譜標準仍在討論過程中，因此，大多數國家尚未有明確頻譜規劃方向，相關監理制度亦在持續觀察應用情境之轉變進行討論。於此節將針對各國目標討論之 5G 頻譜與初步之監理探討進行彙整。

一、 美國

雖然 5G 技術標準尚未明確定案，不過美國 FCC 已於 2016 年 07 月 14 日公告 24GHz 以上 5G 毫米波頻段之管理規範。本次之公告包含 27.5-28.35GHz (28GHz)、37-38.6GHz (37GHz)、38.6-40GHz (39GHz)與 64-71GHz 等四個頻段，總計約釋出將近 11GHz 頻寬之頻譜。其中 28GHz、37GHz、39GHz 規劃將採分區授權方式釋出，並開放作 IMT 業務用。此些頻段在討論授權方式時，均有考量既有執照釋出方式和技術、服務特性規劃，因此，決定於 28GHz 採 County-sized 分區、於 39GHz 採 Partial Economic Area 分區方式釋出，都是相對較小的地理單位，即為因應毫米波傳輸距離較短特性所規劃，希望能提升應用效率。另外，屬於較高頻之 64-71GHz 將採免執照方式釋出，規劃作 WiGig 使用，可讓更多感知設備進行短距傳輸，預期可促進更多創新服務及 IoT 產業發展。

表 10-2 FCC 開放毫米波頻段

頻段	授權方式	說明
27.5-28.35GHz（28GHz）	➢ 分區授權，採 County-sized(郡)授權以符合技術、服務特性	➢ 開放既有（Local Multipoint Distribution Service, LMDS）執照業者營運行動業務
37-38.6GHz（37GHz）	➢ 37-37.6GHz 採共享機制；37.6-38.6 同 39GHz 採 PEA 分區授權	➢ 可作行動業務使用 ➢ 無既有執照用戶
38.6-40GHz（39GHz）	➢ 分區授權，採 Partial Economic Area 分區方式（較 county 大）	➢ 可作行動業務使用
64-71GHz	➢ 延伸 57-64GHz 頻譜的規劃，採免執照頻譜釋出	➢ 作為類 Wi-Fi 功能（WiGig）使用，可讓更多感知設備進行短距傳輸

資料來源：FCC 16-89，研究團隊製作

二、 英國

英國 Ofcom 認為在 5G 發展之下，首要目標為確保頻譜於最適合之方式下使用，才能讓投資者、創新者和競爭者得以發展更好的 5G 服務，造福更多消費者以及商業發展。因此，英國 Ofcom 長期與其他歐盟國家頻譜規劃單位保持密切合作關係，以保持全球頻譜的和諧，並且共同界定出歐洲使用的 5G 頻段。

現階段英國 Ofcom 先分別於 Sub-GHz、1-6GHz 與 Above-6GHz 三類型之頻段分別鎖定一個頻段作為重點候選頻段。於 Sub-GHz 頻段中鎖定 700MHz 頻段，期望於 2020 年第二季用於行動通訊；1-6GHz 頻段中鎖定 3.4-3.8GHz 為主要的 5G 頻段，其中 3410-3480 / 3500-3580MHz 頻段已在釋出規劃中，3605-3689MHz 頻段因有既有使用者，未來將以共享方式釋出；Above-6GHz 頻段認定 26GHz (24.25-27.5GHz)頻段為 5G 毫米波的主要頻段，已於 2017 年 7 月 28 日開始公開諮詢，徵求各界對於橫跨 3.25GHz 頻寬之 26GHz 頻段與 30GHz 以上頻段之看法。

表 10-3 英國 5G 相關頻段目前進度

頻段	討論與規劃現況
700MHz	➢ 目前正在清空此頻段，以利之後供行動通訊使用，期望在 2020 年的第 2 季順利用於全球的行動通訊。
3.4-3.8GHz	➢ 為主要的 5G 頻段 ➢ 已清空在 3.4-3.6GHz 中的 150MHz (3410-3480MHz / 3500-3580MHz)，預計近期進行拍賣。 ➢ 3605-3689MHz 已被指派用於電子訊服務(包含行動)，將與其他既存使用者共享。
26GHz	➢ 為了國際的和諧，預計將此頻段作為 5G 毫米波的主要頻段。 ➢ 於 2017 年前半年開始相關諮詢會議，討論 5G 服務於此頻段的應用方式。

資料來源：Ofcom，研究團隊製作

三、 法國

法國電子通訊與郵政管理局 Arcep 於 2017 年 1 月 6 日至 2017 年 3 月 6 日進行了新頻率需求之公開諮詢，於同年 6 月 22 日公布基於該次公開諮詢對於未來頻譜規劃之看法。其中表示於年內開始進行 3.5GHz (3400-3800MHz)與 2.6GHz TDD (2570-2620MHz)兩個頻段之後續規劃，另外也得知產業界對於 1.4GHz、

2.3GHz、700MHz (SDL 用途)、400MHz 與 26GHz 頻段之興趣。其中，基於產業界之意見及國際發展趨勢，3.5GHz 頻段被視為未來 5G 技術之重要頻段，因此 Arcep 將開始重新整備 3.5GHz 頻段，期待於 2020 年時能有超過 300MHz 頻寬之連續頻譜供 5G 使用，至 2026 年時可達到 340MHz 甚至是 390MHz 之頻寬供 5G 使用。現階段 Arcep 一邊開放 5G 實驗，一方面積極與既有使用 3.4-3.8GHz 頻段之執照擁有者聯繫，與其探討頻率重新劃分一事。期待於 2018 年起著手進行該頻段之重新規劃，以利 5G 服務順利於法國發展。

四、 中國

中國政府將 5G 列為「十三五」中重點項目，現階段主要鎖定 6GHz 以下頻段，對於 6GHz 以上之頻段預計將待 2019 年後才會進行規劃與應用。而在 2017 年 11 月 15 日，中國工信部已經明確宣告 3300-3600MHz 與 4800-5000MHz 作為 5G 用途的頻段。其中，對於 C-band 上既有之衛星等業務採取保護措施，公告 3300-3400MHz 原則上僅限室內使用，且上述之 5G 頻段的使用，不得對同頻段或鄰頻段內依法開展的射電天文業務及其他無線電業務產生有害影響。但也公告未來不再受理和批准 3400-4200MHz 內之地面固定業務頻率、3400-3700MHz 內之空間無線電台業務頻率、3400-3600MHz 內之空間無線電台測控頻率。自公告即日起，中國電信業者即可向工信部申請頻率之使用執照。

五、 新加坡

新加坡 IMDA 為了促使 5G 技術於 2020 年能確實於新加坡實現，已開放 5G 技術之實驗，讓業者能及早探索其潛在之利益與應用模式。此外，IMDA 亦開始針對重點潛在 5G 頻段進行盤點，初步盤點 Sub-GHz、1-6GHz、Above-6GHz 等三類型之重點潛在 5G 頻段狀況如下圖所示。Sub-GHz 鎖定 800MHz 頻段；1-6GHz 鎖定 L-Band 與部分 C-Band (3400-3600MHz)；Above-6GHz 則是鎖定了 24.25-29.5GHz、37-43.5GHz、66-76GHz、81-86GHz 等頻段。同時，IMDA 亦於 2017 年進行了 5G 頻譜規劃與相關規範之初步公開諮詢，相關諮詢意見於 2017 年 7 月 21 日截止。

Category	Potential Spectrum Bands
Below 1GHz	800MHz
1 – 6GHz	1427 – 1518MHz 3400 – 3600MHz
Above 6GHz	24.25 – 29.5 GHz 31.8 – 33.4 GHz 37 – 43.5 GHz 45.5 – 50.2 GHz 50.4 – 52.6 GHz 66 – 76 GHz 81 – 86 GHz

圖 10-8 新加坡 IMDA 諮詢中之 5G 潛在頻段

資料來源：IMDA “Facilitating 5G deployments in Singapore”, 23 May 2017

六、 日本

日本以 2020 年東京奧運推出 5G 為目標，屆時將可以高速網路提供民眾 4K 實況收看，現則進行全面的 5G 潛在頻譜清點、及應用情境探索。因此，定期舉辦之電波政策懇談會目前亦將重要里程碑放在 2020 年。因此，在 2016 年之電波政策懇談會上，日本總務省便從 4G 強化、5G 與無線 LAN 三大角度進行潛在釋出頻段之盤點，盤點結果如下圖所示。

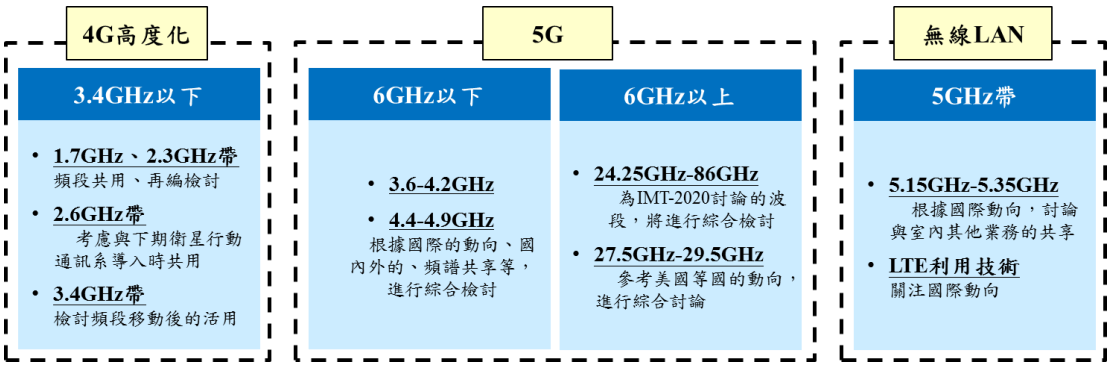


圖 10-9 「電波政策 2020 懇談會」潛在釋出頻段之盤點

資料來源：電波政策 2020 懇談會，研究團隊製作

其中，對於 5G 潛在頻段，則是分成 6GHz 以下與 6GHz 以上兩部分來討論，

為了讓相關業者可以盡早開發 5G 相關設備，必須盡早找出確實可能使用的 5G 頻段，在 6GHz 以下頻段日本政府優先鎖定 3.6-4.2 GHz、4.4-4.9GHz 兩個頻段，在 6GHz 以上認為 27.5-29.5GHz 較具發展潛力，同時亦將持續討論 24.25-86GHz 頻段間國際鎖定之頻段。為加速未來 5G 之實現，目前正積極針對 6GHz 以上頻段檢視各頻段進行共用、發展 5G 之可能性。

七、 韓國

韓國於 5G 研發十分積極，與日本（5GMF）、歐盟（5GPPP）、中國（IMT-2020 PG）皆簽有 MOU，定期探討 5G 技術與應用發展。目前規劃將於 2018 年 2 月，在韓國平昌舉辦之世界冬季奧運賽事上推出相關 5G 服務。將於相關場區布建 5G 基地台，並提供多媒體（VR）及 GIGA WiFi 之應用體驗。其使用之頻段將以 28GHz 為主，但於 2017 年 1 月也決議要將過去未作 IMT 使用的 3400-3700MHz，以共享方式，開放作 5G 使用。

