

110 年委託研究報告

頻譜運用（提供使用、共用及轉讓）之監管與競爭影響評估機制等相關政策研析

計畫執行單位：財團法人電信技術中心

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會

中華民國 111 年 3 月

110 年委託研究報告

GRB 系統編號：PG11003-0394

**頻譜運用（提供使用、共用及轉讓）之監管與競爭影響評估
機制等相關政策研析委託研究採購案**

受委託單位

財團法人電信技術中心

計畫主持人

巫國豪

協同主持人

徐玉珊

研究人員

李重志、余曜成、邱儀萱、張簡耀暉、邱于崙、陳冠榮、王資寧、劉宜蕎、
胡依淳、黃靖琦、李佳欣、徐翊菱

研究期程：中華民國 110 年 3 月至 111 年 1 月

研究經費：新臺幣 1,105.2 萬元

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 111 年 3 月

目次

第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究內容.....	3
第三節 研究方法.....	9
第二章 主要研究國家之頻率運用（含網路共用）議題研析.....	12
第一節 歐盟.....	12
第二節 英國.....	27
第三節 芬蘭.....	51
第四節 瑞典.....	58
第五節 丹麥.....	68
第六節 美國.....	86
第七節 新加坡.....	98
第八節 日本.....	111
第九節 韓國.....	120
第十節 小結.....	128
第三章 電信事業合作對市場競爭與整體經濟效益之影響評估實證研 析.....	138
第一節 文獻回顧和假設條件發展.....	139
第二節 資料來源.....	159
第三節 方法論.....	166
第四節 計量經濟實證分析.....	169
第五節 小節.....	191
第四章 我國電信事業申請頻率合作之個案研析與審查機制研析	195
第一節 我國行動通訊市場概況.....	195
第二節 我國電信事業申請頻率合作之案例研析.....	203
第三節 頻率合作評估框架、考量項目與執行步驟之修正建議	217

第四節 電信事業申請頻率移轉之個案審查程序、原則.....	223
第五節 小結	230
第五章 我國頻率運用監理相關議題之法令規範調適	232
第一節 頻譜上限規範	232
第二節 共用頻段（適用 3G 語音服務）規範	238
第三節 電信事業相互投資所涉資源分配規範	245
第四節 小結	256
第六章 本研究其他執行成果	258
第一節 座談會執行成果	258
第二節 支援通傳會交辦之臨時性協助事務	270
第七章 結論與建議	271
第一節 結論與建議	271
第二節 後續研究建議	287
附錄一 市場競爭對零售價格影響之實證結果（HHI 值以兩階段最小平方法分析）	290
附錄二 競爭對收入之影響評估	291
附錄三 本研究提出之電信事業頻率使用權移轉申請書表	298
附錄四 5G 時代電信事業資源合作規範座談會會議紀錄	304
附錄五 電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之影響評估座談會會議紀錄	346
附錄六 中英文名詞對照表	379
附錄七 期中評審會議委員建議與研究團隊回應對照表	382
附錄八 期末評審會議委員建議與研究團隊回應對照表	391
參考文獻.....	400

表次

表 1-1：本案 109 年、110 年之各年度研究重點.....	6
表 2-1：歐盟涉及 5G 技術之頻率、網路共用案例概要.....	20
表 2-2：拉脫維亞電信事業於合作案前之頻譜持有狀態.....	23
表 2-3：拉脫維亞主管機關衡量業者持有頻譜差距.....	25
表 2-4：拉脫維亞主管機關最終決議核可頻寬.....	25
表 2-5：英國行動通訊市場規模.....	27
表 2-6：英國電信事業市占率與 5G 網路涵蓋統計.....	28
表 2-7：英國行動通訊頻譜核配現況.....	29
表 2-8：英國 2G 網路使用案例分析.....	33
表 2-9：英國允許頻譜轉讓類別.....	36
表 2-10：英國近年 MNO 結合案例.....	49
表 2-11：芬蘭行動通訊頻譜核配現況.....	52
表 2-12：芬蘭近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定.....	55
表 2-13：瑞典行動通訊頻譜核配現況.....	61
表 2-14：瑞典近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定.....	65
表 2-15：2021 年 5G 競標前的丹麥行動通訊頻譜核配現況.....	70
表 2-16：丹麥 2021 年競價拍賣結果.....	71
表 2-17：丹麥行動通訊頻譜核配現況.....	72
表 2-18：丹麥 1500 MHz、2100 MHz、3.5 GHz 與 26 GHz 拍賣頻段 分類及頻譜上限設計.....	76
表 2-19：美國行動業者服務營收狀態演進.....	88
表 2-20：美國行動業者基地臺布建數量演進.....	89
表 2-21：美國毫米波頻譜分布狀態（依人口加權）.....	90
表 2-22：美國納入頻譜篩審之頻段與頻寬.....	93
表 2-23：新加坡行動通訊頻譜指配現況.....	100

表 2- 24：新加坡近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定	107
表 2- 25：日本行動通訊頻譜指配現況	113
表 2- 26：日本網路共用重要案例	117
表 2- 27：韓國行動通信頻譜核配現況	121
表 2- 28：韓國近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定	124
表 2- 29：研究國家頻譜提供使用、轉讓規範比較表	128
表 2- 30：研究國家網路共用規範比較表	129
表 2- 31：研究國家之 2G/3G 網路關閉情形	130
表 2- 32：研究國家之頻譜上限規範彙整	133
表 2- 33：研究國家之頻譜上限規範說明	133
表 2- 34：研究國家用戶市占率及頻率持有比率集中度	135
表 2- 35：研究國家之電信事業合作案例概述	136
表 2- 36：研究國家以合資企業模式進行頻率共用案例比較	137
表 3- 1：OECD 與我國主要市場特徵比較（2020 年）	159
表 3- 2：計量經濟學分析使用之變數	161
表 3- 3：具代表性資費服務籃之組成	164
表 3- 4：變數基本統計量	169
表 3- 5：低、中、高資費中 MNO 家數對價格水準的影響	176
表 3- 6：低、中、高資費中 MNO 家數、預付用戶比例和 4G 人口涵蓋比例對價格水準的影響	178
表 3- 7：HHI 值（縱橫資料分析法）、預付用戶比例和 4G 網路涵蓋比例對低、中、高資費價格水準的影響	180
表 3- 8：MNO 家數對 4G 網路人口涵蓋比例的影響	183
表 3- 9：HHI 值對 4G 網路人口涵蓋比例的影響	184
表 3- 10：MNO 家數對 4G 下載速率和 4G 上傳速率的影響	187

表 3- 11：HHI 值對 4G 下載速率和 4G 上傳速率的影響	188
表 4- 1：我國行動通訊頻譜集中度概況	201
表 4- 2：國際電信事業合作案例比較概要	203
表 4- 3：國際電信事業合作案例之主管機關審查重點	204
表 4- 4：遠傳電信與亞太電信之合作項目與時程	211
表 4- 5：亞太電信與遠傳電信交換 700MHz 與 2600MHz 頻譜之潛在利益與潛在風險	214
表 4- 6：遠傳電信與亞太電信頻譜交易後對頻譜持有量的影響 錯誤！尚未定義書籤。	
表 4- 7：亞太電信移轉 700MHz 頻段予中華電信、雙方共用 2100 MHz 頻段之潛在利益與潛在風險	錯誤！尚未定義書籤。
表 4- 8：亞太電信移轉 900 MHz 予中華電信後之頻譜持有量的變化	錯誤！尚未定義書籤。
表 4- 9：亞太電信移轉 900 MHz 予中華電信、雙方共用 2100 MHz 後之頻譜持有量的變化	錯誤！尚未定義書籤。
表 4- 10：中華電信與亞太電信合作後頻率持有數量超出上限規範之因應措施	錯誤！尚未定義書籤。
表 4- 11：IMT-Advanced (4G)和 IMT-2020 (5G)的頻譜效率	219
表 4- 12：國際電信主管機關評估頻譜使用效率的方式	220
表 4- 13：頻譜管理之考量因素	223
表 4- 14：網路管理之考量因素	224
表 4- 15：營運管理之考量因素	224
表 4- 16：我國頻譜提供使用/共用與頻譜改配之相關規範比較	225
表 5- 1：主要研究國家頻譜上限規範	233
表 5- 2：主要研究國家 2.6GHz 護衛頻帶之規範	236
表 5- 3：2.6GHz 護衛頻帶認定方式之評估	237

表 5-4：主要支援中頻段之 LTE 設備數量	239
表 5-5：電信事業關閉 3G 網路時程規劃	239
表 5-6：關閉 3G 網路之可行替代選項	241
表 5-7：我國目前電信事業使用 VoLTE 概況.....	242
表 5-8：中華電信與亞太電信頻譜移轉之變化.....	244
表 5-9：國際競爭主管機關對於持股比例規範.....	252
表 6-1：本研究協助辦理事項	270

圖 次

圖 1- 1：本案研究架構.....	8
圖 2- 1：歐盟 2013-2020 年 4G 行動寬頻滲透率.....	12
圖 2- 2：2021 年 10 月歐盟會員國啟用 5G 商用服務分布圖.....	13
圖 2- 3：歐盟各會員國至 2021 年 10 月時頻譜釋出概況.....	14
圖 2- 4：拉脫維亞三家行動業者市占率.....	22
圖 2- 5：英國 2013 年至 2020 年行動數據使用量.....	28
圖 2- 6：英國 2018 年 3.4GHz 頻段分配概況.....	30
圖 2- 7：英國 3.4GHz-3.8GHz 頻譜分配概況.....	31
圖 2- 8：英國頻譜轉讓類型.....	36
圖 2- 9：英國 2017 年行動通訊用頻譜持有狀態.....	42
圖 2- 10：英國 O2/Virgin 結合案相關利害關係人圖與市場概況.....	46
圖 2- 11：芬蘭行動通訊市場市占率分布演進趨勢.....	51
圖 2- 12：芬蘭行動數據傳輸用戶.....	52
圖 2- 13：瑞典行動通訊市場市占率演進趨勢.....	58
圖 2- 14：瑞典行動用戶數.....	59
圖 2- 15：瑞典行動用戶營收.....	60
圖 2- 16：瑞典網路共用協議.....	66
圖 2- 17：丹麥行動業者 2019 下半至 2020 年間用戶數變化.....	69
圖 2- 18：美國行動通訊市場線路數與用戶數變化.....	88
圖 2- 19：美國 6GHz 以下頻譜分布狀態（依人口加權）.....	90
圖 2- 20：美國 DISH 與 AT&T 合作協議架構.....	96
圖 2- 21：新加坡行動通訊市場概況.....	98
圖 2- 22：新加坡行動通訊市場 2G、3G 與 4G 用戶數演進.....	105
圖 2- 23：日本 2016 年 3 月至 2021 年 6 月行動通信契約數.....	111
圖 2- 24：日本 2018 年 3 月至 2021 年 3 月行動業者市占率.....	112

圖 2- 25：日本電信基礎設施共用範圍	116
圖 2- 26：KDDI 與 SoftBank 合作案時日本行動業者市占率	119
圖 2- 27：韓國行動電信事業用戶市占率與市場集中度	120
圖 2- 28：韓國電信設備共同建置示意圖	125
圖 2- 29：韓國 5G 偏鄉網路共用分布區域	126
圖 2- 30：韓國 5G 網路共用-MOCN	126
圖 2- 31：韓國偏遠地區 5G 網路共用時程規劃（4 年期）	127
圖 3- 1：影響 5G 網路成本的要素	153
圖 3- 2：主要國家 2019 第一季至 2021 年第三季之 ARPU 趨勢 ...	154
圖 3- 3：芬蘭 Telia 5G 和 4G 月租費價格	155
圖 3- 4：國際 4G、5G 網路下載速率比較	160
圖 3- 5：2012 年至 2020 年 OECD 平均行動市場結構	170
圖 3- 6：2012 年至 2020 年 OECD 平均行動市場結構	171
圖 3- 7：2012 年至 2020 年 OECD 總收入與總資本支出之年平均值	172
圖 3- 8：以 2012 年為基期計算之 OECD 收入與資本支出之平均值	172
圖 3- 9：2012 年至 2020 年 OECD 平均頻譜供應量	173
圖 4- 1：我國行動通訊用戶數變化	196
圖 4- 2：我國行動寬頻（4G）用戶數市占率變化與 HHI 趨勢	197
圖 4- 3：我國行動通訊整體營收與 ARPU 概況	198
圖 4- 4：中華電信 5G 資費方案（購機方案）	199
圖 4- 5：台灣之星 5G 資費方案	200
圖 4- 6：我國頻譜運用影響評估框架	207
圖 4- 7：遠傳電信與亞太電信結合前後之董事席位變化	210
圖 4- 8：遠傳電信與亞太電信 700MHz 與 2.6GHz 頻譜交換前後之頻	

率位置變化.....	錯誤! 尚未定義書籤。
圖 4- 9：亞太電信移轉 900 MHz 頻率予中華電信之頻率位置變化 .	錯誤! 尚未定義書籤。
圖 4- 10：平均頻譜效率比較	219
圖 4- 11：頻率使用效率實際量測示意圖	222
圖 5- 1：我國 2.6GHz 頻段分配圖	235
圖 5- 2：國際間應用 2100 MHz 頻段於 LTE 或 5G 之情況.....	238
圖 5- 3：全球各區域之交換迴路關閉趨勢	240
圖 5- 4：丹麥規範競價者應提交之所有權圖示範例.....	248
圖 5- 5：美國 1999 年電信事業收購股份案例示意圖	250
圖 5- 6：歐盟羅馬尼亞 2021 年電信事業收購股份案例示意圖.....	252

提 要

關鍵詞：5G、頻譜共用、頻譜轉讓、無線電頻率使用管理辦法、
頻譜運用影響評估框架

一、研究緣起

由於 5G 主流頻譜（3.4-3.7GHz 頻段以及 24GHz 以上毫米波頻譜）之物理特性、技術演進與設備成熟度等因素，使得 5G 網路布建成本遠高於以往，電信事業更有誘因進行各種頻率或網路之合作。頻率合作及網路共用模式帶來之利益與風險，逐漸受到各國主管機關與電信事業重視，並對既有監理制度帶來影響。國家通訊傳播委員會（以下簡稱通傳會）於 109 年 7 月公告「電信管理法」後，緊接著公告「無線電頻率使用管理辦法」，檢視其相關條文內容，可發現主管機關審查電信事業申請頻率運用（提供使用、共用或轉讓）之審慎態度，從頻譜使用效率、網路涵蓋範圍、市場競爭與消費者權益等面向評估申請個案，確保電信事業於頻譜資源運用之合作不致危害競爭，對整體公眾利益帶來正面效果。

二、研究方法及過程

本研究已於 109 年度研究計畫中蒐集主要國家或地區對於頻率提供使用、共用、轉讓或網路共用議題發展現況及趨勢，110 年度研究計畫除了持續蒐集與更新頻譜監理制度變化外，亦蒐研本年度發生之頻譜運用（含網路共用）案例。再者，參考國際間因減少獨立網路營運數量之案例，評估對於整體市場競爭與經濟效益影響評估機制之計量經濟實證分析，本研究從實證評估研究與國際合作案例下主管機關審查重點，透過結合量化分析與質化分析，作為精進、修正本研究團隊於 109 年計畫成果所提出頻譜運用影響評估框架之參考。目前我國已有電信事業向主管機關申請 5G 頻率合作之案例，本研究協助通

傳會進行頻譜運用審查相關分析，包括所涉及頻率共用、共網及市場競爭等各監理層面之評估意見。於此同時，本研究亦針對電信事業頻率合作可能觸及「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條之實際可使用頻寬上限、第 17 條之可提供使用及共用頻段，考量我國行動通訊市場結構與產業政策，研提我國法令規範調適之修正草案供委託機關參考，協助通傳會完備我國頻率運用監理架構。

三、重要發現

本計畫執行階段共完成四大研究目標：第一、國際頻譜運用議題研析。主要研析歐盟、英國、芬蘭、瑞典、丹麥、美國、新加坡、日本與韓國等對於頻譜提供使用、共用及轉讓等相關規管政策與重心，並更新電信事業合作案例，研析主管機關對於審查相關案例之准駁考量要素與核准後之附加條件，作為本研究研提我國頻譜運用監理制度、影響評估框架與執行政程序、競爭分析及法規調適政策建議之參考。此外，本研究蒐集各國主管機關釋出頻譜資源之上限規範，以及電信事業對於 2G/3G 網路關閉規劃與因應策略，作為我國主管機關制定相關政策之參考。

第二、電信事業合作對整體市場競爭與經濟效益之影響評估實證分析。本研究使用來自 OECD 之 37 個國家相關數據，並建構一個由 2012 年至 2020 年之縱橫資料。由於許多國家之 5G 發展尚處早期推動階段，因此本實證結果主要反映 4G 時代行動市場競爭對消費者實際服務體驗之影響，並提出主管機關審理電信事業合作應注意事項，包含：促進價格競爭，應特別注意對低收入消費者之影響，合作事業應持續提供低資費方案供消費者選擇，以確保所有消費者能以可負擔的資費取得服務；促進頻譜供給，避免 1GHz 以下頻譜過度集中。在確保市場公平競爭下，允許多家 MNO 共用頻譜資源；促進偏鄉網路建設，長期而言為降低數位落差、加速偏鄉網路布建，故本研究建議

主管機關於審理電信事業合作時，可將合作業者之 5G 偏鄉網路建設規劃視為合作案帶來之公共利益項目之一。

第三、我國電信事業申請頻率合作之個案研析與審查機制研析。本研究透過個案研析，通盤檢討頻譜運用影響評估框架、考量項目與執行步驟。以中華電信與亞太電信申請頻率移轉與共用為例，本研究依電信管理法第 58 條第 3 項（頻率共用）、無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條（頻率共用之准駁考量因素）與電信管理法第 59 條第 2 項（頻率改配之准駁考量事項）所載檢核項目與應載明事項，檢視電信事業繳交之申請文件，並提出分析予通傳會。本研究亦藉由座談會之機會，徵詢各專家學者對於評估框架之看法。

第四、研提我國頻譜運用相關政策建議。通傳會於 110 年 9 月 1 日通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正，為確保頻譜分配不會過度集中於單一事業，於第 12 條第 1 項第 1 款刪除電信事業實際可使用頻寬不得逾整體電信事業使用頻率之總頻寬 1/3 上限，並新增毫米波頻段之上限規範及除外規定；以及因應國際已有關閉 3G 網路的趨勢，我國電信事業亦規劃於 113 年前陸續關閉 3G 網路，於第 17 條第 1 項第 1 款新增允許提供使用或共用頻段 2100MHz 頻段，且僅限用於電路交換行動語音服務。

四、主要建議事項

（一）立即可行之建議

- （1）因應未來我國電信事業合作案例，建議可參照本研究訂定之頻譜運用影響評估框架，從頻譜層、網路層與服務層進行研議並予以相關評估意見。

(2) 因應 5G 對電信市場帶來之影響，建議應持續追蹤國際相關案例與我國頻譜合作相關個案發生後，對市場與消費者帶來之變革，並建立事後評估機制，以及各國主管機關因應措施，相關措施可作為完備我國頻譜運用法規架構之參考。

(二) 中長期建議

1. 為避免頻譜資源過度集中，建議主管機關後續釋出下一波 5G 頻譜時，得滾動式檢討我國頻譜集中度規範，依新釋出頻段與頻寬檢討上限規範。
2. 建議持續觀測各國頻譜運用監理趨勢之發展，例如行動通訊頻譜與衛星頻譜間能否交易，或兩者持有頻寬是否合併計算等，並依據國外發展趨勢，分析、研究對於我國頻譜監理制度之政策建議，供主管機關完善我國頻譜監理架構之參考。

Abstract

Keywords : 5G, Spectrum Pooling, Spectrum Transfer, Regulations Governing the Use of Radio Frequencies, Impact Assessment Framework

1. Introduction

As countries around the world complete 5G spectrum licensing and 5G network commercialization, new opportunities and challenges will be brought to the mobile communication market, telecommunications enterprises and competent authorities. Due to the physical characteristics, technological evolution and equipment maturity of the mainstream 5G spectrum (3.4-3.7GHz band and mmWave spectrum above 24GHz), the cost of 5G network deployment is much higher than ever. Therefore, the telecommunications industry has more incentives to cooperate in frequencies or networks. The benefits and risks brought about by the spectrum cooperation and network sharing are gradually being valued by the competent authorities and telecommunication enterprises in various countries, and have an impact on the existing supervision system. After the National Communications Commission (hereinafter referred to as the “NCC”) announced the “ Telecommunications Management Act” in July 2019, it immediately announced the “ Regulations Governing the Use of Radio Frequencies”. When reviewing applications for spectrum utilization by telecommunications enterprises, the competent authority will evaluate the content of application cases from the perspective of spectrum use efficiency, network coverage, market competition, and consumer rights, etc.to ensure that the cooperation of telecommunications enterprises in the

use of spectrum resources will not harm competition, have a positive effect on the overall public interest.

2. Research Method and Process

This research has collected the development status and trends of major countries or regions on the issues of spectrum leasing, pooling, transfer or network sharing in the 109-year research. In addition to continuously collecting and updating the changes in the spectrum supervision system, the 110-year research also searched the cases of spectrum utilization (including network sharing) that occurred this year. Furthermore, with reference to the international cases of reducing the number of independent network operations, to evaluate the econometric empirical analysis of the overall market competition and the economic impact assessment mechanism, this research focuses on the review of the competent authorities under the empirical evaluation research and international cooperation cases, through combining quantitative analysis and qualitative analysis, it serves as a reference for refining and revising the spectrum utilization impact assessment framework proposed in the 109-year research. At present, there have been cases of telecommunications enterprises applying for 5G frequency cooperation with the competent authority in Taiwan. This research assists the NCC to conduct analysis on the review of spectrum utilization, including the evaluation opinions on various supervision levels such as spectrum pooling, network sharing and market competition. At the same time, this study also aims at the frequency cooperation of the telecommunications industry that may touch the actual usable bandwidth limit in Article 12 of the " Regulations Governing the Use of Radio Frequencies ", and spectrum leasing or spectrum pooling

bands in Article 17, considering the structure of mobile communication market and the industrial policy, propose amendments to our regulations for reference by the entrusting agency, and assist the NCC to complete spectrum utilization supervision framework.

3. Important Findings

Four major research goals have been completed during the implementation of this project. The first goal is research and analysis of international spectrum utilization issues. It mainly studies and analyzes the relevant regulatory policies and priorities of the EU, the UK, Finland, Sweden, Denmark, the United States, Singapore, Japan and South Korea on the spectrum leasing, pooling, and transfer, and updates the cases of cooperation in the telecommunications enterprises. Observing the factors considered by international competent authorities for approval or rejection of relevant cases and the additional conditions after approval, as a reference for this study to develop spectrum utilization supervision system, impact assessment framework and implementation procedures, competition analysis and regulatory adaptation policy recommendations. In addition, this study collects the upper limit regulations of the spectrum resources released by the competent authorities of various countries, as well as the 2G/3G network shutdown planning and response strategies of the telecommunications industry, as a reference for formulating relevant policies in Taiwan.

The second goal is an empirical analysis of the impact of telecommunications enterprises cooperation on overall market competition and economic benefits. This study uses relevant data from 37 OECD countries and constructs a vertical and horizontal data from 2012 to 2020.

Since the 5G development in many countries is still in the early stage of promotion, this empirical result mainly reflects the impact of mobile market competition in the 4G era on the actual service experience of consumers, and proposes matters that the competent authorities should pay attention to when reviewing telecommunications enterprises cooperation, including: promoting price competition, specially for low-income consumers, and cooperative enterprises should continue to provide low-tariff solutions for consumers to choose to ensure that all consumers can obtain services at affordable tariffs; promote spectrum supply and avoid excessive concentration of spectrum below 1GHz. To ensure fair competition in the market, allow multiple MNOs to share spectrum resources; promote the construction of remote rural networks. In the long run, in order to reduce the digital gap and accelerate the deployment of remote rural networks. Therefore, this study suggests that the competent authority may consider the 5G remote rural network construction plan of the enterprises as one of the public interest items brought by the cooperation case when reviewing the cooperation in the telecommunications industry.

The third goal is to study and review mechanism for spectrum cooperation application in Taiwan. Through case analysis, this study comprehensively reviews the spectrum utilization impact assessment framework, consideration items and implementation steps. Taking Chunghwa Telecom and Asia-Pacific Telecom as an example to apply for spectrum transfer and pooling, this study complies with paragraph 3, Article 58 of the Telecommunications Management Act (spectrum pooling), and Articles 19 and 20 of the Regulations Governing the Use of Radio Frequencies (consideration factors for spectrum pooling) and

Paragraph 2, Article 59 of the Telecommunications Management Act (items to be considered for approval of spectrum transfer), check the items and items to be specified. By reviewing the application documents submitted by the telecommunications enterprise, and making preliminary comments to the NCC. This study also took the opportunity of the seminars to aggregate various experts and scholars for their views on the evaluation framework. It should be paid to whether there is any doubt about entering the review project too quickly when the telecommunications enterprise applies for a combination case. Similarly, the impact of the combination on the overall level of the mobile market should be understood before the review of each level of consideration.

The fourth goal is to research and propose relevant policy recommendations for spectrum utilization in Taiwan. On September 1, 2011, the NCC passed some amendments to the “Regulations Governing the Use of Radio Frequencies”. In order to ensure that spectrum allocation will not be excessively concentrated on a single enterprise, the actual use of the telecommunications enterprises was deleted from Subparagraph 1, Paragraph 1, Article 12. The bandwidth shall not exceed the upper limit of 1/3 of the total bandwidth of the frequency used by the overall telecommunications industry, and the upper limit specification and exclusion of the millimeter wave frequency band shall be added; In response to the international trend of shutting down 3G networks, many telecommunications enterprises also planned to shut down 3G networks one after another 113 years ago in Taiwan. It was added 2100MHz frequency band is allowed to be leased or pooled, and only limited to circuit-switched mobile voice services in Subparagraph 1, Paragraph 1, Article 17.

4. Main Recommendations

(1) Recommendations that can be implemented immediately

- In response to the future cooperation cases of our telecommunications industry, it is suggested to refer to the spectrum utilization impact assessment framework established in this study, conduct research and provide relevant assessment opinions from the spectrum layer, network layer and service layer.
- In response to the evolution brought by 5G to the telecommunications market, it is recommended to continue to track the impact on the market and consumers after the occurrence of relevant international cases and cases related to spectrum cooperation in our market, and establish a post-event evaluation mechanism, as well as the corresponding measures of the competent authorities of various countries. It can be used as a reference to complete the regulatory framework for spectrum utilization in Taiwan.

(2) Medium- and long-term recommendations

- To avoid excessive concentration of spectrum resources, when the 5G spectrum is released, the spectrum concentration specifications in Taiwan shall be reviewed in a rolling manner. The spectrum cap shall be reviewed based on the newly released frequency band and bandwidth.
- It is recommended to continuously observe the development of spectrum utilization supervision trends in various countries, such as whether the mobile communication spectrum and satellite spectrum can be traded, or whether the bandwidths held by the two are combined for calculation, etc., and analyze and study the impact of spectrum supervision in Taiwan based

on foreign development trends. The policy recommendations of the system are for the reference of the competent authorities to improve the spectrum supervision framework in Taiwan.

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

自 2020 年 11 月底國際電信聯合會 (International Telecommunication Union, ITU) 正式宣布完成 5G 技術方案評估工作，確立 IMT-2020 技術標準後，5G 發展邁入新里程。國際上許多國家均已釋出 5G 關鍵頻譜資源，並確立下階段政策重點以塑造良好 5G 基礎環境為目標。由於行動通訊網路布建成本高昂，過往國際間存在電信事業間透過頻率及網路共用合作模式降低成本之案例。5G 時代降臨時，受限於主流 5G 頻譜 (3.4-3.7GHz 頻段以及 24GHz 以上毫米波頻譜) 之物理特性、技術演進與設備成熟度等因素，使網路布建成本遠高於以往，因此，電信事業更有誘因進行各種頻率或網路之合作。頻率合作及網路共用模式帶來之利益與風險，預期將逐漸受到各國主管機關與電信事業重視，並對既有監理制度帶來影響。

我國自 2020 年 7 月公告施行「電信管理法」，通訊傳播主管機關國家通訊傳播委員會 (以下簡稱通傳會) 於法令立法通過後即積極辦理各項法規轉軌作業，以因應電信管理法增進頻譜使用彈性之願景，並研擬各項頻譜管理政策。而與 5G 網路布建議題高度相關之三共 (共建、共頻與共網) 議題，更成為現階段國內電信產業高度重視之議題。通傳會於 2020 年 7 月公告「電信管理法」後，緊接著公告「無線電頻率使用管理辦法」，針對頻率共用或提供使用訂定相關規範，確保電信事業申請頻率或網路共用時，除帶來節省網路建設成本之優點外，亦避免因頻率資源合作運用導致對市場競爭帶來不利影響。由「無線電頻率使用管理辦法」相關條文內容觀察，可發現主管機關於審查電信事業申請頻率運用 (提供使用、共用或移轉) 之審慎態度，從頻譜使用效率、頻譜使用用途、市場競爭與消費者權益等面向評估申請個案內容，確保電信事業於頻譜資源運用之合作不致危害競爭，對整體公眾利益帶來正面效果。

本研究主要係延續 109 年度「頻譜運用(提供使用、共用與轉讓) 監理與競爭影響評估機制等相關政策研析」委託研究計畫。109 年度研究案以 4G、3G 世代通訊技術合作案例為主，因應 5G 推動與發展趨勢，本年度(110 年)更進一步關注國際上業者新興合作、涉及 5G 技術之案例。同時，持續掌握、更新主要國家對頻譜運用議題之監理政策思維及相關法規依據，進而掌握各國監理制度之變化；另外因應我國國情、通訊產業最新發展，以及頻譜使用現況，本年度持續調整且完善我國市場環境之個案審查程序、原則與法規政策調適建議，以及頻譜相關監理與市場競爭影響評估機制。藉由本研究之執行，協助主管機關完備我國頻譜運用監理政策，達成兼顧頻譜彈性使用與確保市場充分競爭兩大政策目標，為我國塑造良好 5G 基礎環境，建立數位經濟長久蓬勃發展的必要基盤。

第二節 研究內容

考量頻率運用之法律概念和電信事業合作之態樣多元，為釐清本研究之對象與範疇，研究團隊於 109 年研究計畫中將頻譜運用之模式從網路架構、服務態樣與法律意涵層面進行分析。此外，透過蒐集與分析主要研究國家頻譜運用、網路共用的政策脈絡，以及電信事業合作之實際案例探討，瞭解各國主管機關受理案件申請時之審查重點與施加的附負擔。考量頻譜運用或網路共用會涉及競爭與消費者保護議題，故本研究分別以電信管理法、公平交易法為基礎，探討主管機關受理電信事業頻率合作申請時應注意之事項。綜合前述研究成果，本研究基於電信管理法第 26 條電信事業相互投資、第 58 條頻譜提供使用與共用、第 59 條頻譜改配之法規授權下，擬定個案審查評估框架與審查程序之建議，並設定電信事業合作情境和國內實際案例，檢視個案審查評估框架與審查程序之可操作性。本年度（110 年）研究計畫延續 109 年度之研究成果，並執行以下工作項目。

一、研析主要研究國家頻譜運用（含網路共用）所涉監管議題

隨著行動通訊技術的演進，4G 與 5G 技術對頻率資源之需求不斷擴大，國際電信聯合會（ITU）與全球行動協會（Global System for Mobile Communications Association ,GSMA）等國際組織已觀察到頻率彈性應用及網路共用等技術演進對於電信事業降低成本的重要性。實務上，因應 5G 時代來臨，國際間電信事業合作亦更加頻繁，以加速業者布建 5G 網路並提升頻譜使用效率。面對行動通訊市場之變革，各國政府對於頻率監理機制設定為重要之觀察項目，因此，有必要充分掌握國際間對於頻譜資源彈性運用之管理趨勢，觀察各國與地區提升頻譜使用效率之最新措施，以及研議頻譜彈性應用可能產生之資源集中與市場競爭風險，制定符合時代和技術演進之政策基礎。

本研究已於 109 年度研究計畫中蒐集主要國家或地區對於頻率提供使用、共用、轉讓交易或網路共用議題發展現況及趨勢，並研析對通訊市場相關競爭及消費者保護議題的最新趨勢。110 年度研究計

畫除了持續蒐集與更新美國、歐盟、英國、芬蘭、瑞典、丹麥、新加坡、日本及南韓之頻譜監理制度變化外，亦蒐研本年度發生之頻譜運用（含網路共用）案例。再者，參考國際間因減少獨立網路營運數量之案例，評估對於整體市場競爭與經濟效益影響評估機制之計量經濟實證分析，本研究從實證評估研究與國際合作案例主管機關審查重點，透過結合量化分析與質化分析，以作為精進、修正本研究團隊於 109 年計畫成果所提出頻譜運用影響評估框架之參考。本項研究主題包括以下：

- 持續蒐集與更新主要研究國家之頻譜監理制度變化。
- 蒐研主要研究國家於本年度發生之頻譜運用案例（含網路共用）。
- 參考國際間因減少獨立網路營運數量之案例，評估對於整體市場競爭與經濟效益影響評估機制之計量經濟實證分析。

二、研析我國電信事業申請無線電頻率共用之合作案例

我國於 109 年 7 月已正式公告施行「電信管理法」及「無線電頻率使用管理辦法」，確立彈性化頻譜資源監理制度。同年我國已有電信事業向主管機關申請共用 5G 頻率之案例，本研究除了分析合作個案對於我國頻譜、網路資源與市場服務競爭之影響外，參考各主要研究國家監理政策思維及對於個案審查重點與規管重心，研提適合我國行動通訊市場結構與產業環境之個案審理程序、原則，及其他應用於個案審核上之具體建議。延續上述研究成果，今年度研究計畫持續針對我國電信事業申請無線電頻率合作個案（頻譜共用、移轉），進行頻譜運用審查相關分析，並針對前述案例分析市場、網路與頻譜資源之變化，以及對消費者權益之影響。綜上，本項研究主題包括：

- 針對我國電信事業申請無線電頻率合作之個案，協助通傳會進行頻譜運用審查相關分析，包括所涉及頻率共用、共網及市場競爭等各監理層面之評估意見。
- 研提對電信事業於市場、網路與頻譜資源上之變化與分析。

三、檢視 109 年度研究成果所得之頻率合作評估框架、考量項目與執行步驟，研提修正建議

本研究已於 109 年度參考主要研究國家電信事業合作模式與監理機關審查重點，盤點電信事業可能之合作態樣，並依其服務提供所涉及之層面區分為頻譜層、網路層與服務層三個部分，例如：網路共用僅涉及網路層；頻率提供使用、共用或轉讓以頻譜層為主；共頻共網同時涉及頻譜層與網路層；併購他電信事業或兩家電信事業合併則同時涉及頻譜層、網路層與服務層之分析。此外，研究團隊亦根據我國「電信管理法」與「無線電頻率使用管理辦法」規範審查項目，依前述分層架構研提頻譜運用評估架構與考量項目。本年度（110 年）研究計畫延續 109 年（本計畫第 1 年）研究成果，持續追蹤主要研究國家法規政策與個案審查重點，並從實證評估研究與國際合作案例主管機關審查重點，透過結合量化分析與質化分析，檢視評估框架、考量項目與執行步驟，研提修正建議。此外，因應我國未來於頻譜資源共用、出租與轉讓等各種情境，蒐集國內現況，及辦理產學意見徵詢。綜上，本項研究主題包括：

- 檢視本計畫第 1 年研究成果所得之評估框架、考量項目與執行步驟，研提修正建議。
- 經參考國際經驗後，因應我國未來於頻譜資源共用、出租與轉讓等各種情境，蒐集國內現況，及產學意見徵詢。

四、研提我國頻率運用相關議題與法令規範調適之修正草案

由於電信事業頻率合作可能觸及「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條之實際可使用頻寬上限、第 17 條之可提供使用及共用頻段，故本研究參考主要研究國家之頻譜集中相關規範，包括頻率持有上限規範、開放頻率共用或轉讓之頻段，並參考前項各種情境與影響評估模型，考量我國行動通訊市場結構與產業政策，研提我國法令規範調適之修正草案，以完備我國頻率運用監理架構。

- 針對現行「無線電頻率使用管理辦法」涉及頻譜運用之相關議題（包含審查應考量因素等），研提法令規範調適之修正草案。

綜合上述說明，下圖為 109 年與 110 年之各年度工作重點。

表 1-1：本案 109 年、110 年之各年度研究重點

項目	109 年度	110 年度
研究範疇界定	網路架構、服務態樣與法律意涵分析	-
國際頻譜運用議題研析	<ul style="list-style-type: none"> • 行動市場、頻譜分配現況分析 • 頻率運用與網路共用監理政策研析 • 電信事業合作個案分析(3G、4G) 	<ul style="list-style-type: none"> • 行動市場、頻譜分配現況、上限規範、2G/3G 網路關閉規劃與因應策略分析 • 持續追蹤頻率運用與網路共用監理政策析 • 電信事業合作個案分析(5G) • 行動市場結構改變對整體市場競爭與經濟效益之影響評估實證分析
電信事業合作對整體市場競爭與經濟效益之影響評估實證分析	-	<ul style="list-style-type: none"> • 以 2012 年至 2020 年 OECD 會員國之年度資料為基礎，採計量經濟學之實證分析方法，探討電信事業合作造成市場結構改變對整體市場競爭與經濟效益之影響
電信事業合作涉及競爭與消費者保護議題探討	<ul style="list-style-type: none"> • 分別於電信管理法、公平交易法下之市場競爭探討 • 消費者保護議題探討 	-
頻譜運用影響評估	<ul style="list-style-type: none"> • 影響評估框架與審查要素分析 • 不同合作模式之情境分析 • 我國電信事業頻率合作案例發展及影響評估(遠傳/亞太 3.5GHz 共頻申請案) 	<ul style="list-style-type: none"> • 檢視並精進 109 年度影響評估框架與審查要素 • 我國電信事業頻率合作案例發展及影響評估(中華/亞太 2100MHz 共頻與 900MHz 頻率轉讓申請案、遠傳/亞太頻率交易申請案)
頻譜集中度相關法規調適研析	<ul style="list-style-type: none"> • 電信事業實際可使用頻寬計算方式研析 • 頻譜上限與門檻規範研析 	<ul style="list-style-type: none"> • 頻譜上限與門檻設定規範研析，並研提法規修正建議 • 共用頻段(適用 3G 語音服務)規範研析 • 電信事業相互投資所涉資源分配規範研析

項目	109 年度	110 年度
探討新技術與創新應用之競爭議題	<ul style="list-style-type: none"> • 5G 專頻專網與創新應用之發展與監理議題分析 • 5G 專頻專網與創新技術之比較分析 	-

五、研究計畫架構

本研究依據委託機關採購案計畫書委託辦理內容執行工作項目如下：

- 工作項目一：研析主要研究國家頻譜運用（含網路共用）所涉監管議題。
- 工作項目二：研析我國電信事業申請無線電頻率共用之合作案例；
 - 工作項目二之一：協助通傳會進行頻譜運用審查相關分析，包括所涉及頻率共用、共網及市場競爭等各監理層面之評估意見；
 - 工作項目二之二：研提對電信事業於市場、網路與頻譜資源上之變化與分析；
 - 工作項目二之三：參考研究國家相關實證資料，針對電信事業合作後，因減少獨立網路營運數量之案例，提出對於整體市場競爭與經濟利益之影響評估機制。
- 工作項目三：因應我國未來於頻譜資源共用、出租與轉讓等各種情境，蒐集國內現況，及產學意見徵詢。檢視本計畫第 1 年研究成果所得之評估框架、考量項目與執行步驟，研提修正建議。
- 工作項目四：研提我國頻率運用相關議題與法令規範調適之修正草案。
- 工作項目五：辦理 2 場座談會。

本研究之研究架構圖示如下。



圖 1-1：本案研究架構

第三節 研究方法

本研究依據招標文件列出之委託辦理工作項目，透過文獻分析法、個案研究和比較分析法、計量經濟實證分析法及訪談法與舉辦座談會之方式，綜整、分析前述工作項目的產出，相關研究方法分述如下：

一、文獻分析法

文獻分析法為針對某一特定主題，持續蒐集與其有關的重要圖書資料，並加以整理、分析、歸納、評鑑與彙整的歷程¹；根據研究目的或課題，蒐集市場資訊、調查報告與產業動態等文獻資料，從而精準掌握研究問題的一種研究方法。

文獻分析法之蒐集內容，將要求豐富及廣泛，再將收集取得資料經分析後歸納統整，再分析事件淵源、原因、背景、影響及其意涵等。文獻資料包括政府部門相關政策報告、產業界研究資料、文件檔案資料庫、書籍、論文與期刊及報章新聞等。

本研究蒐集與更新主要國家包括歐盟、英國、芬蘭、瑞典、丹麥、美國、新加坡、日本以及韓國等各國電信主管機關對於頻率提供使用、共用、轉讓與交易或網路共用之相關政策文件及市場發展報告，掌握各國對於頻譜運用之監理制度及市場現況資訊，探究各國相關政策制定背景、政策思維與規範措施。

二、個案研究與比較分析法

個案研究與比較分析法多藉由廣泛蒐集個案資料，深入探究與分析，以解釋現狀，或描述探索足以影響變遷及成長諸因素的互動情形，確定問題癥結，進而提出初步建議。

為瞭解各國電信或競爭主管機關對於頻譜運用與對整體市場競爭之影響規範政策思維，本研究採用個案研究與比較分析法，蒐集研究國家過往曾發生之行動通訊業者頻率運用（含網路共用）等相關案例，藉由個案蒐集與研究，以探究主管機關對於相關個案之監理政策

¹ 周文欽（2008），空大學訊，研究方法概論補充教材。

思維與法規依據、個案申請時之市場環境與頻譜資源集中程度背景資訊，以及各主管機關之准駁決議與其理由。相關研究成果為本研究研擬我國相關政策建議之參考。

三、計量經濟實證分析法

因本案研究範圍與議題甚廣，故由財團法人電信技術中心（以下簡稱本中心）為核心團隊，整合國外相關專業機構博拉姆顧問公司（Plum Consulting）共同執行，由 Plum Consulting 對於國際上電信事業合作，因減少獨立網路營運數量之案例，透過計量經濟學之迴歸模型進行實證分析，藉此評估減少獨立網路營運數量與經濟成效（如資費、網路涵蓋等）之間的關係。本中心研究團隊根據前項實證分析成果，研提對整體市場競爭與經濟效益影響評估機制之重點參考依據，以利順利完成委託機關對本案設定之工作項目，達成預期成果。

四、舉辦座談會徵詢電信事業與學者專家意見

此方法應用於本研究對國內產官學研意見之蒐集與分析。透過舉辦座談會方式邀請國內電信事業、專家學者、公協會、相關產業等利益相關團體，蒐集各界關於頻譜運用政策規範等重要議題之意見。

本研究已完成舉辦 2 場座談會，諮詢對象包括專家學者、電信事業及產業利害相關人，一方面了解相關產業對於我國頻譜運用相關領域之管理、政策等不同層面之觀點，以利完善本研究之相關工作項目，其次，在研究團隊歸類、分析、整理出更具抽象的概念與主題，進而完備我國主管機關未來處理電信事業申請頻率共用相關案件時之個案審理程序、原則、審核具體建議，以及總體市場競爭與經濟效益影響評估機制建議。藉由座談會之舉辦，蒐集產官學各界之意見與看法，並回饋至本研究研提之政策建議，供主管機關作整體政策參考。

整體而言，本研究與委託機關充分溝通，促使相關工具使用之情境與模擬前提，能符合主管機關對現有及未來電信市場發展之認知，確保相關分析成果滿足我國市場特性，相關建議能切中政策要點，協

助委託機關達成促進頻率使用效率、確保消費者使用服務品質以及推動我國電信市場發展之政策目標。

第二章 主要研究國家之頻率運用（含網路共用）議

題研析

第一節 歐盟

一、行動市場概況與頻譜分配現況

（一）行動通訊市場概況

歐盟定期於年底更新前一年度統計數據，因此在 2021 年版報告統整歐盟 2020 年概況。歐盟 4G 行動寬頻涵蓋率在 2020 年時達到所有會員國平均 95% 以上的涵蓋率。其中在人口密集區更是達到 99.7%，高於固網寬頻的 97.4%。此外在過去 3 年內，偏鄉地區與人口密集區的數位落差大幅縮減，鄉村之網路涵蓋率在 2020 年達到 98.6%²。

Figure 9 4G mobile coverage in the EU (% of households), 2013-2020

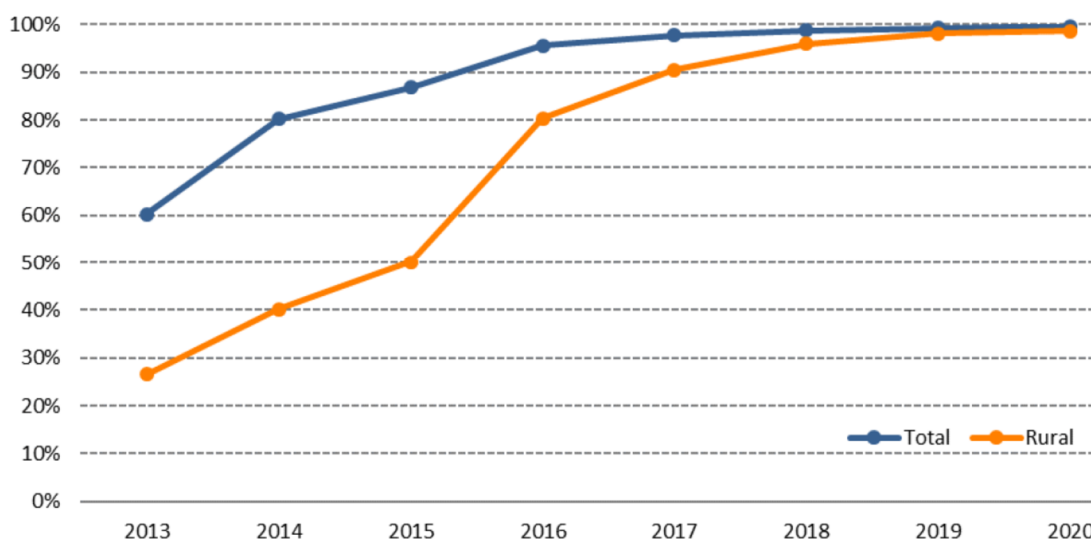


圖 2-1：歐盟 2013-2020 年 4G 行動寬頻滲透率

資料來源：European Commission (2021)。

至於歐盟最新 5G 發展，依據 European 5G Observatory 觀測季報，統計至 2021 年 10 月時歐盟 27 個會員國（排除英國）中有 25 國提供服務³。

² European Commission(2021), Broadband Connectivity in the Digital Economy and Society Index, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-connectivity>

³ European 5G Observatory (2021), 5G Observatory Quarterly Report 13 —Up to October 2021,



圖 2- 2：2021 年 10 月歐盟會員國啟用 5G 商用服務分布圖

資料來源：European 5G Observatory (2021)。

(二) 頻譜分配概況

歐盟 5G 頻段以 700MHz (703-733 / 758-788 MHz)、3.6GHz (3.4–3.8 GHz) 和 26GHz (24.25-27.5 GHz) 為主要頻段，而歐盟 5G 觀測季報 (5G Observatory – Quarterly Report) 更換研究團隊⁴，因而調查基準略有調整。根據最新一季報告，至 2021 年 10 月時，各頻段已釋出之國家分別為：

1. **700MHz 頻段**：至 2021 年 10 月，27 個會員國 (排除英國) 中，已有 17 國釋出該頻段，分別為奧地利、克羅埃西亞、賽普勒斯、捷克、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、義大利、盧森堡、荷蘭、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙和瑞典。
2. **3.6GHz 頻段**：至 2021 年 10 月，27 個會員國 (排除英國) 中，已有 19 國完成釋出該頻段，分別為奧地利、保加利亞、克羅埃西亞、塞浦路斯、捷克、丹麥、芬蘭、法國、

https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/11/5G-Obs-PhaseIII_Quarterly-report-13_final-version-11112021.pdf

⁴ European 5G Observatory (2021), 5G Observatory Quarterly Report 13 — Up to October 2021, https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/11/5G-Obs-PhaseIII_Quarterly-report-13_final-version-11112021.pdf

德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、義大利、拉脫維亞、盧森堡、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙和瑞典。

3. **26GHz 頻段**：至 2021 年 10 月，27 個會員國（排除英國）中，已有 7 國完成釋出該頻段，分別為克羅埃西亞、丹麥、芬蘭、希臘、義大利和斯洛維尼亞，而德國以區域執照方式釋出。

歐盟 5G 頻段於各會員國之釋出比例狀態如下圖。

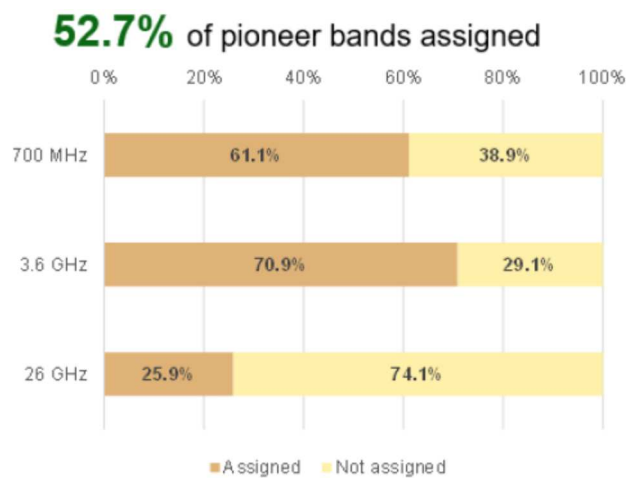


圖 2-3：歐盟各會員國至 2021 年 10 月時頻譜釋出概況

註：統計時間為 2021 年 10 月。

資料來源：European 5G Observatory (2021)。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一) 頻率運用法律規範

歐洲電子通訊法（European Electronic Communications Code，簡稱 EECC）於 2018 年 12 月 11 日通過，新法在於針對歐盟既有電子通訊規管架構與法規措施進行通盤檢討，並視無線電頻譜為重要公共財資源，強調提升頻譜使用效率，使頻譜管理制度能切合通信技術與服務演進之所需。歐洲電子通訊法以宏觀立場，使用頻譜共享一詞（Spectrum Sharing），泛指所有有助提升頻譜管理效率之措施，即包

含本研究範疇之頻譜提供使用、共用及轉讓，以及非本研究範疇之不同業務之間頻譜共享、動態頻譜共享技術等領域。

1. 頻譜轉讓、提供使用

歐洲電子通訊法第 2 章第 45 條涉及頻譜管理基本原則，要求各會員國考量頻譜為公共財之特性，應基於客觀透明、促進競爭和公平等原則確保頻譜使用效率和有效管理。與頻譜轉讓、提供使用相關之頻譜使用權交易或出租之規範則明定在第 51 條。

依據第 51 條內容，原先附加於頻譜使用權的相關條件不會受到頻譜交易或出租而改變，並且須符合第 52 條確保有效競爭之條文規範，同時對應第 47 條涉及頻譜使用權附加條件之內容，要求各會員國主管機關應明確訂定轉讓或延續使用權時的各項附加條件，確保頻譜資源以最適當措施、最佳效能、最有效率方式使用，並且不應為目前持有人提供不當利益。第 51 條所建議之監理原則如下：⁵

- (1) 建議制定相對簡化的交易與出租程序；
- (2) 原本取得頻率使用權之頻譜供給方，若仍存有滿足使用權相關附加條件的義務，則不得拒絕其出租頻譜使用權；（義務不因出租而消失）
- (3) 交易後之新持有者：除非明確存在無法滿足取得使用權時相關附加條件之風險，否則不得拒絕交易其頻譜使用權。（確保頻譜新持有者具有滿足附加條件之能力）

另外第 51 條建議主管機關應考慮適時調整使用權之附加條件，以適當之分區或部分提供使用等方式促進頻譜出租或交易。

⁵ EU, DIRECTIVE 2018/1972 of the European parliament and of the council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code, article 51.

另外，歐盟無線電頻譜政策組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）於其發布之 2019 年 10 月報告中，鼓勵各會員國應透過允許頻率交易與出租，推動創新應用發展⁶。

2. 頻譜共用

歐洲電子通訊法使用頻譜共享（Spectrum Sharing）一詞，泛指各項提升頻譜效率之措施，至於與本研究相關之頻譜共用等名詞則出現在歐盟電子通訊監管機構（Body of European Regulation for Electronic Communications, BEREC）2019 年公布之行動基礎設施共用規範⁷（BEREC Common Position on Mobile Infrastructure Sharing）。共用規範涉及被動式共用、主動式共用、頻率共用和國內漫遊等議題。並使用 Spectrum Pooling 一詞表達頻率共用含意，並將頻率共用視為多經營者核心網路（Multi-Operator Core Networks, MOCN）的一種模式，意指涉及兩家以上業者之間的頻率共用。BEREC 基本要點歸納如下：

- (1) 頻率共用可能會減少合作業者提供差異化服務的能力；
- (2) BEREC 認為對於不適合業者進行基礎設施布建競爭的區域，頻率共用能對網路布建有所助益，提供更好的頻寬與服務；
- (3) BEREC 建議應審慎以個案方式評估頻率共用，了解各業者持有頻譜組合以及適用基礎設施競爭的區域，並且應以個案審核方式，決定是否允許頻率共用；

基於依循歐洲電子通訊法第 61 條第 4 項，要求各會員國須確保主管機關具備對業者課以義務的監管權力之原則，BEREC 進而建議各會員國應定義頻率共用之條件，包括：(1) 頻率使用的技術與運作條件，包含共用頻譜之權利與義務等；(2) 定義公平、透明以及無差別待

⁶ RSPG (2019), RSPG Report on European Spectrum Strategy, https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2019/10/RSPG19-031final_report_on_spectrum_strategy.pdf

⁷ BEREC (2019), BEREC Common Position on Mobile Infrastructure Sharing, https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8605-berec-common-position-on-infrastructure-0.pdf

遇的操作；(3)考量國內既有頻譜使用者的情況；(4)審慎考慮頻譜共用的相關條件。

在 2020 年至 2021 年間，BEREC 與 RSPG 持續進行各項頻譜運用政策研析。2020 年 6 月，BEREC 進行 5G 雷達指南（Guide to the BEREC 5G Radar）策略的公眾諮詢⁸，指南內容訂定鼓勵基礎設施共用，提升頻譜使用效率之目標，涉及國際漫遊、基礎設施共用協議、共同投資等與頻譜運用相關之議題，並規劃相關議題之研究時程約落在 2023 年。2020 年 11 月 BEREC 針對 2019 年行動基礎設施共用規範舉辦研討會，匯集相關利害關係人之意見，並建議各會員國主管機關可持續參考 2019 年行動基礎設施共用規範之架構，現階段則尚無更新該文件之規劃。

RSPG 於 2020 年 6 月舉辦第 52 屆 RSPG 全體會議後，公告頻譜相關研析議題⁹。RSPG 成立頻率共享（Spectrum Sharing）小組，研究議題聚焦於動態頻率共享技術（Dynamic Spectrum Sharing）和其他新形態頻譜共享技術為主；在 2021 年 2 月的第 54 屆 RSPG 全體會議後，公告三項公眾諮詢議題¹⁰，分別針對無線電頻譜政策項目計畫、頻譜共享計畫與頻段、5G 額外頻段需求調查結果等議題。

本研究彙整並觀察 BEREC 政策與 RSPG 建議之趨勢，主軸在依循電子通訊法以頻譜共享（Spectrum Sharing）概念為核心，以宏觀立場包含各項提升頻譜效率之措施。在 2021 年 6 月公告的 RSPG 意見書中¹¹，RSPG 建議歐盟執委會及會員國積極推動創新頻譜共享方案，基於使用或共享（use-it-or-share-it）原則研發頻譜共用和多層次頻譜接取方案（spectrum pooling and multi-tiered spectrum access

⁸ BEREC (2020), Notice for the launch of the public consultation on the draft BEREC Guide to the BEREC 5G Radar and 5G Radar,

https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/public_consultations/9288-notice-for-the-launch-of-the-public-consultation-on-the-draft-berec-guide-to-the-berec-5g-radar-and-5g-radar

⁹ RSPG(2020), Progress report of Sub-group on Spectrum Sharing, https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2020/06/RSPG20-015final_progress_report_Spectrum-Sharing.pdf

¹⁰ RSPG (2021), Public Consultations, <https://rspg-spectrum.eu/public-consultations/>

¹¹ RSPG (2021), RSPG Opinion on a Radio Spectrum Policy Programme (RSPP), https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2021/06/RSPG21-033final-RSPG_Opinion_on_RSPP.pdf

approaches)，以及相關的地理資料庫和 ICT 技術解決方案。RSPG 建議透過試驗、測試等方式協助動態頻譜共享發展，並且分享相關實務經驗，甚至導入感知無線電技術（Cognitive Radio Technologies），針對不同頻段、服務類別制定不同共享（Sharing）監理架構，達到有效市場監理、頻譜監測及建立電信事業、用戶的信任。

（二）頻率取得上限

BEREC 在 2018 年基於歐洲順利導入 5G 技術之政策目標，曾對歐洲境內 29 國（歐盟會員國外加英國以及土耳其）進行各國現行頻譜監理政策制度調查。BEREC 觀察到多國於中、低頻段皆設有頻譜上限。類型包含針對個別頻段、多頻段合計、以及對不同業者設立不同上限值等¹²。

BEREC 觀察到各國主管機關設定之頻寬上限數值差異甚大，例如在低頻段 900 MHz 部分，上限值從 9.6 MHz (2×4.8) 至 40 MHz (2×20)。唯有在 800MHz 頻段有 10 國共同設定 20 MHz (2×10) 為上限；中頻段部分，由於 2018 年時多國尚未釋出中頻段，因此有設定上限值的國家數量較少。在 2600 MHz 部分，多國設定之上限值同樣存在明顯差距。究其原因，初步推測應為歐盟各會員國內對於釋出頻寬與國內電信事業家數、市場狀態等有所不同，因此對於上限規範訂定亦有差異。其他細節包含多數國家並非設定執照期間之持續性持有上限規範，而是針對頻譜拍賣釋出時設定取得上限值。部分國家也採取年度檢視方式，定期審查頻譜持有情況。

¹² BEREC (2018), BEREC Report on practices on spectrum authorization and award procedures and on coverage obligations with a view to considering their suitability to 5G, https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8314-berec-report-on-practices-on-spectrum-au_0.pdf

(三) 網路共用法律規範

本研究使用之網路共用一詞，與歐盟使用之主動式、被動式共用（Active、Passive Sharing）概念相似。根據 BEREC 行動基礎設施共用規範，歐盟認為被動式網路共用具有四大優點：第一、被動式網路共用對不同業者間具有較低負面影響，合作業者仍保有網路營運的自由；第二、降低布建成本和潛在風險，能夠協助加速 5G 網路布建，達到 5G 服務推出更快、服務涵蓋範圍更廣的目標。對於人口稀少的偏遠地區，也能減緩業者投資誘因不足的問題；第三、藉由共用基礎設施的方式，縮減土木工程數量與規模，減少網路建設對周圍環境的影響；第四、能提升頻譜資源和網路資產的使用效率。

至於主動式網路共用則可能產生重大影響，影響程度將依據地理市場範圍、人口因素而不同。例如充分且適合基礎設施競爭（infrastructure-based）之區域，如人口稠密區，鼓勵網路基礎設施競爭將有助於鼓勵投資、創新發展；無法認定是否適合基礎設施競爭之區域，則依個案而定；而不適於基礎設施競爭之區域（人口極少、偏遠地區），網路共用則特別重要。

BEREC 行動基礎設施共用規範援引歐盟電子通訊法進行說明。第 47 條要求各國主管機關應制定相關規範條件，提升無線電頻譜使用最佳化，進而促進效率、效益和網路涵蓋範圍。同時建議各會員國主管機關可採取共用被動或主動式基礎設施、簽署商業型漫遊接取協議、聯合布建網路等合作方式，但採行上述相關措施時，仍應符合競爭法規範，考量各項合作對通訊市場競爭影響。歐盟電子通訊法第 51 條與 52 條則建議會員國主管機關於授予、修正或換發無線電頻譜使用權利時，應確保促進有效競爭且避免混淆國內市場競爭。此外歐盟電子通訊法建議採取影響面較低、負面因素相對較少的被動式共用，認為主動式共用與漫遊應在被動式共用無法滿足的情況下方得使用。

三、電信事業合作相關案例研析

本研究於 109 年研究案彙整歐盟頻率、網路共用案例，110 年持續關注新近發生、或採用 5G 技術之合作案，案例如下表。¹³由於資料來源揭露程度不一，因此在案例彙整表中，初步區分合作類型包含網路漫遊、主動式共享、MORAN (Multi-Operator Radio Access Networks)、MOCN (Multi-Operator Core Network) 與合資企業 (Joint Venture, JV)。

表 2-1：歐盟涉及 5G 技術之頻率、網路共用案例概要

國家	時期	行動網路業者	共用型態	概要
西班牙	2019~	Vodafone、Orange ¹⁴	MORAN	<ul style="list-style-type: none"> 合作擴張至 17 萬 5 千人以下城市 包含 2G、3G、4G 至未來 5G
西班牙	2013~2015 2019~2028	Yoigo (MASMOVIL) / Orange ¹⁵	網路漫遊	<ul style="list-style-type: none"> 2013 年與 Telefónica 簽訂全國 4G 漫遊協議，2015 被主管機關裁定違反競爭而無效 2019 年改與 Orange 簽訂 4G、5G¹⁶ 漫遊協議，至 2028 年
丹麥	2012~	Telenor、Telia	MOCN、JV	<ul style="list-style-type: none"> 全國性協議，包含 2G、3G、LTE、延伸至 5G 網路¹⁷
芬蘭	2015~	DNA Ltd、Telia FI Ltd	MOCN、JV	<ul style="list-style-type: none"> 涵蓋全國 62.5% 土地與 28.5% 人口 包含 2G、3G、4G 網路，並延伸至 5G 網路¹⁸

¹³ BEREC (2018), Report on infrastructure sharing ; BEREC (2017), Active Sharing Best Practice ; GOV.UK(2019)

¹⁴ Orange(2019), Orange and Vodafone strengthen their mobile and fixed network sharing agreements in Spain, <https://www.orange.com/en/newsroom/press-releases/orange-and-vodafone-strengthen-their-mobile-and-fixed-network-sharing>

¹⁵ CERRE(2020), Implementing co-investment and network sharing, https://cerre.eu/wp-content/uploads/2020/05/cerre_implementing_co-investment_and_network_sharing-26.05.2020_1.pdf

¹⁶ MASMOVIL(2019), MASMOVIL Group reaches a global network agreement with Orange that includes access to the new 5G services and a significant increase in its fiber optic footprint, https://www.grupomasmovil.com/wp-content/uploads/2019/10/011019_MASMOVIL-Group-reaches-a-global-network-agreement-with-Orange-that-includes-access-to-the-new-5G-services-and-a-significant-increase-in-its-fiber-optic-footprint.pdf

¹⁷ Telia(2020), Telia and Telenor are upgrading their shared mobile network in Denmark and will now launch the 5G network, <https://www.teliacompany.com/en/news/news-articles/2020/5g-switch-in-denmark/>

¹⁸ NOKIA(2020), Nokia wins 5G deal with Finnish Shared Network (SYV), <https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2020/10/26/nokia-wins-5g-deal-with-finnish-shared-network-syv/>

國家	時期	行動網路業者	共用型態	概要
瑞典	2009~	Tele2、Telenor	主動式共用 JV	<ul style="list-style-type: none"> 延伸業者過往合作模式至 5G，涵蓋全國範圍，以主要城市、渡假勝地為優先布建地點¹⁹
英國	2019~	O2、Vodafone ²⁰	主動式共用 JV	<ul style="list-style-type: none"> 5G 網路協議涵蓋全國 23 座大城市，約 2700 站點 提升原有 Cornerstone 合資公司網路管理角色
拉脫維亞/ 立陶宛	2019	Bite、Tele2 ²¹	MOCN、JV	<ul style="list-style-type: none"> 含 2G、3G、4G 以及未來 5G 網路 預計 2023 年 12 月 31 日完成網路建設
比利時	2020	Proximus、Orange ²²	MORAN、JV	<ul style="list-style-type: none"> 含 2G、3G、4G 以及未來 5G 網路 對手 Telenet 向比利時主管機關提出訴訟，2020 年 3 月重啟合作。
拉脫維亞	2021	Bite、Tele2 ²³	MOCN、JV	<ul style="list-style-type: none"> 擬共用總頻寬達 44% 之頻譜，以及電塔、電桿與基站等基礎設施 後於 5 月 6 日撤回申請，改為僅共用網路基礎設施(基站、電塔、電桿、主動式設備與其他不涉及頻譜共用之設備)

資料來源：BEREC(2018)、GOV.UK(2020)、Proximus(2020)、Arthur D. Little(2020)、CERRE(2020)、SPRK(2021)、各業者網站。

¹⁹ Tele2(2018), Tele2 and Telenor secure new frequencies and consolidate joint plan for 5G network in Sweden, <https://www.tele2.com/media/press-releases/2018/tele2-and-telenor-secure-new-frequencies-and-consolidate-joint-plan-for-5g-network-in-sweden>

²⁰ O2(2019), O2 and Vodafone finalise 5G network agreement in the UK, <https://news.o2.co.uk/press-release/o2-and-vodafone-finalise-5g-network-agreement-in-the-uk/>

²¹ Tele2(2019), Tele2 and Bite sign agreement to share networks in Latvia and Lithuania, <https://www.tele2.com/media/press-releases/2019/tele2-and-bite-sign-agreement-to-share-networks-in-latvia-and-lithuania/>

²² Proximus(2020), Proximus and Orange Belgium will keep on developing the mobile access network of the future, as interim measures come to an end, <https://www.proximus.com/news/20200318-Proximus-and-Orange-Belgium-will-keep-on-developing-the-mobile-access-network-of-the-future.html>

²³ SPRK(2021), SPRK atļauj SIA “Tele2” un SIA “Bite Latvija” sadarbību mobilo sakaru frekvenču izmantošanā, <https://www.sprk.gov.lv/events/sprk-atlauj-sia-tele2-un-sia-bite-latvija-sadarbibu-mobilo-sakaru-frekvencu-izmantosana>

(一)個案申請時之市場概況

1. 個案申請時之市場概況

本節介紹拉脫維亞行動通訊業者 Bite 與 Tele2 頻率共用案例，該個案 2019 年先成立合資公司後，2020 年向主管機關公用事業委員會（Sabiedrisko Pakalpojumu Regulēšanas Komisijas, SPRK）提出頻譜共用之申請，並經 SPRK 審查後獲得部分同意，但後續業者撤銷申請案。

在行動市場概況方面，根據拉脫維亞主管機關調查資料²⁴，基於 SIM 卡數量的市占率排名依序為：市占率最大的 Latvijas Mobilais Telefons（LMT）約 44.6%、其次為 Tele2 約 33.5%和第三名的 BITE Latvija 約 21.9%，至於營收資料則未揭露（參見下圖）。

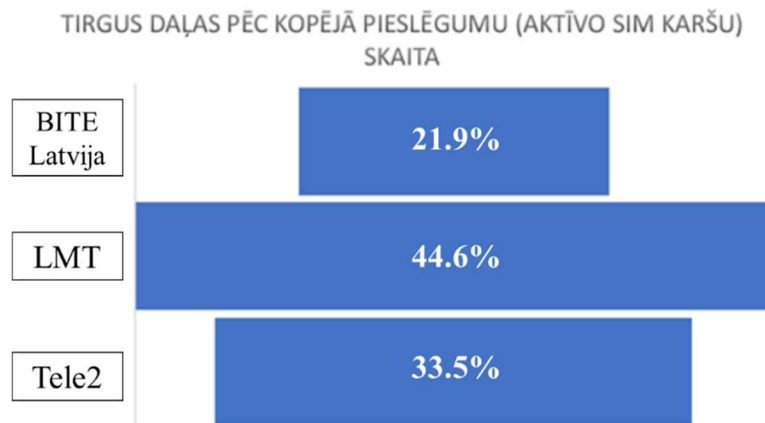


圖 2-4：拉脫維亞三家行動業者市占率

資料來源：SPRK (2021)。

拉脫維亞行動市場於 2021 年合作案前，頻譜持有狀態如下表。

²⁴ SPRK(2021), Ziņojums par radiofrekvenču spektra lietošanas tiesību tālāk nodošanu(無線電頻譜使用權轉讓報告), https://www.sprk.gov.lv/sites/default/files/cmaa_files/LemumsN019D30032021_PIELIKUMS_Visparpieejama_info_zi%C5%86ojums.pdf

表 2-2：拉脫維亞電信事業於合作案前之頻譜持有狀態

項目	Tele2	BITE Latvija/ Unistars	LMT	Telia	Tel	總頻寬	
低頻 段	800MHz	20	20	20	-	-	60
	900MHz	23.2	19.2	26.4	-	-	68.8
	小計	43.2 (34%)	39.2 (30%)	46.4 (36%)	-	-	128.8
中頻 段	1.8GHz	49.2	50	49.6	-	-	148.8
	2.GHz	40	45	45	-	-	130
	2.3GHz	-	30	30	-	-	60
	2.6GHz	40	40	90	-	-	170
	3.6GHz	100	100*	100	-*	50	350
	小計	229.2 (26.67%)	315 (36.68%)	314.6 (36.63%)	0 (0%)	50 (5.82%)	858.8
中低頻段總計	272.4 (27.58%)	354.2 (35.86%)	361 (36.55%)	0 (0%)	50 (5.06%)	987.6	

註：* 表列之頻譜持有狀態未包含 BITE Latvija/ Unistars、Telia 兩家在 3.6GHz 頻段，另有獲得 50MHz 區域使用頻寬。

資料來源：SPRK(2021)。

2. 個案合作型態

Bite 及 Tele2 雙方合作型態為先成立合資公司 Centuria，後續再申請頻率共用的 MOCN 型態。最終在雙方撤銷頻率合作後，仍保留原本不涉及頻率的合作型態，具體模式業者並未詳細說明。

3. 個案合作範圍

Bite 及 Tele2 企業在 2019 年時已簽訂合作協議，先行成立各持有 50%所有權的合資公司，並規劃在拉脫維亞及立陶宛等地區，透過合資公司推動 2G、3G、4G 以及未來 5G 網路的共建共用，預計 2023 年 12 月 31 日完成網路建設；後續在 2020 年 4 月向拉脫維亞主管機關 SPRK 提出頻率共用申請，申請共用頻率範圍是 Tele2、BITE Latvija/ Unistars 所持有的全部頻率，以及電塔、電桿與基站等基礎設施。

(二)主管機關監管政策思維與重點

1. 考量要素

拉脫維亞主管機關 SPRK 主要考量因素為合作案對市場公平競爭之影響，並採用反事實分析方法進行競爭影響研析。主管機關 SPRK 認為在審查核准的條件下，雙方頻率共用並未嚴重傷害拉脫維亞電信市場競爭程度。

主因在於本案並非併購案而為頻率共用，並且合作業者為市占第二、第三的 Bite、Tele2 兩家業者，因此電信服務市場的業者家數並未減少，對於終端消費者、MVNO 業者而言可選擇家數並未減少，並且無法判斷資費上漲與合作案有直接關係。另外合作雙方可基於共用產生之效益，與市占第一的 Latvijas Mobilais Telefons 相互競爭，而具有促進電信服務競爭的效益。此外考量 5G 網路布建所需基地臺及基礎設施日益增加，主管機關 SPRK 認為網路、頻率共用將成為趨勢，以利網路布建，並減少布建基地臺對環境衝擊。

總結而言，主管機關 SPRK 在避免頻率過度集中扭曲市場競爭之考量下，訂定可共用、不可共用之頻段，有條件地同意 Bite、Tele2 兩家業者之頻率共用合作。以下聚焦於主管機關在頻率資源相關決議及考量。

2. 監管重點

Bite、Tele2 兩家業者提出頻率共用申請時規劃共用所有頻段。對此 SPRK 逐一盤點業者持有頻段和產生之頻譜持有落差。最終為防止無線電頻率過度集中，決議不允許共用以下頻段：

- (1) 3400-3800 MHz、
- (2) 903.3MHz-904.1MHz / 948.3MHz - 949.1MHz 和
- (3) 1710-1785 MHz /1805-1880MHz。

表 2- 3：拉脫維亞主管機關衡量業者持有頻譜差距

頻率範圍(MHz)	LMT	Centuria (Bite、Tele2 合資公司)	持有頻率 差距	可否 共用
3400 - 3800	100	250*	150	否
1710 - 1785/1805 - 1880	49.6	99.2	49.6	否
1920 - 1980/2110 - 2170	40	80	40	可
791 - 821/832 - 862	20	40	20	可
880 - 890/925 - 935 890 - 915/935 - 960	26.4	42.4	16	部分 可
1900 - 1920	5	5	0	可
2300 - 2370	30	30	0	可
2500 - 2690	90	80	-10	可

註：* 表列之頻譜持有狀態未包含 BITE Latvija/ Unistars、Telia 兩家在 3.6GHz 頻段，另有獲得 50MHz 區域使用頻寬。

資料來源：SPRK(2021)、本研究整理。

主管機關 SPRK 認為開放 Bite、Tele2 共用所有頻段，會造成頻率過度集中的負面影響。因此衡量合資企業、主要競爭業者 LMT 於各頻段持有頻寬後研擬可共用、不可共用之頻段，最終做出可共用總頻寬達 44%之頻譜資源決議。

表 2- 4：拉脫維亞主管機關最終決議核可頻寬

項目	Tele2	BITE Latvija/ Unistars	雙方總 頻寬	主管機關核可共 用頻寬	
低頻 段	800MHz	20	40	40	
	900MHz	23.2	42.4	40.8	
中頻 段	1.8GHz	49.2	99.2	0	
	2.GHz	40	85	85	
	2.3GHz	-	30	30	
	2.6GHz	40	80	80	
	3.6GHz	100	150* (50 為區域使用)	250	0
總計頻寬		272.4	354.2	626.6	275.8
主管機關核可共用頻寬 / 雙方總頻寬百分比 (275.8 / 626.6)				約 44.05%	

*含 BITE Latvija/ Unistars 在 3.6GHz 頻段獲得的 50MHz 區域使用頻寬。

資料來源：SPRK(2021)、本研究整理。

3. 事後觀測或檢討

此案經過 SPRK 審查，並於 2021 年 3 月公告核准。電信事業原定共用雙方全部持有之頻率，但經主管機關審核後，僅同意共用達雙方總持有頻譜資源之 44% 的頻率資源，其他主管機關不予核准之頻寬仍限定獨自使用，監理重點如上段所述。此外根據主管機關新聞稿，拒絕雙方共用 3400 -3800 MHz 和 1710-1785 / 1805-1880 MHz 頻段，而在拉脫維亞境內 3400 -3800 MHz 和 1710-1785 / 1805-1880 MHz 主要用於城市區域。因此，等同於不允許在人口稠密區域共用頻譜。

後續 2 家電信事業 (Bite 與 Tele2) 在重新檢視合作協議內容後，於 2021 年 5 月 6 日個別向主管機關提出申請，要求撤回主管機關於 3 月 31 日作成之決議。業者認為，僅共用部分頻率，無法在技術效能與商業能力上達成雙方原先協議之目標，故決定撤回頻率共用申請，改為僅共用網路基礎設施（基站、電塔、電桿、主動式設備與其他不涉及頻譜共用之設備），雙方合作不涉及頻率共用，主管機關 SPRK 於 2021 年 5 月 20 日委員會決議同意雙方新提出之撤銷申請。

第二節 英國

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一)行動通訊市場概況

觀察英國行動通訊市場概況，2020 年總營收達到 125.14 億英鎊，較 2019 年減少 5.2%。以用戶數來看，自 2018 年以來維持在約 83 百萬戶，2020 年總用戶數 83.80 百萬用戶，較 2019 年成長微幅減少 0.6%²⁵，截至 2021 年第 2 季總用戶數略為增加至 83.89 百萬戶（參見下表）。

表 2-5：英國行動通訊市場規模

項目		總營收(億英鎊)	總用戶數(百萬戶)
2018 年		137.94	83.98
2019 年		134.28	84.34
2020 年		125.14	83.80
2021 年	第 1 季	3,034	83.30
	第 2 季	3,059	83.89

資料來源：Ofcom(2021)。

英國行動通訊零售市場由 4 家行動網路經營者（Mobile Network Operator, MNO）瓜分近九成的市場，2020 年第 2 季 O2 市占率最高，BT/EE 次之，再來是 Vodafone 與 H3G，剩餘由多家 MVNO 提供服務（見下表）²⁶。BT/EE 於 2019 年 5 月 30 日啟用 5G 網路，為英國第一家提供 5G 服務之電信事業，其後 Vodafone、O2 和 H3G 陸續推出 5G 服務。截至目前 BT/EE 之 5G 涵蓋範圍已擴及英國 162 個城鎮、Vodafone 於 124 個城鎮布建 5G 網路、O2 為 194 個城鎮、H3G 為 300 個城鎮²⁷。有別於 H3G，BT/EE 只有在人口涵蓋比例超過 50% 時方認定具 5G 涵蓋城鎮，故下列表格 5G 涵蓋僅供參考，無法直接比較。

²⁵ Ofcom (2021), Telecommunications Market Data Update, https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0020/218144/q4-2020-telecoms-data-update.pdf

²⁶ CMA (2021), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A., <https://www.gov.uk/cma-cases/liberty-global-plc-telefonica-s-a-merger-inquiry>

²⁷ 5G.co.uk 網頁, <https://5g.co.uk/coverage/ee/>

表 2-6：英國電信事業市占率與 5G 網路涵蓋統計

項目	BT/EE	Vodafone	O2	H3G	MVNO
行動通訊零售市場市占率 ^{註1}	20%-30%	10%-20%	30%-40%	10%-20%	0%-10%
5G 網路涵蓋城鎮數量 ^{註2}	162 座城鎮	124 座城鎮	194 座城鎮	300 座城鎮	-

註：1.統計時間至 2020 年第 2 季；2.統計時間至 2021 年 10 月。
資料來源：Ofcom (2020)、Vodafone 網頁、本研究整理。

英國行動數據使用量持續攀升，2020 年用戶每月平均傳輸數據量達 4.54GB，較 2019 年的 3.57GB 成長 27%²⁸。

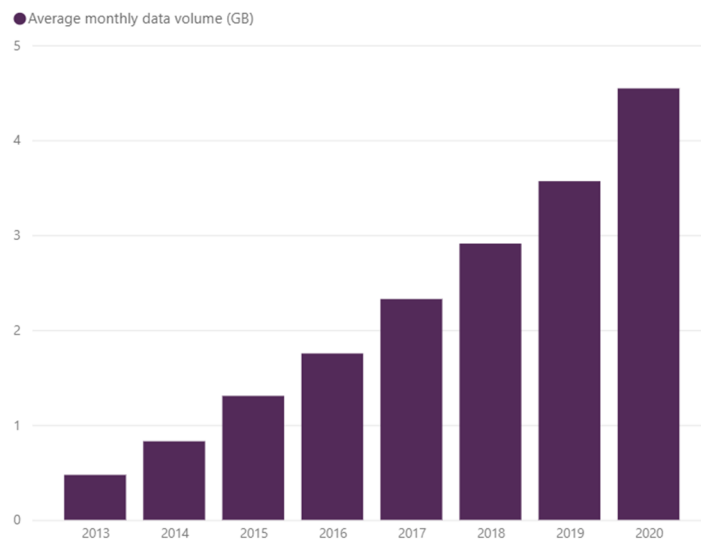


圖 2-5：英國 2013 年至 2020 年行動數據使用量

資料來源：Ofcom (2021)。

(二) 頻譜分配概況

英國頻譜管理法源依據為於 2003 年通過之「通訊法」(Communications Act 2003)與 2006 年通過的「無線電訊法」(Wireless Telegraphy Act 2006)，並由英國電信監管機構通訊管理局(The Office of Communications, Ofcom)負責頻譜管理與執照核配。

英國供行動通信使用之頻譜資源包括低頻段 700MHz、800MHz 與 900MHz，中頻段為 1400MHz、1800MHz、1900MHz、2.1GHz、2.3GHz、

²⁸ Ofcom (2020), Communication Market Report 2021, <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/cmr/cmr-2021/interactive-data>

2.6GHz、3.4GHz 與 3.6-3.8GHz。其中，5G 技術使用頻段為 2.3GHz 與 3.4GHz，已於 2018 年 4 月完成指配作業；700MHz 與 3.6-3.8GHz 於今年（2021 年）4 月完成指配作業²⁹。

目前英國行動通訊市場中，O2 與 Vodafone 擁有最多的 1GHz 以下頻譜資源，BT/EE 與 H3G 擁有最多之中頻段頻譜資源（見下表）。

表 2- 7：英國行動通訊頻譜核配現況

項目 (單位:MHz)		BT/EE	Telefonica (O2)	H3G (包括 UK Broadband)	Vodafone	合計
低頻段	700MHz	2x10 and 20	2x10	2x10	-	80.0
	800MHz	2x5	2x10	2x5	2x10	60.0
	900MHz	-	2x5 and 2x12.4	-	2x5 and 2x12.4	69.6
	小計	50.0 (23.9%)	74.8 (35.7%)	30.0 (14.3%)	54.8 (26.1%)	129.6
中頻段	1400MHz	-	-	20	20	40.0
	1800MHz	2x45	2x5.8	2x15	2x5.8	143.2
	2.1GHz	2x20	2x10	0.3 and 2x14.6	2x14.8	119.1
	2.3GHz	-	40	-	-	40.0
	2.6GHz	115	-	-	60	175.0
	3.4GHz	40	40	60	50	190.0
	3.6-3.8GHz	40	40	80	40	200.0
小計	325.0 (35.8%)	151.6 (16.7%)	219.5 (24.2%)	211.2 (23.3%)	907.3	
總計		375.0 (33.6%)	226.4 (20.3%)	249.5 (22.3%)	266.0 (23.8%)	1,116.9

註：統計時間為 2021 年 4 月。

資料來源：Ofcom (2020), Award of the 700MHz and 3.6-3.8GHz spectrum bands、Ofcom (2021), the final auction results of award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands.

針對 5G 使用之關鍵頻段，3.4-3.6GHz 頻段，由 4 家電信事業取得（見下圖）。其中，3480-3500MHz 原為 UK Broadband 持有，但因 H3G 已在 2017 年併購 UK Broadband，故 H3G 實際可使用 40MHz（3460-3500MHz）之連續頻寬，而 3.6GHz 頻段（3580-3600MHz）也因併購取得 80MHz。

²⁹ Ofcom (2018), Enabling 5G in the UK.

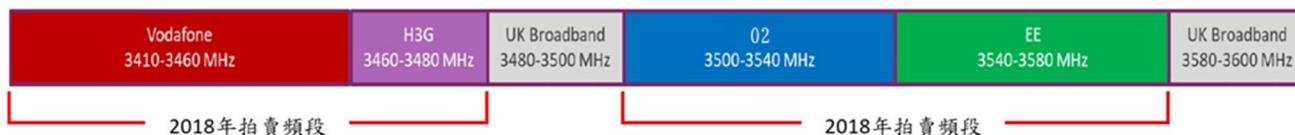


圖 2- 6：英國 2018 年 3.4GHz 頻段分配概況

資料來源：本研究繪製。

2021 年 Ofcom 辦理第二波的 5G 頻譜釋出，由於 3.6GHz 頻段（頻率範圍為 3680-3800MHz）相連之 3.4-3.6GHz 已存在上述既有業者，為處理頻譜破碎化(Defragmentation)問題，Ofcom 於拍賣 3.6GHz 頻段之前即規劃出解決方案，包括：(1)當得標頻寬小於 20MHz 時，限制其於指派階段僅可對 3.6-3.8GHz 頻段之上界（頻率位置自 3680MHz 起算）或下界（頻率位置達 3800MHz）出價；(2)設計業者協商機制。前項協商機制又區分為：

1. 一致同意：所有得標者在位置階段對 3.6-3.8 GHz 頻段之實際頻率位置指配結果達成共識。在此情境下，Ofcom 將根據協議結果核發頻譜執照，並結束拍賣。如果得標者對於 3.6-3.8GHz 頻段之實際頻率指配位置無法達成共識，或者並非所有得標者都同意參與協商階段，則 Ofcom 將以投標方式進行指配階段，並根據出價結果核配 3.6-3.8 GHz 頻率。
2. 部分同意：部分得標者在協商階段達成共識，例如雙方皆保證有意願在相鄰頻率，則 Ofcom 於辦理後續位置階段競價時，將會考量此一協商結果。如果全部或部分的得標者未能於協商期間達成協議，Ofcom 將於考量協議結果後，修正指配階段的出價位置，再根據出價結果核配 3.6-3.8 GHz 頻率。

除此之外，Ofcom 在 2020 年 3 月 13 日公告的決議文件中指出，對於 3.4-3.8GHz 頻段拍賣後之頻譜交易，將盡可能加速交易程序，以解決頻譜破碎化的問題。最終，本次拍賣結果由 Vodafone、Telefonica 與 EE 各自標得 40MHz，爾後即進入頻率位置業者協商階段。多數業

者在此階段無法取得一致性協議，僅 Vodafone 與 Telefonica 取得共識並完成協商，其後 Ofcom 將此協商結果列入考量。在完成位置競標後，Ofcom 於 2021 年 4 月 27 日公布拍賣結果，各得標廠商頻率位置如下圖所示。

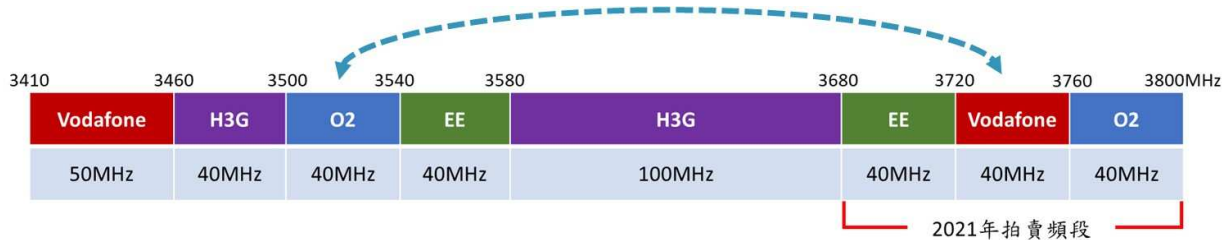


圖 2-7：英國 3.4GHz-3.8GHz 頻譜分配概況

資料來源：本研究繪製。

在 Ofcom 於 2021 年 4 月 27 日公布拍賣結果的同一日，Vodafone 與 O2 取得共識，欲針對 O2 持有之 3500-3540MHz（計 40MHz）與 Vodafone 持有之 3720-3760MHz（計 40MHz）進行交易，以確保 O2 取得 80MHz 連續頻寬、Vodafone 之 90MHz 更加靠近。本項頻譜交易規劃採兩階段進行，第一階段屬過渡時間，在頻譜交易完成前（2025 年 12 月 31 日前），由 Vodafone 與 O2 共同擁有 3500-3540MHz 及 3720-3760MHz，即共同擁有頻譜執照之權利與義務（併存轉讓³⁰），但交易雙方僅各自擁有 50% 之頻率使用權；第二階段規劃於 2026 年 1 月 1 日完成頻譜交易，由 Vodafone 持有 3500-3540MHz，O2 持有 3720-3760MHz，頻譜執照之權利與義務完全轉讓（終局轉讓³¹）。最終 Ofcom 於 2021 年 8 月 10 日核准交易內容。

(三) 2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

與 4G 和 5G 行動通訊技術相比，因 2G 和 3G 網路之頻譜使用效率較低，Ofcom 和電信事業已就其是否關閉 2G 和 3G 網路進行討論。

³⁰ 併存轉讓（Concurrent Transfer）指頻譜執照持有人（轉讓人）將其權利及義務移轉給受讓人的同時，併存地繼續享有其頻譜上的權利及義務。換言之，併存轉讓之後，轉讓人與受讓人共同具有使用頻譜的權利。

³¹ 終局轉讓（Outright Transfer）指頻譜執照持有人（轉讓人）將其權利及義務終局移轉給受讓人，且排除轉讓人在頻譜上再享有任何權利。執照轉讓後，原頻譜執照持有人（轉讓人）就喪失其所有的權利及義務。

目前英國 2G 技術使用之頻段為 900MHz 與 1800MHz，3G 技術使用之頻段為 1900MHz 與 2.1GHz。

2019 年由資通訊產業廠商組成的英國頻譜政策論壇（UK Spectrum Policy Forum, SPF）³²委託研究報告「英國關閉 2G 網路潛在影響評估」（The Potential Impact of Switching Off 2G in the UK）³³中，就英國 2G 網路使用概況、關閉 2G 網路之目的、可能面臨之問題、可能之應變措施，以及關閉 2G 服務之影響等議題進行討論。

英國 2G 網路主要應用在語音和簡訊、物聯網（Machine-to-machine, M2M）服務。其中，語音和簡訊之服務對象以老年人和入境旅客使用為主，同時也做為 4G 網路之迴路回退（Circuit Switch Fallback, CSFB），但隨著 4G 手機與上網普及，語音用戶數量迅速減少。就 M2M 而言使用數量卻持續增加，包括車載資通訊（vehicle telematics）、資產監控（asset tracking）和智慧電表計畫（smart meter programme），同時還包括歐盟推動之自動緊急呼叫系統（eCall）服務。研究報告提供下列關閉 2G 網路可能之解決方案：

(1) 語音及簡訊：以 4G VoLTE（Voice over LTE）作為替代方案。

由於可支援 4G VoLTE 手機逐漸普及，此替代方案屬於可實現之方案。

(2) 偏鄉涵蓋：透過 1GHz 以下頻段提供 4G 網路涵蓋。

(3) M2M：發展以 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M。

(4) eCall：在發展 4G 版本 eCall 規範的過渡期中，仍需確保裝載以 2G/3G 網路為基礎 eCall 車輛生命週期內之使用。

³² 英國頻譜政策論壇（UK Spectrum Policy Forum, SPF）是由資通訊產業廠商組成的，目的是探討未來頻譜政策，供英國政府和 Ofcom 政策推動之參考。該論壇的現任指導委員會之成員包括英國數位文化媒體和體育部（DCMS）、Ofcom、國防部、BT 集團、Plum……等。

³³ Realwireless (2019), The Potential Impact of Switching off 2G in the UK, <https://www.real-wireless.com/the-potential-impact-of-switching-off-2g-in-the-uk/>

下表為各項使用案例之 2G 網路服務提供結構與說明，以及主要替代技術解決方案。

表 2- 8：英國 2G 網路使用案例分析

使用案例		2G 網路服務提供結構	說明	主要替代技術解決方案
語音與簡訊	英國居民	MNO、MVNO、零售者(如 Amazon、Argos)	包括偏鄉使用者，2G 可能是其唯一可接取之網路	4G VoLTE
	入境旅客漫遊	與海外經營者或僅在英國度假使用之裝置/SIM 之漫遊協議	-	4G VoLTE
	CSFB	MNO、MVNO	在 VoLTE 涵蓋區域範圍外，支援 4G 裝置之語音	完整的 4G VoLTE 涵蓋範圍和裝置支援
M2M	靜態終端(如自動販賣機)	MNO、企業服務提供者	傳統 IoT 使用案例，預期使用壽命長	Celluar IoT (NB-IoT 和 LTE-M) 或免執照 LPWAN (如 LoRaWAN 和 Sigfox)
	智慧電網	以 2G/3G 網路為基礎之通訊集線器仍在布建中 (Telefonica、Vodafone)。	需維持這些服務的可操作性，直到可能在 2030 年代初期至中期購買到替代品為止	以 4G 網路為基礎之通訊集線器已在討論中，但尚未確定開發和布建計畫
	低速移動和有限距離終端(如農場動物)	MNO、垂直特定服務提供者、農民自行安裝	與自動販賣機類似，但就涵蓋範圍而言(如在農場區域內)可能僅適用於本地要求	與 M2M 靜態終端相似之選項
	移動式終端裝置(車聯網)	MNO、與 MVNO 交易之車載資通訊服務提供者、車	包括內建 2G/3G 數據機之早期車聯網	NB-IoT ³⁴ or LTE-M ³⁵

³⁴ NB-IoT (Narrow Band Internet of Things, NB-IoT) 是由 3GPP 組織針對物聯網技術所定義的國際標準。基於授權頻段與既有 LTE 網路共存，聚焦於低功耗廣覆蓋 (Low Power Wide Area, LPWA) 在物聯網市場中發展各式不同的業務，因具有廣覆蓋、多連接、低成本、低功耗、高安全性等特點，全球營運商已廣泛應用此物聯網技術。

³⁵ LTE-M 是 LTE 演進的技術，由 3GPP 組織針對物聯網技術所定義的國際標準。直接導入現有的 LTE 網路，並保有 NB-IoT 特性，擁有更低時延、移動性及 VoLTE 語音通話，可支援豐富、創新的物聯網應用及服務。

使用案例	2G 網路服務提供結構	說明	主要替代技術解決方案
	隊管理或汽車售後市場提供商	和車載資通訊車隊追蹤設備	
eCall	安裝於車輛中	2018 年 4 月強制安裝於新型核准車輛	4G 版本的 eCall

資料來源：Realwireless (2019)。

除了上述說明，研究報告研提包括(1)靈活的頻譜使用，將部分頻率升級 (refarming) 為 3G 或 4G 之用；(2)共用偏鄉網路，以單一 2G 網路提供 2G 服務之用；(3)專用網路經營商或中立網路提供商。

整體而言，研究報告指出英國 3G 網路關閉可能較 2G 提前發生，而 2G 網路關閉則不太可能在 2020 年代中期發生，可能落在 2030 年代初期，關鍵因素在於智慧電錶和 eCall 服務之應用，以及可替代 M2M 無線電接取技術的開發與布建。

目前英國 4 家 MNO 中，Vodafone³⁶已規劃於 2022 年關閉 3G 網路，BT³⁷曾於 2018 年宣告將於 2022 年關閉 3G 網路。Ofcom 認知到仍有不少應用仰賴 2G 和 3G 網路服務，且預期關閉 3G 網路時程將早於 2G 網路，將審慎評估關閉 3G 網路可採行之應變措施，以將對消費者的影響降至最低³⁸。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一) 頻率運用法律規範

1. 頻率提供使用與轉讓

英國頻譜交易規範始於 2004 年 11 月，Ofcom 依據「通訊法」第 168 條與第 403 條之規定，公告「無線電頻譜交易規則」(The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2004)。爾後，法源依

³⁶ Vodafone (2021.03.03), 3G shut down, <https://www.vodafone.co.uk/business/3g>

³⁷ Telecoms.com (2018.06.14), BT targets 2022 for 3G power down, <https://telecoms.com/490304/bt-targets-2022-for-3g-power-down/>

³⁸ Ofcom (2020), Connected Nations 2020, <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/infrastructure-research/connected-nations-2020>

據修正為依「無線電訊法」第 30 條及第 122 條辦理，由 Ofcom 針對頻譜交易訂定相關規則。根據 Ofcom 於 2020 年 3 月最新公告之「交易指導說明」（Trading Guidance Notes）³⁹，頻譜交易區分為頻譜使用權轉讓（Transfer）與租賃（Lease）兩種型式。兩者最大的差異，在於轉讓頻譜之執照持有者放棄頻譜使用之權利與義務，且必須通知 Ofcom，Ofcom 亦須發放新的執照給購買者。而租賃頻譜屬交易雙方行為，無須向 Ofcom 通報，出租人仍須負擔執照義務（如繳交執照費），承租人不會獲得主管機關核發之頻譜使用執照，但可從租賃中取得頻譜使用權利⁴⁰。

此外，2020 年之「交易指導說明」納入「區域接取執照」，針對已核配予行動網路業者但未使用之頻譜，提供例如偏鄉地區之專網或無線寬頻服務接取使用。Ofcom 允許「區域接取執照」之持有人將其全部或一部分執照特定期限轉讓予第三者併存使用。

1. 頻譜轉讓

頻譜轉讓型態可區分為「終局轉讓」（Outright Transfer）或「併存轉讓」（Concurrent Transfer）、「全部轉讓」（Total Transfer）或「部分轉讓」（Partial Transfer）。以下圖為例，「終局轉讓」是頻譜執照持有人（轉讓人）將其權利及義務終局移轉給受讓人，且排除轉讓人在頻譜上再享有任何權利。執照轉讓後，原頻譜執照持有人（轉讓人）就喪失其所有的權利及義務。「併存轉讓」的情形，則是頻譜執照持有人（轉讓人）將其權利及義務移轉給受讓人的同時，併存地繼續享有其頻譜上的權利及義務。換言之，併存轉讓之後，轉讓人與受讓人共同具有使用頻譜的權利。「全部轉讓」是頻譜執照持有人（轉讓人）將其權利及義務之全部，移轉給他人（受讓人）。而「部分轉讓」則是轉讓人將其權利及義務的一部分，移轉給受讓人；此時可依頻率、地區、或時間，進行分割其中的一部分。

³⁹ Ofcom (2020), Trading Guidance Notes.

⁴⁰ Ofcom (2020), Trading Guidance Notes.

