

112 年委託研究報告

行動通信網路成本模型及接續費研究

期末報告

(公開版)

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會

中華民國 113 年 2 月

112 年委託研究報告

GRB 系統編號：PG112-05-0172

行動通信網路成本模型及接續費研究 期末報告 (公開版)

受委託單位

台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司

計畫主持人

陳志仁

研究人員

陳韋伶、陳秉棋、黃雲嵩、陳宥睿、林宛萱、賈晉華

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 113 年 2 月

目次

目次.....	I
表次.....	IV
圖次.....	VI
提要.....	X
ABSTRACT	XII
第一章 研究計畫背景、範圍及架構.....	1
第一節 本計畫背景概述.....	1
第二節 計畫目的與範疇.....	5
第三節 本計畫研究架構.....	7
第四節 本研究進度說明.....	8
第五節 行動通信網路接續費總論.....	11
第二章 標竿國家行動通信市場與接續費監理案例.....	19
第一節 英國行動通信市場與接續費監理案例.....	19
第二節 韓國行動通信市場與接續費監理案例.....	31
第三節 日本行動通信市場與接續費監理案例.....	38
第四節 澳洲行動通信市場與接續費監理案例.....	47
第五節 國際行網接續費水準比較.....	57
第六節 標竿國家監理案例綜合分析.....	59
第三章 VoLTE 語音網路互連推動標竿案例.....	65
第一節 VoLTE 語音技術發展.....	65
第二節 VoLTE 語音網路互連標竿案例.....	68
第三節 VoNR 語音技術發展與標竿案例.....	79
第四節 我國 VoLTE 互連推動政策初步建議.....	86
第四章 行網市場衝擊下應考慮之因素及配套措施.....	87
第一節 電信管理法下之行動網路業者監理機制及配套措施.....	87
第二節 對應網路社群語音服務盛行下之監理趨勢與配套措施.....	92
第五章 行網接續費模型架構說明.....	98
第一節 整體模型架構說明.....	101
第二節 接續費模型運算邏輯與設定說明.....	104

第三節 接續費模型演算說明	118
第四節 接續費模型計算結果導入規劃	122
第五節 本期模型修改部分說明	124
第六章 行網接續費模型參數輸入	126
第一節 市場狀況參數輸入說明	126
第二節 基地臺數量計算方式說明	131
第三節 加權平均資金成本率說明	137
第四節 網路設計參數輸入說明	140
第五節 成本參數輸入數據說明	150
第七章 公眾諮詢舉辦與回應意見整理	155
第一節 公眾諮詢文件議題設定	155
第二節 公眾諮詢意見彙整及回覆	158
第三節 公眾諮詢意見回覆與說明會議題探討	177
第四節 小結	181
第八章 接續費成本模型計算結果與影響分析	183
第一節 行動通信網路接續費率計算結果	183
第二節 行動通信接續費率導入建議	185
第三節 本期行動通信網路接續費模型成本結構分析	188
第四節 行動通信網路接續費模型參數影響分析	192
第五節 電信事業整併影響分析	196
第六節 行動通信網路接續費潛在之市場衝擊分析	198
第九章 行動通信網路語音接續費管制法規檢視	202
第一節 「行動通信網路接續費」相關施行規範盤點	202
第二節 「行動通信網路」法規管制建議	205
第十章 專家學者座談會意見整理	208
第一節 「行動通信網路成本模型及接續費」座談會	208
第二節 「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會紀錄	210
第十一章 相關性別統計分析與建議	212
第一節 專案人員組成統計分析	212
第二節 會議參與人員性別統計分析	213

第三節 性別相關統計分析與建議	213
第十二章 結論與建議	214
參考書目	221
附錄一 「行動通信網路成本模型及接續費」座談會紀錄	227
附錄二 「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會紀錄	232
附錄三 「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」說明會（一）紀錄	237
附錄四 「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」說明會（二）紀錄	243
附錄五 公眾諮詢回應意見彙整	246
附錄六 國外參訪成果報告	255
附錄七 中英對照表與名詞解釋	264
附錄八 原創性舉證比對作法及結果	268

表次

表 1-1 接續費率研究範疇.....	6
表 1-2 工作項目與章節對照表.....	9
表 1-3 福利經濟原則下之服務使用成本推導公式.....	17
表 2-1 標竿國家監理案例綜合分析.....	59
表 2-2 國際行動通信網路接續費監理定價方式比較.....	62
表 3-1 各國 VoLTE 互連情形彙整.....	78
表 4-1 國內三大業者行動網路語音網內外資費概況.....	88
表 4-2 國內三大業者行動網路語音網內外免費分鐘數概況.....	89
表 4-3 英、日、韓 MVNO 促進相關規範.....	90
表 5-1 接續費成本模型初始設定.....	99
表 5-2 接續費模型增支成本採計範圍.....	100
表 5-3 資料輸入章節對照表.....	102
表 5-4 模型運算章節對照表.....	102
表 6-1 各地區類型抽樣分區結果.....	131
表 6-2 各地區類型 4G 抽樣基地臺數量.....	133
表 6-3 各地區類型 5G 抽樣基地臺數量.....	134
表 6-4 各地區類型 4G 抽樣覆蓋半徑.....	135
表 6-5 各地區類型 5G 抽樣覆蓋半徑.....	135
表 6-6 LTE 網路基地臺總數計算結果.....	136
表 6-7 LTE (4G & 5G NSA) 網路技術參數.....	142
表 6-8 LTE (4G & 5G NSA) 路由因子表.....	145
表 6-9 NR (5G SA) 網路技術參數.....	146
表 6-10 NR (5G SA) 路由因子表.....	149
表 6-11 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本參數.....	151
表 6-12 NR (5G SA) 網路成本參數.....	153
表 7-1 公眾諮詢文件提出議題 (模型架構相關).....	156
表 7-2 公眾諮詢文件提出議題 (模型參數相關).....	157
表 7-3 公眾諮詢意見彙整—議題一.....	158
表 7-4 公眾諮詢意見彙整—議題二.....	161
表 7-5 公眾諮詢意見彙整—議題三.....	162
表 7-6 公眾諮詢意見彙整—議題四.....	163
表 7-7 公眾諮詢意見彙整—議題五.....	164
表 7-8 公眾諮詢意見彙整—議題六.....	166
表 7-9 公眾諮詢意見彙整—議題七.....	167
表 7-10 公眾諮詢意見彙整—議題八.....	168
表 7-11 公眾諮詢意見彙整—議題九.....	169
表 7-12 公眾諮詢意見彙整—議題十.....	170
表 7-13 公眾諮詢意見彙整—議題十一.....	172
表 7-14 公眾諮詢意見彙整—議題十二.....	173

表 7-15 公眾諮詢意見彙整—議題十三.....	174
表 7-16 公眾諮詢意見彙整—議題十四.....	175
表 7-17 公眾諮詢意見彙整—議題十五.....	176
表 7-18 公眾諮詢及座談會後架構與參數項目相關建議.....	181
表 7-19 公眾諮詢業者意見—模型調整項目影響評估.....	182
表 8-1 接續費成本模型基本設定.....	183
表 8-2 我國近年物價指數年均成長率.....	185
表 11-1 與會人員性別統計分析.....	213
表 12-1 接續費成本模型基本設定.....	215

圖次

圖 1-1 我國接續費模型理論.....	2
圖 1-2 我國行動語音資費變化.....	2
圖 1-3 全球 2022-2028 年行動通信訂閱用戶數.....	3
圖 1-4 我國導入 LRIC 模型後行網接續費率趨勢.....	4
圖 1-5 計畫目的與執行工作.....	5
圖 1-6 本計畫工作項目架構.....	7
圖 1-7 研究進度甘特圖.....	8
圖 1-8 行動通信網路接續費計算範圍.....	11
圖 1-9 長期增支成本法理論概述.....	12
圖 1-10 長期成本概念.....	12
圖 1-11 LRIC 模型成本採計方式.....	14
圖 1-12 網路設計方式選擇.....	14
圖 1-13 增支成本範圍.....	15
圖 1-14 模型加價差異.....	15
圖 1-15 接續費計算公式推導.....	18
圖 2-1 英國行動通信網路市場概況.....	20
圖 2-2 英國行動通信網路接續費監理辦法.....	21
圖 2-3 英國語音技術演變過程.....	22
圖 2-4 英國 VoLTE 互連導入過程.....	23
圖 2-5 英國 5G 現況與規劃.....	24
圖 2-6 英國近年電信業併購案.....	26
圖 2-7 英國接續費模型議題（2021 年）.....	28
圖 2-8 英國 2021 年模型更新後各參數影響.....	29
圖 2-9 英國模型產出結果與 OFCOM 公告費率.....	29
圖 2-10 英國行網語音接續費率和零售資費價格趨勢.....	30
圖 2-11 韓國行動通信網路市場概況.....	31
圖 2-12 韓國行動通信網路接續費監理辦法.....	32
圖 2-13 韓國 GSM/ UMTS 網路關閉過程.....	33
圖 2-14 韓國 VoLTE 互連案例背景.....	35
圖 2-15 韓國 5G 現狀與規劃.....	36
圖 2-16 韓國行網語音接續費和零售資費價格趨勢.....	37
圖 2-17 日本行動通信網路市場概況.....	38
圖 2-18 日本 MVNO 營運模式.....	39
圖 2-19 日本行動通信用戶技術分布.....	39
圖 2-20 日本行動通信網路接續費監理辦法.....	40
圖 2-21 日本行動通信網路接續費監理方式變革.....	41
圖 2-22 日本 3G 網路關閉時程.....	42
圖 2-23 日本 VoLTE 發展.....	43
圖 2-24 日本 5G 現狀與規劃.....	44

圖 2-25 日本行動通信網路接續費計算方式.....	45
圖 2-26 日本行網語音接續費和零售資費價格趨勢.....	46
圖 2-27 澳洲行動通信網路市場概況.....	47
圖 2-28 澳洲行動通信網路接續費監理目標.....	48
圖 2-29 澳洲行動通信網路接續費監理辦法.....	49
圖 2-30 澳洲 3G 網路關閉時程.....	50
圖 2-31 澳洲 5G 現狀與規劃.....	52
圖 2-32 澳洲 TPG 與 VHA 合併案概況.....	53
圖 2-33 澳洲 2020 年行動通信網路接續費計算.....	55
圖 2-34 澳洲行網語音接續費和零售資費價格趨勢.....	56
圖 2-35 2018-2023 年國際行動通信網路接續費趨勢（直接匯率轉換）.....	57
圖 2-36 2018-2023 年國際行動通信網路接續費趨勢（PPP 轉換）.....	58
圖 2-37 標竿國家行動通信市場概況（2022 年）.....	60
圖 2-38 標竿國家行動通信技術發展進程.....	61
圖 2-39 標竿國家零售費率統整（2012-2022 年）.....	64
圖 2-40 標竿國家免費通話分鐘數及超額費率概覽.....	64
圖 3-1 語音技術演進.....	66
圖 3-2 VoLTE 互連方式整理.....	67
圖 3-3 VoWiFi 網路架構示意圖.....	67
圖 3-4 全球各區域之 VoLTE 用戶規模變化及預測.....	68
圖 3-5 韓國 VoLTE 互連案例整理.....	70
圖 3-6 韓國 VoLTE 網路示意圖.....	70
圖 3-7 韓國 VoLTE 語音服務發起過程.....	71
圖 3-8 科威特 VoLTE 互連案例整理.....	72
圖 3-9 日本 VoLTE 網路互連架構.....	74
圖 3-10 日本 VoLTE 通話建立過程.....	75
圖 3-11 美國、澳洲 VoLTE 互連情形.....	76
圖 3-12 NTT DOCOMO 5G SA 建置模式.....	81
圖 3-13 NTT DOCOMO 5G 收費加價.....	81
圖 3-14 英國無線基礎設施戰略的基本思維.....	83
圖 4-1 歐盟對應 OTT 業者參與語音服務之相關管理法規.....	92
圖 4-2 EECC 對電子通訊服務之管制框架.....	93
圖 5-1 我國本期接續費模型整體架構.....	100
圖 5-2 接續費成本模型整體架構.....	101
圖 5-3 接續費成本模型檔案計算架構.....	103
圖 5-4 接續費成本模型檔案內功能與架構.....	103
圖 5-5 市場狀況輸入與處理.....	104
圖 5-6 LTE（4G & 5G NSA）網路架構.....	106
圖 5-7 NR（5G SA）網路架構.....	106
圖 5-8 模型技術轉換時程情境假設.....	107

圖 5-9 LTE 網路元件計算步驟.....	108
圖 5-10 基地臺數量計算方式.....	108
圖 5-11 5G 基地臺數量調整計算方式.....	110
圖 5-12 回傳中繼線 (BACKHAUL) 數量計算.....	111
圖 5-13 無線電匯流中繼中心 (LTE-AP) 數量計算.....	111
圖 5-14 骨幹中繼線 (BACKBONE) 數量計算.....	112
圖 5-15 服務閘道器 (SGW) 數量計算.....	113
圖 5-16 互連骨幹中繼線 (INTER-SWITCH) 數量計算.....	113
圖 5-17 核心網路與 IMS 網路元件數量計算.....	114
圖 5-18 GATEWAY 元件數量計算.....	115
圖 5-19 4G 與 5G 核心網路元件功能對應.....	116
圖 5-20 加權平均資金成本計算公式.....	117
圖 5-21 每年需增購之網路元件數量計算.....	118
圖 5-22 網路元件總服務傳輸量計算.....	119
圖 5-23 各年度設備投資成本演算方式.....	119
圖 5-24 因投資成本產生之接續費成本演算方式.....	120
圖 5-25 各年度設備維運成本演算方式.....	120
圖 5-26 因維運成本產生之接續費成本演算方式.....	121
圖 5-27 接續費結果演算方式.....	121
圖 5-28 我國接續費率導入調整方式建議.....	123
圖 5-29 VoLTE 用戶網外通話情境說明.....	124
圖 5-30 VoLTE 用戶網外通話之網路架構.....	125
圖 6-1 向電信業者蒐集資料項目.....	126
圖 6-2 業務別用戶數變化與預估.....	127
圖 6-3 用戶數推估與轉換.....	128
圖 6-4 用戶業務別轉技術別之作法說明.....	129
圖 6-5 技術別用戶數變化與預估.....	129
圖 6-6 技術別話務量計算與預測.....	130
圖 6-7 基地臺抽樣與覆蓋半徑之演算方式.....	132
圖 6-8 4G/5G 覆蓋率推估.....	132
圖 6-9 4G 覆蓋半徑計算範例—新北市新莊區.....	133
圖 6-10 加權平均資金成本計算公式.....	137
圖 6-11 風險溢酬計算流程.....	138
圖 6-12 WACC 參數設定值及計算結果.....	139
圖 7-1 公眾諮詢議題—共同成本.....	177
圖 7-2 公眾諮詢議題—VoWiFi.....	179
圖 7-3 公眾諮詢議題—VoLTE 互連.....	180
圖 8-1 本期接續費模型計算結果與趨勢.....	184
圖 8-2 本期 114-117 年行網接續費導入建議.....	184
圖 8-3 本期接續費計算結果經總體經濟調整.....	186

圖 8-4 本期接續費計算結果經平滑導入調整.....	186
圖 8-5 本期行動通信網路語音接續費率計算結果.....	187
圖 8-6 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本趨勢.....	189
圖 8-7 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本結構—112 年.....	190
圖 8-8 LTE (4G & 5G NSA) 基地臺需求數量.....	191
圖 8-9 VoLTE 互連開始年度對接續費影響.....	193
圖 8-10 WACC 對接續費影響.....	193
圖 8-11 用戶最低年平均通話分鐘數對接續費影響.....	194
圖 8-12 模型年限與共同成本對接續費影響.....	195
圖 8-13 電信事業整併對接續費影響.....	196
圖 8-14 本期接續費模型計算結果與導入規劃—電信事業整併試算.....	197
圖 8-15 接續費率對各業者之接續費收支影響 (百萬元).....	199
圖 8-16 三大行網業者網內外資費比較.....	200
圖 8-17 三大行網業者\$499 資費方案內容 (112 年 11 月).....	201
圖 11-1 專案人員性別比例.....	212
圖 12-1 四期接續費模型計算結果比較.....	216
圖 12-2 本期接續費模型計算結果與導入規劃.....	217
圖 12-3 未來接續費推估國際比較結果 (直接匯率轉換).....	217
圖 12-4 未來接續費推估國際比較結果 (PPP 轉換).....	218
圖 12-5 行動通信網路語音接續費管制用意—確保用戶權益.....	219
圖 12-6 行動通信網路語音接續費管制用意—確保市場競爭.....	220

提要

關鍵詞：行動通信網路接續費、4G 網路、VoLTE、全元件長期增支成本模型、5G 網路

一、研究緣起

行動通信網路接續費係指電信業者使用另一電信業者之行動通信網路進行通話服務時產生之「網路接續服務」費用，為避免價格擠壓等妨礙公平競爭之行為，主管機關得針對接續費率進行管制。國家通訊傳播委員會自 99 年起，參考國際監理標竿案例，導入行動通信網路接續費成本模型以計算我國行動通信接續費率，並於 102 年開始按照模型計算結果逐年調降接續費率至 113 年每分鐘 0.407 元之水準，且符合國際近年逐步調降接續費率之趨勢。

依據《市場顯著地位者互連管理辦法》，我國市場顯著地位者之行動通信網路語音服務接續費接續費率採「全元件長期增支成本法」為基礎進行成本計算，並四年定期檢討。本研究案中，將更新我國 114 年至 117 年行動通信網路成本模型，並提出 114 年至 117 年行動通信網路接續費率與導入規劃建議。

二、研究方法與過程

依據《市場顯著地位者互連管理辦法》，我國市場顯著地位者之行動通信網路語音服務接續費接續費率採「全元件長期增支成本法」為基礎進行成本計算，並四年定期檢討。本期計畫中，將針對我國 114 年至 117 年行動網路接續費率提出成本模型的更新，研究團隊基於 108 年研究成果，建議仍以「完全全元件長期增支成本法」(Pure TELRIC) 模型進行計算，不計入頻譜標金、頻率使用費、HSS 等共同成本，以忠實反映由「話務接續」增加而帶來的成本增加。並透過標竿國家調研，參考英國已經具備多年接續費模型監理經驗國家之設定，同時藉由多場座談會及公眾諮詢與電信業者進行意見交流，以更新模型中網路架構與各項參數設定。團隊亦針對電信業者所提出基於實務面觀點之網路架構與參數建議，進行費率試算與研析。

三、重要發現

隨著各電信業者於 109 年陸續啟用 5G 服務，我國正朝向全 IP 化的電信網路建設邁進。為因應日漸上升的 5G 行動通信用戶，本期模型中新增 5G 網路模組，惟參考各國 5G 現況與規劃，並經過多次與電信業者的交流，5G SA 技術未臻成

熟，且尚須視未來消費者需求再行討論，其應用語音通信的 VoNR 話務量無法合理預估。因此研究團隊建議於本次監理期間，模型設定 5G 通話仍以 NSA 架構透過 VoLTE 網路進行語音傳輸。此外，根據我國電信業者 113 年 3G 關閉規劃，設定 3G 網路於 113 年後關閉，以及 VoLTE 網路於 113 年互連作為費率計算情境，並保留 3G 網路界接設備作為傳統 TDM 市話語音傳輸元件。據此提出我國 114 年至 117 年之行網接續費率，經總體經濟與營業稅調整，並以平滑導入之下建議依序為每分鐘【✕】、【✕】、【✕】、【✕】元，每年降幅約為【✕】。

四、主要建議事項

(一) 立即可行之建議

1. 行網接續費為我國行動市場監理重要工具，即使在行動語音通話分鐘數減少，接續費率持續降低的情況下，由於我國市場未來完全由三家 SMP 寡占，為促進業者持續投資提升經營效率、間接保障用戶權益、避免未來新進者之價格擠壓、落實通訊政策，監理機關仍應持續對行動通信網路接續費進行管制。
2. 建議應透過本期費率管制，促使業者於 113 年提出具體 VoLTE 互連進程。
3. 我國自 102 年起導入 LRIC 模型後逐年下降且幅度趨緩，並逐漸收斂至接近模型結果。於 113 年 3G 關閉及 VoLTE 互連開啟的情境設定下，本期（114-117 年）行動通信網路成本模型所計算出之 Pure LRIC 費率於 117 年為每分鐘【✕】元，若經過總體經濟、稅率與平滑導入之調整則為每分鐘【✕】元。
4. 未來在三家業者寡占的情況下，我國對行動通信市場競爭更應積極監理，故建議應評估將「行動通信網路語音接續服務市場」擴大劃定為「行動通信網路服務市場」，以發揮監理機關在妨礙公平競爭、MVNO 批發服務促進等政策上可扮演之角色。

(二) 中長期性建議

1. 業者尚無法針對本期監理期間（114-117 年）5G SA 提出明確網路架構或布建計畫之具體說明，仍須視未來技術演進與用戶需求再進一步討論，屆時對於 VoNR 話務推估、網路架構與設備規格的設定也才能更加精準。然海外先進國家之電信業者多已展開具體布建目標及規劃，故仍應透過下期接續費監理展開 5G SA 布建之政策溝通。

Abstract

Key words: Mobile Termination Rate, 4G Network, VoLTE, Total Element Long-run Incremental Cost, 5G Network

Mobile Termination Rate (MTR) is the cost incurred when a telecom operator uses the network of another telecom operator to provide call services. In order to avoid price squeeze, the National Communications Commission (NCC) must regulate MTR. Since 2010, the NCC has referred to regulatory framework of benchmark countries and introduced MTR cost model to calculate MTR. The NCC has lowered MTR year by year to the level of 0.407 NTD/minute in 2024, which is in line with international regulatory trend of lowering MTR.

According to the “Regulations Governing Interconnection involving Significant Market Power”, the NCC determines MTR for operators with significant market power in mobile communication voice services using the Total Element Long Run Incremental Cost (TELRIC) every four years. This study recommends Pure TELRIC model to calculate MTR, with exclusions for common costs like spectrum fees, frequency charges and HSS, in line with the fundamental principle of LRIC.

To calculate MTR from 2025 to 2028, this study, based on the findings of previous studies in 2019, updates a set of parameters. Calculation logic and parameter set value are renewed by referring to benchmark countries. In addition, research team also held seminars and consultations with telecom operators on the calculation method and parameters.

Taiwan is now heading towards an all-IP network era. For voice network, enabling VoLTE interconnection and 3G sunset will be a milestone in Taiwan, we assume that UMTS network will shut down and VoLTE service will launch for interconnection between operators in 2025. In addition, as telecom operators launched 5G service in 2020, a new 5G network module is built in the MTR model for the increasing number of 5G mobile users. According to the trend that 5G Standalone (SA) technology is not ready in Taiwan and the trend of worldwide, and the Voice over New Radio (VoNR) traffic under the SA networking cannot be predicted reasonably at this stage. Therefore, the model assumes that the voice for 5G users is delivered through LTE network under NSA networking during the regulatory period from 2025 to 2028.

With the scenarios of 3G shutdown plan and VoLTE interconnection being launched in 2024, the study proposes that MTR will be set as 【✕】、【✕】、【✕】、【✕】 NTD/minute respectively from 2025 to 2028 at the average of 【✕】 decreasing rate every year, which are adjusted in terms of macroeconomics, tax and smoothing introduction.

In addition, we conduct the public consultation to realize the practice in Taiwan and reflect the localized parameters in model. The stakeholders tried to reflect all the cost occurred in real context. But we tried to distinguish whether the suggestion is efficient or not. The rate should be decided on the presumptions of efficient network deployment according to LRIC model. For those suggestions haven't been accepted, we will still list the effects of them on the access charge in the report. The authority could take them as the reason for mark-up.