第3節 我國產業界對 5G 發展需求與管理模式探討

針對我國 5G 發展，研究團隊於 2017 年 12 月 01 日（五）舉辦「我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討」專家學者座談會中，研究團隊就 5G 部分，分別就三個面向提出探討，針對各國陸續已標定首波將使用之頻段、於 2020 年前後預期也將有商轉網路推出，研究團隊就我國 5G 頻譜之釋照時間點、釋照機制、權利義務和業者進行探討。

主題2：國際5G發展現況與願景

■國際上5G競爭持續加速，各國皆於2020年前後陸續推出相關服務，於WRC-19（2019年）時預期將可確定首批5G頻譜標準，請問對下列5G發展看法及建議：

2-1 考量我國剛完成第三波4G頻譜執照釋照，國際上5G頻段標準亦較可能於WRC-19確認，我國下次釋照時間點，應為2020年以後，並盡可能減少整體5G頻段釋出次數；

2-2 考量5G頻段位置、技術標準、應用情境與現行4G之差異，頻寬需求的基本單位為50-100MHz，屆時釋照機制設計將可能需要重新檢視，包含：部分5G頻段以共享方式釋出，以提升應用效率並促進產業創新；

2-3 由於5G應用情境非完全同傳統以人為主的3/4G應用、技術及使用頻段上也有所差異，相關5G頻譜之權利義務可能需進行調整，以利產業發展；

圖 10-10「我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討」5G 討論議題

資料來源：研究團隊製作

就釋照時間點部分，雖美國、德國皆已陸續宣布頻譜釋照之規劃，但由於全球較為統一之 5G 頻段標準應於 2019 年 WRC-19 大會中進行討論於確認，我國較適宜之首波 5G 釋照時間點，應為 WRC-19 後，即 2020 年左右再行釋照，針對此時間點之規劃，業者多表同意，經濟部 5G 辦公室亦表示約於 2020 年台灣會規劃有城市級之 5G 試驗，因此於 2020 或 2021 左右確實為適當的時間點；設備商台灣愛立信亦表示因 2018、2019 即會有國家推出 5G 網路商轉，2020 之後的時間點，生態系應已有一定之成熟度；

在釋照機制規劃部分，由於 5G 頻段主要規格之一是超高速之傳輸，且頻段位置又處於較高頻之位置，因此單一業者單一頻段之頻譜量可能需 50MHz 甚至是 100MHz 以上，方能作 5G 有效率之應用，就短期部分，3.5GHz 為國際上注目度較高之頻段，於我國亦有應用之可能，若為 3.5GHz，則單一業者至少需 100MHz 之連續頻譜；長期來說，未來 5G 會往毫米波段（6GHz 以上）發展，則單一業者若希望達到 20Gbps 的最高傳輸速度、使用者體驗速度 100Mbps，則需要有

400MHz、甚至要 1GHz 之連續頻譜量，因此後續釋照機制設計上，可能再參考國際發展趨勢、我國產業應用進行檢視；另亞太電信代表則特別強調，5G 應用之情境也會很多元,應考量情境來規劃頻譜釋照方式,且盡可能站在消費者權益，以共享方式進行釋出；

權利義務、監理機制建議部分，由於現 5G 發展仍於早期階段，因此業者多為概念性之建議，如覆蓋率部分，中華提出若未來 5G 一併列於行動寬頻業務，則覆蓋率可逕以現行 4G 網路達成，但若 5G 要單獨進行管制，則覆蓋率需要再行討論，亞太也認為未來 5G 相關管制可能不若 4G，是以站台數為基準，如需達到 250 台站台方能開台，偏鄉之建設等。

表 10-4 我國 5G 發展業者回饋

我國5G發展現況與願景				
	Q1：2020後釋照	Q2：頻寬量、機制	Q3：權利義務調整	監理機制
中華電信	• 對5G期程，目前以2020釋照當目標來準備		• 覆蓋率如果是跟4G合併計算，則覆蓋率用4G就可達成；如果5G要單獨定管理規則，就可以再做討論	• 5G是大頻寬的應用，Small Cell的功耗可能會比Micro Cell來得大，相關法規可能需要重新檢視
遠傳電信	• 是不是要把5G ready的頻譜一次整段釋出，要看潛在頻譜為何	• 中頻的頻寬可能要100MHz比較適當		
台灣大哥大		• 釋照頻寬要完整較利於應用	• 收費機制要去重新探討，如果跟業者收取太高費用，會不利於建設	
亞太電信	• 同意2020釋照的時間點，但是釋出的頻段希望是完整跟乾淨	• 希望可盡量以共享釋出，以消費者權益為考量 • 應用不同，如：智慧家庭、科技城，則頻寬需求不同	• 監理不一定是用機站數來檢視，譬如開台不一定是250台，偏鄉覆蓋也可以再討論	
台灣之星	• 2020、2021年第一次5G釋照是比較適合的時間 • 但2020年時終端可能還未成熟到被大量的商用	• 如果要達到IMT-2020使用者體驗速度100Mbps標準，C-Band一個業者最好有100MHz，6GHz以上一個業者要有1GHz以上的連續頻寬		• 未來5G會有很多小型基地台建設的需求，應開放裝在大樓的外牆或電線桿上
優納比網路				
台灣愛立信	• 2018、2019的時候就會有國家有5G應用，因此2020釋照，應該5G Ecosystem已有一定成熟度	• 中頻最少100MHz、高頻最少400MHz，如果頻譜量太小，變成跟現在4G CA的結果差不多 • 有些國家會把高頻做公開的頻譜，採共享		
5G辦公室	• 2020年有城市場域的試驗，以3.5GHz為主，認同2020年以後釋照期程	• 3.5Ghz，國際上都是以100MHz的頻寬做測試		

資料來源：研究團隊整理

第4節 小結與建議

5G 技術與頻段發展目前正如火如荼地進行中，預計到 2019 年才會確立相關標準與頻段規劃。不過，各國已積極規劃潛在重要頻段，如本章第 2 節所提及，各國之規劃與討論現況彙整如下表。明顯可以看到 1-6GHz 之中頻段為目前最重要且較有共識之潛在頻段，初步多鎖定於 3.3-4.2GHz 之範圍內，另外中國與日本亦鎖定 4.4-5.0GHz 之頻段。Above-6GHz 之高頻段初步以 28GHz 為較為共識頻段。

表 10-5 各國 5G 頻譜規劃討論頻段

	Sub-GHz (MHz)	1-6GHz (GHz)	Above-6GHz (GHz)
美國	600	3.55-3.7	27.5-28.35, 38.6-40, 37-38.6, 64-71
英國	700	3.4-3.8	24.25-27.5
法國		3.4-3.8	
中國		3.3-3.6, 4.8-5.0	
新加坡	800	1.5, 3.4-3.6	24.25-29.5, 31.8-33.4, 37-43.5, 45.5-50.2, 50.4-52.6, 66-76, 81-86
日本		3.6-4.2, 4.4-4.9	27.5-29.5
韓國		3.4-3.7	28

資料來源：研究團隊整理

對於身為緊密跟隨者的我國，參考國際動向與國內產業意見，研究團隊建議 5G 頻段應該待 2020 年以後，相關設備生態系較為成熟後再進行釋出。不過，可以及早開始討論國際較有共識之頻段之國內未來清移頻或共享釋出可行性。未來之釋出時程與頻段，建議以 2020 年設定為 5G 第一波執照釋出時間點，以 Sub-6GHz 頻段為主；待 2022 年後再釋出 5G 第二波執照。

然而，如同本章第 1 節所提到及，5G 之應用情境將有別於過去與現在之 2G、3G 及 4G，可能會有更多單點、小區域之應用發生，而不再追求大範圍廣域之行動通訊服務。為此，於頻譜規劃之同時，釋照機制與配套相關規劃亦應及早開始探討。以下研究團隊針對潛在會面臨之轉變進行初步之探討，分成執照類別、執照釋出方式、頻率使用費等三大面向進行討論。

- 執照類別：

未來 5G 技術是否要納入行動寬頻業務一併管理，抑或是另闢新的管理辦法監理亦為一討論重點。目前行動寬頻執照中，有針對基地台站數、偏鄉建設、覆蓋率等義務規範。未來 5G 技術之應用初期將可能不是全區覆蓋之作法，未來實際之應用情境與商業模式亦預期會與既有 4G 有所差異。因此，對於覆蓋率、基地台數及偏鄉建設等義務規定應該需要有所不同。基於此義務之原因與 5G 時代之應用服務情境之轉變，是否要以行動寬頻業務進行管理，或是新的管理辦法管理為其他討論議題之重要前提。同時，相關管理方式或所需要滿足之義務亦需要重新檢討。

- 執照釋出方式：

執照釋出方式是否只有拍賣一途？目前根據預算法之規範，基本上需要頻譜資源以拍賣處理。不過，未來 5G 技術之應用情境、商業模式尚未明確，為降低各種服務業者進入門檻，因此，需要開始思考如何將頻譜提供給既有電信業者與其他欲進入提供垂直應用服務的業者。

執照規劃方式是否仍以全區方式規劃？由於未來 5G 之應用情境與商業模式可能是在小範圍之地區提供特定領域垂直整合服務，因此若採取全區執照方式，將可能會限縮 5G 應用服務提供者之參與意願。此外考慮未來 5G 之高頻頻段之佈建，可能不會以全台覆蓋方式提供所有民眾一致之通訊服務，因此，需要考慮是否以分區方式規劃，及如何劃分執照區域。

執照釋出機制是否採用過去經驗？由於目前觀察國際討論方向，6GHz 以下之頻段所需最佳頻寬可能達 100MHz，6GHz 以上所需最佳頻段更可能達 400MHz。因此，釋出方式可能會再與過去方式有所差異，甚至有許多頻段或許會採取共享方式提供給頻譜使用者，此部分之釋出機制應該要重新檢討，追蹤國際作法擬定適合國內之作法。

- 頻率使用費：

未來之釋出之 5G 頻譜之頻率使用費可能需要重新訂定。主要原因為未來可能一個業者在一個頻段上便擁有 100MHz（6GHz 以下）或 400MHz（6GHz 以上）以上之頻寬，同時，商業模式與應用服務情境亦將有所轉變。因此，

對於頻率使用費之收取標準，應該與時精進重新檢討設定，以利我國 5G 應用發展。

對於整體 5G 發展隨著時間將愈漸明確，研究團隊認為未來應持續掌握國際組織之技術標準與頻段訂定及各國 5G 頻段之規劃，以進行我國 5G 頻譜之規劃。同時，亦應持續掌握國際間 5G 頻段之應用情境與商業模式，及各國對於 5G 頻譜釋出之作法，以及早探討我國 5G 執照之規劃與釋出方式，以加速我國 5G 應用服務之發展。