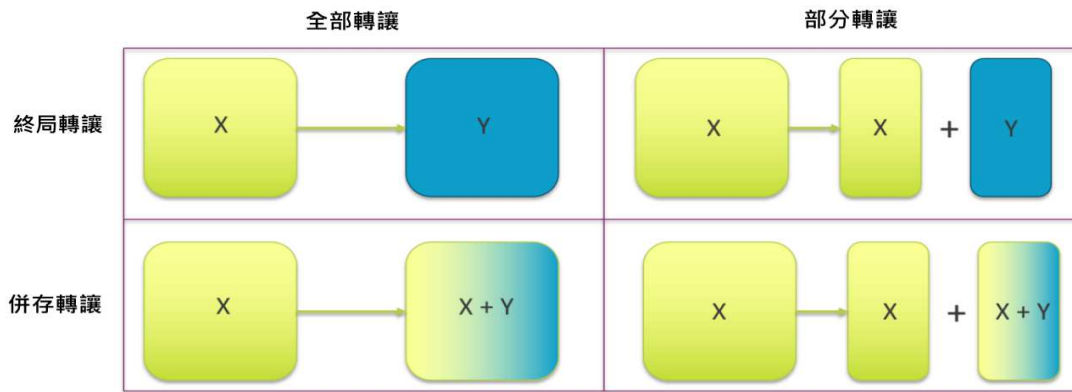


圖 2-8：英國頻譜轉讓類型

資料來源：Ofcom (2020), Trading Guidance Notes。

然而，並非所有頻譜皆可以前述 4 種型態進行交易，不同執照類別之相關規定如下表。

表 2-9：英國允許頻譜轉讓類別

執照類別	執照層級/頻率(區域)	轉讓類型	
		終局轉讓或併存轉讓	全部轉讓或部分轉讓
商業無線電 (Business Radio)	技術指配	終局轉讓或併存轉讓	頻率-頻率分割至最小頻寬單位 6.25kHz 地區性-個別頻率執照持有人部分轉讓特定地區的執照
	區域性指配	終局轉讓或併存轉讓	地區性-個別頻率執照持有人部分轉讓特定地區的執照，並按地區劃分降低到最小交易單位 50 公里之網格
	輕度執照(Light Licence) • 全英國(Simple Uk) ⁴¹ • 單一基站(Simple Site) ⁴²	終局轉讓或併存轉讓	全部轉讓

⁴¹全英國執照為授權業者得於英國任何地方使用手攜式或行動無線電設備，但不得使用基站。

⁴²單一基站執照為授權執照持有業者得以在小地理區域（通常為 1 公里或更小）的基站及行動基站使用無線電系統。

執照類別	執照層級/頻率(區域)	轉讓類型	
		終局轉讓或併 存轉讓	全部轉讓或部分 轉讓
	<ul style="list-style-type: none"> 業者設備供應⁴³ 		
海事服務 (Maritime)	<ul style="list-style-type: none"> 海岸電臺廣播(英國) 海岸電臺廣播(國際) 海岸電臺廣播(英國)區域認定執照 海岸電臺廣播(國際)區域認定執照 	終局轉讓或併 存轉讓	頻率-頻率分割至 最小頻寬單位 6.25kHz 地區性-個別頻率 執照持有人部分 轉讓特定地區的 執照
	<ul style="list-style-type: none"> 海岸電臺廣播(英國)區域認定執照 海岸電臺廣播(國際)區域認定執照 	終局轉讓或併 存轉讓	頻率-頻率分割至 最小頻寬單位 6.25kHz 地區性-個別頻率 執照持有人部分 轉讓特定地區的 執照,並按地區劃 分降低到最小交 易單位 50 公里之 網格
	<ul style="list-style-type: none"> 海岸電臺廣播(碼頭) 海岸電臺廣播(培訓學校) DGPS 海上電臺(業者及展示) 	終局轉讓或併 存轉讓	全部轉讓
衛星 (Satellite)	<ul style="list-style-type: none"> 常設地球電臺 (Permanent Earth Station, PES) 可移動式地球電臺 (Transportable Earth Station, TES) 	終局轉讓或併 存轉讓	地區性-個別頻率 執照持有人部分 轉讓特定地區的 執照
	<ul style="list-style-type: none"> 衛星地球電臺網路 衛星(地球電臺)(非固網 衛星服務) 衛星(地球電臺)(非地球 靜止衛星服務) 	終局轉讓或併 存轉讓	全部轉讓
	<ul style="list-style-type: none"> 行動衛星系統之輔助地 面組件(Complementary Ground Components of a 	併存轉讓	全部轉讓

⁴³ 業者設備供應執照為授權業者得以供應商業無線電及海運等相關設備之服務及維修等。

執照類別	執照層級/頻率(區域)	轉讓類型	
		終局轉讓或併 存轉讓	全部轉讓或部分 轉讓
	Mobile Satellite System) • 全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 中繼器	終局轉讓或併 存轉讓	全部轉讓
頻譜接取與 公眾無線網 路 (Spectrum Access & Public Wireless Networks)	• 3.6GHz(3600-3680MHz & 3925-4009MHz)	終局轉讓或併 存轉讓	3600-3680 MHz 可以以任何方式 靈活分割 3925-4009 MHz 僅能全部轉讓
	• 412-414及422-424MHz • 542-550MHz(卡地夫) • 703-733MHz • 738-788MHz • 791-821MHz • 832-862MHz • 880-960MHz • 1452-1492MHz • 1710-1876.7MHz • 1785-1805MHz • 1899.9-2170MHz • 2350-2390MHz • 2500-2690MHz • 3410-3600MHz • 3680-3800MHz • 10, 28, 32, 40GHz	終局轉讓或併 存轉讓	可以以任何方式 靈活分割
固定服務	• 掃描遙測 (Scanning Telemetry)	終局轉讓或併 存轉讓	半彈性 頻率-頻率分割至 最小頻寬單位 6.25khz 地區性-個別鏈路 之部分轉讓
	• 點對點固網連結	終局轉讓或併 存轉讓	半彈性 頻率-頻率分割 (取決於 Ofcom 的 核准並事前更改 執照)
	• 自我協調連結(Self Co- Ordinated Links)	終局轉讓或併 存轉讓	半彈性 地區性-個別鏈路 之部分轉讓

執照類別	執照層級/頻率(區域)	轉讓類型	
		終局轉讓或併存轉讓	全部轉讓或部分轉讓
科學與技術	• 高佔空比網路中繼點 (High Duty Cycle Network Relay Points)	終局轉讓或併存轉讓	全部轉讓

資料來源：Ofcom (2020), Trading Guidance Notes。

針對頻譜轉讓所帶來的競爭議題，Ofcom 鼓勵採非正式 (informal) 的討論，除了依「無線電（行動頻譜交易）規則」（The Wireless Telegraphy (Mobile Spectrum Trading) Regulations 2011, 行動交易規則）第 7 條第 1 項第 f 款要求執照持有者提供 Ofcom 決定是否同意轉讓之必要資訊外，同時期待申請者提供包括轉讓頻譜之性質、交易者與其他行動通訊業者之目前頻譜持有量、轉讓頻譜可能支持的服務與技術、目前頻譜使用狀況、轉讓頻譜之契約義務。Ofcom 將視個案，決定所需之資訊。

此外，Ofcom 採兩階段的評估方式，初步競爭評估與進階競爭評估。於初步競爭評估階段，Ofcom 會將頻譜轉讓訊息發布於交易通知註冊庫 (Trade Notification Register, TNR⁴⁴)，邀請對此交易感興趣之各方於 10 個工作日內提交評論。Ofcom 對頻譜轉讓之個案是否引起競爭問題進行初步評估。評估項目包括(1)轉讓雙方提供的資訊；(2)必要時要求當事者提供進一步資訊或說明；(3)考量是否會造成競爭扭曲(包括來自第三方的評論)。初步競爭評估之時程規劃，為發布 TNR 後 20 個工作日內完成。

一旦當 Ofcom 決議進行競爭評估，將要求當事者提供分析與證據，說明應核准頻譜轉讓之理由。Ofcom 邀請第三方提供評論意見。評估可能造成競爭扭曲之因素包括：(1)對價格、服務品質和創新之可

⁴⁴交易通知註冊庫 (trade notification register) 提供已交易或正在交易之執照訊息，供對此交易感興趣之各方瞭解交易之數量與範圍，<https://www.ofcom.org.uk/spectrum/information/spectrum-info-faq/tnr>。

能影響；(2)可能導致競爭發生變化；(3)轉讓與否對競爭之展望；(4)轉讓可能對公眾與消費者帶來之益處。

2. 頻譜租賃

英國 Ofcom 列出可供租賃之頻譜類別，為前揭表 2-9 之商業無線電（Business Radio）執照（區域性指配執照和輕度執照），以及和頻譜接取（Spectrum Access）之所有可供交易執照，但不包括行動交易規則（Mobile Trading Regulations⁴⁵）所規範之執照，即提供行動通信使用之頻譜執照不得租賃，但 3600-3680MHz 例外。租賃契約之期限可長達頻譜使用執照之有效期限。雖然頻譜租賃不需要 Ofcom 同意，但 Ofcom 於下列情事發生時，仍須介入管理：

- (1) 特殊情況下，可合理預期執照持有人可負擔更多義務，以確保承用人遵守規定，此時 Ofcom 將要求執照持有人負擔責任。
- (2) 執照持有人以某種方式違反規定，如以契約採用與頻譜執照不相容的技術條件。
- (3) 承用人故意或輕率的違反頻譜執照條件行為，違反「無線電訊法」第 8 條之規定，Ofcom 將提出訴訟。
- (4) 承用人如造成其他頻譜使用者之干擾，則 Ofcom 將要求承用人立即改善或停止使用頻譜。
- (5) 執照持有人未適當保存有關租賃或轉租紀錄，或無法在 Ofcom 要求之下提供相關資訊時，Ofcom 將要求執照持有人負責。

⁴⁵ The Wireless Telegraphy (Mobile Spectgrum Trading) (Amendment) Regulations 2019 所規範之頻率範圍為 703-733MHz、738-788MHz、791-821MHz、832-862MHz、880-915MHz、925-960MHz、1452-1492MHz、1710-1781.7MHz、1805-1876.7MHz、1899.9-1980MHz、2110-2170MHz、2350-2390MHz、2500-2690MHz、3410-3800MHz。

3. 頻率共用

由於頻譜需求的日益增加，為確保頻譜使用的最佳化，Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日公告「共享接取執照：指導文件」(Shared Access Licence Guidance document)⁴⁶，開放「共享接取執照」(Shared Access Licence) 與「區域接取執照」(Local Access Licence)，以提供作為專網、增加偏鄉行動網路涵蓋或創新應用等用途。其中「共享接取執照」開放頻段包括 1800MHz 頻段 (1781.7-1785MHz 和 1876.7-1880MHz 成對式)、2.3GHz 頻段 (2390-2400MHz)、3.8GHz-4.2GHz 頻段、24.25-26.5GHz 頻段 (僅適用室內低功率執照)。適用共享接取之執照又區分為單一地區之低功率執照與單一基地臺之中功率執照。另一方面，「區域接取執照」針對已核配予行動網路業者但未使用之頻譜，提供例如偏鄉地區之專網或無線寬頻網路接取使用。「區域接取執照」限短期使用，原則上三年為限，但申請者與獲配之行動網路業者達成協議，可取得較長的使用期限。此外，Ofcom 允許「區域接取執照」連接公眾網路。Ofcom 採個案審查方式，並收取一次性的執照費用 950 英鎊。

上述「共享接取執照」與「區域接取執照」皆為供特定用途或區域性之頻率共享，與本研究所欲研析行動經營者間之頻率共用型態不同，目前 Ofcom 並未開放不同 MNO 之間共用頻率。

(二) 頻率取得上限

為避免單一電信事業持有過多的頻譜資源，Ofcom 於每一次拍賣時均會訂定得標者可取得頻寬上限。2017 年英國拍賣 2.3GHz 與 3.4GHz 頻段之前，2015 年 BT 透過收購 EE，取得 EE 持有之 210MHz 的頻譜資源，再加上 BT 原先已持有之 45MHz，使收購後 BT 持有頻寬總計 255MHz，佔總釋出頻寬的 44.9%。為處理 BT/EE 持有過多頻

⁴⁶ Ofcom (2019), Shared Access Licence Guidance document, https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf

寬問題，Ofcom 分析既有電信事業頻譜持有分配概況，於 2017 年之 2.3GHz 與 3.4GHz 頻段拍賣中設定兩種頻譜持有上限⁴⁷：

1. 單一業者「立即可用」頻譜持有上限不得超過 255MHz。前述立即可用頻譜係指 800MHz、900MHz、1400MHz、1800MHz、2.1GHz 與 2.6GHz 頻段，以及本次釋出之 2.3GHz 頻段。
2. 單一業者合計頻頻持有總量不可超過 340MHz 之上限。預期至 2020 年頻譜持有上限為所有頻譜資源的 37%（包括未釋出之 700MHz）。

在此上限條件，BT/EE 將無法取得 2.3GHz 頻段之頻譜資源，但可爭取 3.4GHz 頻段之 85 MHz 頻寬（最終得標數量為 40 MHz）。另一個受到頻譜持有總量上限影響之 MNO 為 Vodafone，其可爭取 2.3GHz 和 3.4GHz 頻段各 160 MHz 頻寬（最終僅取得 3.4GHz 頻段之 50 MHz）。其餘兩家行動通訊業者 O2 與 H3G 不受影響。

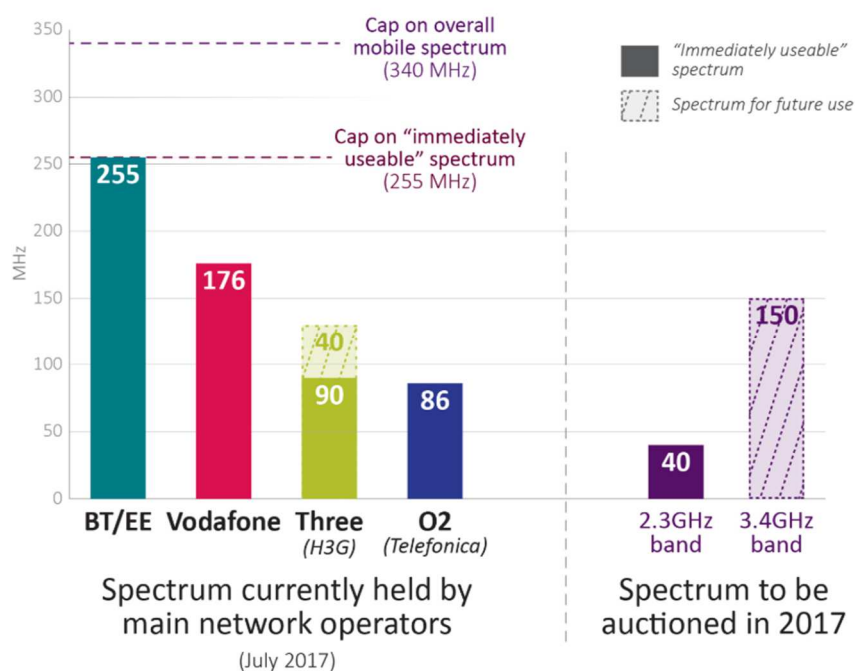


圖 2-9：英國 2017 年行動通訊用頻譜持有狀態

資料來源：Ofcom (2017)，Ofcom sets rules for mobile spectrum auction。

⁴⁷ Ofcom (2017), <https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/media/media-releases/2017/ofcom-sets-rules-for-mobile-spectrum-auction>

英國在 2021 年 4 月完成拍賣之 700 MHz 和 3.6-3.8 GHz 頻段，Ofcom 規劃單一電信事業頻譜持有總量上限不得超過 416MHz，換算頻譜持有總量占比不得超過 37%，維持 2017 年相同決定。

(三) 網路共用法律規範

2016 年英國訂定「接取基礎設施管理規則」(The Communications (Access to Infrastructure) Regulations 2016)，通訊事業依法得以公平而合理的條件，使用其他業者的網路基礎建設。英國數位文化媒體暨體育部 (Department for Digital, Culture, Media & Sport, DCMS) 於 2018 年公告之「未來電信基礎設施評論」(Future Telecoms Infrastructure Review)⁴⁸中，鼓勵透過共用被動式基礎設施網路 (如機櫃、桅桿等基礎設施)，以降低網路布建成本。

為改善被動式基礎設施之接取成本與壁壘，2020 年 DCMS 發布「檢視接取基礎設施管理規則：徵求證據」(Review of the Access to Infrastructure Regulations-call for evidence) 之政策文件⁴⁹，研析可促進網路投資，並鼓勵共網等措施，以增加網路涵蓋之目的。透過徵詢公眾建議，蒐集法規、程序與其他改進措施之建議。2021 年 4 月 20 日 DCMS 更一步發布「電子通信基礎設施許可開發權之變更：技術諮詢」(Changes to permitted development rights for electronic communications infrastructure: technical consultation) 文件⁵⁰，就電子通信基礎設施的安裝、變更和更換之核准研擬變更，以促進基礎設施共用，支持 5G 網路布建，徵求外界意見。前項研擬變更項目包括：(1)開放於特定土地 (如國家公園等) 布建小型無線電設備機櫃；(2)允許在不需要取得事前核准的情況下，於增加既有電桿寬度與高度，以實現 5G 與共用電

⁴⁸ DCMS (2018), Future Telecoms Infrastructure Review, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/732496/Future_Telecoms_Infrastructure_Review.pdf

⁴⁹ DCMS (2020), Review of the Access to Infrastructure Regulations-call for evidence, <https://www.gov.uk/government/publications/review-of-the-access-to-infrastructure-regulations-call-for-evidence/review-of-the-access-to-infrastructure-regulations-call-for-evidence#fn:9>

⁵⁰ DCMS (2021), Changes to permitted development rights for electronic communications infrastructure: technical consultation, <https://www.gov.uk/government/consultations/changes-to-permitted-development-rights-for-electronic-communications-infrastructure-technical-consultation/changes-to-permitted-development-rights-for-electronic-communications-infrastructure-technical-consultation>

桿之需求；(3)允許在事前核准下，在靠近高速公路的土地建置新的電桿；(4)允許在事前核准下，建置更高的新電桿，以增加網路涵蓋與電桿共用。本項公開諮詢已於 6 月 14 日截止，惟截至本研究報告撰寫之前，未有最新進度。

三、電信事業合作相關案例研析

(一)網路共用合作案例

早在 3G 時代，電信事業為節省網路布建成本即針對基礎網路進行合作。2007 年 BT/EE 與 3UK(正式名稱為 Hutchison 3G UK Limited, H3G)合資成立企業 Mobile Broadband Network Limited(簡稱 MBNL)，以整合 Orange 之 3G RAN，並由 H3G 與 BT/EE 共用被動式基礎設施、主動式 3G 基地臺節點(NodeBs)、後傳網路(Backhaul)與無線電網路控制器(Radio Network Controller, RNC)。然而，H3G 與 BT/EE 仍各自保有後傳網路與核心網路基礎設施，並使用各自的頻譜資源。另一方面，H3G 與 BT/EE 共用 4G 基站線桿與後傳網路，但不共用主動式設施，兩家業者仍保有各自的核心網路。

2012 年 CTIL 為 O2 與 Vodafone 出資成立之合資企業 Cornerstone Telecommunications Infrastructure Limited(簡稱 CTIL)。由 O2 與 Vodafone 分區經營 50%的土地面積與人口，Vodafone 負責英國西半部地區負責設計、布建、操作和維護共用之主動式基礎設施，O2 則負責英國東半部地區。同年，為解決 800MHz 頻段受到電視干擾問題，以推出 4G 服務，BT/EE、3UK、O2 與 Vodafone 等 4 家電信事業共同成立合資企業 Digital Mobile Spectrum Limited(簡稱 DMSL)，以解決 800MHz 頻段之 4G 網路受到電視服務干擾的問題。

2018 年 4 月 Ofcom 完成 5G 頻譜拍賣，爾後 2019 年 O2 與 Vodafone 決定透過合資企業 CTIL 將合作範圍擴大至 5G 主動式基礎設施，於用共的站點布建各自 5G 設備(包括無線電設備、光纖後傳網路與供電設備，約佔既有共用站點的 16%)⁵¹。此外，BT/EE、O2、

⁵¹ The Register (2019.07.24), A bunch of also-RAN: Vodafone and O2 cosy up to share '5G-actvie'

H3G 與 Vodafone 等 4 家 MNO 與英國政府於 2019 年 10 月達成一項「共用偏鄉地區網路」協議，透過共用既有及新的站點、基礎設施（如桅桿），以改善網路普及性，預計於 2025 年提高 4G 網路涵蓋率達 95%，將再為 28 萬個家庭和企業，以及 1.6 萬公里的道路提供更多網路涵蓋。為達成此項協議，將由 4 家 MNO 共同成立之合資企業 Digital Mobile Spectrum Limited⁵²（簡稱 DMSL）執行此項任務。

今年（2021 年）1 月 11 日 O2 與 Vodafone 達成新的協議，將各自與 CTIL 簽訂長期服務協議（初期 8 年+3 個 8 年更新協議），同意由 CTIL 做為新基站之首選供應商。此外，Vodafone 將其在 CTIL 的股權轉讓予 Vantage Towers。另一方面，為實現與英國政府達成之「共用偏鄉地區網路」協議，2021 年 1 月 27 日 O2、H3G 與 Vodafone 等 3 家 MNO 於更進一步提出新的合作協議，加速偏鄉地區 4G 網路涵蓋，規劃興建並共享 222 座電桿。藉由此項合作計畫，預計可使 4G 網路涵蓋比例由 67%擴大至 84%，並且消除部分無訊號（Partial Not Spots）地區，使該區域可接取至少一個行動網路。

(二) 事業結合案例

2020 年 5 月 7 日 O2 母公司 Telefonica 和固網業者 Virgin 母公司 Liberty Global 達成併購協議，將共同出資成立合資企業 VMED O2 UK Ltd（簡稱 VMED O2），出資比例各為 50%。前項交易，係由 Telefonica 為其擁有 100%股權子公司 O2 代為出資、Liberty Global 為其擁有 100%股權子公司 Virgin Media 代為出資。

1、個案申請時之市場概況

(1) 個案申請時之市場概況

Virgin 是一家提供固定電信零售服務（主要為固定語音和固定寬頻）、付費電視和企業固定電信批發服務之供應商，同時以 Virgin

gear, https://www.theregister.com/2019/07/24/vodafone_and_o2_cosy_up_to_share_5g_gear/

⁵² DMSL 於 2012 年成立，成立之目的為解決 800MHz 頻段受到電視干擾問題，以達快速推出 4G 服務之目的。

Mobile 之 MVNO 身份提供行動通訊零售服務。另一方面，O2 除了具有 MNO 身份外，同時擁有 MVNO 身份之 griffgaff、同樣是 MVNO 之 Tesco 50%的股權、CTIL 50%的股權，以及 DMSL 25%的股權。

在固定網路市場中，BT 擁有最大、涵蓋最多的固定網路，並透過其 100%持股的子公司 Openreach 提供大部分的電路出租服務。Vrigin 則為第二大的固網業者，由 Vrigin Media 提供 MNO 後傳網路 (backhaul) 之電路出租服務。在行動通訊市場裡，除了由 4 家 MNO 瓜分 90%的市場外，其餘則由 150 家 MVNO 提供服務。下圖為本次結合案利害關係人之關係圖與市場概況⁵³。

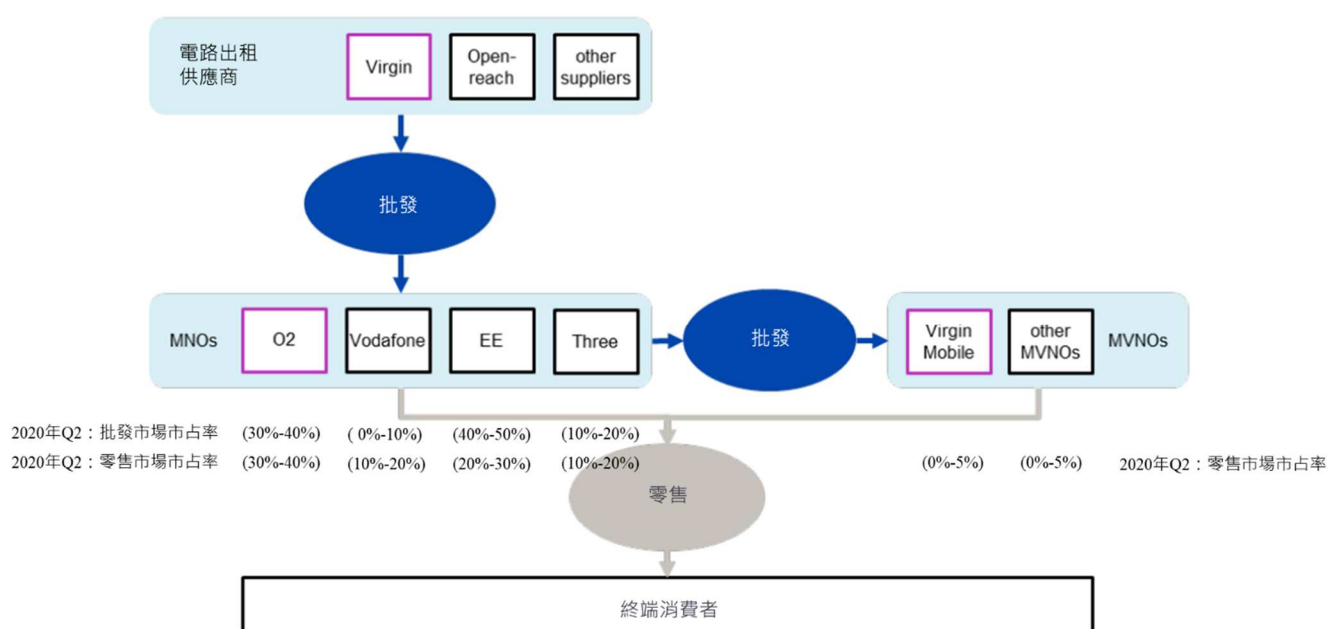


圖 2- 10：英國 O2/Virgin 結合案相關利害關係人圖與市場概況
資料來源：CMA (2021)。

(2) 個案合作型態

O2 與 Virgin Media 合作案屬結合案例，並規劃成立新的合資企業 VMED O2。

⁵³ CMA (2021), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A., https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60a55ec58fa8f520c5e44021/Virgin_O2_-_Final_Report_20.5.21.pdf

(3) 個案合作範圍

本案結合 Telefonica 與 Liberty Global 在英國的業務，並將由 VMED O2 同時提供固網與行網服務。此外，Telefonica 將 griffgaff、Tesco、CTIL 和 DMSL 業務移轉至 VMED O2。目前，在行動通訊市場上仍以 O2 與 Virgin Media 雙品牌提供服務。

2、主管機關監理政策思維與管制重點

(1) 考量要素與監理重點

英國競爭及市場管理局（Competition and Markets Authority, CMA）自 2020 年 11 月 19 日受理 O2 與 Virgin Media 結合申請後隨即展開第一階段調查。在調查期間 CMA 收到結合雙方提出之快速審查要求，以採取快速審查程序。在第一階段的審查中，CMA 認定結合案對於 (1) 供給 MVNO 透過公眾行動網路批發接取和語音發話服務；(2) 出租裸光纖（電路出租）予 MNO 作為後傳網路（backhaul）之用，可能引起實質減損競爭（Substantial Lessening of Competition, SLC）。⁵⁴

2020 年 12 月 11 日 CMA 針對 O2 與 Virgin Media 結合案進入第二階段深度調查。根據 2021 年 5 月 20 日之調查報告⁵⁵，考量 O2 與 Virgin Media 之業務服務範圍，CMA 認為本案之相關市場包括電路出租批發和行動批發市場。以下概述不同市場之競爭效果評估。

(2) 電路出租批發市場之競爭效果評估

由於 Virgin 是英國第二大電路出租供應商，而 O2 是市占率第一的 MNO，因此 CMA 以競爭傷害理論（theory of harm）評估結合雙方是否會透過提高價格、降低後傳網路品質等投入封鎖（input foreclosure）策略，傷害與其競爭之 MNO。對此，CMA 分析使用不

⁵⁴ CMA (2020.12.11), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A., https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5fe0cc92d3bf7f3a3590db40/Full_text_decision_-_Virgin_O2.pdf

⁵⁵ CMA (2021.05.21), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A., https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60a55ec58fa8f520c5e44021/Virgin_O2_-_Final_Report_20.5.21.pdf

同類型電路出租之間的技術和成本差異，尤其是 Openreach 所提供的產品服務與 Virgin 之間的替代性。再者，CMA 分析後傳網路成本相對於 MNO 經營成本占比，以及 Virgin 和其他 MNO 之合約與 MNO 網路共享協議是否會受到影響。

CMA 分析結果顯示，因 Openreach 所提供的電路出租服務無所不在，以及後傳網路成本占 MNO 經營成本之比例有限，且由 Virgin 提供服務之成本占比有限。再者，雖然 Virgin 與 Three、Vodafone 和 MBNL 仍有合約，且 O2 與 Vodafone 亦透過合資企業 CTIL 進行網路共享，但在合約期限內應不會受到影響。此外，透過計量分析發現，當結合雙方採取投入封鎖所增加的零售收入，將不足以抵消提供批發服務之損失，故無結合雙方無誘因進行投入封鎖。綜合前述分析，CMA 未對競爭之影響進行評估。

(3) 行動批發市場之競爭效果評估

在行動通訊市場上，O2 作為一家 MNO，為 Sky Mobile、Lycamobile、Manx Telecom 和 Truphone 等 4 家 MVNO 提供容量批發服務；Virgin Mobile 是一家 MVNO，原來由 BT 提供容量批發服務，將轉為 Vodafone 提供。因此 CMA 之分析著重於結合雙方對 MVNO 採取封鎖（例如提高價格或降低服務品質）的能力與動機。CMA 分析結果顯示，由於 MVNO 仍可由其他 MNO 取得容量批發服務，故 O2 需保持其服務競爭力，以維持這項業務。

綜合電路出租批發市場與行動批發市場之競爭效果評估，CMA 認定 O2 與 Virgin Media 結合案皆不會造成 SLC，因而核准結合之申請。

3、事後觀測或檢討

本研究於民國 109 年度之研究報告中已整理過去幾年英國行動通訊產業之結合案例，包括 2015 年英國電信（BT）收購 EE 案，以

及 2016 年和記黃埔集團（Hutchison Whampoa，為 3 UK 母公司）併購 Telefonica O2 UK 案，並分析競爭主管機關與通訊主管機關審理案件時之政策思維與監理重點（參見下表）。由過去案例可以發現，歐盟普通法院雖然否決了歐盟執委會對 H3G 與 O2 結合案之判決，但從 O2 與 Virgin Media 結合案例可以發現，英國電信市場逐步走向行動與固網整合的趨勢，以爭取更大的競爭優勢。

表 2-10：英國近年 MNO 結合案例

項目	BT vs EE	H3G vs O2	O2 vs Virgin Media
時間	2015 年	2016 年	2021 年
類型	行動/固網	行動/行動	行動/固網
審查機關	英國 CMA	歐盟執委會	英國 CMA
存續公司	BT (保留 EE 品牌)	H3G	VMED O2 UK Ltd (成立 JV)
界定市場	行動零售、行動批發、行動後傳網路、寬頻批發與寬頻零售市場	行動零售、行動批發與發話批發市場	行動後傳網路、行動批發市場
審查重點	<ul style="list-style-type: none"> 行動零售市場競爭變化(頻譜拍賣價格、網路共享協議) MVNO 接取行動批發服務協商能力 電路出租予 MNO 作為後傳網路之影響(價格、服務品質) 寬頻批發、零售市場之影響 	<ul style="list-style-type: none"> 消費者權益(價格、產品選擇、服務品質) 網路基礎設施 MNO 家數減少影響 MVNO 協商能力 	<ul style="list-style-type: none"> 電路出租予 MNO 作為後傳網路之影響(替代產品的選擇、價格) MVNO 接取行動批發服務協商能力
審查結果	准	駁	准
後續發展	<ul style="list-style-type: none"> 行動市場市占率退居第二 合併後頻譜持有總量超過 37% 之上限，Ofcom 限制其後續可取得之頻譜數量 	<ul style="list-style-type: none"> 歐盟普通法院否決歐盟執委會之決定 	-

資料來源：本研究計畫整理。

(三) 頻譜交易

Ofcom 於 2021 年進行 3680-3800MHz 之頻率拍賣，由 Vodafone、O2 與 EE 各自標得 40MHz，但因 Vodafone 與 O2 取得共識，欲針對 O2 持有之 3500-3540MHz（計 40MHz）與 Vodafone 持有之 3720-3760MHz（計 40MHz）進行交易，以確保 O2 取得 80MHz 連續頻寬、Vodafone 之 90MHz 更加靠近。頻譜交易規劃兩階段進行⁵⁶，說明如下：

1. 第一階段：併存轉讓

第一階段屬過渡時間，在頻譜交易完成前（2025 年 12 月 31 日前），由 Vodafone 與 O2 共同擁有 3500-3540MHz 及 3720-3760MHz，即共同擁有頻譜執照之權利與義務，但交易雙方僅各自擁有 50% 之頻率使用權。

2. 第二階段：終局轉讓

規劃於 2026 年 1 月 1 日完成頻譜交易，由 Vodafone 持有 3500-3540MHz，O2 持有 3720-3760MHz，頻譜執照之權利與義務完全轉讓。

Ofcom 於 7 月 8 日收到頻譜交易申請，故依據「無線電頻譜交易規則」(The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2011) 進行審查。如同本章節二之(一)頻率運用法規之說明，Ofcom 收到頻譜交易申請後將其發布於交易通知註冊庫 (Trade Notification Register) 以徵詢外界意見。至公開諮詢截止日之前，Ofcom 未收到任何意見書。Ofcom 初步認定本案頻譜交易不會引起競爭問題，故於 2021 年 8 月 10 日核准交易內容。

⁵⁶ Ofcom (2021.07.08), Spectrum trade: Notice of 3 GHz trading applications, https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/mobile-wireless-broadband?utm_medium=email&utm_campaign=Spectrum%20trade%20in%20the%2026%20GHz%20band%20approved&utm_content=Spectrum%20trade%20in%20the%2026%20GHz%20band%20approved+CID_02a6066f24d9cf5cace50267ea17debd&utm_source=updates&utm_term=approved%20a%20trade%20of%2025%20MHz%20of%20spectrum%20in%20the%2026%20GHz%20band

第三節 芬蘭

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一)行動通訊市場概況

芬蘭行動通訊市場有五家行動網路業者，有三家大業者分別為 Telia Finland、Elisa 以及 DNA，以及另外兩家區域小型業者 Aland Ab Telekommunika（簡稱 AMT）與 Digiset Oy。以市占率而言，2021 年 6 月時，Elisa 為市占率最高的業者，將近 39%。其次為 Telia Finland 市占率達 31%，第三大業者為 DNA 市占率 29%（如下圖）。

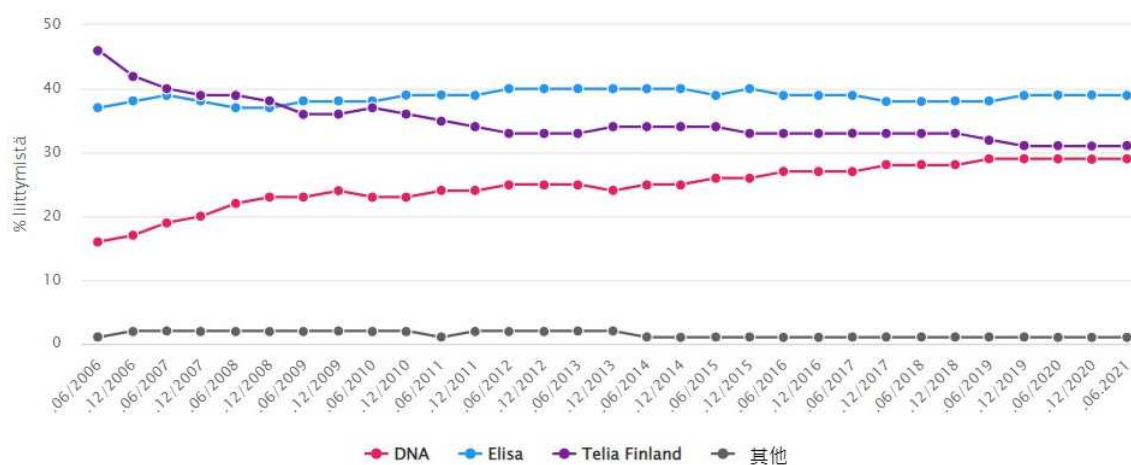


圖 2- 11：芬蘭行動通訊市場市占率分布演進趨勢

註：統計時間至 2021 年 6 月。

資料來源：Traficom (2021), Mobile subscript。

芬蘭行動寬頻用戶自 2007 年迅速普及且用戶數量在十年之間大幅增加，目前用戶成長趨勢穩定。芬蘭交通通訊局（Finnish Transport and Communications Agency, Traficom）截至 2021 年 6 月國內行動網路中申辦數據無限使用量方案有 740 萬的行動上網用戶；反之，申辦數據限制使用量用戶數下降。

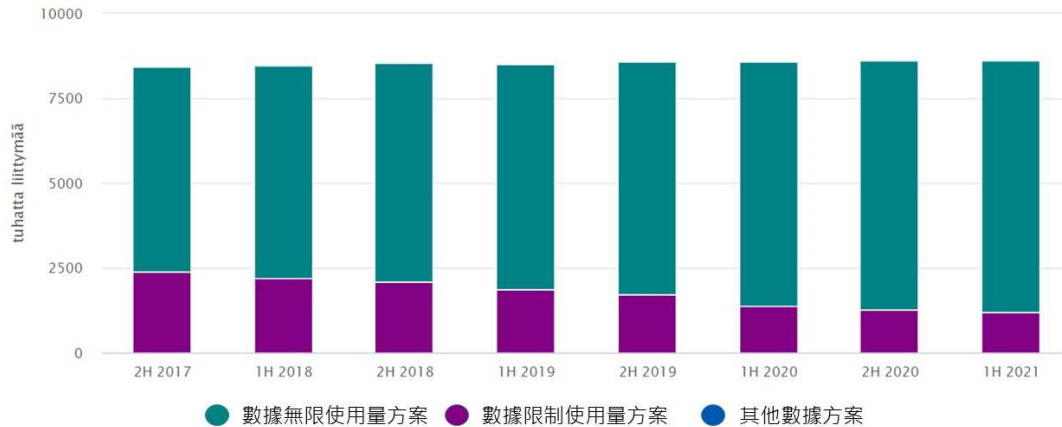


圖 2- 12：芬蘭行動數據傳輸用戶

註：統計時間至 2021 年底。

資料來源：Traficom (2021)

在 2019 年下半年，芬蘭人每月平均傳輸近 38GB 的數據。僅申辦網路數據方案的用戶（行動寬頻用戶）每月平均傳輸 56GB 數據。申辦語音和網路數據整合方案的用戶每月平均傳輸 14GB 數據。

(二) 頻譜分配概況

芬蘭可供行動網路使用之頻譜，1GHz 以下有 700MHz、800MHz、900MHz 等頻段；1GHz 以上有 1800MHz、2.1GHz、2.6GHz 及 3.5GHz 等頻段。其中，三大業者頻譜持有數量相當，皆超過 30% 以上，Digiset Oy 為區域性業者，僅持有 450MHz 頻段中的 9MHz（如下表）。

表 2- 11：芬蘭行動通訊頻譜核配現況

項目	TeliaSonera	Elisa	DNA	Digiset Oy	總頻寬	
低頻段	450MHz	0	0	9	9	
	700MHz	20	20	0	60	
	800MHz	20	20	0	60	
	900MHz	22.8	22.8	23.2	0	68.8
	小計	62.8 (31.7%)	62.8 (31.7%)	63.2 (31.9%)	9 (4.5%)	197.8
中頻段	1800MHz	49.6	49.6	49.6	0	148.8
	2.1GHz	39.6	39.6	39.6	0	118.8
	2.6GHz	50	50	40	0	140
	2.6GHz TDD	0	50	0	0	50
	3.5 GHz	130	130	130	0	390

項目	TeliaSonera	Elisa	DNA	Digiset Oy	總頻寬
小計	269.2 (31.7%)	319.2 (37.6%)	259.2 (30.6%)	0 (0%)	847.6
中低頻段總計	332.4 (31.8%)	382 (36.5%)	322.4 (30.8%)	9 (0.9%)	1,045.4

註：單位：MHz；統計時間至 2021 年 9 月

資料來源：Traficom (2021)及本研究團隊整理

(三)2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

隨著 4G、5G 投資及行動網路數據使用量的增加，電信事業紛紛規劃將 3G 網路使用 900MHz、1800MHz 及 2100MHz 頻段升級為 4G 與 5G 使用。第一大業者 Elisa 於 2020 年 3 月宣布將於 2023 年關閉 3G 網路，理由為 3G 網路使用數量有限，且關閉 3G 網路不需要更改設備，在 2023 年後使用 3G 手機的客戶將自動轉移至 2G 網路，讓 3G 網路之使用頻段可在清頻後提供給 4G 網路使用⁵⁷。另一方面，TeliaSonera 規劃於 2023 年關閉 3G 網路，3G 語音用戶將轉移至 2G 網路，數據連線則切換至 4G，該公司將在過渡期間協助用戶升級網路⁵⁸。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一)頻率運用法律規範

1. 頻率提供使用與轉讓

芬蘭對於頻譜出租依據「電子通訊服務法」第 20 條，執照持有者根據第 8 條第 2 款之拍賣程序取得執照，可以將執照的頻譜使用權出租給另一家業者，但不妨礙執照持有人應對第 39 條規定的執照內容以及第 44 條規定頻率保留之承擔義務負責。

⁵⁷ telecompaper (2020), Elisa plans to shut down Finnish 3G network in 2023, <https://www.telecompaper.com/news/elisa-plans-to-shut-down-finnish-3g-network-in-2023--1330024>

⁵⁸ telecompaper (2021), DNA and Telia Finland extend shared network, Telia plans 3G shutdown in 2023, <https://www.telecompaper.com/news/dna-and-telia-finland-extend-shared-network-telia-plans-3g-shutdown-in-2023--1370663>

芬蘭頻率出租必須得到主管機關交通通訊部（Traficom）核准。若無危害國家安全，則電信主管機關可應經營者的要求核准出租執照，且電信主管機關應於收到申請後的兩個月內決定之。

芬蘭對於頻率轉讓與交易依據「電子通訊服務法」第 18 條，執照只能轉讓給「會計法」（Accounting Act）定義的公司，並且轉讓執照必須立即通知電信主管機關。若「會計法」所規範之控制，或對執照持有人相對應之有效控制變更時，則應立即通知電信主管機關。主管機關在收到通知後的兩個月內，應決定是否撤銷執照。

執照持有人可以向主管機關申請變更控制權以及評估對執照之影響，主管機關應於收到申請後的兩個月內做出決定。執照持有人得依據「會計法」第 11 條規定，將依照拍賣程序核配的執照，向主管機關申請轉讓，但經主管機關認定該轉讓或交易會妨礙競爭、危害無線電通訊或國家安全者，不得轉讓；政府應在收到申請的兩個月內作出決定。轉讓許可後，執照持有人的所有權利義務均轉移至受讓的新執照持有人。

2. 頻率共用

經搜尋芬蘭主管機關交通通訊部（Traficom）網站及相關資料，目前芬蘭未見有頻率共用相關規定之討論。

(二) 頻率取得上限

芬蘭並未針對頻譜總量訂定上限，而是每次釋出頻譜時，因應市場發展或頻譜釋出而訂定上限。自 2017 年起芬蘭陸續拍賣 4G 頻譜資源 700MHz 頻段⁵⁹、2018 年之 5G 頻譜資源 3.5GHz 頻段（3410-3800MHz），以及 2020 年之 26GHz 頻段（25.1-27.5GHz）。每次拍賣訂定之單一事業頻率取得上限如下所示：

⁵⁹ COMMS UPDATE (2016), Finland's three largest cellcos win 700MHz licences at minimum prices, <https://www.commsupdate.com/articles/2016/11/25/finlands-three-largest-cellcos-win-700mhz-licences-at-minimum-prices/>

1. 700MHz 頻段 2 個 30MHz 頻塊進行拍賣，單一競標者最多取得 2x10MHz 頻塊。
2. 3.5GHz 頻段 3 個 130MHz 頻塊進行拍賣，單一競標者最多只能取得一個頻塊⁶⁰。
3. 26GHz 頻譜劃分為 3 個 800MHz 頻塊進行拍賣，每一競標者最多只能取得一個頻塊⁶¹。

表 2- 12：芬蘭近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定

釋出時間	使用技術	頻段(釋出總量)	市場 MNO 家數	頻譜上限規範 (%)	得標業者家數
2017/1	4G	700MHz (60MHz)	4 家	2x10MHz (33%)	3 家
2018/12	5G	3.5GHz (390MHz)	4 家	130MHz (33%)	3 家
2020/6	5G	26 GHz (2400MHz)	4 家	800MHz (33%)	3 家

註：單位：MHz；統計時間至 2021 年 9 月。

資料來源：Traficom 及本研究整理。

芬蘭釋出 5G 頻譜資源之規劃，雖然限制單一業者最多只能取得一個頻塊，但因採 3 個大頻塊釋出，意味著只能有三家業者取得參進 5G 市場之機會。另一方面，從釋照結果來看，勢必更加強化三家既有 MNO 之市場主導地位。未核配 3.5GHz 頻段以前，TeliaSonera、Elisa 與 DNA 持有中低頻段頻譜資源占比分別為 22%、22%與 20%，核配 3.5GHz 頻段後，各業者持有比例增加為 26%、26%與 25%。

⁶⁰ TRAFICOM (2020), Regulation on auctioning Network Licences of the 25.1-27.5GHz frequency range. <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/480001/45947>

⁶¹ TRAFICOM (2020), Regulation on auctioning Network Licences of the 25.1-27.5GHz frequency range. <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/480001/45947>

(三) 網路共用法律規範

依據芬蘭「電子通訊服務法」第 58 條之規定，主管機關交通通訊部（Traficom）可要求網路業者允許其他電信事業共用或共站（co-location）其網路。

1. 在第 233 條所指的範圍內，為他人所擁有或控制的電信纜線、線桿、相關設備、纜線或小型土建結構；
2. 在第 233 條所指的範圍內，在室內為他人所擁有或控制的另一行動網路接取點、相關設備或纜線；
3. 以第 236 條所述的方式附在建築物或土建結構上的必要設備。

如果不能以合理方式及價格安排建造或布建，則 Traficom 可施加第 1 款所述的義務。另外，課予義務不得存在不合理阻礙或限制網路業者自身使用之條件。除非雙方同意分擔共置一處的費用，否則 Traficom 可以命令分攤所涉費用。

三、電信事業合作相關案例研析

芬蘭業者 TeliaSonera 與 DNA 於 2014 年成立合資企業 Suomen Yhteisverkko Oy（簡稱 SYV），透過網路共用方式於芬蘭東部及北部提高行動網路建設及營運效率。業者 TeliaSonera 與 DNA 持續為網路共用區域用戶提供行動網路之服務，網路共用涵蓋範圍達全國之 62.5% 及網路涵蓋達人口 28.5%。

芬蘭競爭及消費者管理局（Finnish Competition and Consumer Authority, FCCA）於 2015 年 4 月提出初步審查意見，認為 DNA 與 TeliaSonera 之間的網路共用將限制行動通訊市場的競爭，係因 DNA 和 TeliaSonera Finland 以東部和北部分區布建網路將統一網路涵蓋範圍、品質及速度能減少競爭，並達成默契，以對消費者不利的方式調整其競爭行為。

2015 年 11 月，FCCA 宣布 DNA 和 TeliaSonera Finland 已作出五項承諾，改變業者在芬蘭東部和北部的網路共用協議，確保消費者享有更好的服務品質。DNA 和 TeliaSonera Finland 做出以下五項承諾：(1)批發接取；(2)頻譜共用；(3)網路共用；(4)拆除或出租線桿；(5)資訊交流和人員限制。主管機關審理本案之監理政策思維與監理重點完整彙整於本研究第 1 年（109 年度）計畫研究報告⁶²。

2020 年 10 月，2 家母公司宣布合資企業 SYV 之網路共用範疇將由 2G、3G 及 4G 擴展到 5G，並選擇 Nokia 為無線網路接取設備及服務合作供應商。2021 年 2 月，Telia Sonera Finland 更進一步說明，已與 DNA 達成協議，同意將原合作範圍往西南方擴展⁶³。隨著網路涵蓋、速度與品質提高，將改善 Telia Sonera Finland 與 DNA 用戶的體驗，並使得芬蘭西南部布建 5G 網路之速度，將能較原先預計時間提早約一年。

⁶² 完整內容可參閱 109 年「頻譜運用(提供使用、共用及轉讓)之監管與競爭影響評估機制等相關政策研析委託研究採購案」期末報告 P87-93。

⁶³ Telia and DNA to build more networks together, accelerating 5G roll-out in Finland, <https://www.teliacompany.com/en/news/news-articles/2020/telia-and-dna-to-build-more-networks-together-accelerating-5g-roll-out-in-finland/>

第四節 瑞典

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一)行動通訊市場概況

瑞典電信主管機關郵政電信局（Post and Telecom Agency, PTS）公告之 2021 年上半年電信市場報告⁶⁴統計，瑞典有 4 家主要 MNO，依用戶市占率大小分別為 Telia Company⁶⁵（33.9%）、Tele2（27.3%）、Telenor（19.6%）與 Hi3G（15.4%），行動用戶市占率合計達 96.2%，其餘由 MVNO 組成（3.7%），如下圖所示。

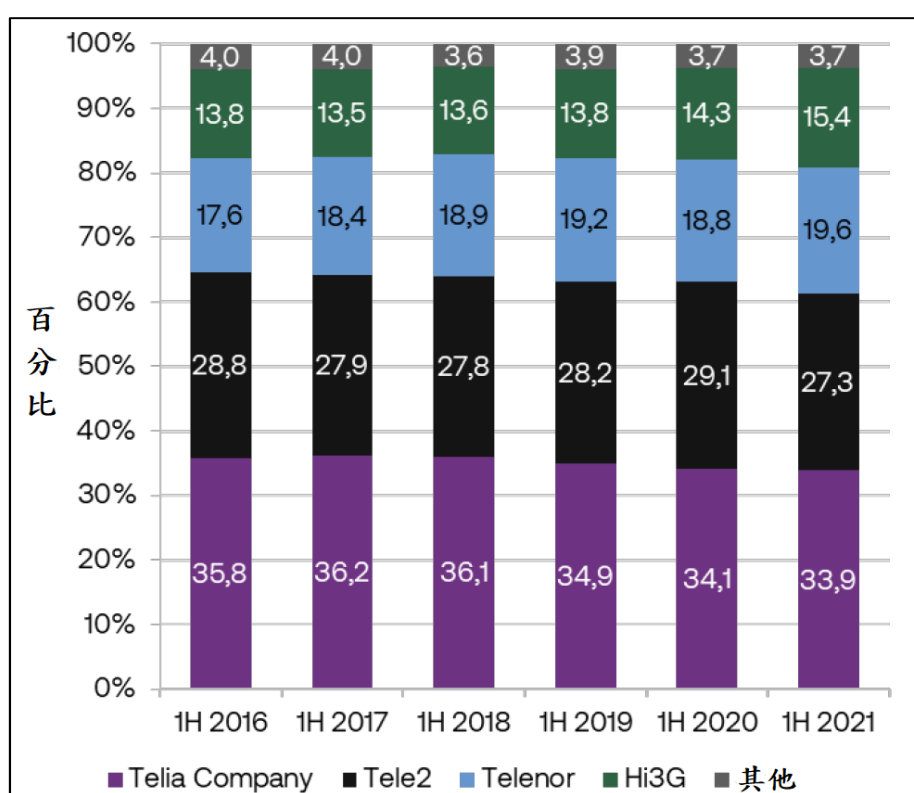


圖 2- 13：瑞典行動通訊市場市占率演進趨勢

註：統計時間至 2021 年 6 月 30 日。

資料來源：PTS(2021)。

⁶⁴ PTS(2021), Svensk telekommarknad första halvåret 2021, https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/rapporter/2021/telefoni/rapport-stm1h-2021-dnr21-8762_t.pdf

⁶⁵瑞典的電信事業 Telia 與芬蘭的電信事業 Sonera 於 2002 年合併為 TeliaSorena，為現在所稱的 Telia Company，本報告簡稱為 Telia。(<https://www.teliacompany.com/en/about-the-company/history/telia-sonera-and-teliasonera/>)

截至 2021 年 6 月 30 日，瑞典共有 1,430 萬行動用戶，其中使用語音和數據服務的行動用戶數達 1,170 萬(較 2020 年同期成長 1%)；僅使用數據服務之用戶為 150 萬(較 2020 年同期減少 1%)；僅使用語音服務之用戶為 120 萬(較 2020 年同期減少 17%)。在總行動用戶中，80%是月租費合約用戶，其他則為預付卡用戶。月租費用戶比例持續成長(十年前比例約為 66%)，如下圖所示。2021 年上半年，瑞典約有 38.6 萬行動用戶使用 5G 網路服務，占總行動用戶人數 3%。

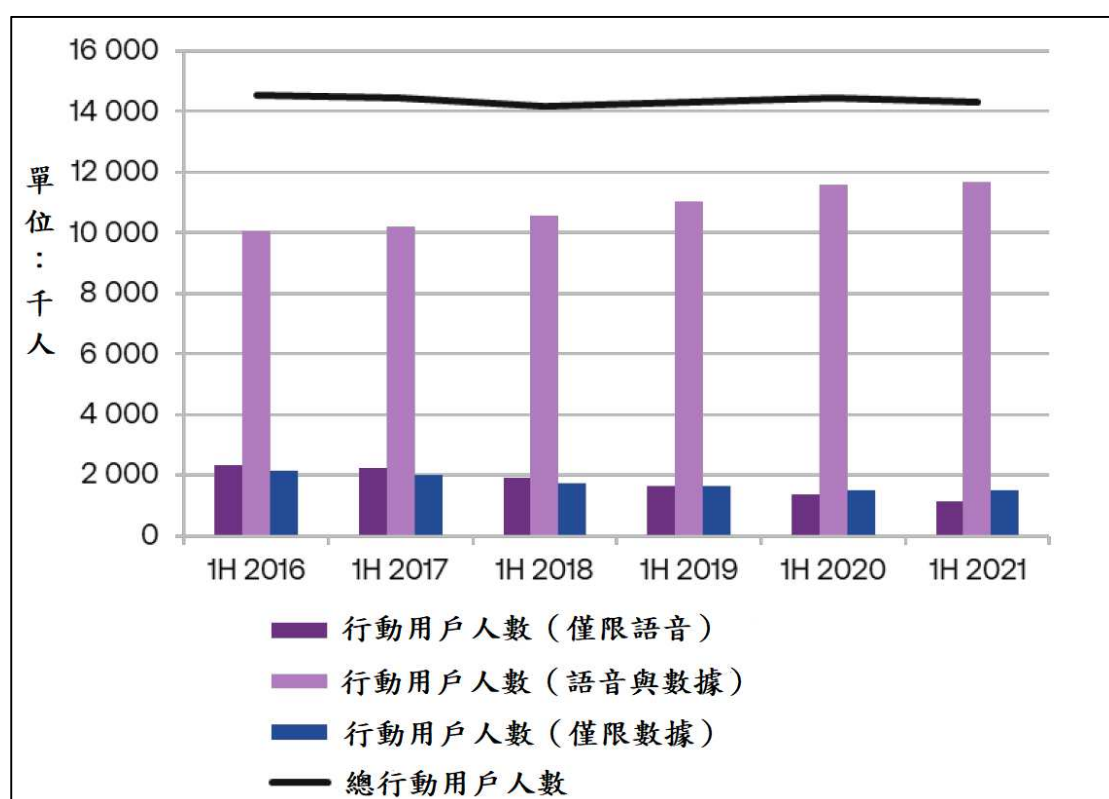


圖 2- 14：瑞典行動用戶數

註：統計時間至 2021 年 6 月 30 日。

資料來源：PTS(2021)。

2021 年上半年行動通訊營收總計約為(來自行動終端用戶收入) 達 146 億瑞典克朗，與 2020 年同期相比下降 2%。在各項收入中，有 90%是固定費用(月租費)，其餘是可變動費用(預付卡)，固定費用收入達 132 億瑞典克朗(較 2020 年同期成長 1%)；可變動費用收入達 14 億瑞典克朗(較 2020 年同期減少 3%)，如下圖。

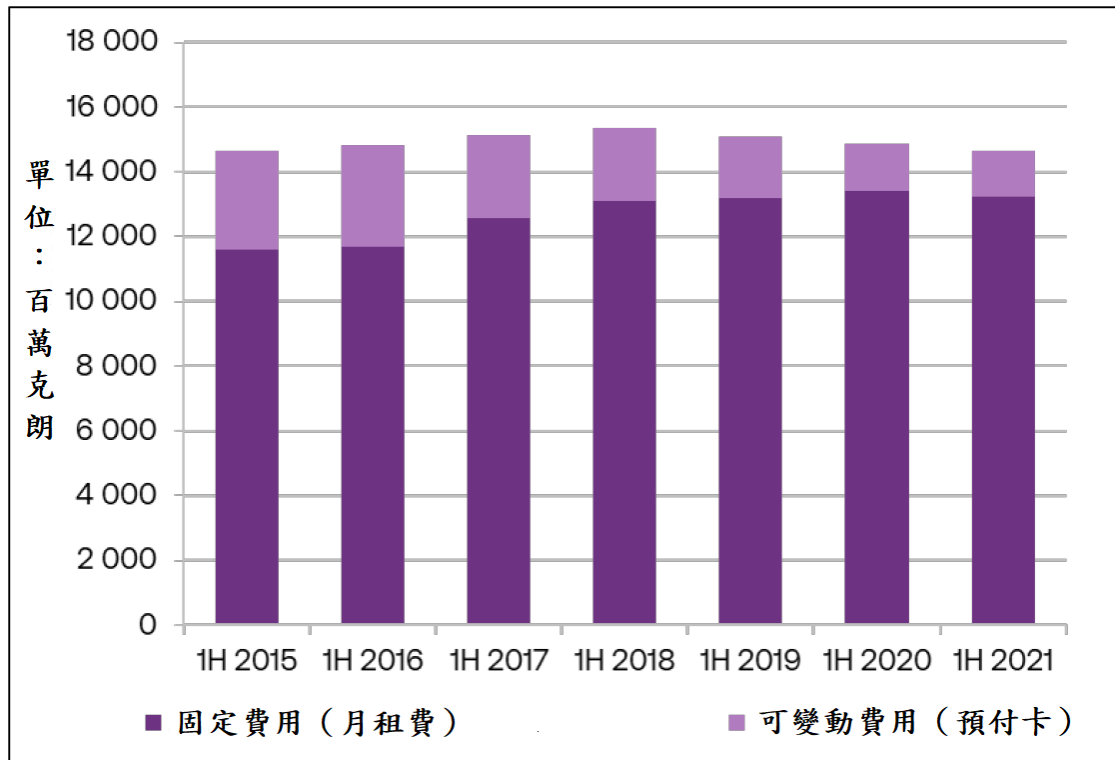


圖 2- 15：瑞典行動用戶營收

註：統計時間至 2021 年 6 月 30 日。

資料來源：PTS(2021)。

瑞典之 5G 網路布建由主要城市（斯德哥爾摩、哥德堡、馬爾默等）開始，其次則是針對度假勝地等特定地區。Tele2、Telia 於 2020 年 5 月提供 5G 網路；Hi3G 於 2020 年 6 月提供 5G 服務；而 Telenor 於 2020 年 10 月提供 5G 網路，成為瑞典第 4 套 5G 網路。

(二) 頻譜分配概況

瑞典除了四家主要的行動網路經營者外，於 3G、4G 時期成立了 3 家合資企業，分別是 Telia 與 Tele2 合資成立 SUNAB、Telenor 與 Hi3G 合資成立 3GIS 以及 Tele2 與 Telenor 合資成立 Net4Mobility。

瑞典可供行動網路使用之頻譜核配現況如下表，1GHz 以下有 700MHz、800MHz 與 900MHz 等頻段，且均有涵蓋義務規範；1GHz 以上有 1800MHz、2.1GHz 與 2.6GHz 等頻段，未有涵蓋義務規範。⁶⁶

2021 年 1 月完成拍賣 2.3GHz 頻段與 3.5GHz 頻段之 5G 頻譜，率先拍賣之 3.5GHz 頻段由 Telia、Hi3G、Net4Mobility 各獲配 100MHz，爾後拍賣之 2.3GHz 頻段全數由 Teracom⁶⁷取得。從瑞典頻譜核配現況可以發現，目前合資企業 Net4Mobility 擁有最多中、低頻段之頻譜資源（28.8%），市占率第一之 Telia 次之（26.6%），而市占率第二之 Tele2 所持有頻譜資源最少，僅剩下 900MHz 之頻譜（1.8%）。

表 2- 13：瑞典行動通訊頻譜核配現況

項目	Telia	Tele2	Telenor	Hi3G	Net4Mobility (Tele2 and Telenor)	SUNAB (Telia and Tele2)	Teracom	總頻寬
低 頻 段	450MHz	-	-	-	-	-	2×5	10
	700MHz	2×10	-	-	-	2×10	-	40
	800MHz	2×10	-	-	2×10	2×10	-	60
	900MHz	2×10	2×9	2×5	2×5	2×6	-	70
	小計	60 (33.3%)	18 (10.0%)	10 (5.6%)	30 (16.7%)	52 (28.9%)	-	10 (5.6%)
中 頻 段	1800MHz	2×35	-	-	2×5	2×30	-	140
	2.1GHz	-	-	2×19.8 FDD; 5 TDD	2×19.8 FDD; 5 TDD	-	2×19.8 FDD; 5 TDD	133.8
	2.3GHz	-	-	-	-	-	80	80
	2.6GHz	2×20	-	-	2×10 FDD; 50TDD	2×40	-	190
	3.5GHz	100	-	-	100	100	-	300
	小計	210 (24.9%)	-	44.6 (5.3%)	224.6 (26.6%)	240 (28.4%)	44.6 (5.3%)	80 (9.5%)
總計	270 (26.4%)	18 (1.8%)	54.6 (5.3%)	254.6 (24.9%)	292 (28.5%)	44.6 (4.4%)	90 (8.8%)	1023.8

註：統計時間為 2021 年 11 月。

資料來源：PTS(2021)，本研究整理。

⁶⁶ PTS Coverage Requirements, <https://pts.se/sv/privat/radio/tackning/tackningskrav/>

⁶⁷ Teracom 是一家瑞典國營企業，主要負責電視及廣播頻道，同時以 Net 1 品牌提供 4G 行動通訊服務，並已取得 2.3GHz 頻段之 80MHz 頻寬以提供 5G 服務。

PTS 將於 2023 年第 3 季拍賣 900MHz、2100MHz 與 2.6GHz 頻段，三個頻段屆期時間為 2025 年底，預計於 2022 年 2 至 3 月進行公開諮詢各界意見。⁶⁸

(三)2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

目前瑞典 2G 技術使用 900 MHz 頻段、3G 技術使用 2100 MHz 頻段，兩頻段皆於 2025 年底屆期，並將於 2023 年重新拍賣。主管機關 PTS 已於 2021 年 9 月 28 日邀集四家電信事業召開會議，探討瑞典 2G 與 3G 網路關閉相關事宜，包含各家電信事業關閉 2G 與 3G 網路時程以及關閉 2G 與 3G 網路之理由。⁶⁹

1. 各家電信事業關閉 2G 與 3G 網路時程

- (1) Telia 宣布於 2021 年起逐漸關閉 3G 網路，預計將於 2023 年完成，其 2G 網路將於 2025 年底關閉。
- (2) Telenor 宣布於 2020 年起逐漸關閉 3G 網路，預計將於 2025 年底完成，目前仍承諾於偏鄉地區提供 3G 服務。⁷⁰
- (3) Tele2 和 Telia 宣布於 2018 年底至 2025 年底完成關閉其共同擁有合資企業 UMTS-nätAB (SUNAB) 之 3G 網路，從而加快 3G 網路過渡至 4G 網路，預期帶來節省成本和能源效率等利益。雙方承諾不會影響用戶之使用情形，並將持續監控網路使用情形，以維護用戶權益。⁷¹

⁶⁸ PTS(2021), PTS fortsätter arbetet med tilldelning i 900-, 2100- och 2600 MHz-banden, <https://www.pts.se/sv/nyheter/radio/2021/pts-fortsatter-arbetet-med-tilldelning-i-900--2100--och-2600-mhz-banden/>

⁶⁹ PTS(2021), Avveckling av 2G- och 3G-nät, <https://www.pts.se/sv/privat/telefoni/tekniskifte/informationsmote-om-avveckling-av-2g--och-3g-nat/>

⁷⁰ 3G Sunset in Europe: Planning Your Next Steps (2019), <https://www.westbase.io/3g-sunset-in-europe-planning-your-next-steps/>

⁷¹ Tele2 and Telia announce Swedish 3G switch-off plans(2018), <https://www.commsupdate.com/articles/2018/05/14/tele2-and-telia-announce-swedish-3g-switch-off-plans/>

2. 關閉 2G 與 3G 網路之理由

- (1) 隨著行動通訊技術演進，國際上各家電信事業正逐漸關閉 2G 或 3G 網路。
- (2) 4G 技術 VoLTE 比 2G 或 3G 的語音通話品質更佳。
- (3) 4G 和 5G 所使用之頻寬較 2G 或 3G 更多，表示具有更高的數據傳輸速度、更安全的通訊和更高的容量處理同一時間大量用戶使用的能力。
- (4) 新技術可提供更長的電池壽命，且更節能省電。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一) 頻率運用法律規範

1. 頻率提供使用與轉讓

根據 2003 年「瑞典電子通訊法」(Electronic Communication Act, LEK) 第 3 章第 23 條⁷²規定可以在主管機關 (PTS) 同意後轉讓與出租部分或全部頻譜，以下原則應同意：

1. 受讓方符合對執照申請人的要求；
2. 沒有理由認為轉讓對競爭有不利影響時；
3. 依「歐洲聯盟運作條約」進行協調，則轉讓不會導致無線電頻率的使用發生變化；
4. 未曾被撤銷執照；
5. 無線電使用不會對瑞典的國家安全造成損害，且已經在 2020 年 1 月 1 日之前取得執照

⁷² Electronic Communication Act(2003), https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003389-om-elektronisk-kommunikation_sfs-2003-389

6. 沒有其他特殊原因。

受讓方在同意後的期限內承擔轉讓方在本法下的權利和義務，僅轉讓執照的一部分時，轉讓的部分應視為新執照。

經同意，PTS 可以通知因轉讓而需要的新條件或變更條件。

2. 頻率共用

瑞典僅針對頻譜共享（spectrum sharing）提出監理原則，但未有頻率共用（spectrum pooling）之規範。

PTS 對於頻率共享有以下監理原則⁷³如下：

1. 執照持有者在分配的頻譜中具有優先權。
2. 執照持有者未受到有害干擾，則應與其他人共享頻譜。
3. 執照持有者應酌情協助提供有關使用情況、當前和計畫布建的相關資訊，以便於共用頻譜。
4. 如果有可用的標準化法規或複雜（sophisticated）的共用技術，PTS 可能要求以自動化機制向 PTS 或其指定的第三方提供必要資訊。

(二) 頻率取得上限

瑞典並未針對頻譜總量訂定上限，而是每次釋出頻譜時，因應市場發展或頻譜釋出而訂定上限。以下分別說明 700MHz⁷⁴、800MHz、3.5GHz 與 2.3GHz⁷⁵之上限規範。

⁷³ PTS(2018), Open invitation to apply for licences to use radio transmitters in the 700 MHz band - Appendix A, <https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2018/radio/700-ai-bb-engelska/3.-appendix-a---licence-conditions.pdf>

⁷⁴ PTS(2018), Open invitation to apply for licences to use radio transmitters in the 700 MHz Band, <https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2018/radio/700-ai-bb-engelska/2.-appendix-1---open-invitation.pdf> (P.25)

⁷⁵ PTS(2020), Open invitation to apply for licences to use radio transmitters in the 3.5 GHz and 2.3 GHz bands, <https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2020/radio/engelska-filer-auktionsinbjudan-35-23/appendix-1---open-invitation.pdf> (P.28)

表 2-14：瑞典近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定

釋出時間	使用技術	频段(釋出總量)	市場 MNO 家數	頻譜上限規範(%)	得標業者家數
2011/3	4G	800MHz (60MHz)	5 家	2x10MHz (33%)	3 家
2018/12	4G	700MHz (60MHz)	3 家	40MHz (66%)	2 家
2021/5	5G	• 2.3GHz (80MHz) • 3.5GHz (320MHz) ⁷⁶	4 家	• 先拍賣 3.5GHz 频段，再拍賣 2.3GHz 频段。 • 針對 3.5GHz 频段為確保至少有 3 家獨立執照持有者擁有至少 80MHz。	4 家 (3 家取得 3.5GHz； 1 家取得 2.3GHz)

註：統計時間為 2021 年 11 月。

資料來源：PTS(2021)，本研究整理。

(三) 網路共用法律規範

PTS 對於網路共用無特別法律規定，依特定情況下的基礎設施共用協議進行個案處理，業者之間網路共用以商業協議為基礎，而頻譜政策採較寬鬆監理條件以增加頻譜資源的可近用性，促進頻譜發揮社會經濟價值的效率，在維護競爭中立和諧的同時，提高不同使用者或用途的頻譜使用效率。

瑞典自 2001 年以來透過業者之間協議進行網路共用，國內有三家行動網路共用合資企業 (Joint Venture, JV)。在 3G 網路下，由 Telia 和 Tele2 組成 UMTS-nätAB (簡稱 SUNAB)、Telenor 和 Hi3G 組成 3GIS；在 4G 網路下，由 Tele2 和 Telenor 組成 Net4Mobility (如下圖)。

⁷⁶ 就 3.5GHz 频段而言，頻率範圍為 3400-3720MHz，其中 3400-3420MHz 頻塊限制只能用於室內基地臺，且持有 3420-3440MHz 之執照持有者才能使用該頻塊。

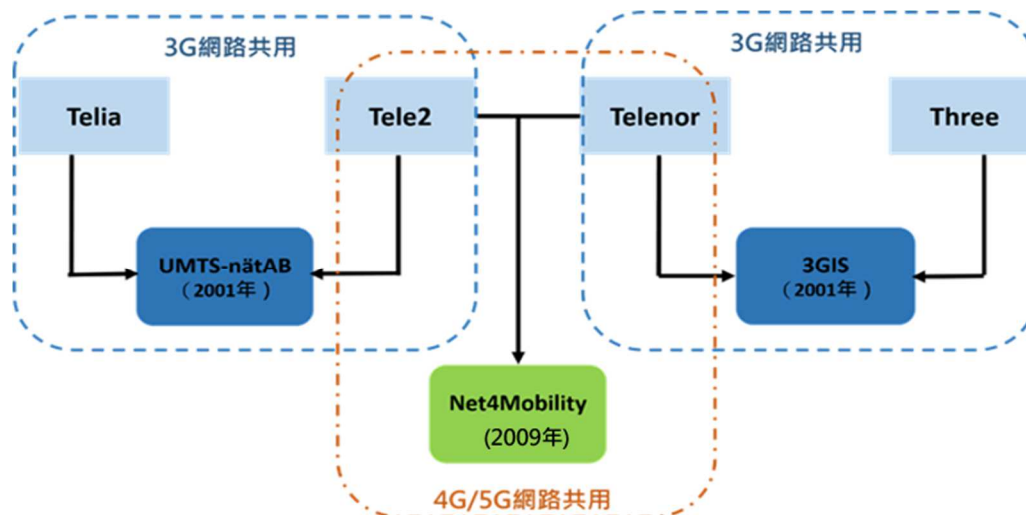


圖 2- 16：瑞典網路共用協議

資料來源：本研究整理。

三、電信事業合作相關案例研析

在 4G 時代下，由行動用戶市占率第二及第三的 Tele2 和 Telenor 兩家業者於 2009 年 4 月達成協議成立合資企業 Net4Mobility，主要負責布建、維護並營運全國性 4G 網路、升級 2G 網路，承載全國大約 60% 的網路流量，其 4G 網路涵蓋全國 90% 的地區和 99.9% 的人口。Net4Mobility 並不提供行動通訊零售服務，Tele2 和 Telenor 於零售市場保持競爭關係。

瑞典競爭管理局根據瑞典競爭法第 2 章第 1 條以及歐盟運作條約第 101 條審查 Tele2 和 Telenor 成立合資企業 Net4Mobility 是否構成企業之間的反競爭合作，考量因素如下：(1) 行動用戶市占率；(2) 母公司透過 JV 提供服務的成本占為了提供零售服務之總成本；(3) 零售市場雙方的市場地位；(4) 批發市場上之網路容量的變化；(5) 持續檢視後續頻率核配結果。主管機關審理本案之監理政策思維與監理重點完整彙整於本研究第 1 年（109 年度）計畫研究報告⁷⁷。

⁷⁷ 完整內容可參閱 109 年「頻譜運用(提供使用、共用及轉讓)之監管與競爭影響評估機制等相關政策研析委託研究採購案」期末報告 P104-111。

瑞典 PTS 於 2021 年 1 月 19 日完成 5G 頻譜拍賣（3.5GHz 與 2.3GHz），Net4Mobility 獲配 3.5GHz 頻段 100MHz 連續頻寬，預期可發揮頻率使用效益，並結合其在 2018 年所獲配 700MHz 頻譜，計畫將於全國布建 5G 網路，目標於 2023 年底人口涵蓋達到 99.9%，以及升級 4G 網路。⁷⁸

⁷⁸ Tele2(2021), Tele2 and Telenor win Swedish 5G frequencies and choose Ericsson and Nokia as vendors for their nationwide 5G rollout, <https://www.tele2.com/media/news/2021/tele2-and-telenor-win-swedish-5g-frequencies-and-choose-ericsson-and-nokia-as-vendors-for-their-nationwide-5g-rollout/>

第五節 丹麥

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一)行動通訊市場概況

丹麥行動通信市場整體行動用戶數於 2020 年已達 841.4 萬，平均每一人擁有 1.45 支行動門號。歐盟整體的 4G 網路涵蓋率僅 96%，丹麥的 4G 網路涵蓋從 2017 的 97% 逐步上升，至今已達 100% 涵蓋。

丹麥行動通信市場目前是由 4 家 MNO 及小型 MVNO 組成的市場，MNO 經營者分別為 Telia、Telenor、TDC 和 Hi3G。由於其中 Telia 與 Telenor 兩家業者已於 2012 年起成立 TT-Net 實施網路共用，因此丹麥實際上是建設了三套實體行動網路。

TDC 集團是丹麥最大的電信公司。1995 年成立了第一家全國性有線電視公司 Tele Danmark KabelTV。2000 年，Tele Danmark 更名為 TDC。TDC 在 1994 年部分私有化，在 1998 年完全私有化。

Telenor 是丹麥第二大行動網路經營者，做為提供家用和企業客戶的綜合網路經營者。Telenor 於 1990 年代初進入市場，原為 Sonofon，從 2006 年開始以 Telenor 的身份進入市場。自 2012 年以來，Telenor 通過合資企業 TT-net 與 Telia 合作，進行網路共用。根據該網路共用協議，Telenor (Telia 亦同) 有義務向其他行動經營者提供批發服務。

Hi3G 於 2001 年進入市場並商轉 3G 網路。與其他 MNO 相比，Hi3G 僅經營行動網路，提供家用和企業行動服務（語音和數據）。

Telia 丹麥是第四大行動網路經營者。Telia 於 1995 年以固定通信業者的身份進入市場，提供全方位的服務。2001 年，Telia 進入了行動市場，並進行了業務重組，固定業務轉為附屬服務，專注於行動業務。Telia 擁有約 130 萬行動用戶，強調提供整合服務。Telia 服務項目包括行動、寬頻、電視與其他價值服務。此外，Telia 的寬頻服務品牌是依賴 TDC 提供的批發接取產品。

依據丹麥能源局（Denmark Energy Agency, DEA）的行動電信市場統計資訊，丹麥於 2020 年下半年之總行動用戶數為 841.4 萬，較上半年成長 1.3%，可能因新冠疫情影響 2020 上半年較 2019 年下半年之整體行動通信市場用戶數減少了 0.4%。

下圖為丹麥行動市場用戶數及市場占比變化，Telia 的用戶市占率提升幅度為市場中最好的，Telenor 也是穩定成長，TDC 之用戶市占率持續下降。

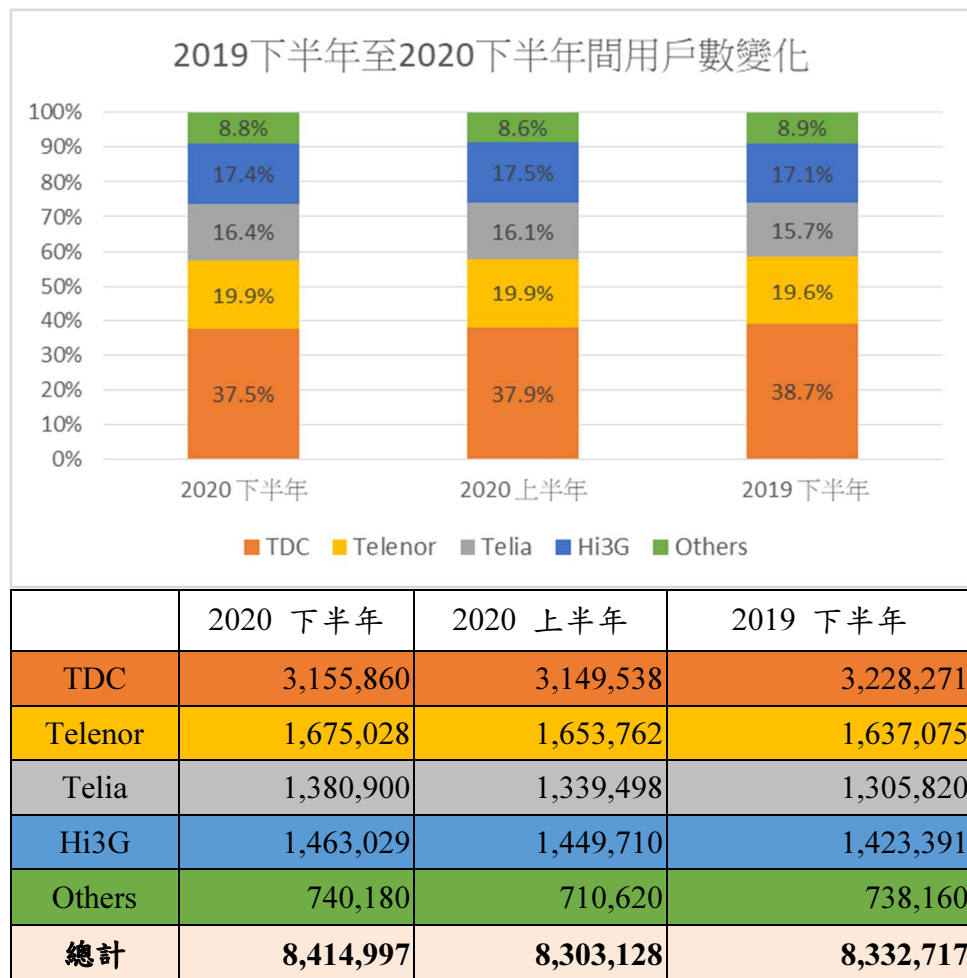


圖 2- 17：丹麥行動業者 2019 下半至 2020 年間用戶數變化

註：資料擷取時間 2021 年 9 月

資料來源：丹麥能源局，本研究整理。

(二) 頻譜分配概況

在今年的 5G 相關頻段拍賣前，市場龍頭 TDC 在低頻段與中頻段擁有最多頻寬。而 Telia 和 Telenor 合資成立之 TT-Net 持有的頻段則集中在低頻段，中頻段仍保有 Telia 和 Telenor 過去所分別持有之執照，由於 Telia 和 Telenor 於 2012 年宣布以設立合資企業 TT-Net 的方式，進行網路共用，並承諾丹麥競爭主管機關將以合資企業參與未來頻譜競標，因此 2012 年之 800MHz 頻譜拍賣，以及 2019 年舉行之 700 MHz、900 MHz 及 2300 MHz 頻譜拍賣，均由 TT-Net 代表參與競價，並取得 700MHz 與 900MHz 部分釋出頻段，再將拍賣取得之頻譜資源供 2 家母公司 Telia 和 Telenor 共用。

表 2- 15：2021 年 5G 競標前的丹麥行動通訊頻譜核配現況

項目 (單位:MHz)		Hi3G	TDC	TT-Net (Telia and Telenor)	Telia	Telenor	合計
低頻段	700MHz	20	50	10	-	-	80
	800MHz	-	40	20	-	-	60
	900MHz	30	20	20	-	-	70
	小計	50 (24%)	110 (52%)	50 (24%)	0 (0%)	0 (0%)	210
中頻段	1800MHz	60	40	50	-	-	150
	2GHz (TDD)	5	5	-	5	5	20
	2GHz (FDD)	30	30	-	30	30	120
	2.3GHz	-	60	-	-	-	60
	2.6GHz (成對式)	20	40	-	40	40	140
	2.6GHz (非成對)	25	-	-	15	10	50
	3.5GHz	-	-	-	-	-	-
	小計	140 (26%)	175 (32%)	50 (9%)	90 (17%)	85 (16%)	540
中低頻段總計		190 (25.3%)	285 (38.0%)	100 (13.3%)	90 (12.0%)	85 (11.3%)	750

註：單位：MHz；統計時間為 2020 年第一季

資料來源：Ovum 及本研究整理

丹麥主管機關能源局(DEA)於 2018 年發布 5G 行動方案(Action Plan)，經過二年的規劃及 5G 實驗網路階段，於 2021 年 3 月 11 日舉行 1500 MHz、2100 MHz、2300 MHz、3.5 GHz 和 26 GHz 頻段之競價拍賣，歷經五個階段的競價過程，2021 年 4 月 22 日 DEA 宣布完成 5G 頻段拍賣，拍賣總收入約為 20.76 億丹麥克朗(3.36 億美元)。此次拍賣的各項頻率執照範圍皆為全國區域，這次釋出 3.5GHz 商用執照已於 2021 年 6 月 1 日正式生效，拍賣結果如下。其中 TT-Net 取得的 3.5GHz 頻譜較為特殊，其中的 60MHz 頻寬附有出租義務，必須開放讓企業租用以建設專網。

表 2- 16：丹麥 2021 年競價拍賣結果

拍賣結果 (MHz)	TDC	TT-Net (Telia 與 Telenor 之合資企業)	Hi3G	合計
1500MHz	45	45	0	90
2100MHz	40	40	40	120
2300MHz	40	0	0	40
3.5GHz	130	140 (含 60MHz 出租義務)	120	390
26GHz	1,250	600	1,000	2,850

註：單位：MHz；統計時間為 2021 年

資料來源：DEA, 本研究整理

經過這次競標，在 3.5GHz 方面三家業者取得各自滿意的結果。TDC 在中頻段及高頻段標得更多頻譜，而 Hi3G 則較為專注在具有未來價值 3.5GHz 及 26GHz，TT-Net 在這次補充了原先數量較少的中頻段頻譜資源。下表為更新後的丹麥行動通信頻譜核配現況。

表 2- 17：丹麥行動通訊頻譜核配現況

項目 (單位：MHz)		Hi3G	TDC	TT-Net (Telia and Telenor)	Telia	Telenor	總頻寬
低頻段	700MHz	20	50	10	0	0	80
	800MHz	-	40	20	0	0	60
	900MHz	30	20	20	0	0	70
	小計	50 24%	110 52%	50 24%	0 0%	0 0%	210
中頻段	1500MHz	-	45	45	-	-	90
	1800MHz	60	40	50	-	-	150
	2GHz (TDD)	5	5	-	5	5	20
	2GHz (FDD)	30	30	-	30	30	120
	2.1GHz	40	40	40	0	0	120
	2.3GHz	-	100	0	0	0	100
	2.6GHz (成對式)	20	40	-	40	40	140
	2.6GHz (非成對)	25	-	-	15	10	50
	3.5GHz	120	130	140	0	0	390
	小計	300 25%	430 36%	275 23%	90 8%	85 7%	1180
中低頻段總計		350 25%	540 39%	325 23%	90 6%	85 6%	1390
高頻段	26GHz	1000	1250	600	0	0	2850
	小計	1000	1250	600	0	0	
總計		1350 32%	1790 42%	925 22%	90 2%	85 2%	4240

註：單位：MHz；統計時間為 2021 年第二季
資料來源：DEA，本研究整理

(三)2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

TDC 已於 2020 年宣布計劃在 2022 年底前開始逐步淘汰 3G 技術，逐漸將用戶挪移到 4G 和 5G 服務。對於無法使用 4G 或 5G 網路的手機，以兩年的緩衝時間讓客戶考慮投資購買新手機，而無論使用何種手機或設備，用戶都可以繼續使用全國性的 2G 網路進行語音和基本數據服務。

TDC 指出，隨著 4G/5G 兼容設備數量的增加，3G 使用率穩步下降，3G 網路主要用於缺乏 4G/5G 接收區域的語音和數據服務。一旦 3G 關閉，TDC 的 2G 網路將繼續用於沒有其他可用網路區域之語音服務及傳統設備上的基本數據服務。TDC 目前還沒有確切的 2G 關閉計劃。

Telia 和 Telenor 於 2020 年宣布達成 5G RAN 共用協議後，兩家電信事業也將從 2021 年 4 月開始以漸進的方式關閉其共用的 3G 網路。Telenor 預測在 2022 年第三季關閉 3G，Telia 及 Hi3G 則是到 2025 年第三季才關閉。隨著 3G 網路逐步淘汰，逐漸受到限制的 3G 訊務量將被引導到 4G 和 5G 網路上。Hi3G 也已宣布逐步淘汰 3G 網路，從主要城市開始逐步將 3G 網路使用之頻譜轉用於 4G 網路。

第二代行動網路（2G）已經存在了幾十年。即使在今天的歐洲，2G 連接仍然是蜂巢式物聯網設備的首選連接類型。一般的典型使用只需要很少的頻寬，大多數國家至少會保有一個 2G 網路持續運行。2G 的硬體價格低廉，也使得應用物聯網的總成本保持在較低水平。

由於數據使用率低，物聯網商業使用所產生的收入很少，因此，行動網路業者維護其 2G 網路的成本變得過高。將 2G 提升為 4G LTE 網路時，可以得到更好的投資回報。此外，NB-IoT（窄頻物聯網）和 LTE-M 相比 2G 網路在電池性能上更具優勢。因此，行動業者關閉其 2G 網路的主要驅動力是從其頻譜中獲得更多收入，但這並不意味著 2G 不是未來幾年商業使用的好選擇。

除了 TDC，丹麥業者間設定的 2G 網路關閉時間最遲為 2025 年第四季，原因在於目前全歐洲仍有許多產品利用 2G 及 3G 網路於提供物聯網服務，因此 2G/3G 的關閉也涉及相關產品如何順利連接新網路，對既有物聯網和 M2M（機器對機器）產業帶來重大挑戰。2G 和 3G 是歐洲目前各種聯網設備中應用最多的技術之一，例如，用於自動讀取測量數據、GPS 位置確認，以及對不同公司的機器傳送相關數據。僅在丹麥就有大約 180 萬台設備連接到 2G 或 3G 網路。

目前尚未有任何資料顯示丹麥主管機關要求電信公司將汰換為 4G 或 5G 的網路語音服務升級為 VoLTE。但研究發現，對於舊有網路淘汰後，如何保障原先利用 2G/3G 網路之物聯網相關業務，市場上產生出因應 2G/3G 網路淘汰後的解決方案。例如丹麥公司 Xtel 便提出解決方案，提供能夠對各種聯網機器支援未來基礎設施的模組，確保 2G/3G 網路淘汰前，能幫助用戶透過 Xtel 的解決方案直接升級到新技術，像是 NB-IoT 及 LTE-M。這類解決方案不僅使得原本使用 2G\3G 網路傳輸的數據可繼續在舊設備和產品之間傳送，也可同時對物聯網設備進行優化。

NB-IoT 主要用於低頻寬的數據傳輸，LTE-M 用於更大量的數據傳輸，包括影音和語音。設備本身可以根據要傳送的數據量選擇最佳網路工具。

此外，在因應 2G/3G 的網路關閉過程中，為了促進寬頻建設，DEA 在 2021 年的 5G 競標中，也拍賣了 2100MHz 頻段，涵蓋義務區域分為三個不重疊的涵蓋區域組，均勻分佈在整個丹麥，得標者必須在 2024 年 2 月 1 日前確保提供室外下載至少 30 Mbit/s 和上傳至少為 3 Mbit/s 的行動語音服務和行動寬頻服務。每個單獨的涵蓋區域至少應達成區域範圍 90%之網路涵蓋目標。

如果得標者能證明已履行與行動寬頻服務相關的涵蓋義務，則與行動語音服務相關的涵蓋義務亦可視為已達成，其前提是業者需證明有能力提供以寬頻接取使用的語音服務，例如 VoLTE。另外，得標的執照業者不限於以 2100 MHz 頻率來提供服務，可以使用執照業者擁有的任何頻率來履行涵蓋義務，同時，涵蓋義務也可通過全國漫遊協議來履行。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一) 頻率運用法律規範

1. 頻率提供使用與轉讓

根據丹麥頻率法第 21 條，頻率可全部或部分（按頻段或地理位置劃分）轉讓或歸還。拍賣或公開招標過程後發生的轉讓或歸還執照，必須事先獲得丹麥主管機關 DEA 的核准。電信事業之轉讓計畫應先通知丹麥能源局，且雙方達成協議時，應由 DEA 發布該轉讓決定。

除了主管機關在這次 5G 競標為了專網所設計的頻譜出租義務外，丹麥頻率法及歷次拍賣諮詢文件中並無頻率供用相關法規條文。實務上，Telia 及 Telenor 雖透過 RAN sharing 方式共用網路，兩家公司各自所需使用的無線網路容量，仍是由兩家公司向合資成立的 TT-net 以接取網路成本費率購買無線接取網路容量，也非採用頻率供用方式來使用其合資公司 TT-net 的頻率。

2. 頻率共用

依據丹麥頻率法與 2021 年的頻譜拍賣備忘錄，頻率共用不受能源局（DEA）的監理。頻譜的執照規範與頻率管理辦法皆未就頻率共用設下限制，頻率共用亦不需 DEA 的核准。但 DEA 也強調，此種設計並不代表其對於頻率共用在市場競爭層面上的管理態度，關於網路共用所涉及的實體商業競爭議題，歸屬於競爭管理機構的管轄範圍。

有鑑於電信事業因頻率運用衍生各種合作及商業行為，DEA 為確保市場公平競爭，在 5G 拍賣備忘錄中，亦針對電信事業以合資企業參與競標，規定除非事先根據競爭法相關規範獲得核准，否則兩個或多個行動電信事業共同控制下之企業體不得參與競標。

(二) 頻率取得上限

丹麥並未於電信法規中設置一般頻譜上限，對於頻譜資源分配之依循原則為：「如果頻譜資源非常有限，以致於向多家不同申請人核

發執照無法確保所有用戶都能使用服務，則促進頻譜有效使用的政策優先度應高於促進競爭。」此外，為了防止市場失靈，丹麥也在電信法中規定「取得執照之業者不得累積過於顯著之市場力量，該顯著市場力量使該業者有可能阻斷他人有效利用頻譜資源，不利於市場競爭。」

DEA 的做法是在頻譜拍賣時設定競標者可取得頻譜之上限，競標頻率上限的設計是按競標的頻段組合靈活分配，並在競標活動規則中設計相對頻率上限規則，因此，競標者可獲得的總頻寬取決於競標過程。以今年的 5G 拍賣為例，DEA 將所釋出的頻段分為不同的競價單位，在每個單位類別中設定業者可競標的頻譜上限⁷⁹，例如在 1.5GHz 的 8 個 5MHz 頻段中，規定業者最高取得 4 個 5MHz 頻塊，而在 3.5MHz 則是以 160MHz 為頻譜上限，約占總釋出頻寬 390MHz 的 41%，在 26GHz 頻段，頻譜上限 1650MHz 約占總釋出頻寬 2,850MHz 的 57%。

表 2- 18：丹麥 1500 MHz、2100 MHz、3.5 GHz 與 26 GHz 拍賣頻段分類及頻譜上限設計

頻段	出售單位	出售單位說明	數量(lots)	競標上限/每競標者
1.5GHz	1.5-B	1500MHz 頻段-最前面的 25MHz	1	4 個 1.5-M (總釋出頻寬 90MHz)
	1.5-M	1500MHz 頻段-中間的 5MHz	8	
	1.5-T	1500MHz 頻段-最後面的 25MHz	1	
2.1GHz	2.1-D	2.1GHz 頻段的 2x10MHz，分為 2.1-D1~2.1-D3，三個頻段各有不同的涵蓋義務	3	跨 2.1-D, 2.1-U 頻段，4 個。(總釋出頻寬 2x60MHz)
	2.1-U	2.1GHz 頻段的 2x5MHz (無涵蓋義務)	6	
3.5GHz	3.5-D	80MHz，只有涵蓋義務*	3	160MHz (總釋出頻寬 390MHz)
	3.5-P	60MHz，對專網之出租義務	1	
	3.5-U	3.5-D 之標售剩餘頻寬，10MHz	估 8~24**	

⁷⁹ DEA(2021), Information Memorandum 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction

頻段	出售單位	出售單位說明	數量(lots)	競標上限/每競標者
26GHz	3.5-D	400MHz*	3	1650MHz (總釋出頻寬 2850MHz)
	26-U	3.5-D 之標售剩餘頻寬， 200MHz/250MHz	估 8~14**	

註：*3.5-D 為網綁出售頻段，將 3.5GHz 及 26GHz 一起拍賣。

**前階段拍賣後，估計剩餘的頻率至少會有 8 個數量，最多 24 個數量。

***2300MHz 並無競價數量上限之設計，故不列入。

資料來源：DEA, 本研究整理

觀察丹麥的 5G 釋照設計可以發現，相對於預防市場過度集中而預設頻率上限，DEA 更重視業者履行建設義務的能力。丹麥屬國土面積廣大的低密度人口國家，因此 DEA 在競價備忘錄中列出詳盡的建設義務規範，並設計第一階段為地理涵蓋分配階段，要求業者必須先在 2.1GHz 及 3.5GHz 的頻段種類中競標有能力完成的建設涵蓋區段，且最多只能在這兩個種類中取得各一個頻塊，下一階段再讓取得第一階段 2.1-D 涵蓋種類頻段的業者進一步競標不同建設義務的頻段，直到第三階段才進行不分建設義務的整體頻率拍賣。以下為 DEA 備忘錄中的內容：

1. 第一階段：地理涵蓋分配階段，2.1-D 和 3.5-D 使用密封投標程序進行分配，限制每位投標人只能在這兩個類別中最多獲得各一個頻塊類別。其用意是請業者先評估自己有能力建設的頻段種類。
2. 第二階段：2100MHz 的地理涵蓋義務分配階段，2.1-D 的獲勝者再分配 2.1-D1、2.1-D2 或 2.1-D3 其中一個頻段種類，這三個頻段種類各有不同的建設涵蓋義務。
3. 第三階段：主要頻譜分配階段，分配除 26-U 以外的其餘頻段。
4. 第四階段：26 GHz 分配階段，分配 26-U 的 26 GHz 頻段。
5. 第五階段：特定頻率分配階段，將特定頻率分配給每個頻率通用批次的獲勝者。已獲得頻譜種類的投標人提交其在頻段

中所需位置的投標。DEA 為第五階段設定參數，收集投標並處理投標結果。

透過不同類別頻段的競標上限及多個競標階段的設計，引導業者在一開始投入拍賣競價時就按照自身能力投入合適的頻段，而不至於落入為了讓競爭對手處於不利地位而不斷墊高頻譜價金之零和遊戲，同時也解決頻譜過於集中導致不利競爭之問題。

依照 DEA 的規劃，3.5GHz 得標者須在 2023 年底前涵蓋 60% 的人口，2025 年底前涵蓋 75% 人口。其計算方式是在總涵蓋半徑的基礎上來確保人口覆蓋，於 3.5 GHz 頻段上提供服務的每個基站，根據基站位於三種地理類型（城市、郊區、開闊地域）中的類型，執照中定義各地區基站所分配的涵蓋半徑為：

1. 城市：560 公尺
2. 郊區：1,300 公尺
3. 開闊地域：2,340 公尺

(三) 網路共用法律規範

DEA 對於各種網路的共用採取鼓勵態度，因此，相關法律規範多為協助網路布建、減少重複建設及共桿共用的規則或指南。此外，DEA 在今年拍賣的 3.5GHz 頻譜中也設計了開放給企業或單位租用的專網使用頻段，讓取得頻譜執照的電信事業得將頻段出租給各地區有專網需求的使用者。以下臚列各種網路共用措施：

1. 公共機構協助 5G 建設

DEA 於 2019 年發布丹麥 5G 行動計畫，對於 5G 網路布建及所涉及相關基礎建設架構之共用，要求政府採友善且積極的方式考量如何降低 5G 網路建置成本，並將會同電信產業與丹麥競爭與消費者保護局（Danish Competition and Consumer Authority, DCCA），進一步檢視網路共用的可能性。丹麥能源局主張，在天線設置地點的近用以

及 5G 基礎設施方面，公共機構扮演著特別重要的角色，因此建議協助 5G 布建時應確保達到以下要求：

- (1) 順暢案件行政作業；
- (2) 合理化線桿租金；
- (3) 有效益的使用既有基礎設施。

當 5G 布建需建立許多新的電桿和天線位置時，至關重要的是能加速設備的安裝，對此，全國各地應可採用最大程度的一致模式化做法來核發基站執照。例如，奧本拉自治市成立了內部任務編組來確保有效、統一、透明且以發展為導向的案件管理流程來協助電桿申請。

DEA 也在 2019 年為各級機關準備關於如何處理電信基礎設施架設許可的申請指南。該指南中有一個「政策工具箱」，其中包含最佳實踐範例的集合，並基於丹麥市政當局的經驗提供建議。另外，丹麥能源局也建議各單位應釐清是否可以在市政當局內指定聯繫窗口來管理與電信公司的聯繫。

在基礎設施用地方面，丹麥能源局也訂立「租用電信基礎設施基地」的市場租金指南，供市政當局、地區和政府部門將場地租用給電信事業時使用。從 2020 年 12 月 21 日起，電子通信網路或服務提供者以設立小範圍無線接取點為目的之需求，將有機會取得公家機關控制的實體基礎設施和街道設施的使用權，以及公共當局以外其他方控制的實體基礎設施使用權。所有權單位應以合理、透明且無差別待遇的條件（包括價格）提供實體基礎設施和街道設施的使用，但若實體基礎設施或街道設施在技術上不適合託管小區域無線接取點，或經查該實體基礎設施或街道設施連接此類無線接取點非屬必要，則公共當局或其他方可拒絕請求。

2. 在 3.5GHz 規劃專網使用頻段

DEA 認為確保良好的寬頻涵蓋是一項重要的公共利益，5G 拍賣備忘錄中明確指出這次頻譜拍賣的目標為確保頻譜有效利用、促進有效競爭並滿足基本的公共利益考慮。確保良好的涵蓋，尤其是在人口稀少的地區和行動涵蓋範圍不足的區域，為首要之務。

本次丹麥釋照除了強調業者需履行的涵蓋範圍義務外，針對 5G 主要頻譜 3.5 GHz 執照，丹麥為了加快在全國境內 5G 應用的推動，希望在未來幾年內也向建立私有 5G 網路的公司和公共機構提供 3.5 GHz 頻段的頻率，故在部分 3.5 GHz 頻段中設計專網租用義務，目的是使供應商、企業、公共機構和大學等非電信相關產業能向已取得頻率的電信事業租用頻率，用於建立私有專用 5G 網路。

DEA 在 3.5 GHz 執照釋照條件規定⁸⁰，取得 3.5 GHz 頻段 3740-3800 MHz 的得標者，於執照效期的前四年對企業和公共機構負有出租義務，使供應商、企業、公共機構和大學等非電信相關產業能向其所在地理區域內取得該頻段的電信事業租用，以建立自有 5G 專用網路。最終由 TT-Net 贏得該 3.5 GHz 頻段的 60MHz，執照附帶有租賃義務。租賃義務賦予移動運營商以外的參與者，如公司、公共機構和大學，有權向 TT-Net 租賃頻率來建立私有 5G 網路。

租用頻率採先到先得原則。若位置相近之企業與公共機構之間無法達成協議，則由最後一位當事人向 DEA 提出申請，以檢查是否還有其他合適的空缺頻率。

租用人資格限制為以建立專用網路為目的之企業或公共機構，不得用於商用通訊網路或商業服務。DEA 並在拍賣文件中提供布建專用網路的「頻率租用制式合約」，制式合約內容包括：

- (1) 出租人和承租人的相關義務、
- (2) 傳輸功率技術條件、

⁸⁰ DEA(2021), Information Memorandum 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction

- (3) 租金計算，付款條件等、
- (4) 承租人重大缺失之合約中止方式。

以下針對出租人及承租人義務，以及承租人技術規範深入探討。丹麥這份制式合約中，明確列出「防止公網與專網相互干擾之技術規範」，且「承租人之租用頻率不得在承租區域之外使用，且不得用於商業提供電子通信網路或服務」，對我國即將開放之專網法規，具有一定的參考價值。

出租人義務：

- (1) 出租人應確保承租人可使用該租用頻率，而無來自出租方使用頻率時產生的不可接受之干擾。
- (2) 出租人應確保來自出租人位於專用網路邊界的公網頻率，其使用規範符合 1.5 公尺天線高度時發射之累計功率通量密度 (PFD) 不超過 $-5 \text{ dBm/m}^2/(5 \text{ MHz})$ 。惟經雙方同意，出租人和承租人可超過上述要求。

承租人義務及技術規範：

- (1) 承租人可按其土地登記之範圍以(達成協議時指定的區域)內之平方公里單位使用該區頻率。承租人可將專用網路的頻率用於專用本身之用途。因此，頻率不得在承租區域之外使用，且不得用於商業提供電子通信網路或服務。
- (2) 承租人應遵守出租人的 3.5 GHz 頻率執照中規定的技術條件，該技術條件更新時亦同。若出租人變更技術條件，應至少提前一年通知，且，出租人收到丹麥能源署對頻率執照條件變更通知時，應立即通知承租人，避免不當延誤。
- (3) 通過對合同的補充，雙方可在對 3410-3800 MHz 頻段和相鄰頻率中其他用戶使用時不造成干擾的前題下商定同步要求。

- (4) 承租人應確保其專網邊界外 500 公尺之累積功率通量密度 (PFD)，在 1.5 公尺高度之累計功率通量密度 (PFD) 不超過 $-5 \text{ dBm/m}^2/(5 \text{ MHz})$ 。如果承租人未敘明如何滿足 PFD 要求，出租人可設置使用特定天線位置的條件、天線系統和功率水平，以確保滿足 PFD 要求。經雙方同意，出租人和承租人可偏離以上要求。
- (5) 若產生與頻率使用之相關干擾，承租人應立即聯繫出租人，如有必要，出租人應聯繫丹麥主管機關 DEA，以確定干擾原因。
- (6) 如果承租人違反第 2 及 3 條義務，出租人應立即要求承租人採取必要措施以確保符合技術要求，避免不當延誤。
- (7) 承租人應在合約日起兩年內開始使用頻率。

3. 透過電桿法推行共桿共站

實體網路方面，丹麥政府於 2003 年制定電桿法 (Masts Act)，促進行動網路涵蓋率，同時限制電桿數量。

依據電桿法第 16 條，持有頻譜執照及相關服務者、全國性廣播或電視服務之經營業者，應於每季向丹麥能源局繳交既有之天線位置和未來二年以上之訊號涵蓋計畫。為增進天線位置之透明度，電桿法要求須提供公開之天線站點資料庫，包含既有天線位置、未來之天線設置規劃、以及每個位置之天線所提供的服務和使用之技術。透過此資料庫，丹麥能源局可就地方機關設立新電桿、或執照持有者之天線設立需求，提供共桿之建議。

如果其他執照持有人計劃在同一地理區域布建天線，則其新建置電桿的申請需滿足主管機關規範電桿總體尺寸的條件，以利於聯合使用。依據規定，電桿、建築、或具有一定高度物之擁有人，當達成共用協議、或允許設立天線系統時，便具備要求基地臺共用費用之資格，DEA 並提供有相關業界協議供新進者參考。

丹麥於 2014 年開始實施強制共站規範，主要規定如下：

- (1) 電桿的所有權人應滿足其他具有頻率執照的網路經營者共用電桿之要求，且；
- (2) 非無線電通信之建築物和其他高層建築電杆的所有權人，應符合以下要求：
 - a) 滿足來自頻率執照行動網路經營者對於「在電桿、建築物或結構上建立天線系統」的請求。
 - b) 只有在技術不可行或基於建築安全理由時得拒絕請求。提出請求的一方負有支付費用之責任，關於付款和共同使用條款並有協議範本。

4. 共用被動式基礎設施

自 2016 年 7 月開始，基於建立高速通信網路之目的，通信網路業者可利用其他網路經營者之被動式基礎設施，例如跨公用事業部門的閒置管線、公用設備等，包含電信、電力、水、暖氣等設備。就共用被動式基礎設施之議題，丹麥能源局也參與如纜線設置法（Cable Laying Act）等法案制定。對於共用被動式基礎設施相關問題，也由丹麥能源局來監理。

使用其他網路經營者之被動式基礎設施，可透過具合理理由之要求獲得許可，包含繳交費用等，業者應以合理的條款（包括價格）授予接取需求。網路經營者可以在目標性、透明性、比例原則等前提下，提出拒絕其他業者共用申請之理由，例如技術相容性、目前剩餘空間是否可配合未來經營計畫、共用之可能風險等。

若需進行被動式實體基礎設施之適用性評估，網路經營者可要求擁有設施之經營者提供相關資訊與進行會勘。經營者提供資訊與進行會勘需基於比例原則、無差別待遇、透明性等前提，包含價格相關之事項。提供資訊與進行會勘亦可因必要之理由而進行限縮，如網路安全性和完整性、國家安全、保密需求、以及營運和商業機密等。

三、電信事業合作相關案例研析

Telia 和 Telenor 於 2012 年以合資企業 TT-Net 展開網路共用合作，兩家業者於合作二年後希望透過合併進一步加強合作，歐盟競爭委員會於 2015 年 4 月對此展開調查，同年 9 月 Telia 和 Telenor 決定撤回合併申請，但兩家公司仍透過共用協議繼續布建與維運網路。

丹麥競爭委員會（Danish Competition Council, DCC）對共用協議提出六點可能造成反競爭行為之擔憂：

- (1) 行動電話與行動寬頻批發市場出現聯合定價之風險提高。
- (2) 為彌補成立合資企業之成本，兩電信業者選擇之費率結構，可能會將固定成本轉化為變動成本，而造成 RAN 之成本結構不同於共用協議前之情況。
- (3) 合作業者可能獲得聯合之頻譜資源，長期而言將顯著超過競爭對手之持有量。
- (4) 合作業者將減少其共同 RAN 內之天線和線桿數量。
- (5) 增加了業者對商業策略之資訊交換多過共同合作所必要之資訊交換風險。

合作業者針對 DCC 提出之前五點擔憂，做出相對應之承諾。DCC 於 2012 年 2 月表示，合作業者已提供足夠之證明顯示共用協議已回應 DCC 所提出之六點擔憂，並提供消費者在提升涵蓋率和技術升級方面的好處。主管機關審理本案之監理政策思維與監理重點完整彙整於本研究第 1 年（109 年度）計畫研究報告⁸¹。

關於 5G 的頻譜運用及網路共用，DEA 在 2021 年 3 月的 5G 拍賣備忘錄中敘明，根據頻率法，網路共用並無需特別規定，業者間進行網路共用不須事先取得 DEA 核准，但也同時指出這並不表示 DEA

⁸¹ 完整內容可參閱 109 年「頻譜運用(提供使用、共用及轉讓)之監管與競爭影響評估機制等相關政策研析委託研究採購案」期末報告 P120-133。

在網路共用的競爭法方面已採取任何立場，關於網路共用所涉及的實體商業競爭議題，則屬於競爭主管機關之管轄範圍。

本次 5G 拍賣備針對電信事業以合資企業參與競標，規定除非事先根據競爭法相關規範獲得核准，否則兩個或多個行動電信事業共同控制下之企業體不得參與競標。

早在 2020 年 3 月，Telenor 和 Telia 公布其已與 Nokia 合作，建置支援 2G 至 5G 之 MOCN 共用網路系統，該網路系統架設於 5G 實驗網路上。Telenor 於 2020 年 11 月開通其 5G 網路。Telia 也在同一個月推出 3.5 GHz 的商用 5G 服務。在北歐國家對於網路共用的共識下，丹麥競爭主管機關對於行之多年 Telenor 和 Telia 以合資公司參與頻譜競標的模式並無任何意見，因此已於參與 5G 競標前順利取得核准，透過其合資企業 TT-Net 參與競標，取得進入 5G 市場的 140MHz 3.5G 頻率及 26GHz 的 600MHz 頻率。目前，Telia 計劃到 2022 年底完成 75%人口的 5G 涵蓋，比法規規定的 2025 年提早三年達標。此外，Telia 也即將在丹麥推出 5G 獨立組網。

第六節 美國

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一)行動通訊市場概況

美國行動通訊市場近期主要發展為聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）刻正辦理 3.45-3.55GHz 頻段拍賣作業，FCC 於 2021 年 10 月 5 日啟動拍賣。本次拍賣代號為第 110 號拍賣（Auction 110），釋出 3.45-3.55GHz 頻段，FCC 共收到 42 件申請參與競價者，並於 2021 年 8 月 18 日公布 42 件申請案審核結果，其中有 26 件完成申請，16 件未完成。成功完成申請之申請者將成為合格競價者，並應於 2021 年 9 月 2 日完成一次性費用之交付。未完成申請之申請人則應就申請案內容進行補正與重新送交申請，並同樣於 2021 年 9 月 2 日完成一次性費用交付。FCC 後續於收到申請人補件申請與一次性費用後，公告得參與競價的合格競價者為 33 家。本次拍賣已於 2021 年 11 月 16 日完成第一階段上升鐘拍賣階段，在原定釋出之 4,060 個區塊中，共有 4,041 個區塊有得標者，第一階段拍賣價金超過 218 億美元，為 FCC 拍賣歷史以來之新高。後續 Auction 110 將進入第二階段位置競價，目前尚待 FCC 更進一步公告第二階段拍賣日期。

除了規劃釋出 3.45-3.55GHz 頻段外，FCC 亦於 2021 年 7 月 23 日公告完成核發第 107 號拍賣（Auction 107）執照，共核發 5,676 張執照給 19 家得標者。FCC 曾於 2021 年 2 月宣布有 21 家得標者，共釋出 5,684 張區塊頻率執照，總得標金達約 811 億 1,686 萬美元，後續於 7 月公告核發執照業者家數則為 19 家，原因為 DISH 公司向 FCC 提起訴願，要求 FCC 不應核發執照給 Cellco Partnership（即 Verizon 集團）與 T-Mobile 兩家成功得標者，FCC 已初步否決 DISH 之訴願，然因訴願案所生要求兩家業者補件之程序尚在辦理中。

在市場發展概況上，FCC 於 2020 年底公告 2020 通訊市場報告（2020 Communications Marketplace Report），臚列美國於 2019 年至

2020 年間行動通訊市場狀態。美國行動通訊市場原市占率第 3 大業者與第 4 大業者 Sprint 及 T-Mobile 已於 2019 年 11 月通過 FCC 審查有條件核准 2 家事業合併，合併案於 2020 年 4 月完成，存續公司為 T-Mobile。現階段美國餘 3 家全國型電信事業，分別為 Verizon、AT&T 以及 T-Mobile，各自擁有之 4G LTE 網路已可涵蓋全國 98% 人口，以及至少 84% 道路範圍。基於 T-Mobile 與 Sprint 申請合併時之相關承諾與條件，DISH 亦承諾布建其自有 5G 行動網路。

不過，DISH 與 AT&T 於 2021 年 7 月宣布簽署策略網路服務協議（Strategic Network Services Agreement），DISH 之 MVNO 用戶，未來將透過 AT&T 網路獲得服務，DISH 零售品牌 Boost Mobile、Ting Mobile 與 Republic Wireless 等用戶除了可接取 DISH 的 5G 網路外，未來尚可接取 AT&T 的無線網路。針對 DISH 提供衛星電視服務的偏遠地區，AT&T 將可提供漫遊服務，以補足 DISH 5G 網路尚未涵蓋之範圍。DISH 承諾其將持續扮演行動市場中第四大全國型業者的角色，並持續布建美國第一個以雲端為基礎之 Open RAN 5G 網路，預期 2023 年達成網路布建涵蓋人口達 70% 之目標。現階段 FCC 與競爭主管機關司法部（Department of Justice, DOJ）並未對 DISH 與 AT&T 之策略網路服務協議表達意見。

除此之外，美國行動通訊市場尚存在許多家區域型設施業者、虛擬行動服務業者（MVNO）、租用行動網路容量提供行動服務之有線電視業者以及衛星行動業者等。

美國行動通訊市場線路數，若依據號碼資源使用/預測數據（Numbering Resource Utilization / Forecast, NRUF），2016 年約有 3.98 億條線路數，逐步成長至 2019 年 4.3 億條線路數，年成長約為 2% 至 3%；若依據電信事業組成之行動通訊與網際網路協會（Cellular Telecommunications and Internet Association, CTIA）統計業者總用戶數，則 2016 年達 3.95 億用戶，2019 年底為 4.42 億用戶，年成長率約為 5%，各年度線路成長趨勢如下圖。

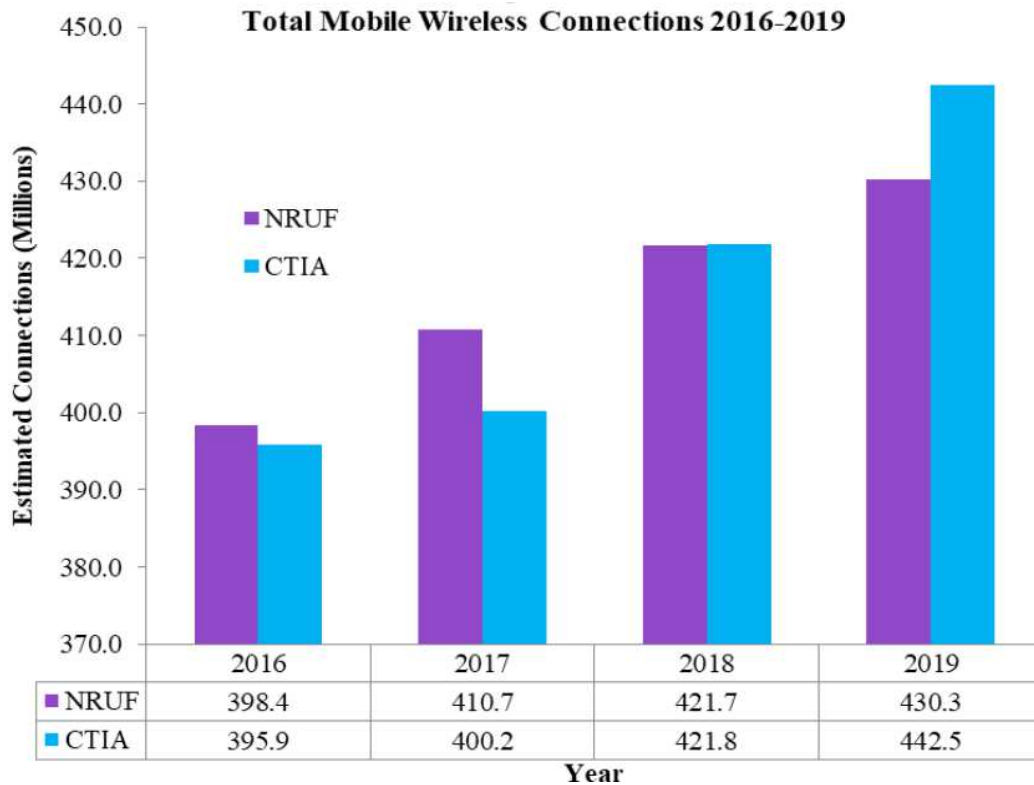


圖 2- 18：美國行動通訊市場線路數與用戶數變化

資料來源：FCC。

根據 FCC 統計 2016 年至 2019 年底服務營收數值，目前 Verizon 於 2019 年底服務營收達 649.79 億美元、AT&T 為 553.31 億美元、T-Mobile 與 Sprint 之服務營收個別為 339.94 億美元與 209.71 億美元，合計為 549.65 億美元，如下表。

表 2- 19：美國行動業者服務營收狀態演進

Service Providers	2016		2017		2018		2019	
	Revenue	Revenue Share	Revenue	Revenue Share	Revenue	Revenue Share	Revenue	Revenue Share
AT&T	59,153	33.3%	57,023	33.0%	54,294	31.7%	55,331	31.6%
Sprint	24,200	13.6%	22,736	13.1%	21,980	12.8%	20,971	12.0%
T-Mobile	27,844	15.7%	30,160	17.4%	31,992	18.7%	33,994	19.4%
Verizon Wireless	66,580	37.5%	63,121	36.5%	63,020	36.8%	64,979	37.1%

資料來源：FCC。

在基礎設施部分，根據 FCC 統計資料，美國行動通訊市場於 2019 年底時，全國型業者如 AT&T、Verizon 與 T-Mobile 等，基地臺布建數量約為 6 萬臺至 8 萬臺左右，CTIA 紀錄總基地臺數達 39 萬臺，如下表。

表 2- 20：美國行動業者基地臺布建數量演進

Cell Sites	2016	2017	2018	2019
AT&T	67,000	70,300	74,500	81,800
Sprint	50,000	50,000	50,000	50,000
T-Mobile	59,417	61,457	64,285	66,319
Verizon Wireless	58,300	61,800	64,000	66,500
U.S. Cellular ¹⁰⁵	6,415	6,460	6,531	6,578
Total by Top Wireless Service Providers	241,132	250,017	259,316	271,197
CTIA Reported Total Cell Sites	308,334	323,448	349,344	395,562

資料來源：FCC。

現階段美國 3 家全國型業者均已商轉 5G 服務，包括 Verizon 於 2018 年 10 月商轉 5G 家用服務、2019 年 4 月商轉 5G 行動服務；AT&T 則於 2018 年 12 月於特定地區小規模商轉 5G 服務，2020 年 3 月以毫米波頻譜向 35 個城市提供 5G 服務；T-Mobile 於 2019 年 7 月於 6 個城市商轉 5G 服務，隨後於 2019 年 12 月開始透過 600MHz 頻段布建 5G 網路。

(二) 頻譜分配概況

由於美國頻譜資源釋出作業，多採區域執照方式，故 FCC 計算持有頻寬時，會依各區域執照內涵蓋之人口數加權調整。因 T-Mobile 與 Sprint 之併購案已於 2020 年 4 月完成，故目前 2 家事業合併後之頻譜資源於 6GHz 以下頻段為最高，如下圖。

Mobile Wireless Provider Spectrum Holdings by Band
Weighted by Population

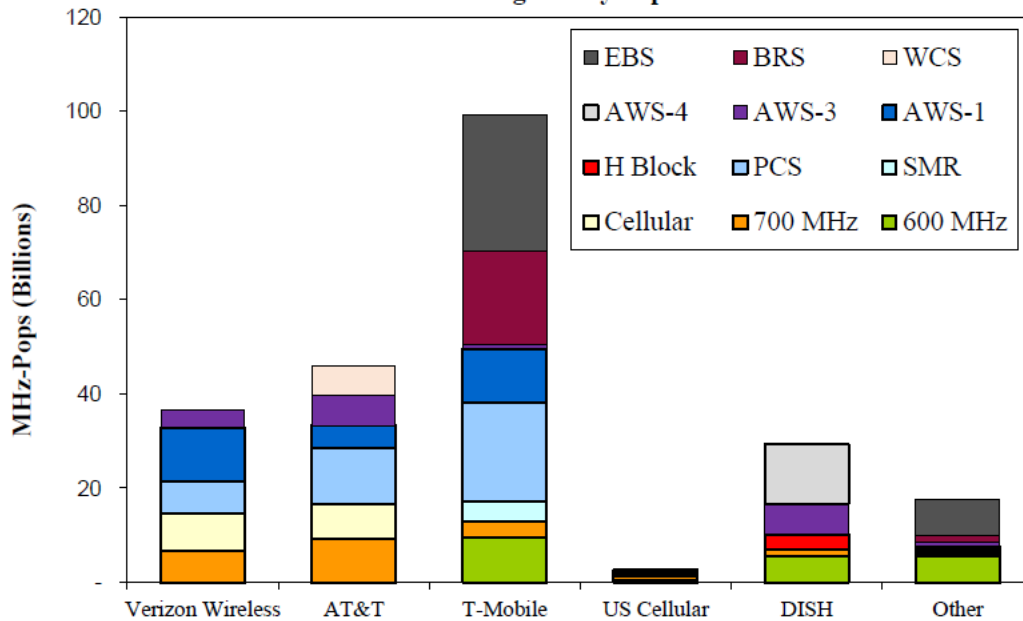


圖 2- 19：美國 6GHz 以下頻譜分布狀態（依人口加權）

資料來源：FCC。

FCC 近年來積極釋出 24GHz 以上毫米波頻段，目前已釋出 24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 以及 47GHz 等 5 個頻段共計 4,950MHz 頻寬，若依區域執照涵蓋人口加權，目前主要以 Verizon 與 AT&T 持有頻譜比例較高，如下表。