第一章 研究計畫背景、範圍及架構

第一節 本計畫背景概述

依《電信管理法》第 27 條第 1 項規定，為確保電信服務市場有效競爭，主管機關於必要範圍內，得對特定電信服務市場之市場顯著地位者採取特別管制措施。因此，基於該法條第 2 項以及《市場顯著地位者認定及解除認定實施辦法》第 2 條，國家通訊傳播委員會（以下簡稱通傳會）於民國 111 年 4 月 15 日所公告的特定電信服務市場¹中，行動通信網路語音接續服務市場便為其中之一，其範圍係指在全國提供行動通信網路語音受話及發話接續服務，且監理機關得對此市場中之市場顯著地位者實施相應不對稱管制措施，如費率管制、無差別待遇、依合理請求提供互連資訊等規範，以營造產業公平競爭環境²。

根據《市場顯著地位者互連管理辦法》第 2 條定義，行動通信網路接續費（以下簡稱行網接續費）係指互連時依使用電信網路通信時間計算之費用，並於第 13 條規範接續費由通信費歸屬之一方負擔。第 16 條規定市場顯著地位者之行網接續費應依主管機關公告定之，以全元件長期增支成本法為計算基礎，按使用之中繼、傳輸及交換設備細分化網路元件成本訂定並每四年定期檢討之。

我國接續費模型目前依法規採全元件長期增支成本法為計算基礎，本次模型將延續 110 年至 113 年行網接續費模型之建置經驗，元件數量估計方法採 Bottom-Up、焦土節點（Scorched Node）模式進行推算，以計算有效率的建設方式網路成本。另於成本估算上採 Hybrid 法，除以前瞻性成本（Forward Looking Cost）方式推算外，也輔以歷史資料進行部分調整，以貼近我國實際網路建設成本。同樣延續過往接續費精神，計算範圍僅納入為提供網路互連所增加之長期前瞻性成本，而不具訊務敏感性之 HLR³、HSS⁴，和頻譜費用等不再計入，即採 Pure LRIC 方式計算。

¹ 國家通訊傳播委員會（2022.04.15）：訂定「特定電信服務市場界定」（網址：<https://gov.tw/b2f>，最後瀏覽日期：2024.1.18）

² 國家通訊傳播委員會（2023.05.10）：通過「特定電信服務市場之市場顯著地位者認定及特別管制措施」（網址：<https://gov.tw/Eux>，最後瀏覽日期：2024.1.18）

³ 歸屬位置暫存器（Home Location Register, HLR）

⁴ 本籍用戶伺服器（Home Subscribe Server, HSS）

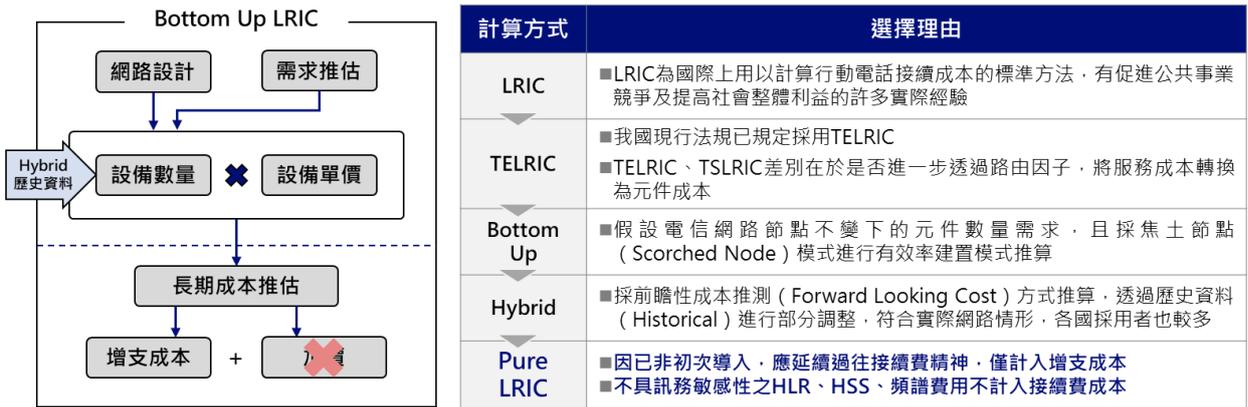


圖 1-1 我國接續費模型理論

資料來源：研究團隊製作

然接續費作為我國行動通信語音市場之監理手段，為我國監理機關維持市場機制與穩定之重要政策工具，透過管制電信業者間之接續成本，以達到維持價格穩定之目標，接續費的長期管制具有制衡業者間互相定價之作用，避免不透明的成本價格造成批發市場中業者間的失衡，進而使消費者能擁有穩定的資費水準。然近年用戶平均網外分鐘數已低於業者贈送之分鐘數，因此在接續費調降下，我國網內外費率十年來無因此下調。

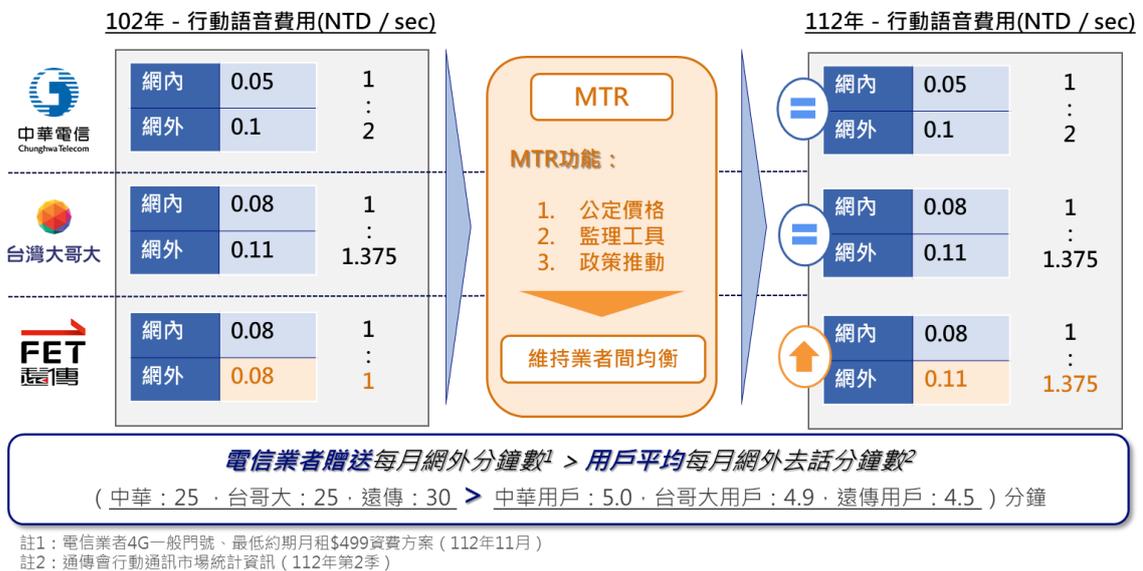


圖 1-2 我國行動語音資費變化

資料來源：各電信業者、通傳會，研究團隊製作

隨著近年行動通信技術之持續演進，為將資源有效挹注於新技術以提供用戶更好的通信品質，各國行動通信業者皆陸續提出 2G 與 3G 關閉時程。根據全球

行動設備供應商協會 (Global mobile Suppliers Association, GSA) 報告⁵，截至 2022 年 6 月底，有 68 個國家和地區的 135 家運營商已經完成、計畫或正在關閉 2G 和 3G 服務。我國已於 106 年終止 2G 服務，並於 107 年終止 3G 業務，惟當時考量 VoLTE (Voice Over LTE) 高音質語音通話服務尚未普及等因素，通傳會核准各業者仍可保留 3G 異質網路以提供語音服務。目前，電信業者為落實節能減碳、基於過往處分案⁶之自願性承諾及網路整合規劃，預計於 113 年將關閉 3G 網路。

據統計資料⁷預測至 2028 年底，全球 5G 行動通信用戶預計將成長到 50 億人，達到近 55% 的占有率。在同一時間段內，5G 人口覆蓋率預計將達到 85%，而 5G 網路預計將承載約 70% 的行動流量。而我國 5G 用戶數已於 2023 年第 3 季達到 803.1 萬戶⁸。

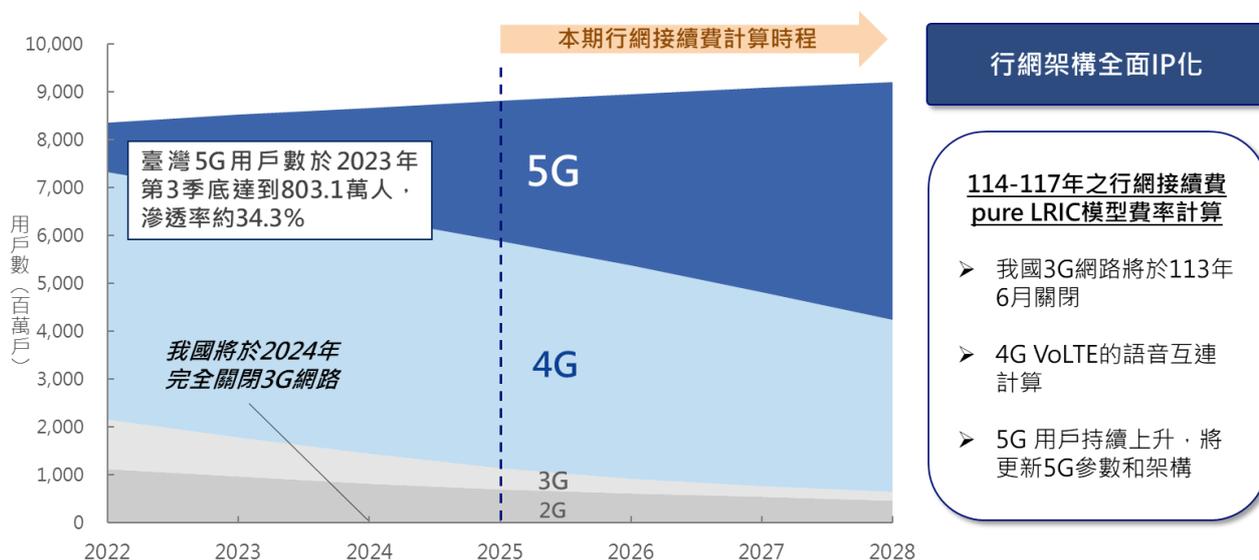


圖 1-3 全球 2022-2028 年行動通信訂閱用戶數

資料來源：Ericsson，研究團隊製作

通傳會於民國 100 年 (西元 2011 年) 首度導入行動網路成本模型，採用 Bottom-Up 方式並透過長期增支成本法 (Long Run Incremental Cost, LRIC) 進行行網接續費計算，於 102 年公告 102 年至 105 年首次基於 LRIC 模型之行網接續費。針對行動通信網路語音接續服務市場之市場顯著地位者，通傳會於 109 年定

⁵ GSA (2022.07) : 2G and 3G Switch-Off

⁶ 中華電信、亞太電信頻率改配共用案、遠傳電信、亞太電信頻率改配案 (網址: <https://reurl.cc/54OQLG>，最後瀏覽日期: 2024.1.18); 台灣大哥大合併台灣之星案、遠傳電信合併亞太電信案 (網址: <https://reurl.cc/54OQNG>，最後瀏覽日期: 2024.1.18)

⁷ Ericsson (2022.11) : Ericsson Mobility Report

⁸ 國家通訊傳播委員會 (2023.12.28) : 2023 年第 3 季行動通訊市場統計資訊 (網址: <https://reurl.cc/WRvpv7>，最後瀏覽日期: 2024.1.19)

期檢討 110 年至 113 年行動通信接續費率，並考量《電信法》三年過渡期平順轉軌至《電信管理法》規定，因此 109 年依電信法僅先公告 110 年至 112 年 6 月 30 日行動通信接續費⁹，逐年自每分鐘 0.525、0.482 至 0.443 元調降。而另於 112 年 5 月 26 日依據《電信管理法》公告 112 年至 113 年的接續費率¹⁰，由每分鐘 0.443 元逐年調降至 0.407 元，實施日期自通傳會完成行動通信網路語音接續市場之市場顯著地位者認定之日起至 113 年 12 月 31 日止。下圖顯示我國行網接續費率於 LRIC 模型導入後已逐年下降，並逐漸收斂至 Pure LRIC 之計算結果，可以使各行動通信業者推出更加經濟實惠之資費方案的機會，進而促進行網市場競爭、推動技術進步及增進消費者權益。

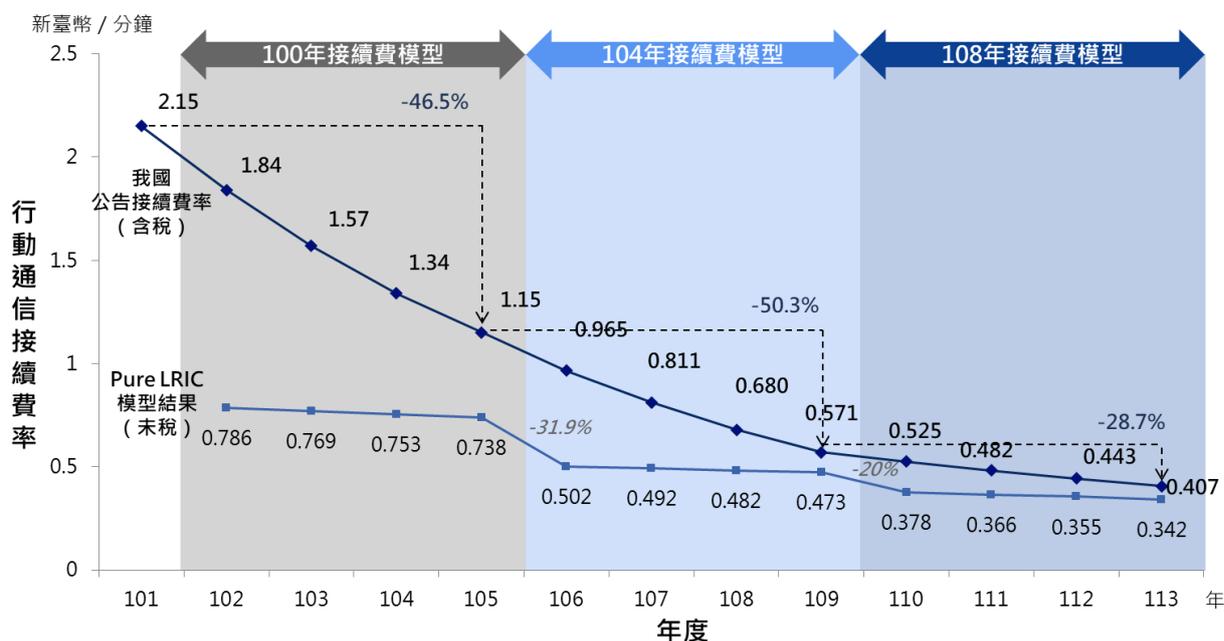


圖 1 -4 我國導入 LRIC 模型後行網接續費率趨勢

資料來源：通傳會，研究團隊製作

因此在新一期的接續費研究計畫中，研究團隊將就模型所需參數與進行更新，同時考慮上述行動通信技術之發展進程，包含 3G 落日、VoLTE 互連和 5G 發展，對我國 114 年至 117 年期間之行網接續費模型進行修正，並提出模型參數建議，以計算出新的接續費數值作為費率管制之參考基礎。另探討國際間整體語音通信技術發展的趨勢，以及可供我國參考的配套監理措施及法規方針。

⁹ 國家通訊傳播委員會 (2020.12.14)：訂定「行動寬頻業務經營者接續費上限」(網址：<https://reurl.cc/qr02ng>，最後瀏覽日期：2024.1.18)

¹⁰ 國家通訊傳播委員會 (2023.05.26)：訂定「行動通信網路語音接續服務市場顯著地位者接續費上限」(網址：<https://reurl.cc/L46ga3>，最後瀏覽日期：2024.1.18)

第二節 計畫目的與範疇

本次計畫將進行我國 114 年到 117 年之行動通信成本模型的建置更新，並提出最新一期行網接續費率之建議與政策配套措施。模型中市場狀況的未來推估，預測未來 5G 用戶數量將持續增長，整體語音服務架構將逐漸改變；此外，我國電信業者已規畫於 113 年將全面關閉 3G 網路的背景下，屆時我國行動通信語音應將全面透過 VoLTE 互連進行語音傳輸。為提供一個符合我國技術和政策演變之模型共識，本次模型預計將建立在前期模型之基礎上，加入新的 5G 網路架構以及 VoLTE 調整參數，以使模型能夠掌握最新之技術發展，提出可與業者取得共識之成本價格以作為我國監理機關之政策監理工具；以及針對未來市場變化之趨勢發展，探討我國監理機關所扮演之角色，並研擬配套措施與法規建議。

為達以上所述目標規劃，研究團隊需掌握各國在行動通信市場之最新發展，以及技術演進與導入過程，同時對應各國監理機關在接續費管制上之變化，以深入瞭解監理機制與零售市場間之影響。同時，為符合我國之實際情況，需透過座談會之形式掌握我國業者之動態與計畫，以提出符合國際電信技術發展趨勢，並且貼近我國市場需求之建議。

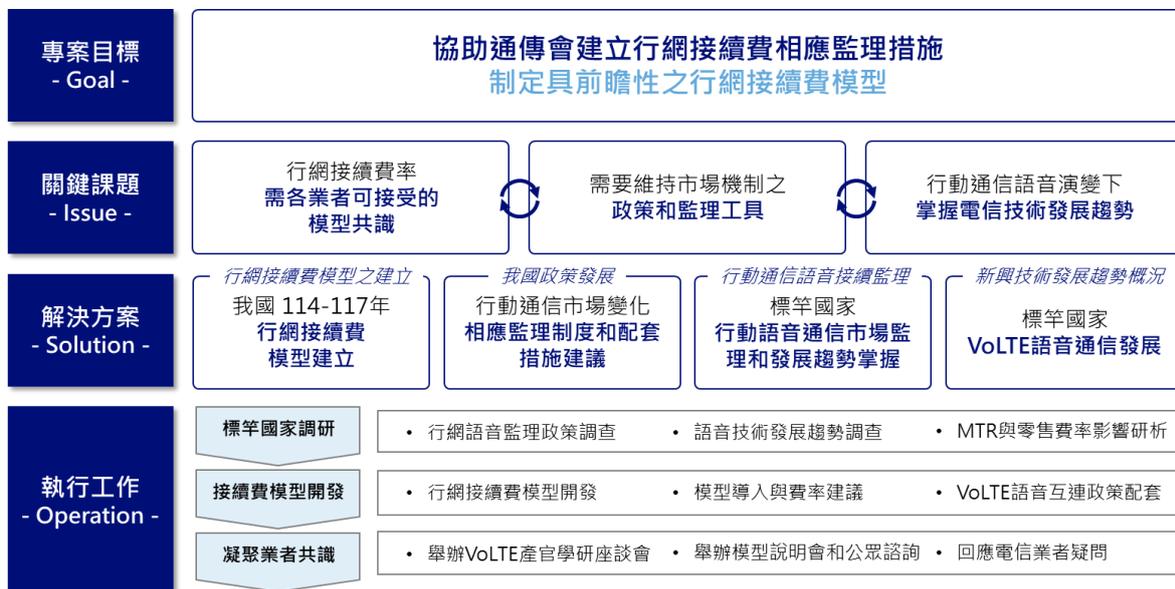


圖 1-5 計畫目的與執行工作

資料來源：研究團隊製作

為確保模型計算方式與接續費數值能夠與國際趨勢相符，研究團隊將就標竿國家近年的接續費模型、數值以及法規方面進行研析。在選取標竿國家時，力求挑選與我國行動通信網路發展和行網接續費模型相近的國家，涵蓋英國、韓國、

日本以及澳洲。其中，英國的接續費模型同樣採用全元件長期增支成本法，且具公開版模型可供參考。

雖然我們在修正接續費模型時能參考國際標竿模型作法，但為了確保模型反映我國的實際情況，相關參數的輸入仍需以我國市場參數為主。而相關數值的蒐集，除有賴通傳會之支持，另也需要電信業者的協助。在計畫進行過程中，團隊也持續透過座談會和公開諮詢的形式，與電信業者進行交流和確認，以確保模型能夠真實反映我國的現況，同時也維護電信業者的權益。

最終計畫將不僅產出對於我國 114 年至 117 年接續費值的建議，更會涵蓋法規方面的探討，以促進我國長期接續費監管制度的完善發展。本次計畫的範疇整理如下表所示：

表 1-1 接續費率研究範疇

項目	範疇
我國接續費模型	針對原有模型進行更新修正；另新增 5G 網路模組，以進行我國未來行動網路接續成本之計算，並針對實際接續訂價方案提出建議。
產業界溝通	協助進行公眾諮詢，並舉辦座談會與業者針對網路架構、計算公式及參數值進行溝通、凝聚共識，主要邀請行動通信網路業者等相關單位出席。
政策發展建議	對應行動通信市場變化之相應監理制度與配套措施。

資料來源：研究團隊製作

第三節 本計畫研究架構

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

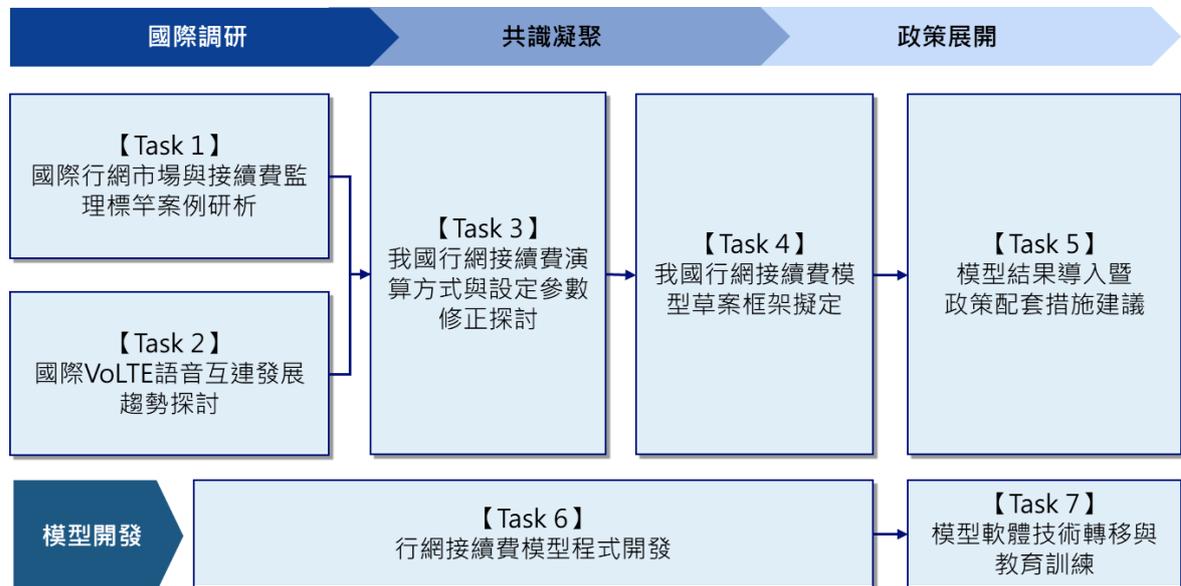


圖 1-6 本計畫工作項目架構

資料來源：研究團隊製作

整體研究案可分為「國際調研」、「共識凝聚」、「政策展開」之主軸與「模型開發」等四大部分。「國際調研」乃透過國際標竿案例之調研規劃我國行網接續費成本模型之架構、參數與模型設定基礎，「共識凝聚」將進行外部溝通以凝聚模型的演算公式與參數。「政策展開」則透過行網接續費模型試算出接續費率，並且提供政策與配套法規之相關建議。另外「模型開發」則是專指接續費模型之軟體開發，研究團隊延續過去開發之方法與架構，透過 Microsoft Excel 軟體進行模型開發與參數設定，最終技術轉移給主管機關，並安排相關研習課程。

第四節 本研究進度說明

本計畫共有一次期中報告與一次期末報告。研究團隊於期中報告中，已完成主要的調查工作，包含各標竿國家的監理機關對於接續費的監理案例探討、接續費計算方式、標竿國家語音技術演進、VoLTE 互連發展，以及語音服務新技術導入之考慮因素與配套措施等議題的研究，並完成辦理公眾諮詢並收到四份回應。亦於期中報告後，研究團隊針對電信業者之意見進行回覆與試算調整，以完成行動通信網路接續費模型的更新製作，瞭解各項參數對於接續費之影響。



圖 1-7 研究進度甘特圖

資料來源：研究團隊製作

研究團隊依照契約之規範，本次期末報告應包含研究計畫書中交辦委託辦理之工作項目一至十三之進度。除了掌握各個標竿國家對於接續費的監管方式、更新及接續費率計算方式，以及 VoLTE 語音互連發展及新服務導入之相關調查外，本期公眾諮詢與行動通信網路成本模型業已完成、提出相關費率結果之分析及產出導入規劃建議，並完成教育訓練及技轉工作，整理工作項目與章節對照表如下：

表 1-2 工作項目與章節對照表

工作項目	進度說明	對應章節
一、 調查包含日本、韓國、英國、澳洲至少 4 個國家之行動通信網路之語音服務發展及行動通信網路接續費監理機制和成本模型。	已完成英國、韓國、日本、澳洲共四國近年行網接續費的監理機制、成本模型與語音服務發展相關調研。	第二章
二、 調查包含日本、韓國、英國、澳洲至少 4 個國家行動通信網路市場之主要業者發展，以及最新技術演進與導入過程及互連情形。	<p>已完成英國、韓國、日本、澳洲共四國近年行網市場檢視。</p> <p>已完成英國、韓國、日本、澳洲共四國近年行動語音技術轉換，如 3G 關閉與 5G 導入。</p>	第二章
三、 針對我國之電信管理法和市場顯著地位者互連管理辦法等相關法案提出我國之修法建議。	研究團隊檢視我國電信管理法和市場顯著地位者互連管理辦法等相關法案，並提出修法建議。	第九章
四、 調查至少 3 個代表性國家之 VoLTE 語音互連發展與相關監理政策研析，並針對我國相關發展政策提出建議。	<p>已經完成韓國、科威特以及日本的互連發展過程案例調查。</p> <p>已經針對我國相關發展政策提出建議。</p>	第三章
五、 從日本、韓國、英國、澳洲或前揭代表性國家中至少選擇一個國家，至該國現場考察與蒐集前述相關資料。	於 112 年 6 月 27 日至 29 日至日本進行海外考察與拜訪，並於 8 月 2 日交付國外參訪成果報告。	附錄六
六、 舉辦 1 場有關國際間 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢之產官學座談會。	於 112 年 7 月 26 日舉辦座談會。	第十章第二節、附錄二
七、 提出我國行動通信網路接續費成本模型，根據我國最新行動通信網路市場概況和技術演進更新模型架構和參數。	團隊已經提出我國行動通信網路接續費成本模型，以及 114 至 117 年建議之公告費率、市場導入方式、以及業者衝擊分析。	第五章、第六章、第八章