- **第一波5G頻譜釋出時間點可設定於2020年、2021年，首波執照考量技術成熟程度、需求程度，應會以Sub-6GHz為主**

國際上領先國家陸續將於2020前後推出5G早期服務，而WRC-19時亦將更確定5G之技術標準，因此於2020後釋出我國之首波5G頻譜為合理之時程假設。Sub-6GHz可作為首波釋照主要頻譜，毫米波段可作為後續釋照之頻譜。

- **管理規則將可能與行動寬頻有所差異**

由於5G之頻譜特性、應用特性、商用模式將可能與4G有所差異，早期應用將可能為區域型、特定應用的服務，而非全面性對終端消費者之服務，對於相關建設之要求、管理規則上將可能與現行行動寬頻管理規則有所差異。

- **釋出機制須視國際發展及我國產業需求而定**

由於5G須達到超高速傳輸，因此1GHz以下之頻段所需最佳頻寬可能達100MHz，6GHz以上所需最佳頻段更可能達400MHz，另應用情境上也與現行4G有所差異，因此在釋出單位區塊大小、是否分區釋出、是否採共享釋出、甚至是否採拍賣機制，都須持續追蹤國際發展及因應我國需求滾動進行探討。

圖 10-11 我國 5G 行動寬頻發展建議
資料來源：研究團隊整理

第11章 結論與建議

本次研究案可分為兩大重點項目，一是本年度(2017 年)3G 屆期釋照規劃，1800MHz 的 C6 頻段及 2100MHz 的頻譜拍賣，研究團隊透過標竿調研，進行競價機制的導入分析、建議。本次在競價機制上，首次採用兩階段，分為數量階段與位置階段進行，並於數量階段改為小區塊、虛擬位置方式進行競價，且於位置排列原則上，以連續、既有位置優先原則進行排列，另在業者得標上限限制，設有 2100MHz 頻段，單一業者最多取得 2*20MHz（四塊小區塊）上限，及總得標頻譜量，單一業者最多取得 2*25MHz（五塊小區塊）之上限限制。

由於採虛擬位置方式，降低業者惡意競價之空間，因此競價過程相對順利，無以往過去互踩頻譜、墊高價錢之情事；採用小區塊設計，業者亦可針對自身需求進行競標，因此原先頻譜量已較多之遠傳電信僅於 2100MHz 取得三塊、而市占率較小的台灣之星亦可僅取得一塊、中華電信與台灣大哥大則取得四塊，顯示小區塊機制可供業者更彈性的取得頻譜。本次競價機制設計重點如下整理。

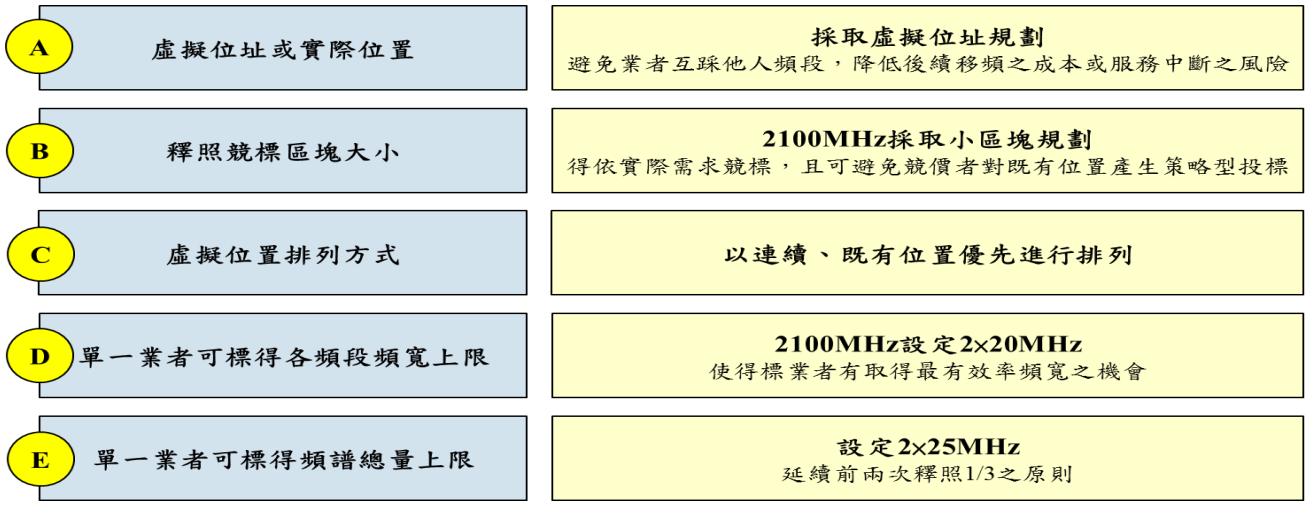


圖 11-1 我國 106 年釋照重點規劃整理

資料來源：研究團隊整理

在底價部分，過去主要透過標竿案例法進行底價設定，惟各國產業環境有所差異，難以精確掌握頻譜價值，本次研究團隊主要透過收益還原法，參酌業者近年之營收、網路建設成本，進行頻譜底價之估算。由於研究團隊以產業歷史資料

進行推估，而非僅參酌國際案例，因此在底價的訂定上，較過往相對準確，除不會因底價過低而造成競價時程過長而無效率，亦因底價訂定在合理之價格水準而不會有低賣頻譜重要資源之風險。

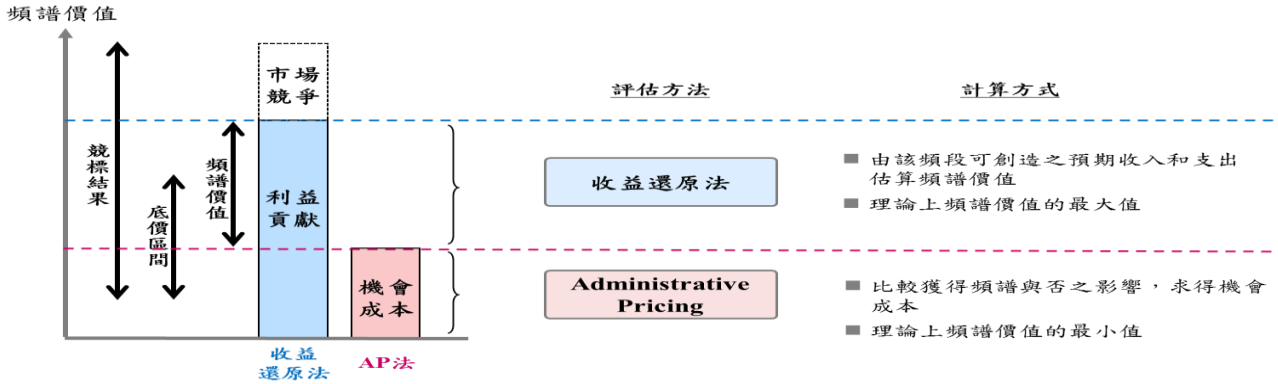
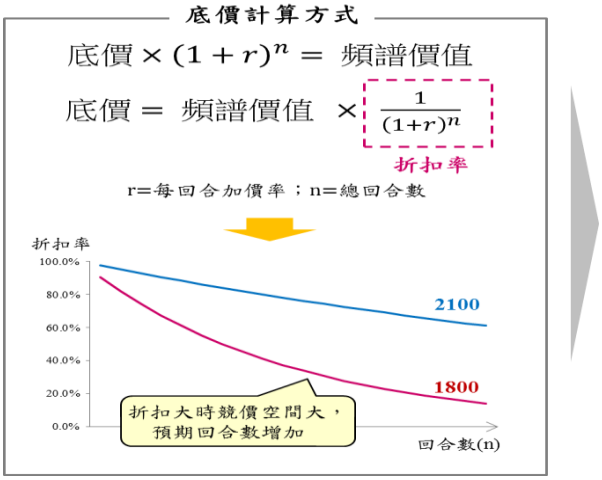


圖 11-2 收益還原法計算之頻譜價值

資料來源：研究團隊製作

透過收益還原法計算出頻譜之理論底價後，研究團隊尚會透過預期競價回合數進行折扣率之設定，確保整體競價期程於預期時限之內，由於本次釋照相關流程希望能 106 年度完成，因此折扣率設定上相對保守，最終數量階段之競標也順利於 4 個競價天即完成競價，符合原先之期待。



回合數與折扣率關係

1800MHz		2100MHz	
回合數	折扣率	回合數	折扣率
10	90.6%	110	76.3%
20	82.1%	120	74.4%
30	74.4%	130	72.6%
40	67.4%	140	70.8%
50	61.1%	150	69.1%
60	55.4%	160	67.4%
70	50.2%	170	65.8%
80	45.5%	180	64.2%
90	41.2%	190	62.6%
100	37.3%	200	61.1%

圖 11-3 透過預期回合數設定折扣率

資料來源：研究團隊製作

最終釋照結果如下整理，1800MHz 由中華電信取得一塊頻譜，而剩餘兩塊未有業者出價；2100MHz 則四家既有電信業者皆有得標，分別為中華電信四塊、台灣大哥大四塊、遠傳電信三塊、台灣之星一塊，實際位置以頻譜連續、既有位置優先原則排列後，業者透過協商即達成協議，無進入一次性密封標作業，且得標之業者皆有部分新得標頻譜與既有頻譜位置重疊，因此預期於 2018 年 12 月 31 日 3G 業務屆期時，各業者將可順利達成平順移轉，此一結果也與採用小區塊搭配虛擬位置相關。

另整體溢價比與競價期程，由於採用虛擬位置關係，減少業者間惡意競價、空間，且本次研究團隊主要採用收益還原法，利用歷史資料估算業者理論上對競價標的合理之估值，因此於底價掌握上較為準確，因此最終於 4 天 38 回合即完成競價程序，2100MHz 頻段之溢價比僅 13-17%，低於前次拍賣之 47%。

競價結果而言，1800MHz 頻段由於本次為補充頻段釋出，對於既有 1800MHz 業者如遠傳、台哥大若取得 1800MHz 頻譜要進行 Intra-Band CA 成本較高，因此原先即無太高競標意願，擁有鄰頻 C5 頻段之中華電信，受限於頻譜上限規範最終也僅能於此段取得 5MHz，使得仍有機會競標的僅剩亞太電信一家業者，惟若為單一業者因素調整底價水準，則有可能有低賣頻譜風險，研究團隊最終仍將 1800MHz 底價設定於相符於其可為業者帶來之效益水準，但推估亞太電信由於近年未將經營中心放於 4G 業務發展，而是期待物聯網等新應用之開發，最終未對 1800MHz 出價。1800MHz 受限補充釋出之特殊性質，非各業者皆有競標興趣，因此相對缺少競爭，單純從新事業發展衡量此段頻譜，業者亦尚無太大意願將資金投入於頻譜購買，若設定過低之底價又有低賣頻譜之風險，因此最終 1800MHz 區塊有 2 塊區塊未有業者競標，顯示業者對頻譜需求減緩、而新事業短期對頻譜亦尚無太大需求。