表 2- 21：美國毫米波頻譜分布狀態（依人口加權）

	24 GHz	28 GHz	Upper 37 GHz	39 GHz	47 GHz
Spectrum Counted	700	850	1,000	1,400	1,000
AT&T	255	-	4	782	-
DISH	17	28	10	0.4	609
T-Mobile	334	126	-	321	380
US Cellular	27	24	4	27	-
Verizon Wireless	6	610	974	126	-
Other	58	60	6	136	8

資料來源：FCC。

(三)2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

美國全國型行動業者目前已多完成 2G 網路關閉，例如 AT&T 於 2017 年 1 月即關閉 2G 網路，Verizon 於 2020 年底關閉 2G CDMA 網路、Sprint 將於 2021 年底關閉 2G 網路，T-Mobile 則計畫於 2022 年底關閉 2G 網路。

為推動用戶使用 4G 或 5G 服務，目前美國全國型業者如 AT&T、Verizon 與 T-Mobile 等，已初步規劃 3G 網路關閉時程，且不再讓用戶申辦 3G 服務或搭售 3G 手機。例如 Verizon 自 2018 年起就不再販售 3G 手機與方案，並規劃目前使用中之 3G 網路將持續提供至 2022 年 2 月後關閉；AT&T 同樣規劃 3G 網路於 2022 年 2 月關閉，另 T-Mobile 則規劃於 2022 年 1 月關閉 3G 網路。然而，T-Mobile 關閉 3G CDMA 網路的決定，引起另一家電信事業 DISH 之不滿，原因在於 DISH 旗下的 Boost Mobile 品牌用戶多使用 CDMA 網路，DISH 認為 T-Mobile 太晚告知其關閉 3G CDMA 網路之決定，T-Mobile 則認為已善盡告知義務，並指責 DISH 在轉移其用戶的速度過慢。司法部則表達若 3G 網路關閉，用戶使用權益可能受到影響之擔憂，並將持續觀察 2 家業者轉移用戶之速度，必要時將介入處理。

司法部對關閉 Sprint 的 CDMA 網路表達嚴重關切，後續已發函給兩家業者，要求 T-Mobile 與 DISH 採取所有適當措施以減少用戶無網路服務可用之受影響程度。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一)頻率運用法律規範

FCC 對於頻率提供使用之規範，法源依據為聯邦監理規章第 47 篇第 1 章實務與程序之第 X 子章頻譜出租(spectrum leasing)第 1.9001 條至第 1.9080 條，自第 1.9001 條定義頻譜出租目標與範疇，以及列入此規範之頻段。按照 FCC 現行規範，頻譜提供使用型態區分為 2 種，一種為涉及實質控制權轉讓 (*De Facto Transfer*)，在此種態樣

下，承租人有實質控制、管理，以頻譜管理人（spectrum manager）身分直接或間接管理頻譜，擁有法律上對執照的控制權（*de jure* control），且需符合執照規範的義務，此種型態需取得 FCC 核准；另一種則為不涉及實質控制，與頻譜使用相關之權利與義務仍由原執照業者負責，並未移轉至承用人，故無須取得 FCC 核准。

有關頻譜共用部分，目前 FCC 並未開放行動通訊業者共用頻譜，僅有開放不同服務型態共用特定頻段之頻譜共享（Spectrum sharing），FCC 於 3550-3700MHz 頻段建立三層式頻譜共享架構，透過公眾寬頻無線服務（Citizens Broadband Radio Service, CBRS）讓既有聯邦使用者（軍方雷達）與非聯邦使用者（行動通訊）能夠於該頻段共享頻譜資源。

在頻譜轉讓部分，FCC 之法源依據為聯邦監理規章第 47 篇第 1 章實務與程序第 1.948 條規範，明定執照移轉時須向 FCC 申請並獲得批准。

美國的頻譜轉讓制度，最早可追溯自 2003 年發布第一次報告與命令，建立藉由轉讓與出租協議而促進頻譜資源價值之架構，其後於 2004 年 FCC 發布第二次報告與命令，除了規範某些可立即處理之出租型態外，另外尚確立了新的監管概念：私有共用（private commons），讓執照業者能夠透過新興技術將頻譜資源提供給其他個人或團體使用者，增加額外接取頻譜資源之機會。

2003 年之 FCC 管制架構主要在無線通訊服務導入頻譜轉讓制度，減少移轉/指配申請之審查時間。2004 年 FCC 更進一步簡化，針對部分無重大影響公共利益、不涉及外資持有、使用限制、短期或較無競爭疑慮之轉讓型態，以立即處理之流程進行，簡化審查作業。

FCC 透過持續改善、更新其轉讓制度，讓業者能夠簽署動態頻譜轉讓協議，增加制度適應技術發展之可能性。

綜上所述，FCC 發展其頻譜轉讓制度已有近 20 年之時間，故美國相關業者已很熟悉頻譜轉讓相關操作，增進美國頻譜轉讓市場之發展，並增進頻譜資源使用彈性。

(二) 頻率取得上限

FCC 對於頻率取得上限，原先為釋照時設定上限，自 2014 年公告關於頻譜持有政策報告與命令（Policy Regarding Mobile Spectrum Holding Report and Order）後，考量二次交易規範帶來之頻譜轉讓，故修正為依頻率持有上限進行規管，以個案方式檢視頻譜集中程度，並透過頻譜篩審（Spectrum Screen）制度，檢視列入頻譜篩審頻段之頻譜資源集中情形。

2014 年時，FCC 已初步制定列入頻譜篩審之頻段，包括 AWS-4 頻段、HBlock 頻段、AWS-3 頻段、BRS 頻段、EBS 頻段與 600MHz 頻段等，並隨著每次頻譜釋出，決定釋出頻段是否納入頻譜篩審。現階段 FCC 納入頻譜篩審之頻段如下表。

表 2- 22：美國納入頻譜篩審之頻段與頻寬

頻段	頻寬(MHz)	頻段	頻寬(MHz)
600MHz	70	AWS-3	65
700MHz	70	AWS-4	40
Cellular	50	H Block	10
SMR	14	WCS	20
Broadband PCS	130	BRS	67.5
AWS-1	90	EBS	116.5
合計：743			

資料來源：FCC。

至於毫米波頻譜部分，FCC 總計於 24GHz、28GHz、37GHz、39GHz 以及 47GHz 等 5 個頻段共計 4,950MHz 頻寬，於拍賣釋照時不設上限，而設定業者於二次交易後可持有頻寬之門檻為 1,850MHz，約為毫米波頻段釋出總頻寬之 37%。

FCC 認為，以個案審查方式，檢視各頻段之頻譜持有情況，讓業者於競價時能有更多彈性取得所需頻譜資源，較有利於頻譜資源之使用效率並確保頻率釋出能滿足市場需求。例如 FCC 近期釋出 3.7GHz

頻段時，即採取不設定事前上限的做法。然而，FCC 會依照該次釋出頻段之特性，決定是否設定上限。例如於 2021 年 10 月啟動之 3.45-3.55GHz 頻段，FCC 最初於草案對公眾諮詢階段，原先打算比照其他近期釋出頻段作法，以個案審查方式檢視頻段持有上限，惟收到各界意見後，考量促進頻譜使用、帶動創新與實現數位經濟等因素後，FCC 決議對 3.45-3.55GHz 頻段設定上限為 40MHz。

儘管 FCC 對於 3.45-3.55GHz 頻段採取設定上限之作法，然而美國部分電信事業仍認為原先 FCC 採取頻譜篩審制度之作法，並未充分反映 5G 頻段之集中情形。因此，AT&T 於 110 年 9 月 1 日向 FCC 提交訴願，建議 FCC 應建立中頻段頻譜篩審（Mid-band spectrum screen），適用 2.5GHz 至 6GHz 頻段，並限制單一電信事業於此中頻段之總持有頻寬不得超過三分之一。⁸²目前 FCC 尚未回覆對該訴願之看法與決議，惟從 FCC 已對 3.45-3.55GHz 設定上限之作法顯示，FCC 已有注意到美國 5G 中頻段是否存在過度集中之風險。

由 FCC 規管 3.45-3.55GHz 頻段取得上限之作法，可以觀察到美國電信事業希望於取得頻譜資源前，即建立對應之頻譜篩審制度。不過，美國之所以建立頻譜篩審制度，主要原因在於美國分區執照之特性，以及地區型電信事業可藉成熟之頻譜交易制度取得所需頻譜資源，透過篩審制度保留電信事業取得更大連續頻寬之空間，以個案方式檢視頻譜是否過度集中；然而我國目前行動通訊執照多採全區執照方式釋出，我國監管環境較偏好採取事前明確設定管制上限的作法，以利業者遵循。因此，本研究初步分析認為，美國之頻譜篩審制度在我國可透過無線電使用管理辦法第 12 條之實際可使用頻寬規範進行管理。

⁸² AT&T (2021), Petition for rulemaking to establish a mid-band spectrum screen, <https://ecfsapi.fcc.gov/file/10901090717973/Spectrum%20Agg%20Pet%20final.pdf>

(三) 網路共用法律規範

FCC 對於網路共用採允許且促進網路布建之監理思維，例如 2014 年 10 月發布改善無線設施站臺政策以加速寬頻布建之報告與命令（Acceleration of Broadband Deployment by improving Wireless Facilities Siting Policies: Report and Order），透過改善公共路權等方式加速網路布建。由於 FCC 採取鼓勵第三方站臺布建網路而後提供服務之監理思維，故目前美國有許多第三方中立服務業者興起，例如 American Tower、Crown Castle 與 SBA Communications 等為前三大提供基礎設施中立服務之業者。依據 FCC 估算資料，目前三家業者的電桿設備已達 97,554 座，設立基礎設施後，再提供網路共用給有需要的電信事業。

三、電信事業合作相關案例研析

(一) 個案申請時之市場概況

1. 個案申請時之市場概況

本年度美國較顯著之電信事業合作案例，為前述提及之 DISH 與 AT&T 於 2021 年 7 月簽署之策略網路服務協議（Strategic Network Services Agreement）。美國行動通訊市場現階段有 3 家全國型電信事業，分別為 Verizon、AT&T 與 T-Mobile，其中 T-Mobile 與 Sprint 之併購案於 2019 年獲得 FCC 與司法部核准通過，故使市場上由原先 4 家全國型電信事業變化為 3 家。原先第 5 大電信事業 DISH 則被主管機關期待能於網路布建範圍擴大後，成為第 4 大全國型電信事業。

2. 個案合作型態

在本件電信事業合作案例中，DISH 與 AT&T 簽署為期十年合作協議，AT&T 成為 DISH MVNO 用戶之主要網路服務合作夥伴，DISH 則向 AT&T 支付 10 年 50 億美元之批發費用。本合作案主要核心為 DISH 將擴大接取 AT&T 無線網路之範圍，降低其 MVNO 用戶使用 T-Mobile 網路之依賴程度，並使 DISH 於其 5G 網路布建完整前，得先接取或以漫遊方式使用 AT&T 之 5G 網路。

對 AT&T 而言，其則著眼於在 DISH 尚未布建網路之區域，得先使用 DISH 之 5G 頻譜資源，擴大可使用頻寬，同時也藉由向 DISH 出借網路之機會，間接打擊競爭對手 T-Mobile 之批發服務營收，並提高其投資光纖與無線網路基礎設施之效益。

因此，本案合作型態涉及多種態樣，網路服務協議內容包含 MVNO 接取、漫遊服務、網路共用與頻率提供使用等，非僅為單一型態之合作模式。

3. 個案合作範圍

本案合作範圍包含以下內容：

- 網路服務協議
 - MVNO 接取：DISH 之 MVNO 用戶，於無法接取 DISH 5G 網路之區域，得接取 AT&T 之無線網路。
 - 漫遊服務：DISH 之 5G 用戶，所在區域無 DISH 之 5G 網路時，得漫遊 AT&T 之無線網路。
- 頻率提供使用
AT&T 於 DISH 未布建網路之區域，得使用 DISH 閒置之 700MHz 與 12GHz 頻譜資源。

綜整前述合作型態，可將本案合作態樣繪製概念圖如下。

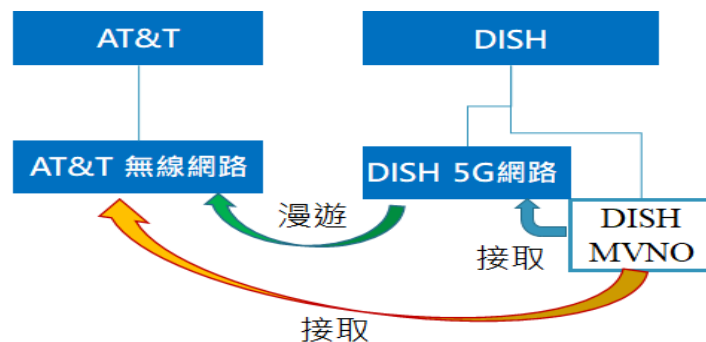


圖 2-20：美國 DISH 與 AT&T 合作協議架構

資料來源：本研究繪製。

(二)主管機關監管政策思維與重點

由於本件合作案例於 2021 年 7 月方對外公告，故現階段 FCC 與競爭主管機關司法部並未對 DISH 與 AT&T 之策略網路服務協議表達意見。

本研究初步蒐集市場各界見解，部分分析認為此一合作案可能對競爭帶來負面影響，原因包括以下：

- 削弱競爭業者 T-Mobile 之營收：DISH 向 AT&T 支付 50 億批發費用（10 年），而原先 DISH 主要網路服務合作業者為 T-Mobile，故此協議將使 T-Mobile 損失近 25 億美元之批發服務營收，間接削弱 T-Mobile 競爭能力。
- 增加對合作業者 AT&T 之依賴程度：DISH 於完成 5G 網路布建前，將高度依賴 AT&T 之無線網路，存在喪失獨立經營能力之風險。
- AT&T 取得 DISH 閒置頻譜：DISH 未布建網路之區域，其 700MHz 與 12GHz 將可供 AT&T 使用，有必要更進一步檢視是否導致頻譜資源過度集中。

雖然主管機關並未對本案表達看法，惟部分市場意見指出，本案對美國行動通訊市場存在不利競爭之因素，可能導致司法部決定介入，建議未來主管機關可持續觀察 FCC 與司法部之政策意見與發展。

第七節 新加坡

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一)行動通訊市場概況

新加坡行動通訊市場呈現高度飽和狀態，2020 年 6 月行動通訊市場之總用戶數達到 860 萬戶，其中 4G 行動通訊用戶數達 788 萬戶（占 91.6%），人口普及率（Mobile Population Penetration Rate）達到 157.7%，為高度飽和市場（見下圖）⁸³。

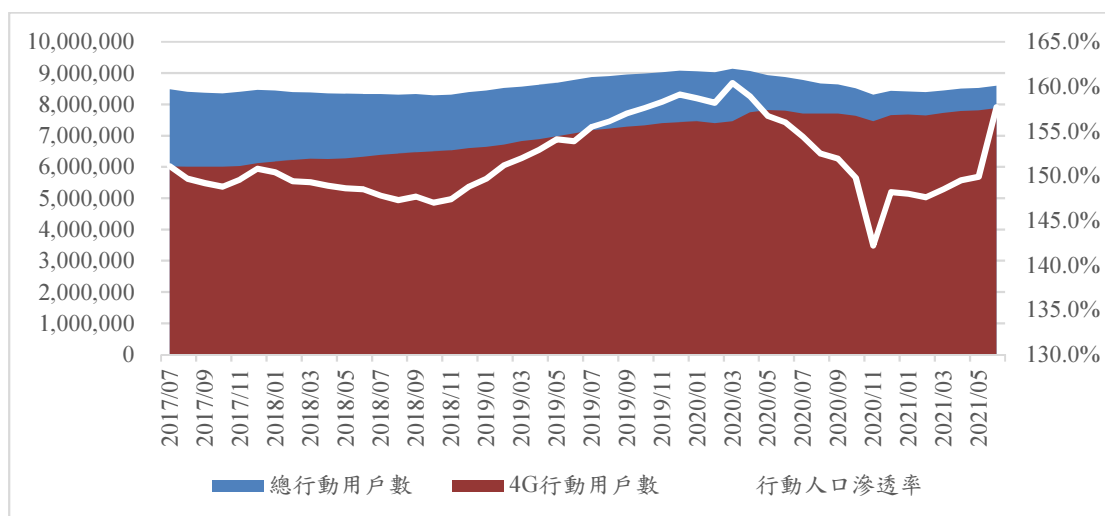


圖 2-21：新加坡行動通訊市場概況

註：統計時間為 2021 年 10 月。

資料來源：IMDA (2021)。

過去新加坡行動通訊市場由 Singtel、StarHub 與 M1 limited 瓜分市場，2019 年 Singtel 市占率最高(49.9%)，其次為 StarHub(25.9%)，M1 limited 再次之(23.3%)⁸⁴，雖然 TPG 於 2016 年獲配 900MHz 頻段與 2.3GHz 頻段，並提供行動通訊服務，但直至 2019 年 12 月才開始提供 4G 免費試用服務，2020 年 3 月首次推出每月新加坡幣 10 元

⁸³ IMDA (2021), Statistics on Telecom Services, <https://www.imda.gov.sg/infocomm-media-landscape/research-and-statistics/telecommunications/statistics-on-telecom-services>

⁸⁴ DBS (2020), Singapore Industry Focus: Telecom Sector, https://www.dbs.com/aics/templatedata/article/generic/data/en/GR/122020/201211_insights_sg_telecom.xml#

可使用 50GB 數據用量之行動方案，該方案同時提供特定國家 1GB 免收費之漫遊服務。

針對 5G 服務，StarHub 於 2020 年 8 月率先提供以非獨立組網 5G 網路之試用服務，其後為 SingTel（2020 年 9 月）、M1（2020 年 9 月）。TPG 為唯一一家未獲配 3.5GHz 頻率之 MNO，雖然 IMDA 要求獲配 3.5GHz 頻段業者需提供 5G 容量批發予未獲配頻率之 MNO 與 MVNO，但 TPG 目前仍未於新加坡推出 5G 服務。

由於 IMDA 於核配 5G 頻譜時即要求獲配之 MNO 需以獨立組網方式布建 5G 網路，故各家業者刻正積極布建網路，以符合 IMDA 要求在 2022 年底之前涵蓋新加坡至少一半的地區；2025 年底之前擴大到全國。Singtel 已在新加坡布建 5G 獨立組網超過 1,000 座基地臺，並於 2021 年 5 月 25 日首度推出 5G 行動通訊服務，另一方面 StarHub 與 M1 亦積極規劃布建 5G 獨立組網。

(二) 頻譜分配概況

新加坡資訊通信媒體發展局（Infocomm Media Development Authority, IMDA）依「電信法」第 5 條與第 5A 條之規定，核發電信系統與服務建置執照，以及頻譜使用執照。根據 IMDA 製作之「頻譜管理手冊」（Spectrum Management Handbook⁸⁵）將頻譜應用區分為公眾行動通信服務、專用地面行動通訊服務、地面固定服務、廣播、短距無線電設備和暫時使用無線電頻率。其中，公眾行動通信服務使用之頻譜資源包括低頻段之 700MHz⁸⁶ 與 900MHz，以及中頻段的 1800MHz、1900MHz、2.1GHz、2.3GHz、2.5GHz、3.5GHz 頻段與 26/28GHz 毫米波頻段。

⁸⁵ IMDA (2021), Spectrum Management Handbook, <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Frameworks-and-Policies/Spectrum-Management-and-Coordination/SpectrumMgmtHB.pdf?la=en>

⁸⁶ IMDA 尚未釋出 700MHz。

過往 2G、3G 與 4G 頻譜皆以拍賣方式釋出，但用於 5G 技術之 3.5GHz 頻段與 26/28GHz 毫米波頻段則改以審議制進行核配。目前新加坡頻譜資源分配狀況，就低頻段而言，Singtel 與 TPG 持有比率較高，皆為 33.3%；中頻段則由 Singtel 之頻譜持有比例最高（37.7%），其次 M1 與 StarHub 持有量相當（超過 20%），TPG 僅 7.3%；毫米波頻段頻譜持有比例皆相同。

表 2- 23：新加坡行動通訊頻譜指配現況

項目		Singtel Mobile	M1 Limited	StarHub Mobile	TPG Telecom	總頻寬
低頻段	900MHz	2x10	2x5	2x5	2x10	60
	小計	20 (33.3%)	10 (16.7%)	10 (16.7%)	20 (33.3%)	60
中頻段	1800MHz	2x30	2x20	2x25	-	150
	1900MHz	5	5	5.1	-	15.1
	2100MHz	2x20	2x19.8	2x19.9	-	119.4
	2.3GHz	-	-	-	40	40
	2.5GHz	2x20 and 15	2x20	2x20 and 20	10	165
	3.5GHz	100	JV Co : 100		-	200
	小計	260 (37.7%)	174.6 ^{#1} (25.3%)	204.9 ^{#1} (29.7%)	50 (7.3%)	689.5
中低頻段總計		280 (37.4%)	184.6 (24.6%)	214.9 (28.7%)	70 (9.3%)	749.5
毫米波頻段	26/28GHz	800	800	800	800	3,200
	小計	800 (25%)	800 (25%)	800 (25%)	800 (25%)	3,200
總計		1,080 (27.3%)	984.6 (24.9%)	1,014.9 (25.7%)	870 (22.0%)	3,949.5

註：1.IMDA 將 3.5GHz 頻段 100MHz 共同核配予由 M1 Limited 與 StarHub Mobile 使用，本研究暫以 M1 Limited 與 StarHub Mobile 各占 50%計算頻譜持有數量。

2.頻譜持有數量單位為 MHz。

3.統計時間為 2021 年 8 月。

資料來源：IMDA。

由於 2.1 GHz 頻段將於今年(2021 年)12 月 31 日屆期，故 IMDA 於 7 月 26 日公告該頻段後續釋出供 5G 使用之政策諮詢文件⁸⁷，並於

⁸⁷ IMDA (2021), Next wave of 5G growth & deployment in Singapore: policy issues & proposed regulatory design for 2.1 GHz band, <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and-Licensing/Regulations/Consultations/2021/Next-Wave-of-5G-Growth-and-Deployment-in->

9月23日公告「新加坡下一波 5G 成長和布建：2.1 GHz 頻段之政策議題與監理設計」（Next wave of 5G growth & deployment in Singapore: policy issues & regulatory design for 2.1 GHz band）決議文件⁸⁸。在首波 5G 頻譜釋出（3.5 GHz 頻段）時，IMDA 以確保全國擁有 2 套 5G SA 獨立網路為政策目標，以採審議制釋出頻率。如今，IMDA 將 2.1 GHz 視為 5G 之補充頻段，有助於擴大網路涵蓋與容量，其認為應由既有 MNO 自行決定取得頻譜資源之數量與取得價格，故決定改採拍賣方式釋出頻率。以下概述 2.1 GHz 頻段後續釋照之規劃：

i. 頻率用途：

- (1) 作為 5G 之補充頻段，故主要供 5G 布建 SA 網路之用。
- (2) 由於頻段為 3G 網路之重要頻段，考量新加坡 3G 用戶仍有 70 萬用戶數量（佔行動通訊總用戶數的 8%）、超過 150 萬終端設備使用，以及入境漫遊亦使用 3G 服務，整體而言 3G 服務仍具需求。經由 IMDA 評估，單一 MNO 可以 2.1 GHz 之 2x5MHz 加上 900 MHz 之 2x5MHz 即可提供 3G 服務，因此規劃既有提供 3G 服務之 MNO 可獲得 2.1 GHz 共計 2x5MHz 之頻譜取得優先權。前項 2x5MHz 頻寬稱之為 First-Right-of-Refusal 頻塊（簡稱 FROR 頻塊），惟一旦 3G 網路關閉，在 IMDA 核准下，方可升級為 5G 之用。
- (3) 考量已有 MNO 將 2.1 GHz 頻段用於區域性之 4G 網路，在不影響 3G 與 5G 服務品質之前提下，仍可供 4G 網路之用，但不得進一步擴大使用範圍。

Singapore/21-GHz-Public-Consultation-Document.pdf?la=en&hash=871CDE093D95FA731129030985E8DECD

⁸⁸ IMDA (2021), Next wave of 5G growth & deployment in Singapore: policy issues & regulatory design for 2.1 GHz band, <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and-Licensing/Regulations/Consultations/2021/Next-Wave-of-5G-Growth-and-Deployment-in-Singapore/IMDA-Decision--21-GHz-Policy-and-Regulatory-Framework.pdf?la=en&hash=F6858B0C7251B64AFF5E3B95688C47ED>

- ii. **釋出頻寬**：共計 2x60 MHz，5MHz 為一個頻塊 (lot) 單位。釋出頻率範圍為 1920-1980 MHz/ 2110-2170 MHz。
- iii. **執照效期**：15 年 (自 2022 年 1 月 1 日起)。
- iv. **釋出對象**：限既有 MNO 可參與競標。雖然 StarHub 與 M1 在 3.5GHz 頻段採行合作策略，並共同取得 100MHz 頻寬，但本次釋照若決定各自單獨參與競標，則必須承諾單獨自建無線電接取網路 (radio access network, RAN)，不可由其合資企業 Antina 共建 RAN。反之，若 StarHub 與 M1 仍以集團 (合資企業) 名義參與競標，則可由 Antina 共建 RAN。但須特別注意的是：
 - (1) 由於 Antina 不具 MNO 之資格，最終頻率核配對象為其母公司，即 StarHub 與 M1。
 - (2) IMDA 核配予集團之頻率為總數，實際頻率分配狀況由業者自行協商⁸⁹。
- v. **批發服務提供義務**：取得 2.1 GHz 頻率之 MNO 具提供批發服務予其他 MNO 或 MVNO 之義務。
- vi. **底價設定**：供 5G 使用之頻率每一頻塊底價為 1,200 萬新加坡幣；考量供 3G 使用之 FROR 頻塊價值不與 5G 相同，故另外設定底價為 300 萬新加坡幣。但若得標者未來將 FROR 頻塊當升級為 5G 之用時，應以其剩餘年限採直線攤提方式，補繳得標標金之價差。
- vii. **拍賣規劃**：採價格鐘拍賣 (Clock Plus Auction, CPA) 方式競價，分為以下三個拍賣階段進行：

⁸⁹ IMDA (2021), Auction of 2.1 GHz spectrum right (2022) for 5G standalone (SA) network architecture: Clarifications to auction rules, https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Frameworks-and-Policies/Spectrum-Management-and-Coordination/2-1-GHZ-Auction/Clarifications-to-Auction-Rules_240921.pdf?la=en&hash=90B02F0C02EE196706ED9061181D7D71

(1) **初始報價階段 (Initial Offer stage)**：由競標者提出欲取得之頻塊數量，當需求大於供給時，則進入**數量競標階段**；當需求等於或小於供給時，競標者需支付需求數量的底價，而後進入頻率實際使用的**位置指派階段**。

(2) **數量競標階段 (Quantity stage)**：

1. 每一回合由競標者提供頻塊需求，當需求大於供給時進入下一回合。每回合的價格上漲幅度由 IMDA 決定。
2. **頻寬上限**：本階段單一競標者可取得頻寬上限為 5 個頻塊（即 $5 \times 5 \text{ MHz} = 25 \text{ MHz}$ ，含 FROR 頻塊），佔總釋出頻寬的 41.7%。
3. 考量競標者若僅取得 1 或 2 個頻塊無法達成 5G SA 網路布建之成本效益，IMDA 得拒絕進行頻率分配。惟，未分配之頻率不利於頻譜使用效率，故將進行**第二階段數量競標**。

(3) **第二階段數量競標階段 (Quantity stage II)**：

- A. 得參與本階段數量競標者必須是在**數量競標階段**取得頻率數量之競標者。
- B. **頻寬上限**：本階段單一競標者可取得頻寬上限為 6 個頻塊（即 $6 \times 5 \text{ MHz} = 30 \text{ MHz}$ ，含 FROR 頻塊），佔總釋出頻寬的 50%。

(4) **位置指派階段 (Assignment stage)**：提供頻率位置協商之機會，若競標者無法達成共識，則採一次性密封標的方式決定各得標者實際取得的頻率範圍。

IMDA 於 2021 年 11 月 10 日公告得參與 2.1 GHz 頻段頻率競標之廠商包括 Singtel、TPG，以及由 StarHub 與 M1 共同組成的集團，

共三組廠商⁹⁰。初始報價階段於 11 月 17 日結束，因競標者提出總頻塊需求 (2x70MHz) 大於總供給 (2x60MHz)，故進入數量競標階段。前項數量競標階段於 11 月 23 日開始，11 月 24 日結束，由 Singtel 與 StarHub/M1 共同組成的集團分別標得最多頻塊。其中，Sintel 標得 2x25MHz (含 2x5MHz 的 FROR 頻塊)，實際可供 5G 使用之頻塊為 2x20MHz；StarHub/M1 共同組成的集團標得 2x25MHz (含兩家電信事業各取得的 2x5MHz 的 FROR 頻塊)，即實際可供 5G 使用之頻塊為 2x10MHz。TPG 標得 2x10MHz，僅獲得 2 個頻塊。根據釋照規劃規劃，IMDA 有權拒絕針對 TPG 進行頻率分配，惟截至期末報告完成之日期前，IMDA 尚未說明其決議，以及後續之位置指派。

(三)2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

隨著行動通訊技術的演進，新加坡 2015 年 3 月之 3G 與 4G 用戶數占總用戶數比例已高達 97%，2G 用戶數則一路下跌至僅剩 3% (參見下圖⁹¹)。為更有效率使用頻譜資源與降低網路布建與維運成本，新加坡 3 家 MNO (包括 Singtel、StarHub 與 M1) 皆希望可以關閉 2G 網路。然而，新加坡頻譜分配採限定使用之行動通訊技術 (即非採技術中立)，故 MNO 需獲得 IMDA 許可方能停止 2G 服務，並將該頻譜用於其他技術服務。

⁹⁰ IMDA (2021), Auction of 2.1 GHz spectrum rights (2022) for 5G, <https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management-and-coordination/spectrum-rights-auctions-and-assignment/Auction-of-2-1-GHz-Spectrum-Rights-2022-for-5G>

⁹¹ IMDA (2015), MNOs to close 2G networks from 1 April 2017, https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Inner/About-Us/Newsroom/Media-Releases/2015/0615_MNOs/AnnexA.pdf?la=en

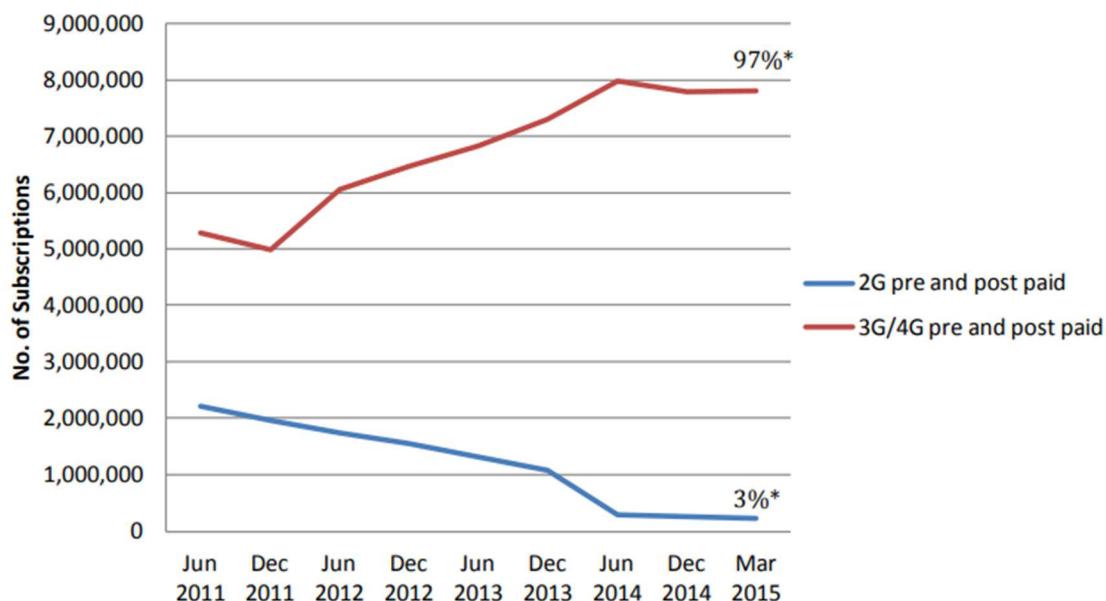


圖 2- 22：新加坡行動通訊市場 2G、3G 與 4G 用戶數演進

註：統計時間為 2015 年。

資料來源：IMDA。

由於新加坡 2G 頻譜屆期日為 2017 年 3 月 31 日，故 MNO 認為其為關閉 2G 網路之適當時點。IMDA 考量下列因素後⁹²，於 2015 年 6 月 15 日公告核准 MNO 自 2017 年 4 月 1 日起關閉 2G 網路。

1. 消費者快速轉換至 3G 和 4G 技術：2G 用戶數由 2011 年之 200 萬戶穩定下降至 2015 年的 25 萬戶(占總用戶數之 3%)。
2. 3G 和 4G 網路涵蓋範圍廣：2015 年 3 家 MNO 之全國性 3G 網路涵蓋達 99%、戶外 4G 網路涵蓋達 98%。
3. 國際趨勢：2015 年日本、韓國、澳洲和美國之 MNO 已宣布或關閉 2G 網路。
4. 藉由重新核配 2G 頻譜作為 3G 和 4G 技術之用，可更有效率的使用頻譜資源。
5. 部分 2G 網路元件已過時且缺乏供應商支持。
6. 許多 2G 用戶並不瞭解其行動服務所使用之技術。

⁹² GSMA (2020), Legacy mobile network rationalisation: Experiences of 2G and 3G migrations in Aisa-Pacific, <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2020/06/Legacy-mobile-network-rationalisation.pdf>

為使關閉 2G 網路過程更加平順，MNO 與 IMDA 共同參與宣導。此外，3 家 MNO 同意同時關閉網路，並於 4 日內完成。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一) 頻率運用法律規範

1. 頻率提供使用與轉讓

根據「電信（無線通訊）規則」第 13 條之規定，允許頻譜執照持有人將其全部或一部之頻譜，指派或交易予第三人使用。交易之雙方必須提交申請及交易相關資訊供 IMDA 審核，取得 IMDA 書面核准之，交易方可生效。

2. 頻率共用

根據新加坡「電信（無線通訊）規則」(Telecommunications(Radio-Communication) Regulations) 第 12 條之規定，允許頻譜共用。頻譜執照持有人在取得 IMDA 事前書面核准之情況下，且依 IMDA 訂定之條件，於符合該執照條件下授權他人共用頻譜資源。前述使用目的限於電臺（頻譜）執照、網路（頻譜）執照或電臺（頻譜）類別執照。獲授權頻譜共用之業者，應遵守「電信法」、「電信（無線通訊）規則」及其他 IMDA 之要求。根據 IMDA 於 2019 年 10 月公告之「5G 行動服務與網路決議文件」（Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Service and Network⁹³），IMDA 鼓勵電信事業合作以加速 5G 建設，但需遵守網路彈性⁹⁴與安全之要求。

⁹³ IMDA (2019), Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Service and Network, <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en>

⁹⁴ IMDA 所稱之網路彈性係指為避免電信服務中斷，而應採取之積極措施，如投資並提高網路彈性等，同時設定違反規範之罰則。

(二) 頻率取得上限

過往新加坡皆採拍賣方式釋出頻譜，並於每次釋照時設有單一事業頻譜取得之上限，以避免頻譜過度集中。此外，在釋出 4G 頻譜時，市場業者只有 3 家，IMDA 設有保留頻塊 (set-aside) 以導入新進業者，促進市場競爭。惟，考量 5G 技術特性，為提供連續且大頻寬之頻譜資源，IMDA 改採審議方式釋出 5G 頻譜資源。考量可釋出之頻譜資源有限，且 5G 發展初期應用案例尚不明確，故 IMDA 僅會核配予既有 MNO。IMDA 設計兩套組合執照核配給二家既有 MNO，獲配業者將可取得 3.5GHz 頻段之 100MHz 頻寬，再加上 26/28GHz 毫米波頻段之 800MHz 頻寬，以確保新加坡擁有二套全國型的 5G 網路。對於未取得組合執照之既有 MNO，則各獲得 26/28GHz 毫米波頻段之 800MHz 頻寬。主管機關之設計讓新加坡既有 4 家 MNO 皆可獲配 5G 頻譜。

在最近公告的 2.1GHz 頻譜釋出規則中，設定兩種頻寬上限：數量競標階段，單一競標者可取得頻寬上限為 5 個頻塊 (即 $5 \times 5 \text{ MHz} = 25 \text{ MHz}$ ，含 FROR 頻塊)，佔總釋出頻寬的 41.7%；第二階段數量競標階段，單一競標者可取得頻寬上限為 6 個頻塊 (即 $6 \times 5 \text{ MHz} = 30 \text{ MHz}$ ，含 FROR 頻塊)，佔總釋出頻寬的 50%。下表為新加坡近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定。

表 2- 24：新加坡近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定

釋出時間	使用技術	頻段(釋出總量)	市場 MNO 家數	頻譜上限規範(%)	得標業者家數
2013/6	4G	1800MHz(2x75MHz) 2.5GHz(2x60MHz) *新進業者保留頻寬： 2.5GHz 頻段 (2x20MHz)	3	<ul style="list-style-type: none"> • 無新進業者：2x55MHz(41%) • 至少一家新進業者：2x45MHz(33%) • 1800MHz 頻段：2x30MHz(22%) 	3
2017	4G	700MHz(2x45MHz) 900MHz(2x30MHz) 2.3GHz(40MHz) 2.5GHz(45MHz)	3	<ul style="list-style-type: none"> • 無新進業者：700MHz 頻段為 2x20MHz、900MHz 頻段為 2x15MHz、合計 2.3GHz 	4

釋出時間	使用技術	頻段(釋出總量)	市場MNO家數	頻譜上限規範(%)	得標業者家數
		*新進業者保留頻寬： 900 MHz 頻段 (2x10 MHz)、2.3 GHz TDD (40 MHz)		和 2.5GHz 為 45MHz、總持有上限為 100MHz(43%) •有新進業者：700MHz 頻段為 2x20MHz、900MHz 頻段為 2x10MHz、總持有上限為 75MHz(32%)	
2020 (審議制)	5G	3.5GHz(200MHz) 26/28GHz(3,200 MHz)	4	-	• 3.5GHz 頻段：2 ^{註1} • 26/28GHz 頻段：4
2021(已公告拍賣規則)	5G	2.1GHz(2x60MHz)	4	• 數量競標階段：5x5 MHz(41.7%) • 第二階段數量競標階段：6x5 MHz(50%)。	(尚未拍賣)

註：1.3.5GHz 頻段由 SingTel 與 StarHub 合資成立之企業各取得 100MHz。

2.統計時間為 2021 年。

資料來源：IMDA，本研究整理。

(三) 網路共用法律規範

IMDA 於 2019 年 10 月公告之「5G 行動服務與網路決議文件」，針對網路布建義務提出包括：(1)於取得 3.5GHz 頻段使用權的 24 個月內，提供 5G 獨立組網網路涵蓋範圍超過 50%；(2)於取得毫米波頻譜使用權的 12 個月內，啟用毫米波頻譜資源；(3)設計且布建符合 IMDA 監理規範之高可靠且可信任 5G 網路。然而，考量 5G 頻譜使用特性，IMDA 鼓勵 MNO 之間的網路共用，以實現更具成本效益的網路布建。IMDA 歡迎業者提出有關新加坡 5G 網路共用模式，透過技術試驗以確定共用模式之可行性。

三、電信事業合作相關案例研析

新加坡電信事業 StarHub 與 M1 為取得 5G 頻譜執照，於 2020 年 1 月簽署合作並共同競標 5G 頻譜執照協議。雙方以出資比例 50%與 50%共同成立合資企業 Antina，提交 5G 提案至 IMDA，並獲配 3.5GHz 與 26/28GHz 毫米波頻段之頻譜資源。Antina 負責建置並營運 5G 無線電接取網路，並提供批發服務予兩家母公司，使母公司可各自提供 5G 服務，但 Antina 將分別租用母公司之傳輸服務，以連接 5G 核心網路。母公司負責建置各自 5G 核心網路，以及其他傳輸元件⁹⁵。

另一方面，M1 於 2021 年 4 月 28 日與其母公司旗下之子公司 Keppel DC REIT 發表聯合聲明⁹⁶，將由 M1 成立新的特殊目的機構（Special Purpose Vehicle，簡稱 SPV），由 SPV 收購 M1 之行動、固定和光纖等網路資產。本項協議內容如下：

1. M1 成立 SPV，再由 SPV 以大約新幣 5.8 億元收購 M1 之網路資產。
2. SPV 收購 M1 網路資產之資金來源有二：(1)對外融資新幣 4.93 億元；(2) Keppel DC REIT 以新幣 8,700 萬元購入 SPV 發行的公司債與特別股。
3. M1 持有 SPV 100%之普通股。規劃雙方簽訂 15 年期的網路服務協議，M1 除了由 SPV 獲得網路容量，並負責經營與維護網路資產。
4. M1 與 Keppel DC REIT 將取得 SPV 相同董事會代表權。

⁹⁵ IMDA (2020), Licence to Provide Facilities-Based Operations Granted by The Info-Communications Media Development Authority to Antina Pte. LTD. Under Section 5 of The Telecommunications Act (Chapter323), <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Licensing/Licensees/FBO/Antina.pdf?la=en>

⁹⁶ Keppel DC REIT (2021), M1 and Keppel DC REIT sign non-binding term sheet for proposed investment in M1 network assets, <https://www.keppeldcreit.com/en/news-item.aspx?sid=64&aid=9795&title=m1-and-keppel-dc-reit-sign-non-binding-term-sheet-for-proposed-investment-in-m1-network-assets>

透過本協議將可使 M1 獲得更多資金，並投資於其他具成長動能之計畫。然而，此項協議並非最終版本，仍需經由股東、相關監理機關核准。

在最新的 5G 頻譜釋出規劃中，StarHub 與 M1 再度合作，針對 2.1 GHz 頻率釋出計畫中，共組團隊參與競標，即由合資企業 Antina 提交 5G 提案，並取得頻率競標資格。

第八節 日本

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一) 行動通訊市場概況

根據總務省 2021 年 9 月份公告資料⁹⁷，2021 年第二季日本行動通訊契約數達到 1 億 9610 萬份，與去年同期相比成長約 4.9%。其中 3G、4GLTE 契約數略微下跌，5G 契約數約 2,244 萬份，占比仍低但成長快速（較前一季成長約 58.2%）。

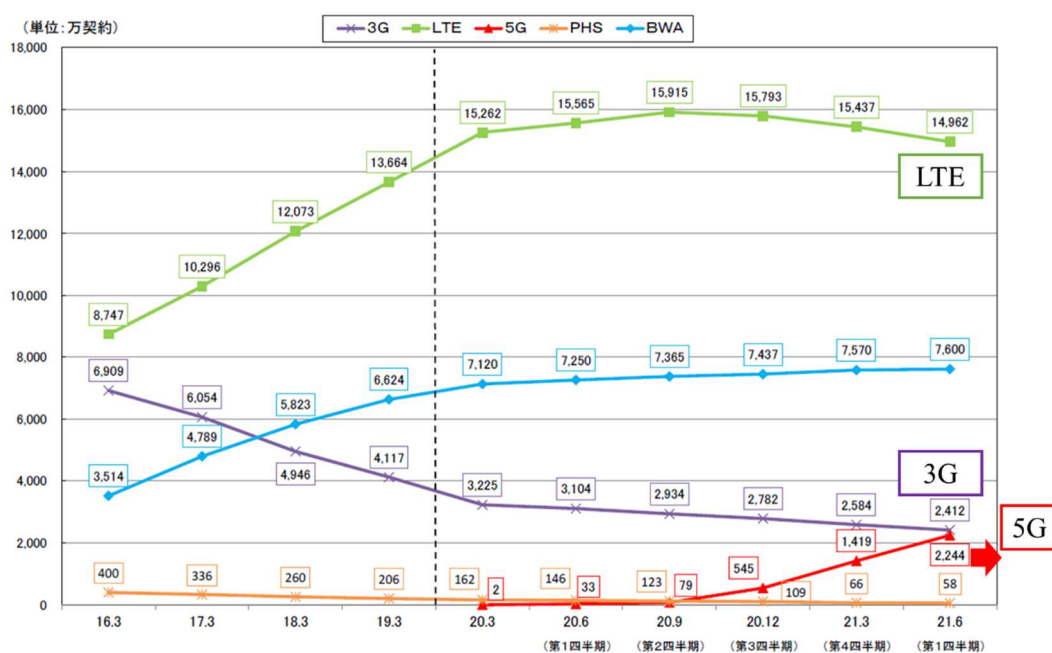


圖 2- 23：日本 2016 年 3 月至 2021 年 6 月行動通信契約數

註：統計時間至 2021 年 6 月。

資料來源：總務省(2021)

行動業者市占率方面，根據另一份總務省年度報告⁹⁸，至 2021 年 3 月時 MNO 電信事業市占率分別為 NTT DoCoMo 之 42.6%、KDDI 之 31.3%、SoftBank 之 24.4%及樂天行動之 1.7%，市場集中度指標

⁹⁷ 總務省 (2021)，電氣通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表 (令和 2 年度第 4 四半期 (3 月末))，https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban04_02000187.html

⁹⁸ 總務省 (2021)，電氣通信事業分野における市場検証 (令和 2 年度) 年次レポート，https://www.soumu.go.jp/main_content/000767041.pdf

HHI 值⁹⁹為 3,392。日本行動通訊市場長期由 NTT DoCoMo、KDDI、SoftBank 等三家 MNO 業者主導，隨著樂天電信（Rakuten Mobile）取得總務省頒發的電信執照，轉換為 MNO 業者身分後，市場集中度微幅下降。

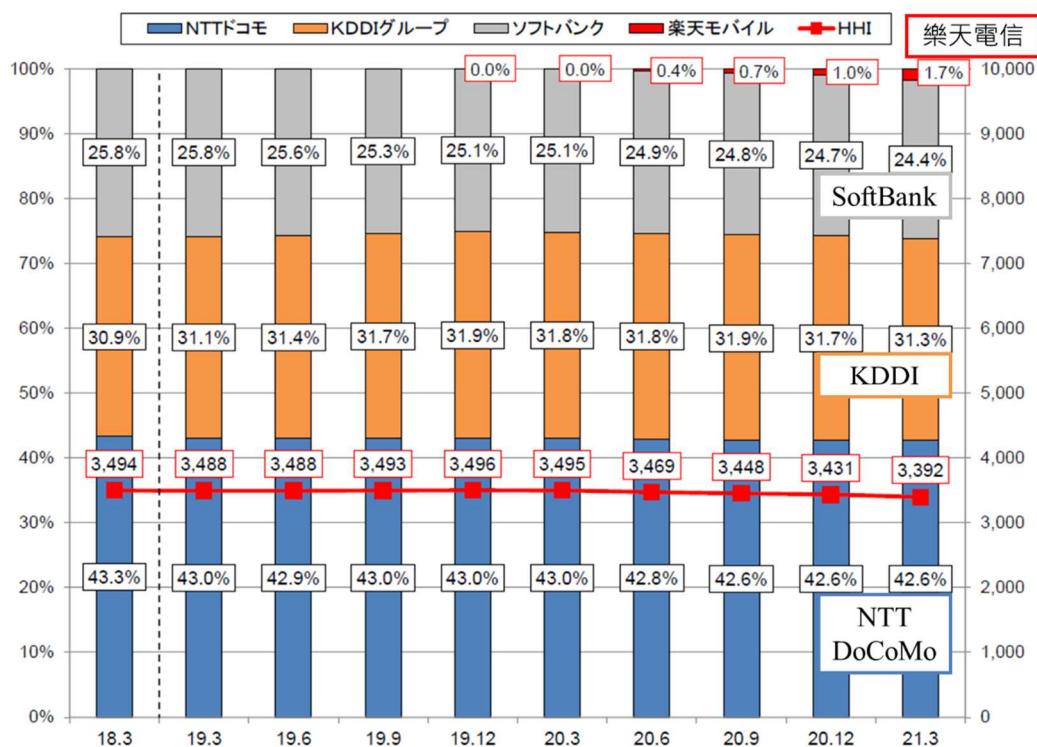


圖 2-24：日本 2018 年 3 月至 2021 年 3 月行動業者市占率

註：統計時間至 2021 年 3 月。

資料來源：總務省(2021)

(二) 頻譜分配概況

日本業者頻譜資源分配自總務省釋出首波 5G 頻譜後並無大幅變動。根據 OVUM¹⁰⁰資料，傳統三大業者頻譜資源數量分配相對平均。後續新釋出頻譜提供 Local 5G 使用，另外總務省將原本限定在日本國內三大都會區（東名阪エリア）使用的 1765-1785MHz/1860-

⁹⁹ 赫芬達爾—赫希曼指數(Herfindahl-Hirschman Index, HHI)：用於評估市場集中度指標之一，計算方式為加總相關市場中各家業者的市占平方和。

¹⁰⁰ OVUM (2020), Japan (Country Regulation Overview),

[https://ovum.informa.com/searchlisting?searchtext=Japan%20\(Country%20Regulation%20Overview\)](https://ovum.informa.com/searchlisting?searchtext=Japan%20(Country%20Regulation%20Overview))

1880MHz 頻段作為 5G 補充頻段，但限定使用區域為排除三大都會區（東名阪エリア）的其他區域，最終於 2021 年 4 月 14 日公告¹⁰¹由樂天電信獲得該頻段。

表 2- 25：日本行動通訊頻譜指配現況

項目		NTT DoCoMo	KDDI	SoftBank	Rakuten Mobile	總頻寬
低頻段	700MHz	20	20	20	-	60
	800MHz	30	30	-	-	60
	900MHz	-	-	30	-	30
	小計	50 (33%)	50 (33%)	50 (33%)	0 (0%)	150
中頻段	1.5GHz	30	20	20	-	70
	1.7GHz	40*	40	30	80**	190
	2.1GHz	40	40	40	-	120
	2.6GHz (TDD)	-	50	30	-	80
	3.5GHz (TDD)	80	40	80	-	200
	3.7GHz	100	200	100	100	500
	4.5GHz	100	-	-	-	100
	小計	390 (31%)	390 (31%)	300 (24%)	180 (14%)	1,260
中低頻段總計		440 (31%)	440 (31%)	350 (25%)	180 (13%)	1,410
高頻段	28GHz	400	400	400	400	1,600
	小計	400 (25%)	400 (25%)	400 (25%)	400 (25%)	1,600
總計		840 (28%)	840 (28%)	750 (25%)	580 (19%)	3,010

註：單位：MHz；OVUM 統計時間為 2019 年 12 月。

*限東京、大阪和名古屋。

**排除東京、大阪和名古屋之日本全國其他區域。

資料來源：OVUM(2020)、總務省(2021)；本研究整理。

¹⁰¹ 總務省(2021)，第 5 世代移動通信システムの普及のための特定基地局の開設計画の認定，https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000500.html

(三)2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

日本行動市場四家 MNO 業者中，共有三家取得 3G 頻段¹⁰²並且提供行動通訊服務，分別為 NTT DoCoMo、KDDI、SoftBank，樂天電信僅有 4G、5G 服務。目前各家業者自行制定 3G 語音服務關閉時程，同時公告受影響之服務方案、手機機型等資訊。

1. NTT DoCoMo：3G 使用 800MHz、2.0GHz 頻段。服務終止日為 2026 年 3 月 31 日¹⁰³。
2. KDDI：3G 使用 800MHz、2.0GHz 頻段。服務終止日為 2022 年 3 月 31 日¹⁰⁴。
3. SoftBank：3G 使用 900MHz、2.0GHz 頻段。服務終止日為 2024 年 1 月下旬¹⁰⁵。

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一)頻率運用法律規範

日本在頻率提供使用、共用，以及部分頻率轉讓交易等議題，存在許多法規限制。根據電波法第 20 條（免許の承継等）內容，轉讓頻率許可執照僅出現在電信事業間併購、拆分等案件，原因在於法條僅接受全部電台、業務移轉，而實務上全部電台、業務移轉大多出現在電信事業併購或拆分等案件。因此電波法規範與本研究之部分頻率移轉案例在性質上有所差異。此外頻率轉讓案例後續仍需經總務省認

¹⁰²總務省（2021），各携帯電話事業者の通信方式と周波数帯について，

https://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eidsystem/competition12_02.html

¹⁰³ NTT DoCoMo（2019），「FOMA」および「iモード」のサービス終了について，

https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/10/29_00.html

¹⁰⁴ KDDI（2018），「CDMA 1X WIN」サービスの終了について，

<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/11/16/3428.html>

¹⁰⁵ SoftBank（2019），3G サービスの終了について，

https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20191206_03/

可頻率許可執照受讓者之地位，歷經總務省調整頻譜分配計畫、頻譜重整行動方案等程序後，最終取得頻譜執照資格。

頻率提供使用、共用於電波法中並未明文禁止，電波法聚焦在電臺申請、設立與操控，明文限定申請電臺執照（第 6 條）須提交設立目的、技術規範、操控條件等資料，並且在第 26 條頻率分配計畫（周波数割当計画）階段，業者須提交電臺設置相關規劃。另外各項操控不可超出核准之電臺執照規範（第 52 至 55 條）。換言之，電波法與電臺設置緊密關聯，且日本頻率釋出採審議制，本研究研析之頻率供用、共用使用情境將同時涉及多項法規制度規範，因而實務上並無與本研究範疇相關案例，不過總務省鼓勵在不同應用服務之間採取動態頻率共享技術。

（二）頻率取得上限

日本釋出頻率採用審議制方式，由總務省事前規劃頻率資源、釋出頻塊之數量，並根據審查結果分配給申請業者。從業者持有頻率結果觀察，總務省在業者總持有頻率數量方面，有意保持各家業者平均分配，但並無法規明文訂定具體頻塊上限門檻。

（三）網路共用法律規範

在行動通訊頻段走向高頻段的趨勢下，未來 5G、B5G 網路布建成本大幅升高，基礎設施共用的重要性將明顯提升。總務省基於「Beyond 5G 推動戰略」¹⁰⁶、「為行動市場創造公平競爭環境之行動計畫」¹⁰⁷，「ICT 基礎設施區域發展總體計畫 3.0」¹⁰⁸等，推動基礎設施共用，加速推展日本全國 5G 網路布建。

¹⁰⁶ 總務省（2020），「Beyond 5G 推進戰略 -6G へのロードマップ」の公表，https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000364.html

¹⁰⁷ 總務省（2020），「モバイル市場の公正な競争環境の整備に向けたアクション・プラン」の公表，https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban03_02000673.html

¹⁰⁸ 總務省（2020），「ICT インフラ地域展開マスタープラン 3.0」の公表，https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000487.html

總務省以 2018 年 12 月 28 日發布之「行動通信領域基礎設施共用之『電信事業法』及『電波法』的適用關係指導方針」¹⁰⁹為重點法規文件。考量通訊網路設施包含基礎設施、電信設備等，法規以釐清「電信事業法」和「無線電法」之間的適用關係，提供業者網路共用、共建之依據。在「指導方針」中將基礎設施區分為鐵塔等基礎設施、天線和基地臺等電信設施兩類，如下圖。

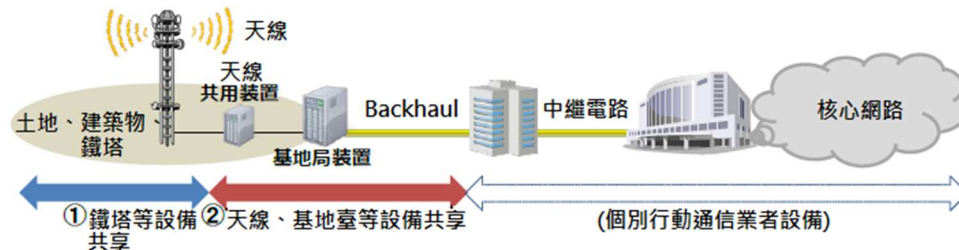


圖 2- 25：日本電信基礎設施共用範圍

資料來源：總務省(2018)，本研究整理繪製。

首先在一般基礎設施方面，涉及到土地、鐵塔和建築物等設施時，採取業者自願協商方式，且依「電信事業法」第 128 條之規定，公告「電線桿、管道等公用事業共用指引」（公益事業者の電柱・管路等使用に関するガイドライン），規範電線桿、管道、鐵塔等設備之共用程序；另外針對電信設備如天線、基地臺等共用，則依據「電信事業法」規定辦理，同樣由電信事業自行協商決定共用模式。

指導方針公告後日本 5G 網路政策方向底定，積極進行各地實例推廣。總務省¹¹⁰強調指導方針並非制定新法，而是釐清現有的法規之間權責，加速推動網路布建。設備共用原則必須基於公正性、無差別性、透明性和效率。同時要求屬於電信設施類別，需要業務登記與通報，不屬於電信設施則不需要業務登記與通報。此外基地臺設備與裝置皆需要具備電臺執照，至於鐵塔、天線或其他基礎設施等則不需要電臺執照。

¹⁰⁹ 總務省（2019），移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン，https://www.soumu.go.jp/main_content/000592610.pdf

¹¹⁰ 總務省（2019），電気通信紛争処理委員会（第 195 回），https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hunso/case/iinkai/02shingi02_04000149.html

三、電信事業合作相關案例研析

日本電信市場受限於法律規範，因而並無電信事業間頻率運用實際案例。然而總務省為加速 5G 網路布建而積極推動網路共用，參與業者不只包含電信事業，JTOWER 與住友商事等大型企業也積極推動網路共建。案例多為一家或多家電信事業與第三方業者（基礎設施業者、綜合商社等）合作。因而日本網路共用具有獨特性，與本案以電信事業間合作之目標略有差異，日本重點網路共用案例¹¹¹如下表：

表 2- 26：日本網路共用重要案例

時間	業者	摘要說明
2019	• 東京電力公司 • KDDI、SoftBank • 樂天行動	東京電力公司提供電線桿等電力基礎設施，電信事業則是架設天線、基地臺 ¹¹²
2019	• NTT DoCoMo • JTOWER	雙方達成資產與商業夥伴關係，由 NTT 投資 JTOWER 深化整合雙方資源 ¹¹³
2019	• KDDI • SoftBank	相互利用兩家之 5G 基地臺資產，促進偏鄉地區 5G 網路的早期建設 ¹¹⁴
2019	• 東急電鐵 • 住友商事	東急電鐵與住友商事在澀谷進行 5G 共用基地臺實驗。目標為簡化設備複雜性和降低網路布建成本 ¹¹⁵
2020	• KDDI • SoftBank	雙方進一步成立 5G JAPAN 公司，業務範圍為 5G 基地臺的設計、建設協調與管理 ¹¹⁶
2020	• 住友商事 • 大阪市高速電氣軌道株式會社	日本首次地鐵隧道內的 5G 實驗，在御堂筋線的鐵路隧道中安裝 5G 共用基地臺解決涵蓋死角，傳輸 5G 即時影像預防犯罪並掌握擁塞狀況 ¹¹⁷

¹¹¹ 總務省（2020），インフラシェアリングによる 5G 基地局整備の推進，https://www.soumu.go.jp/main_content/000725672.pdf

¹¹² Next Mobility（2019），東電 PG と通信事業 3 社、電柱等用い 5G 設備をシェアする実証，https://www.nextmobility.jp/economy_society/demonstrated-to-share-5g-facilities-using-tepcu-and-three-telecommunications-businesses-utility-poles-etc-20190319/

¹¹³ JTOWER（2019），NTT と JTOWER の資本・業務提携について ～5G 時代におけるシェアリングモデルの推進による、社会的課題の解決，<https://www.jtower.co.jp/2019/1256/>

¹¹⁴ KDDI（2019），KDDI とソフトバンク、基地局資産の相互利用により地方における 5G ネットワークの早期整備で協争，<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2019/07/03/3899.html>

¹¹⁵ 住友商事（2019），5G 基地局シェアリング事業の実証実験を開始，<https://www.sumitocorp.com/ja/jp/news/release/2019/group/12330>

¹¹⁶ 5G JAPAN（2020），<https://www.5g-japan.co.jp/>

¹¹⁷ 住友商事（2020），日本初、鉄道トンネル内 5G 基地局シェアリングの実証実験を開始，<https://www.sumitocorp.com/ja/jp/news/release/2020/group/13150>

時間	業者	摘要説明
2021	<ul style="list-style-type: none"> 住友商事 東急株式會社（東急電鐵） 	雙方合資成立 Sharing Design 株式會社，提供基地台共用服務協助行動通訊業者進行網路布建 ¹¹⁸
2021	<ul style="list-style-type: none"> KDDI SoftBank 	雙方採用 Ericsson 技術方案，實現由多業者無線接取網路共用(MORAN)型態。
2021	<ul style="list-style-type: none"> JTOWER KDDI 	雙方締結資本和商業聯盟，推動 5G 網路共建、相關技術研發等內容 ¹¹⁹ 。
2021	<ul style="list-style-type: none"> KDDI SoftBank 	雙方採用 Nokia 技術方案 AirScale，實現由多業者無線接取網路共用(MORAN)型態 ¹²⁰ 。
2021	<ul style="list-style-type: none"> KDDI JTOWER 	KDDI 以 36.8 億日圓收購 JTOWER 股份取得 2.5%投票權，實現雙方資本合作協議 ¹²¹
2021	<ul style="list-style-type: none"> 樂天行動 JTOWER 	樂天行動收購 JTOWER 股份，實現雙方資本合作協議 ¹²²

資料來源：業者網站；本研究整理。

綜觀日本網路共用案例，只有 KDDI、SoftBank 兩家業者屬於電信業間合作案例。在地理範圍從原本以偏鄉地區的 5G 網路建設，後續擴及全國各地規模。並且在網路基礎設施上，從雙方的 5G 基地台設計、建置與管理合作，再到運用 MORAN 模式的共用 RAN 網路，在合作深度上逐步增加。

¹¹⁸住友商事（2021），基地局シェアリングサービスを提供する Sharing Design 株式会社の設立について，<https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/release/2021/group/14440>

¹¹⁹ JTOWER（2021），JTOWER と KDDI、資本業務提携を締結 ～5G 時代の共用設備利用に向けて連携強化～，<https://www.jtower.co.jp/2021/13203/>

¹²⁰ Nokia（2021），Nokia deploys shared 5G network with SoftBank and KDDI in Japan，<https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2021/10/14/nokia-deploys-shared-5g-network-with-softbank-and-kddi-in-japan/>

¹²¹ JTOWER（2021），JTOWER と KDDI、資本業務提携を締結 ～5G 時代の共用設備利用に向けて連携強化～，<https://www.jtower.co.jp/2021/13203/>

¹²² JTOWER（2021），JTOWER と樂天モバイル、資本提携を実施 ～インフラシェアリングの活用促進で連携強化、ネットワーク整備を加速，<https://www.jtower.co.jp/2021/13944/>

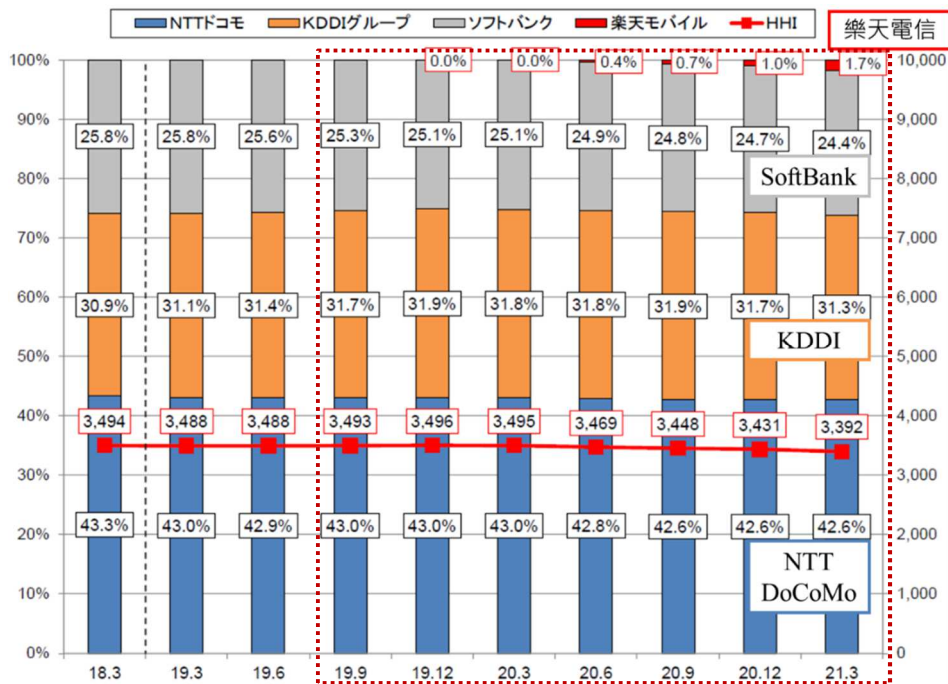


圖 2- 26：KDDI 與 SoftBank 合作案時日本行動業者市占率

註：統計時間至 2021 年 3 月。

資料來源：總務省(2021)

根據資料，KDDI、SoftBank 兩家電信事業合作可區分為三階段，首先、2019 年雙方達成基地臺資產活用的合作協議，促進偏鄉地區 5G 網路建設；其次、2020 年成立 5G JAPAN 合資企業，進一步促進雙方 5G 基地台的設計、建設與管理。後續 2021 年 6 月雙方採用 Ericsson 技術方案¹²³、10 月採用 Nokia 技術方案¹²⁴，共同建構多業者無線接取網路共用 (MORAN) 型態。然而 KDDI 與 SoftBank 雙方合作僅止於共用 RAN 網路，至於頻率保持各家業者獨立。

¹²³ Ericsson (2021), Ericsson sets up Japan's first multi-operator RAN with KDDI and SoftBank, <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2021/6/ericsson-sets-up-japans-first-multi-operator-ran-with-kddi-and-softbank>

¹²⁴ Nokia (2021), Nokia deploys shared 5G network with SoftBank and KDDI in Japan, <https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2021/10/14/nokia-deploys-shared-5g-network-with-softbank-and-kddi-in-japan/>

第九節 韓國

一、行動市場概況與頻譜分配現況

(一)行動通訊市場概況

韓國目前主要電信事業有鮮京電信 (SKT)、韓國電信 (KT)、樂金 U+ (LG U+)，另有 MVNO 業者透過主要三大電信事業的網路設施進行營運。

根據韓國科學技術資訊通信部 (Ministry of Science and ICT, MSIT) 公告之「無線通信服務用戶統計 (截至 2021 年 10 月底)」¹²⁵，整體行動通信用戶數達 7,215 萬，SKT 為韓國最大電信事業，2021 年 10 月用戶數達 2,960.6 萬，市占率為 41%；KT 次之，用戶數達 1,753.6 萬，市占率為 24.3%；LG U+ 再其次，用戶數達 1,502.1 萬，市占率為 20.8%；MVNO 再其次，用戶數達 999.1 萬，市占率為 13.8%。整體行動通訊市場 HHI 值為 2,899。(參見下表)

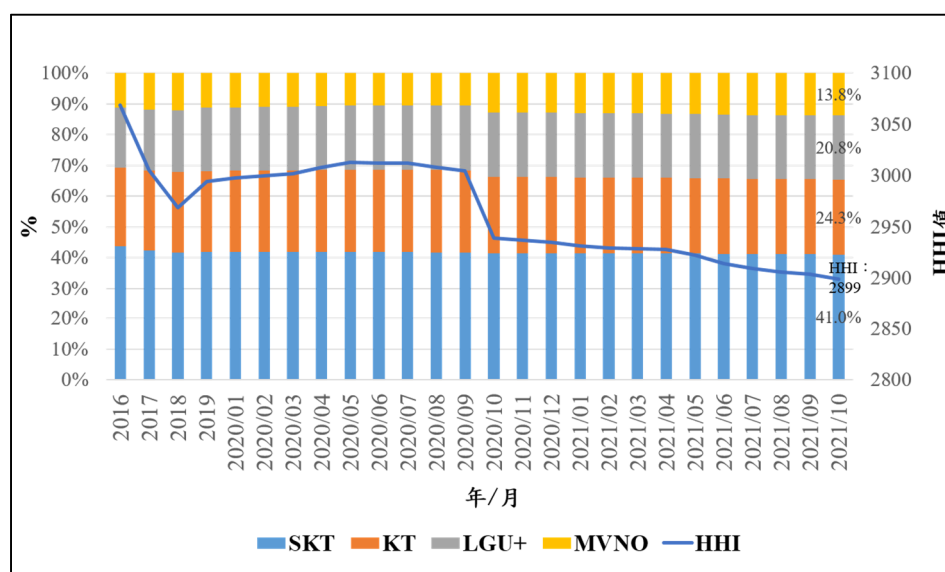


圖 2-27：韓國行動電信事業用戶市占率與市場集中度

註：用戶數單位：千人；統計時間為 2021 年 11 月。

資料來源：MSIT，本研究整理。

¹²⁵무선 통신 서비스 가입 현황 (2021년 10월 말 기준),

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=99&mPid=74&pageIndex=&bbsSeqNo=79&ntSeqNo=3173432&searchOpt=ALL&searchTxt=>

2018 年 6 月在韓國拍賣 3.5 GHz 與 28 GHz 頻譜，SKT、KT 與 LGU+ 三家業者分別於 2018 年 12 月為商業客戶和 2019 年 4 月為一般用戶提供 5G 服務。以首爾等各大都市為優先布建地區，預期 2022 年至 2023 年間完成全國 5G 網路布建。

(二) 頻譜分配概況

韓國目前已核配供行動通訊使用之頻率包括 800~900MHz、1800MHz、2.1GHz、2.6GHz、3.5GHz 與 28GHz，其中 3.5GHz 與 28GHz 為 5G 技術使用。各大行動業者所使用的頻譜如下表所示¹²⁶。

表 2- 27：韓國行動通信頻譜核配現況

分配頻段		SKT	KT	LG U+	頻率合計
低頻段	800~900MHz	30	30	20	80
	小計	30 (37.5%)	30 (37.5%)	20 (25%)	80
中頻段	1.8GHz	35	55	20	110
	2.1GHz	40	40	40	120
	2.6GHz	60	-	40	100
	3.5GHz	100	100	80	280
	小計	235 (38.5%)	195 (32.0%)	180 (29.5%)	610
中低頻合計		265 (38.4%)	225 (32.6%)	200 (29.0%)	690
毫米波 頻段	28GHz	800	800	800	2,400
	小計	800 (33.3%)	800 (33.3%)	800 (33.3%)	2,400
總計		1,065 (34.5%)	1,025 (33.1%)	1,000 (32.4%)	3,090

註：單位：頻率單位：MHz；統計時間為 2021 年 7 月。

資料來源：KCA，本研究整理。

(三) 2G/3G 網路關閉及頻率使用概況

1. 2G 網路關閉

根據「電信業務法」(전기통신사업법)第 19 條規定，行動網路業者必須獲得 MSIT 的服務終止許可，並應在預定終止日期至少

¹²⁶ KCA(2020), 이동통신 주파수 이용 현황,

<https://spectrummap.kr/radioInfo/radioDivideAssignView.do?menuNo=300544>

前 60 天通知用戶。韓國 2G 技術使用之頻段為 800MHz 與 1800MHz；3G 技術使用 2100~2600MHz 頻段。以下為三家業者的關閉時程：

- (1)KT 於 2010 年 1 月宣布關閉 2G 服務計畫，並於 2012 年 3 月 19 日完全終止 2G 服務。
- (2)SKT 於 2019 年 11 月向 MSIT 提出終止其 2G 服務之申請，在僅 2% 的總用戶仍在 使用 2G 的情況下，SKT 可以將 2G 頻譜升級至 4G 或 5G 使用。此外，自 2014 年以來三星和 LG 等手機製造商就沒有提供 2G 手機，無法解決 2G 手機的技術問題，最終 SKT 於 2020 年 7 月終止 2G 服務。
- (3) LG U+ 預計於 2021 年 6 月底前終止 2G 服務。

2. 3G 網路關閉

韓國業者 SKT 在 2021 年公告之永續經營報告¹²⁷中(Transforming The New Future) 提及韓國 3G 網路的現況如下：

- (1) 用戶對於 3G 網路需求下降，根據 MSIT 統計，截至 5 月底，韓國的 3G 用戶僅為 420 萬，而總行動網路用戶總數為 7,100 萬，但網路營運成本卻保持不變。另一方面，3G 網路老化，導致維護全國基地臺和設備成本相對高。
- (2) 觀察其他國家的電信事業正計畫逐漸終止 3G 服務，並將 3G 頻段升級至 4G 或 5G 通訊系統，提高有限頻率的效率。
- (3) 對於「發展 5G 產業的必要性」與「終止 3G 服務」以增加消費者的便利性，還在兩者之間進行評估。

因此，SKT 正在評估與競爭業者進行 3G 網路共用之措施。

¹²⁷ Korea(2021), Transforming The New Future,
https://www.sktelecom.com/img/eng/persist_report/20210716/SKT2020AnnualReportENG.pdf

二、頻率運用與網路共用監管制度

(一) 頻率運用法律規範

1. 提供使用、轉讓

根據「無線電波法」(전파법) 第 14 條規定使用頻率的權利，依同法第 11 條競價規定取得頻譜之業者，若於總統令規定之期限後得轉讓或出租使用頻率；但是若總統令規定之任何原因(如破產或經濟狀況突然改變)，可以在該期限之前轉讓使用或出租使用頻率。

此外，韓國為了要讓無線電資源使用的效率性提升，因此於 2015 年修正「無線電波法」，導入「衛星頻譜」及「太空電臺」可轉讓與出租等相關規定(「無線電波法」第 41 條、42-2 條)。不過目前韓國尚未有頻率出租與轉讓的實際案例出現。

2. 頻率共用

韓國政府過往有針對頻率共用研析檢討，但直到 2015 年為因應國際上的技術發展動向與頻率使用狀況，修訂「無線電波法」第 6 條之 3，允許頻率共同使用。2019 年 11 月為因應 5G 與智慧城市的匯流服務的急速增長所需大量頻率資源，12 月正式公告「頻率共用範圍、條件、程序、方法等相關標準」(주파수 공동사용 범위와 조건, 절차, 방법 등에 관한 기준) 고시 제정)。

韓國 MSIT 制訂「①頻段整備→②頻段干擾與技術分析→③防止干擾的利用條件與檢討之策略→④既有與新進使用者的公聽會→⑤頻段選定」等程序，來在選定之頻段內讓頻率共同使用。根據「頻率共用範圍、條件、程序、方法等相關標準」第 13 條，通信部應每 3 年根據「指令、條例的發布和管理條例」審查已選定之共用頻段的可行性並採取改進措施。

整體而言，韓國目前法規制度僅有設計不同業務間之頻譜共享，並無行動通訊業者間同時使用頻率之頻率共用型態。

(二) 頻率取得上限

經檢視韓國對於頻率取得上限之規範，主管機關採取釋出時段時訂定上限之作法，例如 MSIT 在 2018 年拍賣 5G 頻譜 3.5GHz 與 28GHz 時段時，設定 3.5GHz 時段單一業者可分配頻寬最多不得超過 100MHz；28GHz 時段單一業者可分配頻寬最多不得超過 1000MHz。

表 2-28：韓國近期行動通訊頻譜拍賣之單一業者頻譜上限規定

釋出時間	使用技術	频段(釋出總量)	市場 MNO 家數	頻譜上限規範 (%)	得標業者家數
2018/6	5G	3.5GHz (280MHz)	3 家	100MHz (35.7%)	3 家
2018/6	5G	28GHz (2400MHz)	3 家	1000MHz (41.7%)	3 家

註：統計時間為 2018 年 6 月。

資料來源：MSIT，本研究整理。

(三) 網路共用法律規範

由於 5G 網路使用較高的频段（如：3.5GHz、28GHz），該频段之頻率範圍短、基地臺涵蓋範圍小與穿透力弱等特性，因此相較於過往需要更多的通訊設備（基地臺、中繼器、因應接續的必要管路與光纖網路），預估會比 LTE 網路增加 4.3 倍以上之基地臺，才能滿足涵蓋率的需求，亦要建構有線後傳網路（Backhaul）與前傳網路（Fronthaul），以確保用戶間設備之傳輸。¹²⁸為了要及早布建全球最早推動之商用 5G 網路，以及確保資源有效運用與減少電信事業的重複投資，韓國 2017 年 7 月 26 日修訂關於電信設施共建之規範於「電信業務法」（전기 통신 사업법）第 63 條中，規定不同電信事業在符合由韓國 MSIT 發布之相關標準、操作程序等，得共同

¹²⁸ 한 정 원, 세계 최초 5G 상용화를 목표로 통신사, 손 맞잡는다!, 과학기술정보통신부, [file:///C:/Users/Jennifer.Wang/Downloads/180411%20%EC%A1%B0%EA%B0%84%20\(%EB%B3%B4%EB%8F%84\)%20%EC%84%B8%EA%B3%84%20%EC%B5%9C%EC%B4%88%205G%20%EC%83%81%EC%9A%A9%ED%99%94%EB%A5%BC%20%EB%AA%A9%ED%91%9C%EB%A1%9C%20%ED%86%B5%EC%8B%A0%EC%82%AC%20%EC%86%90%20%EB%A7%9E%EC%9E%A1%EB%8A%94%EB%8B%A4_1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jennifer.Wang/Downloads/180411%20%EC%A1%B0%EA%B0%84%20(%EB%B3%B4%EB%8F%84)%20%EC%84%B8%EA%B3%84%20%EC%B5%9C%EC%B4%88%205G%20%EC%83%81%EC%9A%A9%ED%99%94%EB%A5%BC%20%EB%AA%A9%ED%91%9C%EB%A1%9C%20%ED%86%B5%EC%8B%A0%EC%82%AC%20%EC%86%90%20%EB%A7%9E%EC%9E%A1%EB%8A%94%EB%8B%A4_1%20(1).pdf)

建設和使用電信設施。電信事業如果有必要使用土地或建築物，而又未進行協商，則 MSIT 可要求合作以使用土地或建築物。

韓國 MSIT 於 5G 競價前（2018 年 4 月 10 日）發布「新型設備共建與既有設備共同使用制度改善案」，計劃開放電信基礎設施。通信部要求須充分共用 SK、KT、LG U+ 等業者的行動和固定網路基礎設施，這些共用基礎設施包括基站、電塔、天線、管道、人孔等。此外，亦要求室內分布系統的共建共用，其認為未來 5G 室內涵蓋是重點領域，室內涵蓋建設應該採用聯合施工模式，以降低布建成本，擴大室內涵蓋面積。



圖 2-28：韓國電信設備共同建置示意圖

資料來源：MSIT。

三、電信事業合作相關案例研析

韓國 MSIT 於 2021 年 4 月 15 日公告，與三大行動業者（SKT、KT 與 LGU+）共同簽訂「5G 偏鄉網路共用」協議，以縮小城鄉接取 5G 網路落差、節省網路布建成本，並考量人口密度與數據流量使用情形，選定在全國 131 個人口稀少的地區（人口密度為每平方公里 92 人，占全國 15% 的區域）進行網路共用，以達成提升全國 5G 網路涵蓋範圍（如下圖）。¹²⁹

¹²⁹과 기 정 통 부, 「농어촌 5 세대(5G) 공동이용 계획」 발표(2021),

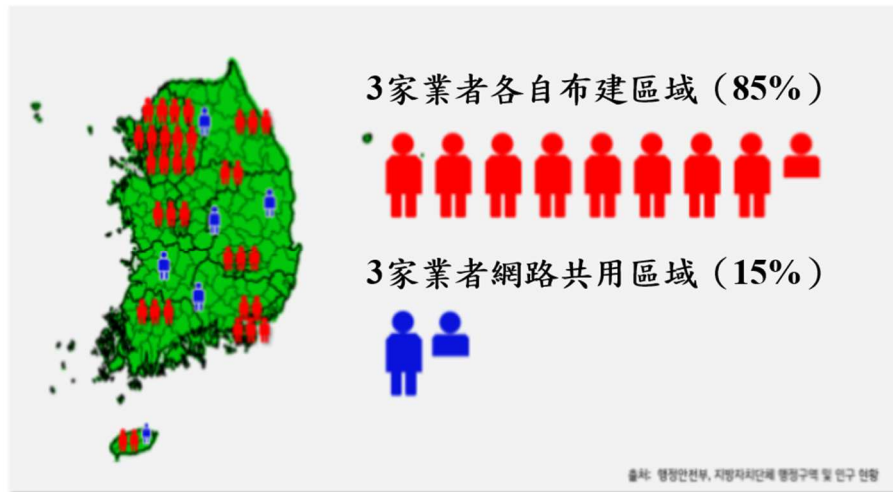


圖 2- 29：韓國 5G 偏鄉網路共用分布區域

資料來源：MSIT(2021)。

韓國 5G 網路共用採用 MOCN 技術方式，三家業者獨立自建 5G 核心網路，並劃分責任區域布建基地台，在責任區域內僅由一家業者建置基地臺，如下圖表示，B 業者的用戶可以在 A 業者布建的網路區域內，接取 A 業者的基地臺。在共用使用區域內應維持共同品質標準，並透過共同網路管理系統處理故障問題與監控數據流量使用。

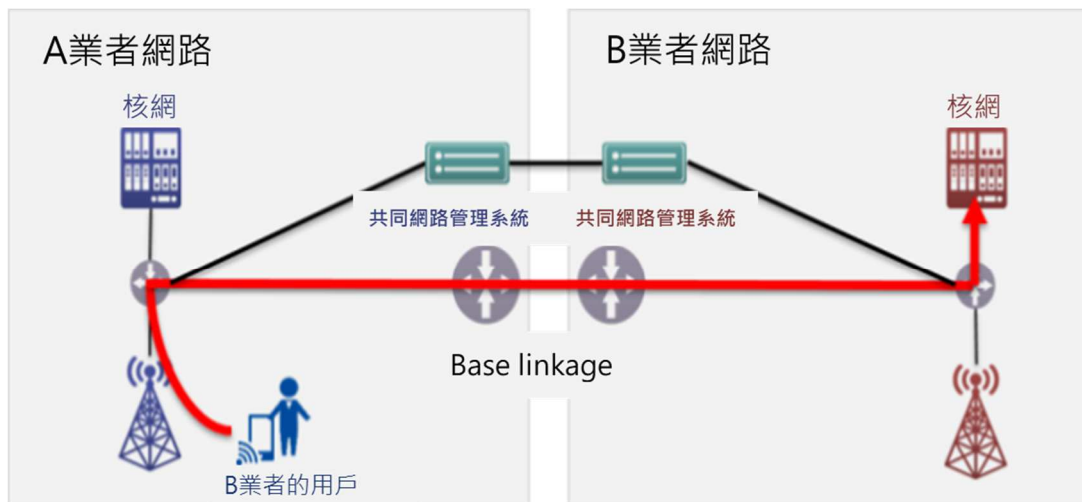


圖 2- 30：韓國 5G 網路共用-MOCN

資料來源：MSIT(2021)。

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=16&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180142&searchOpt=ALL&searchTxt=>

MSIT 已規劃四年期布建偏鄉 5G 網路時程，於 2021 年上半年開發 MOCN 管理系統；2021 年下半年開始布建網路並進行測試；2022 年開始更新網路基礎設施、評估網路穩定性，預計將於 2023 至 2024 年分階段商用化。目前，MSIT 已宣布於 2021 年 11 月 25 日正式啟動「5G 偏鄉網路共用」，進入測試 5G 網路共用系統階段。¹³⁰



圖 2- 31：韓國偏遠地區 5G 網路共用時程規劃（4 年期）

資料來源：MSIT(2021)。

¹³⁰ 과기정통부·통신 3 사, 5G 사업 확대 계획 발표(2021), <https://www.eachj.co.kr/news/articleView.html?idxno=4442>

第十節 小結

一、研究國家之頻譜提供使用、轉讓相關規範比較

為促進頻譜資源有效使用，絕大多數國家允許電信事業進行頻譜提供使用（租賃）或轉讓。但為避免頻譜資源過度集中，各國皆須由通訊主管機關事前核准後方可進行交易。

表 2- 29：研究國家頻譜提供使用、轉讓規範比較表

國家或地區	提供使用	轉讓	相關規範
歐盟	✓	✓	能否滿足取得頻率使用權時的相關附加條件
英國	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> 轉讓交易須由 Ofcom 同意 二階段評估：初步競爭評估與進階競爭評估 可能造成競爭扭曲因素：(1)對價格、服務品質和創新之影響；(2)可能導致競爭發生變化；(3)轉讓與否對競爭之展望；(4)轉讓可能對公眾與消費者帶來之益處
芬蘭	✓	✓	拍賣取得之頻段，若要提供使用或轉讓應取得交通通訊局（Traficom）同意
瑞典	✓	✓	頻譜提供使用或轉讓應取得郵政電信局（PTS）之事前同意
丹麥	-	✓	拍賣取得之頻段，若要轉讓應取得丹麥能源局（DEA）之事前核准
美國	✓	✓	訂定次級交易後頻譜持有上限
新加坡	-	✓	應取得 IMDA 書面核准之，交易方可生效
日本	不允許	不允許	-
韓國	✓	✓	法規允許，然目前無實際案例

資料來源：本研究整理。

二、研究國家之網路共用規範比較

本研究主要國家之主管機關考量電信事業網路布建成本、擴大網路涵蓋，皆允許電信事業共用網路基礎設施，以降低業者布建障礙。

表 2-30：研究國家網路共用規範比較表

國家或地區	相關規範
歐盟	<ul style="list-style-type: none"> •根據 BEREC 行動基礎設施共用規範（援引歐盟電子通訊法），包含被動式網路共用、主動式網路共用。 •電子通訊法第 47 條要求各國主管機關應制定相關規範條件，提升無線電頻譜使用最佳化，進而促進效率、效益和網路涵蓋範圍。
英國	鼓勵共用被動式基礎設施，並允許主動式基礎設施共用，降低布建障礙。
芬蘭	依芬蘭「電子通訊服務法」第 58 條之規定，在網路業者已布建網路，主管機關 Traficom 可要求網路業者允許其他電信事業共用或共站（co-location）。
瑞典	PTS 對於網路共用無特別法律規定，依特定情況下的基礎設施共用協議進行個案處理，業者之間網路共用以商業協議為基礎。
丹麥	<ul style="list-style-type: none"> •DEA 對於各種網路的共用採取鼓勵態度，因此，相關法律規範多為協助網路布建、減少重複建設及共桿共用的規則或指南 •2020 年 12 月 21 日開始，電子通信網路或服務提供者也能取得公家機關控制的基礎設施、街道設施之使用權，以及公共當局以外其他方控制的基礎設施之使用權。
美國	鼓勵基礎設施網路共用，降低業者布建障礙。
新加坡	IMDA 鼓勵 MNO 之間的網路共用，業者可提出有關新加坡 5G 網路共用模式，透過技術試驗以確定共用模式之可行性。
日本	依據日本「電信事業法」規定： <ul style="list-style-type: none"> •土地、鐵塔和建築物等一般基礎設施，採業者自願協商決定共用模式。另依「電線桿、管道等公用事業共用指引」，規範電線桿、管道、鐵塔等設備之共用程序。 •天線、基地臺等電信設備之共用，同樣由電信事業自行協商決定共用模式。
韓國	依韓國「電信業務法」第 63 條中，規定不同電信事業在符合由 MSIT 發布之相關標準、操作程序等，得共同建設和使用電信設施。

資料來源：本研究整理。

三、研究國家之 2G/3G 網路關閉概況

隨著 5G 商業服務逐步推出，電信事業必須同時維運多套網路，但因 5G 網路布建成本遠高於 4G 網路，電信事業無不面臨沉重的成本壓力。另一方面，為加速擴大 5G 網路涵蓋，多數業者規劃將 2G 或 3G 頻譜升級為 5G 之用，以提供頻譜使用效率。綜合前述因素，已有許多電信事業紛紛表態將逐步關閉 2G 或 3G 網路，並已規劃關閉網路之目標時程。綜觀各電信事業評估關閉 2G 或 3G 網路之原因，多為因消費者語音通話需求逐年下降，關閉 2G 或 3G 網路為較具成本效益之作法，然而因部分物聯網或入境漫遊仍仰賴 2G 或 3G 網路，因此短期作法為暫時保留 2G 或 3G 其中一套網路，例如歐洲（如英國）因 2G 網路仍在營運中，故多規劃優先關閉 3G 網路，語音及簡訊需求以 2G 網路提供服務，未來持續推動 4G VoLTE，至於 M2M 需求以發展 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M 為目標。另一方面，美國部分業者如 AT&T 與日本皆已關閉 2G 網路，目前亦提出關閉 3G 網路之規劃，並以事前預告方式，提醒消費者可移轉至支援 4G VoLTE 手機型號。新加坡與韓國也已關閉 2G 網路，但考量 3G 網路仍有其需求，暫無關閉之計畫。

表 2- 31：研究國家之 2G/3G 網路關閉情形

國家	2G/3G 營運現況		網路關閉計畫 與時程規劃	業者或主管機關之作法
	2G	3G		
英國	營運中 (900MHz、 1800MHz)	營運中 (1900MHz、 2.1GHz)	關閉 3G 網路 • Vodafone：2022 年 • BT：2023 年	<ul style="list-style-type: none"> • 業者自行規劃 3G 語音服務關閉時程。 • 短期語音及簡訊需求以 2G 提供服務，未來持續推動 4G VoLTE。 • M2M 需求以發展 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M 為目標。 • Ofcom 與業者討論是否關閉 2G、3G 網路，認為仍有 2G 和 3G 網路之需求，且預期關閉 3G 網路時程將早於 2G 網路。

國家	2G/3G 營運現況		網路關閉計畫 與時程規劃	業者或主管機關之作法
	2G	3G		
芬蘭	營運中	營運中 (900MHz、 1800MHz、 2100MHz)	關閉 3G 網路 • Elisa：2023 年 • TeliaSonera：2023 年	• 業者自行規劃 3G 語音服務關閉時程。 • 語音及簡訊需求以 2G 提供服務。
瑞典	營運中 (900MHz)	營運中 (2100MHz)	關閉 3G 網路 • Telia：2025 年 • Telenor：2025 年 • Telia 與 Tele2(合資企業 SUNAB)：2025 年	• 業者自行規劃 3G 語音服務關閉時程 • 語音及簡訊需求以 2G 提供服務。
丹麥	營運中	營運中 (900MHz、 1800MHz)	• Telia 與 Hi3G： ➢ 2025 年第 3 季關閉 3G 網路 ➢ 2025 年第 4 季關閉 2G 網路 • Telenor： ➢ 2022 年第 3 季關閉 3G 網路 ➢ 2022 年第 4 季關閉 2G 網路	• 業者自行規劃 3G 語音服務關閉時程 • M2M 需求以發展 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M 為目標。
美國	部分已關閉，多將陸續關閉	營運中 (850MHz、 1900MHz)	• Verizon 與 AT&T：2022 年 2 月 • T-Mobile：2022 年 1 月	• 業者自行規劃 2G/3G 語音服務關閉時程
新加坡	已關閉	營運中 (900MHz、 2100MHz)	• 未有規劃	• 未有關閉 3G 網路之規劃。
日本	已關閉	營運中 (800MHz、 900MHz、 2000GHz)	• NTT DoCoMo：2026 年 3 月底 • KDDI：2022 年 3 月底 • SoftBank：2024 年 1 月底	• 業者自行制定 3G 語音服務關閉時程，並公告受影響之服務方案、手機機型等資訊
韓國	已關閉	營運中 (2100~2600MHz)	• 未有規劃	• 對於發展 5G 產業的必要性與終止 3G 服務增加消費者的便利性，還在兩者之間進行評估。

資料來源：本研究整理。

四、研究國家之頻譜上限規範

對於電信事業使用頻寬上限規範，多數國家採取每次頻譜拍賣時滾動式檢視頻譜分配狀況之作法，並訂定單一電信事業之得標頻寬上限（如英國、芬蘭、瑞典等），倘若有電信事業申請成立合資企業共用頻率，或事業申請結合時，再由主管機關採個案審查方式，評估頻率集中程度等其他審查事項。

美國原採取相同頻譜上限規範，但自 2014 年起 FCC 決議採取不一樣的監理措施，在允許頻譜二次交易與電信事業整併後頻譜執照移轉時，設有頻譜篩審（Spectrum Screen）制度，作為監理機關掌握完整的頻譜交易情形，並設定單一事業頻譜二次交易後 1GHz 以下持有總頻寬不得超過 33%；毫米波頻段上限門檻為 1,850MHz（約 37%）。儘管如此，美國於 2020 年至今已分三次陸續釋出之 C 頻段頻譜資源，於釋出 3.55-3.65GHz（2020 年 8 月）和 3.45-3.55GHz（2021 年 11 月）時，收到利害關係人之意見，考量促進頻譜使用、帶動創新與實現數位經濟等因素後，FCC 決議於釋出時針對單一電信事業可取得頻寬設定上限規範。

日本釋出頻率採用審議制方式，保持各家業者平均分配，並無法規訂定具體頻塊上限門檻。新加坡過往多採取拍賣方式釋出頻譜，並於每次釋照時設有單一事業頻譜取得之上限，進入 5G 時代後改採審議制釋出頻譜，提供連續且大頻寬之頻譜資源，主要原因為可釋出頻寬有限，故改採審議制作法讓國內行動業者均可獲得 5G 中頻段資源，避免因未得標而限制行動事業參進國內 5G 市場之契機，造成整體市場結構變化之風險。

下表整理本研究檢視各國頻譜上限規範彙整與各國之規範說明。

表 2- 32：研究國家之頻譜上限規範彙整

國家	訂定得標頻寬上限					訂定使用頻寬上限	
	英國	芬蘭	瑞典	丹麥	韓國	美國	
主要 MNO 家數	4	4	4	3	3	3	
總頻寬上限	37%	-				依個案檢視	
特定頻段	1GHz 以下	-	有		-	33%	
	毫米波頻段	未釋出	800MHz (約 33%)	未釋出	1,650MHz (約 58%)	1,000MHz (約 42%)	1,850MHz (約 37%)
	特定單一頻段 (以 3.5 GHz 頻段為例)	-	130MHz (約 33%)	至少 3 家獨立執照持有者擁有至少 80MHz	160MHz (約 41%)	100MHz (約 36%)	3.45-3.55GHz 頻段與 3.55-3.65GHz 頻段各設有單一業者在任一 PEA 內之取得上限

資料來源：本研究整理。

表 2- 33：研究國家之頻譜上限規範說明

國家或地區	相關規範
歐盟	<ul style="list-style-type: none"> • BEREC 觀察到多國在中、低頻段皆設有頻譜上限 • 制定頻譜上限類型：個別頻段、合計多頻段與對不同業者設立不同上限值等 • 多數國家未訂定持續性的持有上限，而是頻譜拍賣時設定取得上限
英國	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 年拍賣 2.3GHz 與 3.4GHz： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 單一業者「立即可用」頻譜持有上限不得超過 255MHz ➢ 單一業者合計頻頻持有總量不可超過 340MHz (約 37%) 之上限 • 2021 年拍賣 700 MHz 與 3.6-3.8 GHz：設定頻譜持有總量上限不得超過 416MHz，換算頻譜持有總量占比不得超過 37%
芬蘭	未訂定頻譜總量上限，而是以每次釋出頻譜時，因應市場發展或釋出頻寬訂定上限
瑞典	
丹麥	<ul style="list-style-type: none"> • 未訂定頻譜總量上限，而是以每次釋出頻譜時，因應市場發展或釋出頻寬訂定上限 • 以 2021 年 5G 拍賣為例，DEA 將所釋出的頻段分為不同的競拍單位，在每個單位類別中設定業者可競標的頻譜上限
美國	<ul style="list-style-type: none"> • 採頻譜篩審制度，個案檢視頻率集中情形 • 依釋出頻段特性，評估是否設定事前頻譜取得上限，或採事後個案檢視機制 • 對於毫米波頻段，訂定二次交易後之取得上限

國家或地區	相關規範
新加坡	<ul style="list-style-type: none"> • 每次釋照時設有單一事業頻譜取得之上限 • 考量 5G 技術特性，為提供連續且大頻寬之頻譜資源，IMDA 改採審議方式釋出 3.5GHz 與 26/28GHz 之 5G 頻譜資源
日本	<ul style="list-style-type: none"> • 無明定具體上限門檻 • 採審議制方式釋出頻率，總務省有意保持各家業者平均分配頻率持有量
韓國	未訂定頻譜總量上限，而以每次釋出頻譜時，因應市場發展或釋出頻寬而訂定上限

資料來源：本研究整理。

五、研究國家之用戶市占率及頻率(1GHz、3GHz 及 6GHz 以下)持有比率集中度

綜觀本研究主要研究國家之 MNO 家數多為 3 家或 4 家，僅我國目前為 5 家，本研究統計各國頻譜持有比率集中度與用戶市占率集中度(如下表)。在頻率持有比率方面，可以發現拉脫維亞、芬蘭、韓國之各家電信事業之 1GHz 以下、3GHz 以下、6GHz 以下頻率持有量相對較為集中，而美國因採取區域執照方式釋出頻譜，故在計算持有頻寬時，依各區域執照內涵蓋之人口數加權調整。在用戶市占率方面，可以發現拉脫維亞、芬蘭、美國、新加坡、日本之集中度相對較高。從本計算結果推測，MNO 家數愈少，於頻譜持有量與用戶市占率較為集中，而我國目前行動通訊市場有 5 家電信事業，相對於主要研究國家為較具競爭之市場，惟國內目前出現電信事業併購案例，後續仍待進一步觀察後續市場發展趨勢。

表 2- 34：研究國家用戶市占率及頻率持有比率集中度

國家	MNO 家數	用戶市占率集中度		頻率集中度(HHI 值)		
		HHI 值	統計時間	1GHz 以下	3GHz 以下	6GHz 以下
拉脫維亞	3	3,591	2021 年	3,352	3,432	3,408
英國	4	-	無統計數據	2,731	2,865	2,605
芬蘭	3	3,323	2021 年 6 月	3,048	3,292	3,293
瑞典	4	2,530	2021 年 6 月	2,386	1,967	2,257
丹麥	4	2,451	2020 年	3,856	2,706	2,747
美國	3	3,622	2019 年底 ^{註 1}	採區域執照方式釋出頻譜，故 FCC 計算持有頻寬時，依各區域執照內涵蓋之人口數加權調整。		
新加坡	3	3,846	2021 年第 3 季 ^{註 2}	2,776	2,735	2,914
日本	4	3,393	2021 年 3 月	3,327	2,712	2,716
韓國	3	2,895	2021 年 10 月	3,438	3,406	3,378
我國	5	2,585	2021 年 10 月	2,352	2,286	2,622

註：1.美國：已考量 T-Mobile 與 Sprint 合併。

2.新加坡：以行動服務營收計算。

資料來源：本研究整理。

六、研究國家之電信事業合作案例之概述

觀察國際電信事業間之合作態樣相當多元，包括(1)**網路共用**：如英國 4 家電信事業兩兩合作成立合資企業，共用主動式或被動式網路，以降低網路布建成本；(2)**頻率合作**：有頻率提供使用、移轉與頻率共用等不同形式，且有多數國家之電信事業共同成立合資企業共用頻率與網路，其中頻率合作可由母公司將其**頻率提供**（如芬蘭 TeliaSonera 與 DNA 合作案例）或**移轉**（如瑞典 Telenor 與 Tele2 合作案例）予合資企業使用，以解決頻率不足之問題；(3)併購：如 2018 年美國市占率排名第三之 T-Mobile 收購市占率排名第四之 Sprint，抑或者是 2018 年澳洲市占率排名第三之 VHA 收購新進業者 TPG(2020 年通過)，以整合頻譜與網路資源，並擴大市場占有率，提升市場競爭能力。在頻率合作或電信事業併購案例之中，通訊主管機關除了關心對市場公平競爭與消費者權益的影響外，亦以個案審查方式評估合

作業所造成的頻譜集中度變化，以避免頻譜資源過度集中，並將其意見提交競爭主管機關參考。

此外，觀察國際間電信事業合作發現，多數由 3G 或 4G 開始一直延續至 5G，其中又以網路共用最為常見，如英國 O2 與 Vodafone 決定透過合資企業將合作範圍擴大至 5G 主動式網路設施。此外，韓國也有類似的協議，由三大電信事業共同簽訂「5G 偏鄉網路共用」協議，劃分責任區域分式，布建偏鄉 5G 網路，以減少城鄉數位落差。此外，5G 頻率合作也是電信事業間合作的主要項目，以解決頻寬不足問題，促進頻譜使用效率，如新加坡 StarHub 與 M1 成立合資企業，共同取得 3.5GHz 頻段之 100MHz。

表 2- 35：研究國家之電信事業合作案例概述

項目	網路共用	頻率提供使用、移轉	結合（併購）
代表國家與案例	<ul style="list-style-type: none"> • 英國： <ul style="list-style-type: none"> ➢ O2 與 Vodafone 決定透過合資企業將合作範圍擴大至 5G 主動式網路設施。 ➢ 4 家電信事業與政府達成「共用偏鄉地區網路」協議，共用既有及新的站點、基礎設施，以改善 4G 網路普及性。 • 日本：2020 年 KDDI 與 SoftBank 於成立合資企業 5G JAPAN 進行網路共用。 • 韓國：三大電信事業共同簽訂「5G 偏鄉網路共用」協議，以減少城鄉接取 5G 網路落差，並節省網路布建成本。 	<ul style="list-style-type: none"> • 美國：DISH 與 AT&T 於 2021 年 7 月簽署之策略網路服務協議，DISH 將擴大接取 AT&T 無線網路之範圍(網路共用)，並由 AT&T 接取 DISH 於閒置未使用頻譜區域之 700MHz 與 12GHz 頻寬(頻率提供使用)。 • 英國：Ofcom 於 2021 年進行 3.68-3.8GHz 之頻率拍賣，為解決 3.4-3.8GHz 頻段內頻譜破碎化的問題，除了規劃得標頻寬小於 20MHz 之頻率位置限制外，Ofcom 設計兩階段頻率位置協商程序。Vodafone 與 O2 於 2021 年 4 月達成頻譜交易協議，以確保 O2 取 	<ul style="list-style-type: none"> • 拉脫維亞：2019 年 Bite 與 Tele2 成立合資公司 Centuria，2020 年向主管機關提出頻譜共用之申請(以 MOCN 方式)，經主管機關審查後獲得部分同意，但後續業者自行提出撤銷申請案。 • 英國：2020 年 O2 母公司 Telefonica 和固網業者 Virgin 母公司 Liberty Global 達成併購協議，並將共同出資成立合資企業 VMED O2。本案已獲英國競爭主管機關 CMA 核審。

項目	網路共用	頻率提供使用、移轉	結合（併購）
		得 80MHz 連續頻寬、Vodafone 之 90MHz 更加靠近。	

資料來源：本研究整理。

表 2- 36：研究國家以合資企業模式進行頻率共用案例比較

項目	瑞典	丹麥	芬蘭	新加坡
電信事業	Telenor、Tele2	Telia、Telenor	TeliaSonera、DNA	StarHub、M1
合作技術	2G、4G、5G	2G-5G	2G-4G(5G 合作範圍未涉及頻率)	5G
合作目的	降低網路布建成本、提高網路涵蓋範圍			降低網路布建成本、改善釋出頻寬不足
出資比例	50:50		51:49	50:50
合作模式	成立合資企業(JV)，進行共頻共網(採 MOCN 方式)			
	頻譜轉讓予 JV		母公司區分責任區布網	由 StarHub 與 M1 共同提交 5G 計畫書，並敘明成立 JV。
合作內容	母公司先將部分頻譜轉讓給 JV，後續透過 JV 共用大部分頻段(700、800、900、1800、2600MHz)	母公司透過 JV 共用所有頻段	母公司透過 JV 共用各自的 800MHz 頻段 2x10MHz	1. JV 負責建置與營運 RAN，母公司各自建置核心網路。 2. 共用頻段為 3.5GHz 頻段
頻率歸屬	改配予 JV，由 JV 布建網路	JV 與母公司共用電桿、天線、頻譜	母公司擁有，並分區布建網路	JV 持有
後續頻率釋出	由 JV 申請競標並取得		母公司	N/A

資料來源：本研究整理。

第三章 電信事業合作對市場競爭與整體經濟效益之 影響評估實證研析

本研究蒐集並研析國際間電信事業合作（包含頻率合作、網路共用與事業結合等）之案例，發現每當電信市場出現電信事業結合、成立合資企業或於網路基礎設施共用等情事時，常引發各國主管機關關切獨立營運行動網路數量減少導致減損競爭與消費者權益之憂慮。因此，各國政府為掌握電信事業合作對整體市場競爭與經濟效益之影響，皆於事後持續監測市場概況，如合作案發生後之網路涵蓋（如瑞典、丹麥）與資費水準（丹麥、澳洲）中長期變化等，以確保消費者權益不會受到影響。

在英國，和記黃埔集團於 2015 年向歐盟執委會遞交併購 Telefonica O2 UK 之申請案，規劃由和記黃埔集團以其間接投資子公司 H3G 收購 Telefonica SA 旗下子公司 O2 UK（以下簡稱 O2），若完成合併後之 O2 與 H3G 將成為英國最大電信集團。此一結果將使英國行動網路經營者家數將由 4 家減少為 3 家。歐盟執委會於 2016 年針對本案作成決議，判定併購案將大大阻礙市場之有效競爭，故否准該申請案。然而，此判決結果於 2020 年遭到歐盟普通法院駁回，理由之一為歐盟執委會未經必要的法律標準證明本案對價格和消費者服務品質之定量影響情形。截至目前，雖然本案未有進一步之發展，但 Ofcom 作為英國電信監管機關，除了在併購案審查期間針對市場進行調查，並提出專業建議，2021 年 1 月更進一步以計量經濟學法進行實證研究，探討行動市場的市場結構變化對網路投資與服務品質的影響¹³¹，相關內容於本章第一節文獻回顧中說明。

我國通傳會已於 2021 年 3 月 3 日通過遠傳電信與亞太電信之 3.5GHz 頻率共用之申請，公平會則於 8 月 4 日通過遠傳電信與亞太

¹³¹ Ofcom (2021), Market structure, investment and quality in the mobile industry, <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/economics-discussion-papers/mobile-market-consolidation>

電信針對 3.5GHz 頻率與網路共用合作之結合申請案，通傳會隨後則於 8 月 25 日通過遠傳電信申請投資亞太電信股權比例 11.58% 案。兩家行動業者雖未達到併購階段，但根據 2020 年 9 月 4 日與 11 月 5 日遠傳電信與亞太電信共同發布之協議內容，均表示兩家電信事業採階段性深化合作強度。本研究為協助通傳會建立電信事業合作後對整體市場競爭與經濟效益之影響評估機制，採用計量經濟實證分析¹³²，評估國際間行動市場之競爭與市場現象之間的關係，藉此探討行動市場競爭變化對消費者實際服務體驗（以下簡稱消費成效）的影響，即(1)行動零售價格；(2)網路服務品質和 4G 網路下載與上傳速率。

本研究進行跨國比較分析，以反映競爭對已開發國家行動市場的影響，藉由文獻回顧與考量我國行動通訊市場結構之特性，蒐集國際與我國之統計資料，作為實證分析之數據來源。而後更進一步發展迴歸模型，以評估市場競爭變化對經濟效益之影響，並對研究發現和法規影響進行討論。

第一節 文獻回顧和假設條件發展

目前學術研究已有大量文獻探討電信服務對經濟與社會的影響，以及競爭對市場成效所扮演的角色。一般而言，行動市場中競爭產生的市場成效係指基礎設施投資、改善網路涵蓋和服務品質（quality of service, QoS）、服務接取（uptake of services）和零售價格下降。

本研究選用之參考文獻考量評估行動市場競爭的多種方法。最常見的競爭衡量指標包括 MNO 家數、市場進入或結合、市場集中度（以 HHI 衡量¹³³）等。另一方面，雖然文獻中對網路和消費者成效影響的

¹³² 計量經濟分析是一種統計工具，可以辨識不同變數集之間的關係。計量經濟迴歸模型包括應變數（被解釋變數）和一個或多個自變數（解釋變數）。模型適合之最適趨勢線取決於資料的基礎分布，為該趨勢線之計算方程式。這使模型得以確定應變數和每個自變數之間的關係，並評估每種關係的強度和方向（正相關或負相關）。藉由這種方式，模型可以區隔個別自變數對應變數的影響，並說明觀察到的影響是否在統計上是可靠的。

¹³³ Herfindahl-Hirschman 指數（簡稱 HHI）是衡量市場集中度的常用指標，其為市場中競爭廠商市占率的總和，HHI 值之範圍從 0（完全競爭）到 10,000（獨占）。對大多數的市場而言，

實證資料和文獻較少，但網路共同協議和虛擬行動網路經營者的存在也反映行動市場競爭格局。

由於本研究著重於對消費者的影響，因此致力於討論有關行動市場競爭對經濟成效影響的學術論文與產業研究，特別是終端用戶與消費者福利。除此之外，本研究亦蒐集 MVNO 和網路共用協議在行動市場競爭與經濟成效影響之相關文獻。最後一部分是用於分析競爭影響的量化和計量經濟學方法，以及計量經濟學方法所考量的相關因素。

一、市場競爭對網路涵蓋與服務品質之影響

一般而言，當市場競爭達到一定門檻，即競爭會侵蝕經營者之利潤和投資能力時，可以帶來改善服務品質的誘因。競爭誘發的投資可改善網路品質，進而提高平均速率、減少網路壅塞和擴大網路涵蓋等服務品質指標。這些因素也源自於產品差異化，MNO 藉由提供比競爭對手更好的服務品質以吸引更多消費者，或是避免讓自己在競爭對手持續投資時處於落後階段。

GSMA 曾於 2020 年針對歐洲行動通訊市場進行研究¹³⁴，研究結果指出當 4G 網路涵蓋達到 90%時，在擁有 3 家 MNO 之市場中，其 4G 網路下載速率比擁有 4 家 MNO 之市場高出 3.3Mbps；當市場集中度 HHI 值增加 1,000 時，網路下載速率增加 4.4Mbps¹³⁵。GSMA 於 2018 年針對中美洲市場進行研究¹³⁶，獲得與 2020 年研究相似的結果，當市場 MNO 家數為 2 家或 3 家時，其下載速率較其他中美洲市場高出 10%-17%。

當 HHI 值低於 1,500 時，視為具競爭的市場；當 HHI 值介於 1,500 至 2,500 時，視為中等集中的市場；當 HHI 為 2,500 或更高時，視為高度集中的市場。然而，行動市場往往更加集中，且 MNO 家數通常為 3 到 5 家。因此，HHI 值較高。

¹³⁴ GSMA (2020), *Mobile market structure and performance in Europe: Lessons from the 4G era* [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2020/01/GSMA-Mobile-Market-Structure-and-Performance-in-Europe_February20.pdf

¹³⁵ 本研究使用 Ookla/Speedtest 的 4G 涵蓋範圍和下載、上傳數據之速率。

¹³⁶ GSMA (2018), *Assessing the impact of market structure on innovation and quality; Driving mobile broadband in Central America* [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/05/Assessing_impact-market-structure.pdf

GSMA 曾於 2017 年針對奧地利 Hutchinson/Orange 結合案進行分析，研究結果顯示結合案通過兩年後，Hutchinson 之 4G 網路人口涵蓋比例提高 20% 至 30%。¹³⁷ 研究同時發現，結合案通過兩年後，Hutchinson 和其他奧地利業者之網路品質（以 4G 下載和上傳速率衡量）相較於合併前有顯著提升。

然而，Ofcom 於 2020 年的研究指出，沒有任何證據顯示市場集中度增加會提高網路品質。¹³⁸ 此外，市場集中度對網路下載速率的直接影響為負，但不顯著。然而，因產業投資減少之間接影響而使下載速率下降是顯著的。研究結果顯示，減少 1 家 MNO 將使下載速率降低 5.1% 到 7.4%，在以 HHI 值的評估亦觀察到類似結果。再者，研究指出，越集中的市場可能因資費價格提高，而使消費者需求下降，進而對網路品質產生直接的負面影響，即導致 MNO 降低投資與布建誘因，使網路品質間接的受到負面影響。本項研究結果支持報告中所提過往 2015 年時 WIK 顧問公司協助 Ofcom 對質化和量化證據的研究成果回顧¹³⁹，認為市場整合（consolidation）對於改善消費者成效的證據不足，是消費者需求帶動網路速率的改善、數據使用和更高的行動滲透率（考量到研究期間消費者對於智慧型手機的使用率增加）。

Woroch 於 2019 年之研究指出 2012 年至 2013 年間美國市場中，頻譜集中度對整體市場與特定經營者滲透率的影響。¹⁴⁰ Woroch 指出頻譜集中度（HHI 值）和用戶滲透率之間呈現倒 U 型關係（inverted-U relationship），與其相關的是，頻譜持有數量的整合將帶來更好的網路涵蓋與品質。

¹³⁷ GSMA (2017), *Assessing the impact of mobile consolidation on innovation and quality: An evaluation of the Hutchinson/Orange merger in Austria* [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2017/07/GSMA_Assessing-the-impact-of-mobile-consolidation-on-innovation-and-quality_36pp_WEB.pdf

¹³⁸ Ofcom (2020), *Market structure, investment and quality*, Economics Discussion Paper Series, Issues Number 1 [online]. Available at: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/economics-discussion-papers/mobile-market-consolidation>

¹³⁹ WIK-Consult (2015), *Competition & investment: An analysis of the drivers of investment and consumer welfare in mobile telecommunications*, study for UK Ofcom [online]. Available at: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0029/78365/competition_and_investment_mobile.pdf

¹⁴⁰ G.A. Woroch (2019), *Spectrum Concentration and Performance of the U.S. Wireless Industry*, *Review of Industrial Organization*, 56 (1).