工作項目	進度說明	對應章節
八、 舉辦 1 次產官學座談會，探討我國行動通信網路接續費模型公式與參數之修正方向，並研擬公眾諮詢文件。	於 112 年 7 月 13 日舉辦座談會並且與業者交換意見，並就座談會中業者意見進行模型調整與研擬公眾諮詢文件。	第五章、第六章、第七章、第十章第一節、附錄一
九、 針對消費者使用 LINE 等網路社群語音服務及 業者導入 VoLTE、VoWiFi 等服務所生市場衝擊下 業者及監理機關應考慮因素及配套措施。	完成相關調研。	第四章
十、 針對以上研究成果，辦理公眾諮詢與至少 2 次公開說明會以凝聚共識，並擬定我國 114-117 年行動通信網路成本模型之建議草案。	於 112 年 8 月 3 日至 8 月 23 日辦理公眾諮詢作業。 於 112 年 8 月 22 日、9 月 22 日舉辦公眾諮詢說明會，共計兩場。 會後彙整之模型參數、相關修正，並產出接續費率。	第七章、第八章、附錄三、附錄四
十一、 進行我國行動通信網路接續費模型技術轉移，提出使用者手冊，並執行模型教育訓練。	於 112 年 11 月 21 日、12 月 1 日、12 月 7 日舉辦教育訓練，共 10 小時。 於 112 年 11 月 14 日交付可執行之行動通信網路接續費模型。 於 112 年 12 月 18 日交付可執行之最終版行動通信網路接續費模型與使用者手冊。	—
十二、 蒐集與統計近 10 年日本、韓國、英國、澳洲及前揭代表性國家調整接續費後之零售價變動情形。	完成相關調研。	第二章
十三、 納入性別統計：廠商應將辦理本案所獲得資料，納入性別統計、分析、建議項目，並列入研究報告。	完成性別統計。	第十一章

資料來源：研究團隊製作

第五節 行動通信網路接續費總論

我國針對電信事業網路互連管制依據《市場顯著地位者互連管理辦法》第 2 條定義，行網接續費係指互連時依使用電信網路通信時間計算之費用，並於第 13 條規範接續費由通信費歸屬之一方負擔。本研究旨在透過行動通信網路接續費成本模型，計算涉及雙方行動通信網路進行語音通話的接續所產生的成本，亦即僅考慮通話接續的成本，不包括業者在通話過程中所產生的其他管理和人力成本。

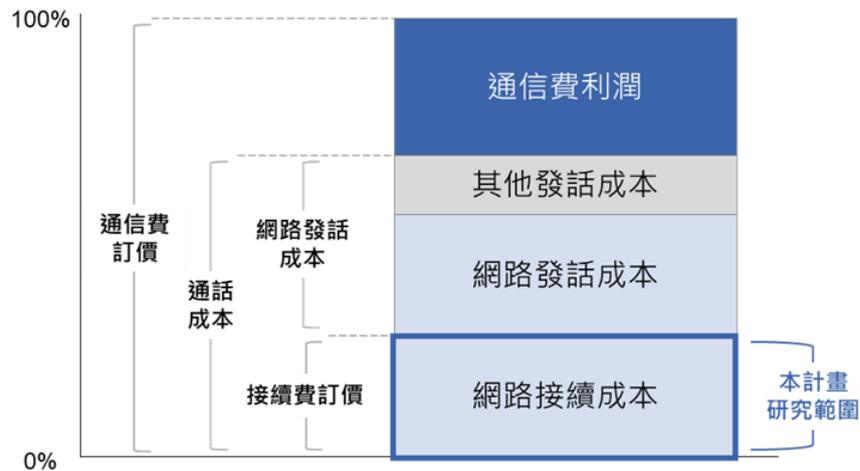


圖 1-8 行動通信網路接續費計算範圍

資料來源：研究團隊製作

《市場顯著地位者互連管理辦法》第 16 條提及接續費之計算方式應「按使用之各項細分化網路元件成本訂定」，且「按全元件長期增支成本法為基礎計算之」。過去研究團隊已四次協助通傳會以全元件長期增支成本法為基礎，已與行網電信業者充分溝通模型之細節，並成功凝聚業者間共識，藉此建立行網接續費模型。故本次 112 年度行網接續費模型，將繼續依循過去之計算原則，採用全元件增支成本法進行模型設計與建立。希望以此具前瞻性的成本計算原則，繼續維持市場的公平競爭及效率。

長期增支成本法基本概念為新投資於電信市場中的最有效率化的成本，即為將假設新電信業者投入相關網路服務時，理論上為使成本使用最具效率化，其本應以最新型的技術與設備，以建置最具效率之電信網路，以此稱之為理想化網路；同時並假設電信設備投資的成本，在長時間的估算時固定成本可變成更新費用藉此計算增支成本。

LRIC理論假設	模型意涵
長期成本概念 (Long-run Cost)	■ 給定足夠長的時間區間之下 (40-60年)，網路中所有成本皆可能隨使用量而進行變動 (變動成本概念)，且電信業者能夠充分回收。
增支成本概念 (Incremental Cost)	■ 僅計算增加1單位的服務所需要追加之成本 (又稱邊際成本)，亦可視為計算若不提供此服務則免除 (Avoided) 的相關成本。
前瞻性成本概念 (Forward looking Cost)	■ 假設在競爭市場下，以現有技術水準為基礎，新進業者可以最新設備進入市場，獲得最具效率的成本結構，並以此計算出合理成本。

圖 1-9 長期增支成本法理論概述

資料來源：研究團隊製作

LRIC 包含三個主要的核心概念：(一) 長期成本概念 (Long-run Cost)，在長期 (超過最大使用年限) 概念下，長時間跨度的觀點可以將初期固定成本都轉換為變動成本，以變動成本概念計算出邊際成本；(二) 增支成本 (Incremental Cost)，概念為依照其最初原理之福利經濟學思維，認為透過計算邊際成本訂價，能得到最大分攤效率 (即社會福祉)，因此在計算成本過程中僅計算每新增加一單位的接續服務時所需要追加的相關成本 (此處可視為邊際成本)。在 LRIC 的計算原則上不考慮沒有接續服務時既存的成本 (如共同設備和管理成本等)；(三) 前瞻性概念 (Forward Looking Cost)，其假設在一個競爭市場下，新進入市場的電信業者理論上會投入的是最新的設備，藉以獲得最有效率的成本投資，因此模型應當假設以現有最新之技術水準為基礎，採最具效率化方式計算出成本，此成本才具有 LRIC 的合理性，並以服務的總需求量作為各成本的預期增支假設。

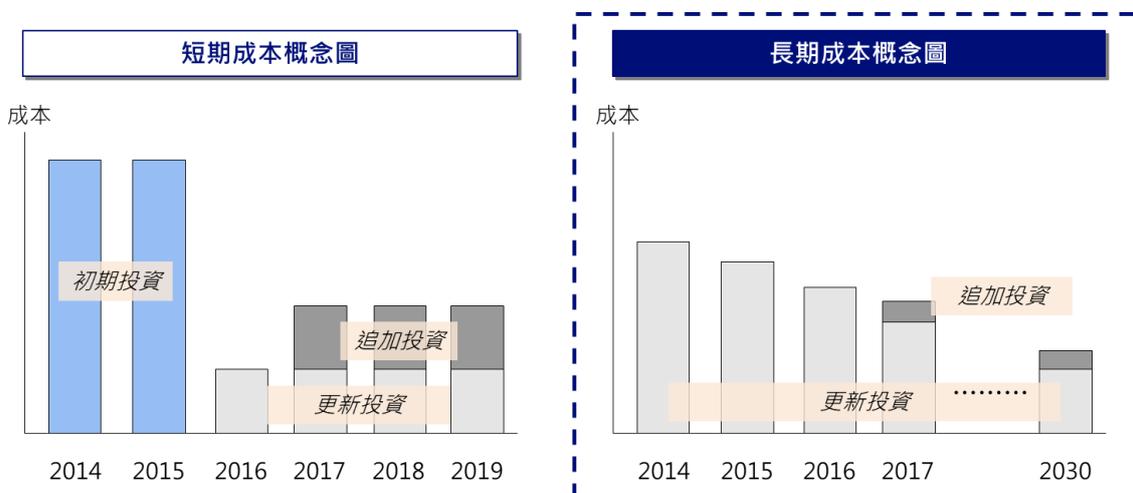


圖 1-10 長期成本概念

資料來源：研究團隊製作

在建立 LRIC 模型進行接續費計算時，主要須探討三個計算面相包括計算方向、成本計算方式、加價概念三個可能的差異：

- 計算方向：Top-Down、Bottom-Up
- 成本計算方式：Forward Looking、Hybrid、Historical
- 加價概念：Pure LRIC、LRIC+

計算方向上分為由上而下法（Top-Down）以及由下而上法（Bottom-Up），其中 Top-Down 則是在現有網路架構框架下，不另外設計新的網路架構，以目前既有的網路元件數量為計算，並於預估網路元件未來單價後，輸入模型計算相關成本。因 Top-Down 是在既有網路架構下進行計算，因此會以業者的會計帳務資料來做未來的成本推估，雖然在執行上與蒐集資料相對容易，但是使用已發生的會計成本進行未來成本的推估，無法透過模型中的參數調整來促使業者積極投資新技術以提升整體營運效率。同時電信業者具有資訊不對稱優勢，會計資料上容易出現分歧，因此，國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）指出 Top-Down 法須與詳細的會計監察制度互為配套。

而 Bottom-Up 是指假設新進電信業者在當時進入通信網路市場時，一般會以最新的技術來重新設計整體理想的通信網路架構，以此理念將各個與接續費相關的網路元件成本進行加總以進行計算。模型中可透過參數調整來計算技術進步帶來的合理網路元件建置數量，藉以促使既有業者增進整體營運效率。市場資訊則採用的是公開資料或使用國外其他較有效率或以建設完成的業者進行評估，整體計算過程透明度高也易進行假設變更。

推估需求量的做法中，前瞻性成本推估（Forward Looking Cost）為透過現在或未來的成本為基礎，且相關資訊來自其他公開單位資料或由受託單位協助主管機關蒐集；歷史成本推估（Historical）則是以過去的會計資料為基礎，並由既有電信業者提供。執行時前瞻性成本推估時為反映電信業者之建設現況，部分元件價格引用電信業者提供歷史資料時，此種稱為混合（Hybrid）成本推估，得以兼顧前瞻性及實際市場情況。

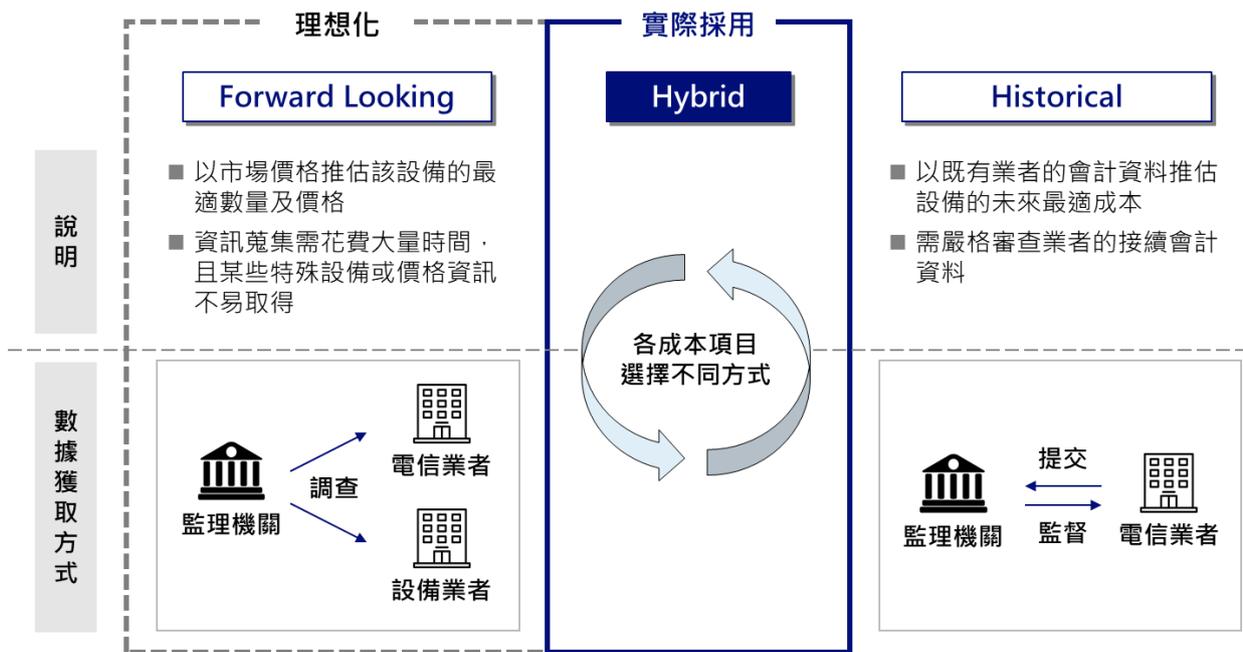


圖 1-11 LRIC 模型成本採計方式

資料來源：研究團隊製作

例如 LRIC 對其網路元件的計算，經常假設採最佳效率網路的建設方式，促使電信業者增進其營運效率。如下圖所示，焦土網路（Scorched Earth）就是以假設完全沒有既有網路的狀況下，設計之最佳化網路作為元件需求推估背景假設，但其條件過於嚴苛，因此多數國家採相對折衷方式，即焦土節點（Scorched Node）模式進行推算，即假設網路「設置地點」無法變動的狀況下，在既有地點最佳化的元件布建數量，我國採取的即是 Scorched node 方式推估未來網路元件需求。此為一種折衷採用現實情況進行網路建設估計的例子。

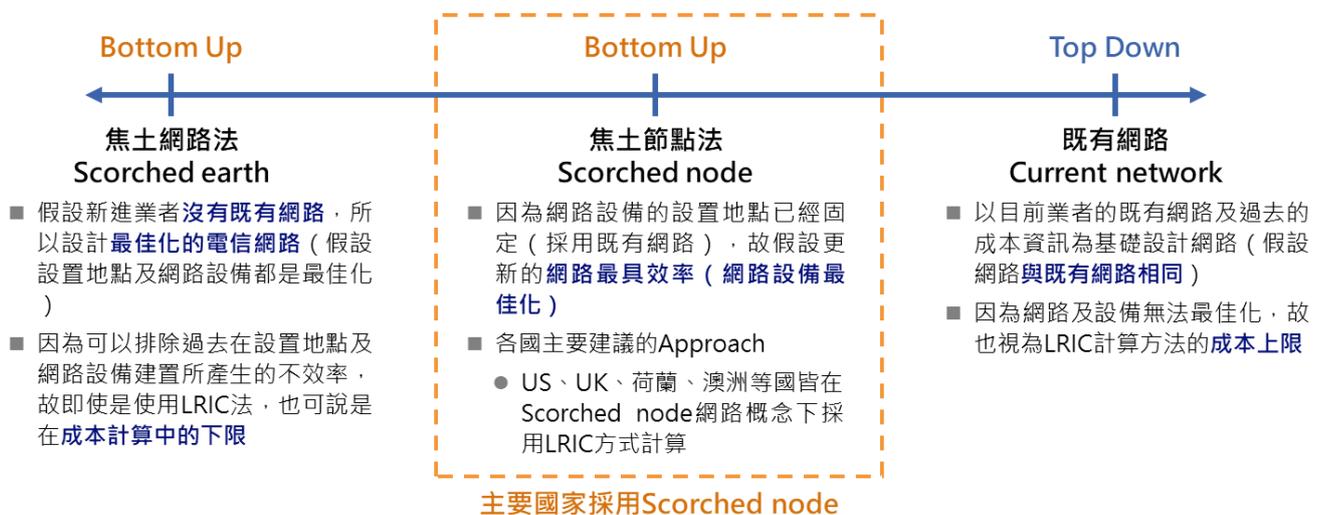


圖 1-12 網路設計方式選擇

資料來源：研究團隊製作

Pure LRIC 為僅計算與接續費相關元件的增支成本，其他如共同設備成本、間接成本等皆不計入成本計價的範圍內。研究團隊於前期已經提出採用 Pure LRIC 方式來設定行網接續費率，且我國之行網接續費公告費率已逐漸收斂至 Pure LRIC 所計算出的價格。因此研究團隊於此次研究案也建議應採 Pure LRIC 模型進行行動通信網路接續費成本的計算。

增支成本 涵蓋範圍	<ul style="list-style-type: none"> • 直接成本： 1. 建置成本：網路元件主體設備、支援設備、網路管理設備、軟體設備等當年度購買費用與建置費用，以及模型計算期間每年的維運費用 2. 維運成本：包含直接相關網路元件設備的土地與設施之租金、維運人力（包含委外人力與某網路元件設備直接相關的公司內的維運人力薪資）、維運所需之電源、冷氣、耗材支出等
不列入成本	<ul style="list-style-type: none"> • 間接成本及非增支成本： ➢ 執照標金、頻率使用費。 ➢ HLR、HSS、UDM設備成本。 ➢ 一般行政管理人員的薪資費用、研發費用與研發人員薪資、一般支援(與機房設備不相關的辦公室租金、土地購買或租金、辦公室設備)、行銷或銷售費用、帳務成本、客服服務等。

圖 1-13 增支成本範圍

資料來源：研究團隊製作

綜上所述，我國現行接續費在設定上，計算方向採取 Bottom-Up 方式，假設重新設計電信網路狀況下的元件數量需求，監理機關需掌握整體網路架構及設備發展趨勢，同時依據我國地形條件不同對於實際網路構成進行修改；成本計算上採 Hybrid 方式，兼顧前瞻性及市場現況，除推估有效率布建方式之元件數量外，也對設備進行價值估算，由於部分設備推估不易以及為反映電信業者採購實際狀況，因此採歷史實際數據進行修正或是推估。在加價概念上，我國採用 Pure LRIC 方式，僅計算接續費相關元件增支成本，共同設備成本、間接成本皆不算入。

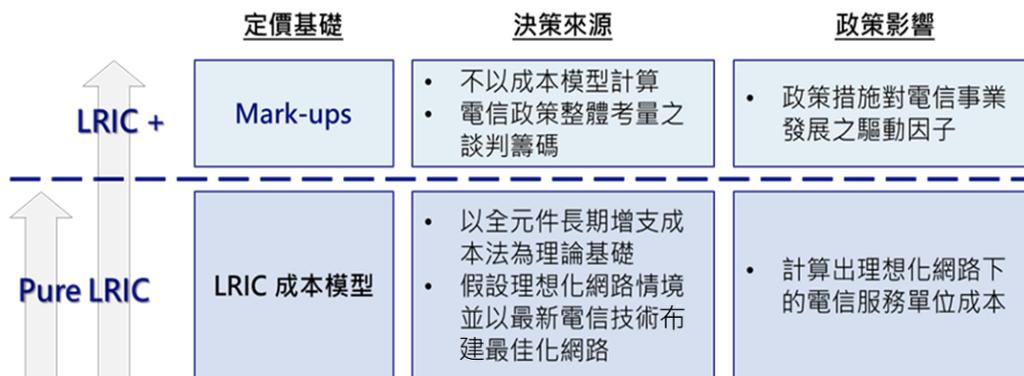


圖 1-14 模型加價差異

資料來源：研究團隊製作

考慮我國接續費監理模式已漸趨成熟，電信業者對於透過 LRIC 方式進行行動通信網路接續費率計算也已經有基本共識，我國於 104 年模型中首次改採 Pure LRIC 進行計算，本次 112 年更新的行網接續費模型的檢視與設定中，依循上期 108 年模型之設計，採用 Pure LRIC 進行行動通信接續費率的計算。

LRIC 模型另一重要概念為經濟折舊 (Economic Depreciation) 下現金流的概念。所謂經濟折舊概念與一般設備所謂的會計折舊概念並不相同，一般會計上設備折舊的目的是因為在商品生產時導致設備耗損，故以一定期間進行設備的攤提。而電信事業的網路設備因為技術的快速提升導致設備的殘存價值下降過快，所以採設定期間內計算當時點該設備所剩餘的經濟折舊之方式。透過假定電信事業為具效率的完全競爭市場，故假設此時的總成本經濟折舊與總營收的經濟折舊相同， $PV(\text{總成本}) = PV(\text{總營收})$ 的方式推導出接續費計算公式，其詳細推導過程整理於下表。

表 1-3 福利經濟原則下之服務使用成本推導公式

步驟	公式	說明
步驟一	$\alpha_i = \Omega p_i$	<ul style="list-style-type: none"> α_i 表示 i 年度的某網路元件 Y 的單位增支成本 (CAPEX 部分) p_i 表示 i 年度的網路元件 Y 設備單價 Ω 為常數
步驟二	$\sum_{t=1}^r \delta_t x_t \alpha_t = \sum_{t=1}^r \delta_t E_t$	<ul style="list-style-type: none"> δ_t 表示 t 年度的某網路元件 Y 的折現因子 x_t 表示 t 年度的某網路元件 Y 的總服務量 E_t 表示 t 年度的某網路元件 Y 的總 CAPEX 支出 r 為模型之計算區間
步驟三	$\sum_{t=1}^r \delta_t x_t \Omega p_t = \sum_{t=1}^r \delta_t E_t$	<ul style="list-style-type: none"> 將前兩步驟所得之公式，進行公式替換
步驟四	$\Omega = \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t p_t}$	<ul style="list-style-type: none"> 經過移項，得到 Ω 的計算式
步驟五	$\frac{\alpha_t}{p_t} = \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t p_t}$	<ul style="list-style-type: none"> 將步驟一結果帶入步驟四的 Ω 計算式
步驟六	$\frac{\alpha_t}{p_0 \cdot \tilde{p}_t} = \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t (p_0 \cdot \tilde{p}_t)}$	<ul style="list-style-type: none"> 將 p_t 轉為基準年元件單價乘以第 t 年 CAPEX Index 之結果，其中 p_0 為基準年之元件單價 \tilde{p}_t 表示 t 年度的某網路元件 Y 的 CAPEX Index
步驟七	$\alpha_t = \tilde{p}_t \cdot \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t \tilde{p}_t}$	<ul style="list-style-type: none"> 移項後可得到 α_t 之計算公式

資料來源：A note on economic depreciation, Telenor R&D (2011/06)，研究團隊製作

計算時由於經濟折舊的概念會考量金錢的時間價值 (Time Value)，讓業者前期巨額的資本支出，可於未來賺取更大的收益 (而非金額相等的收益) 並回收投入資本，故採用此方法並不會有低估其投資，甚至無法回收其投資成本的風險。反而若以會計折舊的概念去計算時，由於未考慮時間現值，僅就損益平衡之觀點讓業者取得與其投資相等的收益額，實質上是讓其支出遭受損失。

此外，LRIC 為福利經濟折舊理念下估算不同時間點之設備購入的增支成本，並分攤至各年的成本之中，通過導入折現利率推算模型起始年後，每年度的增資成本折現回起始年現值，LRIC 模型一般以加權平均資金成本 (Weighted Average Cost of Capital, WACC) 作為其折現利率。WACC 能夠反映一家企業現有資產應

有之投資報酬率也就是機會成本，包含舉債所得的債務利率及股票市場籌措之資金報酬率。而在全元件長期增支成本法計算中，以元件別進行下列公式計算得各元件接續費率後，最後再以加總的元件費率透過路由因子表轉換為服務成本。

$$\sum_t \frac{1}{(1+r)^t} E_t = \sum_t \frac{1}{(1+r)^t} x_t a_t \Rightarrow a_i = p_i \cdot \frac{\sum_t \frac{1}{(1+r)^t} \cdot E_t}{\sum_t \frac{1}{(1+r)^t} \cdot x_t \cdot p_t}$$

行網接續服務的總投資
行網接續服務的總收入
WACC

參數定義

E_t ：支出（購買成本或維運成本）

X_t ：總服務量

a_i ：接續費率

p_t ：設備單價

r ：折現利率（WACC）

i ：某特定單一年度

t ：模型涵蓋年度

圖 1-15 接續費計算公式推導
 資料來源：研究團隊製作

第二章 標竿國家行動通信市場與接續費監理案例

本研究計畫針對英國、韓國、日本及澳洲四國進行行動通信市場與接續費監理案例之分析。依據各國行動通信網路接續費定價方式之差異可分為三類：長期增支成本法、完全分攤成本法（Fully Distributed Cost, FDC）、標竿比較法（Benchmarking Methodology）。

第一節 英國行動通信市場與接續費監理案例

一、市場概況

英國行動通信市場目前有四大電信業者，分別為 EE（Everything Everywhere）、O2、Vodafone 和 Three。2022 年，O2 市佔率為 35%、EE 為 30%、Vodafone 為 15%、Three 為 9%。從下圖可以看出，近年來各業者的市佔率變化明顯，競爭趨於激烈。僅有部分 EE 客戶轉向 O2，導致 O2 超越 EE 成為目前英國第一大行動電信業者。