4G第三波釋照結果分析	1800MHz	2100MHz
底價(2*5MHz)	22億	19億
決標價(2*5MHz)	22.7億	21.5~22.15億
溢價比（前次溢價比)	**3%（622%）**	**13%-17%（47%）**
決標標的數/目標標的數	**1 / 3** （2塊未有出價）	12 / 12
各頻段競價分析	• 由於為補充頻段拍賣，除臨頻之中華，其他既有業者如遠傳、台哥大由於使用Intra Band CA效率低，競價意願低 • 亞太由於其經營策略關係，一般用戶數未有顯著成長，頻譜需求低；另新事業開發風險高，傾向先採用既有頻段，而非投入頻譜購買成本	• 由於設有2100MHz頻段4塊、總競價標的5塊之上限，競爭性受限 • 中華、台哥大購入4塊擴充容量、遠傳因頻譜數量相對充分僅購入3塊、台灣之星爭取到1塊延續服務 • 亞太同樣因新事業開發風險，雖有參與競價，但價格上漲後退出競爭
本次釋照分析	• 小區塊設計及較準確之底價設定，避免業者間惡性競爭、加速競價作業，提升我國釋照效率、且維持頻譜稀有資源價值 • 2100MHz既有位置優先設計，預計可達成服務平順移轉不中斷目標	

圖 11-4 本次 3G 屆期釋照結果分析
資料來源：研究團隊製作

本次專案亦透過國際調研，除調研行動通信市場監理趨勢，也持續蒐集新技術如物聯網、5G 之產業、監理發展動態。整體行動通信市場而言，電信業面臨新一輪的整合趨勢，以取得競爭的優勢，由主管機關觀點而言，如何兼顧市場之競爭性、消費者權益、業者產業發展為重要課題。就本次專案之各項議題而言，行動寬頻之共享為國際上發展之重點趨勢，可用來促進創新、提升頻譜利用、也可能為未來 5G 應用方式，惟國際上目前尚無完整之動態頻譜共享應用案例，因此短期我國除持續追蹤國際發展動態，亦可於 2.3、3.5GHz 等頻段進行試驗計畫；基礎設施共享部分，由於有助於業者節省成本，以降低龐大之資本支出，而有利於進行各項加值服務提供、基礎建設品質提升，因此國際上逐漸從被動式共享邁向主動式共享，現我國各業者建設發展進度、策略方向不一，由既有設備之推動共享較為困難，可由業者間就既存機制進行協商，但就偏鄉基礎設施之共享、或未來 5G 新技術之建設共享，則可能由主管機關進行統一之規劃及推動；MVNO 開放部分，研究團隊觀察國際趨勢，認為 MVNO 仍有成長動能，但經營之類型已非過去轉售批發之業者，而是新型態 OTT 業者、提供 IoT 電信服務之業者等，此些業者之進入，將可能有助於我國電信服務之多樣性，進而促進產業之創新、消費者之滿意度，因此須持續觀察我國產業發展新型態 MVNO 之可能性。

新技術如物聯網及 5G 發展，由於尚在發展早期，各國主管機關主要以較低度的管制扮演產業創新鼓勵之角色。就頻譜需求而言，物聯網在我國已釋出 920-925MHz 頻段後，短期應無其他物聯網頻譜需求，電信業者亦可基於既有頻譜進行建設;5G 部分,國際上已開始就候選頻段作使用可能之盤點,考量 WRC-19（2019 年）後，5G 標準應會更為確定，屆時國際上亦可能已陸續有商轉案例，因此我國首波 5G 頻譜釋照應可能以 2020、2021 年為目標，開始進行準備。但就於 5G 釋照機制、管理機制上，各國尚在持續探討中，須考量其技術標準、應用情境、商業模式之發展，方能制定適宜之方案，因此建議我國亦須持續追蹤國際 5G 發展動態，及保持和產業之互動，以確保我國 5G 之發展能跟上時代之趨勢。

參考書目

1. 中華電信，104 年度、105 年度年報，2015 年、2016 年
2. 台灣大哥大，104 年度、105 年度年報，2015 年、2016 年
3. 遠傳電信，104 年度、105 年度年報，2015 年、2016 年
4. 國家通訊傳播委員會，「行動寬頻業務」釋照徵詢意見回應及競價方式規劃，2013 年 1 月 25 日
5. 國家通訊傳播委員會，行動寬頻業務 2500MHz 與 2600MHz 頻段釋照公開意見徵詢，2015 年 3 月 4 日
6. 國家通訊傳播委員會，「行動寬頻業務釋照之底價擬定、競價機制及相關法規修訂建議之研究」，2015 年
7. 國家通訊傳播委員會，行動寬頻業務管理規則，2016 年 7 月 12 日修正版
8. 國家通訊傳播委員會，2G/3G/4G 行動通訊市場統計資訊，2015、2016 年
9. 國家通訊傳播委員會，無線電頻率使用費收費標準，2015 年
10. 國家通訊傳播委員會，「行動通信網路成本模型及接續費研究」，2017 年
11. 國家通訊傳播委員會官方網站 http://www.ncc.gov.tw/chinese/index.aspx
12. 交通部，頻率供應計畫（修正草案），2016 年 6 月
13. FCC ，” APPLICATION PROCEDURES FORBROADCAST INCENTIVE AUCTION SCHEDULED TO BEGIN”，2016.03
14. FCC，” Expanding the Economic and Innovation Opportunities of Spectrum Through Incentive Auctions”，2012.10
15. FCC，”Incentive Auction Forward Auction Clock Phase Bidding System”，2016.07
16. FCC ，“Forward Auction Clock Phase Tutorial”
17. FCC ，“Reverse Auction Clock Phase Tutorial”
18. DOC ，” FOSTERING THE ADVANCEMENT OF THE INTERNET OF

THINGS”，2017.01

19. OFCA，”Auction of Radio Spectrum in the 1.9-2.2 GHz Band for the Provision of Public Telecommunications Service — Information Memorandum”
20. ACMA，” 1800 MHz spectrum auction,November 2015 Auction guide”，2015
21. ACMA，”Future use of the 1.5GHz and 3.6GHz – Summary of and response to 3.6GHz submissions”，2017.06
22. Arcep，”CONSULTATION PUBLIQUE - De nouvelles fréquences pour les territoires, les entreprises, la 5G et l’innovation”，2017.01
23. Arcep，” 5G: ISSUES & CHALLENGES”，2017.03
24. IMDA，”AUCTION OF 700 MHZ SPECTRUM RIGHTS (2016),900 MHZ SPECTRUM RIGHTS (2016),2.3 GHZ SPECTRUM RIGHTS (2016) AND 2.5 GHZ SPECTRUM RIGHTS (2016) INFORMATION MEMORANDUM”，2016.07
25. IMDA ， ”CONSULTATION PAPER ISSUED BY THE INFO-COMMUNICATIONS MEDIA DEVELOPMENT AUTHORITY OF SINGAPORE 5G MOBILE SERVICES AND NETWORKS”，2017.05
26. DCMS，”Tackling Partial Not-Spots in Mobile Phone Coverage Consultation Document”，2014.03
27. MSIP，”K-ICT 스펙트럼 플랜” ，2017.01
28. Ofcom，” Award of the 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands - Competition issues and Auction Regulations”，2017.07
29. Ofcom，” Notice of Ofcom’s proposal to make regulations in connection with the award of 2.3 GHz and 3.4 GHz spectrum”，2017.07
30. Ofcom，”The award of 2.3 and 3.4 GHz spectrum bands – Informarion Memorandum”，2017.07
31. Ofcom，”5G spectrum access at 26 GHz and update on bands above 30 GHz”，

2017.07

32. UK Parliament，”Mobile Coverage in the UK: Government plans to tackles ‘mobile not-spots’”，2014.11
33. 日本總務省，「電波政策 2020 懇談会報告書」，2016 年 7 月
34. 中國工信部，「工业和信息化部关于第五代国际移动通信系统（IMT-2020）使用 3300-3600MHz 和 4800-5000MHz 频段相关事宜的通知」，2017 年 11 月
35. Bundesnetzagentur，” Frequenzversteigerung in Mainz beendet”，2015.06

附錄

附件 1— 每周會議與協助會議之列表

週別	日期	討論主題	註
1	2016/12/26～ 2017/1/1	•各競標階段之規劃簡介 •提出需研究之議題	
2	2017/1/2～ 2017/1/8	•行動普及國外案例分享 •大小區塊規劃之探討	
3	2017/1/9～ 2017/1/15	•樊老師團隊演算法進度與現有成果分享 •針對 320 種情境模擬及樊老師的演算法，進行初步檢驗 •應以連續/既有位置為主之相關討論	
4	2017/1/16～ 2017/1/22	•以演算法針對特殊情境的試算結果與比較 •演算法中「買多者優先」的分配邏輯與管理規則的相關探討	
5	2017/1/23～ 2017/1/29	•樊老師團隊演算法進度與現有成果分享 •初步討論競標流程	
6	2017/1/30～ 2017/2/5	•位置分配原則探討 •密封標執行方式探討	
7	2017/2/6～ 2017/2/12	•密封標執行方式探討 •底價設定初步探討 •業者意見討論	
8	2017/2/13～ 2017/2/19	•協助確認管理規則內容 •國際 MVNO 案例分享 •MNO 業者兼營 MVNO 之相關規定	
9	2017/2/20～ 2017/2/26	•管理規則、偏鄉義務及加速機制之探討 •底價相關議題	第 8 次工作小組會議
10	2017/2/27～ 2017/3/5	•國際案例分享(德國) •確認下周業者會議協助項目	
11	2017/3/6～ 2017/3/12	•1800MHz 議題探討	第 1 次業者溝通會議
12	2017/3/13～ 2017/3/19	•配合業者溝通會議，進行管理規則內容相關之討論	
13	2017/3/20～ 2017/3/26	•配合業者溝通會議，進行管理規則內容相關之討論	第 2 次業者溝通會議
14	2017/3/27～ 2017/4/2	•2100MHz 頻譜價值初步探討	第 9 次工作小組會議
		•配合業者溝通會議，進行管理規則內容相關之討論	
15	2017/4/3～ 2017/4/9	•1800MHz 頻譜價值初步探討	