整體而言，競爭對網路涵蓋與服務品質影響之實證研究未有一致的結果，這可能歸因於忽略了如用戶基礎與數據消費等需求面因素，因為這些因素可能進一步促使 MNO 提供更好的網路涵蓋與服務品質。

二、市場競爭對零售價格之影響

監理機關和文獻均非常關注行動市場競爭動態對於零售價格的影響，因為零售價格上漲會侵蝕消費者福利，代表著用戶需支付更多費用才能從既有資費水準中獲得相同的效益。理論上，在競爭的行動市場中，MNO 需爭取用戶和採取與其他經營者不同的資費策略，故零售價格較為低廉。此外，市場競爭水準變化可能不會以相同方式影響所有細分市場之價格（即低、中、高之不同資費水準），因為某些用戶可能對競爭引起的價格變化更為敏感，促使其更易轉換服務提供者（即價格彈性較高）。相較之下，其他用戶可能更重視其他如數據可用量或服務品質，而不只是價格。

Genakos、Valletti 和 Verboven 於 2018 年的研究發現，當市場越集中，零售價格越高。¹⁴¹該文獻針對 2006 年至 2014 年間之 OECD 國家進行研究，發現 2006 年至 2009 年的競爭對零售價格的影響較 2010 年至 2014 年小；2010 年至 2014 年 HHI 值越大，零售價格上漲越多^{142,143}。再者研究發現，集中度增加對不同用戶族群（低、中和高使用量）的影響並不相同¹⁴⁴。HHI 值增加與高用量之資費上漲有關，但對低用量之資費上漲影響較小。前揭研究成果在 Calzada and

¹⁴¹ Genakos, Valletti and Verboven (2018), Evaluating market consolidation in mobile communications, *Economic Policy*, 33 (93), 99. 45-100

¹⁴²然而，2010 年至 2014 年間 HHI 值為統計上不顯著，且標準誤差較大，說明實證結果可能穩定度不佳。

¹⁴³此處須留意作者並未考慮導入 4G 服務和既有 3G 與導入高品質 4G 服務之間的潛在定價差異。

¹⁴⁴ 用量服務籃之定義主要參考 OECD 定義內容，參見 <https://www.oecd.org/sti/broadband/price-baskets.htm>

Martín-Sanchez 於 2016 年的研究中得到支持¹⁴⁵，其發現 HHI 值減少 1 的時候，行動寬頻服務資費方案的每月平均價格將減少 5.5%。

相反的，Frontier 於 2015 年的計量經濟學分析發現，在幾組不同模型設定下，市場集中度(HHI 值)與每分鐘平均收入(average revenue per minute, ARPM)之間沒有明顯的關係。¹⁴⁶儘管敏感性分析之結果顯示，使用 ARPU 與主要 ARPM 結果沒有顯著差異，Frontier 仍認為使用 ARPM 將優於 ARPU，因為 ARPM 考慮使用量的差異。該研究之結論為相較於競爭水準，人均 GDP 與 4G 服務的可用性對價格更具決定性因素¹⁴⁷。

Affedlt 和 Nitsche 於 2014 年的研究分析不同價格衡量標準（如資費、ARPU 和根據不同使用情況調整 ARPU），以及要求定價衡量標準應反映使用量和適合研究國家，例如研究國家的代表性資費和市場解釋變數。作者採用由語音 ARPU 和由使用分鐘數計算出來的每分鐘有效價格（effective price per minute, EPPM）進行分析，結果顯示 MNO 家數與語音 EPPM 沒有顯著正相關；但有微弱的證據顯示在當排除線性時間趨勢、人均 GDP 與資本支出因素下，市場集中度增加可能與價格下降有關。

有許多文獻探討歐洲市場經營者結合對價格的影響，然而研究結果顯示對價格的影響和其穩健性存在很大的差異，這說明結合對價格的影響並非單向。再者，有幾篇文獻並不認為結合對零售價格的總體影響，特別是在 2013 年奧地利 T-Mobile 與 tele.ring 結合所造成的影響。

¹⁴⁵ Calzada and Martín-Sanchez (2016), Pricing strategies and competition in the mobile broadband market, *Journal of Regulatory Economics*, 50.

¹⁴⁶ Frontier (2015), *Assessing the case for in-country mobile consolidation*, report prepared for the GSMA [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/05/Assessing_the_case_for_in-country_mobile_consolidation.pdf

¹⁴⁷ Frontier 於 2015 年的研究同時得出結論，歐盟執委會審查德國、奧地利和愛爾蘭結合對價格影響之研究，可能誇大了結合的後價格上漲。這是向上調價壓力毛指標（gross upward pricing pressure index, GUPPI）分析方法所得出來的結果，其忽略了容量限制、效率改善和供給重新定位如何應對行動市場之競爭。作者同時批評歐盟執委會對於高利潤的假設，誇大了結合案對價格影響。

Aimene、Jeanjean 和 Liang 於 2019 年針對奧地利、愛爾蘭、德國和挪威¹⁴⁸的結合進行分析，當 MNO 數量由 4 家合併為 3 家時，雖然使得語音的單位價格上漲，但數據服務之單位價格卻下跌 17%。¹⁴⁹這與 BEREC 於 2018 年的報告相互矛盾，因 BEREC 在奧地利、愛爾蘭和德國的結合案發現，結合後之資費價格顯著上漲¹⁵⁰。然而，值得注意的是，BEREC 使用的是 OECD 定義的資費服務籃的價格，而非個別的數據和語音之單位價格。

DG Comp 於 2015 年對奧地利 T-Mobile 與 Tele.ring 結合案進行分析，研究顯示結合後的資費價格並無上漲。¹⁵¹此外，本研究還包括對 T-Mobile 和 Orange 在荷蘭的結合案例進行分析，研究顯示結合後整體價格呈現上漲，尤其對高用量之資費用戶而言。

依據 Lear、DIW Berlin 和 Analysys Mason 於 2017 年的研究顯示，英國 T-Mobile 與 Orange 合併後，行動通訊價格下跌了 2% 至 18%，視合併後用戶族群而定（低、中或高使用量），結合對高消費族群的影響最大。

具破壞性的新進業者也被用於評估競爭動態對零售價格的影響。Ofcom 於 2016 年的一項研究著眼於 2010 年至 2015 年間 25 個國家增加 MNO 家數所帶來的影響，以及具破壞性之企業對月租費行動資費的影響。具破壞性之企業指具有下列一項或多項特徵，包括激進的

¹⁴⁸ Aimene 等人 (2019) 使用 difference-in-differences 框架進行兩項分析。第一項評估 2013 年奧地利結合對零售價格的影響，第二項在合併 difference-in-differences 框架中評估 2014 年至 2015 年在於愛爾蘭、德國和挪威之結合影響。將後三個國家合併的方法是可能的，因為結合案都發生的相似的時間範圍內，因此歐洲國家的價格趨勢在結合和非結合控制國家可視為相似的（研究將非結合情境視為反事實之價格）。

¹⁴⁹ Aimene, Jeanjean and Liang (2019). *Impact of mobile operators consolidation on unitary price*. 30th European Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Towards a Connected and Automated Society", Helsinki, Finland, 16-19 June 2019, International Telecommunications Society (ITS), Calgary. Available at <http://hdl.handle.net/10419/205161>

¹⁵⁰ BEREC 於 2018 年的研究也使用 difference-in-differences 法；然而，對每個國家進行個別分析。

¹⁵¹ Aguzzoni, Buehler, Martile, Ecker, Kemp, Schwarz and Stil (2015), *Ex-post analysis of two mobile telecom mergers: T-Mobile/tele.ring in Austria and T-Mobile/Orange in the Netherlands*, report by European Commission Directorate-General for Competition. Available at: <https://ec.europa.eu/competition/publications/reports/kd0215836enn.pdf>

行為、導入取代其他服務的新服務（如第一個提供數據服務吃到飽方案或取消漫遊費用）或為既有服務導入新的生產技術¹⁵²。研究發現，新增一家 MNO 和存在具破壞性企業的國家中，其零售價格平均下跌 17.2%至 20.5%（新增一家 MNO 將使零售價格下跌 7.3%至 9.8%、具破壞性企業將使零售價格下跌為 12%）。

Berne、Vialle 和 Whalley 於 2016 年的研究成果顯示，Free Mobile 為較晚進入法國行動市場的業者並提供低成本的服務，並侵蝕三家既有 MNO 之市占率，同時也顯著干擾 Bouygues Telecom 的市場地位¹⁵³。另一方面，在 Hougbonon 於 2015 的研究中發現，法國行動市場因業者家數增加，使得行動數據服務的價格每 GB 增加 4 美元¹⁵⁴。不過，必須注意到該報告並未將 4G 服務的導入列為控制變數，也未區分 3G 和 4G 數據使用量，研究成果也未發現市場 MNO 家數變動對語音價格有任何顯著的影響。

整體而言，實證文獻對零售價格如何反映競爭變化提供不同的證據，部分原因似乎與選用的價格指標有關，如具代表的資費服務籃或是每用戶之平均收入（ARPU）。此外，這些研究存在另一項限制是缺乏適當的控制變數，如相對的網路性能、技術升級（如由 3G 升級為 4G）和消費行為逐漸由語音轉至行動數據服務，這可能會對零售價格和具代表性資費產生間接影響。

三、市場競爭對服務接取之影響

市場競爭往往對於零售價格和網路服務等因素存在間接效果，而這些因素會直接影響消費者需求。根據 ITU 於 2021 年針對政府政策與法規對 ICT 產業成果與國家經濟影響之研究報告，分析結果發現，

¹⁵²本研究在導入新的生產技術中沒有發現具破壞性的企業。本類別被打折扣是因為導入新技術（如 LTE）受到技術標準與頻譜核配之國際協調所約束。

¹⁵³ Berne, Vialle and Whalley (2016), *Is competition just a question of numbers? An analysis of the impact of entry of Free Mobile into the French mobile telecommunications market*, conference paper.

¹⁵⁴ Hougbonon (2015), *The Impact of Entry and Merger on the Price of Mobile Telecommunications Services*, conference paper, 26th European Regional Conference of the International Telecommunications Society, Madrid, Spain, June 24-27.

競爭會使零售價格下跌。¹⁵⁵另一方面，零售價格與網路涵蓋、收入（人均 GDP）和人口年齡組成，有助於解釋需求或行動寬頻滲透率。具體來說，需求與零售價格為負相關，即價格越高，採用水準越低。

WIK-Consult 於 2015 年的質化分析說明，對於擁有較佳消費者成效（即網路涵蓋和速率）之國家，與行動影音使用量正相關，進而導致更高的頻寬需求。如前所述，該研究未找到證據支持或反駁競爭對消費者成效的影響，也沒有考慮市場競爭是否與寬頻需求有關。

理論上對某些消費者而言，如果競爭反映在更多樣化的行動套裝方案中，則可能直接促進申裝率或使用，使消費者能夠選擇極大化其福利的套裝方案。然而，本研究並未發現任何研究該類相關性的論文。

四、市場競爭對基礎設施投資之影響

幾十年來，經濟學家一直熱烈地討論競爭與投資之間的關係¹⁵⁶。Schumpeter 和 Arrow 在這個問題上提出兩項主要相互矛盾的看法：一方面，Schumpeter 認為相較於在競爭市場中的企業，獨占企業更有動機投資。此觀點在 Gilbert 和 Newbery 的研究中獲得支持，研究顯示在競爭創新的背景下，因存在「效率效應」（efficiency effects¹⁵⁷），獨占企業比潛在競爭者更可能進行投資，其理論基礎為一個有效率的獨占企業總是比兩個不協調的雙頭寡占（duopolists）企業較能獲得更高的利潤。另一方面，Arrow 則認為競爭市場比獨占市場提供更多誘因進行創新，因為在競爭激烈的市場中處於技術領導者地位優勢，也被稱之為「逃離競爭效應」（escape-competition effect）。相反地，由於市場缺乏競爭，獨占企業可透過創新提高其地位所獲得的收益較少。

¹⁵⁵ ITU (2021), *The impact of policies, regulation, and institutions on ICT sector performance*, Available at https://www.itu.int/pub/D-PREF-EF. ICT_SECT_PERF-2021

¹⁵⁶ Wilfried Sand-Zantman, Jérôme Mathis (2014). *Competition and Investment: What do we know from the literature?* [Research Report] Université Paris-Dauphine. 2014, pp.31. Available at: hal.archives-ouvertes.fr/hal-02316767/document

¹⁵⁷ 效率效應（efficiency effects）指效率提升的結果，不僅能夠降低成本，也能提升服務水準與方便性，進而鎖住消費者。

爾後的研究涵蓋了各個部門，包括已經深入研究的電信部門。早期論文假設投資與競爭存在線性關係，這導致了模稜兩可的結果。例如，Kang 的研究報告顯示，在中國，市場集中度與投資之間呈現正相關¹⁵⁸，但在 Kim 的研究卻發現，競爭（MVNO 的加入）與 MNO 的投資呈現負相關。¹⁵⁹此外，Garrone 和 Zaccagnino 研究發現競爭與無線網路投資之間沒有相關性¹⁶⁰，而 Lestage 則發現競爭對投資的影響取決於公司是私有的（負向影響）或是國有的（正向影響）¹⁶¹。

此外，Elixmann 調查投資與消費者成效之主要驅動因子，用以評估行動市場結構和投資之間是否存在關聯性。¹⁶²研究結果顯示，以資本支出與收入比（Capex/Revenue ratio）進行衡量，較高的整合（consolidation）與投資增加之間關係在統計上不顯著，這說明投資取決於一系列國家特定因素，如行動影音使用、網路涵蓋義務和拍賣日期。

Houngbonon 和 Jeanjean 採用企業層級資料和工具變數估計法，詳細地分析競爭對投資的影響。¹⁶³結果顯示，競爭與投資之間的關係呈倒 U 形，當行動市場的競爭強度（以 Lerner 指標衡量）為 63% 時，新技術的投資將達到極大化。此項發現意味著，只要經營者之利潤高於其收入 37% 之門檻，投資就會隨著競爭而增加。

¹⁵⁸ Kang, F., Hauge, J. A., and Lu, T.-J. (2012). *Competition and mobile network investment in China's telecommunications industry*. Telecommunications Policy, 36(10): 901–913

¹⁵⁹ Kim, J., Kim, Y., Gaston, N., Lestage, R., Kim, Y., and Flacher, D. (2011). *Access regulation and infrastructure investment in the mobile telecommunications industry*. Telecommunications Policy, 35: 907–919.

¹⁶⁰ Garrone, P. and Zaccagnino, M. (2015). *Seeking the links between competition and telecommunications investments*. Telecommunications Policy, 39: 388–405.

¹⁶¹ Lestage, R., Kim, Y., Kim, J., and Kim, Y. (2013). *Competition and investment in telecommunications: Does competition have the same impact on investment by private and state-owned firms?* Information Economics and Policy, 25: 41–50.

¹⁶² Elixmann, D., Godlovitch, I., Henseler-Unger, I., Schwab, R. Stumpf, U. (2015). *Competition & investment: An analysis of the drivers of investment and consumer welfare in mobile telecommunications* [Online]. Available at:

https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0029/78365/competition_and_investment_mobile.pdf

¹⁶³ Georges Vivien Houngbonon, François Jeanjean (2016b). *What Level of Competition Intensity Maximises Investment in the Wireless Industry ?*. Telecommunications Policy, Elsevier, 2016, 40 (8), p.774-790.10.1016

Genakos、Valletti 和 Verboven 在調查市場結構和價格之間的雙重關係時發現，儘管對總投資之影響沒有定論，較集中的市場（較高的 HHI 值）使得每個行動經營者的投資較高¹⁶⁴。相反地，Frontier 於 2015 年協助 GSMA 採計量經濟學分析之研究結果顯示，沒有證據顯示較激烈的競爭（以 HHI 值衡量）會增加行動市場的投資（以每用戶之資本支出衡量）¹⁶⁵。GSMA 最近進行了一項研究¹⁶⁶，檢視市場結構在中美洲行動產業發展中所扮演的角色，以及其經營者投資績效的影響（以 EBITDA 利潤率衡量）。研究結果顯示，在市場參與者數量高的地區，經營者在該地區的投資不一定更高，並且揭示競爭強度（Lerner 指標的倒數）與投資之間存在倒 U 型關係。

最近，Ofcom 於 2020 年針對 2000 年至 2018 年間歐洲共計 30 個國家之行動市場結構與投資之間的關係進行分析，目的在於識別市場集中度變化對投資的平均影響¹⁶⁷。研究結果顯示，無論使用何種集中度衡量標準，在較集中的市場中，以資本支出衡量的國家層級投資較低。

整體而言，經濟文獻中競爭對行動產業投資的影響相當模稜兩可。本研究注意到，正如 Houghbonon 和 Jeanjean 所討論的，這些研究似乎存在某些限制。首先，無論是理論模型還是實證模型，投資調整的速度還是有差距。其次，模型未區分競爭的短期和長期影響。第三，競爭的內生性¹⁶⁸沒有得到解決。第四，大多數研究，尤其是早期研究，

¹⁶⁴ Genakos, Valletti and Verboven (2018), Evaluating market consolidation in mobile communications, *Economic Policy*, 33 (93), 99. 45-100

¹⁶⁵ Frontier (2015), *Assessing the case for in-country mobile consolidation*, report prepared for the GSMA [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/05/Assessing_the_case_for_in-country_mobile_consolidation.pdf

¹⁶⁶ GSMA (2018), *Assessing the impact of market structure on innovation and quality; Driving mobile broadband in Central America* [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/05/Assessing_impact-market-structure.pdf

¹⁶⁷ Ofcom (2020), *Market structure, investment and quality*, Economics Discussion Paper Series, Issues Number 1 [online]. Available at: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/economics-discussion-papers/mobile-market-consolidation>

¹⁶⁸ 當迴歸模型中一個或兩個解釋變數與未觀察到的應變數相關時，內生性就會出現。內生性可能導致高估了解釋變數對應變數的因果影響。造成內生性的另一個來源是同時性問題：當應變數與解釋變數之間存在雙向關係時。在這種情況下，競爭可以解釋投資水平，但後者也可以解釋前者。

假設競爭和投資之間存在線性關係，這些都可解釋研究發現中的部分模稜兩可之處。

五、其他市場競爭事項：行動虛擬網路經營者（MVNO）與網路共用

行動虛擬網路經營者（Mobile Virtual Network Operator, MVNO）於 1990 年代初出現，部分原因是為了因應電信市場自由化與行動用戶之成長。MVNO 有多種定義，廣義的定義是 MVNO 為消費者提供行動通訊服務，但沒有自己的網路來接取無線電頻譜。MVNO 與提供網路接取服務的 MNO 簽訂商業批發協議，並允許 MVNO 以自有品牌提供行動服務¹⁶⁹。

通常 MVNO 進入市場為既有 MNO 服務不足的特定市場提供服務，而這些特定市場通常對 MNO 而言規模太小¹⁷⁰。紐西蘭商業委員會於 2019 年的研究顯示，MVNO 可以提供價格競爭和部分服務創新、產品差異化，以及更彈性的資費安排，更能符合特定用戶市場的需求¹⁷¹。MVNO 經常進入傳統 MNO 可能不願意提供服務的特定市場¹⁷²。然而，MVNO 仰賴提供容量批發之網路，這可能會限制其提供差異化容量批發網路產品之能力。

MVNO 的存在與較低的零售價格之證據是不一致的。Calzada 和 Martín-Sanchez 研究顯示，額外的 MVNO 進入市場與價格下降 2% 相關¹⁷³。雖然 NERA 於 2018 年報告承認 MVNO 的競爭影響，在對紐

¹⁶⁹ MVNO 的商業模式仰賴提供容量批發的 MNO；這可從 MVNO 作為行動服務經銷商到配備完全的業務和經營支援系統。

¹⁷⁰ Kiiski (2006). Impacts of MVNOs on mobile data service market, Conference paper, 17th European regional ITS conference.

¹⁷¹ Commerce Commission New Zealand (2019), *Mobile Market Study – Findings*, published 26 September 2019 [online]. Available at: <https://comcom.govt.nz/regulated-industries/telecommunications/projects/mobile-market-study>

¹⁷² 紐西蘭商業委員會研究背景說明：紐西蘭之 MVNO 進入市場與擴張相對有限，商業委員會將其歸因於 MNO 之間批發市場競爭有限，且 MVNO 之擴張可能因市場規模小（即消費者基礎和人口相對較小）而受到限制。

¹⁷³ Calzada and Martín-Sanchez (2016), Pricing strategies and competition in the mobile broadband market, *Journal of Regulatory Economics*, 50.

西蘭 MNO 之一的 Spark NZ 的分析中發現，MVNO 的滲透率與國際消費者成效的關係為統計上不顯著¹⁷⁴。換句話說，特定市場 MVNO 家數少並不代表行動資費會高於平均水準，然而該篇研究的限制在於沒有控制其他任何可能解釋價格因素。Lear、DIW Berlin 和 Analysys Mason 於 2017 年評估結合對價格之影響時¹⁷⁵，納入 MVNO 市占率作為控制因素。研究結果顯示，自 2012 年起，MVNO 市占率增加與資費價格下降有關，雖然僅對中用量之資費顯著有影響¹⁷⁶。

MNO 對 MVNO 之競爭誘因所扮演角色在某種程度上被文獻忽略。MVNO 向 MNO 接取頻譜與網路容量也改善了網路與頻譜資源的使用效率，並且可以為網路經營者提供額外的收入來源¹⁷⁷。然而，MNO 提供容量批發予 MVNO 將可能失去部分市占率，特別是如果 MNO 的目標或擁有為 MVNO 特定市場提供服務的子品牌。

另一方面，網路共用對市場競爭與消費者成效的潛在影響在產業層級受到更多的關注，尤其是 5G 技術可提供一系列的創新應用。然而，雖然 BEREC 於 2018 年關於行動基礎設施共用之最佳實務報告中認同網路共用有助於節省成本，但卻可能減少基礎設施投資誘因，並降低電信事業獨立競爭能力，進而影響消費者成效¹⁷⁸。

從競爭的角度來看，許多監理機關認為無論是主動式網路共用或被動式網路共用，不參加的 MNO 可能難以參與其他 MNO 的共用基礎設施（其中未參加的 MNO 正在尋求與既有網路共用協議之網路接取）。BEREC 認為 MVNO 可能會受到網路共用協議的負面影響，因

¹⁷⁴ NERA (2018), *Competitive effects of MVNOs and assessment of regulated MVNO access*, NERA research paper for Spark NZ.

¹⁷⁵ Lear, DIW Berlin and Analysys Mason (2017), *Economic impact of competition policy enforcement on the functioning of telecoms markets in the EU*, Final Report for the European Commission, Directorate-General for Competition.

¹⁷⁶ 分析之應變數為 2006 年和 2010 年 OECD 資費服務籃支出的自然對數。每個資費服務籃有三種消費型態（低、中、高），其使用強度不同。2010 年資費服務籃僅包含 2012 年以後的資料，發現 MVNO 市占率對 2010 年資費服務籃價格有一些負向關係但不顯著。

¹⁷⁷ Cricelli, Grimaldi & Ghiron (2012), The impact of regulating mobile termination rates and MNO–MVNO relationships on retail prices, *Telecommunications Policy*, 36 (1), pp. 1-12.

¹⁷⁸ BEREC (2018), *Report on infrastructure sharing*, BoR (18) 116 [online]. Available at:

https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8164-berec-report-on-infrastructure-sharing

為其可能被排除於批發網路所增強涵蓋與容量之外。然而，近期監理機關和歐盟執委會已經轉向促進網路共用的機會，以布建 5G 基礎設施並努力擴大通訊網路涵蓋。

理論上，網路共用可能有助於降低整體網路投資，因為 MNO 共同分擔成本以擴大網路涵蓋或網路品質升級，節省下來的成本則可能會移轉至用戶身上並反映在較低的零售價格。Frontier 指出，理論上更大範圍的網路共用可能帶來更大的成本節省，但網路共用不會對零售層帶來效率。此外，與結合相比，網路共用可能會導致投資變慢和下降。然而，這與 Maier-Rigaud、Ivaldi 和 Heller 於 2020 年的實證結果互相矛盾，研究報告係針對 2014 年捷克網路共用之影響進行分析¹⁷⁹。結果顯示，主動式網路共用會降低中用量和高用量資費價格（該篇研究觀察到中用量資費下跌 10.8%、極高用量資費下跌 32.9%），這說明網路共用對數據需求較大的用戶較具效益。

有關網路共用整體影響和不同類型協議的實證文獻非常有限。Kim、Kim 和 Zo 於 2018 年的研究發現，全國漫遊對於降低經營者短期資本支出、短期與長期營運支出在統計上是顯著的¹⁸⁰。然而，對於諸如共用核心網路、無線電接取網路（RAN）或站臺共用等其他共用協議，其影響目前尚缺乏有力的佐證資料。網路共用協議的進一步研究，將有助於確立批發市場中，經營者合作是如何與下游零售市場競爭與消費者效率產生關聯。

六、5G 對行動通訊市場的影響

自 2000 年代中期以來，3G 經營者進入市場，許多國家的行動通訊市場結構相對穩定。大多數市場存在 3 至 4 家的 MNO，倘若有結合案出現，主管機關多施以矯正措施，以維持 MNO 家數。在有新進

¹⁷⁹ Maier-Rigaud, Ivaldi and Heller (2020), *Cooperation among Competitors: Network sharing can increase Consumer Welfare*, [online]. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3571354

¹⁸⁰ Dongwook Kim, Sungbum Kim, and Hangjung Zo (2018). Analyzing the Economic Effects of Past Mobile Network Sharing Deals for Future Network Deployment, *ETRI Journal*, 40(3),

業者進入市場的情況下，因新進業者無法取得與既有業者相同的市場占有率（如英國的 H3G、法國的 Free Mobile 或義大利的 Iliad），而無法為其投資者帶來報酬。但從另一方面來看，新進業者也可能扮演市場破壞者之角色，透過提供低價服務吸引用戶。其他型式的市場參進者為沒有基礎設施的 MVNO，擴大行動市場服務的選擇，但其對主要的 MNO 影響較小。

對於提供 5G 服務的 MNO 來說，網路投資與布建策略具有重大的影響力¹⁸¹，因其為實現 5G 效能要求和服務體驗，網路布建勢必朝向密集化和布建小型基地臺，特別是在都會熱點地區。此外，為民眾從 5G 中受益並解決數位落差，MNO 將持續改善偏鄉地區的網路涵蓋和服務品質。再者，MNO 在提供客製化和開發 5G 專網解決方案時需要足夠的敏捷性與彈性，以滿足垂直場域和物聯網路用戶的需求，以掌握新的商機。為了達到前述目標，MNO 需要擁有不同的 5G 網路布建策略，並整合低、中和高頻段的使用。

5G 網路布建的挑戰意味著 MNO 必需優化網路和頻譜投資，以具成本效益的方式達到商業策略和預期成果。下圖說明影響 5G 網路布建成本的各种影響要素。其中，無線電接取網路的密集化和小型基地臺的布建需求，需要透過光纖或高頻寬無線鏈路的形式提供高容量、低延遲的後傳網路（backhaul）來支持。這些要素將提高成本，並增加 MNO 間結合的壓力。

¹⁸¹ 例如，德國電信首席執行長 Timotheus Hötting 估計，在歐洲布建 5G 網路可能需要約 3,000 億歐元至 5,000 億歐元，大約是 4G 總投資金額的 2 倍。



圖 3-1：影響 5G 網路成本的要素

資料來源：Plum

為了降低 5G 網路布建成本，需要更廣泛、更深入的網路共用，因此共用範圍可能不僅限於被動式網路元件（如桅杆、站點和電源供應），還需要無線電接取網路之主動式網路元件。主動式網路共用，如多經營者接取網路（Multi-operator radio access network, MORAN）、多經營者核心網路（Multi-operator core network, MOCN）和其他形式的多租戶（multi-tenancy¹⁸²）或中立主機解決方案（neutral hosting solutions¹⁸³）等，預期將在 5G 環境中佔有重要的地位。同時，虛擬化的無線電接取網路（Cloud-RAN¹⁸⁴、Open-RAN¹⁸⁵）與核心網路有助於節省大量成本，同時提供資源使用彈性，以滿足不同消費者和垂直場域的需求¹⁸⁶。然而應注意的是，不同的網路共用或頻譜共用組合所節

¹⁸² 多租戶（multi-tenancy）是一種軟體架構技術，為在多使用者的環境下共享相同系統和程式元件，並確保各別使用者間資料的隔離性。

¹⁸³ 中立主機解決方案（neutral hosting solution）係指由第三方公司在特定場域內（如醫院與體育場等），以自有資金建置小型或微型基地台，並出租無線電接取網路設備給不同的 MNO。

¹⁸⁴ 雲端化無線電接取網路（Cloud-RAN）為一種集中式且以雲端計算為基礎的無線電接取網路架構。

¹⁸⁵ 開放式無線電接取網路（Open-RAN）由來自多個供應商的硬體和軟體系統組成的無線電接取網路架構。在 Open-RAN 的架構下，將硬體與軟體分解成三個主要部分：(1) 中央單元（Central Unit）；(2) 分布單元（Distributed Unit）；(3) 無線電單元（Radio Unit）的射頻硬體、軟體供應，以開放且可互相操作介接網路。

¹⁸⁶ For more information, see <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/5g-era-mobile-network-cost-evolution/>

省的成本¹⁸⁷與競爭的喪失、對消費者和市場創新的潛在影響必須取得平衡。

雖然過去 10 年行動市場環境相對穩定，但隨著行動市場飽和、消費者對數據需求不斷成長，一般來說 MNO 的報酬並不佳，ARPU 一直呈現持平或略有下降趨勢。目前，5G 商用服務仍處於非常早期發展階段，雖然在領先市場中的 MNO 積極布建 5G 網路，探尋可創造新的收入來源（包括來自垂直場域或其他企業用戶的收入來源），但仍面臨相關成本和投資無法收回的風險。

截至目前為止，在有限的資料中，5G 對 MNO 收入影響的證據尚不具決定性。下圖中芬蘭、韓國和美國等少數市場自 5G 服務推出以來，ARPU 略有上升，但在英國與我國，5G 的導入尚未反映至 ARPU¹⁸⁸。

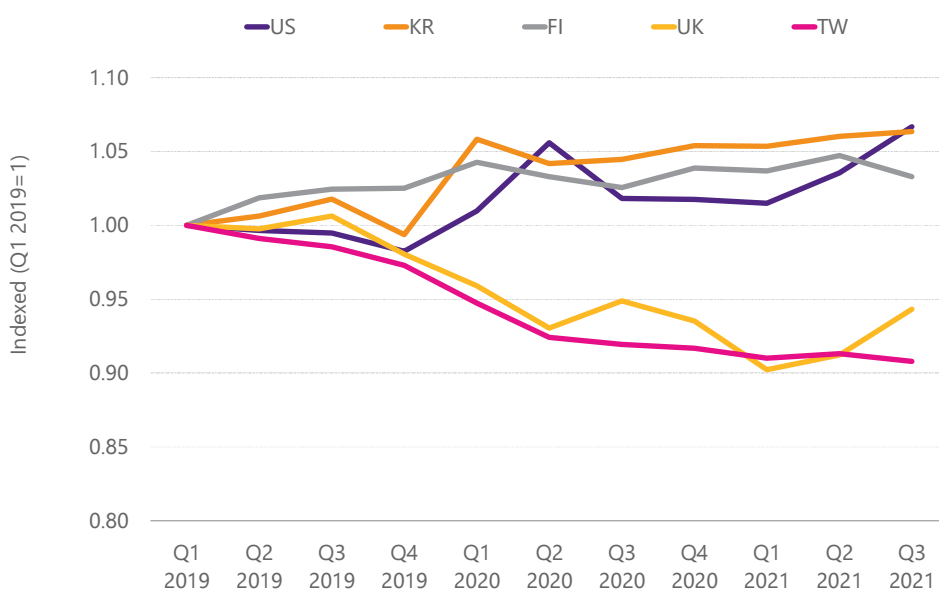


圖 3- 2：主要國家 2019 第一季至 2021 年第三季之 ARPU 趨勢

資料來源：GSMAI

¹⁸⁷過往 Plum 對 3.5GHz 頻段之 5G 網路布建成本分析，與各自布建 5G 網路相比，兩家 MNO 之主動式網路共用將可節省 50%之成本。

¹⁸⁸韓國於 2018 年底推出 5G 服務，芬蘭、英國和美國於 2019 年推出 5G 服務，我國為 2020 年推出 5G 服務。

觀察目前國際間 MNO 將大量數據的使用轉換為更高 ARPU 所採行的策略包括：

1. 數據使用吃到飽方案，特別是高資費的 5G 方案。
2. 較高速的下載與上傳速率，並於行動方案之設計與定價中以速率作為差異化因素。(如芬蘭之 5G 資費方案，見下圖¹⁸⁹)。
3. 針對特定第三方提供之應用程式或內部服務設定零資費方案¹⁹⁰。

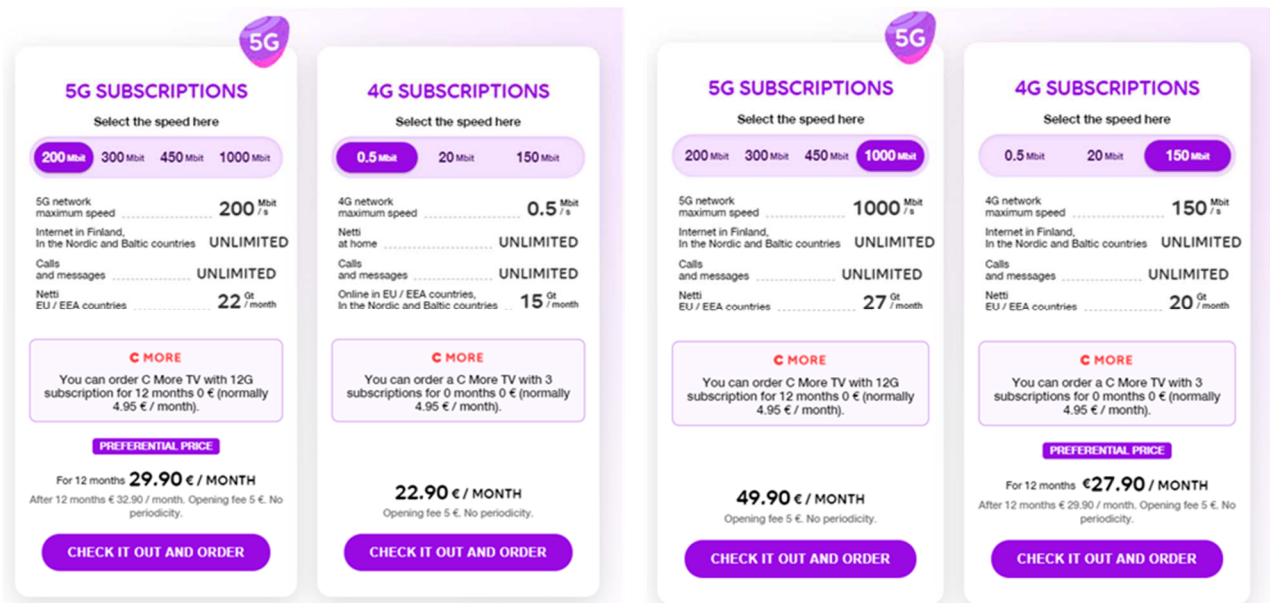


圖 3- 3：芬蘭 Telia 5G 和 4G 月租費價格

資料來源：Telia.fi (2021)

註：左邊為最低速率，右邊為最高速率

雖然在單位位元成本計算上 5G 網路較 4G 更具效率，但因上網吃到飽方案截斷數據用量與收入成長之間的聯繫，此定價方案之盛行將不利於 ARPU 之提升。對採行吃到飽方案之業者而言，必須選擇加速 5G 網路投資，以維持服務品質，但此將影響其利潤；若是維持既有投資水準，但可能面臨網路品質變差。

¹⁸⁹ Telia (2021)網站，最後瀏覽日期為 2021 年 11 月 12 日，
<https://kauppa.telia.fi/yksityisille/tuotteet/puhelinliittymat.aspx>

¹⁹⁰ <https://tarifica.com/tarifica-study-of-german-market-highlights-data-pricing-trends>

預期 5G 時代下，行動市場結構和競爭的本質可能會在未來 5 至 10 年有所改變，而不斷發展的物聯網與 M2M (Machine-to-Machine) 服務，以及工業應用市場可能會有專網新進業者加入¹⁹¹，皆可以藉由新形態的多用戶 (multi-tenancy)、中立主機解決方案達成。同樣地，可能會有新的業者在特定區域使用毫米波頻段提供服務。

七、計量經濟學方法回顧

綜觀前述研究市場競爭影響投資與消費者成效之實證文獻，多使用縱橫資料 (Panel Data) 分析法，但也發現若以 HHI 值作為市場集中度指標，可能與市場成效之間存在內生性和逆向因果關係，故以兩階段最小平方估計法 (Two-stage least squares, 2SLS) 分析。以下就此兩種方法論進行說明。

(一) 縱橫資料 (Panel Data) 分析法

同時使用橫斷面 (cross-section) 資料¹⁹²和時間序列資料¹⁹³，即同時包含隨著時間變化之相同橫斷面單位觀察。縱橫資料分析法用於評估解釋變數於觀察時間內對應變數之平均影響。然而，此評估方法未說明解釋變數對應變數之影響是否隨時間維持不變。另一方面，常見的縱橫資料分析法為固定效果模型 (Fixed Effect Model)，其假設個別橫斷面單位具有未觀察到的個別特徵，而這些特徵不隨時間變化。使用固定效果模型可強調個體差異性，例如本研究之參考文獻中探討特定市場或國家時，其可能會對競爭水準或零售價格帶來外生影響。此外，在文獻回顧中可以發現，固定效果模型分析法在多個研究中被用於控制國家層級或 MNO 層級中未觀察到的特徵，這些特徵可能與應變數和解釋變數有關。

¹⁹¹ 例如提供 4G 專網或垂直場域專家。

¹⁹² 橫斷面資料 (cross-sectional data) 指包含某一特定時點下，觀察多個主體 (如個人、國家或地區) 而收集的資料。時間序列資料 (time series data) 指包含一變數或許多變數跨時間的觀察值。

¹⁹³ 時間序列資料 (time series data) 指包含一變數或許多變數跨時間的觀察值。

(二) 兩階段最小平方估計法

計量經濟學分析中常見的問題是必須決定相關變數之間的因果關係。工具變數(instrumental variable, IV)之應用可克服內生性問題，以評估解釋變數對應變數的因果影響(即一個或多個解釋變數與模型誤差項相關)。兩階段最小平方估計法(Two-stage least squares, 2SLS)是分析工具變數常用的計算方法。第一階段，將模型中所有外生變數和工具變數對內生變數進行迴歸計算；第二階段，將第一階段之迴歸預測值取代原本的內生變數，於第二階段進行回歸分析。

Calzada 和 Martínez-Santos 於 2016 年之研究，與 GSMA 於 2018、2020 年之研究採用此方法來控制市場集中度(HHI 值)與市場成效之間的內生性和逆向因果關係。前述文獻考量 MNO 家數和 3G 頻譜集中度(HHI 值)。GSMA 之 2020 年研究還考慮了 Lerner 指數¹⁹⁴，用以衡量市場力量變化如何影響市場成效，並在經營者層級的分析中選擇 EBITDA 利潤率作為控制 Lerner 指數潛在內生性的工具變數。Genakos、Valletti 和 Verboven 討論經營者數量波動(結合與市場進入)如何對市場力量和消費者成效產生不對稱的影響。此份研究使用 MNO 家數和最高與最低行動終端速率之間的差異作為 HHI 值的工具變數，用以評估其影響並解釋 HHI 的潛在內生性。

雖然有大量的文獻討論市場結構與市場成效間的潛在內生性帶來之實證挑戰，但有幾篇論文反對這種觀點。例如，Hauge 和 Jamison 探討電信市場為何未全然以低成本或免費進入市場¹⁹⁵為特徵，因為進入市場的法律和監理障礙、經濟障礙(如高額的固定成本)和策略障礙(如客戶鎖定或高額轉換成本)很高¹⁹⁶。Genakos、Valletti 和 Verboven 和其他文獻強調，進入市場通常為監管機關的決定，而非價格水準或獲利能力之因素。同樣地，本研究注意到市場結構與市場成

¹⁹⁴Lerner 指數是衡量市場力量的指標。它衡量價格-成本邊際，即企業的產出價格與邊際成本之間的差除以產出價格。

¹⁹⁵例如在進入市場前，行動經營者必須向政府或監管機關取得服務或頻譜執照，以提供務和接取頻譜資源。

¹⁹⁶ Hauge and Jamison (2009), Analyzing telecommunications Market Competition. Founds for Best Practices. *Public Utility Research Centre*.

效通常受到監管要求之限制，例如行動通訊業者之結合在大部分的市場都需要監管機關核准，若監管機關認為存在潛在反競爭結果或傷害消費者權益時則禁止結合。此外，監管機關通常施以服務品質和接取規範，以改善消費者體驗和零售市場競爭。綜合前述說明，潛在內生性問題可能有限。

本研究蒐集之文獻中，部分使用縱橫資料（panel data）固定效果模型和兩階段最小平方法測試 HHI 值對市場成效的影響。其他文獻，如 Frontier 之研究則強調內生性的潛在問題，但未使用工具變數分析方法。造成這種情形的一個潛在原因是，滿足選擇和排除標準的適當工具變數是有限的。在本研究之計量經濟學分析中，使用縱橫資料分析法評估 HHI 值變動的影響，係因為無法透過網路涵蓋和網路速率的選擇和排除標準資料中確認適合作為 HHI 值的工具變數。本研究對價格水準之分析中，以經營者 EBITDA 之最大值作為市場集中度的工具變數（例如 GSMA 於 2020 年研究使用類似的工具變數作為衡量市場力量的工具），並以工具變數-固定效果（IV-FE）模型作為主要縱橫資料方法的擴充。

第二節 資料來源

本研究使用來自 OECD 之 37 個國家數據¹⁹⁷，並且構建一個由 2012 年至 2020 年¹⁹⁸的縱橫資料（以年度計算）。本研究採用 GSMA Intelligence (GSMAI) 資料庫的行動市場指標，並輔以世界銀行和具代表性機構公布的人口和經濟數據。此外，本研究採用 Teligen (Strategy Analytics) 的資費價格數據和 OpenSignal 的網路速率指標。計量經濟學分析探討兩個與行動市場競爭變化對消費者成效影響的關鍵問題，即(1)行動零售價格（資料來源為 Teligen）；(2)網路服務品質（資料來源為 GSMAI 報告的網路涵蓋範圍）和 4G 網路下載與上傳速率（資料來源為 OpenSignal）。有關競爭對經營者收入影響的分析，請參閱附錄二。

本研究選定之研究期間和 OECD 資料，係考量這些行動市場與我國行動市場規模與發展、布建技術和監管環境具有廣泛可比較性。下表說明在計量經濟學分析中使用之變數。

表 3-1：OECD 與我國主要市場特徵比較（2020 年）

市場特徵	OECD 平均值	我國
人口數(萬百人)	36.4	23.6
人均 GDP(美元)	38,500	28,300
4G 網路涵蓋比例(人口涵蓋比例)	98.3%	99.3%
4G 滲透率(人口涵蓋比例)	70.6%	95%
4G 下載速率(Mbps)	37.6	34.5
預付用戶比例(占總用戶比例)	30.6%	14%
ARPU (美元)	19.4	17.8
每用戶月平均數據使用量(GB)	7.2*	21.5
供 IMT 使用之 6GHz 以下頻寬總量(MHz)	800	860

註：*為 2019 年之平均值（不包括美國）。

資料來源：GSMAI、OECD、World Bank、IMF、Plum 整理。

¹⁹⁷ List of OECD countries: <https://www.oecd.org/about/document/ratification-oecd-convention.htm>

¹⁹⁸請注意，觀察水平由數據可用性和所有來源的共同觀察點決定。包括 Ofcom (2020) 在內的其他研究使用從其他國家/地區每季度觀察到的運營商級數據。

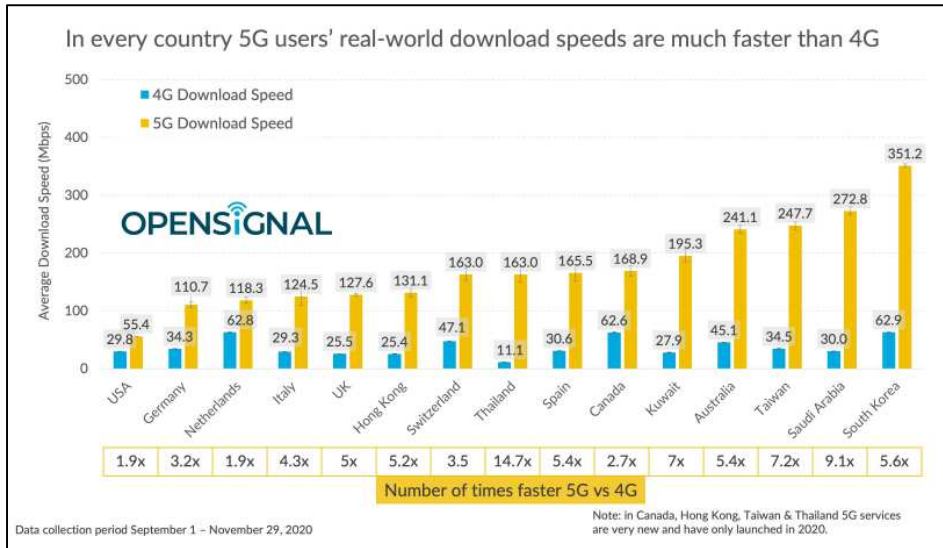


圖 3-4：國際 4G、5G 網路下載速率比較

資料來源：Opensignal(2020)。

更重要的是，2012 年至 2020 年之研究期間，OECD 樣本代表競爭發生變化的國家，共有 20 個國家發生電信事業結合（MNO 家數減少）或新進業者進入市場（MNO 家數增加），以及有 16 個國家未有任何業者家數變化（包括進入市場、整合或退出市場），可供本研究評估市場結構和競爭變化對消費者成效指標的影響。

本研究使用的資料包含所有 2012 年之後成為 OECD 成員國家（如果該會員國有資料方納入）的所有年度（2012 年至 2020 年）數據。雖然缺乏 2012 年後成為 OECD 成員國之前幾年的定價資料，但如果這些國家在成為 OECD 成員國後具有數年資料，仍納入價格分析之中¹⁹⁹。4G 網路涵蓋分析納入所有研究期間的完整資料，網路速率分析則是在 2018 年至 2020 年共三年時間範圍內進行。

下表為計量經濟學分析中使用之變數。本節的其他部分將更詳細地討論資料來源和特定變數。所有的貨幣變數之數值皆以 2020/21 年度即期匯率轉換為美元（US\$）²⁰⁰。

¹⁹⁹ 這裡唯一的例外是哥倫比亞，其於 2020 年加入了 OECD。由於我們採用具有國家固定效果的縱橫（panel）分析法，因此需要一年以上的觀察值才能將一個國家納入迴歸分析之中。因此，哥倫比亞被排除在定價分析之外。

²⁰⁰ GSAI 資料使用 2021 年 6 月即期匯率，Teligen 資料使用最後一季（2020 年第 4 季）的即期匯率。資料皆未針對通膨進行調整。

表 3- 2：計量經濟學分析使用之變數

變數類型(資料來源)	變數
零售價格 (Teligen/SA)	<ul style="list-style-type: none"> • 低資費(US\$) • 中資費(US\$) • 高資費(US\$)
網路涵蓋 (GSMAI)	<ul style="list-style-type: none"> • 4G 網路涵蓋比例(占總人口比例)
網路效能 (OpenSignal; only available 2018 on)	<ul style="list-style-type: none"> • 4G 下載速率(Mbps) • 4G 上傳速率(Mbps)
市場競爭指標 (GSMAI, Plum analysis)	<ul style="list-style-type: none"> • MNO 家數 • 市場集中度(HHI) • MVNO 家數 • 進入市場之虛擬變數(進入市場當年和之後各年度為 1;否則為 0) • 退出市場之虛擬變數(結合或退出進入市場當年和之後各年度為 1;否則為 0)
行動市場控制因子 (GSMAI)	<ul style="list-style-type: none"> • 預付用戶比例(占總用戶數比例) • 行動總線路數(非線性規範) • 總收入 • 總資本支出 • 每用戶落後期資本支出(前一年季平均值) • 4G 涵蓋(占總人口比例) • 經營者 EBITDA 之最大值：每年季平均值
數據用量 (OECD; only available 2016 to 2019)	<ul style="list-style-type: none"> • 數據用量(GB/用戶/月)(不包括美國；由 OECD 資料來源中省略)
頻譜控制因子 (Plum estimates)	<ul style="list-style-type: none"> • 1GHz 以下頻譜供應量(分配予 IMT 經營者的頻寬總量 MHz) • 6GHz 以下頻譜供應量(分配予 IMT 經營者的頻寬總量 MHz)
人口和經濟控制因子 (World Bank)	<ul style="list-style-type: none"> • 人口密度(每平方公里人口數) • 失業率(失業勞動力比例，國際勞工組織(ILO)估算) • 人均 GDP(美元，非線性規範)
時間趨勢 (programmed by Plum)	<ul style="list-style-type: none"> • 線性時間趨勢 (年份減去 2012)

註：感興趣的應變數(Y)以**粗體**顯示。

資料來源：Plum 整理。

上表所列之變數並非皆作為消費者成效模型之解釋變數。其他解釋變數的選擇是基於該變數可能對感興趣的消費者成效產生影響，並

藉由統計顯著性或改善模型的整體合適（以判定係數 R^2 衡量）說明統計解釋能力。

一、GSMAI 行動市場指標

本研究使用之資料主要來自於 GSMAI 資料庫，其為多項實證研究之資料來源²⁰¹。由 GSMAI 資料庫選用變數包括 4G 網路涵蓋、行動市場競爭與行動市場控制因子。GSMAI 指標公布每季和每年之國家層級和經營者層級資料，但部分指標未公布所有觀察層級資料。年度資料選擇與 Teligen 提供的資料一致。由於本研究著重於市場層級（而非經營者層級）之消費者成效對競爭變化的反應，故採用國家層級資料，但存有兩項例外。第一，使用經營者資料計算平均每用戶的總資本支出與落後期資本支出；第二，使用經營者 EBITDA 之最大值（季平均）。主要原因在於總資本支出和 EBITDA 不是按年度或國家層級公布的資料，在某些情況下，不是每個經營者或每季的報告皆一致。因此，本研究選用每年的季平均數值。此外，本研究將經營者 EBITDA 之最大值用於衡量市場集中度（HHI 值）的工具變數。理論上，市場集中度的不對稱應反映在經營者的收入和獲利。

本研究測試市場變數的幾種模式，例如對行動總線路數（近似市場規模）和人均 GDP（代表收入水準）作線性、對數和非線性之測試。在價格迴歸模型設定上，隨著行動總線路數的增加，以成本遞減的非線性（ $x^{0.5}$ ）模型設定為統計上顯著之最佳方式。此外，對變數進行對數轉換可提供更直覺的結果，以及更好觀察的比例變化（例如 GDP 增加一個百分點，而非增加一美元）。

²⁰¹ Including Ofcom (2020), GSMA (2020), GSMA (2018).

二、世界銀行（Word Bank）人口和經濟數據

本研究使用世界銀行（Word Bank）資料庫中有關人口和經濟控制因子，如人口密度和人均 GDP。採用人口密度是因為特定地理區域熱點或繁忙地點之人口比例與市場規模有關，同時採用人均 GDP 作為收入水準與失業率的控制因子，這兩項因子都會影響定價水準和特定資費選擇的需求面因素。

在基本模型中，本研究測試世界銀行之總人口、偏鄉人口（占總人口比例）和 65 歲以上人口（占總人口比例）等指標。由於總人口數與行動總線路數、獨立用戶總數呈現正相關，特別是在如我國擁有高行動滲透率的 OECD 已開發市場，故本研究之實證研究未納入總人口數。另一方面，由於偏鄉人口與人口密度（偏鄉人口較高的國家，其人口更為分散）呈現正相關，而 65 歲以上人口可能與平均收入水準（領取退休金或退休人員比例高於全職工作人員的比例）、消費習慣的變化相關，例如使用預付方案用戶或智慧手機用戶的比例，較佳的資料可由 GSMAI 資料庫提供。

三、Teligen 資費定價資料

零售行動資費資料取自於 Teligen²⁰²，並採用具代表性價格服務籃數據（低、中、高資費）。下表整理不同年份低、中、高資費服務籃所代表的可用數據流量和語音分鐘數限制。該資費所代表的內涵每三年調整一次，以掌握數據使用量的變化趨勢，以及隨後對語音和數據可用數量的影響。早期（2012 年至 2014 年）和後期（2018 年至 2020 年）之具代表性服務籃的內涵與 OECD 之低、中、高資費之內涵一致。本研究選用 2018 年至 2020 年間，具有較高數據可用量的代表性資費服務籃。

²⁰² <https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/blogs/networks/teligen-tariff-and-benchmarking>

表 3-3：具代表性資費服務籃之組成

資費服務籃型別	2012-2014	2015-2017	2018-2020
低資費	100 MB + 30 calls	100 calls + 500 MB	100 calls + 2 GB
中資費	100 calls + 500 MB	300 calls + 1 GB	300 calls + 5 GB
高資費	300 calls + 1 GB	900 calls + 2GB	900 calls + 10 GB

資料來源：Plum 整理。

資費價格水準包含各國當地稅率(如增值稅)，並以美元計算(以 2020 年第 4 季本地貨幣之平均匯率換算)。Teligen 每季蒐集資費資料。本研究採用每年第 4 季公布的具代表性資費價格水準。

Teligen 之具代表性資費是由市占率最大 MNO 提供之低、中和高資費提供的最低成本資費為基準(即指定數據用量和語音分鐘數)。具代表性資費由至少兩家市占率最大之 MNO (以用戶數量計算) 中選出，但前提是他們的市占率合計至少達 50%。若未達門檻，則資費計算包括下一家市占率最大之 MNO，直到市占率之和超過 50%。雖然某些國家納入 MNO 子品牌的報價，但本研究不考慮 MVNO 之資費。此外，本研究採用的資費資料僅限於個人用戶(不包括企業用戶)。本研究同時考量預付和月租制資費價格。

Teligen 未蒐集我國市場的資費資料。本研究雖然已由 MNO 公司網站公布的價格進行次級資料研究，但因歷史數據不夠完整，無法納入計量經濟學分析。

四、Opensignal 4G 網路速率

本研究採用 Opensignal 公布的 4G 網路速率資訊。Opensignal 公布之國家層級 4G 下載和上傳速率之綜合性資料為每季公布一次，但僅限用於 2018 年至 2020 年之 3 年期間。因此，本研究採用每年第四季之網路速率資料，因為可與 Teligen 之價格資料相對應。

五、其他資料來源

本研究採用之頻譜供應量的衡量指標係指可用於行動通訊之核配頻寬（以 MHz 為單位），並區分為 1 GHz 以下的頻譜供應量（反映可補涵蓋率的頻譜總量），以及 6 GHz 以下頻譜供應量（反映可使用的頻譜總量）。頻譜供應量的衡量指標將作為 4G 網路涵蓋與網路速率分析的解釋變數。

ITU 之基礎設施共用指標²⁰³，特別是採取基礎設施共用（若有=1；否則=0），以及採取主動式基礎設施共用（若有=1；否則=0）。給定基礎設施共同指標為二元性質（binary nature），但基礎設施共用和參與者（可能決定經營者之間的合作水準，非競爭狀態）範圍未包括在資料中。然而，這些衡量指標在零售價格基本模型和 4G 網路涵蓋基本模型中進行測試，結果並不顯著。此外，基礎設施共用指標對價格的影響方向（正向或負向）也因資費類型而有不同。

OECD 公布的數據使用量（GB/用戶/月）在零售價格基本模型中進行測試，並已將其納入 4G 網路涵蓋和網路速率分析中的潛在解釋變數²⁰⁴。由於數據使用量數據統計期間為 2016 年至 2019 年，故當計量模型納入此變數時，僅能反映這 4 年期間的狀況。此外，OECD 公布的數據使用量不包括美國，因此當模型納入數據使用量變數時，將不包括美國。

²⁰³ <https://www.itu.int/net4/ITU-D/icteye#/>

²⁰⁴ GSMAI 每季公布經營者層級之數據使用量(GB/用戶/月)。然而，並未公布所有經營者資訊，因此在沒有這些資訊時，就不可能確認國家層級平均數據使用情形。

第三節 方法論

一、縱橫資料分析法（基本模型）

縱橫資料分析法同時使用橫斷面資料和時間序列資料，以此方法進行實證研究除了可提供較多樣本數和較大自由度，尚具有幾項優點：(1)相對於橫斷面資料而言，較易控制個體的異質性；(2)降低變數間的共線性（collinearity）問題；(3)減少因忽略變數而造成估計之偏誤。

本研究使用縱橫資料分析法評估行動市場競爭與零售價格、網路涵蓋和網路可用性等消費者成效之間的關係。在分析中，本研究專注於競爭的兩個核心衡量指標，即 MNO 家數與市場集中度（HHI 值）。

縱橫資料迴歸模型用以評估一段時間內市場變化，以確認行動市場之競爭與人口控制因子（解釋變數）、消費者成效（應變數）之間的關係。縱橫資料（panel data）集由每個橫向指標隨著時間重複測量所組成的。例如，本研究採用 2012 年至 2020 年間各國對人口密度的衡量，以 $Population\ density_{i,t}$ 表示國家 i 和第 t 年的人口密度。

在本研究設定的消費者成效（ $Consumer\ outcome_{it}$ ）基本模型中，以 MNO 家數（ $MNOs_{it}$ ）作為主要行動市場競爭衡量變數，並以行動市場（ $M1_{it}$ ）和經濟與人口（ $D1_{it}$ ）解釋變數作為控制因子。因此，本研究採用基本模型如下：

$$\begin{aligned} Consumer\ outcome_{it} \\ = \beta_0 + \beta_1 MNOs_{it} + \beta_2 M1_{it} + \beta_3 D1_{it} + \alpha_i + u_{it}, \end{aligned}$$

其中，主要應變數（ $Consumer\ outcome_{it}$.消費者成效）為零售價格、4G 網路涵蓋和 4G 網路速率，而感興趣之解釋變數係數為 β_1 。 β_1 係數為衡量每增加一家經營者（ $MNOs_{it}$ ）在第 t 年對應變數 $Consumer\ outcome_{it}$ 的平均影響。在敏感性分析中，本研究考量不同的行動競爭指標（如 MNO 家數、市場集中度或 HHI 值，以及進入

市場和結合後的虛擬變數)如何影響消費者成效,同時也考量額外的行動市場、經濟和人口等解釋變數,如人口密度、行動總線路數、失業率、4G 網路人口涵蓋和頻譜供應量。

在每個消費者成效分析中,本研究將 $MNOs_{it}$ 作為主要競爭指標,再以市場集中度 HHI_{it} ,重複分析,以確認是否存在市場競爭的潛在影響之證據。在多數情況下,基本模型之其他解釋變數的選擇保持不變。

此外,在基本模型中 α_i 為個體效果、 u_{it} 為誤差項,反映跨時間和國家之國家層級干擾和各別干擾。

二、固定效果兩階段最小平方法

由參考文獻可以發現,市場集中度(HHI_{it})可能與未觀察到的因子 u_{it} 相關,因此為解決潛在的內生性問題,本研究參酌其他實證研究,當競爭衡量指標為 HHI 值時,採用固定效果工具變數(instrumental variable with fixed-effect, IV-FE)分析法進行影響評估。

消費者成效模型如下:

$$\begin{aligned} \text{Consumer outcome}_{it} \\ = \beta_0 + \beta_1 HHI_{it} + \beta_2 M1_{it} + \beta_3 D1_{it} + \alpha_i + u_{it}, \end{aligned}$$

α_i 為個體效果、 u_{it} 為誤差項,反映跨時間和國家之國家層級干擾和各別干擾。

考量內生性,競爭衡量指標 HHI 於第一階段方程式中進行估計。本研究以經營者 EBITDA 之最大值²⁰⁵作為 HHI 值之工具變數。如同前一章節所討論的,理論上經營者 EBITDA 之最大值應可反映較高的市場集中度,並且預期領先經營者較高的收入占比將與獲利能力呈現正相關。然而,受限於 OECD 資料庫之數據不足(例如頻譜集中

²⁰⁵ GSMAI 每季對經營者層級進行報告。EBITDA 值為該年度的季平均值,因為並非每個經營者於每季公布 EBITDA 值。此外,請注意,並非所有經營者都會公布 EBITDA 值。

度、行動終端費率的差異)，無複製前一章節其他論文所使用的某些 HHI 值工具變數。

為了評估 HHI 與其他解釋變數對消費者成果的影響，於第二階段方式中採用 HHI 估計值代替。

以經營者 EBITDA 之最大值作為固定效果工具變數 (IV-FE) 之分析，僅用於價格水準分析。此種分析方法並不適用於 4G 網路涵蓋或網路速率分析，因為經營者之 EBITDA (用以衡量獲利能力) 可能與其相關，皆可視為投資水準的函數。

再者，無論使用縱橫資料分析法或固定效果工具變數 (IV-FE) 方法，行動市場、經濟和人口控制之解釋變量選擇依感興趣的消費者成效而有所不同。這是因為某些變數可能是決定一個消費者成效的強大驅動力，但不一定適用於另一項分析，例如經營者持有的 IMT 頻譜平均規模 (MHz) 很可能是網路性能 (下載速率) 的直接決定因素，並 (間接) 影響行動資費零售價格。

第四節 計量經濟實證分析

本章節說明競爭對不同消費者成效影響的計量經濟學分析結果。為了確保獲得穩健的分析結果，本研究對每組消費者成效設定多個模型。以下為本研究之實證結果，更多資訊請參見附錄一和附錄二。

一、統計摘要

下表列出 2012 年至 2020 年資料集中所有變數的統計值。統計資料包括 333 個觀察值（37 個 OECD 國家之 9 年內觀察到的數值）。由於哥斯大黎加於 2021 年 5 月才成為 OECD 成員國，故未納入本研究資料範圍。本研究研究對象包括 2012 年後才成為 OECD 成員國，但因其加入 OECD 之前沒有 Teligen 資費資料，故本研究不會將其納入價格的縱橫迴歸結果之中²⁰⁶。

表 3-4：變數基本統計量

	Count	Mean	Standard deviation
HHI	333	3333.159	571.9183
Number of MNOs	333	3.594595	.6682793
Number of MVNOs	333	16.47447	17.10853
Post-entrant dummy	333	.1081081	.3109842
Post-merger (post-exit) dummy	333	.1321321	.339144
Low-usage price	314	19.02383	11.34434
Med-usage price	314	26.60546	14.64826
High-usage price	314	34.22893	19.83207
Average revenue per user (ARPU)	333	20.92901	10.94762
Total revenue per annum	333	1.61e+10	4.04e+10
Total capex per annum	333	2.51e+09	6.21e+09
Lagged capex per subscriber	333	48.22632	27.11383
GDP per capita	333	39029.54	24024.71
Population density, per km ²	333	150.419	147.9309
Total mobile connections	333	4.09e+07	6.22e+07
Unemployment rate	333	7.548018	4.371371
Prepaid subscribers, % total subscribers	333	36.31595	21.7848

²⁰⁶ 被排除在外的國家包括哥倫比亞（2020 年加入）、韓國（2013 年加入）、拉脫維亞（2016 年加入）和立陶宛（2018 年加入），因此資費服務籃之觀察值為 314 筆資料。

	Count	Mean	Standard deviation
4G coverage, % population	333	83.43402	26.55326
Sub-1 GHz spectrum, MHz assigned	333	129.839	37.5261
Sub-6 GHz spectrum, MHz assigned	333	576.6012	191.9321
<i>N</i>	333		

OECD 行動市場 HHI 值²⁰⁷之平均數為 3,333、MNO 家數平均為 3.6 家。在整個 OECD 成員國中，MNO 家數多為 3 家至 4 家，其中 MNO 家數為 3 家的市場占 51%，其次為 4 家（41%）和 5 家（8%）。下圖為 2012 年至 2020 年間 MNO 家數與 HHI 值之間的變化。多數年度 MNO 家數相對穩定，平均值為 3.6 家，HHI 值則呈現穩定下降，2020 年略為上升。

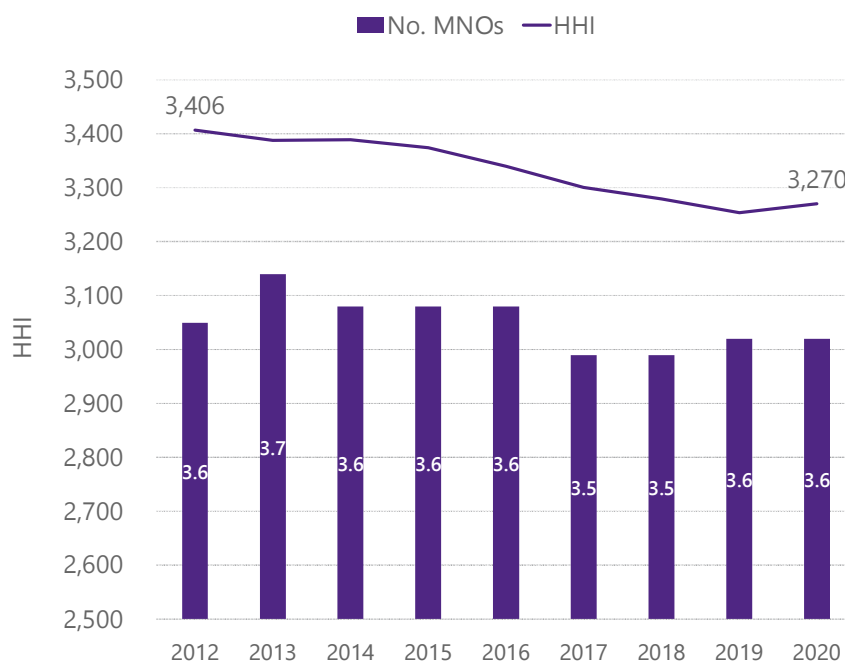


圖 3-5：2012 年至 2020 年 OECD 平均行動市場結構

資料來源：GSM AI、Plum 繪製。

研究期間 MVNO 平均數為 16.5 家，但在原始資料中的 MVNO 家數差異很大。例如，美國與德國在某些年度 MVNO 家數高達 70 家，而在冰島整個研究期間皆未公布 MVNO 家數。MVNO 的中位數為 9。

²⁰⁷競爭市場之 HHI 值通常被認為在 0 到 2,500 之間，獨占市場之 HHI 值為 10,000。

由於無法驗證 GSMAI 公布的 MVNO 數量是否仍活躍於市場之中，故本研究未將 MVNO 家數納入衡量行動市場競爭之指標。

下圖為 2012 年至 2020 年 OECD 不同資費服務籃之平均價格水準與 ARPU。雖然研究期間之價格水準呈現緩步下降趨勢，但仍著隨時間推移而有波動。研究期間月均資費價格為：低資費 19.02 美元、中資費 26.61 美元、高資費 34.23 美元。ARPU 呈現明顯的下降趨勢，由 2012 年為平均每月 23.72 美元下降至 2020 年的 19.36 美元。

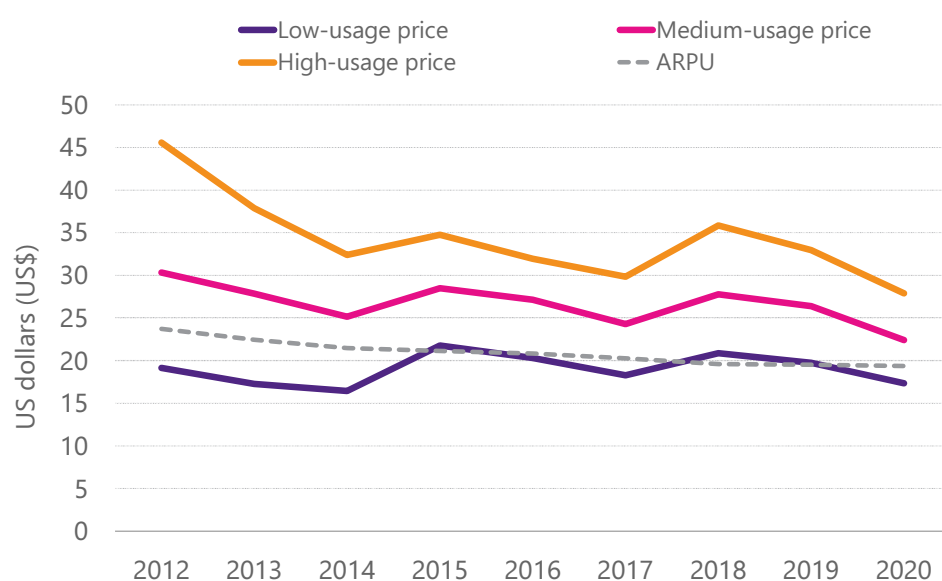


圖 3-6：2012 年至 2020 年 OECD 平均行動市場結構

資料來源：Teligen、GSMAI、Plum 繪製。

下圖為 OECD 總收入與總資本支出之年平均值。整體而言，總收入呈現成長趨勢，直至 2020 年略有下降，而總資本支出自 2014 年起呈現下降趨勢，此係因為 OECD 國家之主要 4G 網路已布建完成，直至 2017 年電信事業開始投入 5G 建設，總資本支出再次上揚。

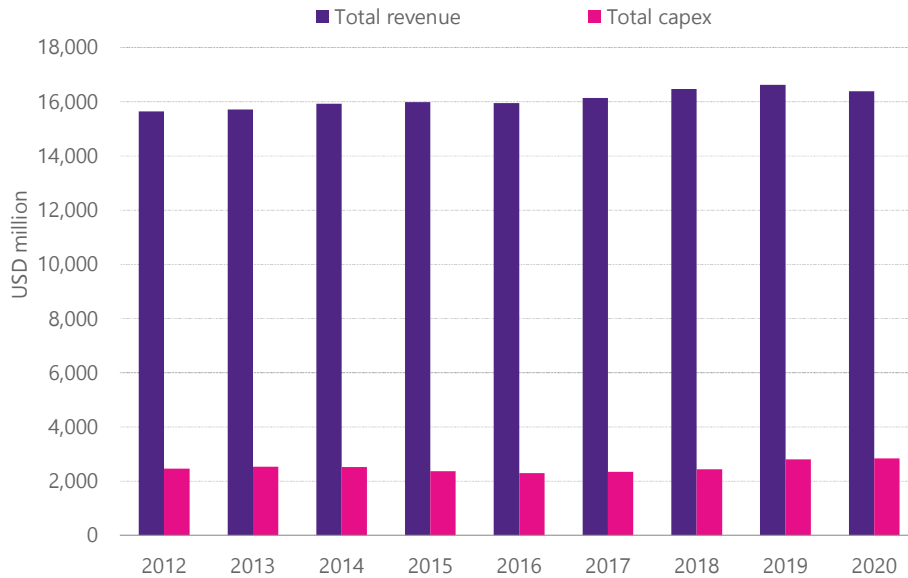


圖 3-7：2012 年至 2020 年 OECD 總收入與總資本支出之年平均值
資料來源：GSM AI、Plum 繪製。

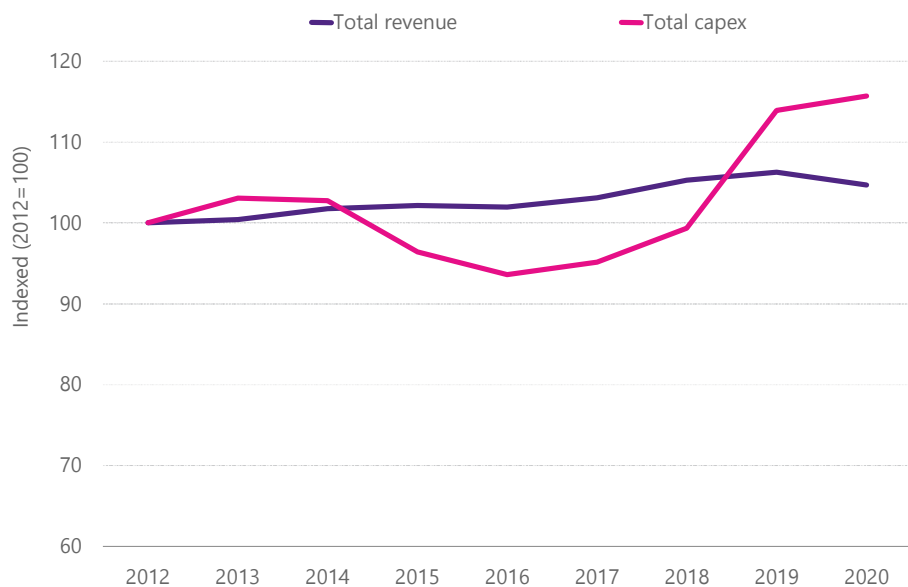


圖 3-8：以 2012 年為基期計算之 OECD 收入與資本支出之平均值
資料來源：Teligen、GSM AI、Plum 繪製。

就市場和人口控制面而言，OECD 平均預付用戶數占總用戶的 36.2%，但整體占比由 2012 年的 42% 下降至 2020 年的 31%。OECD 平均 4G 人口涵蓋比例為 83.4%，由 2012 年的 39% 大幅增加至 98%。

下圖為 2012 年至 2020 年 OECD 平均頻譜供應量。自 2012 年起，頻譜監管機關核配更多的 6GHz 以下之頻率供行動通訊服務使用，因此 OECD 之 1GHz 以下和 6GHz 以下之平均頻譜供應量增加。

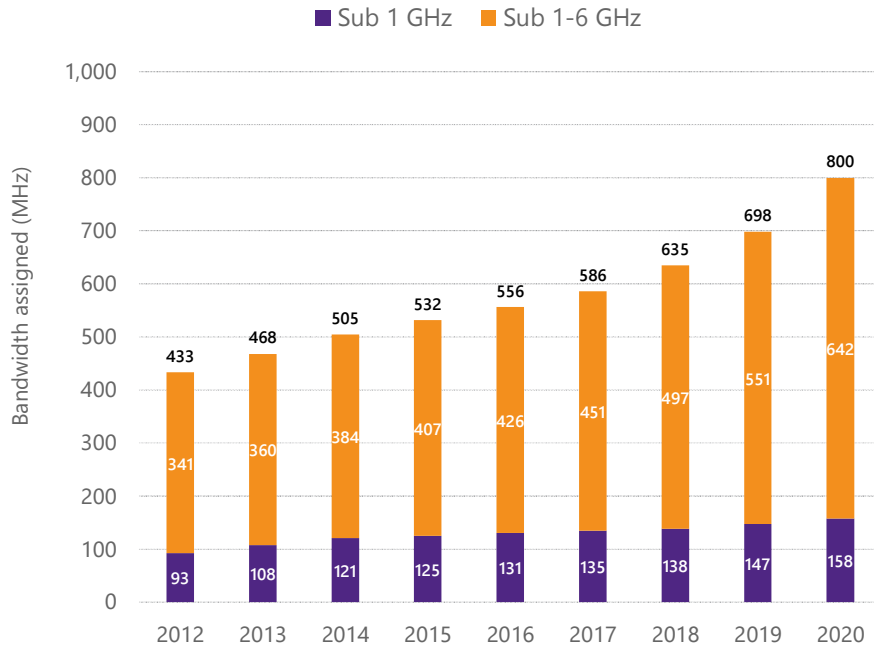


圖 3-9：2012 年至 2020 年 OECD 平均頻譜供應量

資料來源：各國監管機關、CEPT、Plum 繪製。

二、研究結果 1：對零售價格的影響

零售定價分析設定不同的模型（不同的競爭措施和額外的控制變數），以評估市場競爭對低、中和高資費價格的影響程度。

$$\begin{aligned}
 Price\ level_{it} &= \beta_0 + \beta_1 MNOs_{it} + \beta_2 \ln(GDP\ per\ capita)_{it} \\
 &+ \beta_3 \left(Total\ connections_{it}^{\frac{1}{2}} \right) \\
 &+ \beta_4 Unemployment\ Rate_{it} + \beta_5 Population\ Density_{it} \\
 &+ \alpha_i + u_{it},
 \end{aligned}$$

α_i 為個體效果、 u_{it} 為誤差項，反映跨時間和國家之國家層級干擾和各別干擾。零售價格水準 ($Tariff\ price\ level_{i,t}$) 的基本模型包括行動競爭指標（即 MNO 家數或 HHI 值）和其他幾個解釋變數，這些變數在初始檢驗階段被證明是與資費價格水準重要且穩健的決定

因素，包括人均 GDP（取對數， $GDP\ per\ capita_{i,t}$ ）、行動總線路數（非線性設計以捕捉隨著市場規模增加之規模經濟與經營者成本減少， $Total\ connections_{i,t}$ ）、人口密度（ $Population\ density_{i,t}$ ）和失業率（ $Unemployment\ rate_{i,t}$ ）。

基本模型適用於包括可能影響價格水準的額外解釋變數，例如 4G 人口涵蓋。在初步模型測試中，本研究考量了其他可能影響價格水準之因素，如落後期的資本支出投資、4G 下載速率（衡量網路品質）和平均數據使用量，分析結果未發現這些額外解釋變數對價格水準有影響，因此未納入模型之中。本研究依資費低、中、高之三種價格水準各別進行迴歸分析。

（一）模型設定 1（MNO 家數、進入市場後和結合後的虛擬變數）

表 3-5 列出资費定價模型之評估結果，考量之解釋變數包括 MNO 家數、人均 GDP（取對數）、行動總線路數（非線性函數）、失業率和人口密度。第(1)至(3)列分別為低、中和高資費模型下之係數與顯著程度。

首先，研究結果顯示，在不同資費類型下，市場每增加一家 MNO，每月零售價格增加 1.44 美元至 3.13 美元，其中高資費之零售價格增加的幅度最大（在顯著水準為 10%下）、低資費之零售價格增加幅度為 1.76 美元（在顯著水準為 5%下）、中資費之價格水準之影響不顯著。

另一方面，在所有資費類型下，行動總線路數和人口密度對價格水準之影響顯著為負（多數情況下，在顯著水準為 1%下是顯著的），由此可說明在大型、高度都市化市場中，其零售價格是下降的，推論可能之因素為規模經濟增加和 MNO 提供服務予額外用戶的邊際成本下降。

表 3-5 第(1)至(3)列的分析結果顯示，人均 GDP 的增加與各類型資費價格水準下下降有關，在低資費和中資費中顯著為負（分別在 1%

和 5% 的顯著水準下)²⁰⁸。失業率在低資費和中資費顯著影響零售價格且為負，在低資費模型中，當失業率上升 1 個百分點，零售價格下跌 0.87 美元（在 1% 顯著水準下）；在中資費模型中，失業率對零售價格的影響較小，但顯著（零售價格下跌 0.59 美元，在 5% 的顯著性水準下）。失業率對高資費價格無顯著的影響。有關失業率對資費價格影響差異大的原因，可能的解釋是失業者 and 低收入用戶可能因收入的限制，而選擇低資費，因此該用戶細分的規模決定了中低資費的代表性資費價格²⁰⁹。

第(4)至(6)列增加了兩個解釋變數，以辨別經營者進入市場或退出（或結合）的年度。經營者進入市場與零售價格水準的下跌有關，在中高資費模型中顯著為負（在 5% 顯著水準下）。研究結果顯示，經營者進入市場的幾年內，高資費零售價格下跌 11.60 美元，中資費零售價格下跌 7.61 美元。另一方面，經營者結合或退出市場與零售價格上漲有關，但僅在低資費模型中具統計上的顯著影響（零售價格增加 3.49 美元，在 10% 顯著水準下）。但應特別注意第(4)至(6)列模型設定中，額外增加 MNO 家數對零售價格的影響顯著為正，且係數更大。因此，經營者進入市場與退出市場（或結合）的虛擬變數之係數會被 MNO 家數變化之係數所抵消。例如，在高資費模型中，額外增加一家 MNO 將使零售價格下跌 4.827 美元（額外增加一家 MNO 使零售價格上漲 6.773 美元，但也因經營者進入市場而減少 11.60 美元）。在增加虛擬變數的模型中，其他控制變數（如失業率和人口密度）的解釋能力相似。

²⁰⁸無論是 GDP 的線性或對數函數，皆可觀察到此現象。

²⁰⁹受限於價格，失業者 and 低收入者不太可能選擇高資費價格方案。

表 3-5：低、中、高資費中 MNO 家數對價格水準的影響

	(1) Lowprice	(2) Medprice	(3) Highprice	(4) Lowprice	(5) Medprice	(6) Highprice
Number of MNOs	1.764** (2.03)	1.440 (1.23)	3.134* (1.85)	3.553*** (2.64)	4.263** (2.36)	6.773*** (2.60)
Log of GDP per capita	-11.56*** (-3.20)	-11.89** (-2.44)	-1.612 (-0.23)	-10.92*** (-2.95)	-12.91*** (-2.61)	-3.777 (-0.53)
Total mobile connections, $x^{1/2}$	-0.00315* (-1.96)	-0.00691*** (-3.20)	-0.00957*** (-3.07)	-0.00224 (-1.32)	-0.00528** (-2.32)	-0.00738** (-2.25)
Unemployment rate	-0.874*** (-5.18)	-0.593*** (-2.62)	0.0722 (0.22)	-0.870*** (-4.78)	-0.753*** (-3.09)	-0.202 (-0.57)
Population density	-0.201*** (-2.74)	-0.493*** (-5.01)	-0.659*** (-4.63)	-0.234*** (-3.07)	-0.502*** (-4.92)	-0.653*** (-4.43)
Post-entrant dummy				-2.109 (-0.85)	-7.614** (-2.30)	-11.60** (-2.42)
Post-merger dummy				3.485* (1.82)	3.580 (1.40)	3.818 (1.03)
Constant	187.4*** (4.62)	262.4*** (4.81)	191.3** (2.43)	174.3*** (4.23)	257.2*** (4.65)	191.1** (2.39)
<i>N</i>	313	313	313	313	313	313

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

(二) 模型設定 2 (MNO 家數、預付用戶比例和 4G 人口涵蓋比例)

表 3-6 第(1)至(3)列增加預付用戶比例之變數、第(4)至(6)列增加 4G 人口涵蓋比例之變數，以及第(7)至(9)列同時增加前兩項變數。當模型納入預付用戶比例時，MNO 家數只有在低資費模型顯著影響零售價格，其他控制變數則維持相似的解釋能力。

第(1)至(3)列顯示，預付用戶比例對低資費零售價格之影響顯著為負（使零售價格下跌 0.125 美元，在 10%顯著水準下）、對中高資費零售價格之影響顯著為正（分別使零售價格上漲 0.17 美元，在 10%顯著水準下、0.473 美元，在 1%顯著水準下）。實證結果可能反映出預付用戶的數據和語音使用行為，即預付用戶往往具有較低的數據使用量，因此對這些用戶來說，選擇低資費方案更具成本效益。

第(4)至(6)列顯示出以 4G 人口涵蓋比例作為控制因子的實證結果。MNO 家數和其他控制變數之係數結果與表 3-5 第(1)至(3)中的基本模型實證結果相似且顯著。與預付用戶一樣，增加 4G 人口涵蓋比例對零售價格的影響需視資費類型而定。在高資費模型中，4G 人口涵蓋比例增加將使零售價格小幅下跌（在 5%顯著水準下）。(7)至(9)同時納入預付用戶比例和 4G 人口涵蓋比例，評估之係數較小，不再被視為影響高資費零售價格變動之主要因素。預付用戶比例對於提供中高資費零售價格為統計上顯著（分別在 5%和 1%顯著水準下）。整體而言，分析結果顯示，變數對價格水準之影響並不穩健。

表 3-6：低、中、高資費中 MNO 家數、預付用戶比例和 4G 人口涵蓋比例對價格水準的影響

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Lowprice	Medprice	Highprice	Lowprice	Medprice	Highprice	Lowprice	Medprice	Highprice
Number of MNOs	2.066** (2.34)	1.028 (0.87)	1.989 (1.18)	1.938** (2.22)	1.547 (1.31)	2.624 (1.56)	2.127** (2.41)	1.132 (0.95)	1.837 (1.09)
Log of GDP per capita	-10.53*** (-2.89)	-13.29*** (-2.71)	-5.514 (-0.79)	-10.05*** (-2.70)	-10.96** (-2.18)	-6.013 (-0.84)	-9.659** (-2.59)	-11.83** (-2.36)	-7.651 (-1.08)
Total mobile connections, $x^{1/2}$	-0.00281* (-1.75)	- 0.00736*** (-3.40)	-0.0108*** (-3.52)	-0.00334** (-2.08)	-0.00703*** (-3.24)	-0.00901*** (-2.91)	-0.00302* (-1.87)	-0.00772*** (-3.55)	-0.0103*** (-3.34)
Unemployment rate	-0.704*** (-3.65)	-0.825*** (-3.18)	-0.571 (-1.55)	-0.727*** (-3.82)	-0.503* (-1.96)	-0.356 (-0.97)	-0.635*** (-3.14)	-0.707*** (-2.60)	-0.742* (-1.92)
Population density	-0.266*** (-3.26)	-0.404*** (-3.69)	-0.413*** (-2.65)	-0.262*** (-3.20)	-0.531*** (-4.80)	-0.480*** (-3.03)	-0.296*** (-3.46)	-0.456*** (-3.96)	-0.338** (-2.07)
Prepaid subs, % subscribers	-0.125* (-1.79)	0.170* (1.82)	0.473*** (3.56)				-0.0979 (-1.33)	0.215** (2.18)	0.408*** (2.91)
4G coverage, % population				0.0253 (1.64)	0.0156 (0.75)	-0.0739** (-2.49)	0.0183 (1.13)	0.0309 (1.42)	-0.0450 (-1.45)
Constant	187.0*** (4.63)	262.9*** (4.84)	192.7** (2.50)	178.3*** (4.37)	256.8*** (4.66)	217.9*** (2.77)	180.5*** (4.43)	251.9*** (4.60)	208.7*** (2.68)
<i>N</i>	313	313	313	313	313	313	313	313	313

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

(三) 模型設定 3 (HHI 值、預付用戶比例和 4G 人口涵蓋比例)

表 3-7 第(1)至(9)列係考量表 3-5 第(1)至(3)列和表 3-6 第(1)至(6)列之解釋變數，但將 MNO 數家更換為 HHI 值。然而，當以 HHI 值作為行動市場競爭之變數時，將不再納入進入市場後和結合後的虛擬變數，因為調整 HHI 值即反映市場結構之變化。

第(1)至(9)列顯示，無論是在低、中、高資費下，市場集中度未對價格水準有顯著的影響。第(4)至(6)列顯示，預付用戶比例對中高資費零售價格之影響顯著為正，此一結果與表 3-6 第(1)至(3)列相同。惟在低資費模型下，預付用戶比例對零售價格之影響為負，但不顯著。

除了表 3-7 之實證結果外，本研究採用工具變數方法檢驗市場集中度對零售價格的影響。本研究採用經營者 EBITDA 之最大值(季平均值)作為 HHI 值之工具變數。第一階段迴歸的 F 檢定²¹⁰大於 10，顯示經營者 EBITDA 之最大值為 HHI 值適當工具變數。因此，附錄一之附表 1 複製了表 3-7 第(1)列至第(3)列的基礎模型，以 2SLS-IV 分析法控制影響 HHI 值之潛在內生性。正如研究結果顯示，即使使用 2SLS-IV 分析法，HHI 值不會對零售價格產生重大的影響。在 2SLS-IV 分析法下，其他解釋變數(人均 GDP、行動總線路數、失業率和人口密度)的解釋能力也產生了變化。

²¹⁰ 以經營者 EBITDA 之最大值和其他解釋變數預測 HHI 值。

表 3- 7：HHI 值（縱橫資料分析法）、預付用戶比例和 4G 網路涵蓋比例對低、中、高資費價格水準的影響

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Lowprice	Medprice	Highprice	Lowprice	Medprice	Highprice	Lowprice	Medprice	Highprice
HHI	0.0000262 (0.01)	0.00131 (0.54)	-0.000148 (-0.04)	0.000182 (0.10)	0.00101 (0.42)	-0.000984 (-0.29)	0.000405 (0.22)	0.00156 (0.63)	-0.00157 (-0.45)
Log of GDP per capita	-11.63*** (-3.18)	-12.19** (-2.49)	-1.713 (-0.24)	-10.90*** (-2.95)	-13.63*** (-2.77)	-5.672 (-0.81)	-10.42*** (-2.78)	-11.40** (-2.26)	-6.272 (-0.87)
Total mobile connections, $x^{1/2}$	-0.00400** (-2.56)	- 0.00758*** (-3.63)	-0.0111*** (-3.66)	-0.00386** (-2.47)	-0.00786*** (-3.77)	-0.0119*** (-4.01)	- 0.00423*** (-2.70)	-0.00773*** (-3.67)	-0.0102*** (-3.40)
Unemployment rate	-0.860*** (-5.01)	-0.599*** (-2.61)	0.100 (0.30)	-0.732*** (-3.75)	-0.848*** (-3.26)	-0.586 (-1.58)	-0.738*** (-3.84)	-0.519** (-2.01)	-0.358 (-0.97)
Population density	-0.168** (-2.25)	-0.453*** (-4.55)	-0.602*** (-4.17)	-0.211*** (-2.61)	-0.369*** (-3.43)	-0.370** (-2.42)	-0.213*** (-2.63)	-0.483*** (-4.43)	-0.430*** (-2.76)
Prepaid subs, % subscribers				-0.0940 (-1.36)	0.183** (1.99)	0.505*** (3.86)			
4G coverage, % population							0.0216 (1.39)	0.0143 (0.68)	-0.0815*** (-2.73)
Constant	193.6*** (4.71)	263.6*** (4.80)	203.0** (2.55)	193.7*** (4.72)	263.5*** (4.82)	202.6*** (2.61)	185.2*** (4.47)	258.1*** (4.64)	234.5*** (2.95)
<i>N</i>	313	313	313	313	313	313	313	313	313

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

三、研究結果 2：對網路涵蓋的影響

以下針對行動市場競爭對 4G 網路涵蓋的潛在影響進行分析。本研究使用 GSMAI 資料庫中衡量國家 4G 網路涵蓋的人口比例（非特定經營者的網路涵蓋）。4G 網路涵蓋比例的基本模型如下所示：

$$4G\ coverage_{it} = \beta_0 + \beta_1 MNOs_{it} + \beta_2 PopDensity_{it} + \beta_3 Sub1\ Spectrum_{it} + \beta_4 Prepaid\ subs_{it} + \alpha_i + u_{it},$$

α_i 為個體效果、 u_{it} 為誤差項，反映跨時間和國家之國家層級干擾和各別干擾。

基本模型包括影響 4G 網路涵蓋的因子，如人口密度和 1GHz 以下頻譜供應量，以及預付用戶比例。其中，預付用戶比例與代表潛在貨幣化的其他因子相比，預付用戶具有更高的統計顯著性，提高整體解釋能力²¹¹。

表 3-8 第(1)列至第(8)列為 4G 網路涵蓋之實證研究結果。研究結果顯示，MNO 家數對網路涵蓋沒有顯著的影響，且影響的方向取決於模型中是否納入線性的時間趨勢（若未納入時間趨勢，對 4G 網路涵蓋的影響為負；若納入時間趨勢，影響為正）。

第(1)列之基本模型中，人口密度和 1GHz 以下頻譜供應量對 4G 網路涵蓋的影響顯著為正（在 1%的顯著水準下），而預付用戶比例對 4G 網路涵蓋的影響顯著為負（在 1%的顯著水準下）。第(2)列模型納入線性的時間趨勢，雖然人口密度、1GHz 以下頻譜供應量和預付用戶比例的影響低於基本模型，但仍然為影響 4G 網路涵蓋之重要因素。

第(2)、(4)、(6)和(8)列顯示，線性的時間趨勢對 4G 網路涵蓋之影響顯著為正（在 1%的顯著水準下），說明存在未觀察到的因子。第(3)、(4)列納入落後期之每用戶資本支出（移除預付用戶比例之變數），研究結果顯示前一年度每用戶資本支出增加 1 美元，4G 網路

²¹¹ 預付用戶往往比後付用戶更受價格限制或消費更少的數據和語音。

涵蓋比例就會增加 0.243%至 0.263%（分別在 1%與 5%的顯著水準下）。然而，若同時納入預付用戶比例時（參見第(5)列），落後期之每用戶資本支出對 4G 網路涵蓋之影響下降（在 10%的顯著水準下）。

第(7)、(8)列中納入進入市場和結合（退出市場）之虛擬變數。雖然 MNO 家數對於觀察到的 4G 網路涵蓋水準的影響不顯著，但研究結果顯示，當新業者進入市場，4G 網路涵蓋顯著增加（參見第(7)列）。然而，模型一旦納入時間趨勢（參見第(8)列）時，新業進入市場之影響將不再顯著，相反地，業者結合（或退出市場）可能增加 4G 網路涵蓋比例（在 10%的顯著水準下）。因此，本研究認為第(7)、(8)列之實證結果並非穩健。

表 3-8：MNO 家數對 4G 網路人口涵蓋比例的影響

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	cov4g	cov4g	cov4g	cov4g	cov4g	cov4g	cov4g	cov4g
Number of MNOs	0.512 (0.18)	2.979 (1.10)	-2.921 (-0.92)	1.415 (0.51)	-0.741 (-0.25)	1.418 (0.51)	-2.301 (-0.55)	4.145 (0.99)
Population density, per km ²	1.064*** (3.81)	0.523* (1.88)	1.722*** (6.03)	0.543* (1.97)	1.082*** (3.88)	0.528* (1.92)	1.041*** (3.80)	0.527* (1.89)
Sub-1 spectrum, MHz assigned	0.327*** (7.92)	0.148*** (3.05)	0.428*** (10.27)	0.124*** (2.60)	0.324*** (7.88)	0.139*** (2.86)	0.294*** (7.08)	0.136*** (2.75)
Prepaid subs, % total subs	-1.636*** (-7.42)	-0.574** (-2.12)			-1.583*** (-7.13)	-0.469* (-1.72)	-1.423*** (-6.44)	-0.519* (-1.92)
Yr (linear time trend)		4.406*** (6.14)		5.348*** (9.73)		4.555*** (6.37)		4.004*** (5.32)
Lagged capex per subscriber			0.263** (2.52)	0.243*** (2.67)	0.165* (1.69)	0.217** (2.36)		
Post-entrant dummy							21.89*** (3.24)	9.783 (1.43)
Post-merger dummy							8.861 (1.33)	12.40* (1.94)
Constant	-61.45 (-1.39)	-21.97 (-0.52)	-233.3*** (-5.68)	-52.56 (-1.30)	-69.16 (-1.56)	-30.76 (-0.73)	-54.85 (-1.25)	-28.17 (-0.67)
N	333	333	333	333	333	333	333	333

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

下表第(1)至(6)列複製表 3-8 之迴歸模型，但改以 HHI 值作為市場競爭指標。所有的迴歸模型皆顯示，較集中的市場對 4G 網路涵蓋之影響顯著為負，當 HHI 值增加 100 點將導致 4G 網路涵蓋比例下降 12.1%至 17.6%。雖然目前 OECD 會員國之 4G 網路涵蓋比例超過 90%，但本研究之結果可能反映出 2012 年至 2020 年早期 4G 網路推出的速度較慢。

表 3-9：HHI 值對 4G 網路人口涵蓋比例的影響

	(1) cov4g	(2) cov4g	(3) cov4g	(4) cov4g	(5) cov4g	(6) cov4g
HHI	-0.0150** (-2.51)	-0.0121** (-2.13)	-0.0176*** (-2.72)	-0.0130** (-2.29)	-0.0160*** (-2.67)	-0.0132** (-2.34)
Population density	0.946*** (3.45)	0.511* (1.89)	1.508*** (5.33)	0.480* (1.79)	0.928*** (3.40)	0.463* (1.73)
Sub-1 GHz spectrum, MHz assigned	0.305*** (7.32)	0.137*** (2.83)	0.406*** (9.64)	0.110** (2.31)	0.302*** (7.29)	0.125** (2.58)
Prepaid subs, % total subs	-1.618*** (-7.43)	-0.606** (-2.25)			-1.567*** (-7.18)	-0.483* (-1.79)
Lagged capex per subscriber			0.261*** (2.60)	0.269*** (3.07)	0.179* (1.92)	0.243*** (2.74)
Yr (linear time trend)		4.158*** (5.87)		5.199*** (9.63)		4.381*** (6.21)
_cons	10.48 (0.20)	34.42 (0.69)	-149.9*** (-2.92)	6.442 (0.14)	6.198 (0.12)	29.91 (0.61)
N	333	333	333	333	333	333

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

四、研究結果 3：對網路速率的影響

第三組研究結果用以檢驗競爭對網路品質（尤其是網路速度）的潛在影響。4G 下載與上傳速率資料取自於 Opensignal 2018 年至 2020

年之資料，因此本研究之分析限制在這三年之期間。網路速度衡量指標是各國 4G 用戶體驗的平均速率。

網路速率分析之基礎模型如下所示：

$$\begin{aligned} \text{Download speed}_{it} &= \beta_0 + \beta_1 \text{MNOs}_{it} + \beta_2 \ln(\text{Connections})_{it} \\ &+ \beta_3 \text{Sub6 Spectrum}_{it} + \beta_4 \text{Rural Pop}_{it} + \alpha_i + u_{it}, \end{aligned}$$

α_i 為個體效果、 u_{it} 為誤差項，反映跨時間和國家之國家層級干擾和各別干擾。本研究對行動總線路數（ Connections_{it} ）取對數，因相較於線性規範，取對數後之行動總線路數更具統計上之顯著性。頻譜供應量（ Spectrum_{it} ）為分配予行動通訊經營者使用之總頻寬，本研究將其區分為 6GHz 以下（低中頻段）和 1GHz 以下（低頻段）的指配結果。

表 3-10 以 MNO 家數作為競爭指標之實證結果。第(1)列評估 MNO 家數對 4G 下載速率的影響，第(2)至(4)則針對解釋變數進行調整。研究結果顯示，MNO 家數不會影響用戶體驗到的 4G 下載速率，第(3)、(4)列顯示數據使用量對 4G 下載速的影響顯著為正（在 10% 的顯著水準下）。

在第(1)列之基本模型中，6GHz 以下頻譜供應量（有助於增加網路容量）對 4G 下載速率的影響顯著為正（在 1% 的顯著水準下），而偏鄉人口比例增加（往往由較少的基地臺使用 1GHz 以下頻率）與 4G 下載速率下降有顯著關係（在 1% 的顯著水準下）。研究結果說明，當控制其他因素時，6GHz 以下頻譜供應量增加 100MHz 時，將使 4G 下載速率增加 10Mbps。

第(2)列納入 1GHz 以下頻譜供應量之變數（取代 6GHz 以下頻譜供應量），實證結果顯示其對 4G 下載速率未有顯著影響。第(3)、(4)列納入數據使用量之變數，研究發現，數據使用量對 4G 下載速率之影響顯著為正（在 10% 的顯著水準下），即當每月每用戶之數據使用量增加 1GB，4G 下載速率增加 0.784-0.800Mbps。然而，應特別注意

可能存在反向因果關係，因為當下載速率提高且經營者網路容量更大時，用戶可能消費更多的數據，或要求更高的網路效能(如影音串流)。此外，當納入數據使用量之變數時，6GHz 以下頻譜供應量將不再是 4G 下載速率的重要決定因素。

表 3-10 第(5)至(8)列複製基本模型與變數，以評估競爭和其他變數對 4G 上傳速率的影響。同樣地，研究結果提供關於 MNO 家數如何影響 4G 上傳速率的混合證據。值得注意的是，第(5)、(6)列的研究結果說明，MNO 家數與平均 4G 上傳速率下降顯著相關（在 1% 的顯著水準下），而偏鄉人口比例增加與 4G 上傳速率的下降顯著有關。頻譜供應量對 4G 上傳速率未有顯著關係。第(7)、(8)列納入數據使用量時（主要是下載數據消費，而非資料上傳），雖然對 4G 速率不具統計上的顯著意義，卻也讓前述發現變得不再可靠。當納入數據使用量時，頻譜供應量對 4G 上傳速率之影響顯著為正。

本研究無法評估市場結合（或退出）或進入市場對 4G 網路速率的影響，因為在研究期間（2018 年至 2020 年）OECD 會員國未發生市場結合（或退出）或進入市場之案例。

表 3-11 係以市場集中度（HHI 值）作為衡量行動競爭之模型。研究結果顯示，HHI 值對 4G 網路速率未有統計上的顯著影響，且通常與 4G 網路速率的下降有關。解釋變數的其他係數與表 3-10 第(1)至(8)列中的 MNO 家數模型之研究結果大致相似，具有相同的顯著水準和相似的影響幅度。

表 3- 10：MNO 家數對 4G 下載速率和 4G 上傳速率的影響

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Download4G	Download4G	Download4G	Download4G	Upload4G	Upload4G	Upload4G	Upload4G
Number of MNOs	-4.013 (-1.61)	-2.399 (-0.94)	5.504 (1.25)	5.225 (1.20)	-1.679*** (-3.08)	-1.549*** (-2.90)	-0.551 (-0.47)	-0.696 (-0.61)
Log of total mobile connections	50.72*** (2.67)	56.76*** (2.83)	84.80** (2.42)	75.58** (2.11)	-4.578 (-1.11)	-4.163 (-0.99)	2.471 (0.26)	-1.888 (-0.20)
Sub-6 GHz spectrum, MHz assigned	0.0101*** (3.05)		0.00375 (0.81)		0.000887 (1.22)		0.00240* (1.95)	
Sub-1 GHz spectrum, MHz assigned		0.0309 (1.30)		0.0353 (1.21)		0.00333 (0.67)		0.0181** (2.36)
Rural population, % total population	-8.556*** (-4.47)	-9.792*** (-4.85)	-3.970 (-1.16)	-3.593 (-1.06)	-1.083** (-2.59)	-1.171*** (-2.78)	-1.862* (-2.04)	-1.683* (-1.88)
Data usage, GB/user/month			0.784* (1.82)	0.800* (1.90)			0.164 (1.43)	0.178 (1.60)
Constant	-620.0* (-1.91)	-697.5** (-2.04)	-1311.5** (-2.21)	-1168.7* (-1.94)	115.6 (1.63)	110.2 (1.54)	10.25 (0.06)	77.92 (0.49)
<i>N</i>	108	108	68	68	108	108	68	68

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

表 3-11：HHI 值對 4G 下載速率和 4G 上傳速率的影響

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Download4G	Download4G	Download4G	Download4G	Upload4G	Upload4G	Upload4G	Upload4G
HHI	-0.00322 (-0.62)	-0.00127 (-0.24)	0.0107 (1.05)	0.0100 (0.99)	-0.000121 (-0.10)	-0.0000663 (-0.06)	0.00187 (0.70)	0.00158 (0.60)
Log of total mobile connections	65.52*** (3.70)	65.27*** (3.50)	66.42* (2.00)	58.21* (1.72)	0.924 (0.23)	0.899 (0.22)	3.404 (0.39)	-0.293 (-0.03)
Sub-6 GHz spectrum, MHz assigned	0.00897*** (2.73)		0.00353 (0.76)		0.000268 (0.36)		0.00237* (1.93)	
Sub-1 GHz spectrum, MHz assigned		0.0277 (1.17)		0.0346 (1.18)		0.000973 (0.19)		0.0175** (2.27)
Rural population, % total population	-8.347*** (-4.25)	-9.624*** (-4.73)	-5.059 (-1.47)	-4.625 (-1.35)	-1.058** (-2.35)	-1.091** (-2.43)	-1.895** (-2.09)	-1.695* (-1.89)
Data usage, GB/user/month			0.962** (2.18)	0.966** (2.24)			0.175 (1.51)	0.184 (1.63)
Constant	-873.8*** (-2.94)	-846.5*** (-2.72)	-1000.1* (-1.80)	-874.2 (-1.55)	18.31 (0.27)	19.29 (0.28)	-12.63 (-0.09)	44.14 (0.30)
<i>N</i>	108	108	68	68	108	108	68	68