在行動通信技術方面，英國自 2019 年 5 月開始提供 5G 網路服務，截至 2022 年共有 67% 的 4G 行動網路用戶和 25% 的 5G 行動網路用戶。各大電信業者的用戶逐漸將技術較舊的 2G/3G 網路轉移至較進步的 4G/5G 網路，英國目前僅大約 8% 客戶仍持續使用 2G / 3G 行動網路，而電信業者為實現成本優化以及頻譜資源再利用目前也開始研擬 2G/3G 的退場機制。

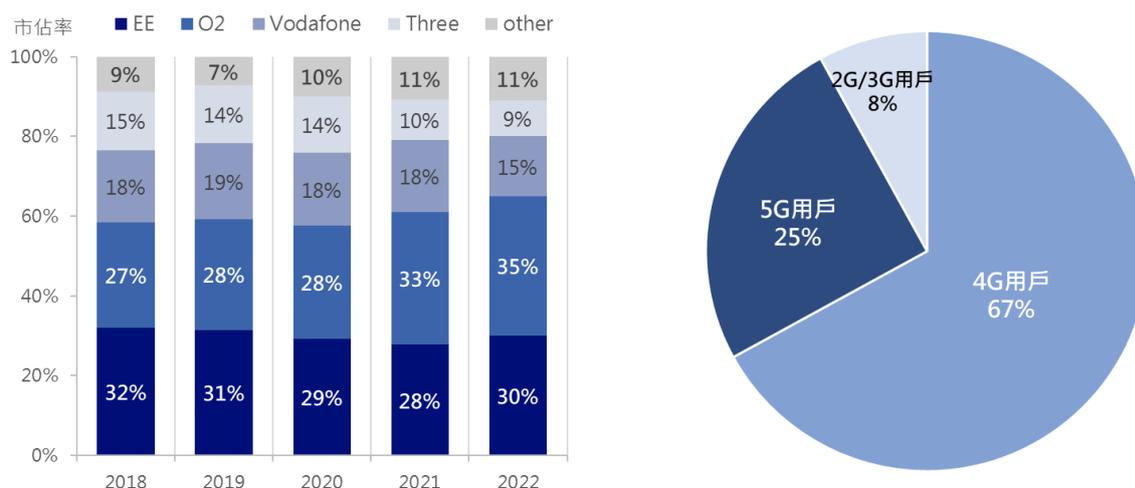


圖 2-1 英國行動通信網路市場概況

資料來源：Statista、Ofcom，研究團隊製作

二、接續費監理架構

作為英國電信產業的監管機構，英國通訊管理局（Office of Communications, Ofcom）負責制定並定期更新行動通信市場的監管策略，並檢視被列為市場顯著地位者（SMP）的電信業者的接續費率，以確保良好的競爭環境。根據《英國通訊法》¹¹的要求，Ofcom 每隔四年需要回顧監管策略，調整政策方向，並重新評估 SMP 業者的地位。

2015 年 Ofcom 更新接續費管理辦法，Ofcom 認為列管對象不應僅限四大電信業者，因此在更新的接續費管理辦法中將相對小型的電信業者也作為 SMP 業者並納入監管對象，其 SMP 認定標準是參考《歐盟委員會的顯著市場力判斷原則（Significant Market Power guidelines）》¹²，將市佔率、市場進入障礙、反補貼購買能力、訂價能力等四項指標作為衡量是否為 SMP 的標準。訂價能力雖未列於指導原則中，但 Ofcom 認為業者若具備長期定價在獲利水準之上的能力，也是顯著市場利之展現，故納入之。依據在最新一期的監管中，共有 65 家業者被列為 SMP，其中包含較小型的行動電信業者和 MVNO 業者。

¹¹ Communications Act 2003, (2003/07), United Kingdom

¹² Market analysis and the assessment of significant market power, (2002/03), European Commission

英國的行網接續費模型在 2003 年開始導入 BU LRIC 計算。2007 年開始改以包含 pure LRIC 及模型外加價的 LRIC+方式計算。2009 年時歐盟發布 396 號建議案¹³ 明訂各歐盟國主管機關要根據有效率業者的成本，採用 pure LRIC 計算固網與行網接續費，Ofcom 經過 2 年的檢視後決定採用，因此 2011 年英國的行網接續費改為 pure LRIC 方式計算。



圖 2-2 英國行動通信網路接續費監理辦法

資料來源：Ofcom，研究團隊製作

三、 行動網路發展趨勢

由於用戶逐漸轉移至 4G/5G 等技術較進步的行動網路導致 2G/3G 用戶減少，使用 2G/3G 網路流量下降亦衝擊各電信業者的經營利潤率。為了配合用戶轉移至 4G/5G 網路的需求，電信業者也需要擴大頻譜相關資源投入，其中一種方式就是先關閉現有的 3G 網路藉此釋出 900MHz 和 2100MHz 的頻段可以供業者投入 4G/5G 使用。因此在 2G/3G 網路流量下滑衝擊經營利潤率和頻譜資源再利用等因素下，電信業者紛紛開始規劃關閉其 2G/3G 網路的時程。

在英國的 2G/3G 網路關閉的過程尚有相當多的挑戰，例如各電信業

¹³ Commission Recommendation of 7 May 2009 on the Regulatory Treatment of Fixed and Mobile Termination Rates in the EU

者的語音服務至少有約 20%是透過 2G/3G 網路提供服務，在用戶數方面大約有 550 萬用戶仍使用 2G/3G 網路。而 3G 網路關閉後將有大約 2%的用戶會因為手機型號較舊導致無法轉移到 4G 網路，因此電信業者需要為這些用戶保留 2G 網路，作為 3G 網路關閉後的替代方案。

英國的各電信業者對 3G 網路關閉的時程有所不同，其中 Three 計畫在 2024 年前關閉 3G；Vodafone 計畫在 2023 年開始關閉 3G 網路；BT/EE 則計畫在 2024 年初開始關閉 3G 網路；而 O2 則尚未公告相關時程。目前各業者僅公告 3G 網路關閉的時程，關於 2G 的關閉時程應會在 3G 關閉完後，或是即將完全關閉才會釋出。而監理機關 Ofcom 要求各業者於 2033 年前關閉 2G/3G 網路。

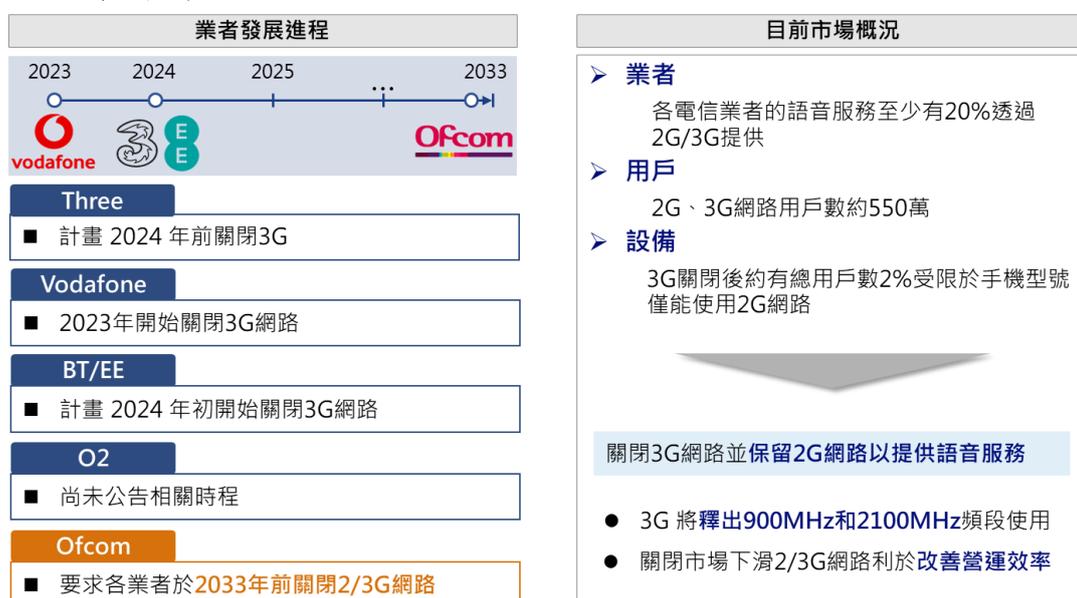


圖 2-3 英國語音技術演變過程

資料來源：Three、Vodafone、BT/EE、O2、Ofcom，研究團隊製作

英國電信業者 Three 於 2015 年 9 月開始提供 4G 語音通話 VoLTE 的服務，在這之後 EE 和 Vodafone 也於 2015 年 12 月開始提供 VoLTE 服務，最後在 2017 年 3 月 O2 也開始提供 VoLTE 語音服務後，英國四大電信業者皆已提供 VoLTE 服務。在業者互連方面，從 ITU 2018 年 6 月的 VoLTE 互連測試報告¹⁴顯示 EE 和 O2 已實現 VoLTE 互連。

Ofcom 首次將 VoLTE 納入行網接續費模型中計算是在 2015 年版本的模型。當時 Ofcom 也針對納入 VoLTE 與否進行三年的接續費成本試算

¹⁴ ETSI TC INT status of VoLTE interconnection test specification, (2018/06), ITU

比較，雖 VoLTE 語音的單位成本相比 2G/3G 語音服務來的便宜，但在 2015 年、2016 年 4G 網路的普及率尚低，以致於即使導入成本較低的 VoLTE 後接續費卻不降反升，而模型中假設的 4G 普及率在 2017 年達到一定程度後，納入 VoLTE 的接續費開始低於未納入 VoLTE 的接續費，並顯示 VoLTE 的成本優勢。

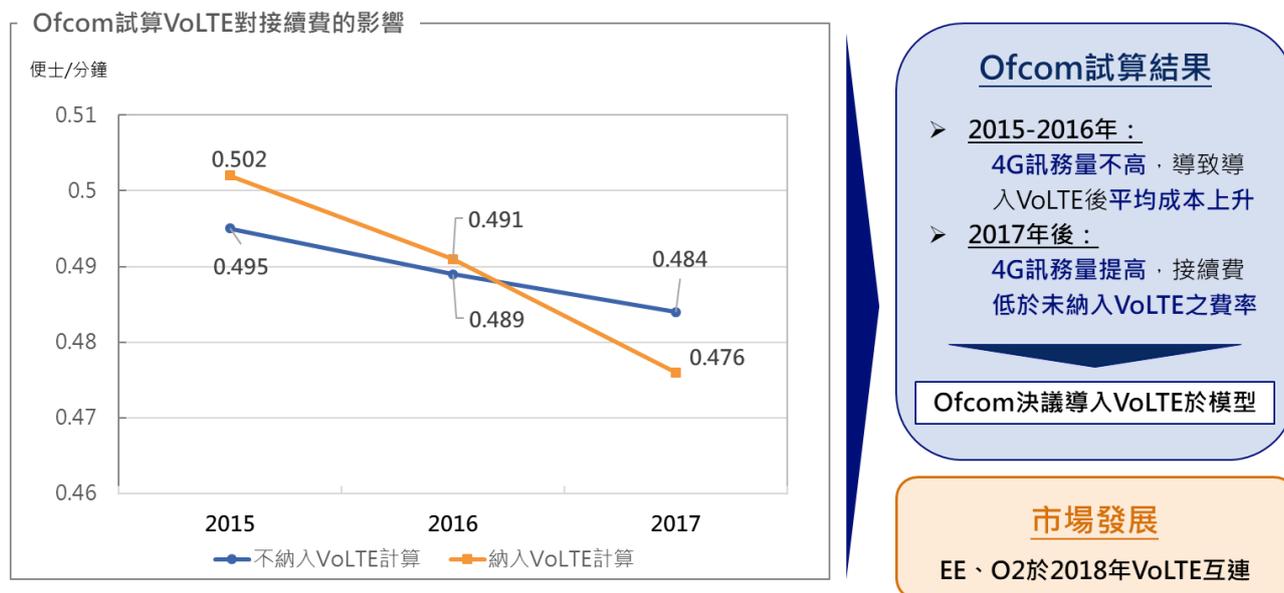


圖 2-4 英國 VoLTE 互連導入過程

資料來源：BT/EE、O2、Ofcom，研究團隊製作

英國 5G 正式商轉是從 2019 年 5 月開始，截至 2023 年 5 月 5G 網路的覆蓋率已經到了 73% 至 82%¹⁵。近年的 5G 基地臺布建數量也穩定上升，從 2021 年的 6,500 座增加到 2022 年 12 月已經有 12,000 座 5G 基地臺。而 5G 網路用量占總流量的比例雖從 2021 年的 3% 上升至 2022 年的 9% 已有三倍的成長，但仍有很大的成長空間。

而英國的 5G 推廣方面，政府單位尚無規劃明確的 5G 普及或是建設目標，目前僅訂定 2030 年以前使用 5G open RAN 的網路流量要達到 35%。在各業者方面對於 5G 規劃也多为較簡略的單一目標：如 BT/EE 目前 5G 覆蓋逾 50% 人口，目標在 2028 年實現英國 90% 地區的 5G 網路覆蓋；O2 自 2019 年 10 月推出 5G 網路服務，目標在 2023 年將 5G 網路覆蓋逾英國半數人口；目前在英國的電信業者中，Three 是最積極拓展 5G 網路的業者，現已覆蓋逾 56% 的人口其目標在 2023 年達成 5G 網路流量占總流

¹⁵ Ofcom (2023.05) : Connected Nations update

量比例之 80%。

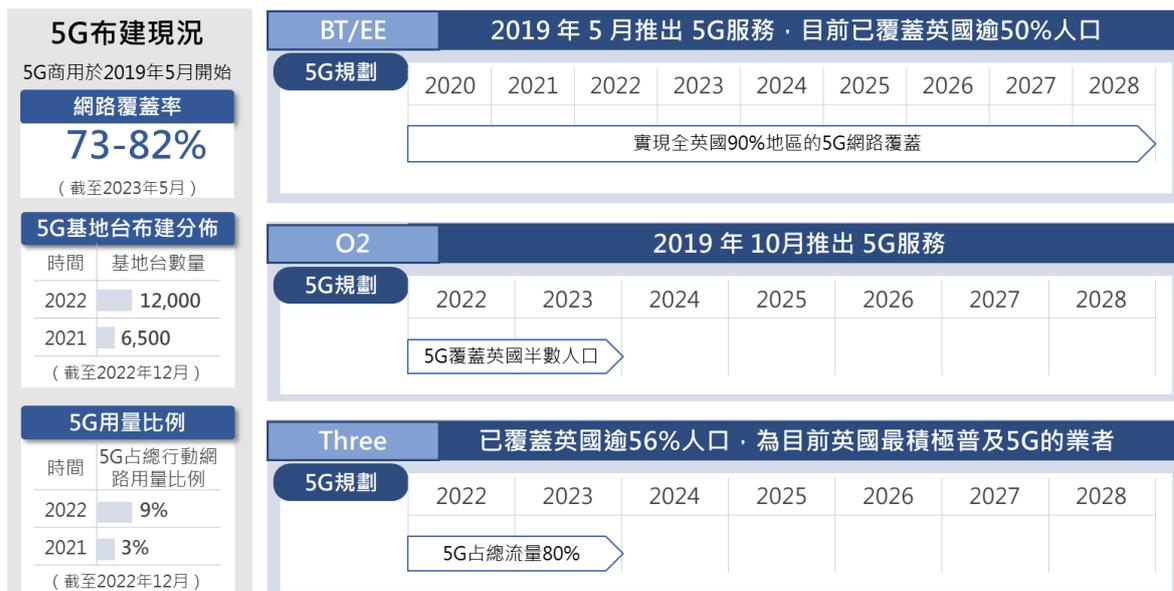


圖 2-5 英國 5G 現況與規劃
資料來源：Ofcom，研究團隊製作

近年英國較大型的電信業者合併案共有三起，分別是 2015 年英國 BT 集團併購 EE、2016 年 Three 併購 O2、2022 年 Vodafone 併購 Three。而這三起併購案中，目前僅有 BT 集團對 EE 的併購案有受到監管機關的認可；Three 對 O2 的併購由於監管機關對合併成功後的市場競爭存有疑慮，因此否定該筆併購案；而目前 Vodafone 對 Three 的併購案正在進行中，由於監管機關認為這次的併購案有可能促進 5G 建設的投資，因此態度較為過去開放。

1. 2015 年英國 BT 集團併購 EE

首先是 2015 年固網電信業者 BT 為擴展集團業務版圖決定併購當時最大的行網電信業者 EE，在英國的併購案須經由競爭市場管理局（Competition and Markets Authority, CMA）同意才能進行後續併購事宜，此外在電信事業中的合併案亦須取得 Ofcom 的同意。不過在 BT 併購 EE 的案例中，監管機關 Ofcom 和 CMA 皆認為固網業者和行網業者的合併不會造成業者獨大而壟斷市場，因此予以同意合併，這也是近年以來唯一成功的大型電信業者合併案。

2. 2016 年 Three 併購 O2

2016 年 Three 欲收購英國第二大的行動電信業者 O2 進而實現規模經濟。當時估算如果這起併購案最後通過，Three 的市佔率將達到 44%，

成為全英國最大的行動電信業者，也因此 Ofcom 和 CMA 都對於合併後是否會造成市場壟斷有所疑慮，此外同時期歐洲幾個合併案成功後最終都導致零售資費上漲。由於市場壟斷和資費上漲這兩項因素，最後 CMA 和歐盟委員會認為合併後將衝擊消費者和企業的權益，因此反對這次併購。

3. 2022 年 Vodafone 併購 Three

Vodafone 認為未來建設 5G 網路以及維運需要相當高的成本，在目前的規模下難以實現效率成本，因此於 2022 年底表示欲透過收購 Three 進而達成規模經濟，並於 2023 年確認正共同商討合併英國業務。如果這起併購案最終通過，Vodafone 的客戶數將會到達約 2,700 萬名，市佔率將逼近目前第一大的行動電信業者 O2。目前英國監管機會尚未決定是否通過這起併購案，不過由於併購案通過後可能促成 5G 相關基礎設施的加速建設，因此 Ofcom 本次態度相比以往 Three 和 O2 的併購案更為開放，不過最終結論仍須等待 CMA 表態才能有結果，目前 CMA 對該併購案並未有進一步揭露相關意見。

整體來看英國官方對併購案考量因素主要為業者合併後是否會造成市場壟斷，進而衝擊消費者和企業的權益。近年來僅有 BT 和 EE 這樣固網電信業者和行網電信業者間的併購案被通過，其原因也是由於兩者並無明顯的業務重疊。惟近期 Vodafone 和 Three 的併購案中存有利於 5G 建設推廣的可能性，加上兩者合併後的市佔率約 28%，即使合併成功後也是與 O2 和 BT/EE 市佔率相近，應不致造成壟斷，也因此 Ofcom 對此併購案持開放態度。此外，由於英國行動通信市場長期由四家電信業者主導，模型中設定單一業者市佔率為 25% (=1/4) 進行後續計算，BT/EE 合併並不改變行動通信市場主要業者數量，而 Vodafone 與 Three 合併則將會使英國市場上的行動通信運營商數量從四家減少至三家，對於行網接續費率計算上可能較有影響。然而，英國官方尚未公開針對合併案對於接續費率的影響有所討論。

	併購內容	監理議題	最終結果
2015 	<ul style="list-style-type: none"> 2014年BT集團為擴大業務範圍至行動網路，決定併購英國最大行動電信業者EE 	<ul style="list-style-type: none"> × 市場壟斷：BT和EE主要業務分別為固網和行網，兩者的業務並無重疊 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 合併成功：英國CMA (Competition and Markets Authority)判斷不會破壞市場競爭
2016 	<ul style="list-style-type: none"> Three欲收購英國第二大的行動電信業者O2進而實現規模經濟 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 市場壟斷：如併購案成功，Three市佔將達44%，成為全英國最大的行動電信業者 ✓ 資費上漲：歐洲發生大型電信併購後零售資費上漲案例 	<ul style="list-style-type: none"> × 合併失敗：英國CMA和歐盟委員會認為合併後可能會讓消費者以及企業付出更高的價格，因此反對本次併購
2022 	<ul style="list-style-type: none"> Vodafone認為未來推出5G網路以及維運需要相當高的成本，欲透過收購Three達成5G規模經濟 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 市場壟斷：如併購成功，將擁有2,700萬名用戶，接近國內最大電信業者 	<ul style="list-style-type: none"> ? 結果未定：本次Ofcom態度較過去Three收購O2開放，最終結果仍待英國CMA決定

- 過往Ofcom對電信業者併購考量因素為是否造成市場壟斷
- 針對考量5G建設須更高的資本支出，Ofcom對Vodafone和Three的併購態度較過往開放

圖 2-6 英國近年電信業併購案

資料來源：BT、Vodafone、O2、Three、CMA、Ofcom，研究團隊製作

四、行網接續費成本計算

Ofcom 於 2021 年報告中所提出的接續費模型架構，主要延續 2018 年模型的研究成果，並依照市場狀況、網路服務設計、成本趨勢以及 WACC 四大面向，檢討是否有不符合電信市場現況以調整之：

1. 市場狀況

Ofcom 在模型中會針對行動通信市場話務量以及人口進行預測，不過在 2020 年以後由於新冠疫情導致市場話務量、數據使用量皆出現明顯上升。而 Ofcom 認為難以判斷疫情恢復後相關市場數據的成長走勢，如直接採用疫情時期的數據作為未來成長率推估，在疫情恢復後恐與實際有所偏差。因此語音、4G 滲透率以及數據量等市場參數僅更新至疫情前的 2019 年。

2. 網路設計

網路設計牽涉到接續費計算方式，本次 Ofcom 針對模型是否要將 5G 納入網路設計做了討論，但考量英國 2019 年才 5 月才開始提供 5G 網路的服務。因此 5G 建設尚處於起步階段，加上英國採 pure LRIC 方式計算行網接續費，無法透過像是 LRIC+使用 mark-up 來提升行動電信業者未

來建設 5G 網路相關意願。因此本次模型亦不將 5G 納入模型考量。

此外在 2G/3G 網路設計方面，Ofcom 已規定各行動電信業者須在 2033 年前完全關閉 2G/3G 網路，除此之外無時程和關閉網路順序相關要求。目前業者已陸續提出的 3G 網路關閉目標時間，惟 2G 網路關閉時程會在 3G 完全關閉後才進一步討論，因此本次接續費管制時間內仍保有 2G/3G 網路，故 2G/3G 網路設計方面沿用前期模型架構不變。

3. 成本趨勢

成本趨勢包含技術設備投資成本 (Capital Expenditure, CAPEX) 以及維運成本 (Operating Expense, OPEX) 兩個部分，在本次各項網路元件單價、維修費用等支出方面，Ofcom 認為與過往模型中的成本變化不大，且更新相關資料對最終產出的接續費影響有限，考量經濟效益的因素下，成本趨勢沿用前期模型架構不變。

4. WACC

WACC 為電信業者投入資金的平均報酬率，並作為模型中各年支出的折現率。Ofcom 在近年在公眾諮詢的場合中和電信業者積極溝通，最終決議以 BT 集團的移動業務計算相關 WACC。對比前期 2018 年模型使用的 WACC 值 7.0%，Ofcom 試算 2019 年 WACC 為 5.8%；2020 年 WACC 值為 5.7%。且對比疫情造成訊務量成長的不確定性導致 Ofcom 僅將市場資訊更新至 2019 年，WACC 值在計算中受到疫情影響有限，因此 2021 年模型最終採用 2020 年的 WACC 作為折現率計算。

總結來說，由於疫情影響導致相關市場參數僅更新至 2019 年，5G 網路尚處於建設初期，因此本次模型未將 5G 加入網路設計中。2G/3G 網路雖有關閉計畫，但本次監理期間仍還有 2G/3G 網路，因此網路設計方面無更新。Ofcom 2021 年模型的討論議題以及修改方向，請參考下圖。

輸入 參數	1 市場狀況	2 網路設計	3 路由因子	4 成本趨勢	5 WACC
討論 議題	模型參數 是否修正	是否新增5G	是否修改 輸入參數	是否修改 輸入參數	是否修改 輸入參數
監理 機關 討論	Covid-19造成語 音及數據量雖顯 著增加，惟疫情 後語音及數據用 量難以估計	5G 布建仍處於 早期，尚難以估 計對其它技術需 求的影響	-	更新成本相關資 料難度高且影響 模型的結果有限	電信業者對 WACC意見分歧， 經估算BT集團移 動業務後調整 WACC值
最終 決議	更新： 用戶數、語音、 4G滲透率、數據 量至2019年	沿用前期模型 網路設計架構	沿用前期 Routing Factor	沿用前期計算的 成本趨勢	<ul style="list-style-type: none"> WACC下調 分別試算至 2019年和 2020年影響

圖 2-7 英國接續費模型議題（2021 年）

資料來源：Ofcom，研究團隊製作

由於 Ofcom 將市場參數資料更新至 2019 年、WACC 更新至 2020 年，因此 Ofcom 更新兩種版本的模型。一種是更新 2019 年的市場參數和 2019 年 WACC 後得出的 2020 年接續費模型；一種是更新 2019 年的市場參數和 2020 年 WACC 後得出的 2021 年接續費模型。而 Ofcom 也在更新的過程中描述更新不同參數對接續費造成的影響。