16	2017/4/10～ 2017/4/16	•1800MHz 與 2100MHz 頻譜價值探討	
17	2017/4/17～ 2017/4/23	•1800MHz 與 2100MHz 頻譜價值探討	
18	2017/4/24～ 2017/4/30	•1800MHz 與 2100MHz 頻譜價值探討	
19	2017/5/1～ 2017/5/7	•1800MHz 與 2100MHz 底價探討	
20	2017/5/8～ 2017/5/14	•1800MHz 與 2100MHz 底價探討	
21	2017/5/15～ 2017/5/21	•配合公開說明會，進行管理規則內容相關之討論	「行動寬頻業務管理規則」修正草案公開說明會
22	2017/5/22～ 2017/5/28	•1800MHz 與 2100MHz 底價探討 •配合公開說明會，進行管理規則內容相關之討論	
23	2017/5/29～ 2017/6/4	•1800MHz 與 2100MHz 底價探討 •頻譜移轉閉鎖期國際案例研析	
24	2017/6/5～ 2016/6/11	•本次釋照頻段底價報告	委員報告
25	2017/6/12～ 2017/6/18	•頻譜移轉閉鎖期國際案例研析	
26	2017/6/19～ 2017/6/25	•業者公開說明會討論議題分享	業者公開說明會
27	2017/6/26～ 2017/7/2	•頻譜競標相關討論	
28	2017/7/3～ 2017/7/9	•頻譜競標相關討論	
29	2017/7/10～ 2017/7/16	•頻譜競標相關討論	
30	2017/7/17～ 2017/7/23	•頻譜競標相關討論	
31	2017/7/24～ 2017/7/30	•底價和頻譜競標相關討論	期中審查簡報
32	2017/7/31～ 2017/8/6	•競價結果推估、區塊上限	
33	2017/8/7～ 2017/8/13	•競標系統模擬測試	
34	2017/8/14～ 2017/8/20	•競標系統模擬測試	
35	2017/8/21～ 2017/8/27	•競標系統模擬測試	

36	2017/8/28～ 2017/9/3	•競標系統模擬測試	
37	2017/9/4～ 2017/9/10	•競標系統模擬測試	
38	2017/9/11～ 2017/9/17	•競標系統模擬測試小總結	
39	2017/9/18～ 2017/9/24	•競價結果推估、區塊上限 •主要國家 5G 產業發展應用調研	
40	2017/9/25～ 2017/10/1	•競價結果推估、區塊上限 •主要國家 5G 產業發展應用調研	
41	2017/10/2～ 2017/10/8	•競價結果推估、區塊上限 •主要國家 5G 產業發展應用調研	
42	2017/10/9～ 2017/10/15	•行動寬頻頻譜交易與共享機制調研	
43	2017/10/16～ 2017/10/22	•座談會業者意見整理與回饋	座談會
44	2017/10/23～ 2017/10/29	•各國行動寬頻共用基礎建設現況評估	
45	2017/10/30～ 2017/11/5	•各國行動寬頻漫遊服務監理機制現況調研	
46	2017/11/6～ 2017/11/12	•各國推動虛擬行動通信業務現況調研 •本次釋照結果分析	
47	2017/11/13～ 2017/11/19	•主要國家物聯網產業發展應用調研 •主要國家 5G 產業發展應用調研	
48	2017/11/20～ 2017/11/26	•主要國家物聯網產業發展應用調研 •主要國家 5G 產業發展應用調研	
49	2017/11/27～ 2017/12/3	•我國行動寬頻新興監理機制與政策建議	座談會
50	2017/12/4～ 2017/12/10	•座談會業者意見整理與回饋	
51	2017/12/11～ 2017/12/17	•我國新興應用技術之監理機制建議	
52	2017/12/18～ 2017/12/24	•我國新興應用技術之監理機制建議	期末審查

附件 2－公開說明會(I)：偏鄉地區無線通訊普及推動措施討論

時日	2017 年 06 月 22 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:	台灣之星電信股份有限公司
	(業者按照	遠傳電信股份有限公司
	發言順序)	台灣大哥大股份有限公司
		亞太電信股份有限公司
		中華電信股份有限公司
	NRI:	陳志仁、郭力慈、王懷賢、莊雅喬

第一輪發言

- 台灣之星
  - 對於既有偏鄉行動寬頻佈建現況與課題：
    - 過去伴隨偏鄉固網布建時，順勢蓋的行動寬頻基地臺，曾遇到一整年均沒有話務或是因為住抗而再拆掉之問題。
  - 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
    - 業者願意配合政策進行，不過目前大部分國家尚未把行動寬頻列為普及服務的一項。
    - 業者已投入高額的頻譜標金及頻率使用費，政府應該善用這些錢推動偏鄉普及，而不應該強制要業者負擔。而且，運用頻譜標金或頻率使用費作為基金推動，應該是最快且最沒有爭議的方式。

- 遠傳電信
  - 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
    - 偏鄉行動寬頻涵蓋提升一事，對於政府而言，究竟屬於「數位人權」還是「普及服務」？應該要明確哪些服務是屬於民眾不可或缺的，再考慮應提供的範圍、服務等項目，最終再進行建設、資費、服務等規劃。
    - 目前於行動寬頻業務管理規則第 14 條已規定要業者逐年增加高速基地臺設置數量及人口涵蓋率，不過，要怎麼實際達成？希望政府能出面幫忙尋找適用的公有土地，並且提供單一業者共構建設之資金補貼。
- 台灣大哥大
  - 對於既有偏鄉行動寬頻佈建現況與課題：
    - 目前已有高抗災區域平台機制，推動並協助業者於易發生災害的地方建設。

- 目前已在推動公有建物釋出給業者建設基地臺，但是因為不是強制性，導致各部會與各單位態度差異大。

- 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
  - 民間可以做的範圍民間會努力做，但是到一定程度，公家應該要介入協助，如釋出公有建物讓業者共構建設基地臺。
  - 建議可立法讓各單位遵循公家建物釋出做為通訊設施據點之標準規範，包含：電力、鐵塔等，促使各村里態度一致，利於業者協調與建置。

■ 亞太電信

- 對於既有偏鄉行動寬頻佈建現況與課題：
  - 除了有住抗及話務之考量外，電力與 backhaul 傳輸亦為重要的課題。目前 NCC 已有補助偏鄉行動寬頻建設之電力與行動基地臺，但通過固網及微波的 backhaul 尚未有解。
- 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
  - 建議可應用 CoRAN 的方式達到 backhaul 之微波設備減量，或是利用偏鄉認養的方式，不要讓所有業者均要在每個偏鄉重複投資建設。

■ 中華電信

- 對於既有偏鄉行動寬頻佈建現況與課題：
  - 目前的高抗災區域平台為業者合資蓋，不過若民眾抗議要求拆掉，即使是合法的站台，還是會為了順應民意仍需拆掉，業者的建設應受到公權力的保障。
  - 過去業者有權使用私有地進行基地臺建設，但目前修法方向預計加入需要私有地所有權人同意才可建設之但書，可能大大增加實務上執行的困難，例如：在社區大樓頂樓的基地臺需要社區大樓所有用戶之同意等。
- 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
  - 政府應該先明確如何看待電信網路，是公用事業還是商業行為？目前的修法方向看似往商業行為走向，但若是商業行為的話，就不應該加義務。
  - 若是公用事業的話，即使要求義務，仍需要政府之協助。一為政府機關的公有地釋出，因為目前配合度低，應法律明訂促使公有地有效釋出使用。二為政府機關應保障業者的合法站台，而不是以民意為優先。

第二輪發言

- 台灣大哥大
  - 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
    - 應該立法強制政府機關配合開放公有地。
    - 偏遠地區應以制高點規劃建設基地臺，此部分需要政府協助協調。

- 亞太電信
  - 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
    - 台灣只有 36000 平方公里大，很容易進行之基地臺設置規劃，尤其是 84 個偏鄉地區。希望有更多的公權力介入，同時既得利益者應拋開私心推動共用設備，以利偏鄉行動寬頻涵蓋的提升。
    - 建議提撥部分標金作為基金，並且推動共設備的方案三：開放基礎設施共享機制，鼓勵業者合作共同進入偏遠地區建設。

- 中華電信
  - 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
    - 建議持續推共用平台，落實高抗災區域平台，在擴大至高抗爭區域。
    - 同時，呼籲政府保障合法基地臺的設置權益，若不能保障，只會一邊建設又一邊被迫拆站。

- 遠傳電信
  - 對於既有偏鄉行動寬頻佈建現況與課題：
    - 現階段在通傳會的跨部會協調下，國防部、交通部與通傳會很配合釋出公有地建設基地臺，但其他單位並未如此積極。
  - 對於未來政府推動偏鄉行動寬頻涵蓋提升之看法：
    - 建議政府要幫忙教育機關與民眾，讓基地臺建設不會受到過多排斥與抗爭。

附件 3－公開說明會(II)：電信級物聯網發展與監理機制方向探討

時日	2017 年 06 月 23 日（五）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:	中華電信股份有限公司
	(業者按照	台灣大哥大股份有限公司
	發言順序)	台灣之星電信股份有限公司
		遠傳電信股份有限公司
		亞太電信股份有限公司
	NRI:	陳志仁、郭力慈、王懷賢、莊雅喬

第一輪發言

- 中華電信
  - 資源需求：
    - 物聯網發展所需頻寬相對沒那麼大，在目前免執照 5MHz 物聯網頻譜釋出後，短期暫時無物聯網頻譜需求。
    - 號碼在 040 釋出後，暫時應也足夠。

- 台灣大哥大
  - 資源需求：
    - 發展物聯網，業者雖可利用既有頻譜，但是設備仍需要進行投資升版、或增加網路費用。希望主管機關不要增加業者於取得頻譜、的成本，以免降低業者投資物聯網發展的意願跟能力。
  - 監理機制建議：
    - 過去監理原則是由”人”為主題發展，查核相對嚴格，但是未來物聯網可能會有五百億的終端，管制方式可能需要有所差異。

- 台灣之星
  - 資源需求：
    - 雖然目前物聯網裝置，受限於既有設備商的設備，需要有號碼才能接續數據服務，但現已開放 040 的物聯網號碼，應已足夠。
  - 監理機制建議：
    - 現 NCC 對實驗網路呈開放態度，申請無太多困難，但可能有業者希望利用實驗網路做測試，然後可以就地合法，甚至規避頻譜費用及頻率使用費，但相關管制應該是相等的。
    - 新的匯流法對基礎建設規範已有鬆綁，希望可以盡早通過，法治面落實相關權利義務的規範。

- 遠傳電信
  - 資源需求：
    - 頻譜跟號碼在免執照頻譜跟 040 釋出後短期應已足夠。
    - 920-925MHz 物聯網頻段以免執照方式釋出，不符合相同服務相同管制的精神。如果還有類似頻譜的釋出，建議不採免執照的方式釋出，不然同樣的服務之管制強度差很多，有競爭上的不公平。
  - 監理機制建議：
    - 物聯網通常架構在行動寬頻網路上，希望可以簡化設備、站台檢驗相關程序。
    - 既有 4G 管理規則有雙證查核、平等接取、網路互連、號碼可攜等義務的限制，但此些限制是以人的角度出發，和物聯網精神有差異，也難以適用，希望主管機關修正既有管理規則，或是另訂物聯網的專法。