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

五、研究限制

本研究在解釋計量經濟分析結果時，面臨下列之限制：

- **採用國家層級資料（非經營者層級資料）進行分析：**本研究方法與參考文獻不同係因為本研究感興趣的是對消費者之影響，屬市場層面的結果，而非經營者層面的結果。但這也表示本研究的發現，不能直接與其他實證文獻進行比較，且不能直接用於評估對特定經營者的影響。
- **無法解釋網路共用：**由於缺乏適當且完整的資料，本研究無法評估網路共用程度與 MNO 基礎設施層面合作對於消費者成效（網路涵蓋、網路品質和零售價格）之影響。ITU ICT 資料庫的既有資料提供了具有二元結果的指標變數，以顯示是否共用基礎設施，以及是否共用主動式基礎設施，但因該資料未反映共用協議的確切性質和範圍（如參與合作之 MNO 家數、是否共用頻率，以及涵蓋的地區或人口）。
- **Teligen 資費資料：**雖然本研究選用低、中和高資費服務籃資料，可代表不同時期 OECD 之平均數據消費概況，但卻無法代表每個 OECD 國家的實際使用情況。如實證結果所述，數據使用量（GB/月/用戶）在模型裡的影響並不顯著，這是因為有限的擴展效應和隨著時間推移平均行動數據消費持續成長。此外，Teligen 資費數據並未顯示選擇低、中或高資費的用戶比例，而不同資費的用戶群可能是影響資費價格水準的另一項因素，本研究無法在分析中考慮到這一點。
- **外溢效果：**由於跨國行動集團（如 Vodafone 集團）在多個市場中提供服務，並且可能獲得額外資金，以交叉補貼方式改善網路布建，因而可能存在不同 OECD 行動市場之外溢效果。
- **固網與行網之融合：**行動和固定通訊業者之間的合併可能產生綜效並提升效率，以及透過推出套裝服務對消費者成效的影響，皆

未納入討論之中。值得注意的是，OECD 市場也出現了一些 MNO 與其他固網業者合作之案例，皆可能會對行動市場競爭和成效產生影響。

- **調查結果對未來競爭和 5G 的適用性：**雖然自 2019 年已有幾家陸續推出 5G 服務，但在本研究期間仍以 4G 為主。再者，由於 5G 需要布建更密集的小型基地臺，這可能涉及經營者之間更多基礎設施之共用與合作，因此 5G 網路與 4G 網路存在顯著的差異。此外，由於 5G 的應用場景與 4G 大不相同，也說明未來的競爭模式將由基於網路的競爭將轉向為基於接取或服務的競爭模式，即提供虛擬化的無線電接取網路和網路切片（而非傳統參與者進入市場的機會）。由於缺乏適當的資料，本研究未掌握到此類變化。

第五節 小節

計量經濟學分析探討與行動市場競爭變化對消費者成效的影響，以下總結本研究之主要發現。

一、競爭對消費者成效的影響

(一) 對行動零售價格的影響

MNO 家數對不同資費服務籃之零售價格非存在一致且顯著的影響。當考慮經營者進入市場之虛擬變數時，會使中、高資費下跌，但下降幅度會被 MNO 家數增加所抵消，故整體中資費將下跌 3.35 美元；高資費下跌 4.83 美元；當考慮市場經營者結合（或退出市場）之虛擬變數時，會使低資費上漲，但上漲幅度會被 MNO 家數減少所抵消，故整體低資費下跌幅度為 0.07 美元。當以市場集中度（HHI 值）作為市場競爭指標時，實證結果顯示沒有證據證明 HHI 值的改變會影響不同資費零售價格。此外，研究發現相較於競爭因素，人均 GDP、人口密度、失業率和預付用戶比例更能決定零售價格。

(二) 對網路涵蓋的影響

實證結果顯示 MNO 家數對網路涵蓋未有顯著之影響，但當市場集中度較高（即較高的 HHI 值）時，4G 網路涵蓋比例下降，然而此結果可能反映出研究國家於 2012 年至 2020 年早期階段 4G 網路推出速度較慢。研究發現，1GHz 以下頻譜供應量、前一年度每用戶資本支出和人口密度與網路涵蓋呈現正相關。相反的，預付用戶比例與網路涵蓋呈現負相關。

(三) 對網路下載與上傳速率的影響

實證結果顯示市場競爭（分別以 MNO 家數和 HHI 值為作為指標）對 4G 下載和上傳速率未有顯著之影響，但研究發現 6GHz 以

下頻譜供應量與 4G 下載速率呈現正相關，也就是當 6GHz 以下頻譜供應量增加 100MHz 時，4G 下載速率平均增加 10Mbps。

二、實證結果對於主管機關審理電信事業合作應注意事項之啟示

本小節討論研究結果對於主管機關審理電信事業合作應注意事項之啟示。然而，在此之前應注意，由於研究期間介於 2012 年至 2020 年，故研究結果主要與 4G 服務相關。此外，研究期間 OECD 成員國中行動市場 MNO 家數多為 3 家至 4 家，與我國具有 5 家 MNO 之高度競爭市場存在程度上的差距。另一方面，到目前為止 OECD 會員國與世界大多數國家之 5G 尚屬早期推動階段，因此沒有證據說明研究發現與 5G 直接相關。為解決前述問題，本研究於第一節第六項中已探討 5G 行動通訊市場的影響。以下將綜合討論計量經濟學實證分析結果與對於主管機關審理電信事業合作應注意事項之啟示。

• 促進價格競爭

實證結果顯示，市場競爭（MNO 家數、HHI 值）對網路涵蓋和速率之消費者成效的影響並不顯著。換句話說，在 MNO 家數為 3 至 5 家之市場，消費者成效較容易受到市場競爭以外因素的影響，因此政策制定者和監理機關更須關注頻譜供應量、人口密度和分布、投資和人均 GDP 等因素對消費者成效之影響。

此外，由參考文獻與實證結論發現對於最適化的 MNO 家數並無共識。一般而言，在具有多數 MNO 之分散市場中，無法提供最佳的消費者服務體驗，原因在於行動通訊為資本密集型產業，頻率投資週期涉及投資者期望回收的高額固定成本，因此形成靜態效率（如藉由減少重複且優化網路投資，以降低成本）與動態效率（如可能維持低價和增加創新以增強市場競爭）之間的權衡。

電信事業結合的成效取決於結合雙方與市場競爭對手之一系列的因素，當事業結合對整體市場產生大的競爭壓力，則可能降低競爭的動力，進而對消費者權益產生負面的影響，如訂定較高的價格。相反地，雖然結合會使 MNO 家數減少，但也可以帶來更具持續性的競爭，並有助於 5G 創新應用和較健全的發展。

在服務定價方面，競爭確實對消費者成效產生些許影響。研究顯示，當經營者進入市場時，整體而言將使中、高資費價格下跌，但對低資費價格沒有影響。但當經營者退出（結合或退出）市場時，整體而言將使低資費價格下跌，但對中、高資費價格沒有影響。因此，建議通傳會於審查電信事業合作時（特別是併購申請案）應注意對低收入消費者之影響，要求合作事業能持續提供低資費方案供消費者選擇，以確保所有消費者能以可負擔的資費取得服務。另外，針對不同客群推出各種多元資費方案。

- **促進頻譜供給**

實證結果未發現競爭是決定網路速率之重要因素。影響網路速率之主要因素為 6GHz 以下頻譜供應量，當 6GHz 以下頻譜供應量增加 100MHz 時，4G 網路平均下載速率增加 10Mbps。OECD 會員國中，單一 MNO 之 6GHz 以下頻譜供應量由 2012 年的 120MHz 增加至 2020 年的 224MHz，增加比例為 86%。

在 5G 時代，主管機關應整備足夠的頻譜供 5G 增強型行動寬頻服務使用，有助於改善網路涵蓋與服務品質。因此，為了促進 5G 網路涵蓋，建議評估 1GHz 以下之既有頻率分配與使用狀況，並考慮：(1)藉由技術升級、頻譜移轉或共用協議優化既有頻率分配；(2)未來幾年內將低頻段重新分配予行動寬頻之用，以擴大網路涵蓋。以我國為例，建議通傳會於審查電信事業合作時應避免 1GHz 以下頻譜過度集中，並且在確保市場公平競爭下，允許多家 MNO 共用頻譜資源。

- **促進偏鄉網路建設**

實證結果顯示，MNO 家數對於網路涵蓋沒有直接的影響，其原因可能是多數監理機關核發頻譜執照時，即附加執照持有者 4G 網路涵蓋與布建義務。然而，在可取得的資料中，無法將監理義務對網路涵蓋之影響拆解出來。若監理機關持續採取同樣的要求，以確保 5G 網路布建，那麼市場競爭因素對網路涵蓋之影響將不重要。然而，長期而言為降低數位落差、加速偏鄉網路布建，故建議通傳會於審理電信事業合作時，可將合作業者之 5G 偏鄉網路建設規劃視為利益事項。

第四章 我國電信事業申請頻率合作之個案研析與審查機制研析

延續前一章節實證研究之成果，瞭解促進價格競爭、頻譜供給與偏鄉網路建設為電信事業合作使市場結構改變時應注意之事項。雖然電信事業之頻率合作(如頻率租賃、共用或移轉)不會改變市場結構，但由國際案例可以發現，電信事業合作態樣多元，影響範圍可能不限於頻譜層，而擴及網路層與服務層。是故，本章節在探討我國電信事業申請頻率合作之個案與審查機制時，先從以下從三大方向討論我國市場概況，包括(1)資費價格；(2)行動通訊頻譜分配；(3)網路布建現況。再者，以 109 年計畫擬訂之頻譜運用影響評估框架對我國電信事業合作進行個案分析，包括遠傳電信與亞太電信之合作案例，以及中華電信與亞太電信之合作案例。最後，根據個案分析之經驗，通盤檢討頻譜運用影響評估框架、考量項目與執行步驟。

第一節 我國行動通訊市場概況

我國行動通訊市場隨著行動通訊技術持續演進，分別於 2017 年 6 月與 2018 年 12 月結束 2G、3G 業務²¹²，目前以提供 4G 行動寬頻業務為主。自 2009 年起我國行動通訊整體用戶數一直維持在 2,500 萬戶以上之水準，2020 年 12 月用戶數更達到 2,929 萬戶，相較於全國總人口數 2,300 萬人，市場呈現高度飽和狀態（見下圖）。

截至 2021 年 8 月，我國 5G 用戶數達 363.9 萬戶，若以 4G 與 5G 之行動寬頻用戶數共 2959.4 萬戶來看，5G 用戶占整體行動寬頻用戶數 12.3%。²¹³

²¹² 我國於 2018 年 12 月關閉 3G 業務，但 3G 網路仍保留。

²¹³ 立法院(2021)，電信三雄拚 5G 基地台覆蓋率，

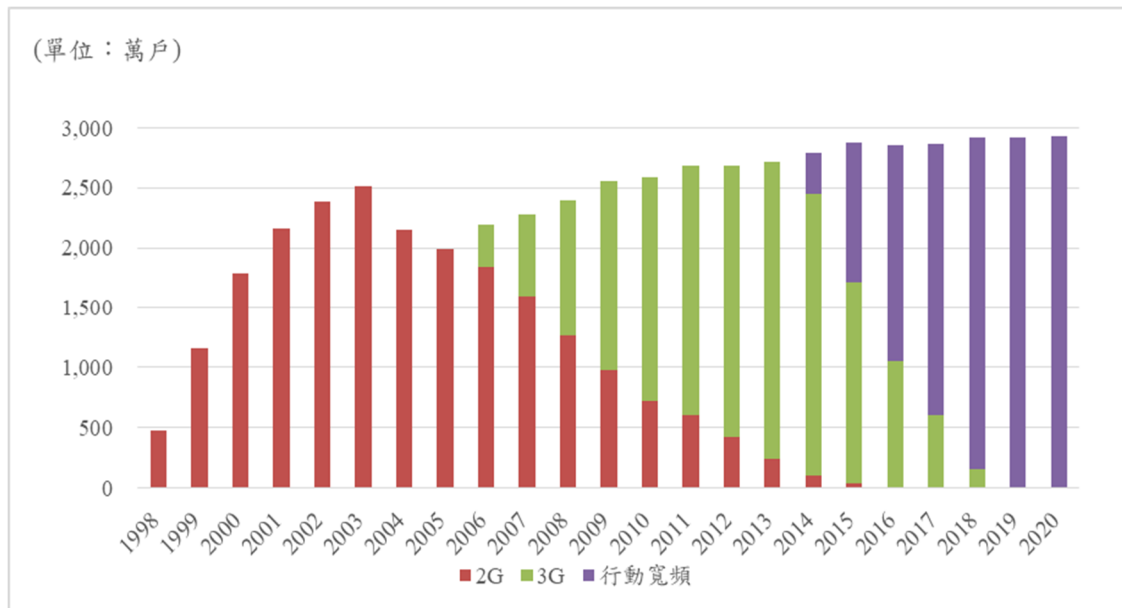


圖 4-1：我國行動通訊用戶數變化

註：統計時間為 2021 年。

資料來源：通傳會；本研究繪製。

我國行動通訊市場內共有 5 家業者，以 2021 年 10 月統計數據來看，國內用戶數市場占有率最大者為中華電信（市占率 36.1%），其次為台灣大哥大（市占率 24.1%）與遠傳電信（市占率 23.9%）市占率相當，排名第四位與第五位分別為台灣之星（市占率 9.0%）、亞太電信（市占率 7.0%），整體而言呈現三大兩小之競爭局勢。進一步觀察我國 HHI 值變化，2016 年至 2021 年間 HHI 值逐步下滑，2021 年第二季 HHI 值為 2,583（參見下圖）。

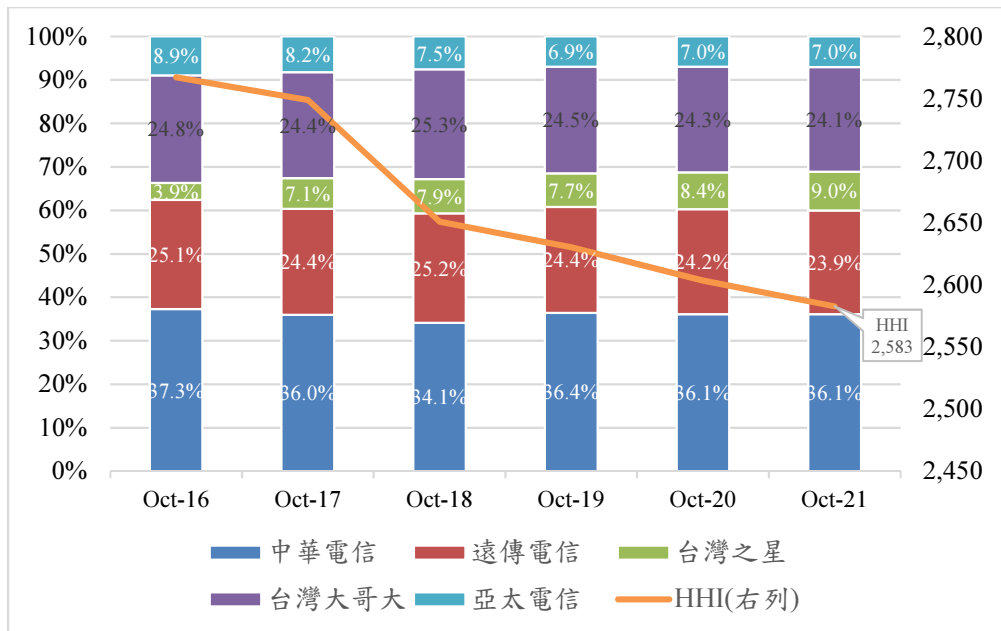


圖 4-2：我國行動寬頻（4G）用戶數市占率變化與 HHI 趨勢

註：統計時間至 2021 年 11 月。

資料來源：通傳會；本研究繪製。

自 2014 年推出 4G 服務以來，行動通訊零售市場競爭十分激烈，兩家規模較小台灣之星與亞太電信積極搶市，以尋求擴大其市場占有率。隨著首波 5G 頻譜的釋出，台灣大哥大已於去年 6 月 30 日率先提供 5G 技術通訊服務，隨後中華電信、遠傳電信、台灣之星亦先後開臺。亞太電信得標 28GHz 頻段共 400MHz 頻寬（該頻段適合涵蓋範圍較小的應用場域），而未取得適合大範圍布建網路之 3.5GHz 頻段，因此亞太電信與遠傳電信透過和頻譜共用合作協議方式，取得遠傳電信 3.5GHz 頻段以參進 5G 市場。整體而言，隨著 5G 服務持續發展，電信事業間合作協議對後續市場結構之變化，值得持續關注。

然而，觀察行動通訊整體營收概況，可以發現呈現下降趨勢，2021 年第二季為整體營收為新台幣 385 億元，較前一季增加 1.05%，較去年同期增加 0.79%。另一方面，整體 4G 每用戶平均收入（ARPU）同樣呈現下跌趨勢，2021 年第二季為 435 元，較前一季增加 0.69%，較去年同期減少 0.68%（見下圖）。

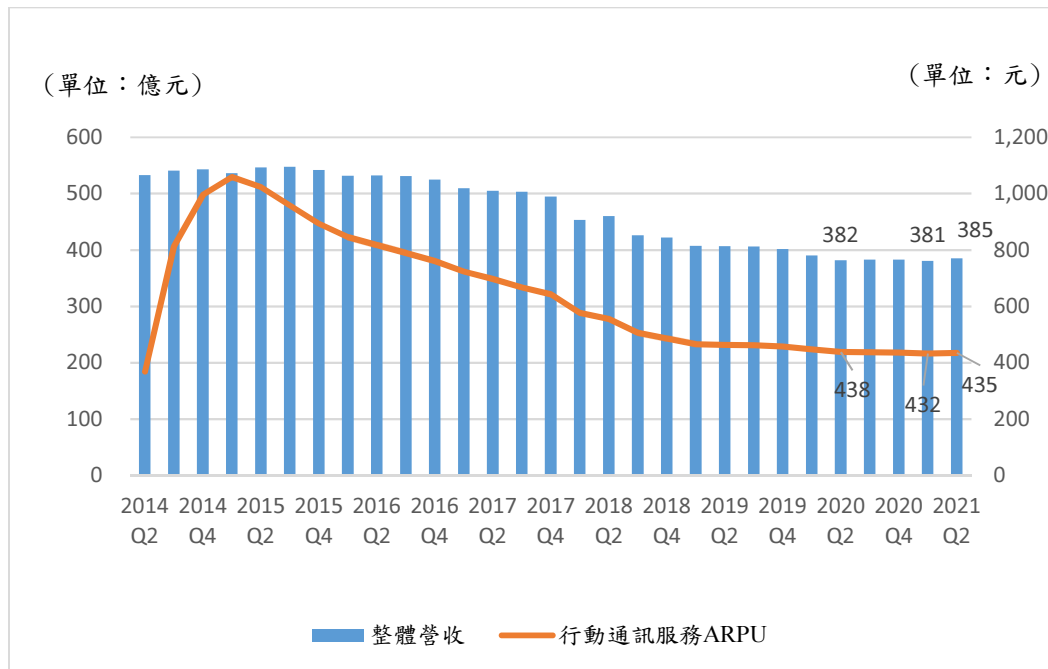


圖 4-3：我國行動通訊整體營收與 ARPU 概況

註：1.統計時間至 2021 年第 2 季。

2.整體營收單位見左列，行動通訊服務 ARPU 見右列。

資料來源：通傳會；本研究繪製。

以下分別概述我國行動通訊市場之零售資費價格、行動通訊頻譜分配與網路布建現況。

1. 零售資費價格：

中華電信²¹⁴與台灣大哥大²¹⁵之 5G 資費(以搭配購機方案來說)，月租費介於新台幣 599 至 2,699 元，而遠傳電信²¹⁶之 5G 資費，月租費介於新台幣 599 至 1,399 元，亞太電信²¹⁷月租費價格區間介於新台幣 799 至 2,699 元。一般而言，前述 4 家電信事業 5G 資費於新台幣 1,399 元以上之方案，可享有上網吃到飽 (unlimited data) 服務。下圖 4-4 為中華電信 5G 資費方案。然而，台灣之星提出不一樣的 5G 資費

²¹⁴ 中華電信(2021/12/21)，5G 資費方案，https://www.cht.com.tw/home/campaign/5gplan#tab_2

²¹⁵ 台灣大哥大(2021/12/21)，5G 資費方案，

<https://www.taiwanmobile.com/mobile/postpaid/ratePlan/plan-5G-all.html>

²¹⁶ 遠傳電信(2021/12/21)，5G 資費方案，<https://www.fetnet.net/estore/exclusive/5g.html>

²¹⁷ 亞太電信(2021/12/21)，5G 資費方案，<https://www.aptg.com.tw/event/2108/5G-infinity/>

方案²¹⁸，月租費介於新台幣 399 至 2,599 元（見下圖 4-5），並於 799、999 與 1,199 元方案中，採以量計價方式計算價格，即只有在有接取 5G 網路時開始計算價格。

月租 資費	\$ 599	\$ 799	\$ 999	\$ 1199	\$ 1399	\$ 1599	\$ 1799	\$ 2699	
5G 上網量	24GB	36GB	60GB	100GB	吃到飽				
最高 網速	500Mbps				1Gbps		1.5Gbps		
量到 降速	5Mbps (4G 輕速 吃到飽)	10Mbps (4G 勁速 吃到飽)	最高下載速 率 50Mbps/ 上傳速率 20Mbps (4G 高速吃 到飽)	吃到飽					
熱點 分享量	與行動上網量併計				50GB	70GB	90GB	200GB	
流量 轉贈	無					8GB (1 門)	20GB (2 門)	50GB (3 門)	
語 音	網內	前 5 分鐘 免費	前 10 分 鐘免費	網內免費					
	網外	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘	80 分鐘	110 分鐘	150 分鐘	200 分鐘	480 分鐘
	市話	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘	80 分鐘	110 分鐘	150 分鐘	200 分鐘	480 分鐘

圖 4-4：中華電信 5G 資費方案（購機方案）

資料來源：中華電信(2021/12/21)，本研究整理。

²¹⁸ 台灣之星(2021/12/21)，5G 資費方案，https://www.tstartel.com/CWS/5G_priceplan.php

原月租	\$599	\$799	\$999	\$1,199	\$1,399	\$1,599	\$1,799	\$2,099	\$2,799	
月租優惠	\$399	\$599	\$799	\$999	\$1,199	\$1,399	\$1,599	\$1,899 (限續約)	\$2,599 (限紫金 鑽星VIP 續約)	
約期	24/30個月			24/30/36個月(註1)			24/30個月			
上網 優惠	上網量	20GB	30GB	36GB*	60GB*	100GB*	終身5G不限速吃到飽			
	收費上 限	-	-	\$999	\$1199	\$1399				
到量網速(註3)	5Mbps	10Mbps	-							
熱點分享量	與上網量合併計算		20GB	50GB	80GB	120GB	160GB	200GB	250GB	
語音優 惠(註5)	網內	網內免費								
	網外贈 送(分)	30	60	90	120	160	220	300	400	960
	網外/市 話(費率)	超額\$6/分								
專案加送增值服務	-		VoLTE免月租費							
家族省優惠 (限新申辦/攜碼)	-	專案價-\$1,000						-		
統編戶優惠	月租費9折				月租費8折			-		

圖 4-5：台灣之星 5G 資費方案

資料來源：台灣之星(2021/12/21)。

2. 行動通訊頻譜分配：

目前我國分配予行動通訊使用之頻率包括低頻段的 700MHz 與 900MHz 共計 150MHz、中頻段的 1800MHz、2100MHz、2.6GHz 與 3.5GHz 共計 700MHz，以及高頻段 28GHz 共計 1,600MHz，合計供行動通訊使用之頻寬為 2,450 MHz（見表 5-1）。

進一步觀察我國行動通訊業者所擁有之頻譜分配狀況，目前低頻段以亞太電信持有數量最多（2x25MHz）其次為台灣大哥大（2x20MHz）。若合計中低頻段之頻寬數量，以中華電信持有數量 270MHz（2x90MHz+90MHz）為最高，其次為遠傳電信之 230 MHz（2x65MHz+100MHz），接續為台灣大哥大之 170 MHz（2x55MHz+60MHz）、台灣之星之 110 MHz（2x35MHz+40MHz）、

亞太電信之 70 MHz (2x25MHz+20MHz)；毫米波頻段仍以中華電信持有數量 600MHz 為最高，遠傳電信與亞太電信並列第二，持有數量為 400MHz，台灣大哥大居第三，持有數量為 200MHz。

表 4-1：我國行動通訊頻譜集中度概況

項目		中華電信	遠傳電信	台灣大哥大	亞太電信	台灣之星	總頻寬
低頻段	700MHz	0	2x10	2x20	2x15	0	90
	900MHz	2x10	0	0	2x10	2x10	60
中頻段	1800MHz	2x30	2x20	2x15	0	0	130
	2100MHz	2x20	2x15	2x20	0	2x5	120
	2.6GHz (成對式)	2x30	2x20	0	0	2x20	140
	2.6GHz ^{註3} (非成對)	0	20	0	20	0	40
	3.5GHz	90	80	60	80 ^{註1}	40	270
毫米波頻段	28GHz	600	400	200	400	0	1600
頻譜持有數量							持有上限
1GHz 以下小計		20 (13.3%)	20 (13.3%)	40 (26.7%)	50 (33.3%)	20 (13.3%)	50 (150 之 1/3)
3GHz 以下小計		180 (31.0%)	150 (25.9%)	110 (19.0%)	70 (12.1%)	70 (12.1%)	193 (580 之 1/3)
6GHz 以下小計		270 (31.8%)	230 (27.1%)	170 (20.0%)	150 (17.6%)	110 (12.9%)	283 (850 之 1/3)
24GHz 以上小計		600 (37.5%)	400 (25.0%)	200 (12.5%)	400 (25.0%)	0 (0%)	640 ^{註2} (1,600 之 2/5)

註：單位：MHz。

1. 亞太電信共用遠傳電信 3.5GHz 頻段之 80MHz。
2. 依據 2021 年 9 月 17 日修正通過之「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條第 1 項之 2/5 上限規定。
3. 2.6GHz 非成對頻段未納入護衛頻寬。

資料來源：通傳會；本研究整理。

3. 網路布建現況：

我國 5G 頻譜自 2020 年 2 月釋出後，電信事業即以非獨立組網 (Non-Standalone, NSA) 方式布建網路，並於 2020 年 6 月底由台灣

大哥大、中華電信、遠傳電信和台灣之星陸續開臺，提供 5G 服務。根據通傳會於 2021 年 10 月份向立法院的報告指出，截至 2021 年 8 月底，我國已建置 20,369 臺 5G 基地臺，非偏鄉人口涵蓋率達 77.93%，目標是 2025 年非偏鄉人口涵蓋率可達到 85%。²¹⁹

就各別電信事業而言，中華電信於 2021 年第三季已累積建設超過 1 萬座 5G 基地臺，預期年底可達 1.2 萬座；遠傳電信位居第二，建設超過 8,000 座 5G 基地臺，預計年底即可達到 9 成以上人口涵蓋率；台灣大哥大建設超過 7,000 座 5G 基地臺，訊號涵蓋率近 80%，2021 年底預計將達到 8,000 座 5G 基地臺。

²¹⁹ 立法院(2021)，電信三雄拚 5G 基地台覆蓋率，
<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=5251&pid=215110>

第二節 我國電信事業申請頻率合作之案例研析

一、頻譜運用影響評估框架

本研究於 109 年研究成果提出頻譜運用影響評估框架之執行程序，除參酌我國公平會、美國與歐盟之相關規範外，亦研析美國與澳洲競爭主管機關對事業結合之相關規範與程序，並藉由舉辦第 2 場座談會之機會，探討電信管理法下頻譜運用之影響評估架構，徵詢與會學者專家之意見，以擬定評估框架。

回顧近兩年本研究觀察到 5G 時代下電信事業之合作（詳細內容見本研究第二章），大致可分為網路共用、頻譜改配、頻譜共用，以及相互投資、結合或併購等四種態樣，研析各個電信事業合作案例之架構，可區分為頻譜層、網路層與服務層，彙整如下表 4-2。同樣地，主管機關在審查合作案准駁與否時，可將各項審查重點項目區分為頻譜層、網路層與服務層，在頻譜層中檢視電信事業持有之頻譜量是否會導致資源過度集中；在網路層中檢視網路容量設置數量變化、提供批發接取與網路設施予新進業者或其他 MNO、導入新技術之意願等；在服務層中檢視消費者權益是否受到影響、電信事業對於價格、服務品質與創新之可能性等。另外，應特別注意電信事業是否會因為合作而有商業策略資訊交換之情形，彙整如下表 4-3。

表 4-2：國際電信事業合作案例比較概要

合作態樣	網路共用		頻譜合作		結合(併購)
	成立多家合資企業(JV)	未成立合資企業(JV)	共用(2家電信事業成立合資企業)	移轉	
代表國家	英國	韓國	瑞典、丹麥、芬蘭、新加坡	英國	英國(BT/EE)
合作架構 頻譜層	無		<ul style="list-style-type: none"> 改配予 JV 或留在母公司 由 JV 參與後續頻譜競標或由母公司競標 	執照持有人轉讓頻譜予受讓人(MNO)使用	結合後頻譜轉讓給 BT

合作態樣	網路共用		頻譜合作		結合(併購)
	成立多家合資企業(JV)	未成立合資企業(JV)	共用(2家電信事業成立合資企業)	移轉	
網路層	<ul style="list-style-type: none"> 共用 Radio Access Network (RAN) 模式 主/被動式基礎設施所有權：視個案而定 維運：JV 負責 	<ul style="list-style-type: none"> 業者獨立自建 5G 核心網路，劃分責任區域布建基地臺。 共同網路管理系統處理故障問題、監控數據流量使用 	通常由 JV 布建，並出售網路容量予母公司	無	整合固網和行網服務
服務層	MNO 各自獨立經營				由 BT 併購 EE，但保留 EE 品牌

資料來源：本研究整理。

表 4-3：國際電信事業合作案例之主管機關審查重點

合作態樣	網路共用		頻譜合作		結合(併購)
	成立多家合資企業(JV)	未成立合資企業(JV)	共用(2家電信事業成立合資企業)	移轉	
頻譜層	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 頻譜集中情形 持續檢視後續頻率核配結果 	頻譜集中情形	
網路層	可能減損業者投資網路布建範圍或採用新技術之意願	<ul style="list-style-type: none"> 減少城鄉接取 5G 網路落差 節省網路布建成本 	<ul style="list-style-type: none"> 網路容量與設置數量變化 降低投入新技術意願 提供批發接取與網路設施予新進業者或 MVNO 	-	<ul style="list-style-type: none"> MVNO 接取行動批發服務協商能力 電路出租予 MNO 作為後傳網路之影響(價格、服務品質)
服務層	行動市場市占率與競爭程度	用戶使用相同服務品質	<ul style="list-style-type: none"> 行動市場市占率與競爭程度 零售市場獨立決策能力與競爭誘因 批發市場聯合定價風險 	<ul style="list-style-type: none"> 對價格、服務品質和創新之可能影響 轉讓可能對公眾與消費者帶來之益處 	對價格、服務品質和創新等策略，是否具有競爭力

合作態樣	網路共用		頻譜合作		結合 (併購)
	成立多家合資企業(JV)	未成立合資企業(JV)	共用(2家電信事業成立合資企業)	移轉	
			• 資費競爭與服務品質的影響		
其他	• 商業策略資訊交換影響競爭 • 可能導致競爭發生變化	-	商業策略資訊交換影響競爭	可能導致競爭發生變化	-

資料來源：本研究整理。

本年度更進一步透過實證研析探討行動市場競爭變化（即 MNO 家數、HHI 值）對消費者實際服務體驗的影響（即消費者成效），包含零售價格、網路涵蓋與網路速率之影響，發現以下三項重要之成果：(1)頻譜供給是影響網路涵蓋與速率的主要因素（頻譜層面）；(2)更廣泛的共用基礎設施有利偏鄉網路涵蓋（網路層面）；(3)市場競爭（即 MNO 家數、HHI 值）對網路涵蓋和速率之消費者成效的影響並不顯著，消費者成效較容易受到頻譜供給量、人口密度與分布、人均 GDP 等因素影響（服務層面）。（詳細內容見本研究第三章）

綜上所述，從國際上主管機關審查合作案例之考量重點與實證研析，綜合量化分析與質化分析結果，本研究以頻譜層、網路層、服務層三大層面為基礎，設計頻譜運用影響評估框架。

本研究提出之頻譜運用影響評估框架有以下 6 個步驟，步驟 1 為瞭解電信事業合作協議之內容、型態與項目，包含頻率提供使用、頻率共用、頻譜轉讓或互相投資等；步驟 2 則針對不同層級進行評估，分別為頻譜層、網路層與服務層；步驟 3 為設定各經營層級之考量因素，各層級考量因素分別包括以下內容：

1. 頻譜層：將考量頻率使用效率、實際可使用頻寬上限與頻率干擾情形；
2. 網路層：考量獨立網路套數、管控能力與資通安全；

3. 服務層先做出市場界定，區分為批發市場與零售市場，分別探討如下：

- (1) 批發市場：對於互連管制價格以及提供其他電信事業、MVNO 或潛在競爭者網路批發服務等情形；
- (2) 零售市場提供終端消費者之情形
- (3) 綜合考量市場競爭、營運管理、服務品質與消費者保護等。

本研究依無線電頻率使用管理辦法第 19 條與第 20 條之規範，分別在頻譜層、網路層與服務層訂定基準（步驟 4）；步驟 5 為衡量整體利益或不利益，判定電信事業之合作對整體公眾帶來之影響，是否符合 5G 時代下之政策目標，包含健全產業發展、推動產業與技術發展、促進市場公平競爭、提升網路使用效率、保障消費者權益與節約能源等；最後由主管機關做出決議（步驟 6），若衡量整體利益大於不利益，則予以核准或針對不利益之項目進行矯正措施，附加附款或附負擔；反之，則予以駁回。

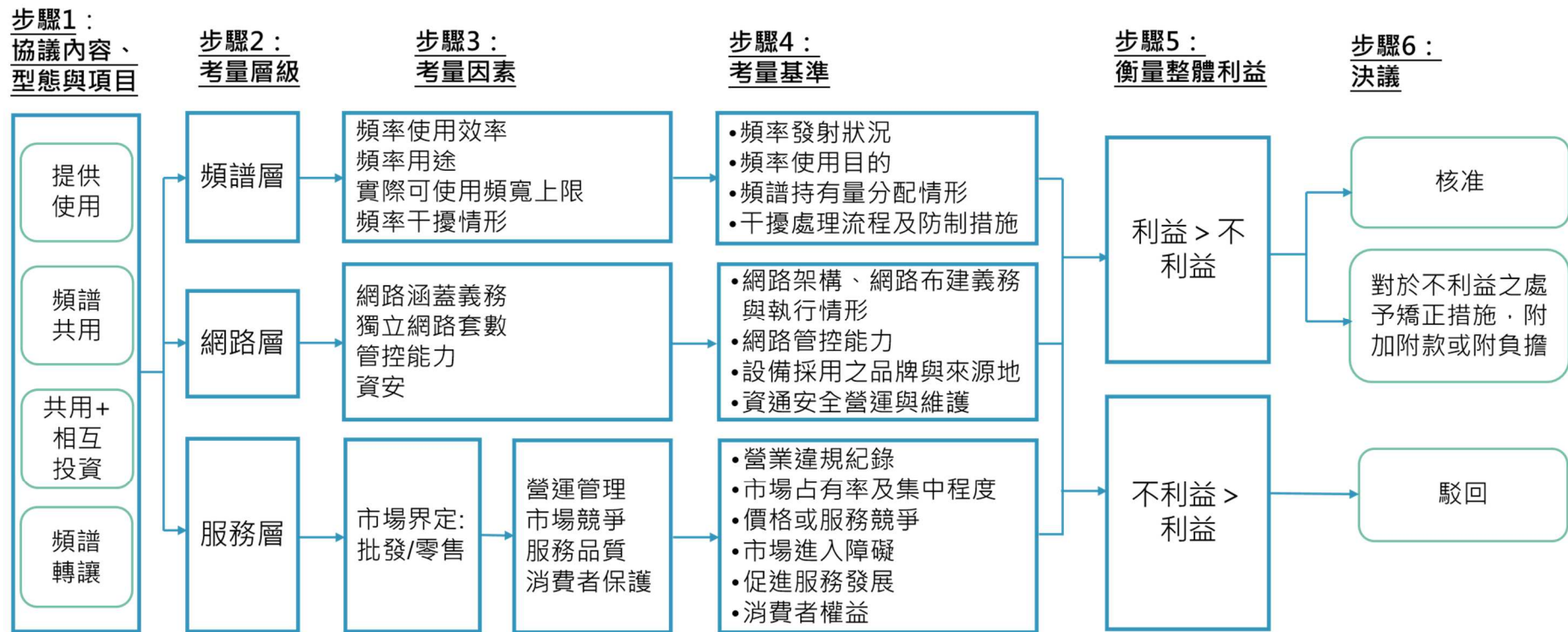


圖 4-6：我國頻譜運用影響評估框架

資料來源：本研究整理

二、遠傳電信與亞太電信頻率合作協議與分析

(一)遠傳電信與亞太電信頻率合作發展歷程

在首波 5G 頻譜拍賣中，由於亞太電信未標得適合大範圍布建網路之 3.5GHz 頻段，在為提供既有 4G 用戶升級至 5G 服務之需求下，規劃分階段與遠傳電信進行合作。根據 2020 年 9 月 4 日雙方公告之合作協議內容，簡要整理如下所示：

1. 第 1 階段：

(1) 3.5GHz 頻段 (80MHz) 共頻共網：亞太電信將分擔遠傳電信 2/9 共頻共網成本，其中頻譜費用新台幣 94.73 億元，以取得共頻共網 2/9 之網路容量使用權。生效日自取得通傳會核准之日起至 2040 年 12 月 31 日止。

(2) 股權異動：由遠傳電信支付 50 億元取得亞太電信私募普通股 5 億股，以取得 11.58% 股份。

2. 第 2 階段：發行新股交換鴻海集團持有之亞太電信股份，最終遠傳電信與鴻海集團對亞太電信之持股比例將各自達 23.8%。

2020 年 11 月 5 日，遠傳電信與亞太電信更進一步協議共頻共網 700MHz 頻段或頻率交換（亞太電信持有之 700 MHz 頻譜和遠傳電信持有之 2600 MHz），支付金額為考量相對應頻段的價值，計算各頻塊的殘值。雙方申請頻率交易之時程將依主管機關對 700MHz 共頻共網或頻率交換之核准日，以較早核准之日為起算（若核准共頻 700MHz 之日早於核准頻率交換，則頻率交換合約自動終止）。

2021 年 3 月 3 日，通傳會以附附款通過遠傳電信與亞太電信共用 3.5GHz 頻段之申請，前述附款內容為要求兩家公司應對該電信網路具有故障管理、組態管理、效能管理、帳務管理與安全管理等管控能力。兩家公司除就網路管控能力、服務品質提升、涵蓋率提升等面向提出補充說明外，並做出具體承諾如下：

1. 網路獨立控管：雙方共同成立 3.5GHz 網路管理暨資安監督運作小組，定期開會並提出運作報告，報通傳會備查。
2. 提升涵蓋率：雙方承諾增加建置基地臺數量共計 2000 臺，擴大綿密訊號涵蓋，提供消費者優質體驗。

2021 年 8 月 4 日公平會依據公平法第 10 條第 1 項第 3 款「受讓或承租他事業全部或主要部分之營業或財產」之結合型態，核准遠傳電信與亞太電信 3.5GHz 頻率與網路共用合作案²²⁰，尚包括遠傳投資亞太 50 億元及取得亞太 11.58% 股份、擔任 1 席董事之合作事項，不禁止其結合，但附加負擔如下：

1. 參與結合事業不得透過 3.5GHz 頻段頻率與網路共用、持有股份或擔任董事等協議內容，就雙方之行動寬頻業務資費、終端設備補貼、行銷活動、客戶與帳務資料管理等營運事項為共同經營、委託經營、合作研商或交換資訊等行為。
2. 參與結合事業應於實際結合之日起 5 年內，於每年 7 月 1 日前，提供下列資料，送交公平會備查：

²²⁰ 公平交易委員會，國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過！<https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&docid=16798>

(1) 監督小組組織圖、工作職掌分配及具體工作項目、小組成員名單及所屬公司部門，以及歷次會議紀錄(含與會成員名單及討論事項)。

(2) 亞太歷次股東會會議紀錄、歷次董事會會議紀錄。



圖 4-7：遠傳電信與亞太電信結合前後之董事席位變化

資料來源：公平會(2021)。

2021年8月25日通傳會以附附款通過遠傳電信投資亞太電信新臺幣50億元取得11.58%股份及一席董事案。為確保遠傳電信不會藉由持有亞太電信股份及一席董事影響其營運，附加負擔要求亞太電信於本案核准後5年內，於每年7月1日前提提供該公司歷次股東會會議紀錄與歷次董事會會議紀錄，送交通傳會備查。

目前遠傳電信與亞太電信已向通傳會提交頻率使用權移轉之申請，目前仍處審理階段。下表綜整遠傳電信和亞太電信各項合作項目、時間與主管機關之准駁。

表 4-4：遠傳電信與亞太電信之合作項目與時程

項目	共頻共網	股權收購		頻率使用權移轉
協議日期	2020/9/4			2020/11/5
說明	共用遠傳電信3.5GHz頻段之80MHz	遠傳認購亞太私募股份，達亞太11.58%股權	遠傳發行股票交換鴻海持有亞太股份，達亞太23.8%股權	遠傳之2.6GHz頻段共計20MHz與亞太之700MHz頻段上下行共計10MHz頻率交換
通傳會之准/駁	准 (2021/3/3)	准 (2021/8/25)	申請人尚未提出申	申請中
公平會之准/駁	准 (2021/8/4)			

資料來源：本研究整理。

(二)遠傳電信與亞太電信合作案例研析

遠傳電信與亞太電信之間的合作協議涉及幾種不同的態樣，分階段包含共頻共網、頻譜交換（頻率使用權移轉）與股權收購規劃。兩家電信事業之合作，將導致一定程度的營運和服務整合，對於整體行動通訊市場帶來顯著的變化，甚至未來有更大範圍合作之可能性。目前主管機關已於今年3月核准遠傳電信與亞太電信3.5GHz頻段共頻共網申請案，並於8月核准遠傳電信入股亞太電信11.58%與一席董事案。兩家業者於2021年12月提出交換700MHz與2.6GHz頻率之申請，主管機關正在進行審查。以下依今年度業者合作項目進行研析。

1. 遠傳電信持有亞太電信持股比例達 11.58%

按照遠傳電信與亞太電信協議內容，遠傳電信將持有亞太電信 11.58%之股份，並擁有一席董事；按照現行電信管理法第 26 條規範，電信事業存在相互間合作、相互間直接或間接投資他方具表決權之股份總數或資本總額達主管機關公告一定比率以上者，應向主管機關申請核准。現行通傳會公告該比率限制訂為 3%以上。同條第 3 項規定，同一人或同一關係人取得符合第一項第一款(指除依電信管理法第 56 條第 1 項第 1 款、第 3 款或第 4 款規定外，經主管機關核配無線電頻率)或第二款(於特定電信服務市場之占有率達四分之一以上)之電信事業有表決權之股份總數達百分之十以上者，應向主管機關申請核准；同條第 6 項主管機關為辦理相關申請案之准駁時，應考量：1、資源合理分配；2、有助於產業發展；3、維護用戶權益；4、維繫市場競爭；5、國家安全等考量因素，並得依職權附加附款。

依據前述規範，遠傳電信與亞太電信向主管機關通傳會提交遠傳電信持有亞太電信股權 11.58%之申請，並取得一席董事。該項申請案已於今年 8 月獲得通傳會附加負擔後有條件通過。

本研究依循前述頻譜層、網路層與服務層之分析模式，分析遠傳電信持有亞太電信股權 11.58%時，於各層可能產生之影響。

(1) 頻譜層

儘管遠傳電信持有亞太電信之持股比例達 11.58%且取得一席董事，然對於頻譜資源之歸屬，仍為各自持有，並未整合為同一電信事業，或尚未達到電信法架構下行動寬頻業務管理規則採取持股比例達 15%時視為聯合申請人之標準，因此本研究初步認為此階段尚未存在頻譜資源集中，惟建議主管機關可檢視具有一席董事是否可能影響被持有電信事業之頻譜資源運用策略，以及後續更進一步擴大持股比例超過聯合申請人門檻時之資源認定。

(2) 網路層

本研究認為電信事業雙方並未因持股比例達 11.58%而對網路架構有明顯影響，故認為應可略過網路層之影響。

(3) 服務層

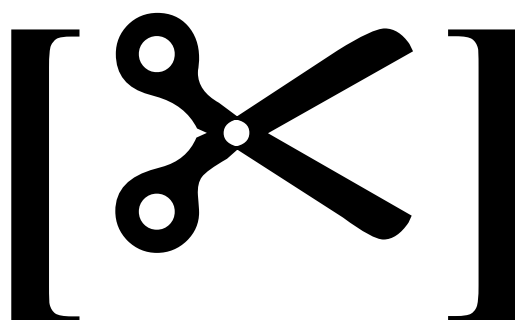
持股比例達 11.58%且具一席董事時，是否可能對被持有方之網路建設策略、基礎設施採購等經營策略造成影響。建議主管機關應檢視遠傳電信於亞太電信股東代表有機會取得之機敏資訊，以及可能對亞太電信相關決策之影響程度。

此外，本研究亦建議主管機關得持續觀測持股比例達 11.58%對用戶權益是否造成影響，例如用戶續約時是否會被引導或要求申辦另一家電信事業之資費方案，或影響消費者權益保障之策略或方案。

綜合以上分析，由於遠傳電信與亞太電信除了在頻譜資源方面進行合作外，遠傳電信亦取得亞太電信之部分股份，此兩方面為公司重要的投入要素與資產，因此在雙方於服務市場中仍為競爭的關係下，主管機關有必要加強監督雙方在服務層獨立營運之能力，故本研究認為主管機關目前採附負擔方式，以要求雙方不得透過 3.5GHz 頻段頻率與網路共用、持有股份或擔任董事等協議內容，而有交換商業資訊或有聯合行為，並於核准後 5 年內，於每年 7 月 1 日前提供該公司歷次股東會會議紀錄與歷次董事會會議紀錄送交通傳會備查之作法，應能有效限制雙方過度交換經營資訊以及一方過度影響另一方決策之風險，確保雙方能維持一定程度之獨立經營能力。

2. 亞太電信之 700MHz 與遠傳電信之 2.6GHz 頻率交換

遠傳電信與亞太電信已提交頻譜交換申請予主管機關，遠傳電信所持有之 2595MHz~2615 MHz 共計 20MHz 頻寬及亞太電信所持有之 723MHz~728 MHz(上行)、778MHz~783 MHz(下行)共計 10MHz 頻寬進行交換，初步評估此階段合作雙方之潛在利益與風險如下：



本研究針對本件個案，已依電信管理法第 59 條第 2 項（頻率改配之准駁考量事項）所載檢核項目與應載明事項，檢視電信事業繳交之申請文件，並提出初步意見予通傳會。因目前個案尚在審查中，故不揭露相關意見分析。

3. 遠傳電信持有亞太電信持股比例增加至 23.8%

根據遠傳電信持有亞太電信收購股權之協議，第 1 階段遠傳電信由有亞太電信 11.58% 之股份，並擁有一席董事；第 2 階段遠傳電信持有亞太電信之股份將達到 23.8%，將與鴻海之子公司並列為最大股東，預期將擁有二至三名董事，目前遠傳電信尚未申請第 2 階段。

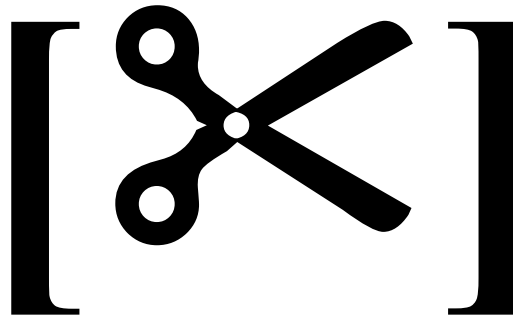
本研究觀察國際間競爭主管機關對於市場中少數持有股權之規範，以歐盟為例，執委會建議持股比例超過 25% 時，即有進行市場競爭調查之必要。在本案中，若遠傳電信持股亞太電信比例達 23.8%，且具有 2 席以上董事，則可能有誘因藉由持有少數股權影響亞太電信的經營策略與發展，導致兩家電信事業之間失去競爭，進而導致市場更集中、增加共謀或資訊交換的可能性，因此建議主管機關於達到該階段時，應進一步檢視 2 家電信事業之合作內容，並檢討資源分配是否存在過度集中於特定集團之情形。

基於持股比例涉及資源規範之探討有其必要性，本研究於第五章更進一步討論電信管理法第 26 條之資源合理分配相關議題。

三、中華電信與亞太電信頻率合作協議與分析

2021 年 11 月 5 日中華電信與亞太電信宣布合作協議，亞太電信將其持有之 900 MHz 頻段 2x10 MHz 頻寬（下行：950~960 MHz；上行：905~915 MHz）與網路資源移轉予中華電信，移轉後將使中華電信與其既有頻率形成 2x20 MHz 之連續頻寬，使用期限至 2030 年 12 月 31 日止。

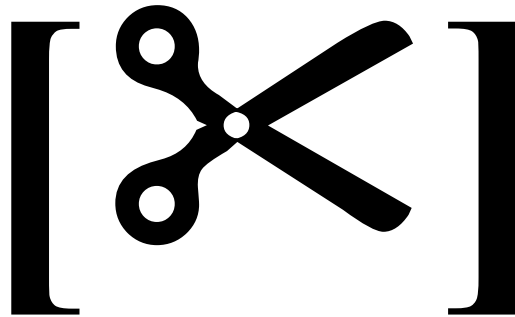
亞太電信移轉後將無任何 900 MHz 頻譜，為維持用戶使用 3G 網路之語音服務不受影響，進一步與中華電信簽訂共用 2100 MHz 頻段 2x5 MHz 頻寬（上行：1960~1965 MHz；下行：2150~2155 MHz），未來將由中華電信提供亞太電信用戶 CSFB (Circuit Switched Fallback) 語音服務。此階段合作雙方之潛在利益與風險如下：



本研究針對本件個案，已依電信管理法第 58 條第 3 項（頻率共用規範）、無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條（頻率共用之准駁考量因素）與電信管理法第 59 條第 2 項（頻率改配之准駁考量事項）所載檢核項目與應載明事項，檢視電信事業繳交之申請文件，並提出初步意見予通傳會。因目前個案尚在審查中，故不揭露相關意見分析。

4. 電信事業頻率合作後續影響或主管機關之因應措施

我國 5G 時代下之政策目標為促進市場公平競爭、保障消費者權益與健全產業發展。因此在此合作案例中，主管機關應特別注意頻譜集中情形與維護消費者權益。由於亞太電信移轉 900 MHz 頻譜予中華電信後，使得中華電信於 3GHz 以下與 6GHz 以下之頻譜持有量皆微幅超過 1/3 法定頻譜上限，3GHz 以下頻譜持有量占 34.48%；6GHz 以下頻譜持有量占 34.12%，本研究建議主管機關對於交易後頻率超過法定上限規範之因應措施如下：



第三節 頻率合作評估框架、考量項目與執行步驟之修正建議

本研究提出 109 年擬定之評估框架，首先應掌握協議內容、型態與項目，針對不同層級進行評估，分別為頻譜層、網路層與服務層；再參考電信管理法第 59 條、無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條則，針對不同層級之考量要素與基準，如：頻譜使用效率、持有量分配情形、網路布建涵蓋義務、網路管控能力、價格或服務競爭、市場進入障礙與消費者權益等進行評估，以衡量其整體利益，做為最終決議之參據（見圖 4-6）。觀察我國近兩年發生之電信事業頻率合作案例，本評估框架可精進之處如下：

1. 申請者對於「頻率使用效率」的認知不一，例如：「…雙方共用後，5G 使用率估計從 40%增加至 47%....」、「…至 113 年將建置超過 10,000 臺 3.5GHz 基地臺，人口涵蓋率超過 95%...」等論述，建議申請人更進一步提出具體數值與佐證資料，主管機關可從兩個面向進行審查：(1)合作前後頻率使用效率提升之預估值、(2)計算特定區域之使用頻寬、提供服務之用戶數以及產出之訊務量能力。
2. 電信事業申請頻率共用時，有可能不會改變行動市場上之獨立網路運作數量，而是合作方之間進行網路容量分配。建議考慮將「網路容量」分配情形納入網路層之考量基準。

本研究藉由座談會²²¹之機會，徵詢各專家學者對於評估框架之看法，提出相關建議。與會專家學者認為目前電信事業共用頻率申請須符合電信管理法及相關子法之規定，且符合通傳會、公平會之審核程序，審理密度已相當高。在審查頻率共用、提供使用或移轉時，採用 109 年所提的評估框架內容實已足夠。應特別注意的是，當電信事業

²²¹ 本研究於 110 年 12 月 7 日舉辦「電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之影響評估座談會」，詳細內容可參閱附錄五。

申請結合案時，是否會有過快進入審查項目之疑慮，由於結合的程度不盡相同，應先瞭解結合對於行動市場上整體層面的影響，再進行各個考量層級的審查。除此之外，建議評估框架納入「業者策略目的」，判斷業者在行動市場之狀態為持續經營、退出或轉換經營方式逐步減少資產等，雖然不易研判，但策略目的仍然重要，應適當納入評估框架。

對於評估框架中考量基準（步驟4），應視個案動態調整，以檢視有哪些指標是比較重要或有不足之處，亦有專家學者提出應再思考：

1. 服務層中是否有納入「營運違規紀錄」之必要，由於業者可能是行政程序尚未符合主管機關之規定，但並不影響消費者權益或影響市場競爭，應特別注意是否有一事兩罰的問題。
2. 建議更進一步定義「消費者權益」，是提升服務（QoS）還是調整費率。對於消費者權益之內涵，本研究建議可包含「確保與提升整體服務品質」、「增進用戶多元選擇服務」、「從事價格或服務競爭策略」等事項。

本研究進一步探討考量因素之「頻譜使用效率」。頻譜管理的主要目標是確保有效使用稀缺頻譜資源。一般來說，在討論頻譜效率問題時，有兩種不同但又相互關聯的觀點-技術效率和經濟效率。

1. 技術效率

技術效率是消費者使用網路提供數據或語音通話數量的最大數據位元數（bits）。然而，行動網路業者無法接取無限量的頻譜，因此通常依據特定頻寬內可以承載的數據流量來考量頻譜效率，即在特定通信系統之特定頻寬上傳輸數據速率，以每秒每 Hz 的位元數（bps/Hz）表示。

頻譜效率取決於網路布建技術（2G、3G、4G 與 5G）以及相關設備和網路配置，隨著新技術的發展，頻譜效率隨之提高，如下圖所示。

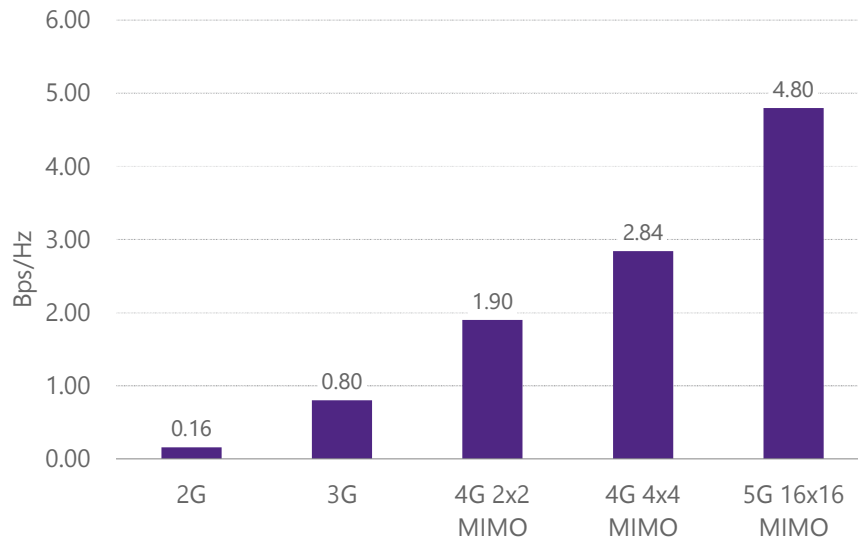


圖 4-8：平均頻譜效率比較

資料來源：Plum。

一般而言，儘管根據不同環境和布建情境存在相當大的差異，5G 的頻譜效率大約是 4G 的三倍，如下表所示。

表 4-5：IMT-Advanced (4G)和 IMT-2020 (5G)的頻譜效率

技術	IMT-Advanced (4G)	IMT-2020 (5G)
頻譜效率	-	為 IMT-Advanced 的 3 倍
峰值頻譜效率	DL: 15 bps/Hz UL: 6.75 bps/Hz	DL: 30 bps/Hz UL: 15 bps/Hz
平均頻譜效率	-	DL eMBB indoor: 9 bps/Hz DL eMBB urban: 7.8 bps/Hz DL eMBB rural: 3.3 bps/Hz UL eMBB indoor: 6.75 bps/Hz UL eMBB urban: 5.4 bps/Hz UL eMBB rural: 1.6 bps/Hz

資料來源：IMT。

2. 經濟效率

頻譜管理的經濟目標是確保頻譜資源得到有效分配和使用，以最大程度地提高頻譜對經濟和社會的利益。經濟效率具有三個面向：

- (1) 生產效率：以最佳資源組合生產商品或服務，以最低成本提供最大產出。
- (2) 配置效率：生產的商品和服務的組合是最適的，因為沒有其他組合可以在不損害另一方的情況下改善一方的福利。
- (3) 動態效率：資源的配置方式可以鼓勵長期最理想的創新和研發水準。

從頻譜使用的角度來看，在頻譜稀缺的情況下將優化生產效率，透過使用更高效的技术，為特定數量的頻譜資源以更低的單位成本提供更高的網路容量。雖然行動市場上對每 GB 成本的估計各不相同，但普遍認為，每一代行動技術都會在降低數據服務成本方面帶來顯著效益。

然而各國主管機關間缺乏對於頻譜使用效率之定義，或評估方法的普遍共識，觀察國際評估頻譜效率的案例研究，通常採用「事前審查」與「定期監測」方式，以確保公平和有效使用無線電頻率。

表 4-6：國際電信主管機關評估頻譜使用效率的方式

事前審查	定期監測
<ul style="list-style-type: none">• 德國：事前評估頻譜使用效率<ul style="list-style-type: none">➢ BNetzA 利用「頻譜需求調查」作為對頻譜使用效率進行事前評估的監理工具。• 香港：網路容量評估工具<ul style="list-style-type: none">➢ OFCA 透過檢視頻譜使用、網路容量與用戶需求的評估工具，了解頻譜資源與網路容量的使用	<ul style="list-style-type: none">• 愛爾蘭：路測測量<ul style="list-style-type: none">➢ ComReg 進行定期路測測量(每年兩次)，由車輛使用電腦控制的測量系統，並在不同頻段中模擬終端手持裝置使用情形，將結果顯示在地圖上。• 日本：定期監測和評估頻譜使用<ul style="list-style-type: none">➢ 總務省(MIC)透過問卷調查收集頻譜執照持有者之無線電臺數量、具

狀況，作為後續決定行動服務頻譜分配的參考	體用途以及替代模式之可能性等資訊；亦透過徵詢公眾意見，將收集結果進行比較，如：尖峰時段平均流量、使用區域、依頻率和技術比較無線電臺數量的變化。
----------------------	---

資料來源：本研究整理。

本研究亦藉由座談會²²²之機會，向與會學者專家徵詢有關電信事業頻譜共用或提供使用時，考量頻譜使用效率之合宜方式，提出相關建議。無線電頻率使用效率之認定方式：在既定技術限制下，讓相同頻率資源提供更大的通信能力。制度上減少使用限制，讓更多業者得分享使用；技術上降低干擾等。若以公式表示頻率使用效率，則部分學者專家建議如下：

$$\text{效率} = \text{產出} / \text{投入} \div \text{通信能力} / \text{頻率資源}$$

除上述計算公式，亦有學者專家提出頻譜使用效率，應視頻譜使用方式而定，如 5G 的使用可區分為公眾電信、專頻專網與企業專網，其效率評估方式應有差異。5G 技術雖然著重於物聯網之應用，但對電信事業仍需找到使用的人，如企業用戶。因此，用戶數可考量做為評估的標準，但非絕對，因為企業的數據用量與個人必不相同。例如一用戶有許多的物聯網應用，其數據用量大。因此，一個電信事業若用戶數多、數據用量大，代表頻譜使用效率高，進而反映至業者營收。

本研究參考 ITU 於 2017 年 9 月公布之頻譜管理建議第 1046 號第 3 版文件（Recommendation ITU-R SM.1046-3），其建議可透過抽樣量測方式取得一特定區域之頻譜使用效率。例如下圖為重慶市之 1860-1875MHz 頻率使用效率實際量測圖，使用率由低至高以不同光譜色彩代表，從深藍色指使用率低（0-10%）、綠色為中間值（50%）

²²² 本研究於 110 年 9 月 7 日舉辦「5G 時代電信事業資源合作規範座談會」，詳細內容可參閱附錄四。

至紅色為使用率高(100%)，藉以讓主管機關得以計算一特定頻段於特定區域之使用效率。

下圖之計算方式，為主管機關先行定義一特定區域之頻譜使用效率，包含該系統之頻譜使用效率指標，以及其所傳輸之數據量，再搭配主管機關於該區域之實際量測結果，觀察出該區域之使用情形是否符合該通訊系統之技術能力。若呈現深藍色(0-10%)，指該區域實際使用情形未達其系統定義能力之10%，藉由圖示方式與實際量測結果，讓主管機關能有效掌握一區域之頻譜使用效率情形，如下圖。



圖 4-9：頻率使用效率實際量測示意圖

資料來源：ITU。

綜上所述，本研究建議未來主管機關於檢視頻譜使用效率時，可從兩個面向進行審查。第一，要求申請事業提出未來進行頻譜提供使用或共用後，對於頻率使用效率提升之預估值。參採國際作法，計算特定區域之使用頻寬、提供服務之用戶數以及產出之訊務量能力，向主管機關聲明頻譜提供使用或共用後，有利頻率使用效率之提升；第二，主管機關得參考愛爾蘭或日本之事後定期監測措施，持續掌握電信事業合作後對於頻率使用效率之影響，鼓勵電信事業積極運用頻譜資源，促使頻譜資源帶來之福祉最終能讓公眾共同享有。

第四節 電信事業申請頻率移轉之個案審查程序、原則

一、頻譜移轉之准駁考量因素

有關電信事業間之頻譜資源移轉，我國電信管理法第 59 條第 1 項規範電信事業將其獲配無線電頻率之全部或一部電信事業，以及申請改配時應檢具之文件，同條第 2 項則規範主管機關准駁之考量要素，包含使用者資格、無線電頻率使用效率之確保、無線電頻率用途及履行義務、市場公平競爭、無線電頻率使用效期、無線電頻率干擾情形與國家安全。依本研究案於去年（109 年）執行時所擬訂評估架構下之考量層級，共計有頻譜層、網路層與服務層，以下分別由三個層級研擬電信事業申請頻率移轉個案審查之准駁規範。

(一) 頻譜層

在頻譜管理中，電信事業之主要目標為提升頻譜使用效率，然而頻譜為稀缺性資源，因此主管機關應控管電信事業持有頻譜量之妥適性與發生頻率干擾之情形。依現行電信管理法第 59 條第 2 項規定，通傳會得要求電信事業應載明無線電頻率移轉後之頻率使用效率、用途、資源集中、使用效期與干擾情形之規劃。

表 4-7：頻譜管理之考量因素

電信管理法第 59 條	考量因素說明
使用者之資格(§59II①)	受讓人是否已登記為電信事業
無線電頻率使用效率之確保(§59II②)	頻率發射狀況
無線電頻率用途(§59II③)	頻率使用目的
頻譜資源集中情形(§59II④)	頻譜持有量分配情形及超過持有上限之因應措施
無線電頻率使用效期(§59II⑤)	受讓後之頻率可使用效期
無線電頻率干擾情形(§59II⑥)	發生頻率干擾處理流程及干擾防制措施

資料來源：本研究整理。

(二) 網路層

在網路管理中，電信事業獲得移轉頻譜後，對於網路之布建與維護，揭露其網路架構、網路管控能力與使用之設備廠牌等資訊。此外，主管機關應一併考量整體之獨立網路數量是否產生變化，進而削弱網路層之競爭。依現行電信管理法第 59 條第 2 項規定，通傳會得要求電信事業應載明頻率移轉後之無線電頻率應履行義務、網路設置數量之變化、自評受讓後網路之服務提供能力等事宜。

表 4-8：網路管理之考量因素

電信管理法第 59 條	考量因素說明
無線電頻率應履行義務之執行情形 (§59II③)	網路涵蓋義務履行情形(含電臺設置數量) 有關營運計畫部分,其他應履行義務之執行說明與履行方法
網路設置 (§59II④、§59II⑦)	<ul style="list-style-type: none">• 網路架構• 自評受讓後網路之服務提供能力(網路容量、訊號涵蓋等)• 核網機房、MME 位置及數量，網路設置數量之變化• 使用符合有關機關國家安全考量與符合關鍵基礎設施規範之電信設備

資料來源：本研究整理。

(三) 服務層

依現行電信管理法第 59 條第 2 項規定，通傳會得要求電信事業應載明移轉後對市場公平競爭之影響與國家安全等規劃。值得注意的是，若交易涉及股權異動或營運面交易條件時，應將考量雙方公司營運策略例如：組織成員組成、財務風險、資訊交流程度、獨立經營之能力等。

表 4-9：營運管理之考量因素

電信管理法第 59 條	考量因素說明
市場公平競爭之影響 (§59II④)	<ul style="list-style-type: none">• 提供服務形態（零售、批發）與地理區域（全國、區域）之市場占有率及集中程度• 從事價格或服務競爭策略

電信管理法第 59 條	考量因素說明
	<ul style="list-style-type: none"> • 形成市場進入障礙之可能性 <p>※特殊情形，如交易涉及股權異動或營運面交易條件時，考慮以下項目：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 雙方公司營運策略（例如：組織成員組成、財務風險、資訊交流程度、獨立經營之能力等）
國家安全(\$59II②)	涉及國家安全與資通安全相關規範的處理情形

資料來源：本研究整理。

此外，本研究比較「頻率提供使用或共用」與「頻率改配」之法規差異，可以發現前者之准駁考量因素規範於無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條，包含無線電頻率使用效率之確保、用途及履行義務、市場公平競爭影響、供給人及承用人營運違規紀錄、消費者權益影響等考量因素；後者規範於電信管理法第 59 條，其較著重於頻譜管理方面，包含使用者資格、無線電頻率使用效率之確保、用途及履行義務、無線電頻率使用效期等。

表 4- 10：我國頻譜提供使用/共用與頻譜改配之相關規範比較

	頻率提供使用／共用	頻率改配
定義名詞	<p>電信管理法§58：</p> <p>§58I：獲配頻率之一部提供予他電信事業使用</p> <p>§58III：獲配無線電頻率之電信事業擬與他電信事業共用該無線電頻率</p>	<p>電信管理法§59：</p> <p>§59I：獲配無線電頻率之全部或一部改配他電信事業使用</p>
遞交文件	<p>無線電頻率使用管理辦法§18I：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 申請書 2. 協議書 3. 頻率使用規劃 4. 網路設置計畫及營運計畫之變更說明 5. 經核配無線電頻率之應履行義務說明 6. 對於本辦法第 19 條、第 20 條考量事項之說明 7. 頻率干擾評估及說明 	<p>電信管理法§59I：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 申請書 2. 協議書 3. 受讓人之使用計畫 4. 協議雙方變更後之網路設置計畫及營運計畫 5. 干擾處理 6. 其他經主管機關指定事項

	頻率提供使用／共用	頻率改配
	8. 資通安全維護計畫變更時之變更說明 9. 其他經主管機關指定事項	
准駁考量因素	無線電頻率使用管理辦法§19、20： <ul style="list-style-type: none"> • 無線電頻率使用效率之確保 • 無線電頻率用途及履行義務 • 市場公平競爭影響 • <u>消費者權益影響</u> • <u>供給及承用人營運違規紀錄</u> • 無線電頻率干擾情形 • <u>申請用途促進新興技術或服務發展</u> • 國家安全 	電信管理法§59II： <ul style="list-style-type: none"> • <u>使用者之資格</u> • 無線電頻率使用效率之確保 • 無線電頻率用途及履行義務 • 市場公平競爭 • <u>無線電頻率使用效期</u> • 無線電頻率干擾情形 • 國家安全

資料來源：本研究整理。

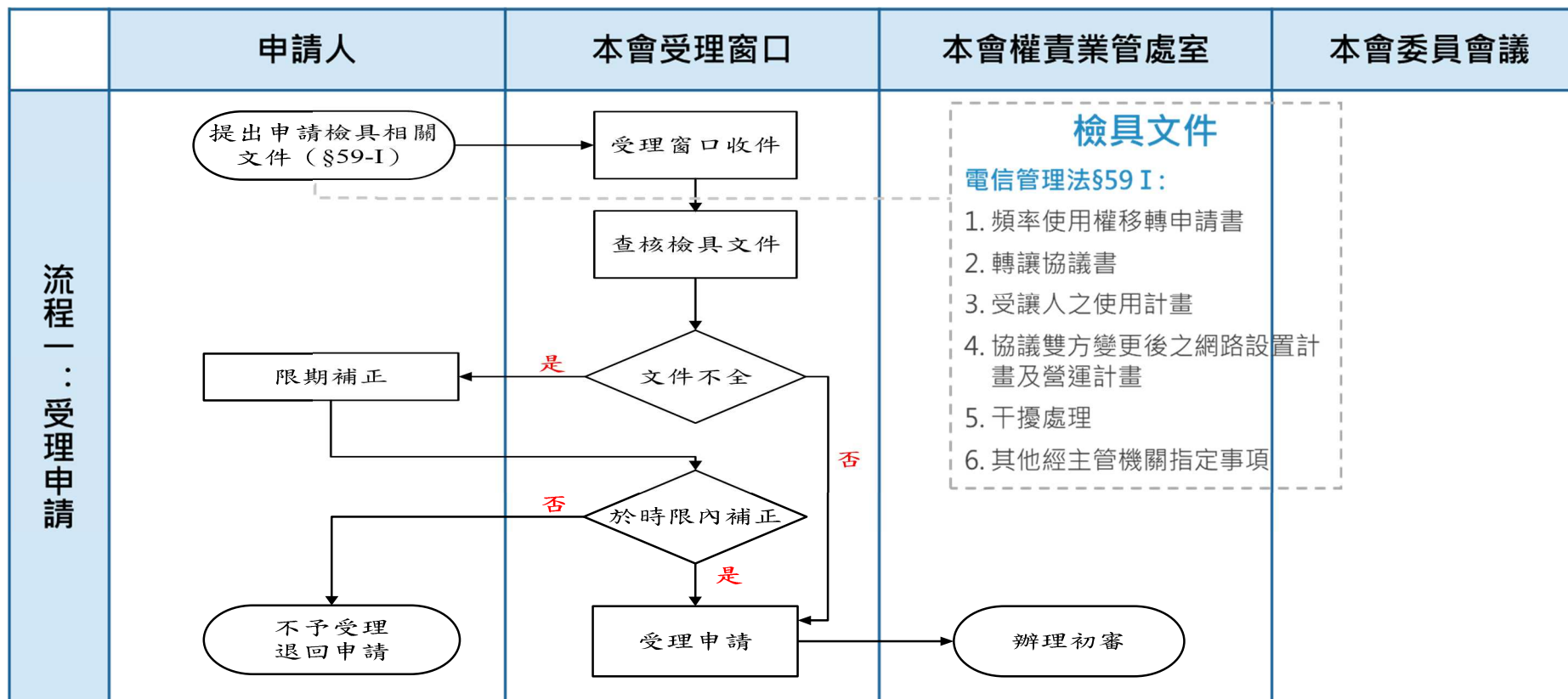
值得注意的是，若一電信事業將獲配頻段之頻譜全部移轉予他電信事業，可能會產生頻譜過度集中或影響消費者使用權益等問題，雖然法規無明確要求應載明「消費者權益影響」，本研究仍建議主管機關將其列為「其他經主管機關指定事項」或要求電信事業應於營運計畫書內載明清楚，例如：服務提供之可使用頻寬變少，對消費者可能帶來之影響評估、提升服務品質之作法、揭露消費者權益相關資訊之作法、消費爭議處理說明等。

二、頻譜移轉申請程序

本研究參考電信管理法第 59 條、無線電頻率使用管理辦法第 23 條相關規範，申請頻率移轉之電信事業，應檢具申請文件向主管機關提出申請，主管機關將檢視相關文件是否完備，以決定是否受理申請，研究團隊研擬個案審查流程如下。

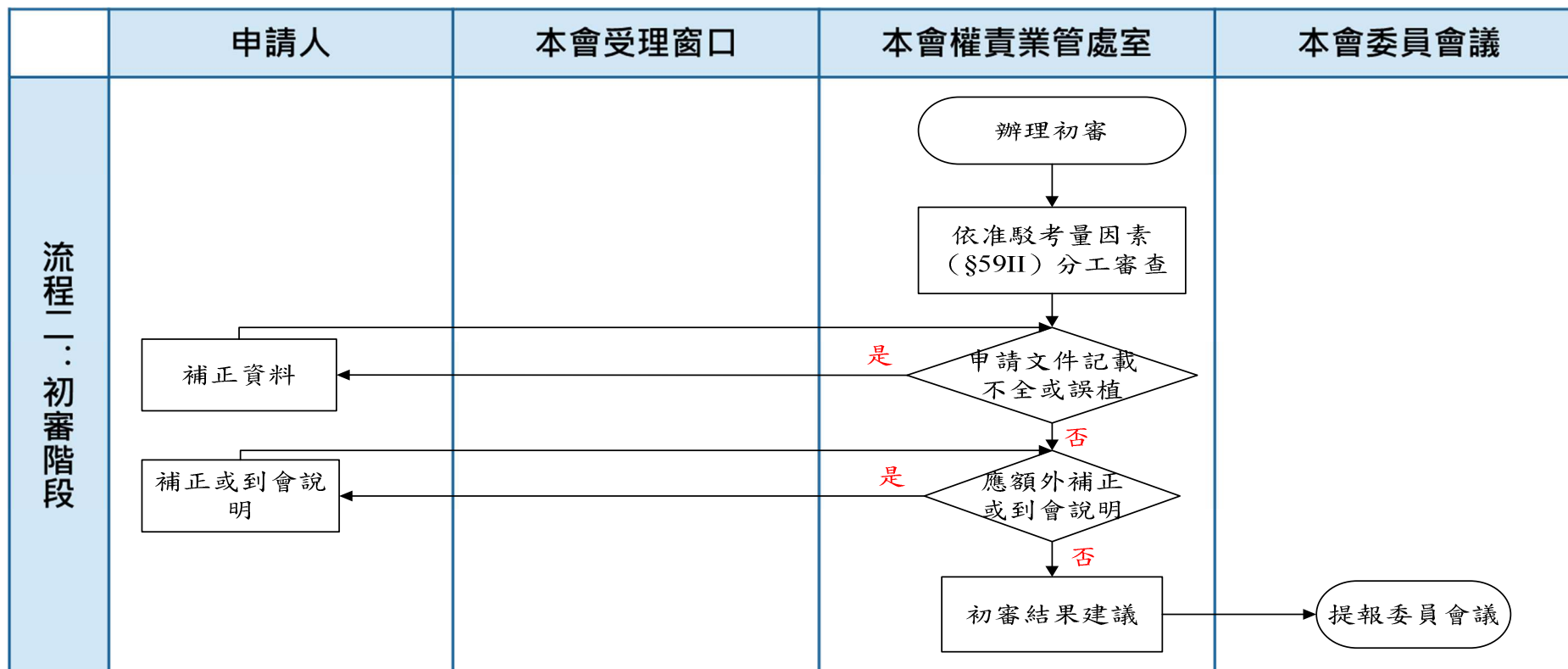
(一) 受理申請階段

第一階段為電信事業依電信管理法第 59 條第 1 項向通傳會提交頻率移轉相關申請文件後，由受理窗口收文並查核檢具文件。



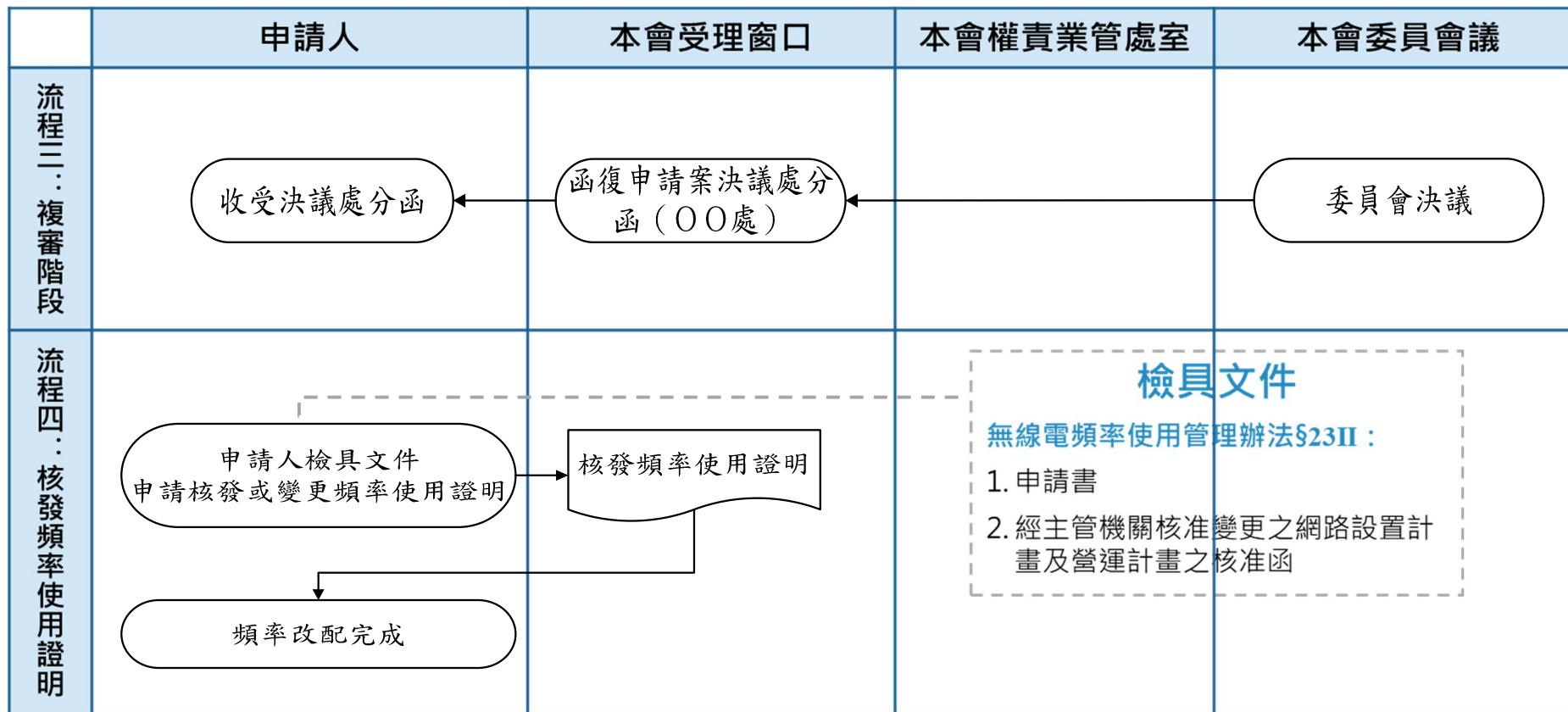
(二) 初審階段

第 2 階段為通傳會權責業管處室依電信管理法第 59 條第 2 項之准駁考量因素進行分工審查，其中頻率移轉申請書由資源處收文、營運計畫變更由平臺處收文、網路設置計畫由基礎處收文，並同時將初審結果提報委員會議。



(三) 複審階段與核發頻率使用證明

第3階段為通傳會委員會議決議（視案例情節需要，評估是否徵詢外部機關如公平會之意見）；第4階段為依委員會議決議許可核發頻率使用證明。



第五節 小結

我國行動通訊市場有 5 家業者，目前以提供 4G 行動寬頻業務為主，截至 2021 年 10 月，依用戶市占率大小分別為中華電信(36.1%)、台灣大哥大(24.1%)、遠傳電信(23.9%)、台灣之星(9.0%)與亞太電信(7.0%)，呈現三大兩小之局面，在用戶數無大幅成長空間下，市場競爭激烈。隨著行動通訊技術持續演進，我國於 2020 年 2 月完成首波 5G 頻譜拍賣，於同年 6 月底開始台灣大哥大、中華電信、遠傳電信與台灣之星依續開臺，截至 2021 年 8 月，我國 5G 用戶數達 363.9 萬戶，占整體行動寬頻用戶數 12.3%。

亞太電信因拍賣時未取得 3.5GHz 頻段，因此規劃分階段與遠傳電信進行合作。截至 2021 年 8 月底為止，2 家業者之合作案，通傳會與公平會已陸續核准共用 3.5GHz 頻譜，以及遠傳電信入股亞太電信 11.58%與一席董事案，於同年 12 月初，遠傳電信與亞太電信更進一步提出頻率交換(700 MHz 與 2100 MHz 頻段)申請。於 2021 年 11 月中，中華電信與亞太電信提出頻率移轉(900 MHz 頻段)與頻率共用(2100 MHz 頻段)之申請。本研究觀察到我國電信事業藉由頻譜彈性運用之方式，包含頻率移轉、頻率共用，以提升頻譜使用效率、降低網路布建成本或維運成本，以及維護消費者權益，促進我國整體行動通訊發展，並預期將為電信事業合作之未來發展趨勢。

本研究於 109 年研究成果提出頻譜運用影響評估框架，依我國近兩年發生之電信事業頻率合作案例，提出可精進之處，更進一步探討考量因素之「頻譜使用效率」。由於各國主管機關間缺乏對於頻譜使用效率之定義，或評估方法的普遍共識，透過觀察國際評估頻譜效率的案例研究，通常採用「事前審查」與「定期監測」方式，以確保公平和有效使用無線電頻率。本研究亦藉由座談會之機會，向與會學者專家徵詢有關電信事業頻譜共用或提供使用時，考量頻譜使用效率之合宜方式，提出相關建議公式，另外，亦建議得參考國際作法，於受

理電信事業申請頻譜提供使用或共用時，持續以定期監測方式掌握核准後電信事業頻譜使用效率之變化程度，並積極促使電信事業提升頻譜使用效率。

為辦理電信事業申請頻率移轉，本研究參考電信管理法第 59 條准駁考量要素相關規定，研擬相關審查細項，並依本研究 109 年所擬訂之評估架構下，分別建議頻譜層、網路層與服務層之考量因素。同時，提出「受理申請階段」、「初審階段」以及「複審階段與核發頻率使用證明」等個案審查流程。

第五章 我國頻率運用監理相關議題之法令規範調適

電信事業之合作型態與頻率運用模式非常多元，例如轉讓頻譜資源之頻譜移轉、頻譜提供使用或共用、策略聯盟所涉及之合資企業或相互投資等型態。本研究於舉辦第一場座談會時，與會學者專家建議得從合作程度對頻譜資源之影響程度進行分析。頻譜移轉與頻譜提供使用、共用均可能涉及頻譜上限議題，頻譜共用則主要涉及電信事業間之頻譜層與網路層合作，而相互投資則更進一步擴大至服務層之具表決權董事決策能力。因此，本研究將首先探討頻譜上限議題，其後探討頻譜共用規範（適用於 3G 語音服務共用之情境），最後則探討相互投資帶來之資源合理分配議題。

第一節 頻譜上限規範

由於頻譜屬稀缺資源且是電信事業提供行動通訊服務之關鍵投入要素（essential inputs），為避免頻譜資源過度集中，「無線電頻率使用管理辦法」（簡稱管理辦法）第 12 條規範單一電信事業在全頻段、1GHz 以下、3GHz 以下與 6GHz 以下之實際可使用頻寬不得逾該頻段內經公開招標、拍賣釋出供整體電信事業使用頻率總頻寬之三分之一。此外，於 3300-3570MHz 頻率範圍內之實際可使用頻寬不得超過 100MHz。然而，從過往頻譜競標結果可發現，對於頻譜實際可使用頻寬之計算方式與頻段設定方式具有討論空間，又隨著開放頻譜共用，頻譜實際可使用上限比例亦成為關注焦點。以下，本研究分別就毫米波頻段使用頻寬是否不計入總頻寬上限，以及護衛頻帶是否納入可使用頻寬上限之兩個議題進行分析。

一、毫米波頻段使用頻寬之計算

隨著行動通訊技術進步，與多元應用之需求，未來供行動通訊使用頻率將朝向高頻化。毫米波頻段因頻率高、頻寬大，為實現 5G 技

術效能需求之重要頻段，然受限於其波長短、穿透力弱且訊號易受地形所屏蔽，故應用場域側重於特定區域範圍內。再者，毫米波頻段可釋出頻寬動輒數百 MHz，與 6GHz 以下頻段之釋出頻寬合併計算，有失公允。

本研究蒐集主要國家對於毫米波頻段上限之規範，發現以拍賣制釋出毫米波頻段之國家，其主管機關考量毫米波頻段設備生態系統及應用型態尚在發展，在設定毫米波頻段之頻譜持有數量上限多採行不列入可使用總頻寬上限或容許單一電信事業較高之上限比例（參見下表）。

表 5-1：主要研究國家頻譜上限規範

項目	美國	韓國	義大利	芬蘭	丹麥
MNO 家數	3	3	5	4	3
釋出頻段	24、28、37、39、47GHz	24GHz	26GHz	26GHz	26GHz
釋出頻寬 (MHz)	4,950	2,400	1000	2,400	2,850
頻寬上限 (MHz)	1,850	1,000	400	800	1650
上限占比	37%	42%	40%	33%	58%
備註	設定使用上限	釋照時設定單一事業取得上限			
	毫米波頻段不列入總頻寬上限規範				

資料來源：本研究整理。

綜合考量毫米波頻段之物理特性、應用場域及頻寬大小，皆與 6GHz 以下頻段大不相同，且主要研究國家未將毫米波頻段納入總頻寬上限，故在計算單一電信事業實際使用頻寬上限時，建議毫米波頻段另行計算，但仍需規範頻率使用之上限。

本研究基於促進相關新興應用服務發展，兼顧我國政策目標，確保市場公平競爭，參酌國際間對毫米波頻段可使用頻寬上限比例，考量提供電信事業於毫米波頻段資源充足運用之機會，就可使用頻寬上限比例設計兩個方案。

(一) 甲案：毫米波頻段另計，並設定總頻寬 1/3 之上限

我國釋出 28GHz 頻段時，依據「電信法」下之「行動寬頻業務管理規則」第 18 條設有單一電信事業取得總頻寬（至多 800MHz²²³）之上限規範，另外要求單一電信事業申請核配總頻寬不得逾行動寬頻業務總頻寬之 1/3、1GHz 以下總頻寬不逾行動寬頻業務 1GHz 以下頻段總頻寬之 1/3。但有其他特殊情形經主管機關核准者，不在此限。

為維持與過往「行動寬頻業務管理規則」第 18 條規定相同管制思維，即頻率拍賣參進與核配後使用管制維持 1/3 上限，且符合既有「電信事業頻率使用管理辦法」第 12 條之一致認定標準，故將單一事業持有毫米波之總頻寬上限設為 1/3，如此將可確保至少 3 家電信事業有機會取得頻率。

(二) 乙案：毫米波頻段另計，並設定總頻寬 2/5 之上限

考量國際間容許單一電信事業有較高毫米波頻段上限之規範方向相同，符合國際發展趨勢，將單一電信事業持有毫米波之總頻寬上限設為 2/5，將可確保至少 3 家電信事業有機會取得頻率，且毫米波頻段供給充足，讓有能力運用該頻段之電信事業得取得更充分資源。

配合毫米波頻段另計之規劃，原「電信事業頻率使用管理辦法」第 12 條第 1 項第 1 款之電信事業實際可使用頻寬不得逾經公開招標或拍賣釋出供整體電信事業使用頻率之總頻寬 1/3 將予以刪除。本案最終由通傳會決議採行乙案，並於 2021 年 9 月 1 日由委員會通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正案。

²²³ 28GHz 頻段原規劃釋出 2,500MHz，單一事業可取得頻寬上限為 800MHz，相當於 32%。

二、護衛頻段頻寬之認定方式

國內釋出頻譜資源時，為避免跨技術、跨服務之頻率干擾，多區隔釋出頻塊與護衛頻帶(Guard band)。例如 2020 年通傳會釋出 3.5GHz 頻段時，因與既有衛星通訊相鄰，故設有 40MHz (頻率範圍為 3570 MHz-3610MHz) 的護衛頻帶，以確保頻率的和諧共存。然而，2015 年釋出 2.6GHz 頻段時，因同時採取 FDD 與 TDD 技術，故於與配對區塊頻段(2500-2570MHz 及 2620-2690MHz)相鄰之單一區塊頻段(2570 MHz-2620MHz) 兩端設有各 5MHz 之護衛頻帶，以避免不同技術造成訊號相互干擾，同時為促進頻譜使用效率，於釋照時將護衛頻帶納入釋出區塊之中。針對護衛頻帶之使用資格，根據「行動寬頻業務管理規則」第 57-1 條規範，得標者若提出干擾解決方案，則可使用護衛頻帶並應繳納其無線電頻率使用費。

最終，2.6GHz 頻段順利釋出 190MHz (配對區塊 2x70MHz 與單一區塊 50MHz)，分別由 5 家行動通訊業者取得。然而，持有護衛頻帶之亞太電信 (2570-2575MHz) 與遠傳電信 (2615-2620MHz) 皆未提出護衛頻帶之干擾解決方案，故未獲配頻率。換句話說，2.6GHz 頻段實際核配頻寬為 180MHz(配對區塊 2x70MHz+單一區塊 40MHz)。下圖為 2.6GHz 頻段分配概況。



圖 5- 1：我國 2.6GHz 頻段分配圖

資料來源：通傳會；本研究繪製

針對上述實際拍賣釋出頻寬與實際核配頻寬不一致，進而衍生是否應將已拍賣釋出之護衛頻帶計算電信事業可使用頻寬問題進行討論。本研究蒐集國際間釋出 2.6GHz FDD 與 TDD 相鄰釋出區塊是否納入護衛頻帶之作法，發現各國並非採用一致的作法，如英國、德國和丹麥等國家雖然認知到 FDD 與 TDD 相鄰將存在干擾問題，並未設定護衛頻寬，而是交由取得頻率之業者進行干擾協調；設有護衛頻帶國家中，香港與新加坡於釋照時，釋出區塊就已排除護衛頻帶（亦不計算頻寬上限）；奧地利和芬蘭將護衛頻帶納入釋出範圍。根據奧地利政府之釋照文件中可以發現，基於增進頻譜使用效率，將護衛頻帶納入可使用頻寬計算上限（參見下表）。

表 5-2：主要研究國家 2.6GHz 護衛頻帶之規範

項目	未設計護衛頻帶	有設計護衛頻帶		
		奧地利	芬蘭	香港、新加坡
代表性國家	英國、德國、丹麥、瑞典、愛爾蘭、韓國、澳洲、義大利等國家	奧地利	芬蘭	香港、新加坡
護衛頻帶是否納入釋出區塊	—	是		否
護衛頻帶是否計入頻寬上限	—	是	否	否

資料來源：本研究整理。

本研究分別就護衛頻帶是否應計入頻寬上限進行分析。倘若計入護衛頻，會使持有頻寬之電信事業之可使用頻寬占比上升，基於頻譜資源之有效使用，將促進持有者積極處理干擾問題、採用新技術或有條件下使用護衛頻段，進而促進頻譜使用效率；倘若不計入護衛頻帶時，則可確保確保 FDD 與 TDD 頻塊間具備充分間隔，避免干擾疑慮（參見下表）。

表 5-3：2.6GHz 護衛頻帶認定方式之評估

項目		計入護衛頻帶	不計入護衛頻帶 (若業者提出解決方案且經核配頻率時，應計入頻寬上限)
各門檻頻寬總量變化(除 1GHz 以下外)		<ul style="list-style-type: none"> • 頻寬總量增加 5MHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 頻寬總量減少 5MHz
個別影響	有護衛頻帶業者	<ul style="list-style-type: none"> • 雖標得頻率，但未獲配，故不計入護衛頻帶 • 3GHz 以下與 6GHz 以下各門檻頻譜持有數量占比下降 	<ul style="list-style-type: none"> • 3GHz 以下與 6GHz 以下各門檻頻譜持有數量占比上升
	無護衛頻帶業者	<ul style="list-style-type: none"> • 3GHz 以下與 6GHz 以下各門檻頻譜持有數量占比上升 	<ul style="list-style-type: none"> • 3GHz 以下與 6GHz 以下各門檻頻譜持有數量占比下降
整體影響		<ul style="list-style-type: none"> • 計入護衛頻帶促使持有者之可使用頻寬占比上升，促進持有者積極處理干擾問題、採用新技術或有條件下使用護衛頻段，進而促進頻譜使用效率 	<ul style="list-style-type: none"> • 確保 FDD 與 TDD 頻塊間具備充分間隔，避免干擾疑慮

資料來源：本研究整理

綜合上述之分析，為符合 2015 年釋出 2.6GHz 頻段時將護衛頻帶納入釋出頻寬之政策目的，即為增進頻譜使用效率，本研究建議即使持有業者未提出干擾解決方案，亦應將護衛頻帶納入釋出頻寬上限。

第二節 共用頻段（適用 3G 語音服務）規範

隨著技術的演進、設備的發展，國際間考量傳統行動網路之使用效率。原先全球廣泛運用 2100MHz 頻段布建 3G 網路，目前正將該頻段逐漸調整、升級為布建於 LTE 或 5G 網路²²⁴。目前，國際間已有 158 個業者運用 2100MHz 頻段於布建 LTE 或 5G 網路，其中已商轉或正在布建中的業者有 98 家、規劃中的業者有 53 家，測試中業者有 7 家。目前運用 2100MHz 頻段布建 5G 的業者有 37 家，其中 20 家業者已商轉 5G 網路，如下圖。

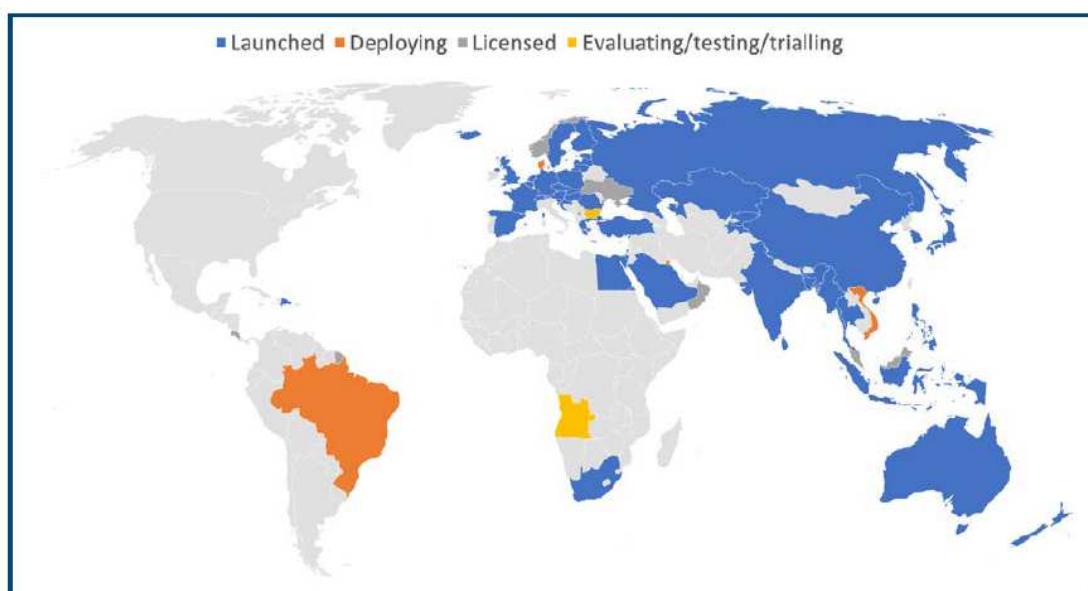


圖 5- 2：國際間應用 2100 MHz 頻段於 LTE 或 5G 之情況

資料來源：GSA (2021)。

根據 GSA 的 GAMBoD 數據庫顯示，於 1GHz 至 6GHz 關鍵頻段中支援 LTE 可用設備數量，前 3 大支援頻段分別為 1800MHz、2600MHz 以及 2100MHz 頻段，如下表。

²²⁴ GSA(2021.03), Mid Band Spectrum Summary Report

表 5- 4：主要支援中頻段之 LTE 設備數量

頻段	設備數量	頻段	設備數量
1800 MHz (n3)	12,626	1900 MHz (n21)	5,270
2600 MHz (n7)	10,886	TDD 2600 MHz (n41)	5,273
2100 MHz (n1)	10,730	TDD 2600 MHz (n38)	5,108
TDD 2300 MHz (n40)	6,527	TDD 1900 MHz (n39)	3,474
AWS (n4)	5,506	1900 MHz (n25)	1,327

註：統計時間至 2021 年 1 月。

資料來源：GSA (2021)。

由於市場用戶行為改變、3G 網路使用效率降低導致需求降低，業者為了減少網路系統維運成本，逐漸將 1800MHz 及 2100MHz 升級至 4G、5G 來提升可使用頻寬，並逐漸不再支援 3G 終端設備。國際間多數電信事業基於自身網路運作或商業考量如下表，如美國等電信事業宣布陸續關閉 3G 網路後，改善網路延遲及升級後網路之頻譜使用效率更佳。另 T-Mobile 於 2021 年 10 月 25 日宣布關閉 CDMA 行動網路截止日期延長至 2022 年 3 月 31 日。

表 5- 5：電信事業關閉 3G 網路時程規劃

國家	電信事業關閉 3G 網路時程規劃
美國	<ul style="list-style-type: none"> ● Verizon (預計 2022 年 2 月關閉 CDMA) ● AT&T (預計 2022 年初關閉) ● T-Mobile (延至 2022 年 3 月底關閉)²²⁵
英國	<ul style="list-style-type: none"> ● Vodafone (預計 2022 年關閉) ● BT (預計 2023 年關閉完成) ● EE (預計 2023 年關閉)²²⁶
芬蘭	<ul style="list-style-type: none"> ● Elisa (預計於 2023 年關閉)

²²⁵ T-Mobile delays CDMA shutdown by three months(2021),

<https://www.commsupdate.com/articles/2021/10/25/t-mobile-delays-cdma-shutdown-by-three-months/>

²²⁶ EE is first UK operator to confirm 3G switch off plans(2021), <https://www.techradar.com/news/ee-is-first-uk-operator-to-confirm-3g-switch-off-plans>

國家	電信事業關閉 3G 網路時程規劃
	<ul style="list-style-type: none"> ● TeliaSonera (預計 2023 年關閉)
瑞典	<ul style="list-style-type: none"> ● Telenor (2020 至 2025 年逐步關閉) ● Tele2 和 Telia 成立合資企 SUNAB(2018 年至 2025 年逐步關閉)
丹麥	<ul style="list-style-type: none"> ● Telia 和 Telenor (2021 年 4 月逐步關閉)
日本	<ul style="list-style-type: none"> ● NTT Docomo (預計 2026 年 3 月關閉) ● KDDI (預計 2022 年 3 月底關閉) ● SoftBank (預計 2024 年 1 月底關閉)²²⁷

資料來源：本研究整理。

2021 年 6 月 GSMA 報告指出目前只有 5%市場公開發布將於 2026 年前完全關閉 2G 與 3G 網路。主要於 2021 年至 2022 年從北美洲與亞洲開始；2025 年至 2027 從歐洲開始。²²⁸

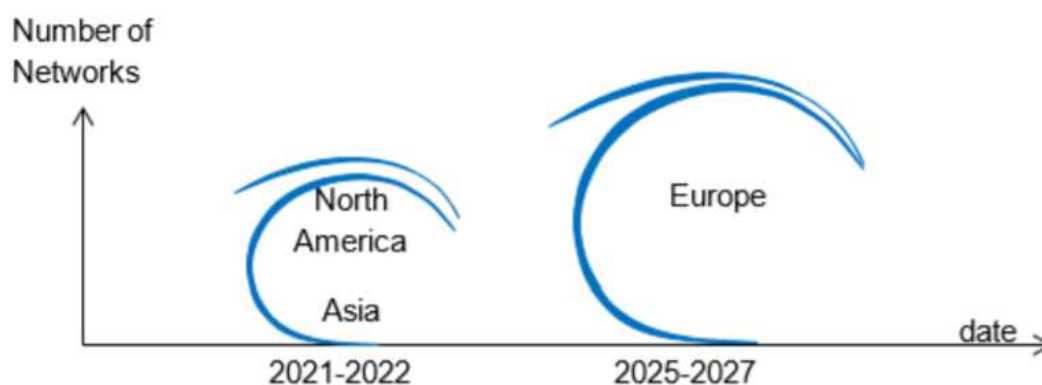


圖 5-3：全球各區域之交換迴路關閉趨勢

資料來源：GSMA(2021)。

我國行動通訊市場隨著行動通訊技術持續演進，2G 與 3G 業務分別於 2017 年 6 月底與 2018 年 12 月終止²²⁹，目前市場上以 4G 行動寬頻服務為主，不過，因應語音服務仍有使用 3G 網路之需要，故我國行動業者現階段並未關閉 3G 網路。關閉 3G 網路之替代選項，

²²⁷ Global 2G and 3G Phase Out / Sunset: What Do We Know So Far?(2021), <https://www.emnify.com/en/resources/global-2g-phase-out>

²²⁸ 2G-3G Sunset Guidelines(2021), <https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/NG.121-v1.0-2.pdf>

²²⁹ 我國於 2018 年 12 月關閉 3G 業務，但 3G 網路仍保留。

有推動 4G VoLTE、漫遊與 MOCN 等選項，下表分別列舉三種替代選項之優缺點。

表 5- 6：關閉 3G 網路之可行替代選項

選項	VoLTE	MOCN	漫遊
說明	電信事業利用 4G 網路提供語音服務，不須切回 3G 網路。	多家業者協商共用某一家電信事業之頻譜資源，以提供 3G 語音服務。	用戶在原電信事業所提供服務的網路以外之範圍，使用其他電信事業之網路以繼續提供語音服務。
優點	<ul style="list-style-type: none"> • 國際規範標準：VoLTE 可取代 CSFB 語音服務，可更快速接通，且使用 VoLTE 語音服務時，不影響數據服務，以提升用戶體驗。 • 降低成本：關閉 3G 網路的維運成本 • 具節能效益：關閉 3G 基地臺，可將原用於 3G 之頻譜資源升級及基地臺轉供 4G/5G 使用 	<ul style="list-style-type: none"> • 具節能效益：關閉 3G 基地臺，可將原用於 3G 之頻譜資源升級及基地臺轉供 4G/5G 使用 • MOCN 因可分流訊務，數據仍維持 4G 網路，上網速率較快 	<ul style="list-style-type: none"> • 具節能效益：關閉 3G 基地臺，可將原用於 3G 之頻譜資源升級及基地臺轉供 4G/5G 使用 • 未限制參與之業者家數
缺點	<ul style="list-style-type: none"> • 語音服務：推動用戶移轉時間長。由於撥打語音服務之雙方所使用手機必須支援 VoLTE 功能、位於 VoLTE 網路涵蓋範圍內等條件，因此目前尚未普及。 • 物聯網服務：須更換用戶終端設備 	<ul style="list-style-type: none"> • 介接 3G 核網限制：最多只能介接 4 家 • 投入資金高昂：涵蓋全國單一 3G 網路之建設費用預估達新台幣 10~20 億元 • 設備支援問題：支援 3G MOCN 之設備投入與維護 • 須修正無線電頻率使用管理辦法：以目前我國電信事業 3G 所使用之頻段，須增列第 17 條之可提供使用或共用頻段範圍 	<ul style="list-style-type: none"> • 用戶使用問題：技術上仍有障礙，當語音通話結束時無法立即退回本網，不利用戶服務體驗 • 業者變更相關文件：業者須依電信管理法第 37 條申請變更營運計畫、網路設置計畫、與資通安全維護計畫等，耗費人力與行政成本。

資料來源：本研究整理。

隨著我國行動用戶逐漸轉向申辦 4G、5G 服務，對於 3G 網路之需求將日益漸少，我國多數業者參考國際趨勢規劃於 2024 年底關閉 3G 網路，近幾年將為 3G 網路關閉之過渡期。雖然目前語音服務使用技術演進至 4G VoLTE，但我國目前法規上尚未開通電信事業之間 VoLTE 語音服務互連，各家電信事業僅提供網內用戶使用 VoLTE 服務（各家業者將支援 VoLTE 視為增值服務），且受限於電信事業使用之設備廠牌、解決方案之不同，VoLTE 跨業者間互連有其複雜度及成本考量。我國用戶終端支援與開通 VoLTE 之比例成長趨緩，受限於雙方所使用之手機必須支援且開通 VoLTE 功能、位於 VoLTE 網路涵蓋範圍內等使用條件，仍處發展階段。因此，希冀透過 VoLTE 解決國內多數業者關閉 3G 網路之問題，顯然緩不濟急，需待用戶使用設備之成熟度與採用度，短期內無法於 3G 網路關閉前完成用戶移轉。目前我國各業者終端設備與支援 4G VoLTE 比例如下表。

表 5-7：我國目前電信事業使用 VoLTE 概況

電信事業	用戶終端支援 VoLTE 比例	用戶開通 VoLTE 服務比例	3G 語音頻段
中華電信	76%	7.8% (占總用戶數)	• 2100MHz(全區) • 900MHz(部分鄉村及偏遠地區)
台灣大哥大	67%	8%	2100MHz
台灣之星	42%	0.37%	2100MHz (上下行各 5MHz 頻寬)
亞太電信	68% (4G)	68% (4G)	900MHz
遠傳電信	超過 70%	超過 1%	2100MHz

資料來源：本研究整理。

考量多數業者關閉 3G 網路後，現有行動通訊用戶進行語音通話時，仍須仰賴電路交換語音回退 (CSFB) 方式回退至 3G 網路。因此，為確保消費者權益及市場公平競爭，原用於 3G 網路之 2100MHz 頻

段，業者可選擇透過多經營者核心網路(MOCN)方式共用 3G 網路。若欲透過 MOCN 方式共用 3G 語音網路，則目前多數業者主要使用之 2100MHz 頻段，即有開放共用之需要。

本研究協助通傳會研議 2100MHz 頻段開放作為 3G 語音服務共用之可行性。考量國際趨勢以及國內電信事業均有設定 3G 網路關閉期限，且採取 MOCN 方式相較於漫遊，更對用戶服務品質體驗有利。若採漫遊方式，依照現行技術，用戶結束語音通話後，無法迅速退回數據網路，將大幅影響用戶對網路之服務體驗。因此，綜合評估後，本研究認為開放 2100MHz 共用並限定於語音服務，使業者間於過渡期間透過 MOCN 方式持續提供用戶語音服務，有其顯著必要與符合整體公共利益。

通傳會後續已於 2021 年 9 月 1 日由委員會通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正案，新增第 17 條第 1 項第 1 款之 2100MHz 頻段：上行 1920MHz~1980MHz；下行 2110MHz~2170MHz，僅限用於電路交換行動語音服務。此一政策有助於我國多數業者關閉 3G 網路後，仍能持續提供用戶良好之語音服務體驗。

中華電信與亞太電信於 2021 年 11 月 5 日宣布雙方簽訂 900MHz 頻段移轉與共用 2100MHz 部分頻段之合作協議。中華電信取得亞太電信 900MHz 頻段 2x10MHz，亞太電信移轉後將無任何 900 MHz 頻譜，為維持用戶使用 3G 網路之語音服務不受影響，進一步與中華電信簽訂共用 2100 MHz 頻段 2x5 MHz 頻寬，因此未來由中華電信提供亞太電信用戶 CSFB 語音平臺服務，以確保亞太電信用戶語音通話之權益。目前合作協議尚未通過，將待主管機關後續進一步審查作業。

表 5- 8：中華電信與亞太電信頻譜移轉之變化

電信事業	中華電信	亞太電信
3G 網路使用之頻段	<ul style="list-style-type: none"> • 2100MHz(都會區) • 900MHz(偏鄉) 	<ul style="list-style-type: none"> • 900MHz
3G 語音頻段共用後	<ul style="list-style-type: none"> • 2100MHz(都會區) • 900MHz(偏鄉) 	<ul style="list-style-type: none"> • 共用中華電信之 2100MHz(2x5MHz)

資料來源：本研究整理。

對於我國電信事業於 2024 年逐步關閉 3G 網路之後，在語音需求方面，隨著技術更迭，預期未來使用 VoLTE 將成為國際趨勢，建議可逐步推動使用 VoLTE，提升用戶通話品質，且可同時使用數據服務，主管機關得參考美國作法，當電信事業提出關閉 3G 網路之規劃時，以事前預告方式提醒消費者可移轉至支援 4G VoLTE 手機型號；在物聯網使用需求方面，因用戶需更換其終端設備，此時可參考英國與丹麥之作法，透過推動電信業者將原有物聯網使用 2G/3G 網路升級至以 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M 技術作為解決方案，NB-IoT 主要用於低頻寬的數據傳輸，LTE-M 用於更大量的數據傳輸，包括影音和語音，據以達成關閉 2G/3G 網路之目標，推動頻譜使用效率與技術升級。