2020 年的接續費模型是更新了 2019 年的市場參數以及 2019 年的 WACC 值。市場參數方面更新了手機和數據設備的用戶數後，因為用戶數量微幅上升造成接續費率上升 0.001 便士／分鐘；4G 普及率由 2020 年初的 57% 增加到 77%，影響接續費上升 0.061 便士／分鐘；總數據用量上升，使單位成本下降，影響接續費下降 0.034 便士／分鐘；每月語音使用量從每個用戶的 146 分鐘增加到每個用戶的 169 分鐘，使單位成本下降，影響接續費下降 0.025 便士／分鐘；將 WACC 值從 7% 更新為 5.8% 後影響接續費下降 0.07 便士／分鐘。最終計算出的 2020 年接續費 0.4502 便士／分鐘。

由於 Ofcom 認為新冠疫情造成 2020 年在語音和數據使用都有很大的影響，而疫情恢復後的實際數據恐難以預估，如導入 2020 年的市場參數恐造成成長率與實際數字有很大多的落差。因此 2021 年版本的模型僅在 2020 年的接續費模型基礎上，更新 2020 年的 WACC 值。將 WACC 從 5.8% 下降至 5.7%，影響接續費下降 0.012 便士／分鐘。



圖 2-8 英國 2021 年模型更新後各參數影響

資料來源：Ofcom，研究團隊製作

經 2021 年的模型計算過後 2021/22、2022/23、2023/24、2024/25、2025/26 接續費分別是 0.379、0.371、0.379、0.387、0.393 便士／分鐘。而 Ofcom 因為使用 pure LRIC 管制行網接續費，因此 2021 年 4 月到 2022 年 3 月公告接續費如同模型是 0.379 便士／分鐘。之後 2022/23、2023/24、2024/25、2025/26 接續費則是以 2021/22 的接續費為基礎按 CPI-2.2%、CPI+2.1%、CPI+2.4%、CPI+1.5%逐年計算。目前已公告的 2022/23、2023/24 接續費分別為 0.391、0.440 便士／分鐘。

由於疫情的影響導致 Ofcom 本次對市場參數僅更新至 2019 年，但將市場參數更新至 2019 年實際僅造成接續費上升 0.003 便士／分鐘。而本次影響接續費最大的因子則是將 WACC 值從 7%下調至 5.7%，此舉導致接續費下降 0.082 便士／分鐘。除模型設定的參數外，Ofcom 也將實際通膨與模型假設有落差的情境考量進去，因此在近年通膨高漲的情境下，Ofcom 實際公告的 2023/24 接續費較模型原先計算的高出 0.061 便士／分鐘。

費率公告	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25	2025/26
模型接續費率	0.379	0.371	0.379	0.387	0.393
模型費率調整值 (公告)	0.379	CPI-2.2%	CPI+2.1%	CPI+2.4%	CPI+1.5%

圖 2-9 英國模型產出結果與 Ofcom 公告費率

資料來源：Ofcom，研究團隊製作

過去 Ofcom 一直使用 LRIC plus 來計算行網接續費，後來由於 2009

年的歐盟建議案後要求英國採用 pure LRIC 計算行網接續費，因此自 2011 年起，Ofcom 改以 pure LRIC 計算行網接續費，行網接續費也從 2011 年 4 月的 2.664 便士／分鐘下降到 0.845 便士／分鐘。導入 pure LRIC 的效果除了行網接續費可見明顯的下降外，零售資費也從大約 40 美元下降至 15 美元左右，近年以來兩者實際費率請參考下圖。

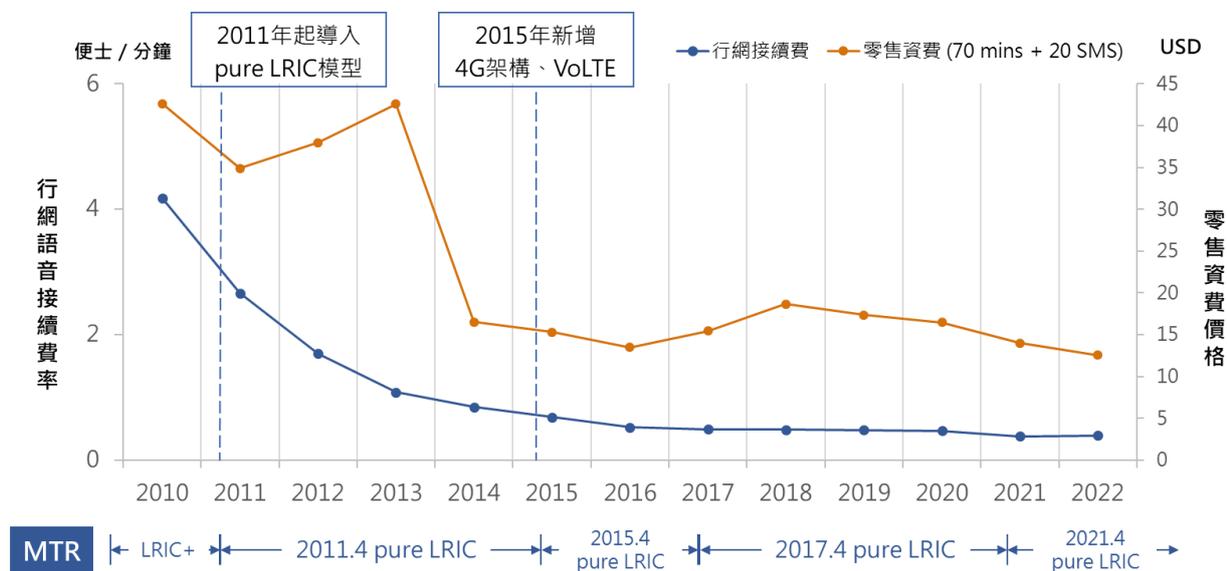


圖 2 -10 英國行網語音接續費率和零售資費價格趨勢
資料來源：Ofcom、ITU，研究團隊製作

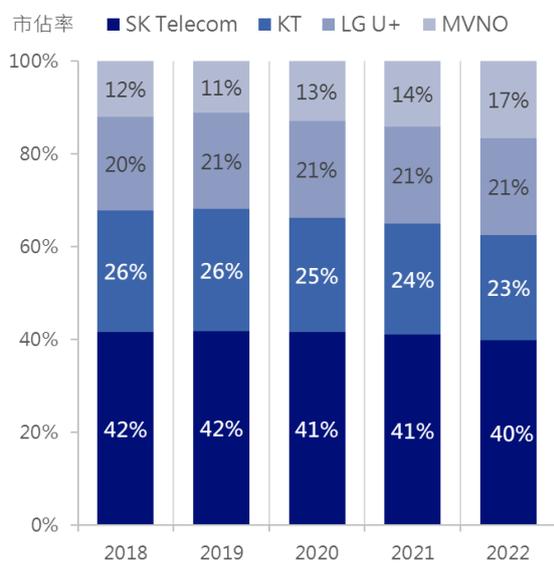
第二節 韓國行動通信市場與接續費監理案例

一、市場概況

韓國行動通信市場有三大電信業者，根據韓國科學技術資訊通信部（Ministry of Science and ICT, MSIT）近年來的公開數據顯示，三大電信業者的各市佔率在 2022 年分別為 SKT（40%）、KT（23%）、LG U+（21%），而 MVNO 的用戶市佔率也從 2018 年的 12% 到 2022 年上升至 17%。從近年以來各業者的市佔率變化可以看見韓國的行動通信市場已呈現充分競爭，除 MVNO 以外的大型行網業者市佔率近年也都僅呈現小幅度波動。

在行動通信技術方面，韓國自 2019 年 4 月開始提供 5G 網路服務，截至 2022 年已共有將近 43% 的 5G 行動網路用戶和大約 54% 的 4G 行動網路用戶。各大電信業者的用戶近年逐漸將技術較舊的 2G/3G 網路轉移至較進步的 4G/5G 網路，而韓國在 2021 年已完全停止提供 2G 網路的服務，目前 3G 網路的用戶比例也已下降至 3%。

韓國行動通信市場市佔率



韓國行動通信用戶技術分布占比

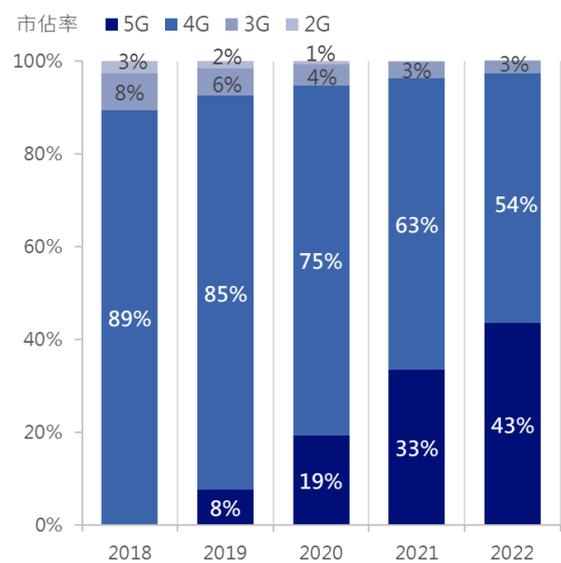


圖 2-11 韓國行動通信網路市場概況

資料來源：MSIT，研究團隊製作

二、 接續費監理架構

為了促進電信業者間的公平競爭以及維護消費者權益，MSIT 作為韓國監管電信事業的監管機關，透過管制 SMP 業者接續費率實現該目標，並依照韓國《電信設備互連標準（Interconnection criteria of the telecommunication facility）》¹⁶和《電信業務法（Telecommunication business act）》¹⁷第 39 條之規定固定通信和行動通信接續費率採 Bottom-Up LRIC plus（BU-LRIC+）方式模型進行計算，並每兩年公告一次接續費率。

在行網接續費監理沿革方面，自 2008 年以來，韓國便透過 BU-LRIC 計算行網和固網接續費。2009 年後為促進競爭，採用了不對稱價格管制的方式提供較小型的業者優惠費率。2017 年開始，由於三家電信業者市佔率相近，接續費率改為單一費率。為了促進 5G 建設的普及，MSIT 在 2019 將 5G CAPEX 納入行網接續費考量，以促進電信業者的投資意願。



圖 2-12 韓國行動通信網路接續費監理辦法

資料來源：MSIT，研究團隊製作

三、 行動網路發展趨勢

在韓國電信業者積極投資 4G/5G 等較為先進的行動網路技術且

¹⁶ 전기통신설비의 상호접속기준（Interconnection criteria of the telecommunication facility）（2022.05）

¹⁷ 전기통신사업법（Telecommunication business act）（2022.05）

2G/3G 用戶逐漸減少的背景，以及 2G/3G 網路流量下降進而衝擊各電信業者的經營利潤率；此外，業者欲關閉 2G/3G 得以將頻譜重新分配至 4G/5G 網路使用。綜合以上原因，韓國電信業者已逐步淘汰舊型的行動網路技術，而 KT 於 2012 年 3 月停止 2G 網路服務、SKT 於 2020 年 7 月全面停止 2G 網路服務、LG U+ 作為最後一家關閉 2G 網路的電信業者自 2021 年 6 月停止 2G 網路服務後，韓國已全面關閉 2G 網路的服務。

在這過程中業者為了保護消費者權益進而順利關閉 2G 網路，提供 3G 訂閱方案和新機折扣、提供特定對象（如：銀髮族）更新網路相關教學以及提供用戶保護措施相關資料給監管單位等措施。

雖截至目前為止，尚未有電信業者提出關閉 3G 網路的計畫，但根據 MSIT 基於《電信業務法》第 19 條暫停或關閉業務相關法規，對業者關閉 2G 服務的幾項條件來推測：需取得 MSIT 的許可、2G 用戶占總用戶數 1% 以下、具替代服務之方案、關閉前 60 天公告、保護消費者權益。從上述條件中可以看出各電信業者在關閉網路前 60 天公告即可，無須特別提供詳細的網路關閉時程，而目前韓國 3G 網路的用戶數量約為 2.7%，從近年來 3G 用戶比例下降的趨勢觀察，韓國電信業者應該會在大約 2028 年向 MSIT 提出關閉 3G 網路的計畫。

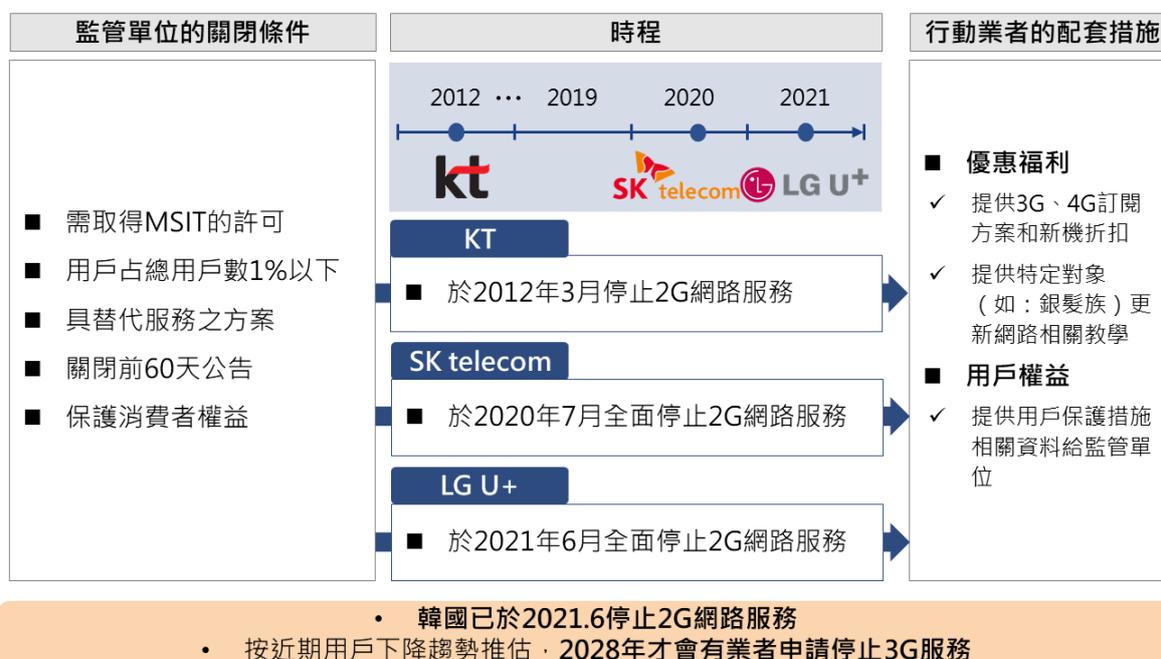


圖 2 -13 韓國 GSM/ UMTS 網路關閉過程
資料來源：MSIT、GSMA，研究團隊製作

韓國電信業者販售手機時，手機會由一組國際行動裝置識別碼（International Mobile Equipment Identity, IMEI）綁定用戶資訊，且通常不會配置 SIM 卡，使得手機設備的安全性大大提升，但也導致諸多不便。韓國在 3G 時代推出 UMTS 用戶認證模組（UMTS Subscriber Identity Module, USIM）後，USIM 卡無法直接安裝到自行購買的手機上使用，需要經過一連串的申請以及開通之後才能使用。

MSIT 為了提升 USIM 卡的彈性，從 2006 年起推動 USIM 可攜計畫。所謂 USIM 可攜計畫（USIM Mobility）並非指攜碼服務，而是指透過 USIM 卡規格以及電信網路的一致化，使用戶可以自由地轉換 USIM 到自購手機中使用的一系列技術革新。

早期電信市場中在 SKT 與 KT 兩家電信業者的推動下，USIM 可攜計畫在 3G 時代順利的推動完成。來到 4G 時代後，由於新電信業者 LG U+ 的加入，USIM 可攜計畫變得複雜起來，4G 網路的 USIM 卡經過升級，稱為通用積體電路卡（Universal Integrated Circuit Card, UICC），由於 SKT 與 KT 使用 3G 網路，但 LG U+ 僅擁有 2G 網路，所以 LG U+ 推出的品牌手機不支援 3G 網路，無法辨識 SKT 與 KT 的 UICC 卡。若要完成 4G 網路 USIM 可攜計畫，需三家電信業者於 4G 網路的主要業務，如數據串流、語音通信、簡訊服務等統一規格，成為 VoLTE 語音網路互連的開端。

韓國電信業者因此於 2012 年開始進行 VoLTE 語音網路互連之討論，為輔導韓國電信業者，由韓國電信監理機關 MSIT、韓國電子通信研究院（Electronics and Telecommunications Research Institute, ETRI）及韓國電信技術協會（Telecommunications Technology Association, TTA）與電信業者共同組成工作小組，花費兩年時間討論，從市場競爭評估、到相關政策制定，並花費一年時間制定技術標準，半年試行，於 2015 年下半年正式提供商業化服務，成為世界上第一個完成 VoLTE 語音網路互連之國家。

在韓國實現 VoLTE 語音互連後，我國通傳會曾拜訪韓國電信業者 LG U+¹⁸。LG U+ 表示由於 VoLTE 語音使用的是建立在 IP 網路上的封包交換技術，但目前業者間的互連計費仍採舊有的互連收費機制，未來政府也在研議是否該採以流量方式計費會更為合適。

¹⁸ 國家通訊傳播委員會（2016.06.02）：韓國行動寬頻網路及資安發展參訪報告（網址：https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/19092/3743_42047_190920_1.pdf，最後瀏覽日期：2024.1.18）

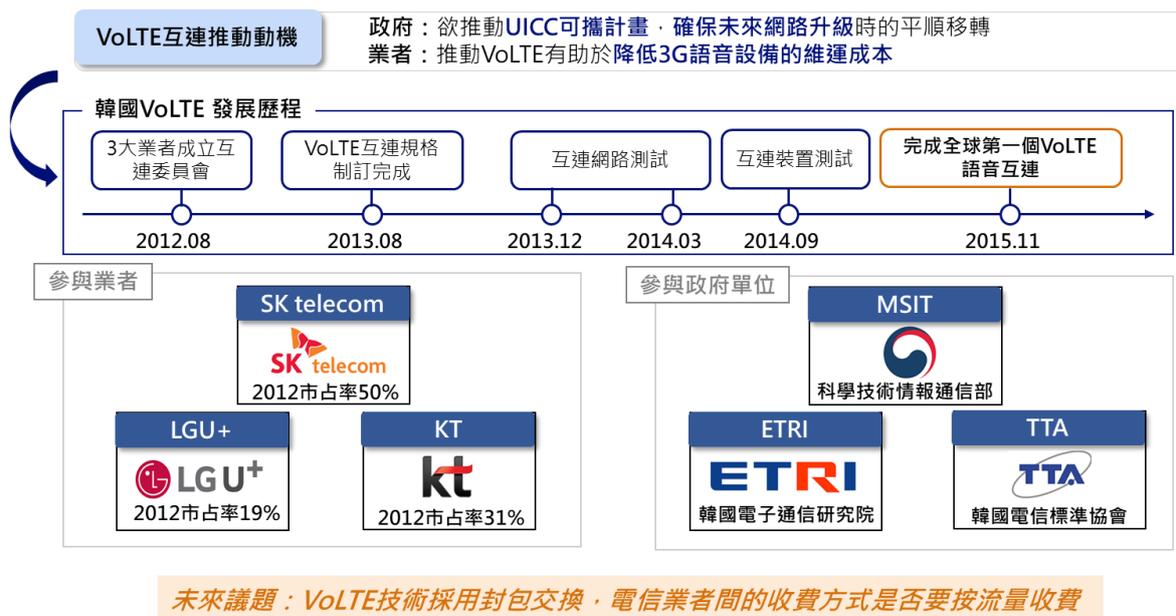


圖 2 -14 韓國 VoLTE 互連案例背景
資料來源：KT、GSMA，研究團隊製作

韓國 5G 正式商轉是從 2019 年 4 月開始，截至 2022 年 5 月 5G 網路的用戶比例已經達到 44.9%。2022 年的 5G 網路流量已占總流量約 72.4% 遠高於 4G 的 27.6%。近年電信業者也積極建設 5G 基地站，自 2020 年的 108,897 座基地站、2021 年的 169,343 座基地站，截至 2022 年 2 月已建設的 202,903 座 5G 基地站。遠高於韓國政府對電信業者訂的 2021 年建設 22,500 座基地站和 2022 年建設 45,000 座基地站的目標。其原因可以歸因於以下三項政策：

1. 提供行動網路營運商 (Mobile Network Operator, MNO) 優惠稅率以激勵投資 5G 建設

為了鼓勵投資並加速 5G 網路部署，韓國政府提供 5G 投資 3% 的稅收抵免，並對超過前三年平均投資額的部分額外提供 3% 的免稅優惠。

2. 頻譜分配時規定 MNO 有義務建設 5G 基地站

為促進電信業者對 5G 建設的投資意願，韓國政府在 5G 頻譜拍賣時要求各電信業者有義務在 2021 年須建設 22,500 座 5G 基地臺；2022 年須建設 45,000 座基地臺。而各業者皆已於 2021 年就超額完成 2023 年的目標，在 2021 年時 KT 年已建設 52,243 座 5G 基地臺、LG U+ 已建設 51,326 座 5G 基地臺、SKT 已建設 45,470 座 5G 基地臺。

3. 成立偏鄉 5G 漫遊推動小組

2020 年 9 月，MSIT 成立了農村 5G 漫遊工作小組，以審查在農村和人口稀少地區的網路分享選項。該工作小組成員包括 SK Telecom、KT、LG U+ 等三家電信業者、韓國電子通信研究院、韓國電信技術協會、韓國電信業協會（Korea Telecommunications Operations Association, KTBA 和 MSIT。而三家電信業者也在 2021 年 4 月簽署合作備忘錄（memorandum of understanding, MoU）在全國 131 個偏遠地區分享彼此的網路建設。



圖 2 -15 韓國 5G 現狀與規劃

資料來源：MSIT、World Bank Group、Statista，研究團隊製作

四、 行網接續費成本計算

自從 2008 年韓國實施電信設備互連標準後一直使用 BU-LRIC plus 來計算行網／固網接續費，由 MSIT 每兩年進行計算與公布費率。在 2017 年以前 MSIT 為促進行動電信市場的公平競爭，對 SKT、KT、LG U+ 三家電信業者透過制定不同的接續費率上限進行市場管制。到了 2017 年，MSIT 認為行網電信市場已呈現充分競爭，後來改以統一費率管制行網接續費市場。2019 年時 MSIT 考量電信業者在 5G 建設須投入較高的 CAPEX，為促進業者的投資意願，將 5G CAPEX 考量進接續費率的計算。

然而雖 MSIT 積極透過 BU-LRIC plus 管制電信業者間的行網接續費率，該政策效果並未傳遞到零售端的資費，近年以來韓國行網零售資費並無顯著下滑。

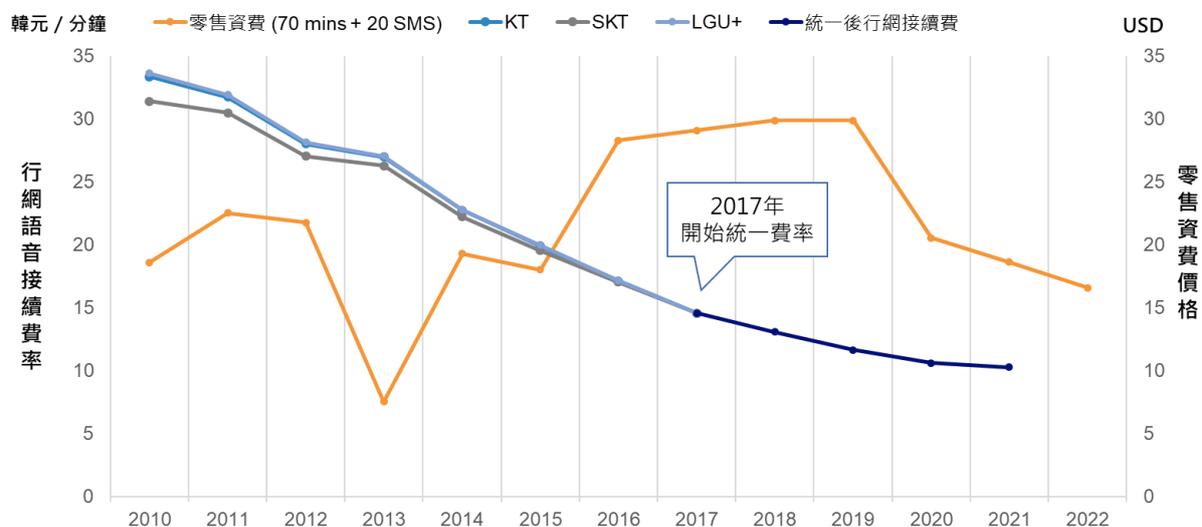


圖 2-16 韓國行網語音接續費和零售資費價格趨勢

資料來源：MSIT、ITU，研究團隊製作

第三節 日本行動通信市場與接續費監理案例

一、市場概況

截至 2022 年 6 月，日本行動通信市場由三大行動通信業者所主導，依序為 NTT docomo (36%)、KDDI (27%)，以及 Softbank (21%)，其餘市場則為 MVNO 和 2019 年 10 月從 MVNO 轉換為 MNO 的樂天。