第二輪發言

- 亞太電信
  - 資源需求：
    - 希望物聯網可以有專用的頻段，乾淨的頻段還是較利於發展。
  - 監理機制建議：
    - 目前管制還是以 Sim-based 設計的規則，比較複雜，包含雙證件查核、平等接取等，不利於物聯網業務的推廣。non Sim-based 的管制方式跟規範內容是需要被釐清、規劃的。
    - NCC 對於 Sim-Based 服務的 QoS 管制很嚴格，但是 LoRa 技術、服務情境所設計的 QoS Level 是不一樣的，想了解物聯網的 QoS 是否也會被管制？如果會被管制，QoS 需要達到什麼樣的層級？
    - 電信業者和其 他新進業者提供物聯網服務，應該受到一樣的管制強度，才能有一樣的競爭基礎。
    - 目前號碼的管理辦法，發放出去後如果兩年沒有被使用會被收回，但是物聯網的使用情境下，很可能一個號碼會兩年沒被使用，但是第三年使用。物聯網的號碼管理機制可能也需要與既有以人為主的管理機制有所區隔。
    - 另既有物聯網的號碼，限制僅能提供數據傳輸、不能使用語音服務，但是實際上可能需要提供 SOS 緊急求救、緊急發話的通訊功能，例如穿戴式的裝置。希望可以開放物聯網號碼的語音功能，及放寬雙證件查核的限制。
    - 事業計劃書裡面需記載服務內容，但是物聯網的服務是很多元，
      甚至因應不同服務可能會需要佈建新的設備。但是這樣可能主管機關會說事業計劃書沒有清楚的載明，就會有後續的行政的一些作為。

- 中華電信
  - 監理機制建議：
    - 如果沒有辦法定義物聯網，就會變成要有既有的規則去管理，想了解 NCC 怎麼看待物聯網的管制、電信業者發展物聯網需不需要去變更事業計畫書？

- 台灣大哥大
  - 監理機制建議：
    - 想釐清如果既有電信業者提供物聯網服務，要用什麼樣的管制。如果用 4G 頻譜去提供物聯網服務，現在覺得應該是要去變更事業計畫書，變成電信業者的一個限制。但是如果要符合相同服務相同管制的精神，是不是可能免除專屬於電信業的一些監管機制或進行鬆綁，例如以備查型式執行即可。

- 遠傳電信
  - 監理機制建議：
    - 現匯流法裡電信管理法部分，相同服務相同管理的問題更為嚴重，
      一類電信業者的義務有很多的規範，但對於其他業者只要求登記即可，即使不來登記就提供電信服務，目前的電信管理法中也沒有罰則。

附件 4－專家學者座談會（一）：我國行動寬頻頻譜交易與共享機制探討

時日	2017 年 10 月 17 日（二）10：00~12：00	
場所	集思台大會議中心 B1 阿基米德廳	
參加者	對象: (業者按照發言順序)	遠傳電信股份有限公司 亞太電信股份有限公司 台灣之星電信股份有限公司 中華電信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司
	NRI:	陳志仁、郭力慈、王懷賢、莊雅喬

業者發言

- 遠傳電信
  - 持有上限及交易管制：
    - 贊成維持既有低頻 1/3 、總頻譜 1/3 之持有上限。
    - 認為不該開放頻譜交易機制。因台灣與美國釋照方式有所差異，台灣電信業者取得執照前，需進行規劃並提繳事業計劃書、相關權利義務也有明定於執照及管理規則中，業者應照最初規劃執行，除非有特殊情況才允許轉讓。
  - 共享機制發展與監理：
    - 既有 3、4G 商業頻譜共享困難，若要發展類似 LSA 動態共享機制，應是有特殊前提如：公益、學術，且要使用頻譜的業者也要有電信業者執照（一類、二類）。

- 亞太電信
  - 持有上限及交易管制：
    - 由於頻譜執照效期可能長達 15 年，難以預測期間內產業會有怎樣的變化，因此應有頻譜交易、轉讓機制，以提供頻譜的使用彈性。
    - 若業者有合併的需求，頻譜持有總量很可能會超過上限，目前處理機制上，針對合併之電信業者持有超過上限之頻譜，繳回由政府重新競標拍賣並退回部分原標金的機制尚未完善，因此應仍要保留業者間的頻譜交易機制。

- 台灣之星
  - 持有上限及交易管制：
    - 總量上限管制支持保留。
    - 交易的開放與鬆綁建議建議回歸法制探討，按照現管理規則或電信管理法草案執行。
  - 共享機制發展與監理：

- 目前國際案例多為公用頻段共享而非商用頻譜共享，若為可清理乾淨之頻段應優先作商業頻譜釋出，無法完整釋出時再作共享的討論。且目前美國 CBRS 共享管理規則仍持續在爭辯中，建議待美國規劃成熟且執行無疑後再行探討。
- 未來若要開放共享時，應須將干擾處理方式明令列入規則。

■ 亞太電信

- 共享機制發展與監理：
  - 認為應待相關頻譜共享技術發展成熟時，再考慮在台灣採用。且若以共享釋出，後續商用頻譜不足時，則難以再收回重新釋出，因此建議應謹慎評估。

■ 中華電信

- 共享機制發展與監理：
  - 認為共享、服務品質等兩議題之間難以並存，一類電信業者因被要求提供一定品質之服務，難以用共享頻譜提供服務。
  - 後續台灣 2.3GHz 頻段若以商用頻譜方式釋出，則業者不可能開放共享；若欲發展物聯網而以共享釋出，也不適合以 2.3GHz 規劃。

■ 台灣大哥大

- 持有上限及交易管制：
  - 相較於台灣以固定比例（1/3）作為頻譜持有量上限，英國訂定之頻譜上限數則採百分比，如低頻上限 42%，假設若台灣業者數再縮減、甚至僅剩三家，頻譜持有量很容易超過 1/3 上限值，因此建議上限應隨市場狀況變動進行調整。

附件 5－專家學者座談會（二）：我國行動寬頻業務共享模式探討

時日	2017 年 11 月 28 日（二）14：00～16：30	
場所	集思台大會議中心 B1 阿基米德廳	
參加者	對象: (業者按照發言順序)	Nokia 中華電信股份有限公司 遠傳電信股份有限公司 亞太電信股份有限公司 台灣之星電信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司 優納比股份有限公司
	NRI:	陳志仁、王懷賢、莊雅喬

第一輪業者發言

- 諾基亞
  - 提升共構比例的可能性及困難：
    - 台灣業者維運團隊龐大，要變成委外由第三方公司統一進行建設，既有員工處理困難。
    - 香港共構建設案例亦為特例，和記多從商業考量在經營電信事業，主要從降低成本角度把建設維運進行共構。
  - 台灣發展主動式共享之可能性：
    - 澳門共享發展亦有其特殊背景，由於主導業者有新資金進入，開始調降費率競爭，進而促使小業者採共享方式提升競爭。
    - 未來 5G 技術可以 slicing 技術切割網路，因此具發展共享潛力。

- 中華電信
  - 台灣發展主動式共享之可能性：
    - 各業者現況及擁有的資源不一，未來策略也多不相同，在此背景之下，業者間對於共享較難取得共識。
    - 偏鄉區域，業者會根據用戶需求進行建設。
    - 現有共享上需求，業者間已有協商機制會自行進行協商。不經濟區域的建設比較需要政策的引導。

- 遠傳電信
  - 台灣發展主動式共享之可能性：
    - 業者如有共站及共構的需求出現時，就會自行去協商。
    - 發展主動式建設共享（MORAN、MOCN）的可能性，主要還是看 5G 市場發展。

- 亞太電信
  - 提升共構比例的可能性及困難：
    - 亞太長期以來都很支持設備共用。
    - 本次競標中含有偏鄉建設義務，雖然亞太電信這次並未有得標頻段，但也很願意參與提升偏鄉的建設。
    - 未來基地台的認定可能將有所改變，且加上設備虛擬化，許多都以雲端服務作取代，須考慮未來基地台設備的認定方式。
    - 目前 NCC 雖有推動共站共構，但因基地台執照需附上租約，即便為多個業者共站，仍需分別簽訂合約，無法降低維運成本。
  - 台灣發展主動式共享之可能性：
    - 目前基地台之成本，相較於電費、租金等兩大維運成本，設備購買反而相對低，特別又以偏鄉地區的負擔更重，建議是否針對偏鄉地區進行補貼，也能藉此促進產業競爭，並應將固網傳輸費用納入補助範圍。

- 台灣之星
  - 提升共構比例的可能性及困難：
    - 之前 NCC 雖然政策推動共站共構，但實務上仍有困難之處，即使共站仍需分開附兩份租約，維運成本才是共構最可能節省的部分，包含傳輸電路的租賃。

- 台灣大哥大
  - 提升共構比例的可能性及困難：
    - 目前已經有業者間共構的協商機制，運作的也很順暢，共構比例未來應還會持續成長。
    - 提升共構比例，站址的尋找是最困難的，有時甚至連公共建物，如郵局，也會提出反對，建議政府應主動釋出公有建物讓電信業者進行建設。

第二輪業者發言

- 台灣大哥大
  - 大型 OTT 業者比較有進入台灣 MVNO 市場可能性
  - 台灣消費者特性沒有如同日本差異那麼大，因此 MVNO 較難作出差異化。

- 亞太電信
  - 日本電信業者只有三家，市場整體規模也較台灣大，較有 MVNO 經營空間。

- 遠傳電信
  - MVNO 和 MNO 是合縱連橫關係，MVNO 是可能幫助 MNO 的營收成長。
  - 認為在數據時代，已無法單靠實體門市經營，且未來物聯網等會有太多裝置需要管理，所以支持新型態 MVNO 發展。

- 中華電信
  - 對於透過 B2B2C 模式，發展 MVNO 業務持正面態度。
  - 仍持續重申希望維持相同服務有相同管制精神，MVNO 若與 MNO 提供相同服務，應受相同管制程度。

- Nokia
  - 在 Network Slicing 技術發展下，潛在 MVNO 業者不一定是與電信相關背景的業者，甚至是醫院也可能投入，在這樣的背景下，建議應思考應如何因應不同服務型態進行定義、規管。

附件 6－專家學者座談會（三）：我國新型態產業之頻譜需求與管理模式探討

時日	2017 年 12 月 01 日（五）14：00 ~ 17：00	
場所	集思台大會議中心 B1 阿基米德廳	
參加者	對象: (業者按照發言順序)	優納比網路股份有限公司 亞太電信股份有限公司 台灣之星電信股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司 中華電信股份有限公司 遠傳電信股份有限公司 台灣愛立信股份有限公司 經濟部技術處 5G 辦公室
	NRI:	陳志仁、王懷賢、莊雅喬

第一輪業者發言－國際物聯網發展現況與願景

- 優納比網路
  - Sigfox 著重於特定市場定位族群，即行動需求量、數據量比較低之應用，目前服務提供情境以 B2B、或 B2B2C 為主，目前比較不會直接對到終端消費者。
  - 網路覆蓋預期要能超過 4G 覆蓋，現在因客戶需求，有一些山上或海邊的應用，因應客戶的需求，也會去建偏遠地區建設。