第三節 電信事業相互投資所涉資源分配規範

依照電信管理法第 26 條，電信事業有相互間合作、或相互間直接或間接投資他方有表決權之股份總數或資本總額達主管機關公告一定比率以上者，應向主管機關申請核准。該項比例經通傳會公告為 3% 以上。同條第 3 項，同一人或同一關係人取得符合第 1 項第 1 款（經主管機關核配無線電頻率）或第 2 款（特定電信服務市場之占有率達四分之一以上）之電信事業有表決權之股份總數達百分之十以上者，應向主管機關申請核准。同條第 6 項則為主管機關為申請准駁時，應考量：1、資源合理分配；2、有助產業發展；3、維護用戶權益；4、維繫市場競爭以及 5、國家安全等因素，並得依職權附加附款。

針對電信事業相互投資規範所涉及之頻譜資源合理分配，本研究建議可從二方面進行討論。第一為頻譜釋出時。對於申請參與競價者之身分認定；第二為頻譜持有期間，若有發生電信事業相互投資情事，則主管機關得更進一步檢視合作協議內容，分析資源是否合理分配。

一、頻譜釋出時之申請人身分認定

（一）國際規範

各國於釋出頻譜資源時，均會針對申請人身分認定進行管理，若認為多家申請人間彼此存在投資關係，或持股比例達一定門檻時，大多數主管機關會要求多家申請人應協調出一家做為代表參與競價者，避免多家申請人於拍賣期間之聯合行為。

本研究整理本年度丹麥主管機關 DEA 之 5G 拍賣備忘錄為例。DEA 仔細針對投標人所有權結構之申報與判定進行事前規劃及審查。認為頻譜執照所屬公司之所有權是其管制的重點。在丹麥 5G 拍賣備忘錄中明確指出，競價者須遵守所有權規則，該規則要求競價者及其關係人與任何其他競價者及其關係人不能有任何關聯或聯繫。

DEA 規範競價者應遵循主管機關所有權規則判定的相關條文²³⁰ 審視其所有權結構，DEA 並於拍賣備忘錄中為申請人製作了必須公開的說明圖表和操作說明，明確載於拍賣備忘錄的附件 K 之中²³¹。例如，DEA 定義關係人(Connneted person) 和關聯競價者 (associated bidder)。關係人是指能夠影響競價者的關連人士，包括：

- (1) 有能力控制競價者之人；
- (2) 直接或間接參與競價者 10%或以上股份，並透過協議全部或部分資助或以其他方式協助競價者之競標拍賣，或擁有與競價者有關的機密資訊；或者
- (3) 由競價者控制，或屬前兩項內容所規範的個體。

關聯競價者，是當競價者與其關係人與其他競價者之間並無重疊關係，但與符合下列條件的競價者間，存在一定程度的共同所有權，該競價者為關聯競價者。關聯競價者是指具有下列關係之一的競價者：

- (1) 一名競價者持有另一名競價者 20% 或以上的股份；
- (2) 與一個競價者有關的關係人持有另一競價者 20% 或以上的股份；
- (3) 與任何有關競價者無關的人在兩個競價者中均持有 20% 或以上的股份；
- (4) 競價者之一或競價者的關係人，或持有競價者 20%股份的法入，而另一競價者或該競價者的關係人，或持有競價者

²³⁰ DEA(2021), Information Memorandum Annex B, Decision by the Danish Energy Agency on the 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction

²³¹ DEA(2021), Information Memorandum Annex K, Ownership structure 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction

20%股份的法人，兩者皆持有同一個行動經營者 20%或更多的股份，或共為控制該行動經營者之人。

DEA 規範競價者之間不得存在下列關係：

- (1) 一家競價者是一家或多家他競價者的關係人；
- (2) 兩家或多家競價者是關聯競價者。

在競價申請時，競價者可能不知道有共同關聯人或關聯的另一方正在申請。如果丹麥主管機關 DEA 發現競價者之間存在以上所述關係，DEA 應將此事通知受影響的競價者，並指定一個截止日期，讓競價者申請豁免競價者關係，或結束關係，或退出拍賣。

如果競價者未獲得豁免也不結束關係或退出拍賣，丹麥主管機關 DEA 將排除受影響的競價者進一步參與拍賣之權利。如果該關係在拍賣過程的後期才曝光，DEA 也可以宣布拍賣結果不具有全部或部分效力。

DEA 規定競價者不得受兩個或多個行動事業經營者的共同控制。但首先，如果其行為符合當時適用的《競爭法》相關規則，競價者則可處於兩個或多個行動事業經營者的共同控制之下。其次，如果競價者之前已根據《競爭法》的規定獲得批准，則 DEA 接受其參與競價。

DEA 在 5G 拍賣備忘錄附件 K 中定義了應提供的所有權揭露格式，以下為 DEA 附件 K 之中所列出的圖例之一。DEA 要求申請人必須將股權結構揭露資訊透過隨申請文件附上單獨表格的方式，顯示詳細、完整和清晰的競價者控股結構，競價者應使用圖形說明該結構。競價者以橢圓表示，其他單位由矩形表示。每個形狀都應包含它的人或單位的名稱代表。其目的是提供一種循序漸進的方法，有助於競價者揭露其所有權結構，透過設計競價者可能要經過的關鍵步驟來確定

所有相關關係。競價者必須盡其所知提供對競價者所有權結構的詳細、清晰和詳盡說明，包括：

- (1) 所有關係人 (connected person) 清單，並為每個人提供一份聲明，解釋有關人士為何是關連人士，以及該人士是否為行動電信事業。
- (2) 所有關聯人 (associated person) 清單，並為每個人提供一份聲明，以解釋有關人員為何是關聯人，以及該人是否也是與另一競價者相關的關聯人。

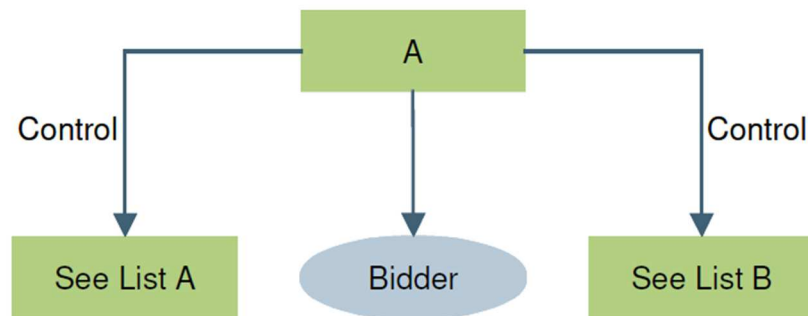


圖 5- 4：丹麥規範競價者應提交之所有權圖示範例

資料來源：丹麥能源局

(二) 國內規範

根據我國主管機關過往於頻譜拍賣時，會於電信法架構下之「行動寬頻業務管理規則」中，針對電信事業間之持股比率，訂定同一申請人(50%)或聯合申請人(15%)作為認定其參與頻譜拍賣之身分。若持股比例超過 15%時，則被視為聯合申請人，申請參與競價之電信事業應協調一家繼續參與競價。

目前，我國於頻譜釋出期間之申請人身分認定已有較明確之規範，亦透過持股比例 15%與 50%分別定義聯合申請人與同一申請人。本

研究聚將焦於頻譜持有期間，若電信事業出現相互投資行為時，其資源認定之方式。

二、頻譜持有期間發生相互投資之資源認定

(一) 國際規範

國際間過往針對電信事業相互投資所涉資源認定之案例較少。本研究參考國際競爭主管機關對於公司股權收購之規範，整理美國競爭法相關規範如下。

美國對於公司股權收購是否違反市場競爭之法源依據，主要根據 Hart-Scott-Rodino 法 (HSR Act)，該法定有申報門檻規範，要求若一公司收購其他公司股份，持股比例達 HSR ACT 設定之門檻時，應向競爭主管機關公平貿易委員會 (FTC) 申報。FTC 訂有免申報門檻，若持股比例為 10% (含) 以下時，無須申報；或者該持股之目的僅基於投資需求而取得股份，並無意願參加公司企業制定決策、方向等相關決議時，亦可向 FTC 申請豁免。然而，FTC 採負面表列方式，若有一家公司收購其他公司股份，存在提名董事會成員、需股東批准的公司行動、控股股東同時擔任發行人之高級雇員或董事、或為發行人之競爭對手，或直接與間接控制等情事，則超過 10% 即應申報。

美國過往曾發生過電信事業收購他電信事業部分股權之案例。1998 年 6 月，AT&T 擬收購 Tele-communications (TCI) 公司，以 480 億美元金額，使 TCI 成為 AT&T 擁有之子公司。若順利完成收購，AT&T 將擁有 TCI 的有線電視、ISP 服務，以及 TCI 子公司 Liberty Media 持有之 Sprint 股份 (23.5%)，將移轉至 AT&T。

然而，FTC 認為，該併購案可能對美國行動市場帶來顯著反競爭之影響。主要原因有以下兩點：

1. 第一：影響 AT&T 與競爭業者 Sprint 相互從事競爭行為之誘因，導致行動市場高度集中化；
2. 第二：消費者使用之行動通訊服務價格可能上升、品質可能下降。

因此，FTC 於 1999 年 1 月公告，AT&T 意圖收購 Telecommunications 公司之行為違反反托拉斯法，因 Telecommunications 擁有行動業者 Sprint 公司 23.5% 股權，有顯著影響競爭之疑慮，命令 AT&T 減持 Sprint 公司全數股權（23.5%）。

事件的結果，TCI 聲明放棄 Sprint 之行動通訊服務執照，FTC 最終允許 AT&T 與 TCI 併購案通過。

在通訊主管機關 FCC 這邊，也同樣規範 AT&T 與 TCI 併購案為有條件通過，合併企業於五年內移轉頻譜與執照。最終 AT&T 拆出 Liberty Media 公司，不再控制 Liberty Media 公司（也不再控制 Sprint 23.5% 股權）。整體合作架構如下圖。

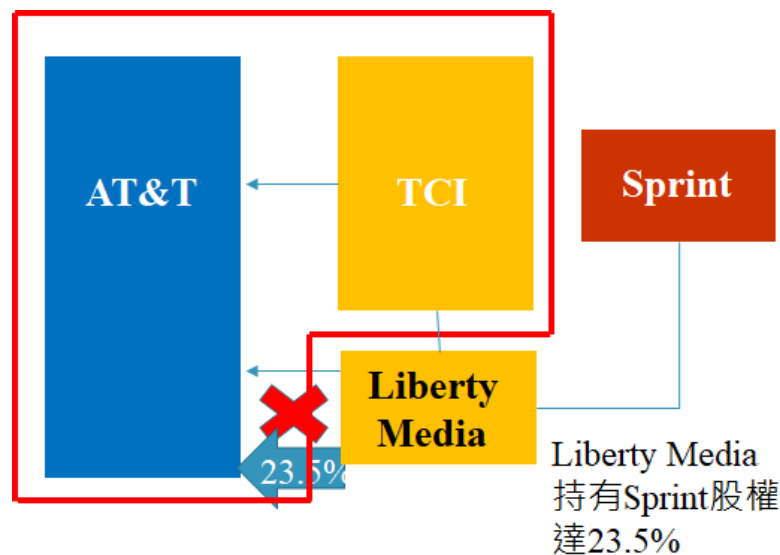


圖 5-5：美國 1999 年電信事業收購股份案例示意圖

資料來源：本研究繪製

由於美國案例歷史較為久遠，距今已有約 20 年之久，故本研究另外整理近期發生於歐盟羅馬尼亞之電信事業相互投資案例。2021 年 6 月，歐洲電信集團 Orange 與羅馬尼亞電信事業 Telekom Romania Communications (TKR) 達成協議，Orange 將收購 TKR 公司 54% 股權。

然而，由於 TKR 同時持有羅馬尼亞境內行動事業 Telekom Romania Mobile Communications (TRMC) 30% 股權，而 Orange 於羅馬尼亞亦擁有一家行動子公司 Orange Romania。因此，歐盟執委會調查認為，併購案可能對羅馬尼亞行動市場帶來顯著競爭影響，Orange 若透過併購 TKR 掌握 TRMC 少數股權(30%)，將會降低 Orange 與 TRMC 相互競爭意願，同時 Orange 得以接取競爭者機敏性資訊，且阻斷 TRMC 的重要投資或被策略型買家收購。

為解決執委會提出之競爭問題，Orange 自行承諾以下事項：

- 出售少數持股：確保 TKR 將對於 TRMC 的少數持股 30% 減持，售出給 OTE（原控股公司）；
- TKR 與 OTE 完成撤資協議前，需由執委會批准 OTE 為合適購買者，且最終少數股權已轉讓給 OTE，方進行 Orange 與 TKR 之收購案

經 Orange 自行承諾後，歐盟執委會於 2021 年 7 月 28 日根據歐盟合併條例有條件通過 Orange 電信集團收購 Telekom Romania Communications (TKR)，且附加條件為收購後減持 TKR 少數持股 Telekom Romania Mobile Communications (TRMC) 30% 股權。本件案例之示意圖如下。

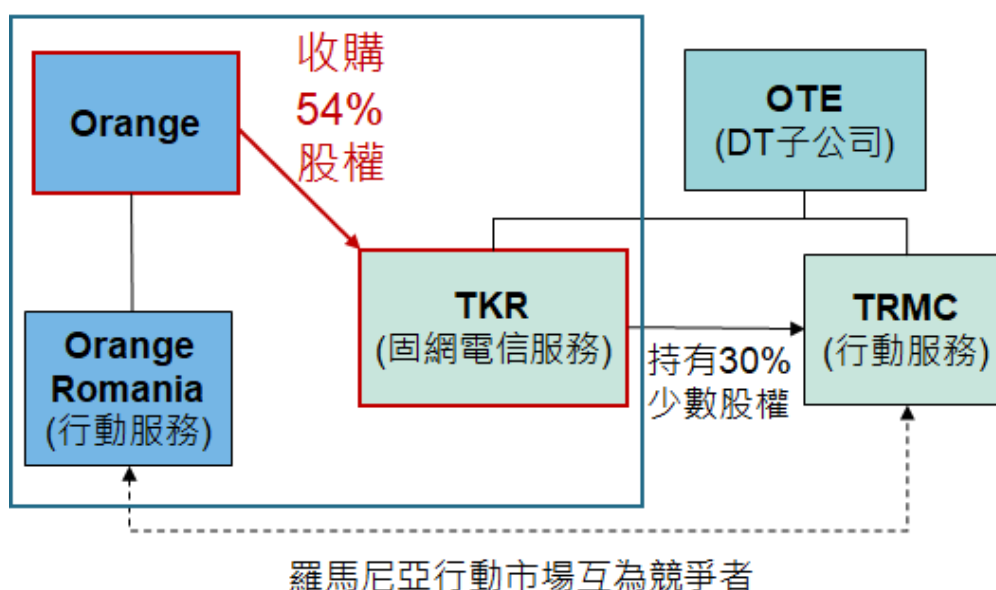


圖 5-6：歐盟羅馬尼亞 2021 年電信事業收購股份案例示意圖

資料來源：本研究繪製。

由前述案例可見，無論美國或歐盟執委會，各國主管機關對於電信事業之相互投資比例達一定門檻時，均會以較審慎之方式進行准駁審查。

本研究亦整理國際間競爭主管機關對於持股比例規範，大致分為三種型態：(1)設定適當持股門檻；(2)未設定明確持股門檻；(3)是否具有實質影響、實質控制。如下表。

表 5-9：國際競爭主管機關對於持股比例規範

持股比例規範型態	設定適當持股門檻	未設定明確持股門檻	是否具有實質影響、實質控制
代表國家/地區	歐盟、美國	丹麥、芬蘭、瑞典	英國
規範細節	<p>歐盟建議：</p> <ul style="list-style-type: none"> 當收購方持有被收購方$\geq 25\%$之股權：應進行市場競爭調查 安全港：收購方持有被收購方15%之股權，不會進行市 	以判定控制權的變化是否構成集中的情形，並設定年營業額門檻，應通知競爭主管機關。	<ul style="list-style-type: none"> 實質影響包含持股、董事會代表、其他因素等。 實質控制 (de facto control)：收購方能單方面決定被收購方之公司政策。

持股比例規範型態	設定適當持股門檻	未設定明確持股門檻	是否具有實質影響、實質控制
	場競爭調查(部分國家建議 10%) 美國： 收購超過 10%之股權門檻時，即應申報，主管機關介入調查		<ul style="list-style-type: none"> • 法律上的控制(a controlling interest)：通常指具有投票權之持股比例達 50%，但一家企業同時受到兩個或多個主要股東控制的情況並不少見(合資企業)。因此，即使其他人擁有法律上的控制，重要的少數股東也可能被視為能夠對企業政策產生重大影響。

資料來源：本研究整理。

(二) 國內規範

綜合上述國際規範，並參考我國現行頻譜釋出時之聯合申請人規範（持股比例 15%），本研究針對頻譜持有期間之電信事業相互投資所涉資源合理分配議題，針對資源之認定，提出以下三個方案：

- (1) 方案一：若一事業持有他事業股權比率達 50%時（比照釋照時之同一申請人規範），建議視為同一集團。此方案之依循準則乃基於釋照時若一事業持有他事業股權比例達 50%，則應視為同一申請人，因一事業持有另一事業之股權過高，可能影響另一事業之頻譜資源運用，故設計此方案作為衡量門檻。
- (2) 方案二：若一事業持有他事業股權比率達一定比率（建議可參考歐盟建議基準，設立為 15%-25%）時，主管機關應檢視

合作協議內容，再評估電信事業持有頻譜資源之認定方式。此方案之依循準則乃參考國外競爭法對於事業間相互持股之認定門檻，當一定持股比例時，主管機關即得介入檢視相關協議內容，避免被持股方喪失其頻譜資源運用或決策之獨立性。

- (3) 方案三：若一事業持有他事業股權比率達 15% 時，且被認定為具實質控制能力（如具表決權之股東席次）時，建議視為同一集團。此方案之依循準則乃參考我國釋出頻譜資源時，若一事業持有他事業股權比例達 15%，二事業即被認定為聯合申請人，彼此頻譜資源運用或取得策略可能相互影響，故此方案認為若遇有此一情事，應將二事業認定為同一集團，合併計算其頻譜資源持有情形。

本研究藉由座談會之機會，徵詢與會專家學者與業界先進之看法，部分業界先進贊同本研究案提出之方案三，若一電信事業持有他事業股權達 15% 以上時，由於對被持股的事業已經有相當程度的影響力，且通常在董事會已取得席次，可參與該事業的重大決策，難以期待兩者會相互競爭。在「行動寬頻業務管理規則」中有關聯合申請人的要件及限制，主管機關後續依據電信管理法釋照時，應會維持相關作法。

本研究認為，電信事業於頻譜持有期間之相互投資行為，可能為電信事業經營策略之一環，持股比例超過 15% 即認定雙方持有之頻譜資源屬於同一集團，屬較嚴格之管制。國內市場結構長期存在 5 家電信事業，5G 時代的高度網路資本支出，可能扼殺電信事業推動創新服務之誘因，因此邁入 5G 時代後，可觀察國際間衍生許多電信事業合併之申請案例。國內亦有台灣大哥大與台灣之星宣告將進行合併，由台灣大哥大為存續公司，台灣之星為消滅公司。

由此可見，未來電信事業相互投資行為，或援引新進股東等投資策略，將更為頻繁。因此，建議現階段主管機關可採取較寬鬆之管制，

當電信事業持有他事業股權比率達一定比率（如歐盟建議之 15%至 25%），主管機關檢視合作協議內容，再評估電信事業持有頻譜資源之認定方式，是否應認定為同一集團。

若未來我國主管機關通過台灣大哥大與台灣之星之併購案，則未來市場上僅存 4 家業者。當市場結構變動或出現個案申請時，建議主管機關得徵詢各界對於採方案一（持股比例達 50%）或方案三（持股比例達 15%且具表決權之董事席次）之看法，研議有無必要將協議雙方各自持有之頻譜資源認定為同一集團，並更進一步將相關評量基準落實於電信管理法第 26 條第 6 項第 1 款准駁電信事業間相互持股之資源合理分配審查作業規範之中。

第四節 小結

由於頻譜屬稀缺資源且是電信事業提供行動通訊服務之關鍵投入要素（essential inputs），為避免頻譜資源過度集中，「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條規範全頻段、1GHz 以下、3GHz 以下與 6GHz 以下之實際可使用頻寬上限。本研究分別就毫米波頻段使用頻寬是否不計入總頻寬上限，以及我國 2.6GHz 護衛頻帶是否納入可使用頻寬上限之兩個議題進行分析。

參酌國際間以拍賣制釋出毫米波頻段之國家，在設定毫米波頻段之頻譜持有數量上限時，多採行不列入可使用總頻寬上限或容許單一電信事業較高之上限比例。因此本研究提出兩個方案，甲案是毫米波段另計，並設定總頻寬 1/3 之上限；乙案是毫米波頻段另計，並設定總頻寬 2/5 之上限。本案最終由通傳會決議採行乙案，並於 2021 年 9 月 1 日由委員會通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正案。

有關我國 2.6GHz 護衛頻帶是否納入可使用頻寬上限，參酌國際之作法，部分國家認知到 FDD 與 TDD 相鄰將存在干擾問題，並未設定護衛頻寬，而是交由取得頻率之業者進行干擾協調；部分國家設有護衛頻帶國家中，釋出區塊就已排除護衛頻帶，還有部分國家將護衛頻帶納入釋出區域等不同處理方式。再透過評估我國 2.6GHz 計入上限與否之個別影響與整體影響後，本研究建議即使持有業者未提出干擾解決方案，亦應將護衛頻帶納入釋出頻寬上限。

隨著行動通訊技術演進，行動數據服務幾乎已以 4G 與 5G 為主，3G 網路需求持續衰退。國際間主要國家多數電信事業基於自身網路運作或商業考量規劃關閉 3G 網路，我國業者規劃 2024 年陸續關閉 3G 網路，近幾年將為 3G 網路關閉之過渡時期，部分業者之用戶仍有使用 3G 網路需求。關閉 3G 網路之可行替代選項，有推動用戶升級至 4G VoLTE、漫遊與多業者核心網路（Multi-operator core network,

MOCN) 等。另一方面，支援 5G 網路之 2100MHz 終端設備逐漸成熟，現階段國際上逐漸出現將 2100MHz 升級至 5G 之趨勢。通傳會最終決議採用 MOCN 方式，新增 2100MHz 頻段為電信事業可提供使用或共用頻段，僅限用於電路交換行動語音服務，並於 2021 年 9 月 1 日由委員會通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正案，讓業者未來因應 3G 網路關閉時得擁有繼續滿足用戶語音服務需求之可行選項。

對於我國電信事業於 2024 年逐步關閉 3G 網路之後，在語音需求方面，隨著技術更迭，預期未來使用 VoLTE 將為國際趨勢，建議主管機關可協助提供輔助措施，促使電信事業積極推動用戶使用 VoLTE 之意願。主管機關可參考美國作法，當電信事業提出關閉 3G 網路之規劃時，要求電信事業以事前預告方式，告知消費者可移轉至支援 4G VoLTE 手機型號，避免用戶使用權益受影響；在物聯網使用需求方面，主管機關可參考英國作法，鼓勵電信事業將物聯網使用 2G/3G 網路技術升級至以 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M 技術，達成增進頻率使用效率與推動技術升級之政策目標。

對於電信事業間相互投資比例規範，本研究參考國際作法，認為隨著 5G 市場發展初期，電信事業負擔高額網路布建與投資成本時，應可採取歐盟建議作法，針對投資比例達 15% 至 25% 時，檢視合作協議內容，評估有無必要將合作協議電信事業之頻譜資源認定為同一集團。隨著市場逐步演進，當市場出現結構變化，例如併購案例或電信事業相互投資案例時，徵詢電信事業對於相互投資時應採同一申請人比例（50%）或聯合申請人比例（15%）認定之意見，以確保相關認定標準符合市場需求。

第六章 本研究其他執行成果

第一節 座談會執行成果

一、5G 時代電信事業資源合作規範座談會

本研究團隊於 2021 年 9 月 7 日舉辦「5G 時代電信事業資源合作規範」座談會，依照委託機關之需求，邀集產、學及研究機構等專家學者出席座談會。因應疫情影響，本次座談會採用實體與線上會議同步方式辦理，實際出席人數達 30 人。

本場次座談會分別探討 5G 時代下電信事業合作態樣與監理重點，以及我國電信管理法架構下對於電信事業頻率資源合作規範探討兩大議題，以下分別整理各界意見。

(一) 議題一：5G 時代下電信事業合作態樣與監理重點

本次座談會主要探討在 5G 時代下，行動通訊市場對於頻譜需求顯著增加，預期於 2025 至 2030 年間，對於中頻段需求將額外需要 1-2GHz 頻寬，以達成用戶使用 5G 網路速率達 100Mbps 之目標。然而，5G 主流頻譜受到物理特性、技術演進與設備成熟等因素限制，使 5G 路布建成本遠高於以往。本研究團隊觀察到 2021 年國際間陸續有許多電信事業進行合作，可大致歸納為以下四種態樣：網路共用、頻譜移轉、頻譜共用，以及相互投資、結合或收購，故在座談會引言簡報中彙整國際重點案例及主管機關准駁考量因素（詳細內容參閱附錄四引言簡報），作為我國電信管理法規之參考。針對議題一本研究臚列三點細項如下：

1-1：5G 時代各式創新應用之蓬勃發展，帶來訊務量之大幅成長，也驅動電信事業因應市場需求而進行頻譜資源合作，以加速網

路涵蓋與提升用戶服務品質，並解決網路布建成本高漲帶來資本支出之壓力。建議主管機關應如何回應 5G 時代之產業需求？

與會專家學者提及網路規模在 5G、6G 發展會越來越大，不同資源合作態樣必然會發生。主管機關可能面臨資源整合、網路效益提升，與市場良性健全發展有衝突的時候，如何做適當的妥協，建議主管機關必須即早考量，例如：1/3 頻譜上限規範，在資源整合利用時，是否能被打破。

另一方面，我國電信主管機關通傳會可能與公平交易委員會，以及未來的數發部產生競合的關係，故通傳會之角色定位應加以思考。通傳會對於頻譜競爭考量建議以事前的促進競爭市場，採行原則為：(1)不讓一家業者獨大；(2)保留新進業者參進的機會。

1-2：電信事業資源合作態樣多元，有網路共用、頻譜共用或移轉，甚至擴及成立合資企業或收購，影響行動通訊市場結構與資源分配之合理性。建議主管機關對於 5G 時代下電信事業頻譜資源合作之管理思維應考量之重點為何？

部分與會專家學者建議研究案可分為不同制度，以觀察主管機關進行審查時判斷之標準，以下分為三個層次做說明：(1)頻率移轉（轉讓）、提供使用：電信事業頻率持有的改變，進而討論某家電信事業持有頻率是不是不能超過多少上限，就是用頻率持有比例來預測未來對市場競爭的影響。(2)頻率共用：A、B 業者透過頻率共用可變成合作，兩家業者競爭會減少。頻率共用太頻繁會減少網路層的競爭。(3)電信事業間互相投資及合併：第 26 條第 6 項已臚列 5 款考量因素(文

字性的標準)，第 1 款是「資源合理分配」，如何理解「資源合理分配」，其他各款可以幫助理解資源合理分配。

部分與會專家、學者認為通常資源整合（如：網路共用、頻譜移轉等）很難事後救濟，因為會提升成本及進入門檻。因此事前審查機制很重要，若事前審查機制考量不周全時，產生事後競爭之變化可能超乎原本想像，對於市場健全及消費者權益會產生嚴重影響，建議主管機關後續可以採用逐步放寬的方式（step by step）。

另一方面，與會專家、學者也提醒未來電信事業的合作態樣可能不只限制國內電信事業之間的合作。

1-3: 國際間對於頻率資源合作案例或主管機關之准駁規範或附加附款等作法，有無可做為我國頻率資源合作規範之參考，並建議主管機關應如何檢視其合作深度並設計對應之審查考量因素？

部分與會專家、學者認為我國頻率資源合作運用之規範，在無線電頻率使用管理辦法第 19 與 20 條，主管機關對於頻率共用或提供使用之准駁時，應納入考量之審查項目，包括頻率用途與義務之履行、頻率使用效率、頻率干擾情形、市場公平競爭、消費者權益等因素，以及得附加附款等作法，已有明確、充分之規範，使得電信事業有所遵循。

(二) 議題二：我國電信管理法架構下對於電信事業頻率資源合作規範探討

電信管理法已賦予不同合作態樣之法源依據，例如：電信事業相互投資（第 26 條）、網路共用（第 37 條）、頻率提供使用（第 58 條第 1 項）、頻率共用（第 58 條第 3 項）、頻率改配（第 59 條）等，本研究探討頻譜資源運用，針對議題二臚列三點細項如下：

2-1：電信事業間之相互投資：電信管理法第 26 條規範電信事業涉及相互投資與結合時，其准駁考量因素之一為資源合理分配，請問對於資源合理分配之認定方式有無建議？

在「行動寬頻業務管理規則」中，針對電信事業間之持股比率，主管機關已訂定同一申請人（50%）或聯合申請人（15%）作為認定其參與頻譜拍賣之身分。因此，本研究聚焦於頻譜持有期間，電信事業出現相互投資行為時，應如何認定資源？參考國際競爭主管機關對於持股比例規範，可分為三種型態：

1. 設定適當持股門檻：歐盟建議持股達 25% 時，應進行市場競爭調查；德國與奧地利之競爭法中規範持股達 25% 時，即構成集中情形；美國之競爭法規範持股超過 10%，即應申報，主管機關介入調查。
2. 未設定明確持股門檻：丹麥、芬蘭、瑞典等以判定控制權的變化是否構成集中的情形，並設定年營業額門檻。
3. 是否具有實質影響、實質控制（英國）：其中實質影響包含持股、董事會代表、其他因素等；實質控制表示收購方能單方面決定被收購方之公司政策。

綜上所述，本研究於座談會中提出以下三個方案：

1. 方案一：若一事業持有他事業股權比率達 50%時（比照釋照時之同一申請人規範），建議視為同一集團。
2. 方案二：若一事業持有他事業股權比率達一定比率（如歐盟建議為 15%-25%）時，主管機關應檢視合作協議內容，再評估電信事業持有頻譜資源之認定方式。
3. 方案三：若一事業持有他事業股權比率達 15%時，且被認定為具實質控制能力（如具表決權之股東席次）時，建議視為同一集團。

部分業界先進贊同本研究案提出之方案三，若一電信事業持有他事業股權達 15%以上時，由於對被持股的事業已經有相當程度的影響力，且通常在董事會已取得席次，可參與該事業的重大決策，難以期待兩者會相互競爭。現行在「行動寬頻業務管理規則」中有關聯合申請人的要件及限制，在未來後續依據新法釋照時應予維持，且在認定頻譜集中時應合併計算。部分業界先進建議未來在新的競標發生時，應保留持股 15%之標準，尤其在雙方結合的深度提高時，建議 15%的標準應往下修，避免頻率釋出時集中在某一個或兩個業者之間形成的團體上。

部分業界先進針對「資源合理分配」之認定方式，建議應適度放寬 1GHz 以下頻段之持有上限至 40%。

然而，部分與會專家學者認為不建議以某一數值指標作為衡量相互投資或合併之標準，由於各國電信市場競爭業者家數不同，且合併後業者家數又會改變，對於百分比考量算法不一樣。並進一步建議對於投資、合併准駁與否，可參考公平會的實務操作與經驗，不一定是設定某一數值來做判斷。

2-2：電信事業間之頻率提供使用或共用：目前電信管理法第 58 條第 1 項與第 3 項，以及無線電頻率使用管理辦法第 19 條，規範電信事業提出頻率提供使用或共用之申請時，主管機關應確保無線電頻譜使用效率，請問認定無線電頻率使用效率之合宜方式應具備哪些項目？

本研究於座談會中，針對主管機關審查頻譜共用或提供使用，考量頻譜使用效率時，建議可設定參考理論指標有二：(1)頻譜效率提高程度 (Bit/s/Hz)；(2)頻譜有沒有被充分使用 (如頻寬、面積、使用時間)。然而，頻譜使用效率認定方式因行動通訊技術更迭而不易操作，如 4G 時代以用戶數計算頻譜使用效率，而 5G 時代之應用場景已大不相同，在技術上可能難以計算。另一方面，觀察各國主管機關沒有使用統一標準 (方法) 來評估頻譜使用效率，通常採用「事前審查」或「定期監測」方式 (詳細內容參閱引言簡報)，以確保公平和有效使用無線電頻率。

與會專家學者建議電信事業頻譜共用或提供使用時，考量頻譜使用效率之認定方式：在既定技術限制下，讓相同頻率資源提供更大的通信能力。制度上減少使用限制，讓更多業者得分享使用；技術上降低干擾等。以公式表示如下：效率 = 產出 / 投入 \doteq 通信能力 / 頻率資源。

除上述計算公式，亦有學者專家提出頻譜使用效率，應視頻譜使用方式而定，如 5G 的使用可區分為公眾電信、專頻專網與企業專網，其效率評估方式應有差異。5G 技術雖然著重於物聯網之應用，但對電信事業仍需找到使用的人，如企業用戶。因此，用戶數可考量做為評估的標準，但非絕對，因為企業的數據用量與個人必不相同。例如一用戶有許多的物聯網應用，其數據用量大。因此，一個電信事業若用戶數多、數據用量大，代表頻譜使用效率高，進而反映至業者營收。

2-3：電信事業間之頻率移轉：目前電信管理法第 59 條第 2 項臚列主管機關准駁電信事業申請頻率移轉時之考量事項，相較於頻率提供使用或共用，頻率移轉申請之准駁事項並未納入「消費者權益影響」，請問是否應將「消費者權益影響」列入「其他經主管機關指定事項」或要求電信事業應於營運計畫書內載明清楚？

本研究於座談會中比較頻率提供使用/共用與頻率改配之法規差異，可以發現頻率提供使用/共用之准駁考量因素設定許多考量因素，例如：無線電頻率使用效率之確保、用途及履行義務、市場公平競爭影響、消費者權益影響等，而頻率改配較著重於頻譜管理方面，若發生較極端的情形，電信事業將獲配頻段之頻譜全部轉讓予他業者，可能會產生頻譜過度集中或是否影響消費者使用權益等問題。有關「消費者權益影響」，雖法規無明確規範，本研究建議主管機關可列為「其他經主管機關指定事項」或要求電信事業應於營運計畫書內載明清楚，例如：服務提供之可使用頻寬變少，對消費者可能帶來之影響評估、提升服務品質之作法、揭露消費者權益相關資訊之作法、消費爭議處理說明等。

綜合與會專家學者與業界先進之意見，一致表示「電信管理法」第 1 條（立法目的）、「無線電頻率使用管理辦法」與「公眾電信網路設置申請及審驗辦法」等法令中，已完備規範消費者權益保障之相關機制。主管機關在審核任何型態之合作案例時，必定會考量消費者權益影響。若電信事業將所獲配頻譜全部轉讓予他業者部分，解釋上仍須受「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條各頻段上限的限制，而且若已完全沒有頻譜，如何確保用戶行動服務的提供不中斷，如轉換成為 MVNO 或與其他行動網路業者進行合作，同時涉及網路設置計畫及營運計畫變更，需經主管機關同意。

二、電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之影響評估座談會

本研究團隊於 2021 年 12 月 7 日舉辦「電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之影響評估」座談會，依照委託機關之需求，邀集專家學者出席座談會，本次座談會實際出席人數達 15 人。

本場次座談會分別討論電信事業合作之計量經濟實證結果分析探討，以及精進頻譜運用影響評估框架相關建議兩大議題，以下分別整理專家學著之意見。

(一) 議題一：電信事業合作之計量經濟實證結果分析探討

本研究透過計量經濟實證探討 4G 行動市場競爭變化（MNO 家數、HHI 值）對消費者成效之影響，包含行動零售市場、網路服務品質與 4G 網路下載與上傳速率。研究範圍以 OECD 會員國於 2012 年至 2020 年之年度資料，在此期間共有 20 個國家發生電信事業結合（MNO 家數減少）或新進業者進入市場（MNO 家數增加）。研究中主要被解釋變數為零售價格、網路涵蓋與網路速率，其他變數包含人口密度、失業率、人均 GDP、1GHz 以下頻譜供給量、6GHz 以下頻譜供給量、數據使用量、預付用戶比例等，以探討變數之間的變化。

本實證研究結果可以發現以下三點：

1. 頻譜供給為影響網路涵蓋與速率之主要因素
2. 更廣泛的共用基礎設施有利偏鄉網路涵蓋
3. MNO 家數變化對於零售價格之影響較小，反而是人均 GDP、人口密度、失業率和預付用戶比例等解釋變數更能決定零售價格之變化。

1-1：本研究實證成果顯示，過往認知行動通訊業者家數多寡對網路涵蓋之影響程度，實際上並不顯著，故主管機關可聚焦於推動 5G 網路布建速度。請問，您認為應如何推動或設計激勵 5G 網路布建之相關措施或規範？

與會專家學者指出，國際上大部分國家，無論其行動市場之電信事業家數，對於政策上所規範之網路涵蓋都必須達成。因此網路涵蓋與家數無正向關係，政策上皆必須達成涵蓋義務規範，更進一步建議我國可參考英國與法國之作法，在頻譜拍賣前公開相關資訊（即資訊透明化），如：應達成之網路涵蓋義務與給予競標價金折扣等規範，有助於達成網路涵蓋率。（本研究將與會專家學者之意見納入第二章第五節。）

部分專家學者建議加強我國 5G 偏鄉網路布建，可參考韓國 5G 偏鄉網路共用之作法，各家電信事業劃分責任區域布建基地台，在責任區域內僅由一家業者建置基地台，並共同管理網路系統。

1-2：5G 特性與所需頻寬息息相關，6 GHz 以下之頻率資源供給為影響網路速率之主要因素，主管機關應如何達成兼顧確保競爭及允許電信事業共用頻譜資源間之平衡？

與會專家學者提及電信管理法立法目的之一，係為進一步解除管制，促進競爭。基於中低頻段頻率資源之有限性，與 5G 之技術特性，電信事業共用頻譜資源為自然合理的策略選擇。因此，在目前電信管理法允許頻率共用的情況下，為避免頻率資源過度集中，電信事業共用頻譜資源應符合「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條之規定。除

非電信事業之間以頻譜資源共用形成市場不公平競爭時，方有介入監理之必要，相關案件之審理，亦應依法依循先例及其附負擔條件辦理。

我國目前體制下，電信事業申請共用頻譜，必須同時取得目的事業主管機關通傳會與競爭主管機關公平會之同意。就目前已裁處案件觀之，其准、駁，似皆已兼顧「提升頻譜資源有效利用與維護市場競爭」之考量。

此外，我國目前行動通信服務市場中提供服務之業者數，高於先進國家 3 至 4 家之平均數量。為促進頻率資源充分利用、減少不必要網路建設、引導產業正常競爭及發展，對頻率資源之規劃內容，似可考量建立輔導、獎勵之退場機制，例如訂定退還一定比例標金給提早繳回頻率業者之機制，來促進頻率使用效能。

1-3：4G 服務面向與 5G 應用場景大不相同，本研究實證則主要奠基於過往國際 4G 服務市場案例，對於將實證成果應用於 5G 之看法與建議？

與會專家學者認為 4G 與 5G 無論在技術、成本、應用、服務，以及各項營運態樣，差異皆甚大。應注意在未經妥適評估之前，如直接引用過去經驗並套用至 5G，則存在各個面向相當程度的風險。另外，隨著通訊技術之演進，各國逐漸發展專用電信，例如：芬蘭部分區域自己蓋自己使用之新興電信事業形態，為了反映出客製化趨勢之要求。因此，預期未來網路將朝向客製化發展趨勢，在競爭上應考量會有新進業者。

(二)議題二：精進頻譜運用影響評估框架相關建議

本研究團隊於 109 年計畫成果提出之我國頻譜運用影響評估框架，參酌我國公平會、美國與歐盟對於水平事業合作之相關規範與本研究於 109 年 12 月 10 日舉辦座談會之學者建議，研提我國頻譜運用影響評估架構，首先應掌握協議內容、型態與項目；其後則針對不同層級之考量要素與基準（參考電信管理法第 59 條、無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條）進行評估，以衡量其整體利益，做為最終決議之參考。

2-1:對於研究團隊所提出精進後之頻譜運用影響評估框架及相關步驟，有無修正建議？

與會專家學者認為目前電信事業共用頻率申請須符合電信管理法及相關子法之規定，且符合通傳會、公平會之審核程序，審理密度已相當高。應特別注意，電信事業申請結合案時，按照研究團隊所提出之評估框架，是否會有過快進入審查項目之疑慮，由於結合的程度不盡相同，建議先瞭解結合在行動市場上整體層面的影響，再進行各個考量層級的審查。

有部分專家學者建議採用無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條之條文來做歸類，或提出具體修法建議。對於考量事項應視個案動態調整，以檢視有哪些指標是比較重要或有不足之處。

對於評估框架中的步驟 4 考量基準，有專家學者提出應再思考(1)服務層中是否納入「營運違規紀錄」，由於業者可能是程序尚未符合主管機關之規定，但並不影響消費者權益或影響競爭，應特別注意是否有一事兩罰的問題。(2)建議更進一步定義「消費者權益」，是提升服務（QoS）還是調整費率。本研究將與會專家學者之意見納入第四章第三節。

2-2: 將相關評估架構應用於我國近兩年發生之電信事業頻譜運用合作協議案例時，本研究已提出精進框架之初步分析，請問是否還有其他應納入之考量因素或修正框架之建議？

本研究於座談會中對於去年所擬定之評估框架，依我國近兩年發生之電信事業頻率合作案例，提出兩項可精進之處：

1. 申請者對於「頻率使用效率」的認知不一，例如：例如：「…雙方共用後，5G 使用率估計從 40%增加至 47%....」、「…至 113 年將建置超過 10000 臺 3.5GHz 基地臺，人口涵蓋率超過 95%...」等論述，建議申請人更進一步提出具體數值與佐證資料，主管機關可從兩個面向進行審查：(1)合作前後頻率使用效率提升之預估值、(2)計算特定區域之使用頻寬、提供服務之用戶數以及產出之訊務量能力。
2. 電信事業申請頻率共用時，有可能不會改變行動市場上之獨立網路運作數量，而是合作方之間進行網路容量分配。建議考慮將「網路容量」分配情形納入網路層之考量基準。

部分與會專家學者認為評估框架步驟 4 的考量基準項目非常多，建議應提出關鍵性決定因素。因此去年研究團隊所提出之評估框架內容實已足夠。除此之外，建議評估框架納入「業者策略目的」，判斷業者在行動市場之狀態為持續經營、退出或轉換經營方式逐步減少資產等，雖然不易研判，但策略目的仍然重要，應適當納入評估框架。本研究將與會專家學者之意見納入第四章第三節。

第二節 支援通傳會交辦之臨時性協助事務

本研究團隊於執行期間，持續協助委託機關各項臨時協助事項，執行說明如下表。

表 6-1：本研究協助辦理事項

時程	重要事項	執行說明
110/3/30	研商「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正草案	派員出席並製作會議紀錄
4/26	「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正草案討論案（晨報）	依委辦單位支援需求辦理
5/11	5G 工作小組第 48 次會議-無線電頻率使用管理辦法修正草案	派員出席並製作會議紀錄
6/8	翻譯新聞稿-NCC 通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正，持續精進頻率使用管理	依委辦單位支援需求辦理
6/22	蒐集國際電信事業未成立 JV 僅採入股與董事會席次之案例	依委辦單位支援需求辦理，並於第三次工作會議報告
7/27	「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正草案說明會	派員出席線上會議並製作會議紀錄
8/2	研析無線電頻率使用管理辦法第 12 條-2.6GHz 護衛頻段	依委辦單位支援需求辦理
8/24	補充「遠傳電信申請投資亞太電信案」後續討論事項	依委辦單位支援需求辦理
11/15	協助修改無線電頻率使用管理辦法相關書表-「電信事業無線電頻率使用權移轉申請書」、「電信事業無線電頻率提供使用或共用申請書」	依委辦單位支援需求辦理
11/24	檢視「中華電信與亞太電信頻率移轉與頻率共用申請案」繳交文件，並提出初步意見	依委辦單位支援需求辦理
12/14	檢視「遠傳電信與亞太電信頻率移轉申請案」繳交文件，並提出初步意見	依委辦單位支援需求辦理
111/1/26	研析我國電信事業合作涉及頻譜上限議題	依委辦單位支援需求辦理

資料來源：本研究整理。

第七章 結論與建議

國際間已陸續推出 5G 商用服務，為實現 5G 技術效能，帶動頻譜需求成長，頻譜使用效率成為 5G 時代之重要議題之一。我國電信管理法允許電信事業間之頻率提供使用（租賃）、共用與移讓，以促進頻率之效率使用，惟為確保市場公平競爭與消費者權益，本研究旨在電信管理法第 58、59 條和無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條之法源依據下，協助通傳會分析開放頻率提供使用（租賃）、共用與移轉可能造成之潛在影響，並研提我國頻譜資源彈性運用對市場競爭影響之評估框架，以完備我國頻譜管理相關監理規範。本專案計畫為期二年，各年度研究重點參見第一章之表 1-1，以下綜整二年之研究成果，摘要說明各項工作之研究成果與建議，以及後續研究建議。

第一節 結論與建議

一、頻譜運用模式與法律意涵

從頻譜使用狀況與網路架構，可觀察不同的頻譜運用模式，目前國際間常見之頻率合作型態區分為頻譜提供使用、頻譜共用、頻譜移轉或者行動網路容量批發等，我國電信管理法則定義頻譜運用區分為頻率提供使用、頻率共用及頻率移轉。在技術上若採 MOCN 合作網路架構，合作電信事業將共用頻譜資源以及接取網路，其中，接取網路得由參與合作之任一方擁有，或由雙方合資企業，或委託第三方中立服務業者負責網路布建與維運；而 MORAN 則僅為共用接取網路，並未共用頻率。

我國法令上之頻率提供使用，指獲配頻率之電信事業，得將其獲配頻率之一部提供予他電信事業使用，經主管機關核准後原頻譜持有人不得再使用。頻率共用部分則讓合作電信事業雙方除各自獨立使用核心網路外，可共同使用接取網路與特定頻譜資源，惟兩種型態均需向主管機關申請核准。

向電信事業租用行動網路容量批發之 MVNO，雖同時使用合作 MNO 之網路與頻譜，惟租用主體並非頻譜資源，其在網路架構上對合作之 MNO 網路不具有管控能力，因此相較於採 MOCN 方式共用頻譜資源之態樣，兩者本質並不相同。

對於具有 MNO 身份的電信事業，以 MVNO 方式與他 MNO 來進行頻譜及網路的共用，效果上與和 MNO 合作以 MOCN 架構進行頻譜共用的模式，雖然不具頻譜及網路的管控能力，但都將減少市場上行動通信網路的競爭強度，且因從各自獨立的頻譜及網路轉為共用，因而須關切共用後對市場競爭與消費者服務品質之影響。

二、國際頻譜運用議題研析

本研究研析歐盟、英國、芬蘭、瑞典、丹麥、美國、新加坡、馬來西亞、日本、韓國與澳洲²³²等對於頻譜提供使用（租賃）、共用與移轉等相關規管政策與重心，另亦針對前述研究國家中過往發生之電信事業合作案例如併購、合資企業或策略聯盟等態樣，研析主管機關對於審查相關案例之考量要素、准駁依據與規範措施，作為本研究研提我國頻譜運用監理制度、影響評估架構與執行政程序、競爭分析及法規調適政策建議之參考。此外，頻譜與網路皆為電信事業提供行動頻寬服務之關鍵要素，本研究蒐集各國主管機關釋出頻譜資源之上限規範，以及電信事業對於 2G/3G 網路關閉規劃與因應策略，作為我國主管機關制定相關政策之參考。

（一）頻率運用與網路共用監理政策

1. 頻譜提供使用與轉讓規範

觀察研究國家對於頻譜提供使用與移轉之規範，大多數研究國家均設有頻譜提供使用及移轉之法規制度，且多數主管機關均要求頻譜轉讓需向主管機關申請並取得核准後方可為之。

²³² 依本委託研究採購案之計畫書，馬來西亞與澳洲僅列入 109 年研究國家。

有些國家如英國，會考量頻譜提供使用或移轉帶來之競爭影響，並透過評估機制，研析相關申請案例是否會造成扭曲競爭，從價格、服務品質與對創新服務提供之影響來分析，以了解核准申請對公眾與消費者帶來之利益與風險，做為決議准駁之參考。

在亞洲地區國家如韓國，主管機關雖設有相關制度，然並無實際案例。主要原因在於該國市場中僅有 3 家 MNO，因而業者間並無頻譜提供使用或轉讓之需求。

2. 頻譜共用相關規範與案例監理重心

對於開放電信事業彼此共用持有頻譜資源，各研究國家態度不一，例如芬蘭、丹麥與瑞典等北歐國家，因國土面積與人口居住區域分布等考量，為降低布建成本與促進網路涵蓋，主管機關開放共用頻譜與網路。另外，有些國家如新加坡，因可釋出之 5G 頻寬有限，故允許電信事業以成立合資企業共用頻率與網路。另有許多國家如美國、英國、韓國與日本等，對於頻譜持有與使用規範採排他性使用，故並未開放頻譜共用。

由於頻譜資源與行動網路為電信事業提供行動通訊服務之關鍵要素，各國主管機關於受理電信事業間合作時之考量要素，皆會評估合作案對頻譜資源集中、網路設置或市場競爭程度之影響，例如芬蘭過往存在以合資企業共用母公司（DNA 與 Telia）頻譜資源之案例，競爭主管機關審酌參與事業之市占率與市場競爭程度，評估共頻帶來之效益與對消費者之影響，以及對新進業者或 MVNO 參進市場是否可能會造成限制，並評估電信事業合作後，是否會影響 2 家業者在零售市場獨立競爭能力或交換商業經營策略。在丹麥之案例（Telenor 與 Telia），主管機關則考慮合作事業於批發市場是否可能出現聯合定價風險，或因頻譜集中、整合網路容量或交換商業經營策略等因素，影響市場競爭。

綜上所述，電信事業申請頻譜共用時，主管機關除須考量頻譜資源集中、網路設置數量改變等影響外，服務市場內資費價格、獨立決策能力與商業經營策略等市場競爭要素，亦為主管機關審酌案例之考

量重點。

3. 網路共用相關規範

本研究所有國家皆開放網路共用，允許電信事業以主動式或被動式共用網路元件。歐盟則認為，原則上可開放電信事業採取被動式共享方式共用網路元件，主動式共享與國內漫遊，則應限制在以被動式共享仍無法滿足需求的地區，方可開放。

4. 電信事業間合作之動態觀測

觀察國際電信事業間之合作態樣相當多元，包括(1)網路共用：如英國 4 家電信事業兩兩合作成立合資企業，共用主動式或被動式網路，以降低網路布建成本；(2)頻率合作：由合作電信事業共同成立合資企業共用頻率與網路，其中頻率合作可由母公司將其頻率提供（如芬蘭 TeliaSonera 與 DNA 合作案例）或移轉（如瑞典 Telenor 與 Tele2 合作案例）予合資企業使用，以解決頻率不足之問題；(3)併購：如 2018 年美國市占率排名第三之 T-Mobile 收購市占率排名第四之 Sprint，抑或者是 2018 年澳洲市占率排名第三之 VHA 收購新進業者 TPG(2020 年通過)，以整合頻譜與網路資源，並擴大市場占有率，提升市場競爭能力。在頻率合作或電信事業併購案例之中，通訊主管機關除了關心對市場公平競爭與消費者權益的影響外，亦以個案審查方式評估合作案所造成的頻譜集中度變化，以避免頻譜資源過度集中，並將其意見提交競爭主管機關參考。

此外，觀察國際間電信事業合作發現，多數由 3G 或 4G 開始一直延續至 5G，其中又以網路共用最為常見，如英國 O2 與 Vodafone 決定透過合資企業將合作範圍擴大至 5G 主動式網路設施。此外，韓國也有類似的協議，由三大電信事業共同簽訂「5G 偏鄉網路共用」協議，並透過各自劃分責任區域方式，布建偏鄉 5G 網路，以減少城鄉數位落差。此外，5G 頻率合作也是電信事業間合作的主要項目，以解決頻寬不足問題，促進頻譜使用效率，如新加坡 StarHub 與 M1 成立合資企業，共同取得 3.5GHz 頻段之 100MHz。

(二) 2G/3G 網路關閉規劃與因應策略

隨著 5G 商業服務逐步推出，電信事業必須同時維運多套網路，但因 5G 網路布建成本遠高於 4G 網路，電信事業無不面臨沉重的成本壓力。另一方面，為加速擴大 5G 網路涵蓋，多數業者規劃將 2G 或 3G 頻譜升級為 5G 之用，以提供頻譜使用效率。綜合前述因素，已有許多電信事業紛紛表態將逐步關閉 2G 或 3G 網路，並已規劃關閉網路之目標時程。綜觀各電信事業評估關閉 2G 或 3G 網路之基礎，可以發現因消費者之語音通話需求逐年下降，關閉 2G 或 3G 網路為較具成本效應之作法，然而因部分物聯網或入境漫遊仍仰賴 2G 或 3G 網路，因此短期作法為暫時保留 2G 或 3G 其中一套網路，例如歐洲（如英國）因 2G 網路仍在營運中，故多規劃優先關閉 3G 網路，短期語音及簡訊需求以 2G 網路提供服務，未來持續推動 4G VoLTE，至於 M2M 需求以發展 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M 為目標。另一方面，美國部分業者如 AT&T 與日本業者皆已關閉 2G 網路，目前亦提出關閉 3G 網路之規劃，並以事前預告方式，提醒消費者可移轉至支援 4G VoLTE 手機型號。新加坡與韓國也已關閉 2G 網路，但考量 3G 網路仍有其需求，暫無關閉之計畫。

(三) 頻譜上限規範

觀察主要研究國家之電信事業使用頻寬上限規範，多數國家在釋照時滾動式檢視頻譜分配狀況，並訂定單一電信事業之得標頻寬上限（如英國、芬蘭、瑞典等），倘若有電信事業申請成立合資企業共用頻率，或事業申請結合時，再由主管機關採個案審查方式，評估頻率集中程度等其他審查事項。美國原採取相同頻譜上限規範，但自 2014 年起 FCC 決議採取不一樣的監理措施，在允許頻譜二次交易與電信事業整併後頻譜執照移轉時，設有頻譜篩審 (Spectrum Screen) 制度，作為監理機關掌握完整的頻譜交易情形，並設定單一事業頻譜二次交易後 1GHz 以下持有總頻寬不得超過 33%；毫米波頻段上限門檻為 1,850MHz（約 37%）。僅管如此，美國於 2020 年至今已分三次陸續

釋出之 C 頻段頻譜資源，於釋出 3.55-3.65GHz(2020 年 8 月)和 3.45-3.55GHz (2021 年 11 月)時，收到利害關係人之意見，考量促進頻譜使用、帶動創新與實現數位經濟等因素後，FCC 決議於釋出時針對單一電信事業可取得頻寬設定上限規範。

三、電信事業合作對整體市場競爭與經濟效益之影響評估實證分析

本研究採用 2012 年至 2020 年 OECD 成員國家共計 333 個觀察值，以縱橫資料 (panel data) 分析法評估當行動市場結構發生變化時對消費者實際服務體驗 (簡稱消費者成效) 的影響，即(1)行動零售價格；(2)網路服務品質和 4G 網路下載與上傳速率。本實證研究分別以 MNO 家數、市場集中度 (HHI 值) 作為市場競爭指標，並於適當時機加入經營者進入市場之虛擬變數 (進入市場當年和之後為 1；否則為 0) 與經營者退出市場之虛擬變數 (結合或退出為 1；否則為 0)。但由於市場集中度 (HHI 值) 已反映市場結構之變化，故當以 HHI 值作為市場競爭指標時，不再納入前述虛擬變數。

(一) 實證研究結果

1. 市場競爭變化對行動零售價格之影響

MNO 家數對不同資費服務籃之零售價格非存在一致且顯著的影響。當考慮經營者進入市場之虛擬變數時，會使中、高資費下跌，但下降幅度會被 MNO 家數增加所抵消，故整體中資費將下跌 3.35 美元；高資費下跌 4.83 美元；當考慮市場經營者結合 (或退出市場) 之虛擬變數時，會使低資費上漲，但上漲幅度會被 MNO 家數減少所抵消，故整體低資費下跌幅度為 0.07 美元。當以市場集中度 (HHI 值) 作為市場競爭指標時，實證結果顯示沒有證據證明 HHI 值的改變會影響不同資費零售價格。此外，研究發現相較於競爭因素，人均 GDP、人口密度、失業率和預付用戶比例更能決定零售價格。

2. 市場競爭變化對網路涵蓋之影響

實證結果顯示 MNO 家數對網路涵蓋未有顯著之影響，但當市場

集中度較高（即較高的 HHI 值）時，4G 網路涵蓋比例下降，然而此結果可能反映出研究國家於 2012 年至 2020 年早期階段 4G 網路推出速度較慢。研究發現，1GHz 以下頻譜供應量、前一年度每用戶資本支出和人口密度與網路涵蓋呈現正相關。相反的，預付用戶比例與網路涵蓋呈現負相關。

3. 市場競爭變化對網路下載與上傳速率之影響

實證結果顯示市場競爭（分別以 MNO 家數和 HHI 值為作為指標）對 4G 下載和上傳速率未有顯著之影響，但研究發現 6GHz 以下頻譜供應量與 4G 下載速率呈現正相關，也就是當 6GHz 以下頻譜供應量增加 100MHz 時，4G 下載速率平均增加 10Mbps。

(二) 實證結果對於主管機關審理電信事業合作應注意事項之啟示

本研究實證分析所採取之介於 2012 年至 2020 年，故研究結果主要與 4G 服務相關。此外，研究期間 OECD 成員國中行動市場 MNO 家數多為 3 家至 4 家，與我國具有 5 家 MNO 之高度競爭市場存在程度上的差距。另一方面，到目前為止 OECD 會員國與世界大多數國家之 5G 尚屬早期推動階段，因此沒有證據說明研究發現與 5G 直接相關。為解決前述問題，本研究於第三章第一節第六項中已探討 5G 行動通訊市場的影響。以下將綜合討論計量經濟學實證分析結果與對於主管機關審理電信事業合作應注意事項之啟示。

• 促進價格競爭

實證結果顯示，市場競爭（MNO 家數、HHI 值）對網路涵蓋和速率之消費者成效的影響並不顯著。換句話說，在 MNO 家數為 3 至 5 家之市場，消費者成效較容易受到市場競爭以外因素的影響，因此政策制定者和監理機關更須關注頻譜供應量、人口密度和分佈、投資和人均 GDP 等因素對消費者成效之影響。

此外，由參考文獻與實證結論發現對於最適化的 MNO 家數並無共識。一般而言，在具有多數 MNO 之分散市場中，無法提供最佳的消費者服務體驗，原因在於行動通訊為資本密集型產業，頻率投資週

期涉及投資者期望回收的高額固定成本，因此形成靜態效率（如藉由減少重複且優化網路投資，以降低成本）與動態效率（如可能維持低價和增加創新以增強市場競爭）之間的權衡。

電信事業結合的成效取決於結合雙方與市場競爭對手之一系列的 factors，當事業結合對整體市場產生大的競爭壓力，則可能降低競爭的動力，進而對消費者權益產生負面的影響，如定訂較高的價格。相反地，雖然結合會使 MNO 家數減少，但也可以帶來更具持續性的競爭，並有助於 5G 創新應用和較健全的發展。

在服務定價方面，競爭確實對消費者成效產生些許影響。研究顯示，當經營者進入市場時，整體而言將使中、高資費價格下跌，但對低資費價格沒有影響。但當經營者退出（結合或退出）市場時，整體而言將使低資費價格下跌，但對中、高資費價格沒有影響。因此，建議通傳會於審查電信事業合作時（特別是併購申請案）應注意對低收入消費者之影響，要求合作事業能持續提供低資費方案供消費者選擇，以確保所有消費者能以可負擔的資費取得服務。另外，針對不同客群推出各種多元資費方案。

• 促進頻譜供給

實證結果未發現競爭是決定網路速率之重要因素。影響網路速率之主要因素為 6GHz 以下頻譜供應量，當 6GHz 以下頻譜供應量增加 100MHz 時，4G 網路平均下載速率增加 10Mbps。OECD 會員國中，單一 MNO 之 6GHz 以下頻譜供應量由 2012 年的 120MHz 增加至 2020 年的 224MHz，增加比例為 86%。

在 5G 時代，主管機關應整備足夠的頻譜供 5G 增強型行動寬頻服務使用，有助於改善網路涵蓋與服務品質。因此，為了促進 5G 網路涵蓋，建議評估 1GHz 以下之既有頻率分配與使用狀況，並考慮：(1)藉由技術升級、頻譜移轉或共用協議優化既有頻率分配；(2)未來幾年內將低頻段重新分配予行動寬頻之用，以擴大網路涵蓋。以我國為例，建議通傳會於審查電信事業合作時應避免 1GHz 以下頻譜過度集中，並且在確保市場公平競爭下，允許多家 MNO 共用頻譜資源。

- **促進偏鄉網路建設**

實證結果顯示，MNO 家數對於網路涵蓋沒有直接的影響，其原因可能是多數監理機關核發頻譜執照時，即附加執照持有者 4G 網路涵蓋與布建義務。然而，在可取得的資料中，無法將監理義務對網路涵蓋之影響拆解出來。若監理機關持續採取同樣的要求，以確保 5G 網路布建，那麼市場競爭因素對網路涵蓋之影響將不重要。然而，長期而言為降低數位落差、加速偏鄉網路布建，故建議通傳會於審理電信事業合作時，可將合作業者之 5G 偏鄉網路建設規劃視為利益事項。

四、頻譜運用與網路共用所涉及競爭及消費者保護議題

(一) 電信管理法下市場競爭議題之探討

本研究探討對於頻率提供使用、共用及移轉之實際使用態樣以及電信管理法下之規範議題，認為應先探討其實際使用態樣後，針對個案所涉市場進行市場界定與分析，以利判斷對市場之影響程度，藉由針對市場結構、市場行為及經濟績效之分析層面，掌握市場競爭狀態，以及對應網路架構與頻譜資源之影響，例如是否影響網路管控或導致頻譜資源之集中，對服務市場中之服務品質與消費者權益之影響，以及是否影響市場參進或限縮電信事業獨立經營能力，最終導致減損市場競爭之不利益。

在 5G 未來網路密集化的大量資本投資下，可節省頻譜取得與使用成本或網路布建成本之頻譜共用或網路共用，將更受到電信事業之關注，主管機關可藉由核准頻譜合作案例，鼓勵電信事業持續投資 5G 與創新服務，但亦必須確保服務品質與市場競爭議題，避免對消費者權益或服務體驗造成不利影響。

針對電信事業合作所產生之競爭議題，若有成立合資企業、或涉及 2 家事業營業策略或共頻共網之資訊交換，或一事業持股合作事業股權比例已達可進入董事會參與重要決策之狀態時，為避免過度資訊交換或喪失經營獨立性，建議可透過成立特定編組（如共頻共網小組），

定期呈報相關會議資訊與討論內容予主管機關，以確認是否落實法規及核准之附款要求，以避免合作電信事業間出現共謀或影響獨立決策或經營能力，進而危害市場競爭之風險。

本研究亦建議主管機關應觀察申請案後之市場發展趨勢，若認定 2 家事業彼此間存在危害市場競爭之共謀行為時，得課予降低持股比例、降低共用關鍵資產等矯正措施。

綜上所述，本研究研提頻譜運用涉及競爭議題之政策建議如下：

- **對於成立合資企業或涉及營業策略、經營資訊交換等，或持股比例已達可進入董事會參與重要決策之標準時，透過設立特定編組方式，定期呈報相關會議資訊，降低合作事業間出現共謀之風險；**
- **持續觀察申請案後之市場發展趨勢，若認定有危害市場競爭之共謀行為時，則課予必要矯正措施如降低持股比例或降低共用關鍵資產等。**

(二) 公平交易法下對電信市場競爭之探討

行動通訊事業在頻譜運用的合作方式上，除可能因涉及事業結合而需事前經公平會許可外，亦可能涉及聯合行為而違反公平法第 15 條，但如具有但書情形且有益於整體經濟與公共利益者，得申請主管機關許可。本研究所探討的頻率合作國際案例，多採成立合資企業之方式運作，合資企業能否獨立於母公司，享有營運自主權，以及是否限制競爭，為各國電信或競爭主管機關關注的焦點。綜觀本研究案例之審查重點，主管機關著重於集中度分析（市占率）、競爭獨立性分析、頻譜資源集中度分析、市場參進分析、網路服務競爭分析等事項。

我國行動通信經營者依電信管理法在頻率提供使用、共用、轉讓交易，或以策略聯盟、成立合資事業等相關合作模式，可能涉及一般競爭法的議題。例如，電信事業頻譜合作行為可能涉及公平交易法第 10 條之事業結合。以頻率轉讓為例，由於頻率和網路為電信事業提供

行動通訊服務之兩項關鍵投入要素，因此頻率轉讓及可能涉及公平交易法第 10 條第 3 款之受讓或承租他事業全部或主要部分之營業或財產議題。

就電信事業共用頻率而言，部分合作模式可能涉及公平交易法相關規範，例如前述事業結合、共同經營與聯合行為的管制範疇等，因此，通訊主管機關若於個案審理時，納入評估市場競爭限制等考量要素，並與競爭主管機關相互協調與溝通監理重心，則可避免產生管制競合之現象，並使個案審查更為完整。

(三) 消費者保護議題之探討

為保障消費者使用，本研究建議規範上可透過資訊揭露等方式，讓消費者了解頻譜運用後對其使用服務之影響，主管機關亦持續追蹤、掌握市場價格與服務品質變動情形，確保頻率運用合作不會減損消費者使用權益，或限縮用戶選擇之多樣性，並保障能帶來成本節省、促進技術進步或採用新技術之誘因。對於共用協議終止時，亦完善消費者持續使用權益。

本研究亦建議對於合作電信事業應確保其網路管控能力，至少應包含故障管理、組態管理、效能管理、帳務管理、安全管理等，同時要求合作電信事業各自納入資安維護規範措施，以及確保資訊透明化等，以保障消費者權益。

綜上所述，本研究研提頻譜運用涉及消費者保護之政策建議如下：

- **建議確保消費者資訊揭露，避免影響消費者權益；**
- **建議追蹤市場價格、服務品質與選擇多樣性等變動趨勢；**
- **若協議終止時，應完善消費者持續使用權益。**
- **建議確保申請合作之電信事業確保其網路管控能力，至少包含故障管理、組態管理、效能管理、帳務管理與安全管理等；**

- 建議應規範申請合作之電信事業，提出申請時應提交資安維護規範措施，保障消費者使用時之資訊安全。
- 除進行事前審查電信事業合作對於保障消費者權益外，應建立電信消費者爭端解決機制，以事後司法審查方式為電信事業及使用者提供爭端解決機制，如訴訟前爭端解決機制等。

五、頻譜運用影響評估框架與審查要素分析

因應我國進入電信管理法新紀元，電信事業可透過頻譜提供使用、共用、移轉、互相投資與併購等型態增進頻譜使用效率，本研究參酌我國公平會、美國與歐盟之水平合作或競爭者合作相關規範，針對電信事業申請相關頻譜運用案例時，可應用之我國頻譜運用影響評估框架。此外，本研究除了蒐集主要研究國家相關法規政策規範與主管機關審查電信事業合作申請時之審查重點，同時透過計量經濟學實證分析方法，評估市場競爭對消費者成效之影響，藉由質化與量化分析找出個案審查應注意之事項，以確保頻譜使用效率、市場公平競爭與消費者權益。

為進一步評估電信事業進行頻譜合作時，可能對市場競爭造成之影響，本研究分別針對頻譜提供使用、共用、移轉與中立網路等四種合作型態進行情境模擬與分析，說明各種合作型態之潛在利益與風險評估。藉由情境分析，本研究協助提出主管機關掌握不同合作型態發生時，應注意與著重之評估重點項目。

本研究提出之頻譜運用影響評估框架有以下 6 個步驟，步驟 1 為瞭解電信事業合作協議之內容、型態與項目，包含頻率提供使用、頻率共用、頻譜轉讓或互相投資等；步驟 2 則針對不同層級進行評估，分別為頻譜層、網路層與服務層；步驟 3、4 為設定各經營層級之考量因素與基準；步驟 5 為衡量整體利益或不利益，判定電信事業之合作對整體公眾帶來之影響，是否符合 5G 時代下之政策目標，包含健全產業發展、推動產業與技術發展、促進市場公平競爭、提升網路使

用效率、保障消費者權益與節約能源等；最後由主管機關做出決議(步驟6)，若衡量整體利益大於不利益，則予以核准或針對不利益之項目進行矯正措施，附加附款或附負擔；反之，則予以駁回。

109 年度為辦理電信事業之頻率共用申請案件，本研究參考無線電頻率使用管理辦法第 17 條與第 18 條相關規範，協助提出「受理申請階段」、「初審階段」、「複審階段與核發頻率使用證明」以及「申請提前終止」(不必然發生)等個案審查流程供主管機關參考。同時，本研究亦參考第 19 條以及第 20 條規定，參酌國際頻率共用案例經驗與主管機關規管措施，研訂頻譜層、網路層與服務層之考量因素。110 年度本研究參考電信管理法第 59 條之頻率改配相關規定，研擬相關審查細項，並分別建議頻譜層、網路層與服務層之考量因素。同時，提出「受理申請階段」、「初審階段」以及「複審階段與核發頻率使用證明」等個案審查流程。

綜上所述，本研究研提頻譜運用政策建議如下：

- 確保頻譜使用效率、市場公平競爭與消費者權益為政策目標，建議參考本研究提出之頻譜運用影響評估架構，作為評估個案申請時之審查框架；
- 建議參考本研究提出之相關影響評估要素，從頻譜層、網路層與服務層各自探討之相關要素；
- 建議參考本研究提出之頻譜運用相關審查程序，包括受理階段、初審階段、複審階段或申請提前終止等；
- 主管機關審查國內合作案例時，可參考本研究列出其他國家採用之作法，列為附加附款或附負擔。例如丹麥審理電信事業合併時，規範該 2 家電信事業網路層基礎設施站臺若欲撤除，應將站點拆除相關資訊告知其他電信事業；或美國主管機關審理電信事業合併時，規範申請者應轉讓、售出部分頻譜資源或門市等資產予其他電信事業，確保達成主管機關培

植其他競爭業者之目標；惟相關措施需依照個案情形認定，考量我國目前相關個案均仍在審查中，相關資料將另外提供給主管機關，以利主管機關制定必要政策措施。

- 協助主管機關擬定相關審查用文件，例如「電信事業無線電頻率提供使用或共用申請書」與「電信事業無線電頻率使用權移轉申請書」。

六、頻譜資源集中與相關法規調適研析

(一) 電信事業實際可使用頻寬計算方式研析

考量頻譜共用對於頻譜資源整合影響重大，故本研究特別針對頻譜集中度議題進行深入探討，從過往頻譜競標結果可發現，對於頻譜實際可使用頻寬之計算方式與頻段設定方式具有討論空間，又隨著開放頻譜共用，頻譜實際可使用上限比例亦成為關注焦點，本研究建議可考慮將現行可使用頻寬之計算方式，調整為依實際核配頻寬計算使用頻譜上限。

(二) 頻譜上限與門檻規範研析

隨著行動通訊技術進步，與多元應用之需求，未來供行動通訊使用頻率將朝向高頻化。毫米波頻段因頻率高、頻寬大，為實現 5G 技術效能需求之重要頻段，然受限於其波長短、穿透力弱且訊號易受地形所屏蔽，故應用場域側重於特定區域範圍內。再者，毫米波頻段可釋出頻寬動輒數百 MHz，與 6GHz 以下頻段之釋出頻寬合併計算，有失公允。本研究蒐集主要國家對於毫米波頻段上限之規範，發現以拍賣制釋出毫米波頻段之國家，其主管機關考量毫米波頻段設備生態系統及應用型態尚在發展，在設定毫米波頻段之頻譜持有數量上限多採行不列入可使用總頻寬上限或容許單一電信事業較高之上限比例。是故，本研究基於促進相關新興應用服務發展，兼顧我國政策目標，確保市場公平競爭，建議毫米波頻段另計，並放寬總頻寬上限比例為 2/5。配合毫米波頻段另計，取消總頻寬之上限規範。

另一方面，我國釋出 2.6GHz 頻段時，為避免配對區塊頻段(2500-2570MHz 及 2620-2690MHz，共計 2x70MHz)與相鄰之單一區塊頻段(2570 MHz-2620MHz，共計 50MHz)發生跨技術頻率干擾，設有護衛頻帶。最終，雖然 2.6GHz 頻段全數順利釋出，但因持有護衛頻帶之亞太電信(2570-2575MHz)與遠傳電信(2615-2620MHz)皆未提出護衛頻帶之干擾解決方案，至今仍未獲配頻率。考量護衛頻帶納入釋出頻寬之目的為增進頻譜使用效率，本研究建議即使持有業者未提出干擾解決方案，亦應將護衛頻帶納入釋出頻寬上限。

- **建議毫米波頻段另計，並放寬總頻寬上限比例為 2/5。配合毫米波頻段另計，取消總頻寬之上限規範；**
- **建議將護衛頻帶納入釋出頻寬上限。**

(三) 共用頻段 (適用 3G 語音服務) 規範研析

隨著行動通訊技術演進，行動數據服務幾乎已以 4G 與 5G 為主，3G 網路需求持續衰退。國際間主要國家多數電信事業基於自身網路運作或商業考量規劃關閉 3G 網路，我國業者規劃 2024 年陸續關閉 3G 網路，近幾年將為 3G 網路關閉之過渡時期，部分業者之用戶仍有使用 3G 網路需求。關閉 3G 網路之可行替代選項，有推動用戶升級至 4G VoLTE、採用漫遊與 MOCN 等。另一方面，支援 5G 網路之 2100MHz 終端設備逐漸成熟，現階段國際上逐漸出現將 2100MHz 升級至 5G 之趨勢。通傳會最終決議採用 MOCN 方式設置 3G 網路共同平臺，予以新增 2100MHz 頻段為電信事業可提供使用或共用頻段，僅限用於電路交換行動語音服務，並於 2021 年 9 月 1 日由委員會通過修正之「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正草案，讓業者可依自行營運狀況與規劃，選擇何時關閉 3G 網路及如何滿足用戶之語音服務需求。對於我國電信事業於 2024 年逐步關閉 3G 網路之後，在語音需求方面，隨著技術更迭，預期未來使用 VoLTE 將為國際趨勢，建議可逐步推動使用 VoLTE，提升用戶通話品質，且可同時使用數據服務，可參考美國之作法，當電信事業提出關閉 3G 網路之規劃，要求其以事前預告方式通知消費者可移轉至支援 4G VoLTE 手機型號；

在物聯網使用需求方面，用戶需更換其終端設備，亦可參考英國之作法，推動電信事業將物聯網使用之既有 2G/3G 網路，升級至以 4G 網路為基礎之 NB-IoT 和 LTE-M 技術。

(四) 電信事業相互投資所涉資源分配規範研析

對於電信事業間相互投資比例規範，本研究參考國際作法，認為隨著 5G 市場發展初期，電信事業負擔高額網路布建與投資成本時，應可採取歐盟建議作法，針對投資比例達 15% 至 25% 時，檢視合作協議內容，評估有無必要將合作協議電信事業之頻譜資源認定為同一集團。隨著市場逐步演進，中長期則可視市場發展狀態，徵詢各電信事業於頻譜持有期間發生之相互投資時，是否採同一申請人比例（50%）或聯合申請人比例（15%）訂定認定為同一集團之門檻。

(五) 新技術與創新應用之競爭議題

因應 5G 所具備超高傳輸速率、巨量設備連線能力以及極低延遲高可靠度通訊能力之網路特性，加速各種新技術與創新應用誕生之契機，使 5G 跨入不同垂直產業範疇，帶來新技術與創新應用之競爭，本研究概述 5G NR 的替代技術與應用情境、預期效能，並比較 5G 商用頻段、5G 專頻專網與 Wi-Fi 6E 之競合關係。建議主管機關應持續關注相關新興技術使用頻譜資源之發展趨勢。

第二節 後續研究建議

2019 年我國首度釋出 5G 頻譜資源，經過激烈競標程序，有利於擴大網路布建之熱門頻段 3.5GHz 最終由 4 家既有電信事業標得，亞太電信為唯一一家未獲配 3.5GHz 頻段之電信事業。為取得 5G 市場參進機會，亞太電信與遠傳電信於 2020 年 9 月達成協議，共用遠傳 3.5GHz 頻段共計 80MHz 之頻譜，成為我國電信管理法通過後首宗頻率共用之申請案例。後續，亞太電信再進一步分別與遠傳電信、中華電信達成頻率交換、共用之協議。

本研究蒐集國際頻譜運用相關法規政策，並針對電信事業合作案例進行個案分析，瞭解各國主管機關受理合作申請案時之審查重點，以作為我國個案審查之借鏡。此外，依電信管理法第 58、59 條和無線電頻率使用管理辦法第 19、20 條之規範，研擬頻譜運用影響評估框架，以區分頻譜層、網路層與服務層之分層方式，檢視各層應考量之要素。此外，由國際案例可以發現，電信事業間合作的態樣多元，可能是單純的共用網路，或是較為複雜的成立合資企業共用網路與頻率，抑或者採取併購方式整合兩家電信事業資源。由於每一合作案例之形態、深度各不相同，藉由本研究所提之頻譜運用影響評估框架可盤點出影響之範圍，以及個案審查應考量要素。

綜觀國內外行動通訊市場變化，行動通訊技術不斷更迭、新興應用發展，電信事業合作將更加頻繁。受限於專案執行時間，本研究建議後續研究方向如下。

一、追蹤國際頻譜運用監理機制後續發展

因應 5G 發展，國際間對於頻譜監理制度亦產生新的變革，例如部分國家研議設立 5G 專網專頻，或電信事業出現中立網路，以及行動通訊與衛星通訊（如低軌道衛星）之整合、動態頻譜共享等技術與運作態勢，對於過往頻譜運用監理制度帶來變革與衝擊，爰此，本研究建議後續應觀測各國對於頻譜運用監理趨勢之發展，例如行動通訊

頻譜與衛星頻譜間能否交易，或兩者持有頻寬是否合併計算等，並依據國外發展趨勢，持續分析、研究對於我國頻譜監理制度之政策建議，供主管機關完善我國頻譜監理架構之參考。

二、追蹤與掌握個案發生後對市場消費者成效之影響

本研究於專案執行期間，藉由計量經濟學分析方式探討當行動市場結構改變對消費者成效之影響，但因 5G 服務尚屬早期發展階段，在可取得的資料範圍內，實證結果僅能反映 4G 時代下影響。再者，電信事業間的頻率合作不一定會造成市場結構的改變，故實證結果無法解釋頻率共用對消費者成效之影響。綜觀國際案例，頻率運用係為解決頻譜不足問題，並提升頻譜使用效率，但維持市場公平競爭與保障消費者權益亦為各國主管機關關注的重點。

此外，本研究同時整理電信事業成立合資企業或併購企業案例之事後觀測，分別從消費者零售資費之變化、消費者服務品質與市場競爭變動等層面進行探討，發現部分國家主管機關許可共頻共網申請後之網路涵蓋不如預期，抑或在市場結構變化後（併購），市占率排名第一之電信事業調高資費價格等現象。因此，建議後續得持續追蹤國際相關案例與我國頻譜共用個案發生後，對市場與消費者之影響評估機制，以及各國主管機關因應措施，作為完備我國頻譜運用法規架構之參考。

以我國 5G 頻率合作個案來說，2020 年 9 月亞太電信與遠傳電信分批依序達成 3.5 GHz 共頻共網與相互投資股權交換協議，後續亞太電信又於 2021 年 11 月與中華電信達成 900 MHz 頻段之頻率使用權移轉與 2100MHz 頻率共用協議，以及隨後亞太電信與遠傳電信提出 700MHz 與 2.6GHz 頻率交換之協議。另一方面，台灣大哥大也於 2021 年 12 月 30 日與台灣之星達成併購協議，由台灣大哥大併購台灣之星，台灣之星將為消滅公司。由此可見，隨著 5G 與電信管理法時代到來，我國電信市場亦進入嶄新時期。然而，在一連串的電信事業合作協議之下，如何在促進產發展中，確保市場公平競爭與保障消費者

權益將是通傳會在制定相關政策決議前，應考量之事項，因此建議可先確立政策目標基本原則，包括：(1)相關措施有助全民享有更好之 5G 網路；(2)相關措施保障全民擁有合理可負擔之行動通訊費用；(3)相關措施有利大部分市場參與者，電信事業合作案件之申請對整體公眾帶來利益超過不利益，例如推動產業與技術發展、節約能源、促進網路使用效率、保障消費者權益等。

附錄一 市場競爭對零售價格影響之實證結果 (HHI 值以兩
階段最小平方法分析)

附表 1：HHI 值 (採兩階段最小平方法分析，以經營者之 EBITDA
最大值作為工具變數) 對低、中、高資費價格水準的影響

	(1) Lowprice	(2) Medprice	(3) Highprice
HHI	0.00679 (0.34)	0.000515 (0.02)	-0.0244 (-0.61)
Log of GDP per capita	-14.53** (-2.36)	-9.536 (-1.19)	10.97 (0.88)
Total mobile connections, $x^{1/2}$	-0.00395** (-2.36)	-0.00742*** (-3.41)	-0.0112*** (-3.31)
Unemployment rate	-0.953*** (-2.95)	-0.563 (-1.34)	0.478 (0.73)
Population density	-0.0937 (-0.42)	-0.466 (-1.62)	-0.871* (-1.95)
Constant	191.4*** (2.89)	242.6*** (2.81)	195.8 (1.46)
<i>N</i>	304	304	304

註：*表示10%顯著水準、**表示5%顯著水準、***表示1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

附錄二 競爭對收入之影響評估

附錄二檢視行動市場競爭對產業收入的潛在影響。分析方式為主要報告採用計量經濟學分析的擴展，並使用相同的資料集和計量經濟技術。

一、資料來源與方法論

本研究使用 OECD 37 個成員國²³³之國家層級資料，並建構一個 2012 年至 2020 年的年度縱橫資料 (panel data)^{234,235}。本研究採用 GSMA Intelligence (簡稱 GSMAI) 資料庫中的行動市場指標，再搭配世界銀行 (World Bank) 的人口與經濟數據，以及 OpenSignal 的服務品質指標。

下表為計量經濟學分析中使用之變數，在初始測試中考量了一些變數，但因缺乏其對收入影響之邏輯性，或缺乏統計意義 (如 Opensignal 的網路成效指標或 GSMAI 的資本支出指標)，而未納入模型之中。所有貨幣變數均使用 2020 年/2021 年當地之即期匯率兌換成美金²³⁶。

附表 2：用於評估競爭對收入影響之變數

變數類型 (資料來源)	變數
收入(GSMAI)	● 總收入(非線性, 取 log)
網路涵蓋(GSMI)	● 4G 網路涵蓋：占總人口比例
網路成效(Opensignal; 僅使用 2018 年資料)	● 4G 下載速率：Mbit/s ● 4G 上傳速率：Mbit/s
(GSMAI, Plum analysis) 市場競爭指標(GSMAI、Plum 分析)	● MNO 家數 ● 市場集中度：HHI 值

²³³ Costa Rica is excluded from the data as it became an OECD member country in 2021, outside of the 2012 to 2020 timeframe for this dataset. List of OECD countries:

<https://www.oecd.org/about/document/ratification-oecd-convention.htm>

²³⁴ 研究水準取決於所有資料來源之資料可用和共同觀測點。包括 Ofcom (2020) 在內的其他文獻，使用其他國家經營者層級資料 (以季為單位)。

²³⁵ 於 2012 年至 2020 年間成為 OECD 會員國之國家，其觀察點包括 2012 年至 2020 年之整個期間。換句話說，2020 年 OECD 會員國在資料可觸及的範圍內，整個時期將納入觀察。

²³⁶ GSMAI 使用即期率 (2021 年 6 月)，Teligen 則使用最後一季的即期匯率 (2020 年第 4 季)。所有數值未考量通貨膨脹。

變數類型 (資料來源)	變數
	<ul style="list-style-type: none"> ● 進入市場之虛擬變數(進入市場當年和之後各年度為 1;否則為 0) ● 退出市場之虛擬變數(結合或退出進入市場當年和之後各年度為 1;否則為 0)
行動市場控制因子(GSMAI)	<ul style="list-style-type: none"> ● 預付用戶(占總用戶數比例) ● 行動總線路數(非線性規範) ● 每用戶落後期資本支出：前一年季平均值 ● 4G 網踏涵蓋(占總人口比例)
時間趨勢(由 Plum 編輯)	<ul style="list-style-type: none"> ● 線性時間趨勢(年度減去 2012)
人口和經濟控制因子(世界銀行)	<ul style="list-style-type: none"> ● 人口密度(每平方公里人口數) ● 失業率(失業勞動力比例，國際勞工組織(ILO)估算) ● 人均 GDP(美元)
數據使用量(OECD; 使用 2016 年至 2019 年資料)	<ul style="list-style-type: none"> ● 數據使用量：GB/用戶/月(不包括美國)

註：感興趣的應變數(Y)以**粗體**顯示。

資料來源：Plum 整理。

本研究使用縱橫資料 (panel data) 分析法評估行動市場競爭與收入之間的關係，並且採用國家層級資料，以固定效果控制可能影響收入但未觀察到的特定國家因素 (如監理環境)。本研究聚焦於兩個主要競爭指標，分別為 MNO 家數和市場集中度 (HHI 值)，同時也納入其他可能影響行動收入的控制因素。由於缺乏適當的工項變數²³⁷，且因 HHI 值與收入之間存在潛在的反向因果關係(一種內生性形式)，故本研究未針對 HHI 值使用工具變數進行分析²³⁸。

二、研究結果

本研究使用不同的競爭指標 (MNO 家數或 HHI 值) 和可能影響產業收入的其他變數。基本模型如下所示。

²³⁷ 在競爭定價分析中，本研究使用經營者 EBITDA 最大值 (季平均值) 作為 HHI 值的工具變數。但因收入是影響 EBITDA 之因素，因此無法滿足工具變數選擇之條件 (工具變數不會直接影響結果，而是藉由其相關性或透過被工具化的變數 (即 HHI 值) 間接造成影響)。

²³⁸ Though endogeneity and reverse causality between operator revenue and subscriber HHI would potentially be of greater concern.

$$\begin{aligned} \ln(\text{Revenues})_{it} &= \beta_0 + \beta_1 \text{MNOs}_{it} + \beta_2 \ln(\text{Connections})_{it} \\ &+ \beta_3 \text{Prepaid subs}_{it} + \beta_4 \text{Rural pop}_{it} \\ &+ \beta_5 \text{4G coverage}_{it} + \alpha_i + u_{it} \end{aligned}$$

其中 α_i 為個體效果、 u_{it} 為誤差項，反映跨時間和國家之國家層級干擾和各別干擾。本研究基於資料規模和便於進行跨國比較²³⁹，對收入（ Revenues_{it} ）和行動總線路數（ Connections_i ）取對數，在初始測試中，相較於使用線性規範，對前項變數取對數更具統計顯著。

附表 3 第(1)至(4)列係以 MNO 家數作為競爭指標的係數結果。研究結果顯示，MNO 家數對於產業總收入之影響並不顯著，但市場規模（以行動總線路數估算）對收入之影響顯著為正（在 1% 顯著水準下）。第(1)列研究結果顯示，較高的偏鄉人口比例、預付用戶比例和 4G 網路涵蓋將使產業收入減少（在 1% 顯著水準下）。但在第(2)列中加入數據使用量時，偏鄉人口比例與預付用戶比例不再具有統計上的意義。數據使用量對於產業收入的影響顯著為正，代表著當平均數據使用量增加時，將使產業收入增加，但結果可能不太可靠，因為研究期間僅為 2016 年至 2019 年（無法取得在此日期之前的數據）。此外，相較於第(1)列，當模型納入數據使用量時，4G 人口涵蓋之係數符號由負轉正（在 10% 顯著水準下）。

第(3)列和第(4)列納入線性的時間趨勢，以捕捉模型未觀察到的因素。研究結果顯示，時間趨勢對於產業收入之影響顯著為負（在 1% 顯著水準下）。第(4)列研究結果顯示，除了數據使用量外，當納入時間趨勢變數時，預付用戶比例與 4G 網路涵蓋為解釋產業收入的重要因素。

²³⁹對變數取對數可用於說明解釋變數 X 值（即行動總線路數）增加 1% 對應變數 Y 值的影響。當 Y 值也取對數，則解釋變數增加一個單位（或 X 值增加 1%）對 Y 值增加多少個比例的影響（收入增加的百分比）。

附表 3：MNO 家數對收入的影響（對收入取對數）

	(1) lnRev	(2) lnRev	(3) lnRev	(4) lnRev
No. MNOs	0.00700 (0.45)	0.0346 (1.18)	0.00253 (0.16)	0.0171 (0.59)
Log of total mobile connections	0.692*** (5.89)	0.571*** (2.95)	0.825*** (6.51)	0.708*** (3.64)
Rural population, % total population	-0.0247** (-2.09)	-0.00470 (-0.21)	-0.0412*** (-3.11)	-0.0439 (-1.65)
Prepaid subs, % total subs	-0.00420*** (-2.74)	-0.00387 (-1.51)	-0.00680*** (-3.76)	-0.00652** (-2.43)
4G coverage, % population	-0.000791** (-2.52)	0.00292* (1.67)	-0.000458 (-1.37)	0.00357** (2.09)
Data usage, GB/user/month		0.00815*** (3.06)		0.0154*** (4.11)
Yr (linear time trend)			-0.0125*** (-2.65)	-0.0283*** (-2.67)
Constant	11.48*** (5.73)	12.50*** (3.83)	9.770*** (4.68)	11.31*** (3.54)
N	333	140	333	140

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

附表 4 第(1)至(4)列係將附表 3 的 MNO 家數更換為市場集中度 (HHI 值)。第(1)列之基礎模型和第(3)、(4)列納入時間趨勢模型，其研究結果大致與附表 3 相似，HHI 值非影響產業收入的重要因素。由第(2)列和第(4)的研究結果顯示，數據使用量是決定產業收入的重要決定因素。出乎預料的是，當控制數據使用量時，HHI 值和 4G 網路涵蓋比例對產業收入顯著為正。研究結果說明，HHI 值上升將使產業收入略為增加，但在第(1)和第(3)列的分析結果顯示，在未控制數據使用量時，HHI 值對產業收入之影響雖然是正的，但統計上不顯著。如上所述，此與使用數據使用量之年度樣本有關。

附表 4：HHI 值對收入的影響（對收入取對數）

	(1) lnRev	(2) lnRev	(3) lnRev	(4) lnRev
HHI	-0.00000680 (-0.20)	0.000254*** (3.23)	-0.00000335 (-0.10)	0.000217*** (2.76)
Log of total mobile connections	0.683*** (5.73)	0.509*** (2.74)	0.821*** (6.38)	0.639*** (3.37)
Rural population, % total population	-0.0244** (-2.04)	-0.00809 (-0.37)	-0.0411*** (-3.08)	-0.0412 (-1.61)
Prepaid subs, % total subs	-0.00415*** (-2.71)	-0.00233 (-0.95)	-0.00680*** (-3.76)	-0.00494* (-1.87)
4G coverage, % population	-0.000791** (-2.51)	0.00692*** (3.37)	-0.000457 (-1.36)	0.00685*** (3.41)
Data usage, GB/user/month		0.00981*** (3.79)		0.0157*** (4.42)
Yr (linear time trend)			-0.0126*** (-2.68)	-0.0241** (-2.37)
Constant	11.67*** (5.72)	12.42*** (3.99)	9.843*** (4.62)	11.34*** (3.68)
N	333	140	333	140

註：*表示 10%顯著水準、**表示 5%顯著水準、***表示 1% 顯著水準。括號內數值為 t 值。

三、結論

整體而言，研究結果顯示沒有足夠的證據說明，行動市場競爭對 OECD 會員國之經營者收入有重大影響。研究結果顯示，沒有證據顯示 MNO 家數是影響產業收入的重要因素，而較高的市場集中度與較高的產業收入有關，但這個結果不太可靠且只限於控制數據使用量時才適用。

與市場競爭不同，研究結果顯示，較高的產業收入與更大的市場規模（行動總線路數）和更高的月平均數據消費量有關。附表 3 第(4)列顯示，當市場規模增加 1%時，將使產業收入增加 0.708%；而每用戶每月平均數據用量增加 1GB，將使產業收入增加 0.0154%。然而，4G 網路涵蓋對產業收入的影響，實證結果並不一致，因當模型納入

數據使用量時，4G 網路涵蓋之係數將由負轉正。由於本研究使用國家層級資料進行分析，其結果反映出整體產業收入的驅動因素，無法用於解釋對特定經營者收入之影響。

四、對我國之啟示

從政策和監理角度來看，無論市場競爭水準為何，整體行動產業的收入隨著時間的推移普遍呈現下降趨勢。本研究雖然未對特定經營者收入進行分析，但研究結果突顯了產業缺乏有機成長（organic growth²⁴⁰），以及個別市場經營者面臨的挑戰。在競爭激烈的市場，如同我國，個別 MNO 面臨逐步增加的財務壓力，經營商之間可能會進行整合或擴大合作範圍，以降低成本和提高效率。這樣的現象不僅反映在我國近期之行動市場發展，也在全球先進市場中出現。

在行動市場中，收入成長的主要驅動力量是行動總線路數和數據消費，我國市場在這兩項已是高度開發。導入 5G 為收入提供新的機會，尤其是在不斷成長的產業和企業場域。因此，政策制定者應將重點放在促進 5G 使用案例（use case）開發，以及在這些領域更廣泛的應用，說明如下：

- 瞭解企業垂直場域的生態系統發展和創新應用，將相關技術和經濟效率和從概念驗證推向商業應用。
- 透過實驗，持續鼓勵使用案例創新發展（並考慮適當的激勵措施），並確保實驗結果的可預見性，以促進創新並鼓勵其他實驗和商業布建。
- 定期檢視和諮詢頻譜需求，並考慮適當的核配方式，以允許專用網路、中立網路（neutral host）與 MNO 靈活地使用。

²⁴⁰ 有機成長（organic growth）指公司依依靠創新、新產品和服務、客戶成長等核心業務拓展，而帶來的成長。

- 以低進入門檻，促進頻譜使用和提供低於既有行動頻段之頻譜成本。例如，使用拍賣以外的獎勵機制（包括行政指配和審議制，其可能包括投資承諾）。

附錄三 本研究提出之電信事業頻率使用權移轉申請書表 電信事業無線電頻率使用權移轉申請書

依據「電信管理法」第五十九條第一項規定，電信事業以拍賣或公開招標方式取得主管機關核准使用無線電頻率者，得檢具申請文件，將其獲配無線電頻率之全部或一部，向主管機關申請核准改配他電信事業使用。復依「無線電頻率使用管理辦法」第二十三條之規定，檢具申請文件，向主管機關申請核發或變更頻率使用證明。

此 致

國家通訊傳播委員會

1. 申請人基本資料

填表日期： 年 月 日第1頁(共2頁)

公司名稱		(公司及代表人印章)
公司所在地		
公司統一編號		
代表人姓名		
代表人身分證號		
代表人戶籍地址		
聯絡人姓名		
聯絡人電話		
申請人 現有頻率	頻 段	頻率範圍 (MHz)

2.申請無線電頻率使用權移轉

<input type="checkbox"/> 申請人為頻率讓與人 <input type="checkbox"/> 申請人為頻率受讓人		
他電信事業 公司名稱	改 配 頻 段	頻率範圍 (MHz)

註：若申請人同時具備讓與人與受讓人之身分時，請自行新增表格填寫。

3.申請人應檢附文件(電信管理法第59條第1項)

- (1)頻率使用權移轉申請書（本表）1份。
- (2)轉讓協議書1份。
- (3)受讓人之使用計畫（應包含干擾處理）1份，依「申請頻率使用權移轉應載明事項檢核表」（如附表）之相關項目，予以分類明列。
- (4)協議雙方變更後之網路設置計畫及營運計畫之變更說明、變更前後對照表及相關佐證資料1份。
- (5)其他經主管機關指定事項：讓與人申請頻率使用權移轉說明文件，依「申請頻率使用權移轉應載明事項檢核表」（如附表）之相關項目，予以分類明列。

附表

申請頻率使用權移轉應載明事項檢核表

(申請人為頻率讓與人)

檢核項目 (電信管理法第59條第2項)	應載明事項	所附文件 頁次 ※由申請人填寫	檢核結果 ※申請人請勿填寫
1. 使用者之資格	是否已登記為電信事業		1. <input type="checkbox"/> 資料完備
2. 無線電頻率使用效率之確保	頻率發射狀況/使用狀況		2. <input type="checkbox"/> 須補正資料
3. 無線電頻率用途及履行義務	(1)讓與頻率之原用途及讓與後之剩餘頻率使用規劃 (2)有關營運計畫部分，應履行義務達成情形		<input type="checkbox"/> 補正完備 <input type="checkbox"/> 補正不完備 <input type="checkbox"/> 逾期不補正 <input type="checkbox"/> 補正已逾期 說明:_____
4. 市場公平競爭	(1)提供服務形態(零售、批發)與地理區域(全國、區域)之市場占有率及集中程度 (2)從事價格或服務競爭策略 ※特殊情形，如交易涉及股權異動或營運面交易條件時，包含以下項目： (3)雙方公司營運策略(例如：組織成員組成、財務風險、資訊交流程度、獨立經營之能力等)		
5. 無線電頻率使用效期	讓與頻率之可使用效期		

檢核項目 (電信管理法第59條第2項)	應載明事項	所附文件 頁次 ※由申請人填寫	檢核結果 ※申請人請勿填寫
6.無線電頻率干擾情形	讓與後剩餘頻率之頻率干擾處理流程及干擾防制措施		
7.國家安全	有關網路設置計畫部分，符合有關機關國家安全考量之電信設備使用情形		
8.消費者使用權益影響	(1)消費者使用權益與整體服務品質之影響 (2)揭露雙方消費者權益相關資訊之作法(如:契約應記載事項、接取權限與使用技術等) (3)消費爭議處理說明		

檢查人員： (簽章) 日期： 年 月 日

申請頻率使用權移轉應載明事項檢核表

(申請人為頻率受讓人)

檢核項目 (電信管理法第59條第2項)	應載明事項	所附文件 頁次 ※由申請人填寫	檢核結果 ※申請人請勿填寫
1.使用者之資格	是否已登記為電信事業		1. <input type="checkbox"/> 資料完備 2. <input type="checkbox"/> 須補正資料 <input type="checkbox"/> 補正完備 <input type="checkbox"/> 補正不完備 <input type="checkbox"/> 逾期不補正 <input type="checkbox"/> 補正已逾期 說明:_____
2.無線電頻率使用效率之確保	頻率發射狀況/使用狀況		
3.無線電頻率用途及履行義務	(1)頻率使用用途 (2)有關營運計畫部分，應履行義務達成情形		
4.市場公平競爭	(1)提供服務形態(零售、批發)與地理區域(全國、區域)之市場占有率及集中程度 (2)從事價格或服務競爭策略 (3)形成市場進入障礙之可能性 ※特殊情形，如交易涉及股權異動或營運面交易條件時，包含以下項目： (4)雙方公司營運策略(例如：組織成員組成、財務風險、資訊交流程度、獨立經營之能力等)		
5.無線電頻率使用效期	受讓頻率之可使用效期		
6.無線電頻率干擾情形	發生頻率干擾處理流程及干擾防制措施		
7.國家安全	有關網路設置計畫部分，符合有關機關國家安全		

檢核項目 (電信管理法第59條第2項)	應載明事項	所附文件 頁次 ※由申請人填寫	檢核結果 ※申請人請勿填寫
	考量之電信設備使用情形		
8.消費者使用權益影響	(1)消費者使用權益與整體服務品質之影響 (2)揭露雙方消費者權益相關資訊之作法(如:契約應記載事項、接取權限與使用技術等) (3)消費爭議處理說明		

檢查人員： (簽章) 日期： 年 月 日

附錄四 5G 時代電信事業資源合作規範座談會會議紀錄

壹、時間：2021 年 9 月 7 日（星期二）下午 2 時

貳、地點：(1)集思交通部會議中心 201 會議室（臺北市杭州南路一段 24 號 2 樓）

(2)線上會議

參、主持人：巫國豪資深經理

紀錄：TTC

肆、出席單位及人員：(詳如簽到單)

伍、主持人致詞：(略)

陸、綜合討論摘要：

議題 1：5G 時代下電信事業合作態樣與監理重點

議題 1-1：5G 時代各式創新應用之蓬勃發展，帶來訊務量之大幅成長，也驅動電信事業因應市場需求而進行頻譜資源合作，以加速網路涵蓋與提升用戶服務品質，並解決網路布建成本高漲帶來資本支出之壓力。建議主管機關應如何回應 5G 時代之產業需求？

一、劉崇堅教授：

(一)業者合理經營、產業穩定發展環境的提供。

5G 競標價金過高，衍生網路建設的推遲與未來成本的轉嫁，均不利行動通信產業的長遠發展。目前針對 5G 網路建設的各項補助，有助於補足頻譜競標所流失的資源量能，確保基礎建設進程與品質（速度實測）的維持，並降低網路建設的資本成本投入。

(二)新技術或應用導入後，市場競爭公平性的維持。

對於 5G 專用網路頻譜取得、開放低軌衛星進入市場，皆應基於立足點平等的公平原則，維持市場的競爭公平性。

(三)輔導與獎勵政策的推動。

對於 5G 業者可有更多的輔導及獎勵措施。在輔導方面，舉例而言，可考慮引導籌建垂直場域合作制度，媒合專網之供給（現行電信事業）與需求（5G 服務應用者）雙方，做為專網頻譜釋出的一項替代方案，降低產業整體的交易成本，有利數位轉型的推動。

二、魏學文教授：

(一)網路規模在 5G、6G 發展會越來越大，不同資源合作態樣必然會發生。

(二)市場健全發展與良性競爭為各國主管機關之考量重點，但實務上要做到資源有效整合發揮，同時又要兼顧市場健全發展與良性競爭，個人認為比較難以兼顧。未來合作案例開始增加後，主管機關可能面臨資源整合、網路效益提升，與市場良性健全發展有衝突的時候，如何做適當的妥協，建議主管機關必須即早考量，例如：1/3 頻譜上限規範，在資源整合利用時，是否能被打破。

三、戴豪君教授：

(一)對於電信市場的行為規範，NCC 具有促進競爭的角色，屬於事前的管制；公平會則是維持競爭的考量，資源共用是否某程度也會造成市場的集中？目前電信管理法也有對於顯著市場地位者的規範，是否因頻率共用而造就一個顯著市場地位者，其實可以透過法律去審視。

(二)公平會於 110 年 8 月 4 日核准遠傳電信與亞太電信之 3.5GHz 頻率共用案例，符合公平法第 10 條第 1 項第 3 款「受讓或承租他事業全部或主要部分之營業或財產」之結

合型態，考量潛在競爭者因電信管理法相關規範不易即時參進市場，亦難對既有業者形成競爭壓力。為消弭上述疑慮，附加「不得就雙方之行動寬頻業務資費、終端設備補貼、行銷活動、客戶與帳務資料管理等營運事項為共同經營、委託經營、合作研商或交換資訊等行為。」希望電信費率在市場上繼續競爭，因此公平會的附加條件，考量整個資源共用後市場競爭的情形。

四、林孟楠教授：

- (一)電信服務為國家提供予民眾最基本的服務，過去由國家國營方式提供服務，現在則是透過市場力量來協助國家建設，如此一來國民可作為消費者享有方便的電信服務、企業因提供服務賺取利潤、國家負責監理，為三贏的局面。
- (二)對主管機關而言，商業頻譜以拍賣釋出。過往皆將頻譜形容為天空中的土地，然而兩者之性質上卻不相同，例如土地未有上限規範，也沒有價格的管制。考量頻譜之特性與主辦單位提供的資料，可以三個面向進行討論：(1)由俄羅斯與韓國的合作案例可以發現，5G 往高頻發展，基地臺傳播範圍有限，業者投資成本沈重，因此建議政府應提供投資誘因；(2)頻率使用效率，如英國為解決頻譜破碎化的問題，允許頻譜交易，讓頻譜更集中、使用效率更大。由此觀之，競爭的考量是必要的，但非絕對；(3)競爭為重要的考量，但非優先議題，如何業者加速 5G 網路布建，使國民得以接取 5G，為主管機關應考量之事項。
- (三)我國電信主管機關通傳會可能與公平交易委員會，以及未來的數發部產生競合的關係，故通傳會之角色定位應加以思考。通傳會對於頻譜競爭考量建議以事前的促進競爭市場，採行原則為：(1)不讓一家業者獨大；(2)保留新進業者參進的機會。

五、台灣電信產業發展協會：謝謝林孟楠老師的說明，提到電信事業

的本質，代替國家實現人民的通訊自由，如何達到人民、企業和國家之三贏，為重要的政策思考方向。然而，過去的討論多以人民與國家為出發點，較少思考到企業之永續發展。我國這 20 年來的電信自由化算是成功的，電信事業於提供通訊服務傲視國際。本人之想法與劉崇堅老師接近，在此不再多做討論，而是以電信事業所面臨之外在環境進行說明。

六、遠傳電信：

- (一)電信管理法於 109 年施行，並因應 5G 時代陸續配合實施相關子法，在法制層面上已採開放鬆綁的態度面對應用環境的快速變化。5G 被視為數位轉型的關鍵技術，其服務的範疇也不僅限於提供一般民眾電信與寬頻基本服務。相反的，政府更是希望由電信事業的 5G 服務，帶動自身、或是其他產業的垂直向上升級，促使各行業均完成數位轉型。
- (二)因此，國內各產業在面對 5G 來臨，紛紛要求仿效國外釋出 5G 專頻專網，建議可以建立一套審慎的評估審查機制，就企業對於 5G 專頻專網之需求應以實驗網路先行並評估確認其投資及 5G 專頻專網需求之必要性，尤其在台灣 5G 網路快速普及狀態下，企業導入 5G 網路之門檻甚低，促進導入 5G 網路加入智慧製造始能營造多贏的局面。
- (三)另，在 B5G、6G、或低軌衛星的新興技術的演進之下，國際大型科技大廠即將於我國提供與既有電信服務類似之服務，因此，我國既有電信事業將會面臨國際科技大廠的競爭，若未有妥善的管制，必定使我國既有電信事業受到影響，進而影響我國數位轉型的時程。
- (四)為能協助國家落實政策目標，同時提供優異品質的服務至一般消費者，電信事業均積極進行布建基礎建設，相關機關應提供適當的補助或獎勵的措施予積極布建與推動新興服

務的 5G 電信事業，以共同打造有利台灣的電信事業發展的環境。

七、台灣之星：

- (一)同意劉教授所提到，電信事業提供服務的成本很高，最終會回歸到消費者權益損害上，需重視電信事業負擔成本的問題。除了高額的頻率標金已透過部分建設補助的方式去降低資源的消耗以外，既然已經透過拍賣釋出頻率，頻率標金相當程度反映了大部分頻率在市場上的價值，建議未來的頻率使用費應朝向填補主管機關在頻率管理的成本為方向持續做調整。
- (二)對於整個市場來說，電信管理法第 1 條已經把消費者權益納入，無論是相互投資、頻率共用、租用或轉讓，任一種態樣的考量因素最終會回到某種消費者權益上，可能是某特定業者的用戶消費者，也可能是整體消費者，考量市場公平競爭背後是整體的消費者，在享受電信服務之利益，包含服務品質、資費、在電信事業之間選擇服務的權利等，因此本公司認為所有的考量因素當中，市場公平競爭是最主要的考量要素。
- (三)NCC 先前已針對電信管理法下市場界定初步的研析，但沒有把用戶最多且使用頻率資源最多的行動通訊零售市場納入市場界定的範圍，因此如果要對整個市場的公平競爭環境持續做監理，以確保最大多數消費者權益的話，建議未來將最重要的行動通訊市場納入市場界定範圍。
- (四)回應林教授關於競爭政策的論述，提及要引進新進業者，但是，觀察目前參與促進競爭的小業者存續的機會有限，若政策傾向大業者，對小業者有存續壓力，也很難吸引新業者進入艱困的競爭環境。

議題 1-2：電信事業資源合作態樣多元，有網路共用、頻譜共用或移轉，甚至擴及成立合資企業或收購，影響行動通訊市場結構與資源分配之合理性。建議主管機關對於 5G 時代下電信事業頻譜資源合作之管理思維應考量之重點為何？