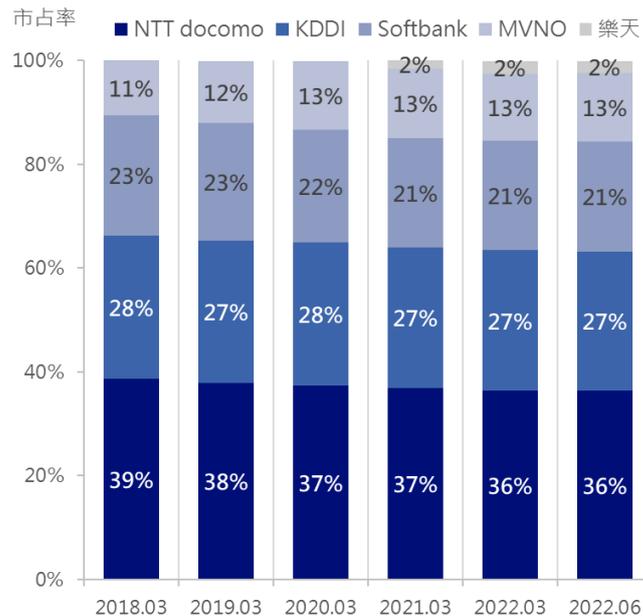


圖 2-17 日本行動通信網路市場概況

資料來源：總務省，研究團隊製作

其中占了約一成市佔率的 MVNO 係指不具備實際電信基礎設備，而向 MNO 批發通訊服務後，自行進行客戶管理、方案設計、費用申請規定等，以提供消費者更多元的通信服務。日本總務省以《電氣通信事業法(電氣通信事業法)》與《無線電法(電波法)》規範涉及 MVNO 業務的發展與 MNO 之間的關係，並透過行政指南使競爭框架透明化，以藉由為行動通信市場提供更多元及廉價的方案增加市場競爭。

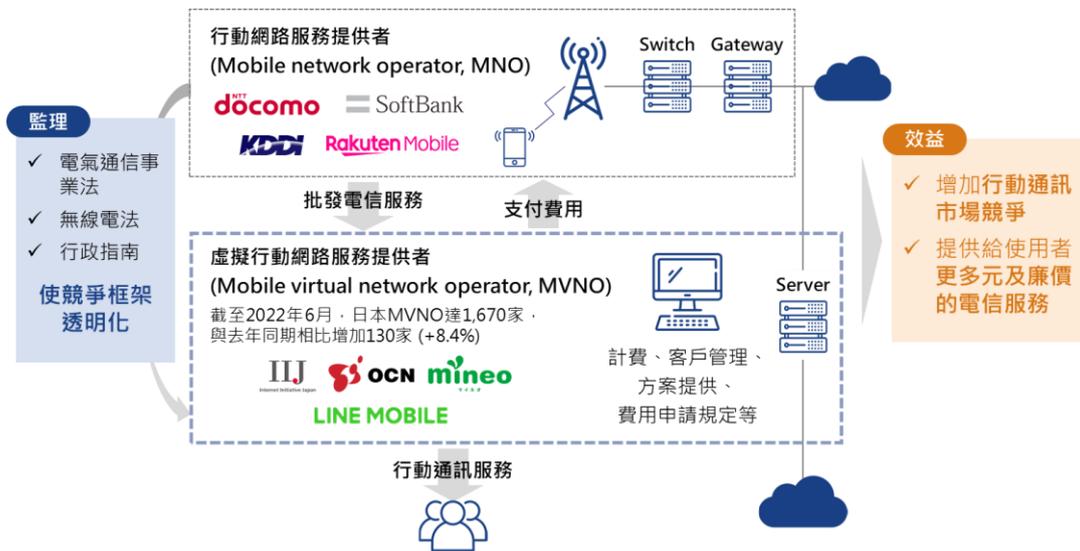


圖 2-18 日本 MVNO 營運模式
資料來源：總務省，研究團隊製作

日本總務省於 2019 年完成 5G 頻譜分配，NTT docomo、KDDI、Softbank，與樂天皆取得 5G 頻譜並於 2020 年 3 月陸續正式提供 5G 網路電信服務，雖 4G 服務仍為行動通信市場主流 (66%)，然隨著消費市場偏好與技術更迭，5G 服務逐漸增長至佔有四分之一的市場，3G 用戶亦於逐年遞減的情況下其市佔率已不到一成 (8%)。

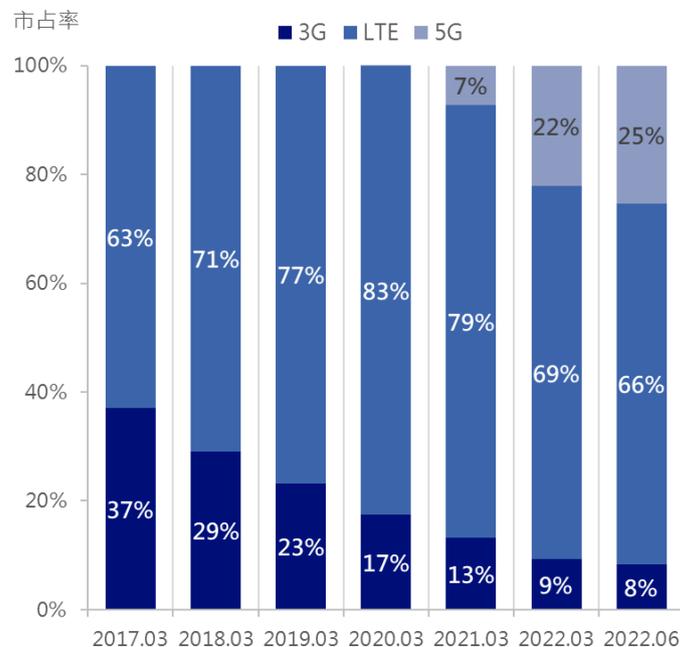


圖 2-19 日本行動通信用戶技術分布
資料來源：總務省，研究團隊製作

二、 接續費監理架構

由於在無線電波稀缺性有限、新進入者難以進入的寡占市場中，佔有較大市場的業者在接續服務中具有較強的議價能力，日本透過總務省監管並優化行動通信網路接續費，以確保行動通信市場競爭環境。

日本行動通信接續費管制法源根據《電氣通信事業法》規定第二種指定電信運營商（即行動通訊業者）之接續義務，並且規定行動通訊業者所計算之接續費不得超過於效率經營下的適當成本加上適當利潤，同時須將接續協議、技術與接續費計算細節送交總務省審核。《第二種指定電氣通訊設備接續費規則（第二種指定電氣通信設備接續料規則）》與《電氣通信事業法施行規則（電氣通信事業法施行規則）》則規定接續費的具體計算方法與提交計算依據之義務。

總務省管制行動通信服務市佔率百分之十以上之第二種指定電信運營商（2012年前設定為百分之二十五），日本2022年受行動通信接續費管制之電信業者包含NTT docomo、KDDI，以及Softbank。於程序上，由總務省設定計算公式，交由行動通訊業者自行計算提出後交由總務省審核，總務省根據接續費的計算基礎核實，實施書面確認；同時，總務省根據驗證結果，推進接續費計算的細緻化研究，如關於成本是否適當反映了設備的使用情況、關於利潤是否根據當前的經濟形勢建立了合適的計算方法、關於MNO和MVNO之間的需求等價性是否有保障等議題，進一步提高費率適當性。

原因	為在無線電波稀缺性有限、新進入者難以進入的寡占市場中，藉由監管並優化接續費率以確保競爭	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">監理規則與程序</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>■</td> <td>規定第二種指定電信運營商（即行動通訊業者）接續義務，且其所計算之接續費率不得超過於效率經營下的適當成本加上適當利潤。</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>接續費由電信業者自行計算提出後提交總務省，總務省根據接續費的計算基礎進行核實，驗證接續費適當性，實施書面確認。</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>根據驗證結果，推進接續費計算的細緻化研究，進一步提高費率適當性。</td> </tr> </tbody> </table>	監理規則與程序		■	規定 第二種指定電信運營商（即行動通訊業者）接續義務 ，且其所計算之接續費率 不得超過於效率經營下的適當成本加上適當利潤 。	■	接續費由 電信業者自行計算提出後提交總務省 ，總務省根據接續費的計算基礎進行核實， 驗證接續費適當性 ，實施書面確認。	■	根據驗證結果，推進接續費計算的 細緻化研究 ，進一步提高費率適當性。
監理規則與程序										
■	規定 第二種指定電信運營商（即行動通訊業者）接續義務 ，且其所計算之接續費率 不得超過於效率經營下的適當成本加上適當利潤 。									
■	接續費由 電信業者自行計算提出後提交總務省 ，總務省根據接續費的計算基礎進行核實， 驗證接續費適當性 ，實施書面確認。									
■	根據驗證結果，推進接續費計算的 細緻化研究 ，進一步提高費率適當性。									
機關	總務省									
法源	《電氣通信事業法》 《第二種指定電氣通訊設備接續費規則》 《電氣通信事業法施行規則》									
監理對象	行動通訊服務市占率10%以上 之第二種指定電信運營商（即行動通訊業者）： NTT Docomo、KDDI、Softbank									

圖 2-20 日本行動通信網路接續費監理辦法

資料來源：總務省，研究團隊製作

過往行網接續費計算方法是「實際成本法」，業者根據前年度經營情況（成本、利潤等），經過計算後提出次一年度之接續費率，並逐年進行精算與提出下一期接續費數值；然而因不具有未來市場預測性，以及在技術快速發展下，接續費計算可能失真，同時易阻礙其他業者的成本控制，並且在接續費逐年下降的背景下，相較來說須支付較高的接續費導致業者現金流負擔過重。因此於 2020 年後，為確保並提高當年度與未來年度接續費的可預測性，與降低接續業者的現金流負擔，進而確保行動通訊市場的公平競爭，日本採用「未來成本法」，要求電信業者必須基於對未來數年營運狀況的合理預期提出未來三年的行網接續費率，爾後逐年透過營運情況進行修正調整，使各年度的接續費能反映出科技進步以及成本降低等因素，目前適用於行網數據接續費的計算設定上，而在行網語音接續上仍沿用實際成本法¹⁹。

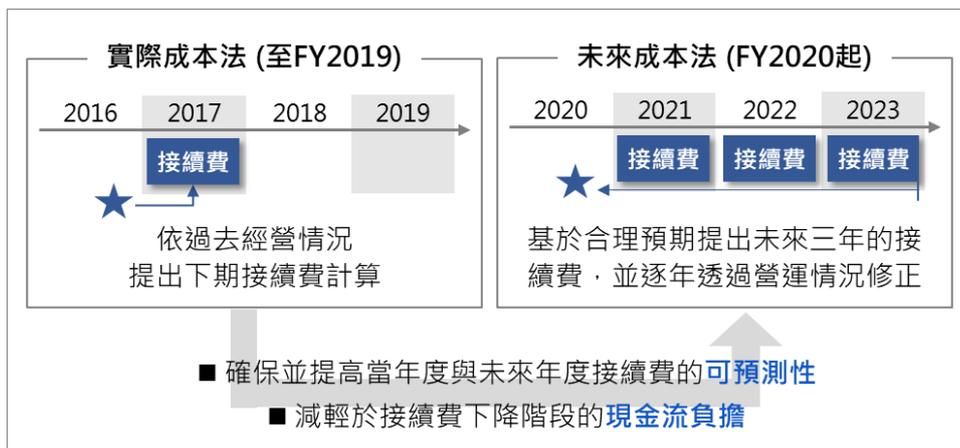


圖 2-21 日本行動通信網路接續費監理方式變革
資料來源：總務省，研究團隊製作

三、 行動網路發展趨勢

為因應上述 3G 用戶數量逐年減少而使各營運商於 3G 服務的營運成本效益降低，同時為了有效利用無線電頻段以及 5G 發展之頻譜需求，日本三大行動通信運營商皆已提出 3G 關閉時程。KDDI 已於 2022 年 3 月底關閉 3G 網路，Softbank 預計於 2024 年 1 月底關閉，NTT docomo 則預計於 2022 年起先將部分可使用 2GHz 和 800MHz 頻段的區域改為僅使用

¹⁹ 第二種指定電氣通信設備接續料規則

800MHz 頻段，而於 2026 年 3 月底全面關閉。然而一旦全面關閉 3G 網路後，原有 3G 用戶為繼續保有行動通信服務，便須升級至 4G/5G 設備同時更改當前費率方案，行動通訊業者為減少 3G 關閉對消費者的影響，也相繼提出配套措施，如為用戶免費辦理方案轉換以及提供更新機型費用折扣。同時，於 3G 關閉前，若消費者因技術轉換須使用新的通信服務所購買的終端設備，總務省允許電信業者所提供的費用折扣可超過目前法規所限制的兩萬日幣。



圖 2-22 日本 3G 網路關閉時程

資料來源：總務省、KDDI、Softbank、NTT docomo，研究團隊製作

總務省全體電信業者 IP 網路遷移計畫²⁰，規劃於 2020 年開始，將現有的電路交換網路陸續淘汰，其中也包含 3G 語音網路（電路交換）轉移至 VoLTE 語音網路；並預計於 2025 年將日本現有的公眾電話交換網路轉移到全 IP 電話網路上。因此，日本自 2014 年陸續開始 VoLTE 服務後，NTT docomo 與 Softbank 於 2018 年 10 月啟動 VoLTE 語音網路互連計畫，截至 2023 年 1 月，日本三大行動通信運營商皆已支持 VoLTE 互連，以因應將來 3G 關閉後的行動語音需求。

²⁰ 總務省（2017.03）：PSTN から IP 網への移行スケジュールについて

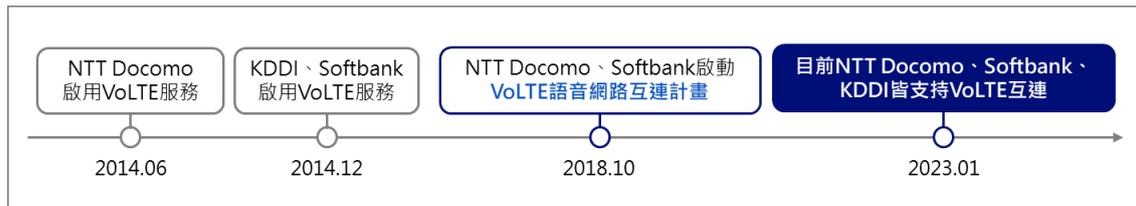


圖 2-23 日本 VoLTE 發展

資料來源：GSMA、NTT docomo、Softbank，研究團隊製作

日本的行動通信接續費並未區分 VoLTE 或是 3G 計算，皆以成本法為計算基礎，由三大電信業者基於總務省所公布的參考算式進行費率計算後交由總務省審核，並未因為 VoLTE 語音互連而收取差別費率。

自 2020 年 3 月日本 5G 商用服務開始，至 2022 年 3 月底日本全國 5G 人口覆蓋率達 93.2%；47 個都道縣府 5G 人口覆蓋率皆超過 70%，最低為島根縣 72.3%，最高則為大阪府 99.7%。而於基礎建設布建方面，截至 2021 年 3 月底，主基地臺覆蓋率為 16.5%。為建設國民皆能受益的數位化社會，日本總務省於於 2022 年 3 月發布「數位田園城市國家基礎設施發展計劃（デジタル田園都市国家インフラ整備計画）」²¹，針對光纖、5G、資料中心／海底纜線，以及 Beyond 5G／6G 四大議題提出數位基礎設施之發展目標與行動方針。其中為了加速日本 5G 發展以期達成全球最高標準 5G 環境的目標，對於 5G 布建計畫以兩階段分別進行，第一階段首先規劃於 2023 年前實現 4G 全國 100% 覆蓋率以及 5G 主基地臺覆蓋率達 98%，作為全國 5G 布建的基礎；第二階段則藉由擴大地方子基地臺布建，透過階段性目標進一步提升全國基地臺建置數量、全國與各都道縣府 5G 人口覆蓋率。

對於人口覆蓋率方面，總務省計畫於 2023 年全國達 95%，2025 年全國達 97%、各都道縣府均 90% 以上，2030 年全國與各都道縣府皆達 99%；而於基地臺布建方面，規劃於 2023 年達 28 萬台，2025 年達 30 萬台，2030 年達成 60 萬台的目標。為了順利落實上述 5G 人口覆蓋與基地臺建置目標，該計畫擬定五大項政府所須採取的具體措施：

- 核配新的 5G 頻譜。目前日本行動通信使用頻段共計約 3GHz（其中

²¹ 總務省（2022.03）：デジタル田園都市国家インフラ整備計画

5G 頻段為 2.2GHz)，為了因應通信數據量的顯著增加，預計於 2025 年末提升三倍至 9GHz。

- 修正《電波法（電波法）》，規定行動運營商建立特定基地臺的義務，以利 5G 服務在農村地區的使用。
- 以補助金及稅制強化布建偏鄉 5G 之誘因。於 2022 財務年度編列的補助金預算為 15 億日圓，並將補助金申請條件放寬，補助目標地區擴大到所有貧困地區，基礎設施共享業者亦被增加至補貼對象中。同時藉由於貧困地區較高的稅收優惠率鼓勵業者於偏鄉布建 5G。
- 推動基礎設施共享。藉由將國庫補貼率由 1/2 提高至 2/3、技術開發、建置基地臺布建資料庫、訂定行動通信業者與基礎設施共享運營商之共用規則，促進業者間資訊與基礎建設共享以提高布建效益。
- 設置由地方政府、電信業者、基礎設施共享運營商、總務省（通信局等）等組成的區域委員會，根據地區需求推動發展。



圖 2-24 日本 5G 現狀與規劃

資料來源：總務省，研究團隊製作

四、 行網接續費成本計算

日本的行動通信網路接續費計算方式以完全分攤成本法為計算基礎，接續費率為將全部成本分攤至每一單位的服務中，依照總務省公告之算式如下：

$$\text{接續費} \leq \frac{\text{適當成本} + \text{適當利潤}}{\text{總需求}}$$

成本與需求均分為語音與數據兩部分計算評估，成本部分為扣除客戶與契約相關成本之設備管理費用；利潤部分為他人資本（負債）費用、自有資本（股東權益）費用，以及利益對應稅之和，其中他人資本費用為部份資產與營運資金總和之 Rate Base、他人資本收益率，以及他人資本比率（負債比率）的乘積，而自有資本費用為 Rate Base、自有資本收益率，以及自有資本比率（權益比率）的乘積；語音與數據需求分別計算由各種設備之通話之加權後總時數，以及由網路數據傳輸量所計算出之合理總頻寬。業者按照此算式以及相關計算規定進行語音與數據之行網接續費成本計算。

其中，自有資本收益率中的無風險報酬率之計算依據為 10 年期政府公債殖利率；而市場風險溢酬則為「主要企業長期平均股本報酬率」扣除無風險利率。主要企業長期平均股本報酬率為根據日本證券交易所上市公司的實際財務數據計算的，使用 Ibbotson Associates Japan 發布的《日本股票風險溢價報告》中，日本長期股票風險溢價（量測期間：1952 年起）。

日本行動通信網路接續費以完全分攤成本法（Fully Distributed Cost, FDC）- 未來成本法為計算基礎



項目		說明
適當利潤	他人資本（負債）費用	$\text{Rate Base} \times \text{他人資本收益率} (R_D) \times \text{他人資本比率} \left(\frac{D}{D+E} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> Rate Base：固定資產淨值+遞延資產+投資和其他資產+存貨+營運資金 R_D：付息負債（債券或借款等）利率和非付息負債等值利率¹的加權利率 D：負債總額 E：股東權益總額 註1：總務省另行通知的數值，考慮負債的性質和可以合理預期的收益
	自有資本（股東權益）費用	$\text{Rate Base} \times \text{自有資本收益率} (\text{三年平均} R_E) \times \text{自有資本比率} \left(\frac{E}{D+E} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> R_E：無風險報酬率²+β x 市場風險溢酬² β：多個行動運營商的β 加權平均值（NTT Docomo、KDDI、Softbank） 註2：無風險報酬率、市場風險溢酬各公司皆為以相同數值計算
需求		<ul style="list-style-type: none"> 語音用量：由各種設備之通話之加權後總時數 數據用量：由網路數據傳輸容量計算出合理之總頻寬

圖 2-25 日本行動通信網路接續費計算方式
資料來源：總務省，研究團隊製作

不同於行網接續費，總務省每二至三年會不定期進行固定通信網路接續費 LRIC 模型的審查及更新，並宣告每年度的固網接續費。行網接續費則如前述由受管制之行動通訊業者自行計算提出再交由總務省審核，由於電信業者運營情況不同，所提報之費率也有所差距。

關於行網接續費的計算方法，2010 年 3 月總務省從成本計算範圍中排除大部分營運費用及部分設備費用項目；2017 年 2 月進一步制定了適當利潤的具體計算方式；過去各業者計算自有資本費用時為使用各自的 Beta 係數²²，且為依各公司股價所計算出，然而因計算時所用的資料時間基準並不一致與 NTT docomo 下市影響，2021 年 12 月調整自有資本費用中對於 Beta 的計算，改為使用各業者 Beta 的加權平均數值。藉由前述針對接續費的細緻化與標準化的研究調整，長期來看業者所提出的行網語音接續費率之間差距愈來愈小，且整體行網接續費率亦大幅下降，惟於近年下降幅度已趨於緩和，然而零售資費並未完全跟隨著接續費率的大幅下降而有直接調降的趨勢，變化趨勢如下圖。

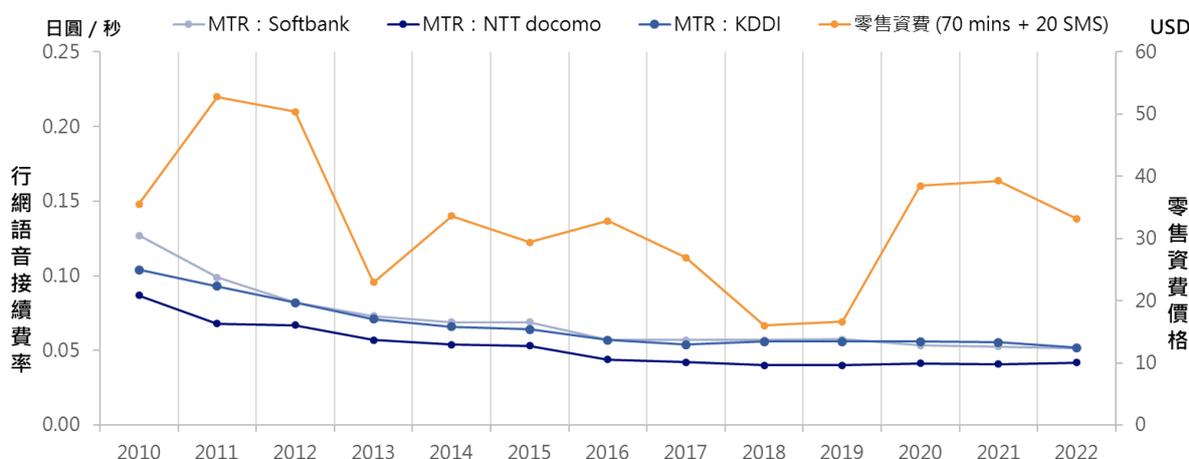


圖 2-26 日本行網語音接續費和零售資費價格趨勢

資料來源：總務省、ITU，研究團隊製作

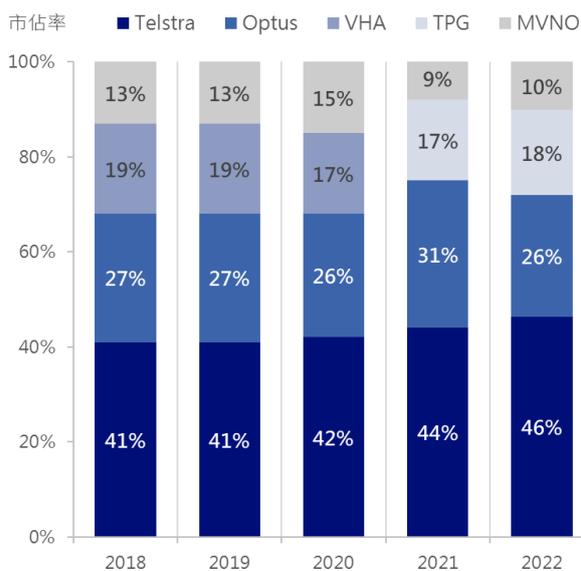
²² Beta 係數是一項衡量產品或投資組合之系統性風險的指標，用於評估該金融產品或投資組合與總體市場波動性的比較。

第四節 澳洲行動通信市場與接續費監理案例

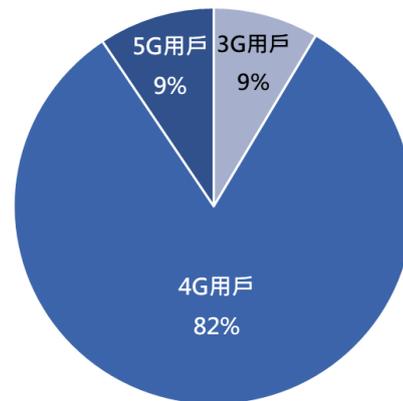
一、市場概況

截至 2022 年，澳洲行動通信市場有三大電信業者，依市佔規模為 Telstra (46%)、Optus (26%)，與併購過去第三大行動通信業者 Vodafone Hutchison Australia (簡稱 VHA) 後的 TPG 電信公司 (18%)。以技術層面而言，澳洲行動通信市場以 4G 服務為主。澳洲通訊與媒體管理局 (Australian Communications and Media Authority, ACMA) 於 2018 年底完成第一波 5G 頻譜釋照，並由 Telstra、Optus 與 VHA 三家業者得標，Telstra 於 2019 年 5 月於部分區域開始提供 5G 商用服務，接著 Optus 與 VHA 也陸續開始提供 5G 服務，直至 2022 年全國 5G 服務約佔澳洲行動通信市場 9%。