- 亞太電信
  - 目前網路以 LoRa 為主，比較適合 B2B 的應用。

- 台灣之星
  - 由於不是市場主導者，主管機關管制比較少，而且現在管制架構針對零售價格部分比較少了，報備只是一個形式。

- 台灣大哥大
  - 同意研究團隊問題敘述內容（技術會多元並存、覆蓋率會接近 4G、費率會與既有 4G 有所差異）。
  - 目前建置 NB-IoT 網路還是要放在事業計畫書、建置計畫書裡面，經主管機關同意。
  - 實際物聯網服務推出時間點，還是要看市場 ready 的時間而定。

- 中華電信
  - 大致同意研究團隊問題敘述內容（技術會多元並存、覆蓋率會接近 4G、費率會與既有 4G 有所差異）。
  - 物聯網公開的一般費率方案快推出了。
  - 建議主管機關於物聯網覆蓋率不要強制管制，因業者是依客戶需求而去建設，但是最終之覆蓋率還是很可能會達到 4G 網路的水準。

- 遠傳電信
  - 物聯網現在的管理規則應該是依循行動寬頻業務管理規則，但是有些規定不應該一體適用，如：資費管制、合作對象需要報備、NCC 可以隨時複查使用資料、通訊資料需要保存等等。因為物聯網是 D2D 的通訊，比較不需要保存通訊資料，跟以往行動寬頻的形式不同了。
  - 覆蓋率會看需求而定，那裡需要那裡去建設，不應該用行動寬頻的角度去看。

- 台灣愛立信
  - 物聯網應用情境不一定是單一技術可以滿足，所以應該會是多元技術並存。
  - 網路之覆蓋率也是要看應用需求，如果是像 NB-IoT 應用比較有移動性的需求，就會有全台訊號的覆蓋；如果 LoRa 可能是強調區域型的應用，就不需要達到全台覆蓋。
  - 商業模式而言，最近有針對 CXO 進行訪談，多數都覺得會以 B2B2X 模式進行。

- 5G 辦公室
  - 目前應用情境比較少 B2C 的例子，因此覆蓋率可能不用像行動寬頻那麼好，也還不會看到 B2C 的費率。
  - 關於通訊紀錄保存問題，有和中興保全聊過，實際使用時當 sensor 訊號沒有回來的時候，必須要知道是網路的問題還是 sensor 的問題，變成現在是裝兩家 sim 卡去做確認，以網路服務提供角度而言，可能通訊紀錄還是需要保存。

第二輪業者發言－國際 5G 發展現況與願景

- 5G 辦公室
  - 2020 年應該會有城市場域的試驗，以 3.5GHz 為主，所以同意 2020 年以後釋照應該比較適當。
  - 如果是 3.5Ghz，國際上都是以 100MHz 的頻寬去做測試。

- 台灣愛立信
  - 2018、2019 的時候就會有一些國家有 5G 應用，因此 2020 釋照的話，應該 5G 的 Ecosystem 已經有一定成熟度。
  - 頻寬需求，如果中頻最少 100MHz、高頻最少 400MHz，如果頻譜量太小，變成跟現在 4G CA 的結果差不多。
  - 釋照方式部分，有些國家會把高頻做公開的頻譜，除了給 operator 用，也會有一些給企業來使用。

- 台灣之星
  - 2020、2021 年第一次 5G 釋照是比較適合的時間。目前認為 2020 年時終端可能還未成熟到被大量的商用，設備還在持續演進、商業模式還不清。
  - 如果要達到 IMT-2020，對於 EMBB 使用者體驗速率的要求為 100Mbps，C-Band 一個業者最好有 100M，6GHz 以上一個業者要有 1GHz 以上的頻寬。
  - 希望釋照的頻譜是要連續的、乾淨的，頻率使用費要調整。
  - 對於小型基地台建設的法規可能要鬆綁，目前法規可以裝在家裡，但是不能夠裝在大樓的外牆或電線桿上，但是未來 5G 會有很多小型基地台建設的需求。

- 台灣大哥大
  - 數量階段、位置階段兩階段的釋照機制運作順利。
  - 釋照頻寬要完整較利於應用。
  - 收費機制要去重新探討，如果跟業者收取太高費用，會不利於建設。

- 遠傳電信
  - 是不是要把 5G ready 的頻譜一次整段釋出，還需要看時間的演變，還是要請交通部、NCC 盤點 5G 首波可能的頻譜，業者才能比較清楚的建議時間點，目前對釋照時間點認為可以保持彈性。
  - 中頻的頻寬可能 100MHz 比較適當。6GHz 以上的頻譜目前放在長期釋照可能位置，可以再持續進行探討。

- 建議 5G 頻譜只收取頻率使用費就好，也可以考慮用最有利標的形式，，看應用需求的差異去選取廠商，做不好就收回，而不要再用拍賣。

■ 中華電信

- 對 5G 期程，目前以 2020 釋照當目標來準備。
- 頻寬越大的時候，基站功率也會越大，未來 5G 可能是大頻寬的應用，Small Cell 的功耗可能會比 Micro Cell 來得大，相關法規可能需要重新檢視。
- 覆蓋率的規定，如果是跟 4G 整合起來一起在行動寬頻業務底下看的話，變成覆蓋率就用 4G 就可以達成；如果 5G 要單獨定管理規則，就可以再做討論。

■ 亞太電信

- 同意 2020 釋照的時間點，但是釋出的頻段希望是完整跟乾淨。
- 頻寬需求也是要看應用來釋出，智慧家庭、科技城應用不同，可能需要的頻寬不同。
- 釋照機制可以再檢視，但是希望可以盡量以共享方式釋出，以消費者的權益為考量。
- 5G 監理機制上，規管不一定是用機站數來檢視，譬如開台不一定是 250 台，偏鄉覆蓋也可以再討論。

附件 7— 中英文對照表

英文縮寫	外文全名	中文
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
ASA	Authorized Shared Access	授權共享接取
CBRS	Citizens Broadband Radio Service	公民寬頻無線服務
CSFB	Circuit Switch Fallback,	電路交換語音回退
DAB	Digital Audio Broadcasting	數位聲音廣播
DCMS	Department for Digital, Culture, Media & Sport	文化媒體體育部
EC	European Commission	歐盟執委會
ESN	Emergency Service Network	緊急服務網路
FCC	Federal Communications Commission	美國聯邦通信委員會
FROR	First Right of Refusal	既有業者優先權
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
IMDA	Infocomm Media Development Authority	新加坡資訊通信媒體發展局
IMT	International Mobile Telecommunications	國際行動通信
IoT	Internet of Thing	物聯網
ITS	Intelligent Transportation System	智慧運輸系統
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
LRIC	Long-Run Incremental Cost	長期增支成本法
LTE	Long Term Evolution	長期演進
LTE-U	Unlicensed LTE	免執照 LTE
LPWAN	Low Power Wide Area Network	廣域低功耗網路
LSA	Licensed Shared Access	授權共享接取
MCI	Minicstry of Communications and Information	新加坡通訊及新聞部
MIC	Ministry of Internal Affairs and Communication	日本總務省
MIIT	Ministry of Industry and Information Technology	中國工業和信息化部
MIMO	Multi-input Multi-output	多重輸入/多重輸出
MSIP	Ministry of Science and ICT & Future Planning	未來創造科學部
mmWave	millimeter wave	毫米波

英文縮寫	外文全名	中文
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
Ofcom	Office of Communications	英國通訊管理局
OTT	Over the top	OTT 服務
PMSE	Program Making and Special Events	節目製作與特別活動
PPDR	Public Protection and Disaster Relief	公共保安與災害救援
PSMB	Public Safety Mobile Broadband	公共安全行動寬頻
SAS	Spectrum Access System	頻譜接取系統
SDL	Supplemental Downlink	補充下行頻段
SMRA	Simultaneous multiple-round ascending	多回合上升拍賣
SRDs	Short Range Devices	短距離裝置
TDD	Time Division Duplexing	分時雙工
UHF	Ultra High Frequency	超高頻
USAC	Universal Service Administrative Company	美國普及服務管理公司
VHF	Very High Frequency	特高頻
WRC	World Radiocommunication Conference	世界電波通訊會議

附件 8－期中報告審查意見回覆表

審查委員	期中報告審查意見	研究團隊回應
王國樑委員	1. 專有名詞的中譯前後應一致。 2. 年代使用不見得硬分為西元與民國兩種。 3. 機會成本法底價評估應用到新進業者，會否有問題？	1. 感謝委員建議，會於期末報告進行調整，並於附錄補充專有名詞中英文對照表。 2. 感謝委員建議，原我國相關事件多以民國紀年表示，期末報告中統一以西元表示，以利各項資料綜合比較。 3. 感謝委員意見，本次報告中 Administrative Pricing 法主要用於 2100MHz 頻段之底價拍賣，計算若現頻段上的四家業者（中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星）未再次取得此段頻譜時，於其他頻段建設以延續語音服務所需之成本差額（機會成本）。 考量語音服務延續對業者之必要性、及新進業者所需投入的建設成本較高等因素，研究團隊認為於本次 2100MHz 頻段有新進業者投入競標之可能性較低。
徐偉初委員	1. 第 14 頁至第 19 頁中所謂優點、缺點之分析說明，請說明所謂優、缺點之界定是以何方或何種基準來作標定。 2. 競價機制之設計，與以前使用之方式是否不同，有什麼改進及效率提昇，請再補充。	1. 感謝委員建議，研究團隊衡量各項拍賣規範時，主要由 NCC 之監理機關角度出發，衡量規劃效率性、可行性、對我國通訊市場公平性的可能影響。 2. 本次競價主要課題之一，在於 2100MHz 頻段上，如何盡可能確保既有業者可延續語音服務。

審查委員	期中報告審查意見	研究團隊回應
	3. 文字及參考文獻之表達及安排，請再檢視。	競價機制上，主要的變動為由過去大區塊的頻段規劃，變成以上下行 5MHz 的小區塊方式進行競標；另也由過去競價標的已確認實際位置，改為本次兩階段競價形式，數量階段時，以虛擬位址競標。 「小區塊+虛擬位址」形式，除讓業者可更自由的根據需求決定欲取得頻譜之數量，也避免過去業者策略性出價，以疊高對手價金或卡住對手頻譜位址（卡頻）的情形發生，預期整體競標作業可更為順利進行。 3. 感謝委員指教，於期末報告中進行調整。
梁伯州委員	1. 整體報告極具參考價值。 2. 圖 2-4 大區塊與小區塊之優缺點比較，建議應與工作項目中所提「維持市場公平競爭」及「頻譜有效運用」之政策目標相結合。 3. 第 43 頁，建議增加給委託單位之具體建議。 4. 第 45 頁，關於棄標之說明，建議增加 2100MHz 本身 12 區塊間是否有正綜效關係之分析及論述；如有結論，應再作調整或補充說明。	1. 感謝委員。 2. 感謝委員意見，以「維持市場公平競爭」觀點，小區塊可降低小業者之進入障礙，增加取得頻譜之可能性；以「頻譜有效運用」觀點，大區塊可確保單一頻段大小為有效率之規劃、小區塊作法對業者而言可更自由的依需求規劃取得頻譜之大小，提升使用效率，各有優缺。研究團隊於期末報告時將根據委員意見，調整論述架構。 3. 數量階段結束後，已會根據「頻譜連續」、「既有位置優先」等原則，排列出可能之位置選項供業者進行協商。