一、劉崇堅教授：

(一)頻率釋出既已採競標制，主管機關對於 5G 時代下電信事業頻譜資源合作之管理思維應考量之重點，即在於維持頻率競標制之效率性，再依法令規範或配合以其他政策作為，兼顧公平、安定、成長的目標。因此，無論何種合作模式，為維護稀有資源之有效使用，應維持上述之限制條件，包括，歷次釋出頻率持有上限之規定（無線電頻率使用管理辦法第 12 條），就 1G 以下、3G 以下、6G 以下及總持有頻寬皆應小於釋出頻寬的（非總持有頻寬）三分之一等條件；否則將無法達成頻率使用的效率性，也可能損及法體制的一致性、可預測性及信賴保護的適用。

(二)電信產業技術進步快速，新服務不斷出現，對於既存服務可能形成水平競爭或垂直互補關係。以最近之低軌衛星通信為例，其業者紛紛來台尋求業務發展機會，對國內行動通信產業形成很大的衝擊。政府對於未來電信事業頻譜資源合作的管理，應將低軌衛星或 B5G 技術應用之發展，納入未來無線頻率管理之整體考量。

二、魏學文教授：國際上大部分國家之電信事業對於資源整合，例如：網路共用、頻譜改配等採用事前審查制度，根據雙方所提供之資料，主管機關評估該合作是否對市場健全發展有所影響，實際上事前評估無法百分之百成功。通常資源整合（如：網路共用、頻譜移轉等）很難事後救濟，因為會提升成本及進入門檻。因此事前審查機制很重要，若事前審查機制考量不周全時，產生事後競爭之變化可能超乎原本想像，對於市場健全及消費者權益會產生嚴重影響，建議主管機關後續可以採用逐步放寬的方式（step

by step)。

三、江耀國教授：

(一)本次座談會研究團隊用電信事業資源合作的概念，將很多不一樣的制度放在同一場座談會來討論，似乎有點混亂，建議研究案可分為不同制度，以觀察主管機關進行審查時判斷之標準，以下分為三個層次做說明：

1. 頻率移轉(轉讓)、提供使用：無論是轉讓或提供使用都是 A 業者把某頻率轉給 B 業者使用，轉讓是終局移轉過去；出租是某天會將頻率收回。電信事業頻率持有的改變，進而討論某家電信事業持有頻率是不是不能超過多少上限，就是用頻率持有比例來預測未來對市場競爭的影響。
2. 頻率共用：A 業者有某塊 20MHz 頻率，B 沒有這塊 20MHz 頻率；共用後 A、B 都可以共用這塊頻率。雖然 A、B 業者事前會向主管機關申報以容量或某種方式進行合作，但實際上主管機關不會知道 A、B 業者真正使用情形，因此對於競爭的影響比較模糊。A、B 業者透過頻率共用可變成合作，兩家業者競爭會減少。學理上認為頻率共用會影響業者間的競爭，在 MVNO 或 MOCN 情況都有可能經過頻率共用接取同一套網路（並非表示越多套接取網路越好，太多反而會造成浪費）。綜上所述，頻率共用太頻繁會減少網路層的競爭。
3. 電信事業間互相投資及合併：電信管理法第 26 條需要處理兩個問題：(1)什麼樣程度的投資與合併是需要向主管機關申請，讓主管機關進行審查(即審查門檻)；(2)主管機關對於投資或合併是否於准許，其審查標準是什麼？其實第 26 條第 6 項已臚列 5 款考量因素(文字性的標準)，第 1 款是「資源合理分配」，如何理解「資源合理分配」，其他各款可以幫助理解資源合理分配，例如：第 4 款「維繫市場競爭」，主管機關以市場競爭健全來考量市場資源分配，

如果資源過度集中於某一或兩家業者時，那就不會有健全的市場競爭，以至於為不合理的資源分配；第3款「維護用戶權益」，有幫助理解資源合理分配，維護用戶權益就是消費者的服務接取或使用，電信服務是具有普及服務性質，資源合理分配要考量在普及服務要求下，資源不能只集中在都市地區，也應在偏鄉地區或不經濟地區。

四、台灣電信產業發展協會

(一)首先，應釐清在電信管理法架構下，電信服務是否仍為特許行業？也就是電信管理法下是否產生政策法規的質變。然而，電信管理法之管制邏輯已與電信法不同，將電信事業、電信服務業轉向放低門檻的管制，改採登記制，由高度管制的市場逐步轉向自由競爭的市場。如此對應至現行電信管理法第26條至59條等之頻譜彈性使用，主管機關之規管方式是否也應由事前管制轉為事後管制。

(二)外部環境而言，5G或6G電信服務最大的變化係來自跨國性，未來電信事業的合作態樣可能不只限制國內電信事業之間的合作。當電信服務來自於境外時，監理方式將不限於研究單位所提出之合作態樣，未見外資金所提供的本土服務之規管角度，例如外資比例、低軌衛星的跨國服務等。再者，垂直場域的政策方向以乎不以拍賣分配頻譜，改採審議制或申請制，因此在談論頻譜集中度時，因依取得方式的不同，而有不同頻譜使用之彈性，若以非拍賣取得的業者，其頻譜效率應有更多的要求。

五、遠傳電信：

(一)電信管理法立法朝向放寬管制讓電信事業有更多的彈性及合作樣態，面對我國獨特且擁擠的電信產業市場，能藉由網路共用、頻率共用或移轉或進行合資與收購然；而頻率屬於稀有資源，應避免此一資源透過合作之過程過度集中，影響市場競爭。建議仍應維持現有的無線電頻率使用管理辦法

中第 12 條的規定，小於 1G、小於 3G、小於 6G 及總持有頻寬皆應小於釋出頻寬的（非總持有頻寬）三分之一，並應將頻率之短中長期的規畫予以滾動式調整並及時徵詢各界意見。

(二)我國非 ITU 會員國，而無線電頻率涉及相關國際性事務，建議應遵守國際有關技術性規定之原則，參照無線電頻率分配規定，期使我國無線電頻率之使用能與世界各國接軌並和諧共存。對於既有使用中之頻率，應衡量國家安全、國際趨勢及頻率使用效益等方向於以因應；對於新頻段的釋出，應考量市場、產業現況並接軌國際，並在頻率釋出及管理上統一權責，以利降低頻率使用者不必要之行政程序及成本。

(三)我國即將面臨國際科技大廠如低軌衛星、B5G、6G 等業者來台提供服務，對我國的電信市場恐會形成不公平競爭之情事。因此，主管機關對於電信事業頻譜資源分配或合作，除考量上述因素外，亦應檢視前開國際業者來台後，對於整體電信市場的影響，除了國際業者是否應申請落地，亦應評估市場競爭可能之失衡情勢，例如獨家代理服務等不公平競爭情狀。進一步言之，政府對於電信事業頻譜資源合作的管理思維，應將已是現在進行式之 B5G 或低軌衛星技術與應用之發展，以前瞻的思維來檢視未來我國整體電信產業頻率之管理。

六、**亞太電信**:電信事業合作態樣多元，難以有一體適用的標準。因此建議相關原則性規範可採負面表列，保留彈性空間。

議題 1-3：國際間對於頻率資源合作案例或主管機關之准駁規範或附加附款等作法，有無可做為我國頻率資源合作規範之參考，並建議主管機關應如何檢視其合作深度並設計對應之審查考量因素？

一、**劉崇堅教授**：《電信管理法》子法「無線電頻率使用管理辦法」，為我國頻率資源合作運用之主要規範。辦法第 19 與 20 條，對於主管機關於「頻率共用」或「頻率提供使用」之准、駁時，應納入考量之審查項目如，頻率用途與義務之履行、頻率使用效率、頻率干擾情形、市場公平競爭、消費者權益等因素，以及得附加附款等作法，已有明確、充分之規範。

二、**魏學文教授**：電信事業合作態樣非常複雜（case by case），較嚴謹的指標（例如：1/3 頻譜上限、網路容量等核心指標），建議主管機關事先提出，讓電信事業有所遵循。

三、**戴豪君教授**：

（一）目前所討論到的都是無線頻譜，但如同簡報第 18 頁之案例，O2 與 Virgin Media 的結合，涉及行動業者與 Cable 業者之間對於後端固網市場的設施占有率，是否為一個可以納入考慮的項目，值得思考。

（二）歐洲及俄羅斯共同經營傳輸網路設備的部分，因我國國情較不容易達成，是否在未來有研究空間，可再考量。

四、**遠傳電信**：

（一）我國就頻率合作之主要規範為電信管理法及其子法「無線電頻率使用管理辦法」，其中規定主管機關為「頻率提供使用」、「頻率共用」或「頻率改配」之准駁時，應綜合考量「無線電頻率使用效率之確保」、「無線電頻率用途及履行義務」、「市場公平競爭影響」、「消費者權益影響」、「供給人及承用人營運違規紀錄」、「無線電頻率干擾情形」、「申請用途促進新興技術或服務發展」、「國家安全」等因素並得附加附款。「無線電頻率使用管理辦法」第 20 條規定，主管機關依考量「市場公平競爭影響」之因素時，應審酌「市場占有率及集中程度之變化」、「從事價格或服務競爭之可能性」、「促進網路設置與技術升級之可能性」、「形成市場進入障礙之可

能性」、「其他可能影響市場競爭之因素」等事項，以及考量「消費者權益影響」之因素時，應審酌「整體服務品質提升之可能性」、「促進服務互通之可能性」、「增進用戶多元選擇服務之可能性」、「其他可能影響消費者權益之因素」等事項。

(二)就電信事業「相互投資」電信管理法亦規定主管機關應綜合考量「資源合理分配」、「有助於產業發展」、「維護用戶權益」、「維繫市場競爭」等因素。

(三)無論業者間就頻率或資金之合作，主管機關應依電信管理法及其子法之相關規範，對案件之考量、審酌因素、審查、或附加附款，應有一致性之標準，以維護法律之明確性及公正性。

議題 2：我國電信管理法架構下對於電信事業頻率資源合作規範探討

議題 2-1：電信事業間之相互投資：電信管理法第 26 條規範電信事業涉及相互投資與結合時，其准駁考量因素之一為資源合理分配，請問對於資源合理分配之認定方式有無建議？

- 一、**劉崇堅教授**：資源合理分配的認定方式（判斷基準），基本上如同政府政策目標之判斷原則：效率、公平、安定、成長。「無線電頻率使用管理辦法」基本上已明文規範，含括效率、公平（含消費者權益保護等企業與消費者之間的相對公平性）相關之准駁考量因素，足供主管機關據以辦理與產業遵循。
- 二、**魏學文教授**：與議題一相關，電信事業之相互投資、頻率提供使用、共用與移轉，很難事後救濟。尤其在考量公司相互投資時，最害怕公司之決策受到影響，A 公司是否影響 B 公司，或 B 公司是否影響 A 公司（是否會互相影響決策）。另外，還應考量關鍵第三者，雖然其無法決定決策，但卻以間接方式影響某部分決策，而達到公司利益，這樣的行為很難在事前審查時考量。電信

事業之間相互投資、頻譜提供使用、共用與移轉等，建議可逐步放寬，看後續市場變化是否朝良性的方向發展。

三、戴豪君教授：

- (一)資源合理分配的建議，簡報第 7、8 頁談到韓國的案例，不經濟地區的網路共用措施由政府協助，因此，思考資源分配時是否也考慮到不經濟地區，從 NCC 的角度應有一個行政指導原則，可以放到電信管理法第 26 條的規範中去處理，資源合理使用與不經濟地區須有可依循的原則。
- (二)電信事業相互投資之認定標準，無線電頻率使用管理辦法有 1/3 的上限規範，每個頻率裡都還有不同的要求，甚至針對 3.5GHz 還有可使用頻寬的上限要求，面臨操作上有這些對於控制能力的複雜計算方式。事實上在公平法內，對於控制之認定，除了股權外，還包括董監事名單一定比例的重複時候或者其他規定，所以這部分可以考慮需不需要採用股權比例或實質控制力，但實質上還是公平法建立的原則，這些都是可以參考的。

四、江耀國教授：

- (一)同意劉教授所講，電信管理法與無線電頻率使用管理辦法都有投資或合併條文之文字描述。研究團隊可能認為文字性描述不夠清楚，所以參考國際一些國際上的參考數值。
- (二)在電信市場裡面，投資或合併准否考量可能無法用百分之幾做為單一指標，由於各國電信市場競爭業者家數不同，且合併後業者家數又會改變，對於百分比考量算法不一樣。我國法規某種程度上算很完備，以簡明數字型來操作是比較不適合。
- (三)對於投資、合併准駁與否，可參考公平會的實務操作與經驗，不一定是用數字來做判斷，數字通常當作上限或下限。

五、中華電信：

(一)現行電信管理法有關電信事業頻率資源合作規範，大致上已相當完備，惟對於有關相互投資部分，雖然目前主管機關公告持股達 3%以上，於有第 26 條第 1 項情形需向主管機關申請核准，雖然在第 6 項有特別臚列考量因素，包括「資源合理分配」在內，但並未設定明確的要件可供電信事業遵循。研究單位參考世界主要國家的作法，在簡報 P.25, 26 進行相關的分析與建議，值得肯定。

(二)現行電信管理法第 26 條除主管機關公告的 3%持股外，尚有第 3 項持股 10%以上，均需向主管機關申請核准。在有關核准考量的因素上，本公司認為除需評估市場競爭影響外，在避免頻譜資源集中部分應就其持股比例設定限制條件：參考歐盟實務，若持股達 15%以上時由於對被持股的事業已經有相當程度的影響力，且通常在董事會已取得席次，可參與該事業的重大決策，難以期待兩者會相互競爭，因此對於其頻譜資源的取得及持有應有限制的必要。如現行在「行動寬頻業務管理規則」中有關聯合申請人的要件及限制，在未來後續依據新法釋照時應予維持，且在認定頻譜集中時應合併計算。因此本公司同意簡報 P.26 方案三的規劃。

六、**台灣大哥大**：電信事業間因相互投資，使得頻譜持有涉及集中度問題，考量相關法規立法意旨、技術演進及國際頻譜監理趨勢，針對「資源合理分配」之認定方式，本公司建議應適度放寬 1GHz 以下頻段之持有上限至 40%，理由如下：

(一)立法意旨：原「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條訂定電信事業各頻段及實際可使用總頻寬三分之一上限，旨在避免資源過度集中及確保市場競爭。然查，三分之一上限之制定，如因應市場業者家數減少或結構發生變化時，即有重行檢視之必要，此從該辦法第 12 條第 3 項「電信事業間有營

業之讓與、受讓或合併等市場因素變化情事時，得經主管機關核准不受實際可使用頻寬上限限制」規定觀之即明。

NCC 於今年 9 月 1 日第 979 次委員會議通過「無線電頻率使用管理辦法」部分條文修正，刪除第 12 條第 1 項第 1 款「實際可使用頻寬不得逾經公開招標或拍賣釋出供整體電信事業使用頻率之總頻寬三分之一」，並放寬 24GHz 頻段以上使用頻寬上限至 40% 之規定，除係因應毫米波段國際監理趨勢，仍不脫前述頻率共用後，市場結構變化，維護市場公平競爭之考量。

(二)技術演進：過去低頻段須單獨訂定頻寬上限原因，在於低頻段可提供較好的涵蓋率，惟隨通訊技術演進，不同頻段已可透過 CA 技術互相支援，且我國地狹人稠之地理特性，於達成相同涵蓋之前提下，以 1GHz 以下之頻段建設所需之基地台數量，與以 1GHz 以上之頻段建設所需之基地台數量，並無明顯差異。現 1GHz 以下頻段之珍稀性，已因通訊技術演進和我國地理特性等因素而大幅減弱，市場結構亦可能發生不同型態之整併，應藉此機會率先放寬 1GHz 以下之頻段之持有上限。

(三)國際趨勢：參考國際案例，歐盟並未明文限定單一業者持有之頻率上限，各會員國亦有業者於 1GHz 以下之頻段持有 40% 以上頻率之諸多案例；新加坡之法規亦未限制各業者持有頻寬上限，Singtel 持有 1GHz 以下頻段已達 40%；瑞典 Net4Mobility 於 2018 年 12 月釋出之 700 MHz 頻段標得 20MHz，佔該次釋出頻寬 50%。顯見因 5G 技術特性及產業需求，國際趨勢皆已逐步放寬 1GHz 以下頻段之持有限制。

(四)綜合上述，我國通訊市場已達高度競爭，為因應未來可能整併之市場環境變化，考量頻率資源有效利用，在不影響市場

公平競爭之情形下，建議適度放寬 1GHz 以下頻段之持有上限至 40%。

七、台灣之星：

- (一)在「行動寬頻業務管理規則」中所建立之競標規則，認定持股超過 15%即視為聯合申請人，建議未來在新的競標發生時，應保留此標準，尤其目前我國電信事業已經有網路共用、頻率共用與相互投資的合作方式，在雙方結合的深度提高的情況下，而形成利益綁定更深的團體，建議 15%的標準應往下修，避免頻率釋出時集中在某一個或兩個業者之間形成的團體上。
- (二)關於相互投資與頻率使用上限，目前計算可使用頻寬上限是各業者按自己所受核配、共用或租用的頻段各自計算，若電信事業之間發生相互投資時，頻率資源的使用就被集中在合作雙方的團體上，建議在審查合作時應考量頻率集中的問題，對於過度集中的頻段，應適度予以調整或訂定合適的頻率集中度上限。

八、遠傳電信：

- (一)電信事業間之相互投資應視為雙方單純之資金投資，除可紓解一方資金之需求，亦可促進資金更有效利用於設備或資源以利業務拓展、促進競爭力，更有利於相互投資之雙方各自之長期穩定經營。
- (二)惟電信管理法第 26 條就電信事業間之相互投資，規定主管機關為準駁時，應考量「資源合理分配」、「有助於產業發展」、「維護用戶權益」、「維繫市場競爭」、「國家安全」等因素，並得依職權附加附款。其中之「資源合理分配」因素，因本條所規範者為「資金」之投資，似應將「資源合理分配」關注於「資金」此等資源，若考量「頻率」資源之合理分配，於其他相關法規已有明確之規範，似無須於單純之「相互投

資」案件中加以考量，以利主管機關可以更聚焦與明確審查此類案件。

議題 2-2：電信事業間之頻率提供使用或共用：目前電信管理法第 58 條第 1 項與第 3 項，以及無線電頻率使用管理辦法第 19 條，規範電信事業提出頻率提供使用或共用之申請時，主管機關應確保無線電頻譜使用效率，請問認定無線電頻率使用效率之合宜方式應具備哪些項目？

- 一、**劉崇堅教授**：效率 = 產出 / 投入 \approx 通信能力 / 頻率資源。
無線電頻率使用效率之認定方式：在既定技術限制下，讓相同頻率資源提供更大的通信能力。制度上減少使用限制，讓更多業者得分享使用；技術上降低干擾等。
- 二、**林孟楠教授**：簡報第 30 頁有關頻譜使用效率，應視頻譜使用方式而定，如 5G 的使用可區分為公眾電信、專頻專網與企業專網，其效率評估方式應有差異。5G 技術雖然著重於物聯網之應用，但對電信事業仍需找到使用的人，如企業用戶。因此，用戶數可考量做為評估的標準，但非絕對，因為企業的數據用量與個人必不相同。例如一用戶有許多的物聯網應用，其數據用量大。因此，一個電信事業若用戶數多、數據用量大，代表頻譜使用效率高，進而反映至業者營收。
- 三、**中華電信**：有關頻譜使用效率的認定，研究單位在簡報所列者已相當豐富，均可考慮，一般而言在頻率提供使用或共用上應有助於頻譜使用效率的提升，尤其是在頻譜共用上更為顯著。國際上主要國家的主管機關對於頻譜交易的情形，為避免有造成頻譜囤積的疑慮，有課以「不使用即失去」(Use it or lose it) 的條件，建議主管機關及研究單位可納入參考。
- 四、**台灣之星**：建議在審查頻率共用或提供使用，資源使用效率應著重在頻率資源是否有閒置而未充分使用的情況，以此做為審查

標準。

五、遠傳電信：

- (一)原則上，頻率使用效率除應著重於一定時間內評估頻譜運用的核心，同時鑒於 5G 技術的特性，電信事業進行的垂直整合應用，亦可評估，而並非單純以用戶數、或是頻譜持有數目為考量。
- (二)且理論上，頻率提供使用或共用使得相同之頻率可以讓更多電信事業使用，即可促進頻率之使用效率。電信事業於取得頻率後提報之營運計畫及網路設置計畫皆需提出相關之網路建設及涵蓋率規劃，即為已足，似無須再就 頻率使用效率增加認定之項目。

議題 2-3：電信事業間之頻率移轉：目前電信管理法第 59 條第 2 項臚列主管機關准駁電信事業申請頻率改配時之考量事項，相較於頻率提供使用或共用，頻率改配申請之准駁事項並未納入「消費者權益影響」，請問是否應將「消費者權益影響」列入「其他經主管機關指定事項」或要求電信事業應於營運計畫書內載明清楚？

- 一、**劉崇堅教授**：《電信管理法》、「無線電頻率使用管理辦法」與「公眾電信網路設置申請及審查辦法」等法令中，已完備規範消費者權益保障之相關機制。故就頻率改配案件，似無需重複將「消費者權益影響」列入「其他經主管機關指定事項」，或再要求電信事業載明於營運計畫書。
- 二、**魏學文教授**：基本上通傳會在任何案例上對於消費者權益都有納入考量。比較擔心的是當網路使用效率或整合效率，與消費者權益必須有所妥協時，真正考量因素有哪些，建議研究團隊可以在研究報告中提出看法。
- 三、**林孟楠教授**：有關議題二之三消費者權益，電信管理法第一條之

立法理由即將其納入，而公眾電信之規管亦即在確保消費者權益。故以法學角度而言，立法目的即已明確說明。

四、戴豪君教授：

(一)頻率提供使用、共用或改配是否需考量消保法的規定，如同劉老師提到「公眾電信網路設置申請及審查辦法」第四條是針對終止或暫停服務的消費者權利保障措施，但這點必須看看頻率改配是否等於中止或暫停服務。對於消費者採用服務時是否受到影響，須先確定頻率改配是否有涉及終止或暫停服務之外的議題。例如：過往有撥接式上網卡的業務，業者在有限的門號數資源上卻拼命賣撥接卡，導致消費者權益的損失，所以後來主管機關要求揭示所賣出的撥接卡數量。

(二)因此，如果相關法規可以涵蓋，則不需處理，如果不行，則另有考量。個人看法，事實上，頻率提供使用、共用或改配，改配比較像是出售所有權，在法理上是比較重的，其要求應該比較高，頻率共用是比較輕的，法規上卻要求較多，例如使用共用時需能促進新興技術發展，但改配看起來反而這就不是重點，建議可以留意兩者的規管輕重不同。

五、**台灣電信產業發展協會**：議題二之三頻譜改配。在電信管理法下，從來不會忽略消費者權益。惟，電信服務為資本密集產業、技術變動快，且市場變動率也很高，因此由國際案例可以發現，韓國由政府政策鼓勵偏鄉之網路布建。對面市場過度的競爭，必須思考電信事業的永續經營。此外，在討論資源合作的規管，未見退場機制之討論，當電信事業面臨經營問題時，如何應用其取得之資源與競業合作、與跨產業合作？相關法規彈性（輔導或獎勵措施）未見討論。低軌衛星可能形成全球的一網化或二網化，如何保障電信事業的生存，確保其得以提供關鍵基礎建設，皆為重要之議題。

六、**中華電信**：在有關頻譜改配規範上，簡報提到如果電信事業將所

獲配頻譜全部轉讓予他業者部分，解釋上仍須受「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條各頻段上限的限制，而且若已完全沒有頻譜，如何確保用戶行動服務的提供不中斷，如轉換成為 MVNO 或與其他行動網路業者進行合作，同時涉及網路設置計畫及營運計畫變更，需經主管機關同意。主管機關在核准與否即應考量消費者權益的維護（且為電信管理法第 1 條立法目的所載），不受電信管理法第 59 條第 2 項之限制。

七、**台灣之星**：頻率改配是否納入消費者權益，其實每個審查考量因素，最終都會回歸到某一群體的消費者利益，或許不同群體的利益會互相抗衡，確實非常考驗主管機關的智慧，因此市場公平競爭才是維護最大化消費者的考量因素，應優先考量。此外，有關現行頻率共用、租用、轉讓與開放的頻段等相關法規，確實都已相當完備。

八、**遠傳電信**：

(一)電信管理法中對負擔特別義務的五家電信事業皆要求「訂定定型化服務契約條款送 NCC 核准」、「定期辦理電信服務品質自我評鑑」、「共同設立電信消費爭議處理機構」、及「暫停或終止營業前三個月將消費者保護處置方式送 NCC 核准」等對消費者保護之嚴格要求，且依「無線電頻率使用管理辦法」，主管機關於審酌案件時，皆有要求電信事業說明消費者權益保障相關措施；「公眾電信網路設置申請及審查辦法」第 4 條及第 20 條，要求申請設置使用電信資源之公眾電信網路者於營運計畫中應載明「用戶消費爭議處理管道」及「終止或暫停服務之消費者權益保障措施」，凡此種種規範，對於身處 5G 網路合作態樣眾多且持續變化市場環境中之消費者可謂甚為周延及妥善。

(二)對於身處 5G 網路合作態樣眾多且持續變化市場環境中之消費者，以「電信管理法」、「無線電頻率使用管理辦法」、「公眾電信網路設置申請及審查辦法」中相關保障已甚周

延及完備，因此，就頻率改配 案件 電信管理法第 59 條第 2 項臚列主管機關准駁電信事業申請頻率改配 時之考量事項，即為已足，無需重複將「消費者權益影響」列入「其他經主管機關指定事項」或再要求電信事業應於營運計畫書內載明。

其他討論事項：

- 一、魏學文教授：除了以上兩個討論議題，目前考量資源整合與市場競爭，仍以國內市場為主要考量，然而在未來 6G 網路、低軌道衛星網路等，可能不能避免國內電信事業需要與國外大規模資源整合，合作態樣會更加複雜，建議主管機關要即早思考，要用什麼方式加入遊戲規則或有哪些準則。
- 二、林孟楠教授：目前提到的競爭政策仍以商用 5G 為主，對於專頻專網和企業專網的討論較少，在此提醒。
- 三、台灣大哥大：請教：行動寬頻業務管理規則第 82 條第 3 項規定，達成一定建設數量及電波涵蓋範圍時（並未規範使用哪個頻段達成建設數量），即可依電信管理法第 59 條向主管機關申請頻率改配。若電信事業就得標且閒置多年無建設之頻道，進行轉售或交換，主管機關依電信管理法第 59 條第 2 項之無線電頻率使用效率之確保、無線電頻率用途及履行義務等考量事項，給予核准並附加附款，是否妥適？敬請 TTC 研究團隊納入研析。
 - (一)依遠傳電信於 109 年 11 月 5 日發佈重大訊息，其董事會決議與亞太電信(股)公司簽訂業務合作計畫，其中包括就遠傳電信所持有之 2595MHz~2615 MHz 共計 20MHz 頻寬及亞太電信所持有之 723MHz~728 MHz(上行)、778MHz~783 MHz(下行)共計 10MHz 頻寬進行交換。
 - (二)經查，頻率使用權轉讓或改配，有行動寬頻業務管理規則第 82 條規定及電信管理法第 59 條規定可資規範。依行動寬頻

業務管理規則第 82 條第 3 項，經營者應符合：一、第六十六條有關本業務高速基地臺建設之規定。(註：一、數量應達已建設基地臺總數百分之八十以上，或達一千臺以上，及二、電波涵蓋範圍應達營業區人口數百分之五十。)情形後，始得為頻率轉讓之申請；以及依電信管理法第 59 條頻率改配需經 NCC 核准，主管機關准駁時得附加附款。

(三)據悉，遠傳電信自 104 年 12 月標得 2595MHz~2615 MHz (以下稱 2600 MHz TDD 頻率)迄今已近 6 年並未進行基地台建設。依行動寬頻業務管理規則第 82 條內容僅要求須達成一定的建設數量及電波涵蓋範圍，並未規範使用哪個頻段達成建設數量。惟依本案例，將形成遠傳電信標得 2600MHz TDD 頻率後即閒置該頻率毫無建設基地台，有近 6 年期間該頻率使用效率為零，然後等待合適時機再行轉售或交換，電信事業無建設義務，法規上似無從規範的情況。

(四)再按電信管理法第 59 條規定，電信事業以拍賣或公開招標方式取得主管機關核准使用無線電頻率者，得檢具文件，將其獲配無線電頻率之全部或一部，向主管機關申請核准改配他電信事業使用。主管機關為准駁時，應考量下列事項(其中同條第二項第二款「無線電頻率使用效率之確保」及第三款「無線電頻率用途及履行義務」)，並得附加附款。依此，主管機關可附加附款，以確保無線電頻率使用效率及履行義務。

(五)針對遠傳電信如打算將其 2600MHz TDD 頻率與亞太電信 723MHz~728 MHz(上行)、778MHz~783 MHz(下行)共計 10MHz 頻寬進行交換，在行動寬頻業務管理規則第 82 條及電信管理法第 59 條規定，在解釋上恐產生不同認定的問題。想就教 TTC 研究團隊，就電信事業所標得之頻率閒置多年並無進行建設，將該頻率進行轉售或交換時附加附款是否得當，敬請 TTC 研究團隊納入研析。

5G 時代電信事業資源合作規範座談會 引言簡報



5G時代電信事業資源合作規範座談會 引言報告

財團法人電信技術中心
2021年9月7日

大綱

- 壹 前言
- 貳 國際合作案例分享及主管機關考量因素
- 參 電信管理法下之電信事業資源合作規範分析與討論
- 肆 討論議題

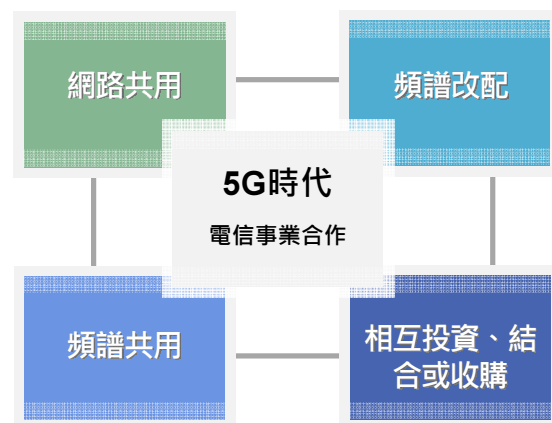
2

壹、前言

3

前言

- 行動通訊市場對於5G頻譜存在顯著需求，預期於**2025至2030年間**，對5G中頻段需求將額外需要**1-2GHz** 頻寬，以達成用戶使用5G網路速率達100Mbps之目標。
- 由於5G主流頻譜(3.4-3.7GHz頻段以及24GHz以上毫米波頻譜)之物理特性、技術演進與設備成熟度等因素，使**5G網路布建成本遠高於以往**。此外，5G帶來跨產業之特性，亦逐漸改變市場結構。
- 本研究團隊觀察到近期**國際間陸續有許多電信事業間進行頻率或網路合作之案例**，故彙整國際重點案例及主管機關准駁之考量因素，做為我國電信管理法規之參考。

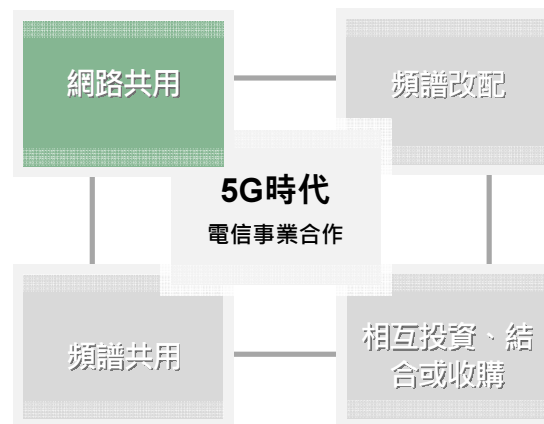


4

貳、國際合作案例分享及主管機關 考量因素

5

5G時代下電信事業合作態樣-網路共用



6

韓國5G網路共用合作案例(1/2)

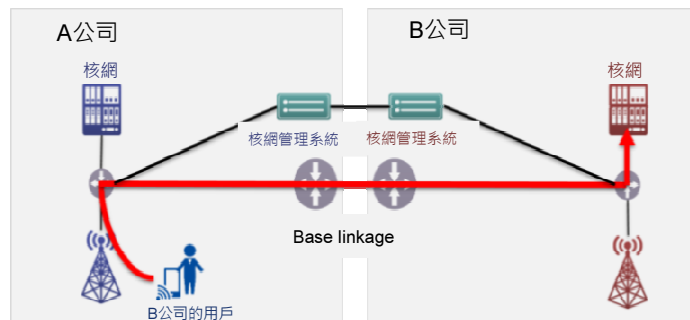
- 韓國電信主管機關科學技術資訊通信部(MSIT)於2021年4月15日公告，三大行動業者**SKT、KT與LG U+**簽訂協議，將在偏遠地區共用5G網路，以提升全國5G網路涵蓋範圍，預計將於2023至2024年分階段商用化。
- 協議內容選定全國**131個偏遠且人口稀少的地區**(人口密度為每平方公里92人)進行網路共用。



7

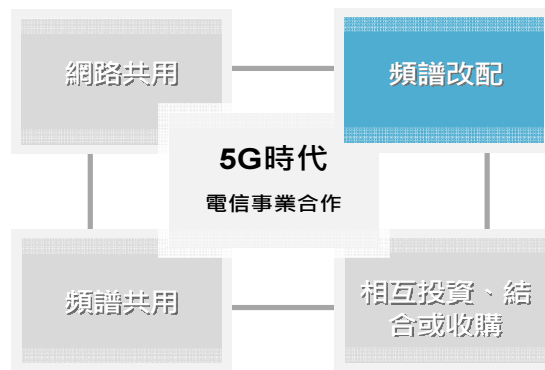
韓國5G網路共用合作案例(2/2)

- **5G網路共用之技術**：考量需要使用每家公司的核心網路來提供電信公司之間的差異化服務以及盡快提供5G服務，因此採用**MOCN**方法，**共同使用基地臺**。
- **劃分責任區域**：責任區域內僅由一家MNO建置基地臺，並與其他MNO共頻共網。5G核網需自建。
- **無差別共用服務**：共用使用區域內應維持**共同品質標準**，並根據地形特徵(隧道、道路等)架設5G設備。
 - **發生故障等問題**：由三家電信事業營運的共同網路管理系統處理。
 - **數據流量使用**：各業者透過系統持續監控各自責任區域和共同使用區域的網路交換機(單一網路↔共用網路)，透過電信事業之間的熱線共享資訊，同時進行品質控制。



8

5G時代下電信事業合作態樣-頻譜改配



9

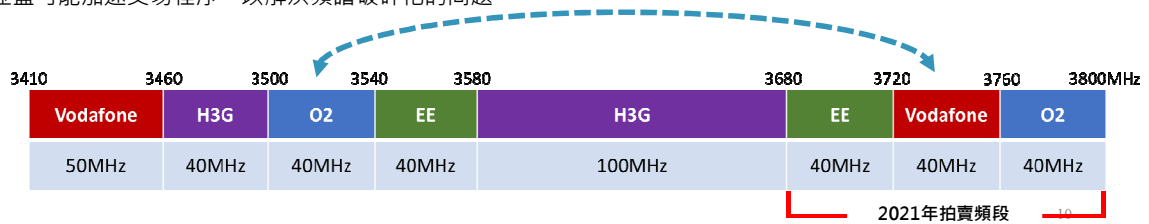
英國5G頻譜拍賣與頻譜改配

拍賣規劃

- 為解決3.4-3.8GHz頻段內頻譜破碎化的問題，除了規劃得標頻寬小於20MHz之頻率位置限制外，Ofcom設計兩階段協商程序。
 - 第一階段：所有得標者皆對頻率位置達成一致同意；若否，進入第二階段。
 - 第二階段：部分得標者達成共識，提交相鄰頻率位置意向書。
- Ofcom同時在2020年3月13日公告的決議文件中指出，對於3.4-3.8GHz頻段拍賣後之頻譜交易，**將不會進行任何的競爭評估**，並盡可能加速交易程序，以解決頻譜破碎化的問題。

拍賣結果與後續頻譜交易

- Vodafone與O2相互達成協議，並取得相鄰之頻率位置(見下圖)。
- 2021年4月27日Ofcom公告拍賣結果。同日，**Vodafone與O2發布頻譜交易協議**，以確保O2取得80MHz連續頻寬、Vodafone之90MHz更加靠近。



英國頻譜交易法律規範

- **法源依據**：「通訊法」第168條與第403條、「無線電頻譜交易規則」(The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2011)第7條第1項第f款。
- **參考文件**：2020年3月Ofcom公告之「交易指導說明」(Trading Guidance Notes)。
- **競爭評估程序**：

初步競爭評估

- **公開訊息**：將頻譜轉讓訊息發布於交易通知註冊庫(Trade Notification Register · TNR)，邀請對此交易感興趣之各方於10個工作日內提交評論。
- **初步評估**：項目包括(1)轉讓雙方提供的資訊；(2)必要時要求當事者提供進一步資訊或說明；(3)考量是否會造成競爭扭曲(包括來自第三方的評論)。發布TNR後20個工作日完成。

進階競爭評估

- 提請當事者提供相關分析與說明。
- 邀請第三方提供評論意見。
- 評估可能造成競爭扭曲之因素包括：
 1. 對價格、服務品質和創新之可能影響
 2. 可能導致競爭發生變化
 3. 轉讓與否對競爭之展望
 4. 轉讓可能對公眾與消費者帶來之益處

英國5G頻譜改配案例評估結果

頻譜交易內容

併存轉讓 (過渡期)

- 由Vodafone與O2共同擁有3.50-3.54GHz(計40MHz)及3.72-3.76GHz(計40MHz)，即共同擁有頻譜執照之權利與義務。
- 交易雙方各自擁有**50%**之頻率使用權。

終局轉讓 (2026年1月1日完成交易)

- 頻譜執照之權利與義務完全轉讓
 - Vodafone擁有3.50-3.54GHz
 - O2擁有3.72-3.76GHz

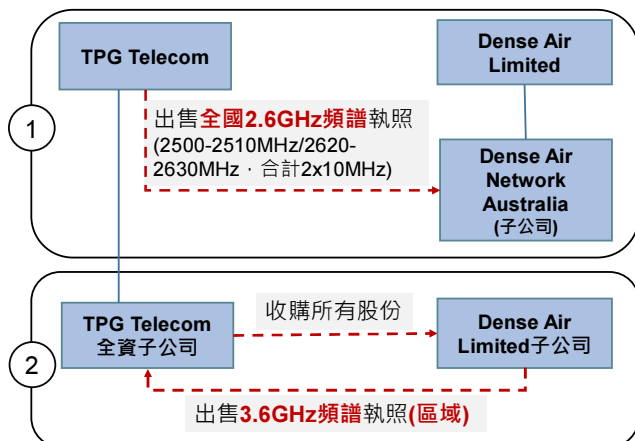
頻譜交易之准駁

- Ofcom根據「無線電頻譜交易規則」(The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2011) 進行評估，**初步認定本案頻譜交易不會引起競爭問題**，故於2021年8月10日核准交易內容。



澳洲頻譜交易案例

- 2021年8月2日TPG Telecom 與Dense Air Limited的子公司宣布達成**兩項獨立**的交易協議，尚待澳洲競爭及消費者委員會(ACCC)核准。
- **法源依據**：無線電通訊法(Radiocommunications Act 1992)第 85 條至第88條，並制定無線電通信頻譜執照交易規則(Trading Rules for Spectrum Licences Determination 2012)。

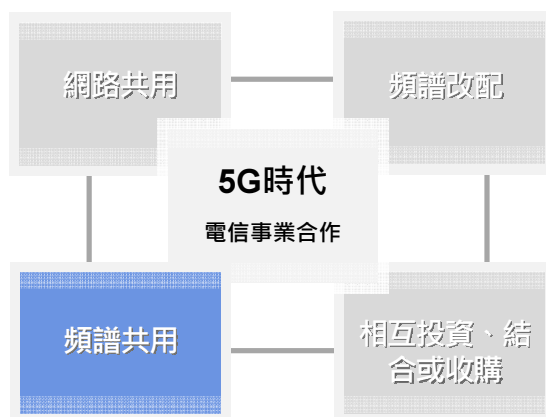


- **顯著增加取得頻寬**：TPG Telecom 在主要城市區域3.6GHz額外取得近50%之頻寬，有利其布建5G網路，達成人口涵蓋目標。
- **交易協議後續執行程序**：3.6GHz頻譜交易和2.6GHz頻譜交易協議必須同時完成，預計2021年9月完成。

TPG Telecom之3.6GHz頻譜持有量變化

城市	目前3.6GHz頻譜	交易後增加頻譜	交易後總頻譜
Adelaide	60 MHz	30 MHz	90 MHz
Brisbane	60 MHz	35 MHz	95 MHz
Canberra	60 MHz	35 MHz	95 MHz
Melbourne	60 MHz	5 MHz	65 MHz
Perth	60 MHz	35 MHz	95 MHz
Sydney	60 MHz	5 MHz	65 MHz

5G時代下電信事業合作態樣-頻譜共用(成立合資企業)



14

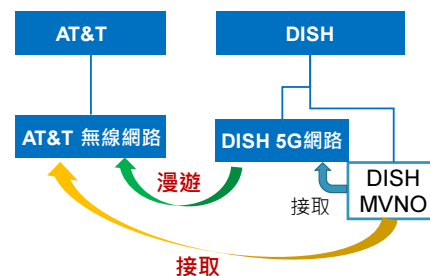
美國電信業者簽訂網路服務協議

- 美國電信事業DISH與AT&T於2021年7月19日宣布完成簽署為期十年之長期策略網路服務協議，使AT&T成為DISH MVNO客戶的主要網路服務合作夥伴，DISH將向AT&T支付10年50億美元之批發費用。

美國案例說明	
協議內容摘要	<ul style="list-style-type: none"> 協議內容： <ul style="list-style-type: none"> DISH的MVNO用戶，可接取AT&T的無線網路 AT&T的無線網路，向DISH提供中繼與漫遊服務，擴張DISH之5G網路 目的： <ul style="list-style-type: none"> DISH：擴展網路服務提供範圍，早日成為美國國內行動市場第四家全國型業者、及早於行動零售市場競爭、滿足用戶需求 AT&T：在部分區域市場得使用DISH的部分頻譜資源、增加AT&T投資光纖與無線網路基礎設施之效益
市場反應	<ul style="list-style-type: none"> 負面見解(不利競爭) <ul style="list-style-type: none"> DISH向AT&T支付批發費用，使T-Mobile將損失高達25億美元的批發收入* DISH之生存命脈掌握在AT&T手上 DISH之間置頻譜(700MHz、12GHz)由AT&T取得運用

網路服務協議(Network service agreement)

- 接取協議
- 漫遊協議



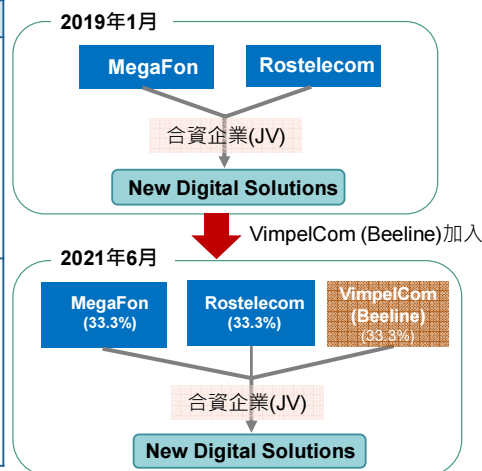
*2019年美國DOJ核准T-Mobile與 Sprint合併案，協議中DISH 將作為 MVNO 使用 T-Mobile 的網路長達七年。

15

俄羅斯電信事業成立5G合資企業

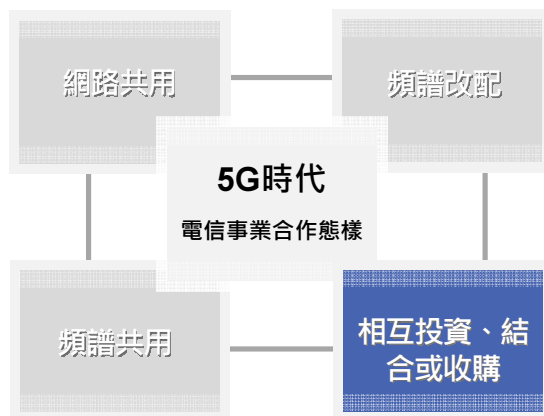
- 2019年電信事業MegaFon與Rostelecom成立合資企業New Digital Solutions，以解決頻率不足問題。2021年進一步擴大規模，由VimpelCom加入合資企業，以加速5G網路布建。

俄羅斯案例說明	
協議內容摘要	<ul style="list-style-type: none"> 簽訂協議：2021年俄羅斯電信事業 MegaFon、VimpelCom (Beeline) 和 Rostelecom 簽署協議，成立合資企業 New Digital Solutions，三家業者擁有同等股權(33.3%)。 目的：透過成立合資企業，驗證5G共頻共網之可行性。擬驗證之使用頻段包括 694MHz-790MHz、3.4GHz-3.8GHz、4.4GHz-4.99GHz 和 24.25GHz-29.5GHz等。
初步審查結果	<p>2021年5月12日俄羅斯聯邦反壟斷局(FAS)已初步同意，並要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> 無差別待遇：合資企業中的所有參與者有平等使用無線電頻率的權利 業者自行制定使用基礎設施和共同使用無線頻率的條件 為行動虛擬網路業者(MVNO)提供基礎設施



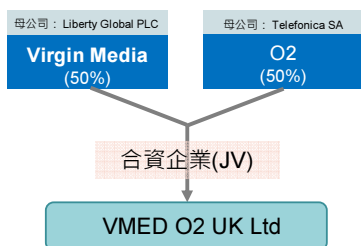
16

5G時代下電信事業合作態樣-相互投資、結合或收購



17

英國O2與Virgin Media合併案



合併協議內容摘要

- 簽訂協議：2020年5月7日，Telefónica SA和 Liberty Global PLC簽訂一項出資協議，共同控制新成立的合資企業 VMED O2 UK Ltd，各出資50%。
- 合資企業擬由雙方共同控制：股東協議規定，合資企業的董事會將有八名董事：Telefónica SA和 Liberty Global PLC各四名。
- 合資企業自主獨立管理：將獲得必要的資源(財務、人員和資產)，使其能夠獨立營運。

審查結果

- 英國競爭和市場管理局(CMA)於2021年5月20日公告，核准Liberty Global PLC旗下有線電視業者Virgin Media與Telefonica SA的行動業者O2合併案。
- 經過第二階段深入調查，判定合併案**不會對英國通訊市場有實質減損競爭 (SLC)**。評估項目如下：
 - 電路出租予MNO作為後傳網路之影響
 - MVNO接取行動批發服務協商能力

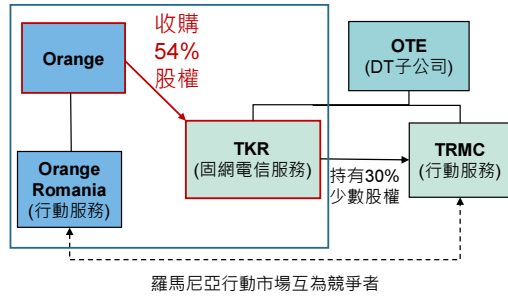
18

Orange收購羅馬尼亞TKR公司股權之案例

- 歐盟執委會於2021年7月28日根據歐盟合併條例有條件通過**Orange電信集團收購Telekom Romania Communications (TKR)**

➢ 附加條件為：收購後減持TKR少數持股Telekom Romania Mobile Communications (TRMC) 30%股權

羅馬尼亞案例說明	
協議內容摘要	• 簽訂協議：2021年6月，歐洲電信集團Orange與羅馬尼亞電信事業Telekom Romania Communications (TKR)達成協議，Orange將收購TKR公司54%股權。
初步調查	• 歐盟執委會調查認為，併購案可能對羅馬尼亞行動市場帶來顯著競爭影響，Orange若透過併購TKR掌握TRMC少數股權(30%)，將會降低Orange與TRMC相互競爭意願，同時Orange得以接取競爭者機敏性資訊，且阻斷TRMC的重要投資或被策略型買家收購。
審查結果	<ul style="list-style-type: none"> • 為解決執委會提出之競爭問題，Orange自行提議： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 出售少數持股：確保TKR將對於TRMC的少數持股30%減持，售出給OTE(控股公司) ➢ TKR與OTE完成撤資協議前，需由執委會批准OTE為合適購買者，且最終少數股權已轉讓給OTE，方進行Orange與TKR之收購案 • 經Orange自行承諾後，歐盟執委會才通過收購案



19

國際電信事業合作案例彙整表

合作態樣	國家	參與業者	受理機關	准駁與否	受理機關之考量因素 / 附款 / 理由
頻譜改配	英國	Vodafone與O2	英國通訊管理局(Ofcom)	准	認定頻譜交易不會引起競爭問題
	澳洲	TPG Telecom 與 Dense Air Limited	澳洲競爭和消費者委員會 (ACCC)	待核准	-
網路與頻譜合作	網路共用	韓國	SKT、KT與LG U+	-	減少城鄉接取5G網路落差，並節省網路布建成本
	網路服務協議	美國	AT&T與DISH	-	-
	頻譜共用	俄羅斯	MegaFon、VimpelCom 與 Rostelecom (成立合資企業)	初步同意	要求業者須： <ul style="list-style-type: none"> • 自行制定使用基礎設施和共同使用無線頻率的條件 • 為MVNO提供基礎設施
相互投資、結合或收購	英國	O2與Virgin Media (成立合資企業)	英國競爭及市場管理局(CMA)	准	評估項目： <ul style="list-style-type: none"> • 電路出租予MNO作為後傳網路之影響 • MVNO接取行動批發服務協商能力
	羅馬尼亞	Orange與TKR	歐盟執委會(EC)	有條件通過	出售少數持股：確保TKR將對於TRMC的少數持股30%減持，售出給OTE。

20

參、電信管理法下之電信事業資源合作規範分析與討論

21

電信事業合作模式可能涉及相關法規

- 電信管理法已賦予電信事相互投資、網路共用、頻率提供使用、共用與改配之法源依據，本研究針對頻譜資源合理分配進行研析。

合作型態	電信管理法法規摘要
相互投資	第26條 ：電信事業有讓與或受讓全部或主要部分營業或財產，或相互間合作，或相互間直接或間接投資他方有表決權之股份總數或資本總額達主管機關公告一定比率以上者，應向主管機關申請核准。 前項所謂一定比率以上者，經通傳會公告該比率限制訂為「3%以上」。
網路共用	第37條 ：設置使用電信資源之公眾電信網路
頻率提供使用	第58條第1項 ：電信事業經主管機關核准，提供其獲配頻率之一部予他電信事業。 關於電信業者申請頻率提供使用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。
頻率共用	第58條第3項 ：電信事業經主管機關核准，與他電信事業共用頻率。 關於電信業者申請頻率共用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。
頻率改配	第59條 ：電信業者將其獲配頻率之全部或一部，經主管機關核准改配他電信事業；同時訂定電信業者申請頻率改配應檢具之相關文件、准駁考量事項。

22

電信事業合作模式可能涉及相關法規

合作型態	電信管理法法規摘要
相互投資	<p>第26條：電信事業有讓與或受讓全部或主要部分營業或財產，或相互間合作，或相互間直接或間接投資他方有表決權之股份總數或資本總額達主管機關公告一定比率以上者，應向主管機關申請核准。</p> <p>前項所謂一定比率以上者，經通傳會公告該比率限制訂為「3%以上」。</p>
網路共用	<p>第37條：設置使用電信資源之公眾電信網路</p>
頻率提供使用	<p>第58條第1項：電信事業經主管機關核准，提供其獲配頻率之一部予他電信事業。</p> <p>關於電信業者申請頻率提供使用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。</p>
頻率共用	<p>第58條第3項：電信事業經主管機關核准，與他電信事業共用頻率。</p> <p>關於電信業者申請頻率共用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。</p>
頻率改配	<p>第59條：電信業者將其獲配頻率之全部或一部，經主管機關核准改配他電信事業；同時訂定電信業者申請頻率改配應檢具之相關文件、准駁考量事項。</p>

23

電信事業間之相互投資-資源合理分配之認定

電信管理法第26條

電信事業有下列情形之一者，其讓與或受讓全部或主要部分營業或財產，或相互間合併，或相互間直接或間接投資他方有表決權之股份總數或資本總額達主管機關公告一定比率(3%)以上者，應向主管機關申請核准：

一、除依第五十六條第一項第一款、第二款及第四款規定外，經主管機關核配無線電頻率。

二、於特定電信服務市場之占有率達四分之一以上。

電信事業間營業之讓與、受讓或合併，於特定電信服務市場之占有率達四分之一以上者，應向主管機關申請核准。

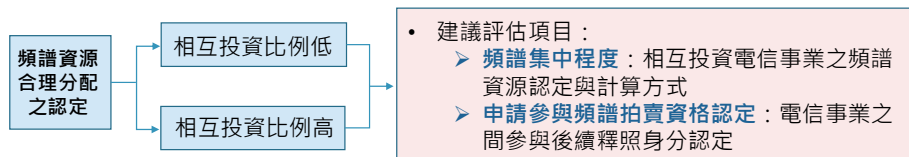
同一人或同一關係人取得符合第一項第一款或第二款之電信事業有表決權之股份總數達百分之十以上者，應向主管機關申請核准。

前項同一關係人之認定，準用公平交易法第十一條第五項之規定。

第一項及第二項特定電信服務市場之界定，依第二十七條規定辦理。

主管機關為第一項至第三項申請之准駁時，應考量下列因素，並得依職權附加附款：

一、資源合理分配。 二、有助於產業發展。 三、維護用戶權益。 四、維繫市場競爭。 五、國家安全。



24

國際競爭主管機關對於持股比例規範

持股比例規範型態	設定適當股權門檻	未設定明確股權門檻	是否具有實質影響、實質控制
代表國家/地區	歐盟、德國、奧地利、美國	丹麥、芬蘭、瑞典	英國
規範細節	<p>歐盟建議：</p> <ul style="list-style-type: none"> 當收購方持有被收購方$\geq 25\%$之股權：應進行市場競爭調查 安全港：收購方持有被收購方15%之股權，不會進行市場競爭調查(部分國家建議10%) <p>德國、奧地利：</p> <ul style="list-style-type: none"> 收購達25%之股權門檻時，即構成集中情形 <p>美國</p> <ul style="list-style-type: none"> 收購超過10%之股權門檻時，即應申報，主管機關介入調查 	以判定控制權的變化是否構成集中的情形，並設定年營業額門檻，應通知競爭主管機關。	<ul style="list-style-type: none"> 實質影響包含持股、董事會代表、其他因素等。 實質控制(de facto control)收購方能單方面決定被收購方之公司政策。 法律上的控制(a controlling interest)：通常指具有投票權之持股比例達50%，但一家企業同時受到兩個或多個主要股東控制的情況並不少見(合資企業)。因此，即使其他人擁有法律上的控制，重要的少數股東也可能被視為能夠對企業政策產生重大影響。

25

電信事業間之相互投資-頻率資源之認定

- 主管機關於頻譜拍賣時，針對電信事業間之持股比例，作為認定其參與拍賣之身分(同一申請人或聯合申請人)
- 頻譜持有期間所涉及之相互投資與資源認定問題：**本研究團隊聚焦於頻譜持有期間，電信事業出現相互投資行為時，應如何認定資源？
 - **方案一：**援引釋照時同一申請人(50%)之規範，橋接應用於頻譜持有期間
 - **方案二：**參考國際間檢視相互投資之門檻認定，設定股權比率檢視門檻(如歐盟建議為15%~25%即可能構成集中情形、德國則以25%為門檻)。此時建議主管機關應檢視雙方合作協議內容、董事會代表席次等，再評估電信事業持有頻譜資源之認定方式。
 - **方案三：**持股15%以上且具有實質控制能力，例如：具表決權之股東席次

方案	方案一：援引釋照規範	方案二：設定股權比率	方案三：具備實質控制能力
建議規範內容	<ul style="list-style-type: none"> 若一事業持有他事業股權比率達50%時(比照釋照時之同一申請人規範)，視為同一集團 	<ul style="list-style-type: none"> 若一事業持有他事業股權比率達一定比率(如歐盟建議為15%-25%)時，主管機關應檢視合作協議內容，再評估電信事業持有頻譜資源之認定方式 	<ul style="list-style-type: none"> 若一事業持有他事業股權比率達15%時，且被認定為具實質控制能力(如具表決權之股東席次)時，視為同一集團

26

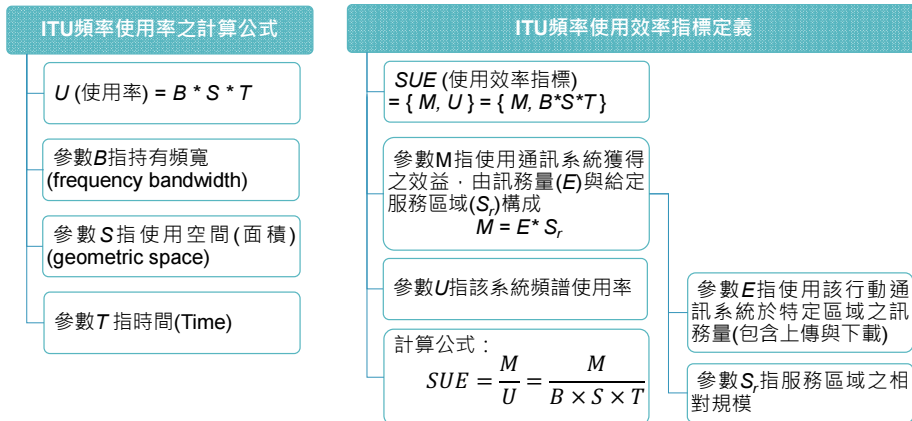
電信事業合作模式可能涉及相關法規

合作型態	電信管理法法規摘要
相互投資	第26條：電信事業有讓與或受讓全部或主要部分營業或財產，或相互間合作，或相互間直接或間接投資他方有表決權之股份總數或資本總額達主管機關公告一定比率以上者，應向主管機關申請核准。 前項所謂一定比率以上者，經通傳會公告該比率限制訂為「3%以上」。
網路共用	第37條：設置使用電信資源之公眾電信網路
頻率提供使用	第58條第1項：電信事業經主管機關核准，提供其獲配頻率之一部予他電信事業。 關於電信業者申請頻率提供使用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。探討「無線電頻率使用效率」
頻率共用	第58條第3項：電信事業經主管機關核准，與他電信事業共用頻率。 關於電信業者申請頻率共用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。探討「無線電頻率使用效率」
頻率改配	第59條：電信業者將其獲配頻率之全部或一部，經主管機關核准改配他電信事業；同時訂定電信業者申請頻率改配應檢具之相關文件、准駁考量事項。

27

頻率效率使用之分析指標

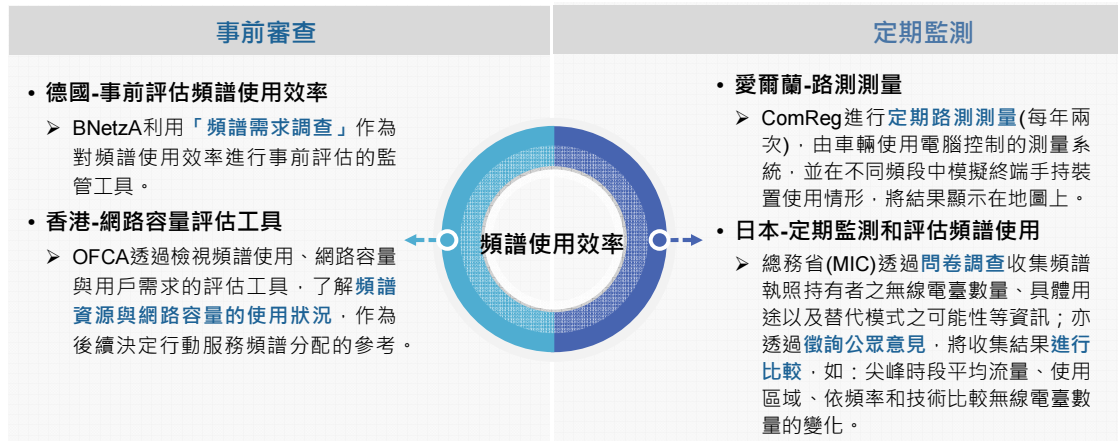
- 電信管理法以增進頻率使用效率為核心，主管機關於准駁電信事業頻譜運用申請時，將考量頻率使用率之確保，由於現階段國內尚無針對頻率使用效率訂定相關評估指標，故本研究參考國際電信聯合會2017年公告建議（Recommendation ITU-R SM.1046-3），研議頻率使用效率分析指標。



28

國際電信主管機關評估頻譜使用效率的方式

- 各國主管機關沒有使用統一標準(方法)來評估頻譜使用效率，有採用「事前審查」或「定期監測」方式，以確保公平和有效使用無線電頻率。



29

頻譜使用效率之建議

- 針對主管機關審查頻譜共用或提供使用，考量頻譜使用效率時，本研究建議可設定參考指標並比照國際措施辦理

109年專家座談會*之綜合意見

- 頻譜運用之核心目標在於提升頻譜使用效率與提升使用者服務品質。
 - 提升頻譜使用效率之可參考指標有二：一為頻譜效率提高程度(Bit/s/Hz)；二為頻譜有沒有被充分使用(如頻寬、使用時間)。
 - 提升使用者服務品質而言，頻譜效率提高帶來流量增加，以及更佳之訊號涵蓋。然而，實務上頻譜共用可能產生之效果著重於降低成本、提升競爭力、獲利增加。
- 頻譜使用效率認定方式因行動通訊技術更迭而不易操作，如4G時代以用戶數計算頻譜使用效率，而5G時代之應用場景已大不相同，在技術上難以處理。

國際主管機關之措施

- 觀察國際上主管機關通常採用多種措施以提高頻譜使用效率，如透過事前審查與定期監測等方式辦理。
- 對於網路效能和服務品質的測量項目建議如下：
 - 數據吞吐量(不同技術與位置的下載、上傳數值)
 - 網路布建涵蓋人口和地理服務範圍
 - 不成功或斷線的比例，包含通話、SMS訊息、連網登入、數據丟失和數據傳輸等

*109年12月10日舉辦之「電信管理法下頻譜運用之影響評估架構座談會」

30

電信事業合作模式可能涉及相關法規

合作型態	電信管理法法規摘要
相互投資	第26條：電信事業有讓與或受讓全部或主要部分營業或財產，或相互間合作，或相互間直接或間接投資他方有表決權之股份總數或資本總額達主管機關公告一定比率以上者，應向主管機關申請核准。 前項所謂一定比率以上者，經通傳會公告該比率限制訂為「3%以上」。
網路共用	第37條：設置使用電信資源之公眾電信網路
頻率提供使用	第58條第1項：電信事業經主管機關核准，提供其獲配頻率之一部予他電信事業。 關於電信業者申請頻率提供使用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。
頻率共用	第58條第3項：電信事業經主管機關核准，與他電信事業共用頻率。 關於電信業者申請頻率共用應檢具之相關文件、准駁綜合考量因素等事項，訂定於「無線電頻率使用管理辦法」第18至第20條中。
頻率改配	第59條：電信業者將其獲配頻率之全部或一部，經主管機關核准改配他電信事業；同時訂定電信業者申請頻率改配應檢具之相關文件、准駁考量事項。

我國頻譜改配法規依據

電信管理法(\$59)	<p>電信事業以拍賣或公開招標方式取得主管機關核准使用無線電頻率者，得檢具下列文件，將其獲配無線電頻率之全部或一部，向主管機關申請核准改配他電信事業使用：</p> <p>一、頻率使用權移轉申請書。 二、轉讓協議書。 三、受讓人之使用計畫。 四、協議雙方變更後之網路設置計畫及營運計畫 五、干擾處理。 六、其他經主管機關指定事項。</p> <p>主管機關為前條及前項之准駁時，應考量下列事項，並得附加附款：</p> <p>一、使用者之資格。 二、無線電頻率使用效率之確保。 三、無線電頻率用途及履行義務。 四、市場公平競爭。 五、無線電頻率使用效期。 六、無線電頻率干擾情形。 七、國家安全。</p> <p>第一項協議雙方之電信事業所設置之公眾電信網路應重新檢具自評報告向主管機關申請審驗，經主管機關審驗合格後，始得使用。</p> <p>依第一項規定取得主管機關核准使用無線電頻率者，申請將其獲配無線電頻率之全部或一部，改配他電信事業使用時，適用前三項規定。</p>	<p>電信事業申請改配時之檢具文件</p> <p>電信事業申請改配時之准駁考量要素</p>
無線電頻率使用管理辦法(\$23)	<p>電信事業申請頻率改配，應依本法第五十九條規定辦理。</p> <p>前項申請經核准後，電信事業應檢具下列文件向主管機關申請核發或變更頻率使用證明：</p> <p>一、申請書。 二、經主管機關核准變更之網路設置計畫及營運計畫之核准函。</p> <p>電信事業依前項核發或變更頻率使用證明，其有效期間依原核定之期間。</p>	

我國頻譜提供使用/共用與頻譜改配之相關規範比較

	頻率提供使用 / 共用	頻率改配
定義名詞	<p>電信管理法§58 :</p> <p>§58 I : 獲配頻率之一部提供予他電信事業使用</p> <p>§58 III : 獲配無線電頻率之電信事業擬與他電信事業共用該無線電頻率</p>	<p>電信管理法§59 :</p> <p>§59 I : 獲配無線電頻率之全部或一部改配他電信事業使用</p>
遞交文件	<p>無線電頻率使用管理辦法§18 I :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.申請書 2.協議書 3.頻率使用規劃 4.網路設置計畫及營運計畫之變更說明 5.經核配無線電頻率之應履行義務說明 6.對於本辦法第19條、第20條考量事項之說明 7.頻率干擾評估及說明 8.資通安全維護計畫變更時之變更說明 9.其他經主管機關指定事項 	<p>電信管理法§59 I :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.申請書 2.協議書 3.受讓人之使用計畫 4.協議雙方變更後之網路設置計畫及營運計畫 5.干擾處理 6.其他經主管機關指定事項
准駁考量因素	<p>無線電頻率使用管理辦法§19、20 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 無線電頻率使用效率之確保 • 無線電頻率用途及履行義務 • 市場公平競爭影響 • 消費者權益影響 • 供給及承用人營運違規紀錄 • 無線電頻率干擾情形 • 申請用途促進新興技術或服務發展 • 國家安全 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>市場占有率及集中程度之變化 從事價格或服務競爭之可能性 促進網路設置與技術升級之可能性 形成市場進入障礙之可能性 其他可能影響市場競爭之因素</p> <p>整體服務品質提升之可能性 促進服務互通之可能性 增進用戶多元選擇服務之可能性 其他可能影響消費者權益之因素</p> </div>	<p>電信管理法§59 II :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 使用者之資格 • 無線電頻率使用效率之確保 • 無線電頻率用途及履行義務 • 市場公平競爭 • 無線電頻率使用效期 • 無線電頻率干擾情形 • 國家安全

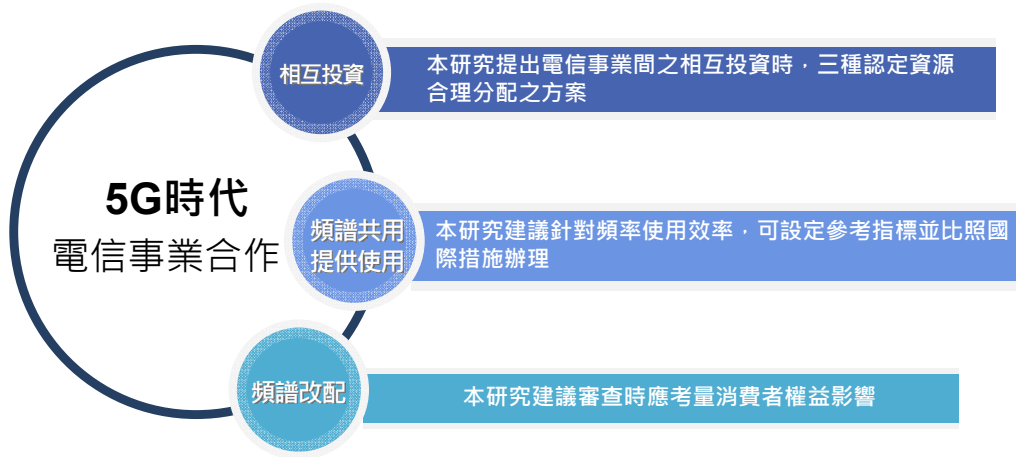
33

我國頻率改配之規範探討

現況與問題	<ul style="list-style-type: none"> • 由前頁比較表得知，頻率提供使用/共用之詳細規範(遞交文件、准駁考量因素)訂於無線電頻率使用管理辦法(子法)，而頻率改配之詳細規範訂於電信管理法(母法)。 • 電信事業申請頻率改配，主管機關准駁考量因素較著重於頻譜管理方面。 • 假設情境：法規中明訂，電信事業可將獲配之頻譜全部或一部轉讓予他電信事業使用，若發生較極端的情形，電信事業將獲配頻段之頻譜全部轉讓予他業者，可能會產生頻譜過度集中或是否影響消費者使用權益等問題。惟，目前法規中並未明確將消費者權益列為考量事項中，可進一步做討論。
研究團隊研析	<ul style="list-style-type: none"> • 有關「消費者權益影響」，雖法規無明確規範，建議主管機關可列為「其他經主管機關指定事項」或要求電信事業應於營運計畫書內載明清楚，例如：服務提供之可使用頻寬變少，對消費者可能帶來之影響評估、提升服務品質之作法、揭露消費者權益相關資訊之作法、消費爭議處理說明等。

34

5G時代下電信事業合作態樣 - 本研究建議



35

肆、討論議題

36

討論議題一 - 5G時代下電信事業合作態樣與監管重點

議題	討論內容
1-1	5G時代各式創新應用之蓬勃發展，帶來訊務量之大幅成長，也驅動電信事業因應市場需求而進行頻譜資源合作，以加速網路涵蓋與提升用戶服務品質，並解決網路布建成本高漲帶來資本支出之壓力。建議主管機關應如何回應5G時代之產業需求？
1-2	電信事業資源合作態樣多元，有網路共用、頻譜共用或改配，甚至擴及成立合資企業或收購，影響行動通訊市場結構與資源分配之合理性。建議主管機關對於5G時代下電信事業頻譜資源合作之管理思維應考量之重點為何？
1-3	國際間對於頻率資源合作案例或主管機關之准駁規範或附加附款等作法，有無可做為我國頻率資源合作規範之參考，並建議主管機關應如何檢視其合作深度並設計對應之審查考量因素？

37

討論議題二 - 我國電信管理法架構下對於電信事業頻率資源合作規範探討

議題	討論內容
2-1	電信事業間之相互投資： 電信管理法第26條規範電信事業涉及相互投資與結合時，其准駁考量因素之一為資源合理分配，請問對於資源合理分配之認定方式有無建議？
2-2	電信事業間之頻率提供使用或共用： 目前電信管理法第58條第1項與第3項，以及無線電頻率使用管理辦法第19條，規範電信事業提出頻率提供使用或共用之申請時，主管機關應確保無線電頻譜使用效率，請問認定無線電頻率使用效率之合宜方式應具備哪些項目？
2-3	電信事業間之頻率改配： 目前電信管理法第59條第2項臚列主管機關准駁電信事業申請頻率改配時之考量事項，相較於頻率提供使用或共用，頻率改配申請之准駁事項並未納入「消費者權益影響」，請問是否應將「消費者權益影響」列入「其他經主管機關指定事項」或要求電信事業應於營運計畫書內載明清楚？

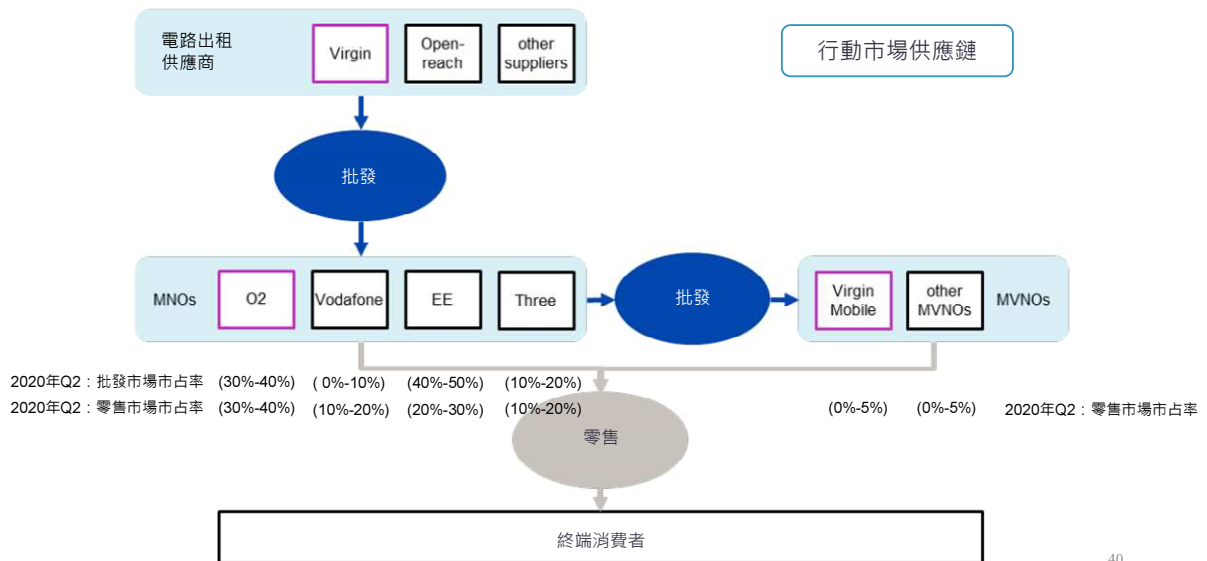
38

感謝聆聽，敬請指教



39

附錄、英國O2與Virgin Media合併案時之市場結構



40

附錄、行動寬頻業務管理規則

第9條

同一申請人不得申請二件以上之本業務申請案。

不同申請人間有下列情形之一者，視為同一申請人：

- 一、申請人持有他申請人有表決權之股份或出資額超過他申請人已發行有表決權之股份總數或資本總額半數以上。
- 二、申請人與他申請人之董事有半數以上相同。
- 三、申請人與他申請人之已發行有表決權之股份總數或資本總額有半數以上為相同之股東持有或出資。
- 四、不同申請人同時為第三人之從屬公司。
- 五、不同申請人之控制公司間有控制從屬關係。
- 六、依本法第十五條第三款應向本會申請核准之合併。

前項第四款及第五款所稱之控制從屬關係，係指各款當事人間有前項第一款、第二款或第三款之關係者。

第二項股權計算方式依公司法第三百六十九條之十一規定辦理。

申請人之股東同時持有他申請人之股份，該股東除於其中一申請人之持有股份比例不受限制外，於其餘申請人之持有股份比例，均不得超過百分之十五。

第一項及第五項規定於申請人得標後完成下列事項前，亦適用之：

- 一、取得本業務特許執照。
- 二、該次得標有任一頻段依第四十七條第一項規定取得系統技術審驗合格證明。
- 三、符合本業務第六十六條之高速基地臺建設規定。

申請第七條第一項第一款特許執照者，不適用前項第三款之規定。

第一項、第二項、第五項及第六項之同一申請人指於同一年度申請經營本業務者。

41

附錄、行動寬頻業務管理規則

第10條

不同申請人間有下列情形之一者，視為聯合申請人：

- 一、一申請人持有他申請人之股份達該申請人資本總額百分之十五以上。
- 二、相同股東群持有不同申請人之股份達各該申請人資本總額三分之一以上。

前項股權計算方式依公司法第三百六十九條之十一規定辦理。

聯合申請人應於主管機關指定期間內協調其中之一申請人為符合資格之申請人；其無法完成協調者，依主管機關指定之時間、地點，以抽籤方式定其符合資格之申請人。

前項經協調或抽籤後判定為不符合資格之申請人，及未參與抽籤者均視為撤回其申請；其審查費及其利息不予發還，押標金無息發還之。

第一項規定於申請人得標後完成下列事項前，亦適用之：

- 一、取得本業務特許執照。
- 二、該次得標之任一頻段依第四十七條第一項規定取得系統技術審驗合格證明。
- 三、符合本業務第六十六條之高速基地臺建設規定。

申請第七條第一項第一款特許執照者，不適用前項第三款之規定。

第一項、第三項及第五項之聯合申請人指於同一年度申請經營本業務者。

42

附錄五 電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之影響 評估座談會會議紀錄

貳、時間：2021 年 12 月 7 日（星期二）下午 2 時

貳、地點：集思交通部會議中心 201 會議室（臺北市杭州南路一段
24 號 2 樓）

參、主持人：巫國豪資深經理

紀錄：TTC

肆、出席單位及人員：（詳如簽到單）

伍、主持人致詞：（略）

柒、綜合討論摘要：

議題 1：電信事業合作之計量經濟實證結果分析探討

議題 1-1：本研究實證成果顯示，過往認知行動通訊業者家數多寡對
網路涵蓋之影響程度，實際上並不顯著，故主管機關可聚
焦於推動 5G 網路布建速度。請問，您認為應如何推動或
設計激勵 5G 網路布建之相關措施或規範？

一、劉崇堅教授：引用立法院、美國商會與歐洲商會之相關建議，以
下幾點或可供主管機關納入未來施政規劃之參考。

（一）降低通傳產業基礎建設布建障礙

1. 設立跨中央與地方政府的協調機構作法，以單一協調窗口，
搭配全國明確且一致的申請程序與收費標準，方能快速且有
效的解決 5G 網路建設的障礙。
2. 以設立 KPI 並逐年提升之方式，促進公有建物與公共施設
開放設置 5G 設備之比例，排除各項困難以增加 5G 的涵蓋
率。

（二）強化對電信產業的輔導獎勵機制

1. 即將成立的數位發展部，應盡速建立輔導、獎勵機制。
2. 編列預算至少應等同於科發基金專案之預算數額。

（三）獎勵與創新相關法規體制之調整-整備數位創新環境

1. 修訂「產業創新條例」及其子法，延長可申請投資抵減優惠時間至 10 年，以及提高可申請投資抵減稅額至 100 億元，增加業者發展創新應用服務之意願。
2. 修訂「促進民間參與公共建設法」及「獎勵民間參與交通建設條例」等規定，納入電信事業得享稅賦減免與融資之優惠。
3. 修訂「電業法」及相關法規，納入投入與公共建設、具公益性質、及弱勢團體相關計畫標案之電信事業，得享電費半價優惠或電費補貼，擴散數位匯流之效益。
4. 減收 4G 頻率使用費與免收 5G 頻率使用費，降低業者投資成本，增加業者投資創新應用服務之空間。

(四) 通訊傳播法規與管理機制之調整-維護通信市場公平競爭環境

1. 國外 B5G、低軌衛星、6G 相關業者來台提供服務，應落地依相關法規，向主管機關申請證照，並應符合本國與國安、資安、通訊監察、消保等相關要求，始得提供服務。
2. 專頻專網應依相關法規向主管機關申請證照，並應符合國安、資安、通訊監察、等價規費等相關要求，始得提供服務。
3. 不同主管機關間對同一人民申請的案件，應本於職權互相協調與尊重，主動與具效率的審理同一案件，減少申請人的時間及作業成本。

二、郭文忠教授：簡報第 28 頁，有關我國激勵 5G 網路布建之相關措施，我國 5G 建設應該在全球排名前三名，也因為首波 5G 頻譜標金價格較高的關係，使得政府有充足的預算鼓勵業者建設。若需要加強則是在偏鄉 5G 網路布建，可以參考韓國電信事業共同布建基地臺之方式。

三、**林孟楠教授**：簡報第 28 頁，「本研究實證成果顯示，過往認知行動通訊業者家數多寡對網路涵蓋之影響程度，實際上不顯著」。事實上，各國無論電信事業家數多寡，對於政策上所規範之網路涵蓋都必須達成，例如：法國 2018 年網路涵蓋須達成 90%；英國 Ofcom 要求網路涵蓋須達成 95%（簡報第 16 頁：英國網路共用，是多家公司協力的作法），由政府推動且給予競標價金折扣以幫助達成涵蓋率。因此網路涵蓋與業者家數無正向關係，也就是說無論家數多寡，政府都會於政策面上推動達標。建議我國可參考英國與法國之作法，在拍賣頻譜之前公開資訊（即透明化），如：制定網路涵蓋率與競標價金折扣，有助於達成網路涵蓋率。

議題 1-2：5G 特性與所需頻寬息息相關，6 GHz 以下之頻率資源供給為影響網路速率之主要因素，主管機關應如何達成兼顧確保競爭及允許電信事業共用頻譜資源間之平衡？

一、劉崇堅教授：

- (一) 目前體制下，電信事業申請共用頻譜，必須同時取得目的事業主管機關通傳會與競爭主管機關公平會之同意。就目前已裁處案件觀之，其准、駁，似皆已兼顧「提升頻譜資源有效利用與維護市場競爭」之考量。
- (二) 電信管理法立法之目的之一，係為進一步解除管制，促進競爭。降低市場進入門檻，打破以資本額，及網路建置規模來劃分型態的模式，期能營造自由創新與公平競爭的產業環境。基於中低頻段頻率資源之有限性，與 5G 之技術特性，電信事業共用頻譜資源為自然合理的策略選擇。因此，在目前電信管理法允許頻率共用的情況下，除了電信事業之間以頻譜資源共用形成市場不公平競爭時，方有介入監理之必要，相關案件之審理，亦應依法依循先例及其附負擔條件辦理。
為避免頻率資源過度集中，電信事業共用頻譜資源應符合

「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條之規定。

- (三) 我國目前行動通信服務市場中提供服務之業者數，高於先進國家 3 至 4 家之平均數量。為促進頻率資源充分利用、減少不必要網路建設、引導產業正常競爭及發展，對頻率資源之規劃內容，似可考量建立輔導、獎勵之退場機制，例如訂定退還一定比例標金給提早繳回頻率業者之機制，來促進頻率使用效能。
- (四) 為確保競爭公平性，應將所有競爭業者置於相同的競爭條件上，除避免頻譜資源共用影響市場競爭外，其他影響立足點公平的因素亦應一併納入考量，包括，電信自由化政策下的剩餘獨占 (residual monopoly) 力量。其中，我國政府長期持有相當股份的公司，以特殊歷史因素，得以相當低之成本持有大量政府昔日興建之基礎建設 (例如，建築物、市內電話網路、電信交接箱等相關設備)，使其營運成本遠低於其他業者。這對所有其他業者形成普遍性的不公平競爭。政府實宜參考先進各國的處理方式，積極處理，以維護並促進市場進一步的公平競爭。

過去電信法時代，為防止市內電話網路持有業者以市話與行動電話通話資費之差異化，在行動通信市場進行不公平競爭，而在「電信事業網路互連管理辦法」中，訂定通信費處理原則，促成國內行動通信市場在公平的競爭下，蓬勃發展。5G 之後，固定網路 (特別是市內網路) 之持有與否，對於行動業者之間的競爭將會有相當深遠的影響。

議題 1-3：4G 服務面向與 5G 應用場景大不相同，本研究實證則主要奠基於過往國際 4G 服務市場案例，對於將實證成果應用於 5G 之看法與建議？

一、劉崇堅教授：

- (一) 4G 與 5G 無論在技術、成本、應用、服務，以及各項營運態樣，差異皆甚大。在未經妥適評估之前，如直接引用昔日經驗並套用至 5G，則存在各個面向相當程度的風險。
- (二) 建議主管機關，全面評估跨國新興數位服務與低軌衛星等新興技術對於國內既有電信市場的影響，包括水平競爭與垂直互補關係。依據此等影響評估，政府宜儘速建立新的輔導獎勵制度，協助既有電信事業面對跨境與跨業的衝擊；另為必要的法規體制調整，以建立公平合理的競爭環境；另落實電信管理法立法精神，降低監理程度及促進資源共用，鼓勵電信事業之間的合作。

二、林孟楠教授：4G 與 5G 差異的應用場景，目前看來實際上可能不大，要到 6G 會更加清楚。個人推測未來網路將朝向客製化發展。例如，專用電信逐漸於各國發展，像是智慧工廠、智慧教育，允許自己建設網路來使用，且可以連接公網，甚至出現以提供專用電信營運為內容的地區性電信事業。為了反映出客製化趨勢之要求，我國目前也正在推動 5G 專頻專網，未來競爭上考量可能會有以客製化為訴求的電信市場及新進業者，值得注意。

其他建議：

一、郭文忠教授：

- (一) 有關計量經濟實證模型的變數，簡報第 7 頁，4G 下載速率我國是 35.4Mbps，應該不會低於 OECD 國家的平均值 (37.6Mbps)，應再確認數值。
- (二) 有關計量經濟實證模型的研究結果，簡報第 8 頁，研究團隊是使用 MNO 家數變化當作一個重要的解釋變數來討論零售價格、網路涵蓋及速率等，除了利用迴歸式子來看是否具有影響外，更重要的是 marginal effect，假設從 5 家變 4 家或

3 家 MNO 的情境下，對於網路涵蓋率、零售價格有什麼影響、數值大小或對價格漲或跌，會比僅單純看有沒有影響更有趣、更能做為參考，並可推算出具體數值。

- (三) 簡報第 9 頁，人均 GDP 對於資費影響是負的，不太好解釋，有可能是變數之間有相關性。在做研究時為了確保模型結果的可信度，可以考慮做 4 至 6 個模型，分別加入不同變數，不要一次將變數全部放入，因為變數與變數之間可能有自我相關性，建議先放幾個重要的變數，再陸續放入其他變數，以確認模型中解釋變數與被解釋變數的關係。
- (四) 簡報第 10 頁，經營者結合會使低資費價格上漲，但上漲幅度會被 MNO 家數所抵銷，在語法上不太能理解，應再加以說明。另外，同一頁簡報提到「對網路涵蓋影響的方向取決於模型中是否納入時間趨勢」，網路涵蓋一定要納入時間趨勢。
- (五) 對於共用的議題，國際上跟過往 NCC 的政策類似，NCC 過去幾年對於偏鄉共用採取比較開放的模式。由於有合理的國際執行的道理及經濟上在偏鄉建置上沒有那麼好的規模經濟，所以我國開放 3G 偏鄉共用，從韓國 5G 偏鄉共用的例子來看很合理，韓國對於偏遠地區開放比我國範圍還要小。
- (六) 簡報第 16 頁，我國共同成立合資企業，在執行上問題比較多，反而是韓國的型態，獨立建基地臺各自分享的方式比較適合臺灣，同樣在頻譜合作時，以成立合資的方式會對我國產生一些困擾。先前在 5G 競標頻譜時，業者有提過成立合資企業，但考量有窒礙難行之處。

二、江耀國教授：

(一) 量化研究結果存在矛盾之處：

1. 簡報第 9 頁之模型設定 1，研究發現指出有新的經營者進入

市場會使中、高資費下降，但下降幅度會被 MNO 家數增加所抵消，此處尚屬合理。但經營者結合會使低資費上漲，但會被 MNO 家數增加所抵消，整體而言低資費微幅下跌 0.07 美元，惟 0.07 美元的影響微乎其微，這樣還算顯著嗎？另外，HHI 值與 MNO 家數呈反向關係，模型設定 3 實證結果 HHI 值對價格水準沒有影響，何以 MNO 家數存在影響？

2. 簡報第 13 頁提及市場競爭對零售價格的影響「當 MNO 家數減少時，零售價格略有下跌；當 MNO 家數增加時，零售價格下跌幅度較大」。此結果亦存在矛盾之處。

(二) 實證結果顯示 MNO 家數與消費者成效之影響並不顯著，推測原因可能是電信市場之特性，家數的變動僅 5 家變 4 家或 4 家變 3 家，變化程度小，故若欲分析對後端的消費者成效之影響，結果必不顯著。

(三) MNO 家數增加或減少對零售市場價格之影響，可能還存在廠商之商業策略。根據鯰魚理論，即一池的魚會受到鯰魚的干擾而被迫降價，惟其他國家扮演鯰魚者通常為小業者，我國卻是市占率最高之業者，率先提出 499 元吃到飽方案，其原因之一即為廠商之策略性行為。

三、王立達教授：

(一) 實證研究部分，如果暫時接受這樣的結果。人均 GDP 增加代表需求增加，願意付出更多費用在行動通訊。需求增加反而價格增加，也顯示原本成本高、利潤少。

(二) 另外，人均 GDP 增加可能隱含銷量增加，銷量增幅可抵銷價格下降造成的減損，量的增加不只用戶數增加，用量也增加，抵銷價格下降造成的減少，以上是可能的情境探討。需求增加、成本下降對價格下降有幫助，人口密度也與成本下降有關，可提升網路布建的效率。

- (三) 成本下降、需求增加對競爭測量為更主要的原因，總結而言，單位成本為主要因素。但有降價意願不代表競爭足夠，競爭因素的真正作用可能隱而不顯。
- (四) 從實證結果而言，另一方面政府可增加需求，鼓勵上網用量增加。行動應用的豐富程度似乎有推動空間。

四、戴豪君教授：

- (一) 建議研究團隊在探討行動市場之最適 MNO 家數時，應注意是否存在外溢效果 (Spillover Effect)？假設市場上已經知道主管機關要朝向三大業者的結構，那麼小業者可能就沒有談判空間，這是在資本市場上會面臨的挑戰。
- (二) HHI 值與市場 MNO 家數成反比。HHI 值變動 100 的差異，在高度集中市場與低度集中市場的效果是不一樣的，用定量去說明可能之影響，應特別注意。
- (三) 有關網路共用，韓國的模式比較符合我國。過去台灣也有成立合資企業 (JV) 之案例，但並未發生在電信產業，例如：財金公司 (過去稱為金資中心) 將所有銀行的 EDI 之帳戶交換，委託給共同一家公司管理，並由所有銀行持股；另一個就是關貿網路通關自動化。

議題 2：精進頻譜運用影響評估框架相關建議

議題 2-1：對於研究團隊所提出精進後之頻譜運用影響評估框架及相關步驟，有無修正建議？

一、劉崇堅教授：

- (一) 目前共用頻率申請須符合電信管理法及相關子法之規定、且需符合通傳會、公平會之審核程序，審理密度已相當高。研究單位擬定「頻譜運用影響評估框架」與現行法規體制及審

查流程之間，有何相輔相成的關係，建議研究團隊進一步說明。

- (二) 評估框架之步驟 3 (考量因素) 與步驟 4 (考量基準) 中，分別列入「實際可使用頻寬上限」與「頻譜持有量分配情形」之項目。實務上，若電信事業雖共用頻率但仍為各自獨立經營之公司，則仍應視為不同的事業，似無頻率所有權集中之疑慮。反之，若為頻譜轉讓，造成單一業者持有過多之頻率資源，方有評估頻率集中度之必要。
- (三) 舉例而言，目前之行動通信市場上，業者之間處於競爭關係，若某業者已持有接近上限之頻率資源，現基於創新因素，以致業務量大增，需使用更大頻寬之頻率，來提供消費者更為價廉物美的服務。此時，如若其他競爭業者同意共用頻率，則主管機關是否對原先已持有接近上限頻寬之業者，以其實際可使用頻寬超越上限，而做不同的考量？
- (四) 研究團隊制定的框架與日本等國家之流程相當類似，應是已做相當程度的文獻回顧與整理。只是，各國之電信市場之間存在相當的差異，多少都存在不同類型、不同程度的不公平競爭。研究團隊是否考慮就此等部分另加說明。
- (五) 研究團隊制定的框架步驟，似仍以行動寬頻的角度來建構。為使框架具有前瞻思維，新興異質網路融合、新興數位服務、低軌衛星等新通信技術因素等，亦應於未來納入考量。

二、郭文忠教授：簡報第 19 頁，法規上「無線電頻率使用管理辦法」第 19 條是各個型態寫出來、第 20 條是對於市場公平在做詳細敘明，研究團隊提出之分類方式與第 19、20 條不太相同，建議採用法規方式來做歸類，或提出具體修法建議，例如：步驟 4 在服務層第 20 條有敘明加上第 19 條一部分內容，實際上指標應視個案動態調整，在研究報告論述時，建議回到國際或國內案例

檢視第 19、20 條執行上有哪些指標是較受重視或不足的部分，給予具體的建議。

三、江耀國教授：

- (一) 實證研究之結果與評估框架設計的連結似乎不甚符合。例如簡報第 12 頁研究限制第 2 點提及量化研究無法解釋網路共用，因為缺少相關數據，且網路共用不會使業者家數減少。然而，簡報後段的評估框架重點在於頻率共用與合資企業，皆無法反映至量化的數據上，因為頻率共用不會使業者家數減少，合資企業則視情況而定。
- (二) 簡報第 19 頁步驟 2 依層級劃分，「電信服務市場」只會存在服務層，頻譜層與網路層僅為技術傳輸的考量要素，故研究團隊所提之步驟 2 實屬合理。惟，簡報第 17 頁合作案例之頻譜共用將批發市場聯合定價風險納入網路層時，應放置於服務層。
- (三) 簡報第 20 頁之國內個案中遠傳電信將其 2.6GHz 頻段與亞太電信之 700MHz 進行頻率交換，因為業者將較不具效率之頻段透過交易而使頻譜使用效率提升，在未影響頻譜持有總數的情況下，對頻譜層、網路層與服務層之影響皆不大，主管機關可樂見其成。有關簡報第 20 頁之中華電信與亞太電信合作案。我國已於今年 9 月通過無線電頻率使用管理辦法部分條文修正案，允許 2100MHz 頻段限用於電路交換之行動語音服務共用頻率，故應無其他疑義。有關 900MHz 頻段之轉讓，將使中華電信超過法定頻譜持有上限，若許可轉讓，但因幅度不大，建議主管機關詳加說明理由。

四、王立達教授：

- (一) 頻率使用效率是指「誰」的頻率使用效率變高，合作或結合

案例相對易懂，但若是轉讓是指誰的頻率使用效率？似乎有不清楚之處，很難說是交易雙方都提升使用效率，是否指整個社會、而非單一業者？

- (二) 對於結合案的審查，擔心可能會見樹不見林，過快進入各項目審查，應先瞭解結合在整體層面的影響。透過結合是否造成獨立性消失？因為結合可能為部分結合，或是既競爭又合作，因此必須看整個合作案內容的獨立性存在多少？但這部分本計畫似乎沒有任何既有指標可以呈現。

五、戴豪君教授：

- (一) 評估框架中，「營運違規紀錄」為何要納入考量基準中，業者可能是程序尚未符合主管機關之規定，並不影響對消費者權益或影響競爭，是否有一事兩罰的問題？可能與服務層沒有關係，是否有必要放入營運違規紀錄，須再考量。
- (二) 消費者權益之定義，是 QoS 還是費率，因為這是很大的觀念，到底是價格低品質不好還是品質好又要價格低，須進一步說明。

六、林孟楠教授：

- (一) 簡報第 19 與 21 頁，考量層級區分為頻譜層、網路層與服務層來探討。個人對於網路層之單獨成立，存在疑慮。例如步驟 3 涵蓋義務在拍賣頻譜時，其實已有規範。而網路管控能力及資安，也是可放在營運管理、服務管理或消費者保護中處理。因此，單獨把網路層拉出來的意義為何？個人認為比較有可能的理由是因為研究團隊發現（簡報第 16 頁），英國網路共用成立單獨 JV 或韓國業者獨立自建 5G 核心網路，以上兩個國家的制度中，把網路層單獨拉出來考量，有其道理，但在我國實務上有可能達成嗎？

(二) 我國電信管理法第四章名為電信網路之管理，網路與服務密切結合，制度上很難把網路層從服務層中單獨切出來處理，這是個人從法規面提出的疑問。另外，頻譜層、營運層都有競爭問題。頻率使用競爭上，各國都有共同趨勢，設定一定的頻譜持有上限。我國也是高頻段上限為 2/5，其餘頻段上限為 1/3，所以頻譜層有競爭考量的特殊意涵。至於服務層也有考量市場占有率之集中程度。不過 NCC 在頻譜層以 1/3 為頻率持有上限基準，但是在服務層的市場主導者占有率卻是 40%。個人認為，頻譜層既然以 1/3 鎖死，頻譜又是行動通訊業者的營運必要資本，服務層就很難達到 40%。至於網路層有無競爭的可能，目前是沒有。但如同研究團隊點出網路容量可以納入考量基準，像是成立 JV 的話，5G 未來發展有開放式或虛擬無線網路，未來發展上不同設備互聯關聯性越高網路開放是越來越高的，列出網路層去考量，就有可能是合理的分層。

(三) 簡報第 29 頁，關於頻率使用效益。很多人主張頻率開放可以自由買賣、轉讓，可以讓頻率使用效益變好，這通常只從頻率的經濟價值考量。但在我國，顯然主管機關在考量頻率使用時，並非只從經濟價值考量，而是如同研究團隊所提出之建議，考量範圍更大，特別是社會效益。至於那到底該如何衡量頻率使用效率，個人認為應儘可能讓最多的人民以最大程度使用頻率，因此認同研究團隊的建議，應回歸有多少人民，即多少用戶與訊務量之規劃。這是社會效益的考量，也符合 IoT 的發展。

議題 2-2：將相關評估架構應用於我國近兩年發生之電信事業頻譜運用合作協議案例時，本研究已提出精進框架之初步分析，請問是否還有其他應納入之考量因素或修正框架之建議？

一、劉崇堅教授：

- (一) 本於電信管理法立法與匯流發展之精神持續檢討精進。
- (二) 應將昔日歷史因素所造成的普遍性不公平競爭，與境外新興數位服務與心通信技術，逐步納入評估框架。

二、江耀國教授：有關簡報第 19 頁之評估框架，已於去年提出意見，步驟 4 的考量基準項目非常多，建議應提出關鍵決定性因素。而簡報第 24 頁提到頻率發射狀況應加說明，以及網路容量納入考量因素，惟實際上前述兩點皆已有相對應的項目，如網路容量即可於既有的網路架構中說明。因此去年研究團隊所提的評估框架內容實已足夠。

三、王立達教授：

- (一) 以中華電信與亞太電信合作案例而言，亞太電信透過合作轉讓頻譜以取得資本，因此合作案件可從金額多寡等來研判重要性。另外，須注意透過合作、轉讓免除或減少成本，例如布建網路的成本。此模式可能為長久、可持續的經營模式，並非只是單純短期填補財務缺口。
- (二) 以下兩種可能性將產生不同結果：若只是填補財務缺口，那從事交易的業者長久競爭力將持續下降；但是若以較經濟、成本較低的共用模式，對長久競爭力可能是正向，基於較低成本來維持更長遠的企業經營能力。而上述這種潛在模式似乎在評估框架中並未提及。
- (三) 研究團隊擬定之評估框架是否有預設前提？用詞似乎預設業者使用自己頻譜提供給其他業者使用，並無向其他業者租賃頻率的考量立場。因為亞太電信只釋出部分頻率、保留部分頻率、與他電信事業共用部分頻率，而剩下的頻率是否對未來合作提供有效籌碼和談判空間。這點可對照純 MVNO 的模式，亞太電信似乎談判力量更強，可維持更長久經營能力，並不急於合作。評估架構應適當納入相關的案例，以因

應實際狀況。

- (四) 建議評估框架納入「業者策略目的」，判斷業者是退出、還是轉換經營方式逐步減少資產？雖然不易研判，但策略目的仍然重要，應適當納入評估框架。

其他建議：

- 一、 **劉崇堅教授**：另對於小結的建議：『我國主管機關因應電信事業合作案發生時，應著重於以下三大政策原則：「促進價格競爭」、「促進頻譜供給」、「促進偏鄉網路建設」。』個人另有如下幾點淺見，提請參考：

- (一) 我國行動通信服務市場中，MNO 的最適家數一直是討論的議題。因家數較其他國家為多，形成頻譜資源取得與營業之高度競爭，由於國內整體需求胃納有限，進而造成部分業者長期虧損經營。為促進我國通信產業之長期良性發展，應有比「促進價格競爭」更適合列入政策原則之項目：

1. 世界主要先進國家之行動通信業者數量多在 3 至 4 家業者，例如：英國 4 業者、法國 4 業者、德國 3 業者、美國 4+1（該業者僅在少數州取得頻譜）、日本 3 業者、韓國 3 業者、新加坡 3 業者、中國大陸 3 業者、香港 3+1（中國移動以中國、香港做為整體市場）。
2. 我國長期巨額虧損之 MNO，以超低價格為經營策略，仍未能獲消費市場之支持而使其營運成果轉為正向，長久以往將損及整體網路建設之投資意願。政策機關實宜逐步調修此方向，於整體產業良性發展與消費者權益之間，取得一個較佳的平衡點。

- (二) 促進頻譜供給之原則宜再深入研析：

1. 應對競標釋出的商用頻率與申請指配之頻率做出區隔。

2. 研析和諧共用機制時，除考量頻譜取得成本不同而導致競爭力度不同外，另亦應建立「相同服務，相同管制」之權利義務對等監理原則；以及優先應建立一套影響頻率和諧共用的干擾排除機制。
 3. 頻率開放競標或共用前，主管機關宜儘早公布相關的法規修正方向與時程規劃，以利產業界進行頻率價值評估，避免產業界在倉促間，未及做完善評估，而導致標金偏離正常價值，而不利於頻率資源的妥適運用。
- (三) 以偏鄉網路建設做為審酌合作案的考量因素，宜再進一步審思：
1. 不經濟地區的普及服務已是法規義務，未有法源依據前，不宜再擴張政策涵涉領域。
 2. 5G 訊號涵蓋與提供良好的 5G 應用服務，兩者之間有很大的差別。4G 以往年代對提供偏鄉訊號服務之概念，似不適合延用至 5G 環境。
 3. 目前頻譜合作僅限部分 5G 頻率，必須考量 5G 網路特性、商用實例，及我國 4G 網路之完備情形，不宜將促進偏鄉地區之網路建設納為考量原則。

二、 **戴豪君教授**：公平會對於遠傳電信與亞太電信已有公告處分書，但研究團隊未討論通傳會與公平會兩者之間的橫向比較，僅從電信監理機關去思考。然而，公平會對於遠傳電信與亞太電信共用 3.5 GHz 頻段申請案的處分書中，認為「4G 與 5G 均可提供行動寬頻服務，且二者具替代性，可視為同一市場」，它的認定與電信主管機關不太一樣，所以認為有必要對處分書的特殊獨到見解進行討論。

電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之影響評估座談會 引言簡報



電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之影響評估 座談會引言報告

王資寧 助理研究員
財團法人電信技術中心
2021年12月7日

大綱

- 壹 前言
- 貳 電信事業合作對整體市場競爭與經濟效益之影響評估實證研析
- 參 國際合作案例及主管機關考量因素
- 肆 頻譜運用影響評估框架之探討
- 伍 討論議題

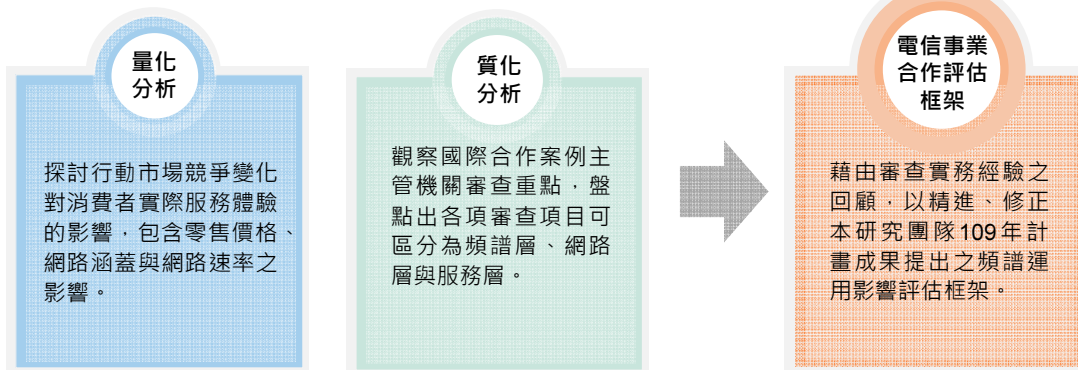
2

壹、前言

3

前言

- 當電信市場出現電信事業結合、成立合資企業或於網路基礎設施共用等情事時，常引發各國主管機關對於獨立營運行動網路數量減少導致可能**減損競爭與損害消費者權益**之憂慮。
- 本研究從**實證評估研究與國際合作案列主管機關審查重點**，透過結合量化分析與質化分析，以**精進、修正本研究團隊於109年計畫成果所提出之頻譜運用影響評估框架**，協助主管機關審查電信事業所提出之頻譜運用合作案列。

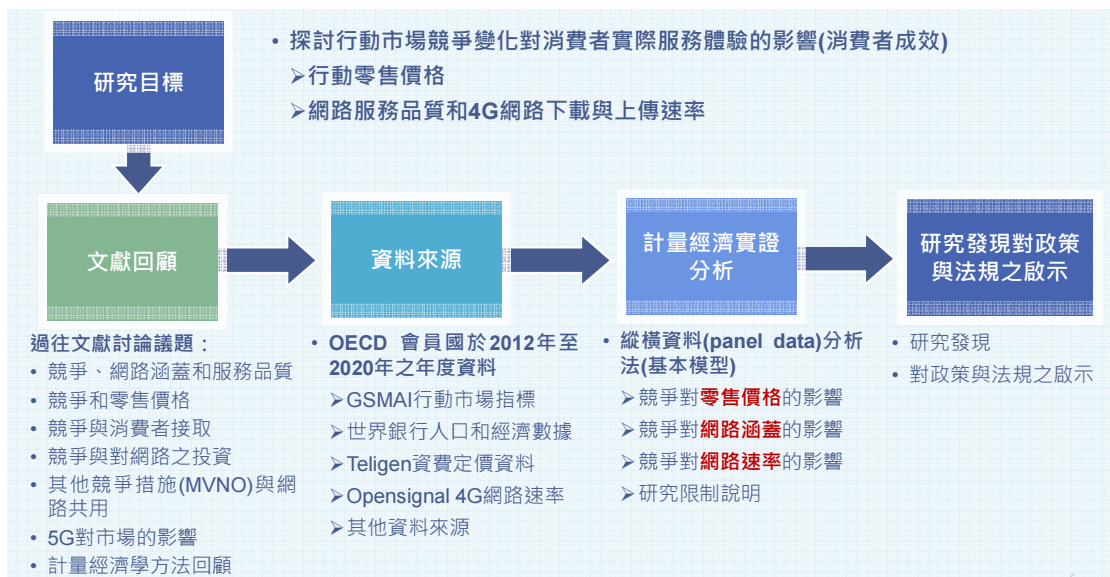


4

貳、電信事業合作對整體市場競爭與經濟效益之影響評估實證研析

5

計量經濟實證研究流程



6

資料來源

• 選定OECD與研究期間之理由

- 部分行動市場規模與、布建技術和監管環境與我國相似。
- 研究期間(2012年至2020年)· OECD共有20個國家發生電信事業結合(MNO家數減少)或新進業者進入市場(MNO家數增加)、16個國家未有任何業者家數變化。

市場特徵	OECD平均值	我國
人口數(萬百人)	36.4	23.6
人均GDP(美元)	38,500	28,300
4G網路涵蓋比例(人口涵蓋比例)	98.3%	99.3%
4G滲透率(人口涵蓋比例)	70.6%	95%
4G下載速率(Mbps)	37.6	35.4
預付用戶比例(占總用戶比例)	30.6%	14%
ARPU(美元)	19.4	17.8
每用戶月平均數據使用量(GB)	7.2*	21.5
供IMT使用之6GHz以下頻寬總量(MHz)	800	860

• 計量經濟學分析考量使用之變數

變數類型(資料來源)	變數
零售價(Teligen/SA)	• 低資費(USD) • 中資費(USD) • 高資費(USD)
網路涵蓋(GSMAl)	• 4G網路涵蓋比例(占總人口比例)
網路效能(OpenSignal)	• 4G下載速率(Mbps) • 4G上傳速率(Mbps)
市場競爭指標(GSMAl, Plum analysis)	• MNO家數 • 市場集中度(HHI) • 進入市場之虛擬變數(進入市場當年和之後為1;否則為0) • 退出市場之虛擬變數(結合或退出為1;否則為0)
行動市場控制因子(GSMAl)	• 預付用戶比例(占總用戶數比例) • 行動總線路數 • 總資本支出 • 每用戶落後期資本支出(前一年季平均值) • 4G涵蓋(占總人口比例) • 經營者EBITDA最大值(每年季平均)
數據用量(OECD)	• 數據用量(GB/用戶/月)(由OECD資料來源中省略美國)
頻譜控制因子(Plum estimates)	• 1GHz以下頻譜供應量 • 6GHz以下頻譜供應量
人口經濟控制因子(World Bank)	• 人口密度(每平方公里人口數) • 失業率(失業勞動力比例·國際勞工組織(ILO)估算) • 人均GDP(美元)
時間趨勢	• 線性時間趨勢(年份減去 2012)

本研究採用之消費者成效模型

• 基本模型：

$$Consumer\ outcome_{it} = \beta_0 + \beta_1 MNOs_{it} + \beta_2 M1_{it} + \beta_3 D1_{it} + \alpha_i + u_{it}$$