澳洲行動通信市場業者市佔率



澳洲行動通信用戶技術分布 (2022年)



註：澳洲5G商用於2019年5月開始

圖 2 -27 澳洲行動通信網路市場概況

資料來源：ACCC、ACMA、GlobalData，研究團隊製作

二、接續費監理架構

為阻止行動通信運營商濫用其壟斷地位，並幫助提高行動通信服務對消費者的競爭力，根據《競爭和消費者法 (Competition and Consumer Act)》與《電信法 (Telecommunications Act)》，澳洲競爭及消費者委員會

(Australian Competition and Consumer Commission, ACCC) 針對特定服務提出最終接取決議 (Final Access Determination, FAD)，規定受宣告批發服務的價格義務與非價格義務。並藉由四至五年一期所公告的 FAD 進行行動通信網路接續費 (Mobile Terminating Access Service, MTAS) 管制。

ACCC 藉由 FAD 的制定管制特定服務主要是為了促進終端用戶長期效益 (Long-term Interests of End-users, LTIE)，並使通信市場達成下列三大目標：

- 促進行網市場的公平競爭：因接續服務具獨占性，藉由管制維持競爭，避免行動運營商採取價格擠壓等方式，壓縮其他業者生存空間，消除終端用戶使用服務的障礙，包含價格、服務品質與可取得性等方面。
- 達成 Any-to-Any 的连接：Any-to-Any 為 ACCC 所提出之網路互連願景，期望降低互連障礙避免業者拒絕互連，使得使用相似通信服務間的終端用戶間能彼此連接，享受更多元的電信網路服務。
- 基礎建設的有效使用與投資：基於效率成本的接續費設定鼓勵業者進行基礎建設的經濟效率投資。

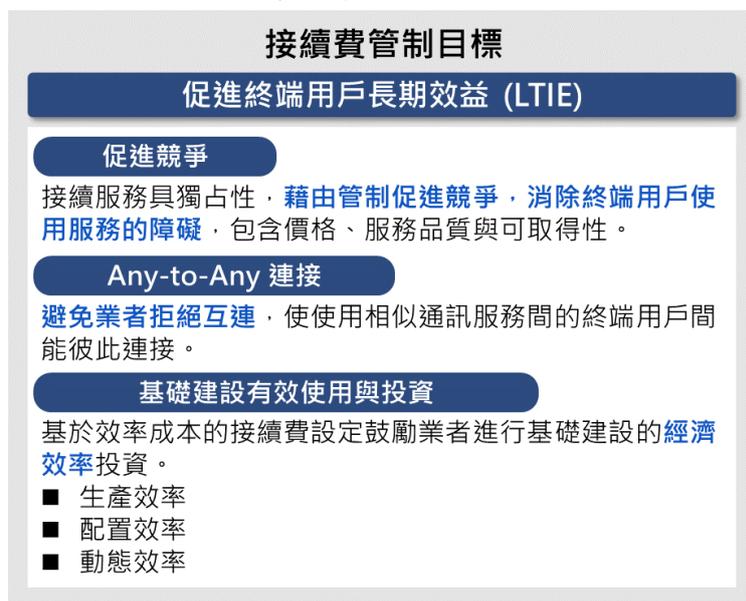


圖 2-28 澳洲行動通信網路接續費監理目標
資料來源：ACCC，研究團隊製作

自 2011 年 12 月起，行網接續費的計算方式由加價全服務長期增資成本法 (Total Service Long Run Incremental Cost, TSLRIC) 改為標竿法，透過選取採用 LRIC 成本模型計算接續費率之標竿國家，計算澳洲適用的接續費率。

在 2019 年 5 月，ACCC 釋出新一期的接續費率監理草案進行公眾諮詢，包含了對接續費管理是否延續、費率計算方式是否維持標竿法或改為成本模型、簡訊服務（Short Message Service, SMS）管制，以及監理區間等進行一系列的意見收集與討論。最終於 2020 年 10 月完成 MTAS FAD 調查並公告最新一期接續費管制（即 2020 年 MTAS FAD）²³，取消 SMS 接續費率管制，且 MTAS 計算仍沿用標竿法，同時訂定 2021 年 1 月至 2024 年 6 月的行網接續費率。

於此次公眾諮詢中，部分業者提出 MTAS 與固定通信網路接續費（Fixed Terminating Access Service, FTAS）應採取共同定價方法。然 ACCC 於 2019 年完成的固網服務 FAD 內已涵蓋 FTAS 服務定價，有鑑於此，ACCC 認為可在下一個監管期間將 FTAS 由固網服務中分離出來並在整體語音接續審查與 MTAS 進行共同評估。

原因	阻止行動通信運營商濫用其壟斷地位，並幫助提高行動通信服務對消費者的競爭力	
機關	澳洲競爭及消費者委員會 (Australian Competition and Consumer Commission, ACCC)	
法源	2010年《競爭和消費者法(Competition and Consumer Act)》 1997年《電信法(Telecommunications Act)》	
	監理程序	計算基礎
	<ul style="list-style-type: none"> 對於特定服務提出最終接取決議(Final Access Determination, FAD)，規定受宣告批發服務的價格條款(price terms)與非價格條款(non-price terms)。 透過四至五年一期所公告的FAD進行行動通信網路接續費(Mobile Terminating Access Service, MTAS)管制。 	<ul style="list-style-type: none"> 標竿法(Benchmark Methodology)。 選定採用LRIC的國家作為標竿。
	<p>2011.12 公告由TSLRIC+成本模型計算改為標竿法。</p> <p>2019.05 發起維持標竿法或改為成本模型計算接續費率之公眾諮詢。</p> <p>2020.10 公告FAD 2020，仍沿用標竿法，並取消SMS接續費率管制。</p>	<p>監理議題</p> <ul style="list-style-type: none"> 部分業者提出MTAS與FTAS應採共同定價方式，然ACCC於2019年完成的固網服務FAD內已涵蓋FTAS服務定價，於下次監管期間將持續納入討論。 <p>註：固定通信網路接續費 (Fixed Terminating Access Service, FTAS)</p>

圖 2-29 澳洲行動通信網路接續費監理辦法
資料來源：ACCC，研究團隊製作

三、 行動網路發展趨勢

在澳洲，3G 行動通信服務使用的頻段為 850/900MHz 與 2100MHz，然隨著 4G 技術的普及與 5G 技術的成長，為了釋放頻譜資源以支持未來

²³ ACCC (2020.09) : Final Access Determination No. 1 of 2020 for the Mobile Terminating Access Service (MTAS)

更多的數據流量和更高的傳輸速率，以及 3G 服務使用率已經逐漸下降，澳洲主要行動通信業者已陸續宣布 3G 網路的關閉計劃，以期節省成本和提高網路效率和品質。澳洲業者係藉由階段性作法終止服務，先於 2022 年關閉 2100MHz 頻段 3G 服務，並預計於 2024 年停止 850/900MHz 頻段 3G 服務達成全面關閉。

澳洲第一大行動通信業者 Telstra 亦指出，藉由終止其 850MHz 的 3G 服務後，該頻段可用來為偏遠地區更大範圍地提供 5G 覆蓋。澳洲透過提前預告、階段性關閉時程，以及區域性終止計畫等作法，減少 3G 服務終止對用戶的衝擊，如 TPG 的 900MHz 頻段 3G 服務預計於 2023 年底關閉，然於偏遠地區則會延長使用至 2024 年中。

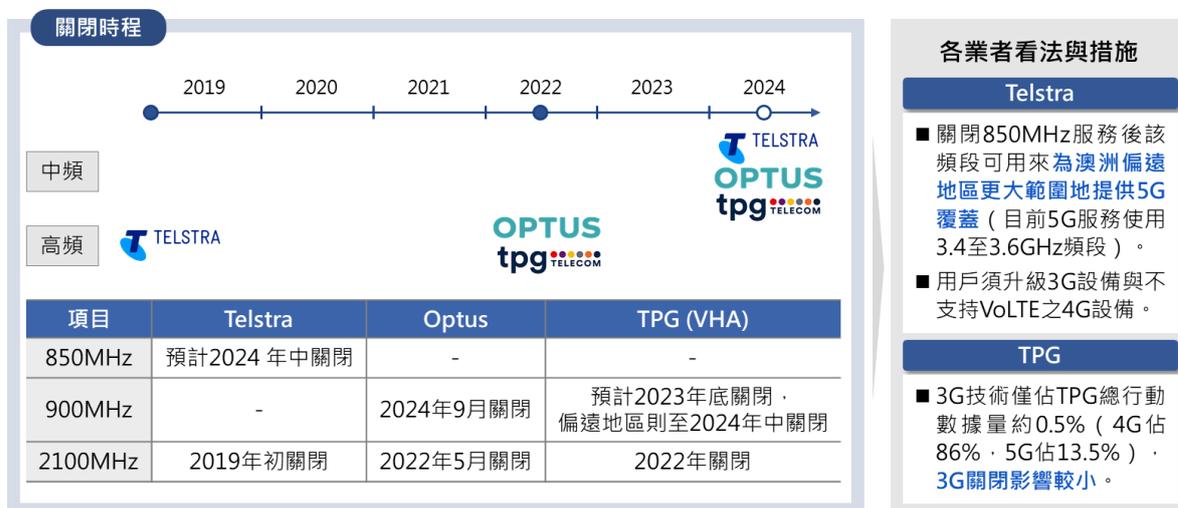


圖 2-30 澳洲 3G 網路關閉時程

資料來源：Telstra、Optus、TPG，研究團隊製作

澳洲電信業者自 2019 年開始提供 5G 通信服務後，至 2021 年已覆蓋超過 75% 的澳洲人口。截至 2022 年初，澳洲 5G 基地臺布建已達 7,000 座，其中以澳洲行動通信龍頭業者 Telstra 建設最多。Telstra 並於 2021 年 9 月公布一 T25 戰略²⁴，其主要目的是進一步投資 5G 建設以擴大 5G 在澳洲的覆蓋範圍並加強其客戶服務，該戰略中規劃於 2024 年先達成 4G 網路 100% 覆蓋的全面目標，以期在關閉 3G 網路後仍可保持於 4G 與 5G 網路提供具有高競爭度的服務品質與覆蓋範圍。並且，對 5G 建設持續投

²⁴ Telstra (2021.09) : Introducing T25: our plan for growth and enhanced customer experiences

資，預計於 2025 年將 Telstra 的 5G 網路全國人口覆蓋率提高至 95%，同時達成其行動數據量 80% 均為使用 5G 的目標。

除了電信業者對於 5G 發展規劃的戰略目標外，地方政府亦藉由擬定基礎建設共享、建立通用標準等 5G 行動方針，以達 5G 長期發展。如 2018 年 3 月，澳洲聯邦政府、新南威爾斯州政府、以及八個西雪梨地區市政府共同簽署的「西雪梨城市協議 (Western Sydney City Deal)」，為一項為期二十年的發展協議，旨在促進西雪梨地區的經濟發展和社會進步。藉由多項承諾強調優化基礎建設，以實現西雪梨的數位轉型，打造「西部花園城市 (Western Parkland City)」²⁵。其中一項數位承諾便為 5G 戰略²⁵，通過協議，聯邦、州和地方政府合作，共同投資建設基礎設施，並制定相應的政策和計劃，藉由下列行動方針推動當地 5G 技術創新與應用，奠定智慧城市之基礎：

- 確保 5G 服務持續競爭的環境。藉由減少侵擾式監管，並透過競爭和創新以促進消費者的長期利益。
- 政府與電信業者進行實質合作，促進運營商推行高速網路與優化網路設計以降低部署成本。
- 5G 基礎建設共享。透過運營商安裝自有天線與通信設備，但共享如傳輸、電纜、冷卻系統等基礎建設之被動共享 (Passive sharing)，以及運營商共同投資並共享天線、通信設備，甚至頻譜之主動共享 (Active sharing)，以降低運營成本並鼓勵市場進入。
- 提供公共基礎建設使用，如土地、建築物 and 道路。
- 與產業協商並共同制定技術標準。
- 隨著網路密度增加，以及於更靠近用戶的地方部署 5G 基礎設施，區域參與度也應提高，並明確委員會所應遵循的審批途徑。
- 藉由階段性的頻譜釋照，確保有足夠的頻譜資源可用於展現 5G 完整量能的設計驗證。
- 確保數據與網路的安全性及彈性。

²⁵ Western Sydney City Deal (2022) : Digital commitment C5- 5G Strategy

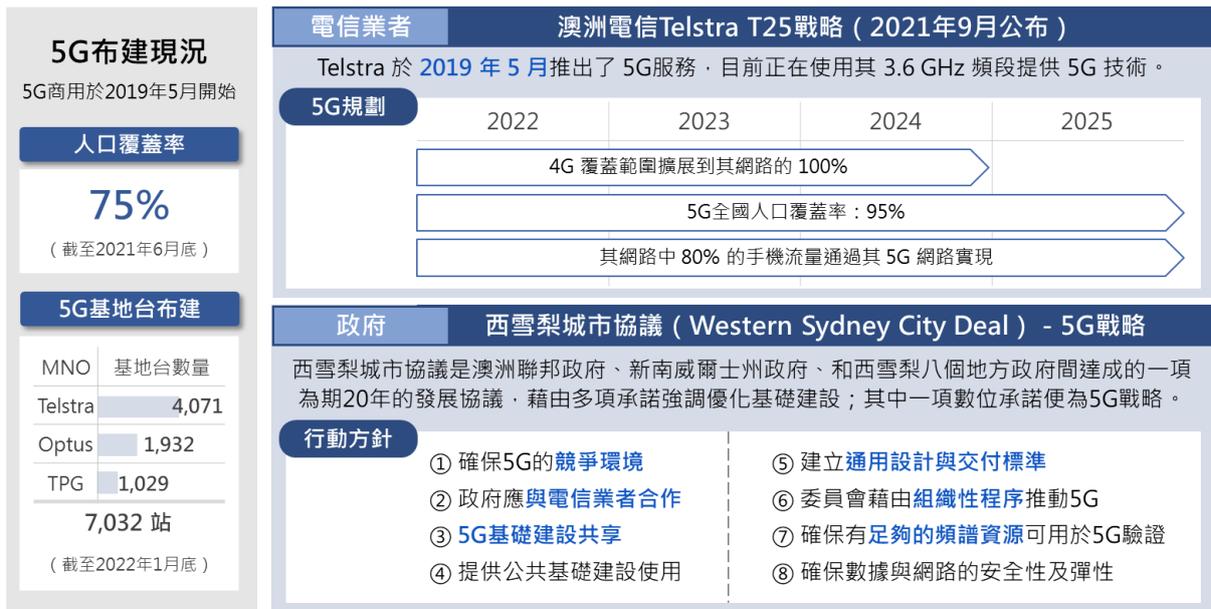


圖 2 -31 澳洲 5G 現狀與規劃

資料來源：ACCC、Telstra、Western Sydney City Deal，研究團隊製作

過去，澳洲行動通信市場長期維持 Telstra、Optus，和 VHA 三家主要運營商握有近九成市佔率的寡占局面。TPG 則主要活躍於固定通信網路市場，提供固定寬頻及語音服務；同時作為 MVNO 提供行動通信服務。在 2017 年，TPG 宣布了轉型為 MNO 的計劃，包含對於小型基地臺與頻譜的投資，但後續由於政策變化及技術困難面臨挑戰。於 2018 年 8 月，TPG 與澳洲行動通信市場第三大業者 VHA 達成合併協議，以助於 TPG 節省建設自有行動網路所須花費的高額投資，且為 VHA 帶來用戶數的增長。

然而，此合併還須經過 ACCC 及外國投資審查委員會 (Foreign Investment Review Board, FIRB)²⁶ 審核。2019 年 5 月，ACCC 以該合併將大幅降低行動通信市場競爭為由反對此合併，認為該合併將會阻礙 TPG 繼續建設自有行動網路的意願，從而無法創建一個由四家主要行動運營商組成的高競爭市場，導致消費者面臨價格上漲和創新服務減少的可能。

同年 8 月，兩家公司對 ACCC 的決議向聯邦法院提起訴訟，請求批

²⁶ 涉及外資的交易須經過 FIRB 批准，儘管 FIRB 在程序上獨立於 ACCC 的審查，但在評估是否違反國家利益時考慮事項之一便是該交易對澳洲競爭產生的影響，因此 FIRB 通常會徵求 ACCC 的意見作為參考。

准合併。表示僅 VHA 具有自有的完整行動網路，此合併可使兩家公司在技術和網路基礎設施方面共享資源，以提高網路性能和覆蓋率，且可加速 5G 網路的建設與發展。

最終於 2020 年 2 月 13 日，澳洲聯邦法院基於此合併不會顯著削弱市場公平競爭的理由，批准了 TPG 與 VHA 的合併，認為合併後將能對第一、二大運營商 Telstra 與 Optus 產生更強的競爭力。同年 7 月，兩家公司正式完成合併，以 TPG Telecom 的名稱存續，並持續維持由三家運營商主導行動通信市場的形勢。



圖 2 -32 澳洲 TPG 與 VHA 合併案概況
資料來源：ACCC、TPG、VHA，研究團隊製作

四、 行網接續費成本計算

澳洲雖於 2012 年起由 TSLRIC+調整為標竿法進行行動通信接續費計算依據，然 ACCC 仍認為採 TSLRIC+為計算接續費最適當的方式，ACCC 僅是透過標竿法去實行。有鑑於此，ACCC 仍希望基於 TSLRIC+方法計算，於設定標竿國家時，不僅須選取模型與參數皆有公開之國家，且須同樣採用 LRIC 計算方式，其中部分標竿國家雖採 Pure LRIC 之數值，但於模型計算中亦有採計加價後的 LRIC+結果，因此仍可進行參照比對。

為更進一步調整優化其標竿法之接續費率計算與訂定，ACCC 委託民間顧問 Analysys Mason 協助調查研究，並於 2020 年 10 月公告最新一

期 MTAS FAD，訂定 2021 年 1 月至 2024 年 6 月的行網接續費率。以下就 2020 年 MTAS FAD 使用之標竿法進行說明。

於各國公開的 LRIC 模型中，首先排除未納入 4G 技術與未明確參數定義的國家後，選取了九個標竿國家進行試算：東加勒比、法國、墨西哥、荷蘭、秘魯、葡萄牙、西班牙、瑞典，以及英國。經過試算與敏感性測試後，移除在頻譜成本敏感性測試落差較大的東加勒比與墨西哥，以及相較於平均高估基地臺需求的荷蘭與西班牙，並賦予瑞典、秘魯，與葡萄牙較高權重，作為費率上限參照數值，並加上英國與法國共同作為費率下限計算基礎。

此次選取的標竿國家於 LRIC 模型中均尚未包含 5G 技術，然 ACCC 認為於當時自行開發成本模型，更無法正確納入 5G 技術對於成本的影響，卻須投資相對大量的時間和資源。因此，ACCC 認為於當下將步入 5G 的過渡期，標竿法為該 FAD 提供了更務實的定價選擇，ACCC 打算在 5G 建設更先進後，再去衡量成本建模的可能性。

基於目前澳洲行網市場僅有 Telsta、Optus 和 TPG 三家 MNO，且在可預期的未來中變化的可能性極低，ACCC 於模型中設定行動通信市場主要運營商為三家，進而以 33.3% (=1/3) 作為市佔率假設，再依各國模型不同，使用整體訊務量或單一業者訊務量（整體訊務量*33.3%）進行後續計算，而在前期所公告的接續費率計算中²⁷，同樣以 33.3%作為市佔率設定值。在前述的合併案後，對於行網市場的市佔結構並未產生太大影響，依然維持以三家運營商主導的情境，顯示對接續費而言，由於主要業者家數未變，電信事業整併於澳洲接續費率計算中並無影響。雖然澳洲採取國際標竿法以各國模型作為費率定價參考，ACCC 亦考量澳洲國土面積相對較大，使其平均傳輸電路長度較標竿國家長，因此將所計算出的成本提高 3%做為調整，以期更貼近澳洲實際費率。

²⁷ ACCC (2015) : 2015 MTAS FAD

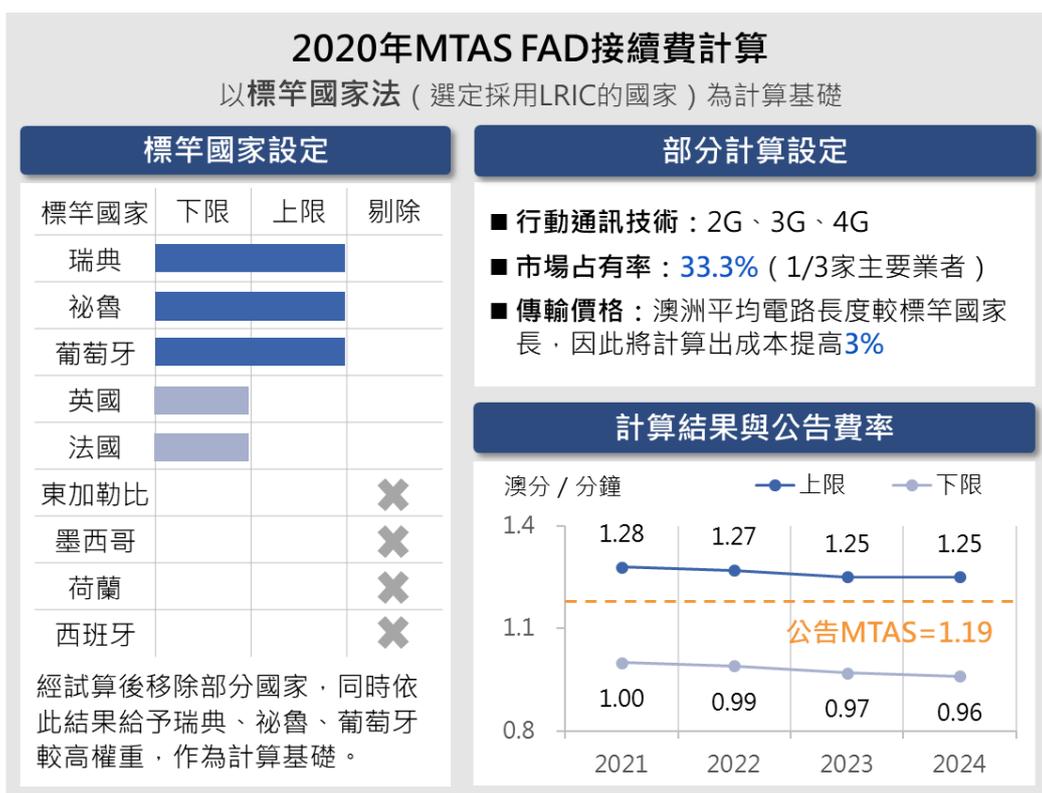


圖 2-33 澳洲 2020 年行動通信網路接續費計算
資料來源：ACCC，研究團隊製作

最後利用各標竿國家之接續費率經調整至符合澳洲環境背景之校準接續費率值作為建議費率之上下限，並於成本範圍內選擇較接近上限的保守方法，ACCC 訂定當期行網接續費率為每分鐘 1.19 澳分（約為每分鐘 0.24 新臺幣），相較於前期每分鐘 1.7 澳分下降三成。且自前期起，ACCC 認為在整個 FAD 期間統一 MTAS 費率比起每年小幅降低更為合適，因此調整為於整段 FAD 期間保持相同費率的管制模式。