審查委員	期中報告審查意見	研究團隊回應
		在上述原則下，各種可能的位置選項，對各業者而言可能無太大之差別，但仍設計有一次性密封標之機制，以於最終得標業者間對位置無法取得共識時，有一讓得標業者表達偏好之機制。機制設計上，得標業者僅能對自己得標區塊位置表示偏好，降低惡意競價策略，以影響其他業者位置之可能性。 4. 感謝委員建議，由於本次競價機制改為小區塊+虛擬位址方式競標，因此於數量頻段，2100MHz 中的 12 區塊，其價值與意義是均等的，業者應由自身需求出發，去選擇欲取得之區塊數量即可，取得區塊之位址由於為虛擬位置，並不會有優劣或影響綜效發生之可能性，因此研究團隊認為於此狀況下，加入棄標機制的需求性較低，相關論述會再於期末報告加強說明。 期末報告補充回應： 5. 針對上述 4.之棄標機制的需求性討論，已於期末報告中補充說明。
蔡國棟委員	1. 簡報第 37 頁，有關設備所創造利益是否有考慮頻率高低對設備支出造成影響？ 2. 期中報告第 54 頁第一段，我國釋出 590MHz，該總計與後面數字加總不符合。 3. 期中報告第 99 頁倒數 2 段之文字，前	1. 感謝委員指教，雖由技術觀點和策略觀點，各頻譜對業者之貢獻可能不一，但根據業者訪談得知，業者對於設備之投資及營收歸屬計算，僅會以業務別或技術別進行區分，而不會再細分為各頻段之貢獻，因此於此假設為各頻段對於營收之貢獻相同。 2. 感謝委員指教，我國現時點頻譜釋出總量為 590MHz，有計入現 800MHz 亞太所持有之頻譜、2100MHz 頻段釋出量也以先前釋出之

審查委員	期中報告審查意見	研究團隊回應
	段與後段文字有矛盾？ 4. 期中報告第 103 頁表 5-1，請列出查詢資料之網址。	110MHz 量作計算，詳細釋出情形整理於表 4-2，釋出總量為 590MHz。內文有敘述不清之處，會於期末報告進行調整。 3. 感謝委員指教，現行法規規定下，不得共用頻譜，相關敘述會再進行調整。 4. 感謝委員建議，會再於期末報告加註資料出處網址。 期末報告補充回應： 5. 針對上述 4.之資料出處，已於加入註腳進行補充。
王德威委員	1. 第 99 頁，CSFB 請再加強，另文中所稱主管機關之態度，請再確認。 2. 第 195 頁，日本 MVNO，請註明用戶數在全行動市場中所占比例。	1. 感謝委員建議，相關敘述將再進行修正，現行共用應僅能進行接取設備共用，不得涉及核網及頻譜的共用。 2. 根據 2016 年 7 月資料，日本 MVNO 之用戶數於全行動市場中大約占比 7%。

附件 9－期末報告審查意見回覆表

審查委員	期末報告審查意見	研究團隊回應
王國樑委員	1. 研究報告內容豐富。 2. 章節目錄只有章，能否增加節。 3. 第 11 章標題改成「結論與建議」似乎較恰當。 4. 第 11 章內容似乎太簡化，可考慮增強具體性與易讀性。	1. 感謝委員。 2. 感謝委員建議，已於目錄增設節。 3. 感謝委員建議，章節標題已進行調整。 4. 已於該章節強化對本次報告之重點摘要及建議項目說明。
魏學文委員	1. 計畫結案報告內容以及計畫工作項目符合委託單位要求。 2. 受託單位此次底價預估，在 1800MHz 部份決價溢價比為 3%，2100MHz 為 13%左右，顯示受託單位採用之收益還原法底價預估尚稱準確。 3. 計畫報告在頻譜共享與網路共享部份有完整整理資料，值得主管機關參考。 4. 受託單位在兩階段虛擬釋照程序建議已有部份為委託機關採用，有作出貢獻。	感謝委員意見，專案期間團隊持續和主管機關和產業進行交流，確保相關建議之準確度和可行性。
梁伯州委員	1. 整體而言，本報告甚具參考價值。 2. 第 158 頁起 IDA 應修正為 IMDA，同頁最後一段語意不清。第 160 頁與第 161	1. 感謝委員。 2. 感謝建議，已調整文字說明並於附錄新增相關名詞說明。 3. 感謝委員提醒，交易部分由於新加坡、韓國未有實際案例、日本未

審查委員	期末報告審查意見	研究團隊回應
	頁內容重覆，宜修正。第 162 頁 FROR 名詞應有說明。 3. 第 7 章第 1 節各國制度之調研，部分國家內容極簡略，宜請補充。 4. 第 9 章第 3 節建議補充我國行動寬頻業者或二類業者提供物聯網服務之情形，以協助委託單位對市場現況有更全貌之瞭解。第 4 節應依委託需求，對監理機制提出更具體之建議。 5. 附件 6 中英文對照表應補齊報告中使用之英文縮寫。	開放，因此相關公開資訊較少。頻譜上限部分已補充德國於實際審理業者合併時，對於上限之管制實例。 4. 感謝委員建議，已進行我國現況補充，目前有公開資費方案僅有遠傳電信、優納比網路（Sigfox）兩家業者，中華電信則於近日公開其物聯網大平台，但尚未說明其方案細節內容。監理機制建議部分由於各國未進入實際監理細節，而多於產業推動角色出發，因此研究團隊也將持續追蹤國際發展動態。 5. 已進行補充。
蔡國棟委員	1. 第 312 頁，小結與建議提及「雙件查核來說，亦有可能長期來講，限制了 B2C 服務模式的發展」，請受託單位說明是何種原因致使雙證查核會妨礙 B2C 服務之發展？請具體描述緣由及論述。 2. 凡引述網站資料者，請列出網址於圖表下方，以利查詢，特別是第 7 章以後章節。	1. 感謝委員。主要基於座談會和業者交流之意見內容，現我國物聯網商業模式多以 B2B 方式進行，而尚未發展至 B2C，業者認為若一般民眾若欲申請/購買搭配物聯網門號之裝置皆須進行雙件查核，將會影響購買購買意願。 2. 感謝委員建議，已進行補充說明。
王德威委員	1. 資料豐富。 2. 結語章(第 11 章)篇幅太少，請將前面章節之調研建議擇要納入本章。	1. 感謝委員。 2. 已進行結論與建議章節之補強說明 3. 感謝委員指教，針對美國 Incentive Auction 中各輪 Reverse Auction

審查委員	期末報告審查意見	研究團隊回應
	3. 第 183 頁，美國 reverse auction 部分，及與後續 forward auction 對應關係部分，有無細部資料說明規劃，或實際案例對應。 4. 第 7~10 章專題研究部分，衍生思考議題，能補充說明請補充： 甲、 頻譜使用新增共享模式，及 5G 營運模式不定之情形下，未來 5G 頻率釋出時之底價如何預估？ 乙、 新增 MVNO 模式是否有助 MNO 業者跳脫笨水管角色？ 丙、 頻率公有平臺概念如何運作？政府角色為何？ 丁、 IoT 開放平臺用意在促進加值應用發展，但如何結合或平衡或調合電信網路業者之營運模式，有無想法？	與 Forward Auction 之間的關係，已再補充於報告中。原始 FCC 設定各種釋出頻寬情境，小至 42MHz，大至 126MHz，第一輪採用 126MHz 為目標釋出頻寬，但得標金額無法滿足雙邊業者與 FCC 設定之目標，因此不斷下修頻寬，進入下一輪，最終於第四輪之 84MHz 目標值，終於同時達成 Reverse Auction 中電視廣播業者之目標、Forward Auction 中行動通訊用途競價者之目標、及 FCC 設定之目標。 4. (1) 釋照底價訂定主要使用收益還原法、Administrative Pricing 法、標竿比較法。5G 頻譜雖整體商業模式、釋照機制、使用情境都尚未明朗，但研究團隊認為從業者參與競標之角度，業者亦主要基於其未來發展 5G 之營收機會、成本支出衡量頻譜之價值，因此在底價訂定上，仍有可能須以收益還原法作為底價訂定重要評估依據，惟因 5G 不確定性較高，除須參考國際上成長趨勢，也須考量我國整體產業發展，以訂定符合我國背景之底價水準。 (2) 在發展 MVNO 上有多方考量觀點，於日本發展 MVNO 過程，將 MVNO 整體視為第四家 MNO 業者，促進其產業競爭，而非完全從既有電信業者角度出發。 就新型態 MVNO 與 MNO 之競合發展關係而言，由於未來應用情境多元化程度、領域專業化，恐非 MNO 能完全滿足，因此透過 MVNO

審查委員	期末報告審查意見	研究團隊回應
		開拓市場，亦有可能為 MVNO 成長之功能。 單就 MNO 擺脫笨水管議題，MNO 應從心態上有所轉變，非以往被動因應需求提供服務之角色，而是更主動與產業連結，找到需求所在，如美國 AT&T 在發展物聯網上，即找到車聯網議題作為其早期成長之動能。 (3) 就公有平台概念，歐盟就物聯網發展有公用平台，主要便於各物聯網應用可於平台上進行資料交換；若為頻率共享之平台，以美國 CBRS 案例，主管機關須就於其政策出發點，設計共享之機制及認證負責維運頻譜資料庫之廠商，確保共享機制之公平性。 (4) IoT 開放平台目前正在許多國家討論中，包含：歐盟、韓國、日本等，不過其涵蓋的領域與廣度仍在規劃當中。主要乃因為 IoT 世代中，最有價值的將為「數據(Data)」，因此，各國都在討論如何打破過去垂直整合的作法，讓資料傳輸層可以互相流通，讓各式數據得以串聯，以帶動更有附加價值之服務。然而，電信網路業者長久以來均扮演提供數據傳輸與網路服務之重要角色，未來如何結合電信網路業者，打造更具意義之 IoT 開放平台，協助國內整體智慧應用發展，研究團隊認為勢必為一大挑戰。現階段掌握部分業者有計畫投入 IoT 平台之營運者，不過，將來要如何成功將數據整合，提供加值服務，研究團隊觀察國際作法，可能朝向擴大其於各垂直

審查委員	期末報告審查意見	研究團隊回應
		領域之服務能量，以讓其投入之 IoT 平台成為有號召力的平台為一大機會。