➢ 對零售價格的影響

Price level_{it}

$$= \beta_0 + \beta_1 MNOs_{it} + \beta_2 \ln(GDP\ per\ capita)_{it} + \beta_3 (Total\ connections^{\frac{1}{2}})_{it} + \beta_4 Unemployment\ Rate_{it} + \beta_5 Population\ Density_{it} + \alpha_i + u_{it}$$

➢ 對網路涵蓋的影響

4G coverage_{it}

$$= \beta_0 + \beta_1 MNOs_{it} + \beta_2 PopDensity_{it} + \beta_3 Sub1\ Spectrum_{it} + \beta_4 Prepaid\ subs_{it} + \alpha_i + u_{it}$$

➢ 對網路速率的影響

Download speed_{it}

$$= \beta_0 + \beta_1 MNOs_{it} + \beta_2 \ln(Connections)_{it} + \beta_3 Sub6\ Spectrum_{it} + \beta_4 Rural\ Pop_{it} + \alpha_i + u_{it}$$

8

研究結果1：對零售價格(低、中、高資費)的影響

項目	模型設定1	模型設定2	模型設定3
解釋變數	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數 進入市場後虛擬變數 結合(或退出市場)後虛擬變數 	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數 預付用戶比例 4G人口涵蓋比例 	<ul style="list-style-type: none"> HHI值 預付用戶比例 4G人口涵蓋比例
	<ul style="list-style-type: none"> 人均GDP(取對數) 行動總線路數(x^2) 失業率 人口密度 		
研究發現	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數增加對各種資費類型之影響多顯著為正 經營者進入市場會使中、高資費下降，但下降幅度會被MNO家數增加所抵消，整體而言中資費下跌3.35美元；高資費下跌4.83美元 經營者結合(或退出市場)會使低資費上漲，但上漲幅度會被MNO家數減少所抵消，整體而言低資費微幅下跌0.07美元 行動總線路數與人口密度增加，將使各種資費類型下跌 人均GDP與失業率增加1%，將使低中資費下跌 	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數僅對低資費影響顯著為正 預付用戶比例上升時：不考慮4G人口涵蓋比例時，將使低資費下跌；使中、高資費上漲 4G人口涵蓋比例增加時：在不考慮預付用戶比例時，將使高資費下跌，反之不具顯著性 行動總線路數、人口密度平均、GDP與失業率對資費之影響與模型設定1相似 	<ul style="list-style-type: none"> 市場集中度(HHI值)：對價格水準未有顯著的影響 預付用戶比例上升時：將使中、高資費上漲 行動總線路數、人口密度平均、GDP與失業率對資費之影響與模型設定1相似

研究結果2：對4G網路涵蓋比例的影響

項目	模型設定1	模型設定2
解釋變數	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數 進入市場後虛擬變數 結合(或退出市場)後虛擬變數 	<ul style="list-style-type: none"> HHI值
	<ul style="list-style-type: none"> 人口密度 1GHz以下頻譜供應量 預付用戶比例 時間趨勢 落後期之每用戶資本支出 	
研究發現	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數：對網路涵蓋未有顯著影響 人口密度和1GHz以下頻譜供應量增加，將使網路涵蓋比例提升 時間趨勢對網路涵蓋的影響顯著為正(說明存在未觀察到的因子) 前一年度每用戶資本支出增加1美元時，4G網路涵蓋比例會增加0.243~0.263% 進入市場和結合(或退出市場)之虛擬變數對網路涵蓋之影響並非穩健 	<ul style="list-style-type: none"> 市場集中度(HHI值)：當HHI值增加100時，將導致4G網路涵蓋比例下降12.1~17.6%。 其他變數對網路涵蓋之影響與左列模型相似

研究結果3：對4G網路速率(上傳、下載速率)的影響

項目	模型設定1	模型設定2
解釋變數	• MNO家數	• HHI值
	• 行動總線路數(取對數) • 6GHz以下頻譜供應量 • 1GHz以下頻譜供應量 • 偏鄉人口比例 • 數據使用量	
研究發現	<ul style="list-style-type: none"> • MNO家數： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 對4G下載速率未有顯著影響，且並非穩健 ➢ 在不考慮數據使用量變數時，對4G上傳速率影響顯著為負 • 頻譜供應量：6GHz以下頻譜增加100MHz時，將使4G下載速率增加10Mbps，但顯著性需視模型設計而定 • 每月每用戶的數據使用量增加1GB時，4G下載速率增加0.784-0.8Mbps。 	<ul style="list-style-type: none"> • 市場集中度(HHI值)對網路速率未有顯著影響，且並非穩健 • 其他變數對網路速率之影響與左列模型相似

11

研究限制

- **採用國家層級資料**：無法與其他實證文獻進行比較，且不能直接用於評估對特定經營者的影響。
- **無法解釋網路共用**：由於缺乏適當且完整的資料，難以評估網路共用程度與MNO基礎設施層面合作對於消費者實際服務體驗之影響。
- **Teligen資費資料**：
 - 反映不同時期OECD之平均數據消費概況，但卻無法代表每個OECD國家的實際使用情況。
 - 資費數據未顯示低、中或高資費用戶比例，惟不同資費的用戶群可能是影響資費價格水準的另一項因素。
- **外溢效果**：由於跨國行動集團(如Vodafone集團)在多個市場中提供服務，且可能獲得額外資金，以交叉補貼方式改善網路布建，因而可能存在不同OECD行動市場間之外溢效果。
- **固網與行網之融合未納入**：行動和固定通訊業者之間的合併可能產生之綜效與效率提升，以及推出套裝服務對消費者成效的影響，未納入討論之中。
- **調查結果對未來競爭和5G的適用性**：
 - 本研究期間以4G技術為主。
 - 5G網路與4G網路存在顯著的差異。
 - **5G應用場景與4G大不相同，未來的競爭模式，將由基於網路的競爭將轉向為基於接取或服務的競爭模式。**

12

實證研究結果：對政策與法規之啟示

- 由於本實證研究期間介於2012年至2020年，且多數國家之5G尚屬早期推動階段，因此本實證結果主要反映4G時代行動市場競爭對消費者實際服務體驗之影響。

市場競爭(MNO家數、HHI值)對於消費者成效之影響

對行動零售價格的影響	對網路涵蓋的影響	對網路下載與上傳速率的影響
<ul style="list-style-type: none"> 整體而言，當MNO家數減少時，零售價格略有下跌；當MNO家數增加時，零售價格下跌幅度較大。 相較於競爭因素，人均GDP、人口密度、失業率和預付用戶比例更能決定零售價格。 	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數與網路涵蓋無顯著相關。 但HHI值較高時，可能有較低的網路涵蓋。 1GHz以下頻譜供給、前一年度每用戶資本支出和人口密度與網路涵蓋呈現正相關。 	<ul style="list-style-type: none"> MNO家數與HHI值對於網路速率無顯著影響。 6GHz以下頻譜供給量與4G下載速率呈現正向關係，每增加100MHz供給可平均增加10Mbps下載速率。

實證結果對於政策與法規之啟示

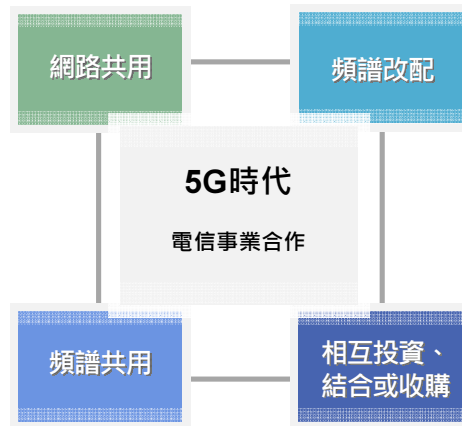
對行動零售價格的影響	對網路涵蓋與速率的影響
<ul style="list-style-type: none"> 市場競爭對資費價格具影響力：主管機關應特別注意對低收入消費者之影響，確保電信事業能為消費者提供足夠且可負擔之服務選擇。 	<ul style="list-style-type: none"> 促進網路布建：主管機關應密切監督5G網路布建進展，確保有足夠的激勵措施或規範，促使MNO在人口密度較低的偏鄉地區投資5G網路。 提供足夠的頻譜資源：應盡可能核配6GHz以下頻譜資源給MNO或確保競爭下允許多家MNO共用頻譜資源。 確保偏鄉網路涵蓋：以具成本效益的方式提高偏鄉地區網路涵蓋和服務品質，可能需要釋出更多1GHz以下頻段頻寬，以及更廣泛的共用網路基礎設施。¹³

參、國際合作案例及主管機關考量因素

14

5G時代下電信事業合作態樣

- 英國：多家業者成立合資企業，共用網路(從3G、4G擴展至5G)
- 韓國：SKT、KT與LG U+簽訂「5G偏鄉網路共用」



- 英國：Vodafone與O2於3.4-3.8GHz頻段達成頻譜交易協議
- 英國：BT(固網服務經營者)與EE(行動通信經營者)結合

- 芬蘭、瑞典、丹麥：分別由兩家業者於3G或4G時代成立合資企業共用頻譜，並擴展至5G
- 新加坡：StarHub與M1成立合資企業，由合資企業申請5G頻譜，並負責布建5G網路再提供給2家母公司使用

15

國際電信事業合作案例比較概要

合作型態	網路共用		頻譜合作		結合(併購)	
	成立多家合資企業JV	未成立合資企業JV	共用(2家業者成立合資企業JV)	轉讓		
代表國家	英國	韓國	瑞典、丹麥、芬蘭、新加坡	英國	英國(BT/EE)	
合作架構	頻譜層	無	<ul style="list-style-type: none"> • 改配予JV或留在母公司 • 由JV參與後續頻譜競標或由母公司競標 	<ul style="list-style-type: none"> • 執照持有人轉讓頻譜予受讓人(MNO)使用 	結合後頻譜轉讓給BT	
	網路層	<ul style="list-style-type: none"> • 共用 Radio Access Network (RAN) 模式 • 主/被動式基礎設施所有權：視個案而定 • 維運：JV負責 	<ul style="list-style-type: none"> • 業者獨立自建5G核心網路，劃分責任區域布建基地臺 • 共同網路管理系統處理故障問題、監控數據流量使用 	通常由JV布建，並出售網路容量予母公司	無	整合固網和行網服務
	服務層	MNO各自獨立經營				由BT併購EE，但保留EE品牌

16

國際電信事業合作案例之主管機關審查重點

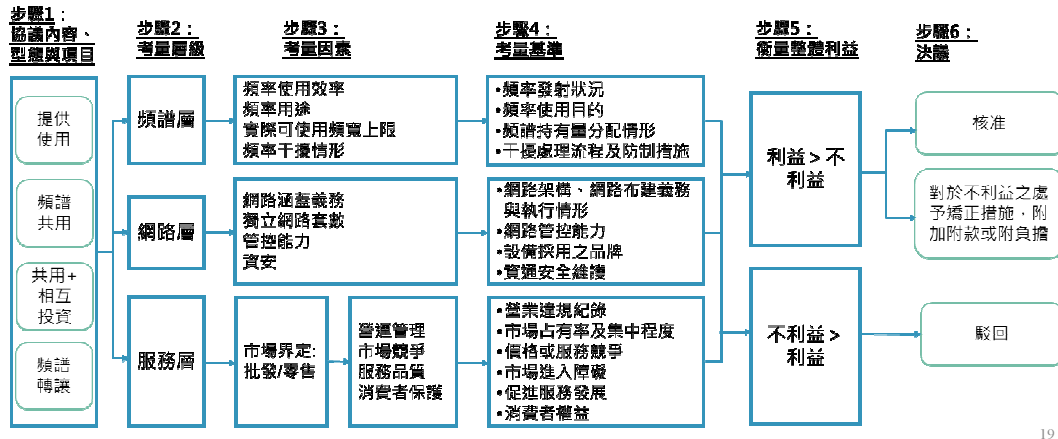
合作型態	網路共用		頻譜合作		結合(併購)
	成立多家合資企業JV	未成立合資企業JV	共用 (2家業者成立合資企業JV)	轉讓	
頻譜層	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 頻譜集中情形 持續檢視後續頻率核配結果 	<ul style="list-style-type: none"> 頻譜集中情形 	<ul style="list-style-type: none"> 頻譜集中情形
網路層	<ul style="list-style-type: none"> 可能減損業者投資網路布建範圍或採用新技術之意願 	<ul style="list-style-type: none"> 減少城鄉接取5G網路落差 節省網路布建成本 	<ul style="list-style-type: none"> 批發市場聯合定價風險 網路容量與設置數量變化 降低投入新技術意願 提供批發接取與網路設施予新進業者或MVNO 	-	<ul style="list-style-type: none"> MVNO接取行動批發服務協商能力 電路出租予MNO作為後傳網路之影響(價格服務品質)
服務層	<ul style="list-style-type: none"> 行動市場市占率與競爭程度 	<ul style="list-style-type: none"> 用戶使用相同服務品質 	<ul style="list-style-type: none"> 行動市場市占率與競爭程度 零售市場獨立決策能力與競爭誘因 資費競爭與服務品質的影響 	<ul style="list-style-type: none"> 對價格、服務品質和創新之可能影響 轉讓可能對公眾與消費者帶來之益處 	<ul style="list-style-type: none"> 對價格、服務品質和創新等策略，是否具有競爭力
其他	<ul style="list-style-type: none"> 商業策略資訊交換影響競爭 可能導致競爭發生變化 	-	<ul style="list-style-type: none"> 商業策略資訊交換影響競爭 	可能導致競爭發生變化	-

肆、頻譜運用影響評估框架之探討

18

109年計畫成果提出之我國頻譜運用影響評估框架

- 參酌我國公平會、美國與歐盟對於水平事業合作之相關規範與本研究於109年12月10日舉辦座談會之學者建議，研提我國頻譜運用影響評估架構，首先應掌握協議內容、型態與項目；其後則針對不同層級之考量要素與基準(參考電信管理法第59條、無線電頻率使用管理辦法第19、20條)進行評估，以衡量其整體利益，做為最終決議之參考。



19

我國頻譜運用合作案例概述

遠傳電信與亞太電信之合作項目

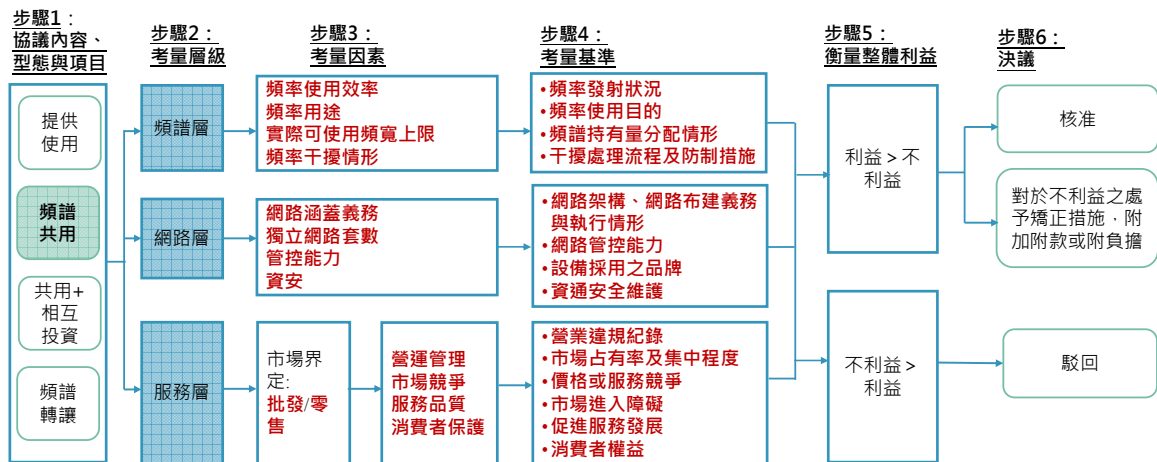
項目	共頻共網	股權收購		頻率使用權移轉
說明	共用遠傳電信3.5GHz頻段之80MHz	遠傳認購亞太私募股份，達亞太11.58%股權	遠傳發行股票交換鴻海持有亞太股份，達亞太23.8%股權	遠傳之2.6GHz頻段共計20MHz與亞太之700MHz頻段上下行共計10MHz頻率交換
准/駁	准	准	申請人尚未提出申請	申請中

中華電信與亞太電信之合作項目

項目	頻率使用權移轉	共頻
說明	亞太電信將其持有之900MHz頻段之上下行共20MHz頻段與網路資源轉讓予中華電信	由中華電信以2100MHz頻段提供亞太電信用戶CSFB語音服務
准/駁	申請中	申請中

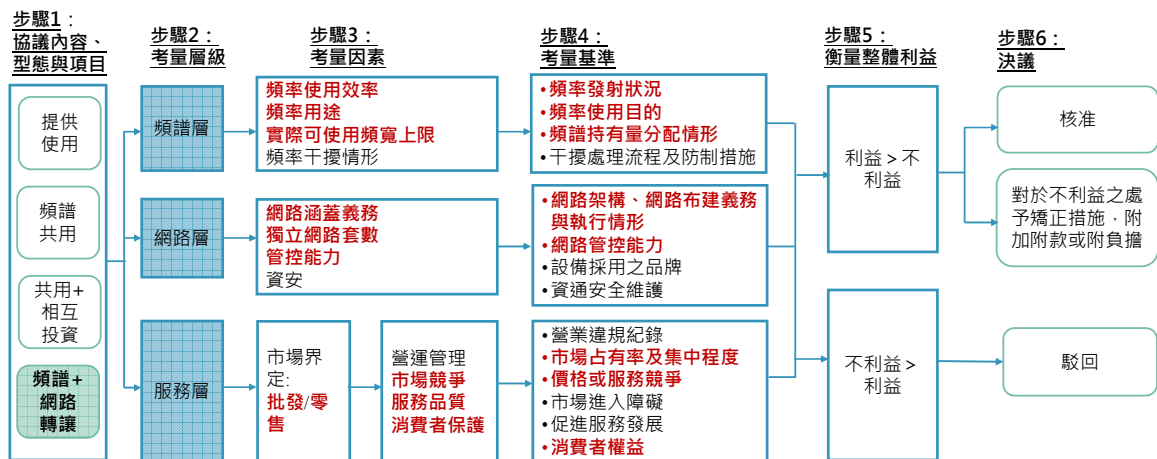
20

檢視本年度中華電信與亞太電信共用2100 MHz頻段合作案之影響層面與應考量因素



21

檢視本年度亞太電信移轉900 MHz頻段予中華電信合作案之影響層面與應考量因素



22

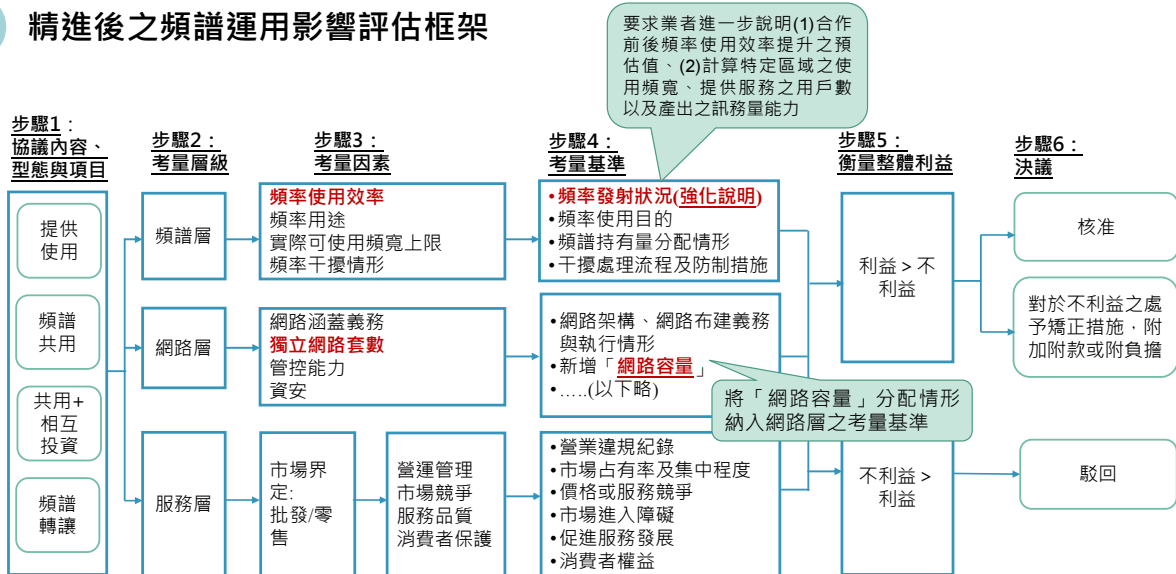
頻譜運用影響評估框架之探討

- 本研究團隊所設計之頻譜運用影響評估框架可以適用於各種電信事業合作，包含頻率提供使用、頻率共用、頻轉讓或相互投資等情形。依申請者遞交之不同協議內容與型態，所應考量因素與考量基準亦有所差異。
- 對於本評估框架可精進之處：

考量因素	內容	精進方向	建議
頻譜層 頻率使用效率	<ul style="list-style-type: none"> • 申請者對於「頻譜使用效率」認知不一。 • 例如：「...雙方共用後，5G使用率估計從40%增加至47%....」、「...至113年將建置超過10000臺3.5GHz基地臺，人口涵蓋率超過95%...」等論述 	建議申請人提出具體數值與佐證	未來主管機關於檢視頻譜使用效率時，可從兩個面向進行審查： <ul style="list-style-type: none"> • 申請事業提出未來進行頻譜提供使用或共用後，對於頻率使用效率提升之預估值。 • 參採國際作法，計算特定區域之使用頻寬提供服務之用戶數以及產出之訊務量能力向主管機關聲明頻譜提供使用或共用後，有利頻率使用效率之提升。
網路層 網路容量	電信事業申請頻率共用時，有可能不會改變行動市場上之獨立網路運作數量，而是合作方之間進行網路容量分配。	增補考量基準	為確保雙方用戶之網路使用權益，考慮將「網路容量」分配情形納入網路層之考量基準

23

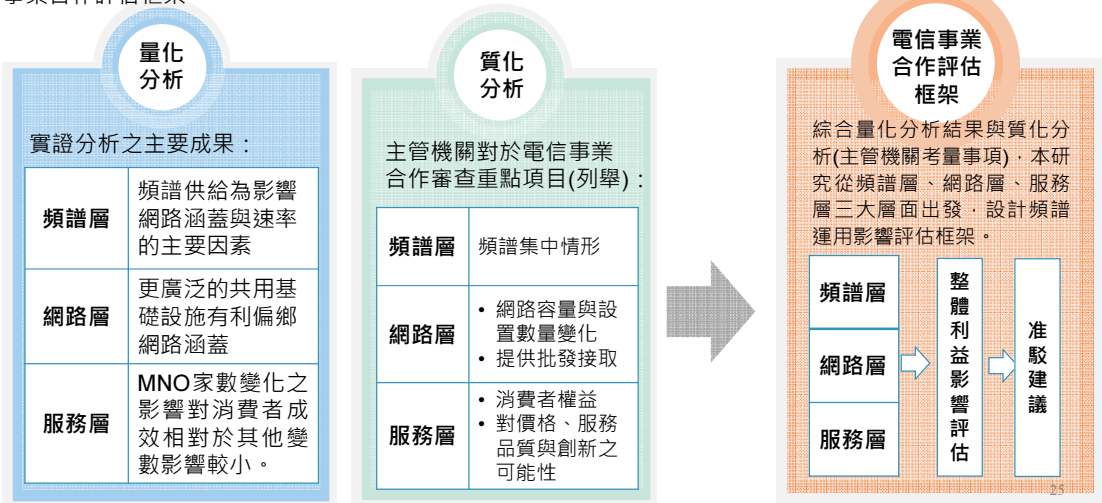
精進後之頻譜運用影響評估框架



24

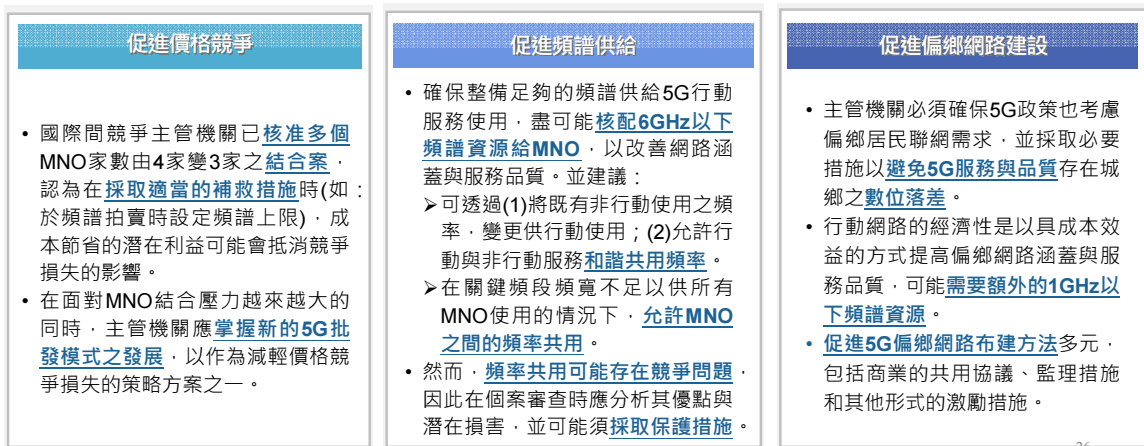
小結：綜整量化實證、質化研析成果以精進合作評估框架

本研究觀察，發現實證結果考量對頻譜層、網路層、服務層的影響，在國際合作案例中主管機關審查項目也同樣考量三層次影響，因此綜合量化與質化分析結果，本研究以頻譜層、網路層、服務層三大層面為基礎提出電信事業合作評估框架。



小結：電信事業合作對於整體市場競爭與經濟效益之政策原則建議

- 5G時代下電信事業為降低網路布建成本、提高網路涵蓋範圍、改善釋出頻譜不足等目的，已陸續促成電信事業進行合作，我國近兩年也出現頻譜運用合作案例，預期將為電信事業合作之未來發展趨勢。
- 建議我國主管機關因應電信事業合作案發生時，應著重於以下三大政策原則：「促進價格競爭」、「促進頻譜供給」、「促進偏鄉網路建設」。



伍、討論議題

27

討論議題一 - 電信事業合作之計量經濟實證結果分析探討

議題	討論內容
1-1	本研究實證成果顯示，過往認知行動通訊業者家數多寡對網路涵蓋之影響程度，實際上並不顯著，故主管機關可聚焦於推動5G網路布建速度。請問，您認為應如何推動或設計激勵5G網路布建之相關措施或規範？
1-2	5G特性與所需頻寬息息相關，6 GHz以下之頻率資源供給為影響網路速率之主要因素，主管機關應如何達成兼顧確保競爭及允許電信事業共用頻譜資源間之平衡？
1-3	4G服務面向與5G應用場景大不相同，本研究實證則主要奠基於過往國際4G服務市場案例，對於將實證成果應用於5G之看法與建議？

28

討論議題二 - 精進頻譜運用影響評估框架相關建議

本研究擬定之頻譜運用影響評估框架，徵詢各專家對整體評估內容之看法。

議題	討論內容
2-1	對於研究團隊所提出精進後之頻譜運用影響評估框架及相關步驟，有無修正建議？
2-2	將相關評估架構應用於我國近兩年發生之電信事業頻譜運用合作協議案例時，本研究已提出精進框架之初步分析，請問是否還有其他應納入之考量因素或修正框架之建議？

29

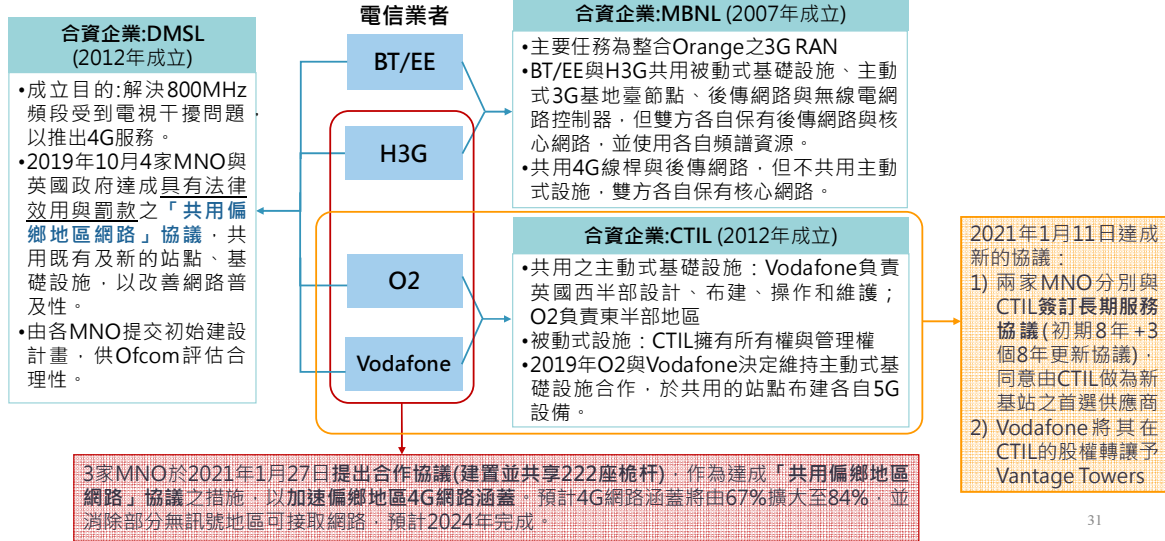
感謝聆聽，敬請指教



30

英國MNO合作動態觀測：基礎設施合作

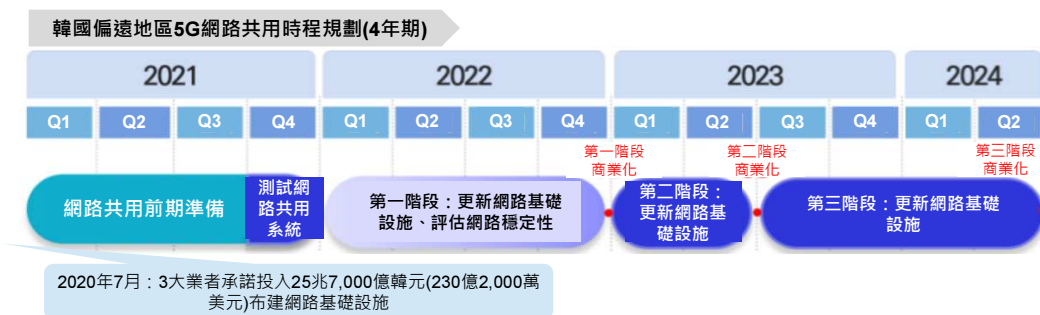
- 為快速布建行動網路、降低網路布建成本，英國4家MNO建立長期合作模式。



31

附件-韓國5G網路共用合作案例(1/2)

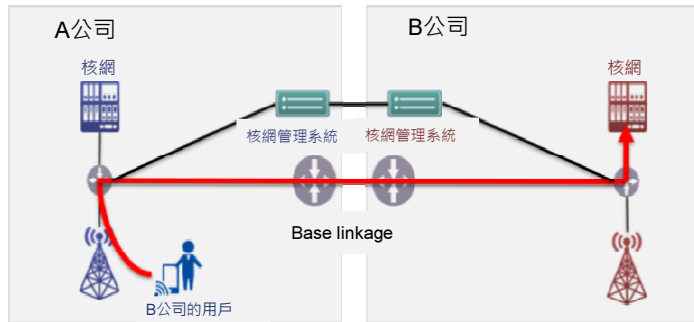
- 韓國電信主管機關科學技術資訊通信部(MSIT)於2021年4月15日公告，三大行動業者SKT、KT與LG U+簽訂協議，將在偏遠地區共用5G網路，以提升全國5G網路涵蓋範圍，預計將於2023至2024年分階段商用化。
- 協議內容選定全國131個偏遠且人口稀少的地區(人口密度為每平方公里92人)進行網路共用。



32

附件-韓國5G網路共用合作案例(2/2)

- **5G網路共用之技術**：考量需要使用每家公司的核心網路來提供電信公司之間的差異化服務以及盡快提供5G服務，因此採用**MOCN**方法，**共同使用基地臺**。
- **劃分責任區域**：責任區域內僅由一家MNO建置基地臺，並與其他MNO共頻共網。5G核網需自建。
- **無差別共用服務**：共用使用區域內應維持**共同品質標準**，並根據地形特徵(隧道、道路等)架設5G設備。
 - **發生故障等問題**：由三家電信事業營運的共同網路管理系統處理。
 - **數據流量使用**：各業者透過系統持續監控各自責任區域和共同使用區域的網路交換機(單一網路↔共用網路)，透過電信事業之間的熱線共享資訊，同時進行品質控制。



33

附件-頻譜改配案例：英國

拍賣規劃

- 為解決頻譜破碎化問題，3.4-3.8GHz頻段拍賣Ofcom另外設計兩階段協商程序。
 - **第一階段**：所有得標者一致同意頻率位置；若否，進入第二階段。
 - **第二階段**：部分得標者達成共識，提交相鄰頻率位置意向書。

頻譜交易之准駁

- Ofcom根據「無線電頻譜交易規則」(The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2011) 進行評估，**初步認定本案頻譜交易不會引起競爭問題**，故於2021年8月10日核准交易內容。

拍賣結果與後續頻譜交易

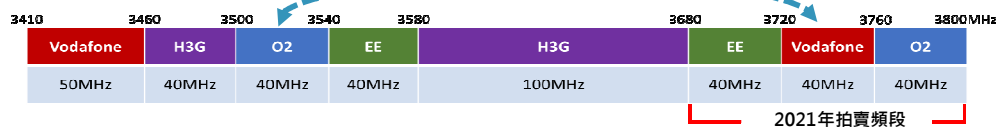
- 2021年4月27日Ofcom公告拍賣結果。同日，**Vodafone與O2發布頻譜交易協議**。

併存轉讓(過渡期)

- 共同擁有 3.50-3.54GHz 及 3.72-3.76GHz，即共同擁有頻譜執照之權利與義務。

終局轉讓 2026年1月1日完成交易

- 交易雙方各自擁有**50%**之頻率使用權。
- 頻譜執照之權利與義務完全轉讓
 - Vodafone擁有3.50-3.54GHz
 - O2擁有3.72-3.76GHz



34

附件-英國頻譜交易法律規範

- **法源依據**：「通訊法」第168條與第403條、「無線電頻譜交易規則」(The Wireless Telegraphy (Spectrum Trading) Regulations 2011)第7條第1項第f款。
- **參考文件**：2020年3月Ofcom公告之「交易指導說明」(Trading Guidance Notes)。
- **競爭評估程序**：

初步競爭評估

- **公開訊息**：將頻譜轉讓訊息發布於交易通知註冊庫(Trade Notification Register · TNR)，邀請對此交易感興趣之各方於10個工作日內提交評論。
- **初步評估**：項目包括(1)轉讓雙方提供的資訊；(2)必要時要求當事者提供進一步資訊或說明；(3)考量是否會造成競爭扭曲(包括來自第三方的評論)。發布TNR後20個工作日完成。



進階競爭評估

- 提請當事者提供相關分析與說明。
- 邀請第三方提供評論意見。
- 評估可能造成競爭扭曲之因素包括：
 1. 對**價格、服務品質和創新**之可能影響
 2. 可能導致**競爭發生變化**
 3. 轉讓與否對**競爭之展望**
 4. 轉讓可能對**公眾與消費者帶來之益處**

35

附件-頻譜共用案例：芬蘭、瑞典、丹麥、新加坡

國家	參與業者	合作型態	合作歷程與發展近況
芬蘭	TeliaSonera DNA	成立合資企業 (JV) 採用MOCN方式	<ul style="list-style-type: none"> • 2014年，成立合資企業Suomen Yhteisverkko Oy(簡稱SYV)，於芬蘭東部及北部提高網路建設及營運效率。 • 2020年10月，合作範圍將由2G、3G及4G擴展到5G。 • 2021年2月，Telia Sonera 說明已與DNA達成協議，將原合作範圍往芬蘭西南方地區擴展。
瑞典	Tele2 Telenor		<ul style="list-style-type: none"> • 2009年4月，成立合資企業Net4Mobility，負責布建、維護並營運全國性4G網路、升級2G網路。 • 2021年1月，瑞典5G頻譜拍賣，Net4Mobility獲配3.5GHz頻段100MHz連續頻寬，計畫將於全國布建5G網路。
丹麥	Telia Telenor		<ul style="list-style-type: none"> • 2012年，以合資企業TT-Net展開合作。 • 2020年3月，Telenor和Telia與Nokia合作，建置支援2G至5G之MOCN共用網路系統。
新加坡	StarHub M1		<ul style="list-style-type: none"> • 2020年，雙方各出資比例50%成立合資企業Antina，並獲3.5GHz與26/28GHz頻譜資源。 • Antina建置並營運5G接取網路，並提供批發服務予兩家母公司，使母公司可各自提供5G服務，但Antina分別租用母公司之傳輸服務，以連接5G核心網路，母公司負責建置各自5G核心網路，以及其他傳輸元件。

36

附錄六 中英文名詞對照表

英文	中文
Active Sharing	主動式共用
Passive Sharing	被動式共用
Assignment Stage	位置指派階段
Associated Person	所有關聯人
Average Revenue Per Minute, ARPM	每分鐘平均收入
Average Revenue Per User, ARPU	每用戶之平均收入
Binary Nature	二元性質
Body of European Regulation for Electronic Communications, BEREC	歐盟電子通訊監理機構
Cellular Telecommunications and Internet Association, CTIA	行動通訊與網際網路協會
Circuit Switch Fallback, CSFB	電路交換語音回退
Citizens Broadband Radio Service, CBRS	公眾寬頻無線服務
Clock Plus Auction, CPA	價格鐘拍賣
Cloud-RAN	雲端化無線電接取網路
Cognitive Radio Technologies	感知無線電技術
Competition and Markets Authority, CMA	英國競爭及市場管理局
Concurrent Transfer	併存轉讓
Connected Person	所有關係人
Danish Competition and Consumer Authority, DCCA	丹麥競爭與消費者保護局
De Facto Transfer	實質控制權轉讓
De jure control	法律上的控制
Denmark Energy Agency, DEA	丹麥能源局
Department for Digital, Culture, Media & Sport, DCMS	英國數位文化媒體暨體育部
Desk Research	次級資料研究
Dynamic Spectrum Sharing	動態頻率共享技術
Effective Price Per Minute, EPPM	每分鐘有效價格
Efficiency Effects	效率效應
Electronic Communication Act, LEK	瑞典電子通訊法
Escape-Competition Effect	逃離競爭效應
European Electronic Communications Code, EECC	歐洲電子通訊法
Federal Communications Commission, FCC	美國聯邦通訊委員會
Finnish Transport and Communications Agency, Traficom	芬蘭交通通訊局
First-Right-of-Refusal, FROR	FROR 頻塊
Fixed Effect Model	固定效果型模
Global Navigation Satellite System, GNSS	全球導航衛星系統
Groupe Speciale Mobile Association, GSMA	全球行動協會
Guard band	護衛頻帶

英文	中文
Herfindahl-Hirschman Index, HHI	赫芬達爾—赫希曼指數
Infocomm Media Development Authority, IMDA	新加坡資訊通信媒體發展局
Initial Offer Stage	初始報價階段
Instrumental Variable With Fixed-Effect, IV-FE	固定效果工具變數
Instrumental Variable, IV	工具變數
International Telecommunication Union, ITU	國際電信聯合會
Internet of Things, IoT	物聯網
Joint Venture, JV	合資企業
LTE-M, LTE-Machine to Machine	機器對機器透過 LTE 網路進行傳遞
Machine-to-machine, M2M	機器對機器
Ministry of Science and ICT, MSIT	韓國科學技術資訊通信部
Mobile Network Operator, MNO	行動網路經營者
Mobile Virtual Network Operator, MVNO	行動虛擬網路經營者
Multi-Operator Core Networks, MOCN	多經營者核心網路
Multi-Operator Radio Access Networks, MORAN	多經營者接取網路
Multi-tenancy	多租戶
Narrow Band Internet of Things, NB-IoT	窄頻物聯網
Neutral Hosting Solutions	中立主機解決方案
Non-Stand Alone, NSA	非獨立組網
Numbering Resource Utilization Forecast ,NRUF	號碼資源使用/預測
Open-RAN	開放式無線電接取網路
Outright Transfer	終局轉讓
Panel Data	縱橫資料
Permanent Earth Station, PES	常設地球電臺
Post and Telecom Agency, PTS	瑞典電信主管機關郵政電信局
Quality of Service, QoS	服務品質
Quantity stage	數量競標階段
Radio Access Network, RAN	無線電接取網路
Radio Network Controller, RNC	無線電網路控制器
Radio Spectrum Policy Group, RSPG	歐洲無線電頻譜政策組
set-aside	保留頻塊
Special Purpose Vehicle, SPV	特殊目的機構
Spectrum Leasing	頻譜出租
Spectrum Pooling	頻譜共用
Spectrum Screen	頻譜篩審
Spectrum Sharing	頻譜共享
Substantial Lessening of Competition, SLC	實質減損競爭
The Office of Communications, Ofcom	英國電信監理機構通訊管理局
Total Transfer	全部轉讓

英文	中文
Trade Notification Register, TNR	交易通知註冊庫
Transportable Earth Station, TES	可移動式地球電臺
Two-stage least squares, 2SLS	兩階段最小平方估計法
Voice over LTE, VoLTE	語音透過 LTE 網路進行傳遞

附錄七 期中評審會議委員建議與研究團隊回應對照表

審查意見	研究團隊回應
研究章節架構及標題修正	
建議先釐清研究主題的研究內容及順序，合理上，應是（不同）頻譜運用政策對市場或產業競爭程度與經濟利益評估在先；然後，再根據評估結果對 NCC 提出有效監管（或理）的政策性建議。	感謝委員指導，已修正於期末報告第一章。
英文的 regulation 在報告本文裡，到底要翻譯成監管或監理，前後要一致，以免被誤認為所指意思不同。提供參考，2006 年 NCC 成立以來，官方或以往的研究報告，大多用監理。	感謝委員指導，已修正於期末報告中。
<p>針對第一頁目次內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 第二章標題「國際頻率」建議修改，以免被讀者誤解，譬如：改成各國、先進國家或國際上頻率。 2. 為具易讀性，第三章標題建議「經濟利益」前面加整體或後面加分配，但不同修改選擇代表的經濟意義是不同的，研究團隊應自己抉擇。 	感謝委員指導，已修正第二章標題為「主要研究國家之頻率運用（含網路共用）議題研析」；第三章標題為「電信事業合作對市場競爭與整體經濟效益之影響評估實證研析」。
第 4 頁倒數第 5 行，「研究主題」用辭似乎不正確，包括的兩項內容建議先釐清想要表達什麼，再重寫。	感謝委員指導，已修正於期末報告第一章第二節。
國際頻率運用（含網路共用）議題研析	
第 28 頁：第 1、2 列「英國行動數據… 2020 年平均每月數據使用量達 415PB，較 2019 年的 292PB 大幅增加 42%。… 379PB」，此處是否為「平均每月「總」數據使用量」或「用戶平均每月數據使用量」，請釐清（因 1PB 為 1012Bytes 相當於 1000TB），如為前者，建議增列「2020 年及 2019 年用戶平均每月行動數據使用量」數值，較具客觀數據比較價值（如第	感謝委員指導，已修正於期末報告第二章第二節。

審查意見	研究團隊回應
51 頁芬蘭 2019 年為 38G)。	
<p>第 48 頁：表 2-10 英國近年 MNO 結合案中，有關 H3G 與 O2 的結合案，為何審查機關不是英國 CMA，而是歐盟執委會？歐盟執委會審查結果，駁回該結合案，但歐盟普通法院則否決歐盟執委會的決定。請問後來歐盟執委會是否有重新做決定？兩業者最終是否有結合？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 根據歐盟結合管制之架構規範「Council Regulation (EC) No 139/2004」之規定，當事業之全球總營業額或在歐盟營業額達到所訂門檻時，事業應向歐盟執委會提出結合申報通知。本結合案因已達申報門檻，且歐盟執委會判定可能引起重大競爭問題，最終由歐盟執委會受理審查。 • 本結合案於歐盟普通法院否決後，歐盟執委會未重新做決定。最終 H3G 與 O2 未完成結合。
<p>第 78 頁：美國 Auction 110 更新公告得參與競價的合格競價者 (33 家)；第 79 頁 DISH 成為 AT&T 旗下之 MVNO，文字表達較不清楚。</p>	<p>感謝委員建議，已修正陳述方式。</p>
<p>第 78 頁：倒數第 11 行提及 FCC 曾於 110 年 2 月宣布有 21 家得標者，共釋出 5684 張執照。請問是頻率執照還是電臺執照？</p>	<p>此處指頻率執照，因美國採分區執照釋出，故執照數量眾多，已增加相關說明。</p>
<p>第 113 頁：「在偏鄉區域韓國 5G 網路共用採用 MOCN 技術方式，三家業者獨立自建 5G 核心網路，並劃分責任區域布建基地臺，在責任區域內僅由一家業者建置基地臺。」MOCN 方式為共用頻率及網路，而 MORAN 方式為共網而不共頻，請再釐清其建置方式為 MOCN 或 MORAN，如仍為 MOCN，涉及的共用頻率如何核配及整理，韓國政府政策法規上立法強制業者共頻共網或業者主動合作行為，亦請釐清研究？</p>	<p>依韓國主管機關 MSIT 公告之文件，其與三家電信事業簽訂協議，以 MOCN 方式布建 5G 偏鄉網路，但未詳細說明共用之頻率。</p>
<p>第 115 頁：表 2-30 提及英國開放共享接取執照與區域執照接取，以提供做為專</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告第二章第二節和第五節。</p>

審查意見	研究團隊回應
<p>網。於第 75 頁提及丹麥 DEA 在 3.5GHz 執照釋照條件規定，取得 3.5GHz 頻段得標者，負有出租頻率給專網的義務。建議補充英國及丹麥之專網與一般公眾電信網路，在權利、義務上的差異。另請確認使否有我國專網僅供自己使用，以及不得連接公網之限制？</p>	
<p>第 116 頁：表 2-31 有關欄位—「業者或主管機關之作法」，請補充說明各國 2G/3G 異質網路預計或已關閉情形，有些僅敘明 3G 網路，未敘明 2G 是否續運作，俾利主管機關政策參考。</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告第二章第十節。</p>
<p>第 119 頁：可否再查詢或整理各國 HHI，以及由於共網 MOCN 在一般地區或偏鄉地區有多少套獨立 MNO 4/5G 基礎行動網路，請以表格分別整理。</p>	<p>感謝委員指導，已修正於期末報告第二章第十節。</p>
<p>第 114-119 頁：第十節有針對各國有比較分析結論，但建議前面各節的各國特點及可否提供我國建議參考，做為小結。</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告第二章第十節。</p>
<p>電信事業合作對整體市場競爭與經濟利益之影響評估實證研析</p>	
<p>實證研析裡，有關計量經濟方法回顧，建議先釐清或了解：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Panel Data、Cross-section Data 與 Pooled Data 的定義 2. 時間序列計量模型的共整合分析 (Co-integration Analysis) 3. 何種情況下採用單一方程式 (Single Equation) 與/或聯立方程式迴歸 (Simultaneous Equation Regression) ？ 	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員指導，已將 Panel Data 與 Cross-section Data 之定義撰寫於期末報告之中。本實證研究採用 Panel Data 分析方法進行分析，因未採用 Pooled Data，故將相關內容刪除。 • 時間序列計量模型的共整合分析係用於觀察自變數與應變數之間是否存在非定態時間序列間的長期均衡關係。唯本研究之目的在於觀察市場競爭對資費價格影響，考量行動通訊資費價格可能隨技術演進而有較大波動，且電信事業所訂行動通信服務契約大多為短期

審查意見	研究團隊回應
	契約(約 2-3 年),故本研究採 Panel Data 分析方法進行分析。 • 本研究設定之模型皆為單一方程式。
第 122 頁:提出市場規模、資費水準及消費者需求等關連度的數據,是否為 5G 共用的最適規模抑或市場應容留的家數,建議報告提出相關看法及理由何在。	• 感謝委員指導,本研究回顧 GSMA 於 2020 年之研究成果,作為實證研究變數選擇之參考。 • 由於全球 5G 服務於 2018、2019 年陸續推出,可參考之資料有限,故於以質化分析方式,探討 5G 對行動通訊市場之影響,並撰寫於期末報告第三章第一節之六。
第 128 頁:有關市場需求及價格之負相關性及與品質的關連度理由似較牽強且並非絕對,應否考量消費者心態等變動因素,並以消費模式進行分級進而提出不同優惠方案等多面向之觀察。	感謝委員指導,本章節為文獻討論,作為實證研究之參考。
研究報告中蒐集不少外文文獻,很多透過直接翻譯方式導致語意不順、字句未能連貫等問題,如第 132-133 頁等多處有較為不通順處,建議宜就全報告通盤討論並調整文字修辭,使之更具可閱性。	感謝委員指導,已調整報告文字。
第 137 頁:說明引用的實證分析所利用之資料為 2012-2020 年 37 個國家的 Pooled Data,這期間的行動通訊應是 3G 或 4G 為主,所得的實證結果若要被用來推導 5G 的行動通訊監理之政策性建議,論述上可能要下功夫才具說服力。	感謝委員指導,已於期末報告第三章第一節之六分析 5G 對行動通訊市場之影響。由於 5G 網路布建成本高昂,MNO 必需優化網路和頻譜投資,以具成本效益的方式進行,而電信事業間共用頻譜與網路為節省成本之選項。
第 169 頁:「換句話說,在 MNO 家數為 3 至 5 家之市場,消費者成效更會受到競爭水準以外因素的影響。... ,是否存在 3 家、4 家或 5 家 MNO 之問題,對於解釋	• 感謝委員指導,本研究實證結果顯示,MNO 家數變動對消費者成效無顯著之影響,探究原因係行動通訊為管制市場,且屬資本密集產

審查意見	研究團隊回應
<p>消費者成效通常不那麼重要。」可能再看一下趨勢是否仍以促成 4 家為主要方向。</p>	<p>業，若有新進業者加入市場，短期雖然可能以低價爭取市占率，但因須先投入高額的投資成本，最終仍需仰賴較高的訂價方式回收成本並賺取利潤。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 綜觀國內外主管機關核發頻譜執照時往往課予網路布建義務，可能是 MNO 家數對網路涵蓋與網路上傳、下載速率無顯著影響之理由。
<p>第三章經濟分析政策上取決分類於結語說明分別以「促進價格競爭」、「促進頻寬提升」、「促進偏鄉建設」。</p>	<p>感謝委員指導，已調整結語說明，根據實證之結果，聚焦於「促進價格競爭」、「促進頻寬提升」、「促進偏鄉建設」。</p>
<p>我國電信事業申請頻率合作之個案研析與審查機制研析</p>	
<p>第 179 頁：就我國第一次電信事業結合共用案，僅僅帶過主管機關採負擔方式為適當，至於具體分析及為何？認定該流程為適當之理由於報告中並未彰顯，建議此部分補強而能予主管機關進一步參考價值。</p>	<p>感謝委員指導，已修正於期末報告第四章第二節。</p>
<p>報告中提及我國第一次電信事業結合共用案，即遠傳及亞太電信案，由通傳會及公平會兩主管機關針對各自業務範圍進行審議，相關模式是否以後申請案皆比照辦理或可研擬由 NCC 統一處理，以收事權統一及精簡流程之效，可作進一步討論，若否，則報告中有關第 185 頁等公平會及 NCC 角色之劃分，可以再區隔清楚，建議報告結論作完整呈現。</p>	<p>感謝委員指導。有關通傳會與公平會之協作方式，已於 109 年計畫期末報告第四章第二節進行分析。</p> <p>通傳會與公平會同為獨立機關，為避免產生管制競合之現象，在市場界定及市場分析上可相互交換必要資訊，盡可能採取一致性之意見。若通傳會認定系爭個案有違反公平交易法之疑慮時，可向公平會提出相關事證；若有在部分個案中認定有「不能獨自調查」之情形，則可依據「行政程序法」第 19 條在涉及公平會職權時，通傳會可依此規定請求公平會協助，反之亦然。</p>

審查意見	研究團隊回應
<p>第 191 頁：有關未來主管機關於檢視頻譜使用效率時，得要求申請事業提出未來進行頻譜提供使用或共用後，對於頻率使用效率提升之預估值。參採國際作法，計算特定區域之頻率使用效率，故建議研究團隊於期末報告詳列「ITU-R SM.1046-3」之詳細作法，並研提實際評估方式，供主管機關參用。</p>	<p>感謝委員指導。已增補 ITU 相關說明。</p>
<p>第 191 頁：圖 4-11 如何蒐集及產生平均基地台使用人數？可否補充說明。</p>	<p>感謝委員指導。原始文獻僅說明此為實際量測取得之數值，其餘部分未揭露。</p>
<p>我國頻率運用相關議題之法令規範調適</p>	
<p>第 184 頁、第 213-216 頁及簡報：有關持股比例限制及三個方案提出部分，所依循的準則何在？建議加以補強，是否建議未來入法或訂立行政規則以為主管機關依循準則，應進一步釐釋。</p>	<p>感謝委員指導，已補充三個方案之依循準則，並建議主管機關後續可做為審查時判斷因素之一。</p>
<p>第 215 頁：倒數第 7 行「相關競價者需要自行評估並競價者保證遵守這些規則」，語意再斟酌。</p>	<p>感謝委員指導，已刪除相關文字。</p>
<p>針對簡報第 50 頁的部分，期中報告有在表 5-8（第 221 頁）提到。就持股比例的認定比較，建議考慮未來 5G 後的數位匯流（即有可能非頻譜運用的業者或網路上的新興平台業者參與「電信事業的相互投資」）。此時除了 NCC 外，另有 FTC（公平會）的審查認定。研究報告初步提出三方案中，建議多考慮公平會相關實務看法參考。</p>	<p>感謝委員指導，惟本案以頻譜運用監理為核心，故建議以頻譜運用為主要研析主軸，關於 5G 後的數位匯流與新興平台業者建議未來主管機關可考慮是否另外成案研析。</p>
<p>第 225 頁：有關關閉 3G 網路之方案列出 3 種選項：4G VoLTE、採漫遊與 MOCN 方式。請以簡表列出其優點、缺點、可能遭遇困難及解決方式，研析後建議優先順序方案。如最終建議仍採 MOCN 方式，</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告第五章第二節。</p>

審查意見	研究團隊回應
<p>請研究團隊列出後續須討論議題並蒐集業者意見，並研析可行做法，供主管機關參考。</p>	
<p>報告中國際有出租、轉讓等機制，對應到電信管理法的關係，建議加以比較說明。</p>	<p>感謝委員指導，已於 109 年計畫期末報告第四章第一節進行比較。</p>
<p>國際對於關閉 3G 之相關配套為何？共網、共用或用戶移轉等？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 國際上多數電信事業自行規劃關閉 3G 網路時程。 • 以英國來說，關閉 2G 網路採用之配套措施為：(1)靈活的頻譜使用，將部分頻率升級 (refarming) 為 3G 或 4G 之用；(2)共用偏鄉網路，以單一 2G 網路提供 2G 服務之用。 • 以韓國來說，電信事業 SKT 對於「發展 5G 產業的必要性」與「終止 3G 服務」以增加消費者便利性，在兩者之間進行評估。SKT 亦正在評估與競爭業者進行 3G 網路共用之措施。
<p>我國電信管理法對於頻率區分為釋出及使用管理，國際有此區分嗎？若無，國際對於頻率管理對照電信管理法的管理機制為何？尤其上限要求關係？</p>	<p>感謝委員指導，觀察主要研究國家之電信事業使用頻寬上限規範，多數國家在釋照時滾動式檢視頻譜分配狀況，並訂定單一電信事業之得標頻寬上限（如英國、芬蘭、瑞典等），倘若有電信事業申請成立合資企業共用頻率，或事業申請結合時，再由主管機關採個案審查方式，評估頻率集中程度等其他審查事項。</p>
<p>座談會執行成果</p>	
<p>座談會議題及會議記錄中強調事前審查機制的重要性，唯事後救濟於行政程序的實務運作或消費者未來申訴或提起訴訟時，將為更重要的課題，建議就此部分加以補足。</p>	<p>感謝委員指導，惟基於頻譜交易申請或共用之實務，若主管機關核准兩家事業共用頻譜，其事後救濟難度較高，因電信事業已可藉由核准共用或交易取得另一事業關鍵資源或必要資訊，故建議基於頻譜運用</p>

審查意見	研究團隊回應
	監理性質，仍以事前審查為主。
對於第二次專家座談會議的主軸及目標，建議進一步盡早與委託單位就期中報告意見部分彙整後，加強發揮。	感謝委員指導，詳細內容可參閱第六章第一節與附錄五。
請修正期中報告之錯、漏、贅字。	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 第 9 頁倒數第 8 列，漏字「抽」象的概念。 2. 第 38 頁表 2-9 最後 1 列「Network」誤繕為「Metwork」。 3. 第 47 頁倒數第 9 列「SLC」誤繕為「SCL」。 4. 第 53 頁倒數第 6 行「主管機關在收到通知後的兩個月內」。 5. 第 61 頁第 9 行「主管機關 PTS 將已於 2021 年 9 月 28 日召開會議」。 6. 第 105 頁第 4 列「合作案」誤繕為「合作按」。 7. 第 109 頁第 4 列「MSIT」修為「MSIP」；P117 有相同誤繕情形。 8. 第 174 頁圖 4-4「註：統計時間至 2021 年第 1 季」，另圖中「整體營收(左列)」、「行動通訊服務 ARPU(4G)(右列)」。 9. 第 183 頁第 9 行「5G 用戶數獲或訊務量明顯超過 4G 用戶」。 10. 第 206 頁「干擾」、「部分」等文字再行檢視。 11. 本報告中有電信事業、電信業者，建議再調整。 	感謝委員指導，已修正相關文字於期末報告中。
綜合意見或建議	
與 5G 布建有關之三共議題是當前相當重要的課題，研究團隊資料蒐集豐富，導入計量經濟模型，令人印象深刻。	感謝委員指導。

審查意見	研究團隊回應
建議於期末報告能附錄中增加中英對照表。	感謝委員指導，已增補於期末報告附錄六。
為方便閱讀格式，請再區分章節、字體大小區分及邊緣空白部分。	感謝委員指導。
希望期末報告能夠再分析，如何的政策選擇適合我國環境。	感謝委員指導，針對國內部分之個案以及政策建議分述於第四章與第五章。
建議在期末報告將整合 109 年度研究，提出二年（含本年）的成果。	感謝委員指導，已增補於期末報告第七章。
研究報告中有關研究限制部分，第 166 頁與第 4 頁研究所欲達成之目標有落差，如消費者影響之權益保障於第 4 頁中隻字未提，但其後於研究限制及議題設定中卻成為主要指標，建議先釐清問題意識，以達成報告原本所欲達成的研究目的。	感謝委員指導，本研究於研析過程中，建議有必要審視消費者影響之權益，故調整相關文字。
針對第三章「經濟效益」對偏鄉的影響，建議加強與我國的比較分析及是否有涉消費者權益保障（第一次專家座談會議的討論內容）。	感謝委員指導，本研究已於第三章提出促進偏鄉網路建設之建議。
研究報告中提出資本市場及國家投資之關連性，是否應考量國家對關鍵性產業有其政策目的性，可否透過影響評估機制探討國家介入程度，提出可資參考因素至少應包括民主集中度、言論自由化程度、社會福利關注度等因素，使研究報告的結論能更具價值。	感謝委員指導，惟本案以頻譜運用監理為核心，故建議以頻譜運用為主要研析主軸，關於國家對關鍵性產業政策評估等議題，建議未來主管機關可考慮是否另外成案研析。

附錄八 期末評審會議委員建議與研究團隊回應對照表

審查意見	研究團隊回應
研究報告待釐清或調修部分	
建議報告中法律用語要精確，公平會及 NCC 為行政機關，就爭端案例所為的決議為行政處分書或行政決定書，非屬司法機關的判決書，因此沒有所謂公平會判決書一詞。	感謝委員指導，已於期末報告修正版修正相關文字。
有部分紀元使用民國，請再檢視調整；報告中有關 sharing 使用「共用」，但有部分用「共享」，請再確認。	感謝委員指導，已於期末報告修正版修正相關文字。
有些表格的欄位的內容相同，但欄位寬度並不相同，請再檢視調整。	感謝委員指導，已於期末報告修正版調整部分表格內容。
本報告是二年期計畫，有些資料在前期報告中呈現，為利參閱，涉及「監理政策思惟與監理重點」是否在本報告中摘述，並標示前期期末報告取得資訊。	感謝委員指導，已於期末報告修正版增補相關文字。
國際頻率運用（含網路共用）議題研析	
第 51 頁倒數第 2 列：「芬蘭申辦數據無限使用量方案有 7 千 4 百萬的行動上網用戶」，經查芬蘭人口數 680 萬人，是否有誤，請釐清修正。	感謝委員指導，已於期末報告修正版第二章第三節，修正文字為「…截至 2021 年 6 月國內行動網路中申辦數據無限使用量方案有 740 萬的行動上網用戶……」。
第 78 頁第 12 行提及丹麥主管機關 EDA 在 3.5GHz 執照釋照條件規定，取得 3.5GHz 頻段 3740-3800MHz 的得標者效期的前四年對企業和公共機構負有出租義務，使供應商、企業、公共機構和大學等非電信相關產業能向其所在地理區域內取得該頻段的電信業租用，以建立自有 5G 專用網路。請問是否 4 年過後就可以拒絕出租頻率給 5G 專網？	期末報告修正版第 80 頁所稱「頻率租用制式合約」，其原文出處為丹麥 5G 拍賣備忘錄附件 M：「3740MHz~3800MHz 頻段之頻譜出租制式合約範本」，在該制式合約範本中，DEA 並未規定出租者的續租義務，只規定最大租期為得標者的執照年限，因此，在得標者取得執照起四年後的期限到期時，得標者可選擇中止合約或續租。
第 79 頁第 4 行，提及丹麥在制式合約中	續上題，制式合約範本除了規定位

審查意見	研究團隊回應
<p>有明確列出防止公網與專網相互干擾之技術規範，且承租人之租用頻率不得在承租區域外使用，且不得用於商業提供電子通信網路或服務，對我國即將開放之專網法規具有一定的參考價值。</p> <p>1. 請問其內容除了規定位於專用網路邊界的公網發射功率不超過-5dBm/m²/(5MHz)外，是否還有值得我國參考的內容？</p> <p>2. 建議於附件補充丹麥 EDA 所訂的「防止公網與專網相互干擾之技術規範」之中譯內容。</p>	<p>於專用網路邊界的公網發射功率不超過-5dBm/m²/(5MHz)外，也有其他值得我國參考的內容：因此本研究就 5G 拍賣備忘錄附件 M「3740MHz~3800MH 頻段之頻譜出租制式合約範本」中的「承租人義務及技術規範」臚列七點事項(參閱期末報告修正版第 81 至 82 頁)，該規範足以防止公網與專網互相干擾。</p>
<p>第 90 頁，有關美國為避免頻譜集中所採用的篩審是否適用於國內，請提出分析說明。</p>	<p>感謝委員指導，針對美國採取之頻譜篩審制度，主要原因包含美國採分區執照以及成熟之頻譜交易環境；然我國頻譜執照可使用範圍多為全區執照，國內監管環境亦更偏好採用事前明確設定電信事業實際可取得頻寬之作法，因此建議主管機關可持續沿用國內現行做法即可。相關資料請參閱期末報告修正版第 94 頁。</p>
<p>第 122 頁，有關韓國三大行動業者共同簽訂「5G 偏鄉網路共用」協議，以縮減數位落差，節省布建成本，並採用 MOCN 技術方式，三家業者獨立自建 5G 核心網路，劃分責任區域布建基地台，在責任區域內僅由 1 家業者建置基地臺。請再釐清其使用之共用頻率主管機關如何核配及處理，韓國政府是否提供政策誘因以促成業者合作布建網路，以供主管機關參考。</p>	<p>依韓國主管機關 MSIT 公告之文件，其與三家電信事業簽訂協議，以 MOCN 方式布建 5G 偏鄉網路，但未詳細說明共用之頻率。</p> <p>MSIT 已宣布於 2021 年 11 月 25 日正式啟動「5G 偏鄉網路共用」計畫，進入測試 5G 網路共用系統階段。</p>
<p>本會目前面對實務情形需國際資訊比較，本報告第二章小節部分，各國頻率運</p>	<p>感謝委員指導，已增補於參閱期末報告修正版第二章第十節中。</p>

審查意見	研究團隊回應
<p>用議題研析，可否再整理列表，統整各國用戶市占率及頻段（1GHz、3GHz 及 6GHz 以下）持有比率集中度（HHI），以利和我國目前可能面臨情況進行比較。</p>	
<p>研析主要國家中，有些國家/地區有關提供使用、共用及轉讓之管理不是電信主管機關負責，而另有競爭主管機關，或競爭主管機關及電信主管機關皆有執掌，請研究團隊再行確認。如丹麥由競爭主管機關；芬蘭在研究報告說明沒相關資料，是否其管理另有主管機關。</p>	<p>關於電信事業申請頻率提供使用、共用及轉讓之相關規範，皆由電信主管機關為主責機關。英國為通訊管理局、芬蘭原先為芬蘭通訊傳播管理局（Finnish Communications Regulatory Authority, FICORA），其後因組織調整而併入芬蘭運輸與通訊部(Traficom)、瑞典是郵政與電信管理局（Post and Telecom Authority, PTS）、丹麥為能源局(Danish Energy Agency, DEA)、美國是聯邦通訊委員會、新加坡為資通訊媒體管理局、日本為總務省、韓國為科學與資通訊部(MSIT)。部分國家如北歐三國（瑞典、芬蘭與丹麥），於該國審理電信事業合作案時，則由競爭主管機關為主責機關。</p>
<p>報告中建議電信事業的合作方式採用國外立法例 JV 概念，是否以合資、合作或是合夥方式呈現，都考驗未來在電信事業產業創新的模式，是否應進一步推動專屬於電信事業的產業創新規範，值得加以討論。</p>	<p>感謝委員指導。通傳會配合行政院推動「專頻專網」之政策，已於 108 年 12 月 5 日決議，指配特定頻段（4.8-4.9GHz）作為企業專網頻譜，以「專網專頻」方式獨立運作。通傳會除藉由核配 5G 實驗頻譜供有實驗測試需求者設置 5G 多元應用實驗網路，以驗證 5G 導入不同產業之可行性外，並透過電信事業參與垂直應用服務的頻率使用費折扣，鼓勵電信事業與垂直場域業者共同合作，帶動我國 5G 相關產業及創新服務迅速發展。</p>

審查意見	研究團隊回應
電信事業合作對整體市場競爭與經濟利益之影響評估實證研析	
<p>第 145 頁第 15 行，提及「多數國家監理機關考慮網路共用以減少基礎設施投資之獎勵，並認為藉由基礎設施競爭可達到較佳的網路涵蓋」，考量網路共用將造成獨立網路數量的減少，將減少網路層的競爭，似與促進基礎設施競爭背道而馳。請再確認。</p>	<p>感謝審查委員的指導，已修正於期末報告修正版第三章第一節中。</p>
<p>小節部分，我國實際情況與 OECD 相關國家市場狀態是否相符，建議再強化國外與我國市場有所差異之說明，說明國外資訊僅作參考或研究限制。</p>	<p>感謝審查委員的指導，已增補於期末報告修正版第三章第五節中。</p>
<p>報告中有關電信資源合理分配，應屬市場集中度是否涉及公平競爭為探討對象，不必然將偏鄉建設納入審查項目，雖然 ITU 國際電信聯合會，因發展中國家的加入，其目標已轉向推動各國縮小電信落差，且電信普及服務為普世人權，但 5G 布建及推動原屬於先進國家科技治理的重要指標，不盡然必須將全國所有網路涵蓋率全面的提升到 5G 層次，且 2G、3G、4G 仍未完全汰換，故建議應將 5G 在偏鄉布建作為電信事業推動合作或綜合運用審查的參考或獎勵指標即可，並建議將布建 5G 資源審查重點集中在商業創新跟場域應用為核心的建設上。</p>	<p>感謝審查委員的指導，有別於 3G/4G 應用以人為本，5G 之應用場景則著重在促進創新應用，因此調整本研究之建議，對於合作事業之 5G 偏鄉網路建設規劃視為通傳會審理電信事業合作案時之利益事項。</p>
我國電信事業申請頻率合作之個案研析與審查機制研析	
<p>第 202 頁，請補充頻譜運用影響評估框架考量基準下對於判斷利益/不利益之項目。</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告修正版第四章第二節之中。</p>
<p>第 217 頁表 4-10，請以無線電頻率使用管理辦法第 12 條完成研析。</p>	<p>感謝委員指導，已修正於期末報告修正版第四章第二節之中。</p>
<p>第 220 頁第 3 行，提及「對於評估框架中步驟 4 考量基準」，惟查僅於第 219 頁</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告修正版第四章第三節之中。</p>

審查意見	研究團隊回應
<p>述及評估框架可精進之處，於第 369 頁的簡報中描述 109 年計畫成果提出之我國頻譜運用影響評估框架。建議能於期末報告第 220 頁之中能先略述評估框架 6 個步驟的內容。</p>	
<p>有關消費者保護議題，是否兩事業有共謀或非法行為，是否應課予帶有處罰性質的矯正措施，建議於結論中應將法律層次拉高，並符合處罰法定原則、構成要件該當性等基本法律原則，建議報告中的用語不宜模糊。消費者權益的保障也建議不一定要全由行政機關進行事前審查來保障，建立電信消費者爭端解決機制，以事後司法審查方式為電信事業及使用者提供爭端解決機制，如訴訟前爭端解決機制，或更可相對應完善消費者的權益保障。</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告修正版第七章第一節。</p> <p>為保障消費者權益，電信管理法第 20 條規定，經主管機關認定之電信事業，應共同設立電信消費爭議處理機構辦理電信消費爭議事項，以快速有效解決電信消費爭議。</p> <p>有關爭議處理流程，大多數之爭議處理機制皆採取兩階段之爭議處理，先由消費者與業者進行協商，協商不成時始進入電信消費爭議處理機制由公正之第三方進行裁決。</p>
<p>我國頻率運用相關議題之法令規範調適</p>	
<p>第 239 至 244 頁、第 256 頁，有關關閉 3G 網路之方案列出 3 種選項:4G VoLTE、採漫遊與 MOCN 方式。其中 4G VoLTE 方案請補增列 VoLTE 網路互連推動涉及之議題，並請在第五章第四節(小節)中，以簡表方式增列各方案之優點、缺點、可能遭遇的議題(例如業者提供共用頻率及網路設備之誘因、物聯網用戶設備升級)及解決方式，研析後提出建議方案，供主管機關後續推動參考。</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告修正版第五章第二節。</p>
<p>第 254 頁倒數第 8 行，提及「考量目前國內市場結構已長期存在 5 家電信事業，…建議於 5G 市場發展初期，主管機關可採取較寬鬆之管制，短期內採方案二」。近日已傳出台哥大將併購台灣之星，若完成併購，市場變成 4 家電信事</p>	<p>感謝委員指導，儘管台灣大哥大與台灣之星申請合併，然市場是否會變成 4 家業者，仍尚待主管機關裁量。基於避免讀者誤解之考量，已修正期末報告修正版第 261 頁相關文字。</p>

審查意見	研究團隊回應
業。請問前揭建議是否有修正之必要？	
<p>研究報告中建議電信事業的持股比例，是否設立數字標準如 10%或 15%等，或採實質影響力來審查於各國立法例中各有其不同主張。英國模式以實質影響或實質控制來判斷雖有其意義，但可能賦予主管機關較多的行政裁量空間，若未有具體指標而有較多的模糊空間可能衍生出更多的行政爭訟，如果單純用數字來做判斷，則規範明確或可減少訟爭，但亦可能衍伸為符合該硬性數字標準而使電信事業體間合作方式有變相的作法，而失去審查的意義。</p>	<p>感謝委員指導，採取明定持股比例標準或透過實質影響力審查，為國際間常見幾種做法。基於監理實務操作之考量，建議初期可參考歐盟基準，設立 15%至 25%之持股比例門檻進行審查，儘管硬性數字可能使電信事業衍生規避或其他做法，然實務操作面可能更符合我國規管制度。</p>
<p>研究報告建議提出三項電信事業相互投資持股比例的方案，其中建議短期採方案二較寬鬆的管制，中長期採方案一或方案三，唯三個方案中事前管制或事後介入，或有利市場自由競爭，或可維持市場公平，建議三個方案不一定如報告所主張以擇一採用方式處理，行政機關以不同行政措施採用不同方案以各別達成行政目的，如用區域發展或使用性質的來設立指標或基準點，以更加彈性的措施來達成行政目的，三案並陳或賦予主管機關多種彈性措施亦為可思考的方向。</p>	<p>感謝委員指導，已修正期末報告修正版第 261 頁相關文字。</p>
<p>有關 2G/3G 網路關閉之建議與結論，請提出具體內容。</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告修正版第七章第一節。</p>
<p>請修正期中報告之錯、漏、贅字及文句語意。</p>	
<p>1. P9 第 3 行提及「訪談法與舉辦研討會之方式」，請確認是研討會，還是座談會？</p> <p>2. P131 第 5 行提及「以整合頻頻與網路資源」，請再酌。</p>	<p>感謝委員指導，已修正相關文字於期末報告修正版。</p>

審查意見	研究團隊回應
<p>3. P163 第 4 行「於第二階段方式式中採用 HHI 估計值代替」，請再酌。</p> <p>4. P216 第 9 行「雙方應確保用戶平等使用 3G CSFB 語音服務之權利」，請再酌。</p> <p>5. P25 之表 5-9 最右欄位有關是否具有實質影響、實質控制的第 4 行「法律上的控制通常指具有投標權之持股比例達 50%」，請再酌。</p> <p>6. P271 第 6 行「分析開放頻率提供使用(租賃)、共用與移讓可能造成之潛在影響」，請再酌。</p> <p>7. P272 倒數第 3 行「對於頻譜提供使用與移轉讓之規範」，請再酌。</p> <p>8. P274 第 16 行「以整合頻頻與網路資源」及倒數第 4 行「劃分責任區域分式，布建偏鄉 5G 網路」，請再酌。</p> <p>9. P286 第 6 行「再進一步分別與遠傳電信、中華電信分別達成頻率交換、共用之協議」，建議刪除其中一個「分別」。</p>	
綜合意見或建議	
<p>第 276 頁及第 P278 頁之敘述略以「當考慮經營者進入市場之虛擬變數時，會使中、高資費下跌，……當考慮市場經營者結合(或退出市場)之虛擬變數時，會使低資費上漲」與「當經營者進入市場時，整體而言將使中、高資費價格上漲。但當經營者退出(結合或退出)市場時，整體而言將使低資費價格下跌」前後矛盾，請釐清修正。</p>	<p>感謝審查委員的指導，已修正於期末報告修正版第七章第一節。</p>
<p>有關研究報告中討論消費者權益保障之分析建議，請納入結論。</p>	<p>感謝委員指導，已增補於期末報告修正版第七章第一節。</p>
<p>針對目前國內現況實例分析以及未來三大兩小的消長趨勢，請於結論中提出進</p>	<p>感謝委員指導，已修正於期末報告修正版第七章第二節。</p>

審查意見	研究團隊回應
<p>一步看法及未來研究方向。</p>	
<p>請研究團隊整理我國即將面對之兩個個案，推算是否符合無線電頻率使用管理辦法規範。對於涉及頻率共用及轉讓時，通傳會審核時有哪些可能建議選項，例如不同意及其理由，或附負擔同意時，參考那些國家作法或經驗，就產業發展、市場公平競爭、消費者權益、涵蓋率義務等面向自願承諾或附負擔要求，以供面對即將發生兩個個案審酌時，可供引用參考。</p>	<p>感謝委員指導，主管機關審查國內相關個案時，可參考本研究列出其他國家採用之作法，列為附加附款或附負擔。例如丹麥審理電信事業合併時，規範該 2 家電信事業網路層基礎設施站臺若欲撤除，應將站點拆除相關資訊告知其他電信事業；或美國主管機關審理電信事業合併時，規範申請者應轉讓、售出部分頻譜資源或門市等資產予其他電信事業，確保達成主管機關培植其他競爭業者之目標；惟相關措施需依照個案情形認定，考量我國目前相關個案均仍在審查中，相關資料將另外提供給主管機關，以利主管機關制定必要政策措施。</p>
<p>研究報告在體例撰寫上，雖羅列豐富的國外參考案例及政策，但卻未歸納轉化到結論建議中，結論建議反而多在整理報告附錄中有關座談會的專家學者看法。此種編排方式將導致邏輯推論錯置，建議將國外案例及政策可供我國主管機關參考的部分作要點整理，並納入結論建議中，使國外案例及政策能供我國主管機關參酌。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝審查委員的指導，本研究透過國際資料蒐集分析、舉辦座談會議徵詢電信事業與學者專家意見，作為研提政策建議之參據。 2. 有關結論與建議之內容，為研析、參採國外案例分析結果以及學者專家看法後所提出之政策建議。至於附錄四座談會議紀錄為整理與會者之意見，與報告本文有所區隔。
<p>報告中提及有關未來電信事業合作態樣多元，尤其報告建議在未來 6G 布建及低軌衛星上應引進外資，但通訊科技產業屬關鍵性的產業，有關外資的引進需全盤考量，尤其是否需由經濟部投資審議會審議，涉及中資、港資部分可能有國家安全問題的考量，須經國防部的同意，即</p>	<p>感謝委員指導，未來 6G 或低軌衛星發展涉及多個議題與面向，惟基於通傳會執掌，仍以頻譜使用效率、網路涵蓋、市場競爭與消費者權益保障為主要考量面向，建議期末報告修正版仍以通傳會業務職掌範圍進行分析。若涉有國家安全等</p>

審查意見	研究團隊回應
非僅從公平會市場競爭的角度就可以單方面來解決，建議或可再多著墨。	更上位政策層級之討論，則建議可於行政院層級或科技會報辦公室召開之會議進行討論。

參考文獻

一、中文文獻

- [1] 中華電信(2021/12/21)，5G 資費方案，
https://www.cht.com.tw/home/campaign/5gplan#tab_2
- [2] 公平交易委員會，國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過！
<https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=126&doid=16798>
- [3] 台灣大哥大(2021/12/21)，5G 資費方案，
<https://www.taiwanmobile.com/mobile/postpaid/ratePlan/plan-5G-all.html>
- [4] 台灣之星(2021/12/21)，5G 資費方案，
https://www.tstartel.com/CWS/5G_priceplan.php
- [5] 立法院(2021)，電信三雄拚 5G 基地台覆蓋率，
<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=5251&pid=215110>
- [6] 亞太電信(2021/12/21)，5G 資費方案，
<https://www.aptg.com.tw/event/2108/5G-infinity/>
- [7] 周文欽（2008），空大學訊，研究方法概論補充教材。
- [8] 通傳會，NCC 基於促進無線電頻率使用效益並維護市場公平競爭，附附款通過遠傳電信及亞太電信申請共用 3.5GHz 頻段無線電頻率，
https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=2&sn_f=45792
- [9] 通傳會，為促進 5G 市場競爭，NCC 附附款通過遠傳電信投資亞太電信申請案，
https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8

&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=46515

- [10] 遠傳電信(2021/12/21), 5G 資費方案 ,
<https://www.fetnet.net/estore/exclusive/5g.html>

二、 英文文獻

- [1] 2G-3G Sunset Guidelines(2021),
<https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/NG.121-v1.0-2.pdf>
- [2] 3G Sunset in Europe: Planning Your Next Steps (2019),
<https://www.westbase.io/3g-sunset-in-europe-planning-your-next-steps/>
- [3] 5G JAPAN (2020) , <https://www.5g-japan.co.jp/>
- [4] 5G.co.uk 網頁, <https://5g.co.uk/coverage/ee/>
- [5] Aguzzoni, Buehler, Martile, Ecker, Kemp, Schwarz and Stil (2015),
Ex-post analysis of two mobile telecom mergers: T-Mobile/tele.ring
in Austria and T-Mobile/Orange in the Netherlands, report by
European Commission Directorate-General for Competition.
Available at:
<https://ec.europa.eu/competition/publications/reports/kd0215836enn.pdf>
- [6] Aimene, Jeanjean and Liang (2019). Impact of mobile operators
consolidation on unitary price. 30th European Conference of the
International
- [7] AT&T (2021), Petition for rulemaking to establish a mid-band
spectrum screen,
<https://ecfsapi.fcc.gov/file/10901090717973/Spectrum%20Agg%20Pet%20final.pdf>

- [8] Band, <https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2018/radio/700-ai-bb-engelska/2.-appendix-1---open-invitation.pdf> (P.25)
- [9] BEREC (2018), BEREC Report on practices on spectrum authorization and award procedures and on coverage obligations with a view to considering their suitability to 5G, https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8314-berec-report-on-practices-on-spectrum-au_0.pdf
- [10] BEREC (2018), Report on infrastructure sharing, BoR (18) 116 [online]. Available at: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8164-berec-report-on-infrastructure-sharing
- [11] BEREC (2018), Report on infrastructure sharing ; BEREC (2017), Active Sharing Best Practice ; GOV.UK(2019)
- [12] BEREC (2019), BEREC Common Position on Mobile Infrastructure Sharing, https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8605-berec-common-position-on-infrastructure-_0.pdf
- [13] BEREC (2020), Notice for the launch of the public consultation on the draft BEREC Guide to the BEREC 5G Radar and 5G Radar, https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/public_consultations/9288-notice-for-the-launch-of-the-public-consultation-on-the-draft-berec-guide-to-the-berec-5g-radar-and-5g-radar
- [14] Berne, Vialle and Whalley (2016), Is competition just a question of numbers? An analysis of the impact of entry of Free Mobile into the French mobile telecommunications market, conference paper.
- [15] Calzada and Martín-Sánchez (2016), Pricing strategies and

competition in the mobile broadband market, *Journal of Regulatory Economics*, 50.

- [16] Calzada and Martín-Sánchez (2016), Pricing strategies and competition in the mobile broadband market, *Journal of Regulatory Economics*, 50.
- [17] CERRE(2020), Implementing co-investment and network sharing, https://cerre.eu/wp-content/uploads/2020/05/cerre_implementing_co-investment_and_network_sharing-26.05.2020_1.pdf
- [18] CMA (2020.12.11), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A., https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5fe0cc92d3bf7f3a3590db40/Full_text_decision_-_Virgin_O2.pdf
- [19] CMA (2021), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A., https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60a55ec58fa8f520c5e44021/Virgin_O2_-_Final_Report_20.5.21.pdf
- [20] CMA (2021), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A., <https://www.gov.uk/cma-cases/liberty-global-plc-telefonica-s-a-merger-inquiry>
- [21] CMA (2021.05.21), Anticipated joint venture between Liberty Global Plc and Telefonica S.A. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/60a55ec58fa8f520c5e44021/Virgin_O2_-_Final_Report_20.5.21.pdf
- [22] Commerce Commission New Zealand (2019), Mobile Market Study – Findings, published 26 September 2019 [online]. Available at: <https://comcom.govt.nz/regulated-industries/telecommunications/projects/mobile-market-study>
- [23] COMMS UPDATE (2016), Finland's three largest cellcos win

700MHz licences at minimum prices,
<https://www.commsupdate.com/articles/2016/11/25/finlands-three-largest-cellcos-win-700mhz-licences-at-minimum-prices/>

[24]Costa Rica is excluded from the data as it became an OECD member country in 2021, outside of the 2012 to 2020 timeframe for this dataset. List of OECD countries:

<https://www.oecd.org/about/document/ratification-oecd-convention.htm>

[25]Cricelli, Grimaldi & Ghiron (2012), The impact of regulating mobile termination rates and MNO–MVNO relationships on retail prices, *Telecommunications Policy*, 36 (1), pp. 1-12.

[26]DBS (2020), Singapore Industry Focus:Telecom Sector,
https://www.dbs.com/aics/templatedata/article/generic/data/en/GR/122020/201211_insights_sg_telecom.xml#

[27]DCMS (2018), Future Telecoms Infrastructure Review ,
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/732496/Future_Telecoms_Infrastructure_Review.pdf

[28]DCMS (2020), Review of the Access to Infrastrucure Regulations-call for evidence,
<https://www.gov.uk/government/publications/review-of-the-access-to-infrastructure-regulations-call-for-evidence/review-of-the-access-to-infrastructure-regulations-call-for-evidence#fn:9>

[29]DCMS (2021), Changes to permitted development rights for electronic communications infrastrucure: technical consultation,
<https://www.gov.uk/government/consultations/changes-to-permitted-development-rights-for-electronic-communications-infrastructure-technical-consultation/changes-to-permitted-development-rights-for->

electronic-communications-infrastructure-technical-consultation

- [30]DEA(2021), Information Memorandum 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction
- [31]DEA(2021), Information Memorandum 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction
- [32]DEA(2021), Information Memorandum Annex B, Decision by the Danish Energy Agency on the 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction
- [33]DEA(2021), Information Memorandum Annex K, Ownership structure 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3.5 GHz and 26 GHz Auction
- [34]Dongwook Kim, Sungbum Kim, and Hangjung Zo (2018). Analyzing the Economic Effects of Past Mobile Network Sharing Deals for Future Network Deployment, ETRI Journal, 40(3),
- [35]EE is first UK operator to confirm 3G switch off plans(2021), <https://www.techradar.com/news/ee-is-first-uk-operator-to-confirm-3g-switch-off-plans>
- [36]Electronic Communication Act(2003), https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003389-om-elektronisk-kommunikation_sfs-2003-389
- [37]Elixmann, D., Godlovitch, I., Henseler-Unger, I., Schwab, R. Stumpf, U. (2015). Competition & investment: An analysis of the drivers of investment and consumer welfare in mobile telecommunications [Online]. Available at: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0029/78365/competition_and_investment_mobile.pdf
- [38]EU, DIRECTIVE 2018/1972 of the European parliament and of the

council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code, article 51.

- [39]European 5G Observatory (2021), 5G Observatory Quarterly Report 13 —Up to October 2021, https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/11/5G-Obs-PhaseIII_Quarterly-report-13_final-version-11112021.pdf
- [40]European 5G Observatory (2021), 5G Observatory Quarterly Report 13 —Up to October 2021, https://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2021/11/5G-Obs-PhaseIII_Quarterly-report-13_final-version-11112021.pdf
- [41]European Commission(2021), Broadband Connectivity in the Digital Economy and Society Index, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-connectivity>
- [42]For more information, see <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/5g-era-mobile-network-cost-evolution/>
- [43]Frontier (2015), Assessing the case for in-country mobile consolidation, report prepared for the GSMA [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/05/Assessing_the_case_for_in-country_mobile_consolidation.pdf
- [44]Frontier (2015), Assessing the case for in-country mobile consolidation, report prepared for the GSMA [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/05/Assessing_the_case_for_in-country_mobile_consolidation.pdf
- [45]G.A. Woroch (2019), Spectrum Concentration and Performance of the U.S. Wireless Industry, *Review of Industrial Organization*, 56 (1).

- [46] Garrone, P. and Zaccagnino, M. (2015). Seeking the links between competition and telecommunications investments. *Telecommunications Policy*, 39: 388–405.
- [47] Genakos, Valletti and Verboven (2018), Evaluating market consolidation in mobile communications, *Economic Policy*, 33 (93), 99. 45-100
- [48] Genakos, Valletti and Verboven (2018), Evaluating market consolidation in mobile communications, *Economic Policy*, 33 (93), 99. 45-100
- [49] Georges Vivien Hounghonon, François Jeanjean (2016b). What Level of Competition Intensity Maximises Investment in the Wireless Industry ?. *Telecommunications Policy*, Elsevier, 2016, 40 (8), p.774-790.10.1016
- [50] Global 2G and 3G Phase Out / Sunset: What Do We Know So Far?(2021), <https://www.emnify.com/en/resources/global-2g-phase-out> , <https://www.emnify.com/en/resources/global-2g-phase-out>
- [51] GSA(2021.03), Mid Band Spectrum Summary Report
- [52] GSMA (2017), Assessing the impact of mobile consolidation on innovation and quality: An evaluation of the Hutchinson/Orange merger in Austria [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2017/07/GSMA_Assessing-the-impact-of-mobile-consolidation-on-innovation-and-quality_36pp_WEB.pdf
- [53] GSMA (2018), Assessing the impact of market structure on innovation and quality; Driving mobile broadband in Central America [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/05/Assessing_impact-market-structure.pdf
- [54] GSMA (2018), Assessing the impact of market structure on

innovation and quality; Driving mobile broadband in Central America [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/05/Assessing_impact-market-structure.pdf

[55]GSMA (2020), Legacy mobile network rationalisation: Experiences of 2G and 3G migrations in Aisa-Pacific, <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2020/06/Legacy-mobile-network-rationalisation.pdf>

[56]GSMA (2020), Mobile market structure and performance in Europe: Lessons from the 4G era [online]. Available at: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2020/01/GSMA-Mobile-Market-Structure-and-Performance-in-Europe_February20.pdf

[57]GSMA(2021), 5G Mid-Band Spectrum Needs – Vision 2030, <https://www.gsma.com/spectrum/resources/5g-mid-band-spectrum-needs-vision-2030/>

[58]Hauge and Jamison (2009), Analyzing telecommunications Market Competition. Founds for Best Practices. Public Utility Research Centre.

[59]Houngbonon (2015), The Impact of Entry and Merger on the Price of Mobile Telecommunications Services, conference paper, 26th European Regional Conference of the International Telecommunications Society, Madrid, Spain, June 24-27.

[60]IMDA (2015), MNOs to close 2G networks from 1 April 2017, https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Inner/About-Us/Newsroom/Media-Releases/2015/0615_MNOs/AnnexA.pdf?la=en

[61]IMDA (2019), Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Service and Network, <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation->

Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf?la=en

[62]IMDA (2020), Licence to Provide Facilities-Based Operations Granted by The Info-Communications Media Development Authority to Antina Pte. LTD. Under Section 5 of The Telecommunications Act (Chapter323) , <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Licensing/Licensees/FBO/Antina.pdf?la=en>

[63]IMDA (2021), Auction of 2.1 GHz spectrum right (2022) for 5G standalone (SA) network architecture: Clarifications to auction rules, https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Frameworks-and-Policies/Spectrum-Management-and-Coordination/2-1-GHZ-Auction/Clarifications-to-Auction-Rules_240921.pdf?la=en&hash=90B02F0C02EE196706ED9061181D7D71

[64]IMDA (2021), Auction of 2.1 GHz spectrum rights (2022) for 5G, <https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management-and-coordination/spectrum-rights-auctions-and-assignment/Auction-of-2-1-GHZ-Spectrum-Rights-2022-for-5G>

[65]IMDA (2021), Next wave of 5G growth & deployment in Singapore: policy issues & proposed regulatory design for 2.1 GHz band, <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and-Licensing/Regulations/Consultations/2021/Next-Wave-of-5G-Growth-and-Deployment-in-Singapore/21-GHz-Public-Consultation-Document.pdf?la=en&hash=871CDE093D95FA731129030985E8DECD>

[66]IMDA (2021), Next wave of 5G growth & deployment in Singapore: policy issues & regulatory design for 2.1 GHz band,

<https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and-Licensing/Regulations/Consultations/2021/Next-Wave-of-5G-Growth-and-Deployment-in-Singapore/IMDA-Decision--21-GHz-Policy-and-Regulatory-Framework.pdf?la=en&hash=F6858B0C7251B64AFF5E3B95688C47ED>

- [67]IMDA (2021), Spectrum Management Handbook,
<https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Frameworks-and-Policies/Spectrum-Management-and-Coordination/SpectrumMgmtHB.pdf?la=en>
- [68]IMDA (2021), Statistics on Telecom Services,
<https://www.imda.gov.sg/infocomm-media-landscape/research-and-statistics/telecommunications/statistics-on-telecom-services>
- [69]ITU (2021), The impact of policies, regulation, and institutions on ICT sector performance, Available at https://www.itu.int/pub/D-PREF-EF.ICT_SECT_PERF-2021
- [70]ITU, <https://www.itu.int/net4/ITU-D/icteye#/>
- [71]Kang, F., Hauge, J. A., and Lu, T.-J. (2012). Competition and mobile network investment in China's telecommunications industry. *Telecommunications Policy*, 36(10): 901–913
- [72]Keppel DC REIT (2021), M1 and Keppel DC REIT sign non-binding term sheet for proposed investment in M1 network assets,
<https://www.keppeldcreit.com/en/news-item.aspx?sid=64&aid=9795&title=m1-and-keppel-dc-reit-sign-non-binding-term-sheet-for-proposed-investment-in-m1-network-assets>
- [73]Kiiski (2006). Impacts of MVNOs on mobile data service market, Conference paper, 17th European regional ITS conference.
- [74]Kim, J., Kim, Y., Gaston, N., Lestage, R., Kim, Y., and Flacher, D.

(2011). Access regulation and infrastructure investment in the mobile telecommunications industry. *Telecommunications Policy*, 35: 907–919.

[75]Lear, DIW Berlin and Analysys Mason (2017), Economic impact of competition policy enforcement on the functioning of telecoms markets in the EU, Final Report for the European Commission, Directorate-General for Competition.

[76]Lestage, R., Kim, Y., Kim, J., and Kim, Y. (2013). Competition and investment in telecommunications: Does competition have the same impact on investment by private and state-owned firms? *Information Economics and Policy*, 25: 41–50.

[77]List of OECD countries:

<https://www.oecd.org/about/document/ratification-oecd-convention.htm>

[78]Maier-Rigaud, Ivaldi and Heller (2020), Cooperation among Competitors: Network sharing can increase Consumer Welfare, [online]. Available at:

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3571354

[79]MASMOVIL(2019), MASMOVIL Group reaches a global network agreement with Orange that includes access to the new 5G services and a significant increase in its fiber optic footprint,

https://www.grupomasmovil.com/wp-content/uploads/2019/10/011019_MASMOVIL-Group-reaches-a-global-network-agreement-with-Orange-that-includes-access-to-the-new-5G-services-and-a-significant-increase-in-its-fiber-optic-footprint.pdf

[80]NERA (2018), Competitive effects of MVNOs and assessment of regulated MVNO access, NERA research paper for Spark NZ.

- [81]NOKIA(2020), Nokia wins 5G deal with Finnish Shared Network (SYV), <https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2020/10/26/nokia-wins-5g-deal-with-finnish-shared-network-syv/>
- [82]O2(2019), O2 and Vodafone finalise 5G network agreement in the UK, <https://news.o2.co.uk/press-release/o2-and-vodafone-finalise-5g-network-agreement-in-the-uk/>
- [83]OECD telecommunication price baskets, <https://www.oecd.org/sti/broadband/price-baskets.htm>
- [84]Ofcom (2017), <https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/media/media-releases/2017/ofcom-sets-rules-for-mobile-spectrum-auction>
- [85]Ofcom (2018), Enabling 5G in the UK.
- [86]Ofcom (2019) , Shared Access Licence Guidance document, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf
- [87]Ofcom (2020), Communication Market Report 2021, <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/cmr/cmr-2021/interactive-data>
- [88]Ofcom (2020), Connected Nations 2020, <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/infrastructure-research/connected-nations-2020>
- [89]Ofcom (2020), Market structure, investment and quality, Economics Discussion Paper Series, Issues Number 1 [online]. Available at: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/economics-discussion-papers/mobile-market-consolidation>
- [90]Ofcom (2020), Market structure, investment and quality, Economics Discussion Paper Series, Issues Number 1 [online]. Available at:

<https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/economics-discussion-papers/mobile-market-consolidation>

[91]Ofcom (2020), Trading Guidance Notes.

[92]Ofcom (2021), Market structure, investment and quality in the mobile industry, <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/economics-discussion-papers/mobile-market-consolidation>

[93]Ofcom (2021), Telecommunications Market Data Update, https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0020/218144/q4-2020-telecoms-data-update.pdf

[94]Ofcom (2021.07.08), Spectrum trade: Notice of 3 GHz trading applications, https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/mobile-wireless-broadband?utm_medium=email&utm_campaign=Spectrum%20trade%20in%20the%2026%20GHz%20band%20approved&utm_content=Spectrum%20trade%20in%20the%2026%20GHz%20band%20approved+CID_02a6066f24d9cf5cace50267ea17debd&utm_source=updates&utm_term=approved%20a%20trade%20of%2025%20MHz%20of%20spectrum%20in%20the%2026%20GHz%20band

[95]Orange(2019), Orange and Vodafone strengthen their mobile and fixed network sharing agreements in Spain, <https://www.orange.com/en/newsroom/press-releases/orange-and-vodafone-strengthen-their-mobile-and-fixed-network-sharing>

[96]OVUM (2020), Japan (Country Regulation Overview), [https://ovum.informa.com/searchlisting?searchtext=Japan%20\(Country%20Regulation%20Overview\)](https://ovum.informa.com/searchlisting?searchtext=Japan%20(Country%20Regulation%20Overview))

[97]Proximus(2020), Proximus and Orange Belgium will keep on developing the mobile access network of the future, as interim measures come to an end,

<https://www.proximus.com/news/20200318-Proximus-and-Orange-Belgium-will-keep-on-developing-the-mobile-access-network-of-the-future.html>

[98] PTS Coverage Requirements,

<https://pts.se/sv/privat/radio/tackning/tackningskrav/>

[99] PTS(2018), Open invitation to apply for licences to use radio transmitters in the 700 MHz

[100] PTS(2018), Open invitation to apply for licences to use radio transmitters in the 700 MHz band -Appendix A ,

<https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2018/radio/700-ai-bb-engelska/3.-appendix-a---licence-conditions.pdf>

[101] PTS(2020), Open invitation to apply for licences to use radio transmitters in the 3.5 GHz and 2.3 GHz bands,

<https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/legala-dokument/beslut/2020/radio/engelska-filer-auktionsinbjudan-35-23/appendix-1---open-invitation.pdf> (P.28)

[102] PTS(2021), Avveckling av 2G- och 3G-nät,

<https://www.pts.se/sv/privat/telefoni/tekniskifte/informationsmote-om-avveckling-av-2g--och-3g-nat/>

[103] PTS(2021), PTS fortsätter arbetet med tilldelning i 900-, 2100- och 2600 MHz-banden, <https://www.pts.se/sv/nyheter/radio/2021/pts-fortsatter-arbetet-med-tilldelning-i-900--2100--och-2600-mhz-banden/>

[104] PTS(2021), Svensk telekommarknad första halvåret 2021,

https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/rapporter/2021/telefoni/rapport-stm1h-2021-dnr21-8762_t.pdf

- [105] Realwireless (2019), The Potential Impact of Switching off 2G in the UK, <https://www.real-wireless.com/the-potential-impact-of-switching-off-2g-in-the-uk/>
- [106] RSPG (2019), RSPG Report on European Spectrum Strategy, https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2019/10/RSPG19-031final_report_on_spectrum_strategy.pdf
- [107] RSPG (2021), Public Consultations, <https://rspg-spectrum.eu/public-consultations/>
- [108] RSPG (2021), RSPG Opinion on a Radio Spectrum Policy Programme (RSPP), https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2021/06/RSPG21-033final-RSPG_Opinion_on_RSPP.pdf
- [109] RSPG(2020), Progress report of Sub-group on Spectrum Sharing, https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2020/06/RSPG20-015final_progress_report_Spectrum-Sharing.pdf
- [110] SPRK(2021), SPRK atļauj SIA “Tele2” un SIA “Bite Latvija” sadarbību mobilo sakaru frekvenču izmantošanā, <https://www.sprk.gov.lv/events/sprk-atlauj-sia-tele2-un-sia-bite-latvija-sadarbibu-mobilo-sakaru-frekvencu-izmantosana>
- [111] SPRK(2021), Ziņojums par radiofrekvenču spektra lietošanas tiesību tālāk nodošanu(無線電頻譜使用權轉讓報告), https://www.sprk.gov.lv/sites/default/files/cmaa_files/LemumsN019D30032021_PIELIKUMS_Visparpieejama_info_zi%C5%86ojums.pdf
- [112] Tarifica, <https://tarifica.com/tarifica-study-of-german-market-highlights-data-pricing-trends>
- [113] Tele2 and Telia announce Swedish 3G switch-off plans(2018), <https://www.commsupdate.com/articles/2018/05/14/tele2-and-telia->

announce-swedish-3g-switch-off-plans/

- [114] Tele2(2018), Tele2 and Telenor secure new frequencies and consolidate joint plan for 5G network in Sweden, <https://www.tele2.com/media/press-releases/2018/tele2-and-telenor-secure-new-frequencies-and-consolidate-joint-plan-for-5g-network-in-sweden>
- [115] Tele2(2019), Tele2 and Bite sign agreement to share networks in Latvia and Lithuania, <https://www.tele2.com/media/press-releases/2019/tele2-and-bite-sign-agreement-to-share-networks-in-latvia-and-lithuania/>
- [116] Tele2(2021), Tele2 and Telenor win Swedish 5G frequencies and choose Ericsson and Nokia as vendors for their nationwide 5G rollout, <https://www.tele2.com/media/news/2021/tele2-and-telenor-win-swedish-5g-frequencies-and-choose-ericsson-and-nokia-as-vendors-for-their-nationwide-5g-rollout/>
- [117] Telecommunications Society (ITS): "Towards a Connected and Automated Society", Helsinki, Finland, 16-19 June 2019, International Telecommunications Society (ITS), Calgary. Available at <http://hdl.handle.net/10419/205161>
- [118] telecompaper (2020), Elisa plans to shut down Finnish 3G network in 2023, <https://www.telecompaper.com/news/elisa-plans-to-shut-down-finnish-3g-network-in-2023--1330024>
- [119] telecompaper (2021), DNA and Telia Finland extend shared network, Telia plans 3G shutdown in 2023, <https://www.telecompaper.com/news/dna-and-telia-finland-extend-shared-network-telia-plans-3g-shutdown-in-2023--1370663>
- [120] Telecoms.com (2018.06.14), BT targets 2022 for 3G power down, <https://telecoms.com/490304/bt-targets-2022-for-3g-power-down>

down/

- [121] Telia (2021),
<https://kauppa.telia.fi/yksityisille/tuotteet/puhelinliittymat.aspx>
- [122] Telia and DNA to build more networks together, accelerating 5G roll-out in Finland, <https://www.teliacompany.com/en/news/news-articles/2020/telia-and-dna-to-build-more-networks-together-accelerating-5g-roll-out-in-finland/>
- [123] Telia(2020), Telia and Telenor are upgrading their shared mobile network in Denmark and will now launch the 5G network,
<https://www.teliacompany.com/en/news/news-articles/2020/5g-switch-in-denmark/>
- [124] Teligen Tariff & Benchmarking ,
<https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/blogs/networks/teligen-tariff-and-benchmarking>
- [125] The Register (2019.07.24), A bunch of also-RAN: Vodafone and O2 cosy up to share ‘5G-actvie’ gear,
https://www.theregister.com/2019/07/24/vodafone_and_o2_cosy_up_to_share_5g_gear/
- [126] T-Mobile delays CDMA shutdown by three months(2021),
<https://www.commsupdate.com/articles/2021/10/25/t-mobile-delays-cdma-shutdown-by-three-months/>
- [127] TRAFICOM (2020), Regulation on auctioning Network Licences of the 25.1-27.5GHz frequency range.
<https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/480001/45947>
- [128] Vodafone(2021.03.03), 3G shut down,
<https://www.vodafone.co.uk/business/3g>
- [129] WIK-Consult (2015), Competition & investment: An analysis of the drivers of investment and consumer welfare in mobile

telecommunications, study for UK Ofcom [online]. Available at:
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0029/78365/competition_and_investment_mobile.pdf

- [130] Wilfried Sand-Zantman, Jérôme Mathis (2014). Competition and Investment: What do we know from the literature? [Research Report] Université Paris-Dauphine. 2014, pp.31. Available at: hal.archives-ouvertes.fr/hal-02316767/document

三、日本文献

- [1] Ericsson (2021), Ericsson sets up Japan's first multi-operator RAN with KDDI and SoftBank, <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2021/6/ericsson-sets-up-japans-first-multi-operator-ran-with-kddi-and-softbank>
- [2] JTOWER (2019), NTT と JTOWER の資本・業務提携について ～5G 時代におけるシェアリングモデルの推進による、社会的課題の解決, <https://www.jtower.co.jp/2019/1256/>
- [3] JTOWER (2021), JTOWER と KDDI、資本業務提携を締結 ～5G 時代の共用設備利用に向けて連携強化～, <https://www.jtower.co.jp/2021/13203/>
- [4] JTOWER (2021), JTOWER と KDDI、資本業務提携を締結 ～5G 時代の共用設備利用に向けて連携強化～, <https://www.jtower.co.jp/2021/13203/>
- [5] JTOWER (2021), JTOWER と 楽天モバイル、資本提携を実施 ～インフラシェアリングの活用促進で連携強化、ネットワーク整備を加速, <https://www.jtower.co.jp/2021/13944/>
- [6] KDDI (2018), 「CDMA 1X WIN」サービスの終了について, <https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/11/16/3428.html>

- [7] KDDI (2019), KDDI とソフトバンク、基地局資産の相互利用により地方における 5G ネットワークの早期整備で協争，
<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2019/07/03/3899.html>
- [8] Next Mobility (2019), 東電 PG と通信事業 3 社、電柱等用い 5G 設備をシェアする実証，
https://www.nextmobility.jp/economy_society/demonstrated-to-share-5g-facilities-using-tepco-and-three-telecommunications-businesses-utility-poles-etc-20190319/
- [9] Nokia (2021), Nokia deploys shared 5G network with SoftBank and KDDI in Japan, <https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2021/10/14/nokia-deploys-shared-5g-network-with-softbank-and-kddi-in-japan/>
- [10] Nokia (2021), Nokia deploys shared 5G network with SoftBank and KDDI in Japan, <https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2021/10/14/nokia-deploys-shared-5g-network-with-softbank-and-kddi-in-japan/>
- [11] NTT DoCoMo (2019), 「FOMA」および「iモード」のサービス終了について，
https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/10/29_00.html
- [12] SoftBank (2019), 3G サービスの終了について，
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20191206_03/
- [13] 住友商事 (2019), 5G 基地局シェアリング事業の実証実験を開始，
<https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/release/2019/group/12330>
- [14] 住友商事 (2020), 日本初、鉄道トンネル内 5G 基地局シェアリングの実証実験を開始，
<https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/release/2020/group/13150>

- [15]住友商事（2021），基地局シェアリングサービスを提供する Sharing Design 株式会社の設立について，
<https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/release/2021/group/14440>
- [16]総務省（2019），移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン，https://www.soumu.go.jp/main_content/000592610.pdf
- [17]総務省（2019），電気通信紛争処理委員会（第195回），
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hunso/case/iinkai/02shingi02_04000149.html
- [18]総務省（2020），「Beyond 5G 推進戦略 -6G へのロードマップ-」の公表，https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000364.html
- [19]総務省（2020），「ICT インフラ地域展開マスタープラン 3.0」の公表，https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000487.html
- [20]総務省（2020），「モバイル市場の公正な競争環境の整備に向けたアクション・プラン」の公表，
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban03_02000673.html
- [21]総務省（2020），インフラシェアリングによる5G基地局整備の推進，https://www.soumu.go.jp/main_content/000725672.pdf
- [22]総務省（2021），各携帯電話事業者の通信方式と周波数帯について，
https://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eidsystem/competition12_02.html
- [23]総務省（2021），第5世代移動通信システムの普及のための特定基地局の開設計画の認定，
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-

news/01kiban14_02000500.html

[24] 總務省 (2021), 電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表 (令和2年度第4四半期(3月末)),

https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban04_02000187.html

[25] 總務省 (2021), 電気通信事業分野における市場検証 (令和2年度) 年次レポート,

https://www.soumu.go.jp/main_content/000767041.pdf

四、韓文文獻

[1] KCA(2020), 이동통신 주파수 이용 현황,

<https://spectrummap.kr/radioInfo/radioDivideAssignView.do?menuNo=300544>

[2] Korea(2021), Transforming The New Future,

https://www.sktelecom.com/img/eng/persist_report/20210716/SKT2020AnnualReportENG.pdf

[3] 과기정통부, 「농어촌 5세대(5G) 공동이용 계획」 발표 (2021),

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=16&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180142&searchOpt=ALL&searchTxt=>

[4] 과기정통부·통신3사, 5G 사업 확대 계획 발표 (2021),

<https://www.eachj.co.kr/news/articleView.html?idxno=4442>

[5] 무선통신서비스 가입 현황 (2021년 10월말 기준),

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=99&mPid=74&pageIndex=&bbsSeqNo=79&nttSeqNo=3173432&searchOpt=AL>

L&searchTxt=

[6] 한정원, 세계 최초 5G 상용화를 목표로 통신사, 손
맞잡는다!, 과학기술정보통신부,

file:///C:/Users/Jennifer.Wang/Downloads/180411%20%EC%A1%B
0%EA%B0%84%20(%EB%B3%B4%EB%8F%84)%20%EC%84%
B8%EA%B3%84%20%EC%B5%9C%EC%B4%88%205G%20%E
C%83%81%EC%9A%A9%ED%99%94%EB%A5%BC%20%EB%
AA%A9%ED%91%9C%EB%A1%9C%20%ED%86%B5%EC%8B
%A0%EC%82%AC%20%EC%86%90%20%EB%A7%9E%EC%9E
%A1%EB%8A%94%EB%8B%A4_1%20(1).pdf