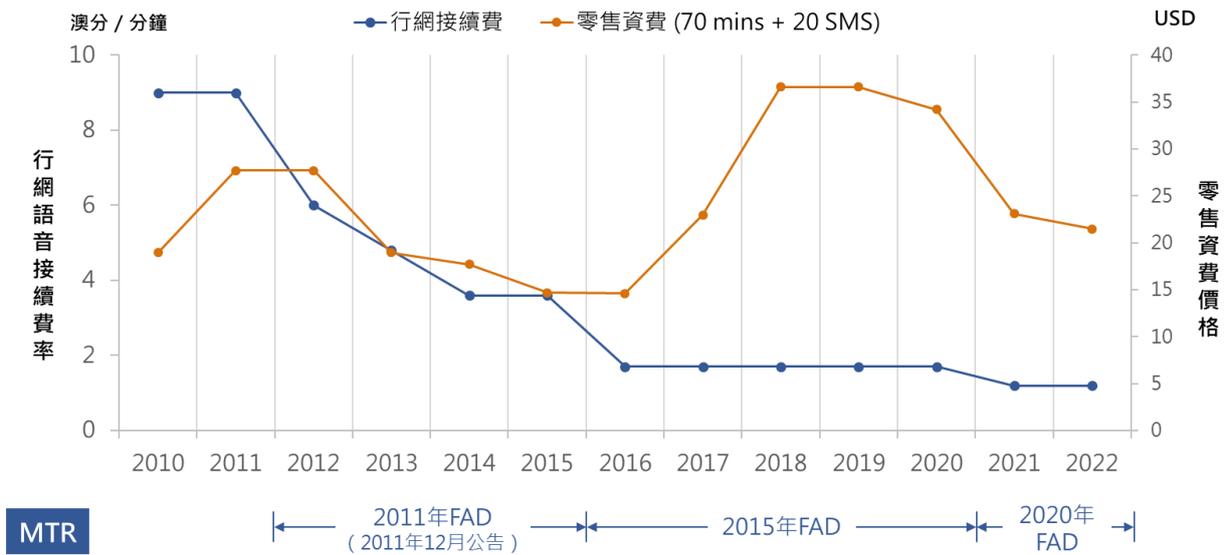


圖 2 -34 澳洲行網語音接續費和零售資費價格趨勢
 資料來源：ACCC、ITU，研究團隊製作

第五節 國際行網接續費水準比較

研究團隊比較上述標竿國家以及我國的行動通信網路接續費率趨勢，除採取直接匯率進行貨幣匯率的轉換，更考量不同國家間的經濟水平差異，以購買力平價指數進行調整和比較，更能夠看出我國行動通信接續費率與多國之間的差異性，本節比較的國家包含：英國、韓國、日本與澳洲。

為促進通信市場的互連自由，避免價格排擠現象可能造成的市場不公甚或是損害消費者權益，各國監理機關大多期望行動與固定通信網路接續費用能夠持續下降以反映成本的進步。尤其對於採取 LRIC 模型作為管制手段的國家，該模型的精神使得計算的接續費率結果逐年下降，更符合監管機構對於接續費率所抱持的管制想法。

我國行動接續費率於 2013 年首度導入 LRIC 模型進行計算，對比已有多多年經驗的其他同採 LRIC 基礎的國家，我國行動通信接續費率仍偏高，但逐年下降的幅度也較大，近年已愈發貼近國際趨勢。以直接匯率法進行轉換的結果如下圖，可以發現標竿國家中，以 LRIC 模型計算或參照的英國、韓國、葡萄牙與澳洲的行網接續費率大幅低於未採用 LRIC 的日本；同時，我國接續費隨著逐年下降的趨勢也已降至低於日本的水平。

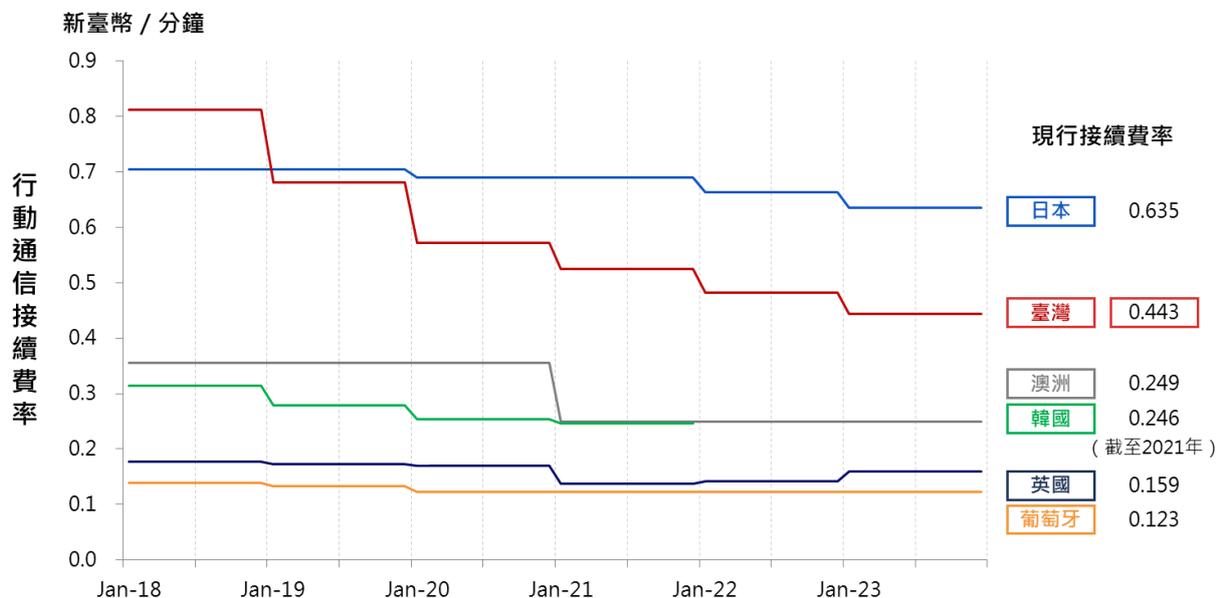


圖 2 -35 2018-2023 年國際行動通信網路接續費趨勢（直接匯率轉換）

資料來源：各國公開資料，研究團隊製作

在進行國際行動通信網路接續費比較時，因各國間存在經濟市場波

動、經濟成長與物價水準等因素所造成的實質購買力差距，因此為避免導致匯率轉換失真，研究團隊以世界銀行（World Bank）的國際比較計畫（International Comparison Program, ICP）所計算得出之購買力平價（Purchasing Power Parity, PPP）²⁸數值進行計算轉換。與直接匯率轉換的結果相似，經過 PPP 轉換之後，採 LRIC 基礎進行管制之標竿國家具有較低的接續費率，然我國行網接續費則轉為高於其他國家，顯示我國之行動通信接續費率尚有調降的空間。

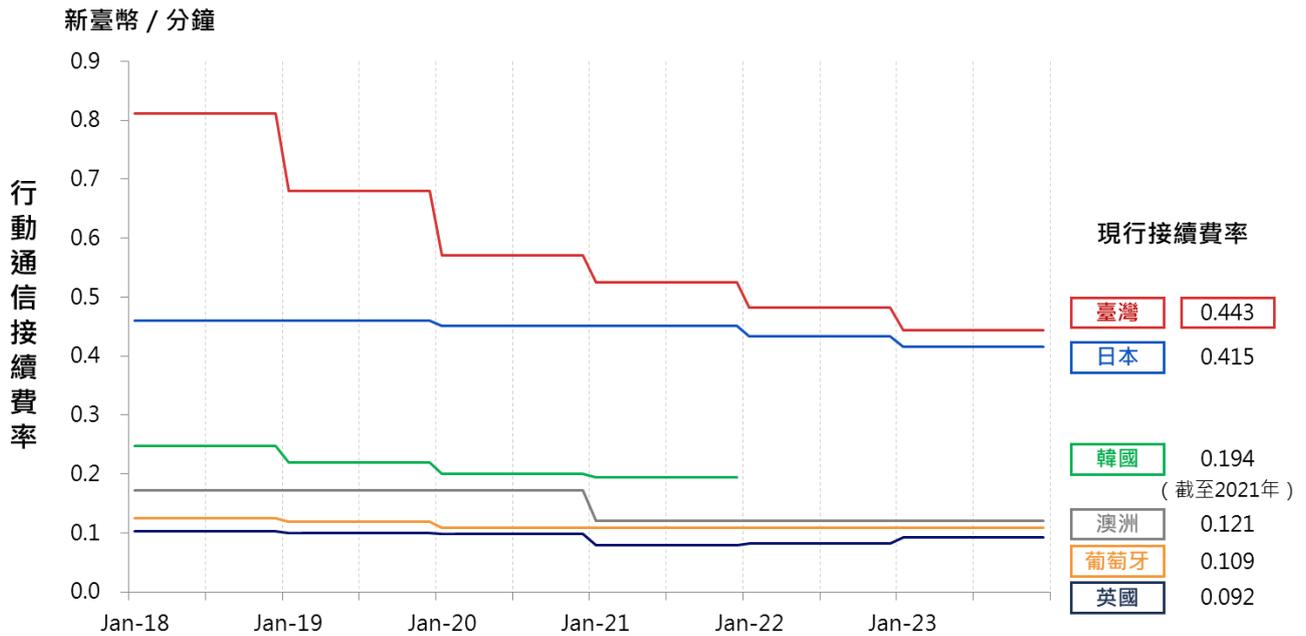


圖 2-36 2018-2023 年國際行動通信網路接續費趨勢（PPP 轉換）

資料來源：各國公開資料、世界銀行、OECD，研究團隊製作

²⁸ 購買力平價，為一種根據各國不同的價格水準計算出來的貨幣之間的等值係數。

第六節 標竿國家監理案例綜合分析

本章共計調研四個標竿國家之行動通信市場、技術發展與接續費率監理機制和算法，以掌握國際行動語音通信市場監理和發展趨勢。

表 2-1 標竿國家監理案例綜合分析

項目		英國	韓國	日本	澳洲
市場概況	主要業者	O2、EE、Vodafone、Three	SKT、KT、LG U+	NTT docomo、KDDI、Softbank	Telstra、Optus、TPG
	技術	2G、3G、4G、5G	3G、4G、5G		
技術發展	2G	1992 年啟用，Ofcom 要求各業者於 2033 年前關閉所有 2G/3G 網路	1996 年啟用，業者陸續於 2012 年至 2021 年關閉	1993 年啟用，業者陸續於 2008 年至 2012 年關閉	1993 年啟用，業者陸續於 2016 年至 2018 年關閉
	3G	2003 年啟用，部分業者預計陸續於 2023 年至 2024 年關閉	2001 年啟用，尚未有明確關閉規劃	2001 年啟用，業者預計陸續於 2022 年至 2026 年關閉	2003 年啟用，業者預計陸續於 2019 年至 2024 年關閉
	4G	2012 年啟用 4G，2015 年啟用 VoLTE	2011 年啟用 4G，2012 年啟用 VoLTE，2015 年完成全球第一個 VoLTE 全面互連	2010 年啟用 4G，2014 年啟用 VoLTE，2018 年後陸續啟動互連，至今已全面互連	2011 年啟用 4G，2014 年啟用 VoLTE
	5G	2019 年啟用	2019 年啟用	2020 年啟用	2019 年啟用
監理概況	監理機關	Ofcom	MSIT	總務省	ACCC
	相關法源	《通訊法》、2009 年歐盟 396 號建議案	《電信設備互連標準》、《電信業務法》	《電氣通信事業法》、《第二種指定電氣通訊設備接續費規則》、《電氣通信事業法施行規則》	《競爭和消費者法》、《電信法》
	計算方式	Bottom-Up Pure LRIC	Bottom-Up LRIC+	完全分攤成本法	標竿法
行網接續費（每分鐘）		0.44 便士（0.159 新臺幣）	10.27 韓元 ²⁹ （0.246 新臺幣）	2.76 日圓（0.635 新臺幣）	1.19 澳分（0.249 新臺幣）

資料來源：Ofcom、MSIT、總務省、ACCC、各業者公開資料，研究團隊製作

²⁹ MSIT 官方公開的韓國行網接續費最新資料僅更新至 2018-2019 年（網址：<https://reurl.cc/qr06xq>，最後瀏覽日期：2024.1.18），其他公開資料則根據業者消息推算更新至 2020-2021 年

一、市場概況

各國之行動通訊市場結構與我國市場相似，皆由三大業者主導並總計占有超過約八成市佔率。且除了我國外，各國仍保有部分 2G 與 3G 之行動通信用戶，然 3G 技術以下之用戶亦於逐年遞減的情況下其市佔率已不到一成。

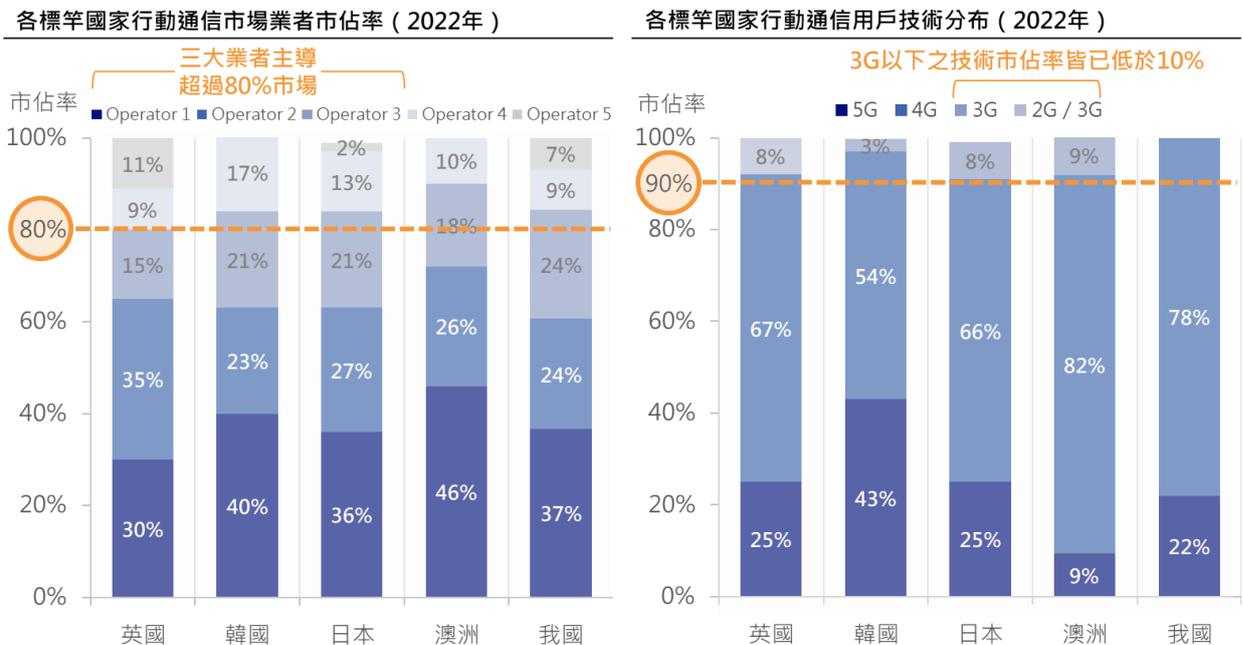


圖 2-37 標竿國家行動通信市場概況 (2022 年)

資料來源：各國公開資料，研究團隊製作

為因應行動通信技術的快速發展，各國 3G 技術以下之用戶下降所帶來的資源效益不彰，而若藉由傳輸效率提升之 LTE 網路傳輸語音，將大幅提升接通速度及語音品質，並且可更有效的利用頻譜資源。因此，各國政府及電信業者多已提出 3G 網路關閉計畫，VoLTE 互連也勢必成為行動通信技術進程上一重要發展。

二、行動網路發展趨勢

標竿國家中日本與韓國早於通用行動通訊系統 (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) 技術完全關閉前，已提早實施 VoLTE 互連，目前主要三大行動通信運營商皆已開放完全互連。與我國同樣規劃於明年完成 3G 網路全面關閉的澳洲，預計 3G 落日後使 VoLTE 互連必須

開啟，而英國則採保守發展規劃，電信監管機關 Ofcom 要求電信業者最晚於 2033 年前須全面關閉 2G 與 3G 網路，因而在電信業者 VoLTE 全面互連方面尚無明確說明。



圖 2-38 標竿國家行動通信技術發展進程
資料來源：各國公開資料，研究團隊製作

三、 接續費監理架構與成本計算

綜觀各標竿國家之行動通信接續費率管制方式，大致分類為三種主要監理措施：一、以長期增支成本法模型進行計算，以得出數值作為價格上限管制，如英國與韓國；二、日本所採用之完全分攤成本法，交由電信業者計算後由總務省核定之；三、澳洲所使用的標竿法，藉由各標竿國家的接續費率 LRIC 模型，結合澳洲物價水準等參數，以作為價格上限管制之費率依據。儘管各國就是否繼續規管行動通信接續費率展開了討論，然而從各國監理機關的現況來看，目前尚未有任何標竿國家的監理機關決定放棄對行動通信接續費率的管制。這反映了行動通信接續費率仍然是監理機關極為關注的管制議題之一。

表 2-2 國際行動通信網路接續費監理定價方式比較

類型	國家	初次導入	實際作法	近況更新
長期增支 成本法 (Long Run Incremental Cost, LRIC)	英國	2003 年	以 Pure Bottom-Up Hybrid LRIC 模型計算接續費。	2021 年模型基於 2018 年版本進行更新市場資料與 WACC，沿用過去網路架構並未將 5G 加入網路設計中。
	韓國	2008 年	以 Bottom-Up Hybrid LRIC Plus 模型計算。	2019 年將 5G CAPEX 納入行網接續費考量。
完全分攤 成本法 (Fully Distributed Cost, FDC)	日本	1984 年	由總務省制定之會計準則，各大電信業者自行計算接續費。	2020 年部分行網接續費由實際成本法轉為未來成本法 ³⁰ 。
標竿法 (Benchmark Methodology)	澳洲	2011 年	選用模型相近及地理環境因素雷同之 9 個國家，以比較法計算接續費。	2020 年 MTAS FAD 取消 SMS 接續費率管制，且計算仍沿用標竿法。

資料來源：Ofcom、MSIT、總務省、ACCC 等各國管理機關公開資料，研究團隊製作

四、 行網語音接續費率與零售資費趨勢

由上述標竿國家接續費率與行動資費趨勢中可以發現，不論是透過國際間採用 LRIC 模型進行接續費率監理之標竿法，或是採用 LRIC 模型計算，甚或是採完全分攤成本法之日本，在監理機關長期管制下，行動通信接續費率皆有下降的趨勢。然而於零售價格方面，則可能因促銷方案推行、物價波動和總體經濟變動等原因有所不同。

由於各國對於行動通信網路語音市場中，多採取訂定接續費上限而

³⁰ 目前適用於行網數據接續費的計算設定上，而在行網語音接續上仍沿用實際成本法。

非零售價的管制措施，雖然接續費率的下滑，可能帶動消費者端零售費率的下修。惟零售費率涉及業者之促銷方案、經營策略、定價策略、市場競爭，以及總體經濟變動等原因，難以完全反映中間價格的調整，而是根據個別業者市場競爭之狀況進行差異性之零售定價調整。從圖 2-39 各國語音方案零售價可以發現零售價波動較不規律，日本、韓國與澳洲零售價皆未明顯隨著接續費率下滑而調降；而我國零售資費則長期維持穩定價格，幾乎無變動調整。

研究機構 Frontier Economics 針對歐洲行動接續費調降的影響評估報告中³¹，指出行動網路接續費的大幅調降與較低的零售價格之間並無明確的關連，可能原因之一為業者營收策略上的水床效應（Waterbed Effect），亦即受話業者因無法從向發話業者收取的接續費收入中回收成本，只好反應在零售價格上。

依照歐盟執委會 2009 年公布的《固網與行網接續費率管制措施》³²中，建議各國監理機關採用長期增支成本法作為接續費率的計算工具，其論點基礎在於由下而上的成本計算，可反映網路投資上的真實成本。由於接續費用不只反映電信業者之間的價格擠壓，更會導致零售價格的上升。研究團隊認為，雖然接續費管制看似無法直接影響零售價格的調降，但能使零售價維持一穩定區間，而避免因為缺少批發端的價格管制使得零售端費率失控。

³¹ Frontier Economics (2012.05) : The impact of recent cuts in mobile termination rates across Europe.

³² European Commission (2009.05) : Commission Recommendation of 7 May 2009 on the Regulatory Treatment of Fixed and Mobile Termination Rates in the EU.

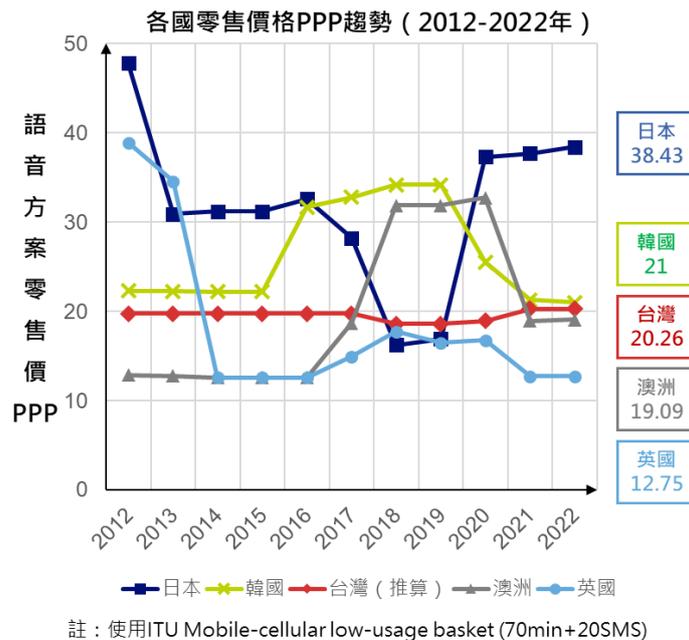


圖 2-39 標竿國家零售費率統整 (2012-2022 年)
資料來源：ITU、業者公開資料，研究團隊製作

但從調研中可以發現標竿國家業者，除日本具有額外語音計費方案外，大部分傾向轉往贈送無限語音分鐘數的方案。而我國在行動通信方案中，區分網內、網外、市話進行通話分鐘數贈送及超額費率計算，目前贈送之語音分鐘數仍依不同的方案而定，主要業者網外免費通話分鐘數目前為 25 至 30 分鐘。於報告第八章第五節之二中，將會對我國電信業者通信費定價進行深入探討。

國家 / 項目		贈送免費分鐘數	超額費率
英國	主要業者行動方案皆包含 國內無限制通話分鐘數與簡訊		
澳洲			
韓國	主要業者行動方案大多包含 國內無限制通話分鐘數	不論網內外 1.98韓元 / 秒 (約新臺幣2.8元 / 分鐘)	
日本	語音方案另計， 1. 通話前5分鐘免費：880日圓 / 月 2. 無限制通話：1,980日圓 / 月	不論網內外 22日圓 / 30秒 (約新臺幣9.5元 / 分鐘)	
我國*	網內	前5分鐘免費至無限	新臺幣3 - 4.8元 / 分鐘
	網外	25分鐘至30分鐘	新臺幣6 - 6.6元 / 分鐘
	市話	中華：10分鐘 / 遠傳、台哥大：無	新臺幣6元 / 分鐘

註：以我國三大主要業者4G一般門號、最低約期的\$499資費方案為基準 (112年11月)

圖 2-40 標竿國家免費通話分鐘數及超額費率概覽
資料來源：ITU、業者公開資料，研究團隊製作

第三章 VoLTE 語音網路互連推動標竿案例

VoLTE，又稱長期演進語音乘載服務，指透過第四代行動寬頻網路進行傳輸之高品質語音通話服務，VoLTE 語音服務由全球行動通信系統協會（Group Special Mobile Association, GSMA）於 2012 年在系統規格書（標號 IR.92）中提出，文件中規範 VoLTE 語音服務是由 IP 多媒體子系統（IP Multimedia Subsystem, IMS）提供之 IP 語音服務。透過 4G 網路傳輸語音，受益於傳輸效率之提升，接通速度及語音品質將大幅提升，且更有效地利用頻寬。

VoLTE 語音服務雖然具有許多優勢，但系統架構複雜，且電信業者使用的解決方案各自不同，跨業者整合困難。故電信業者在 VoLTE 用戶進行網外通話時，會採用電路交換回落（Circuit Switched Fallback, CSFB），將訊號送回 3G 網路處理，而此類型的 VoLTE 用戶網外通話，並非是真正的 4G 網路通話。

VoNR（Voice over New Radio）是一種基於 5G 技術的語音通信解決方案，實現較 VoLTE 更低延遲與高品質之網路通話。VoNR 之規格規範於 ITU 的 IMT-2020 中，並於 3GPP Release 15、3GPP Release 16、3GPP Release 17 中討論 5G 技術與商業化應用的技術標準，透過 5G VoNR 技術之實現，滿足網路切片及行動邊緣計算等業務之需求³³。

本章將探討 VoLTE 語音通話服務之網路架構及標竿國家如韓國、科威特、日本、美國、澳洲等，探討 VoLTE 網路語音互連之時空背景與監理機關、電信業者之立場及扮演之角色及互連的 VoLTE 網路架構，並探討電信技術由 4G 進展到 5G 的過程中，標竿國家與部分電信商 VoNR 啟用與推廣 VoNR 之策略。期能透過調研，了解 VoLTE 語音網路發展現況及我國若要邁向 VoLTE 語音網路互連的過程中可能阻礙，提出我國可能的 VoLTE 語音網路互連與 VoNR 發展之相關建議。

第一節 VoLTE 語音技術發展

過去的語音技術透過電路交換傳輸，即使已經為 4G 的用戶，在語音通話的時候還是會透過 CSFB 技術將語音降載為 3G 的 UMTS 網路；而 VoLTE 技術是將過去的語音電路交換轉換為網路封包，在此架構下用戶在通話時可以

³³ 3GPP (2022.08) : 5G System Overview、ITU (2022.04) : 5G - Fifth generation of mobile technologies

一直保持 LTE 連線，如此便可減少在不同技術切換下，造成手機的額外耗電，提高待機時間。此外，VoLTE 除了語音通話外，還可以進行視訊、文字、檔案、影音等數據傳遞；通話的品質和接通速率也較 2G、3G 為高，同時 VoLTE 互連的開啟可以釋放業者的 3G 資源例如頻譜等，為其他更高效的應用使用。

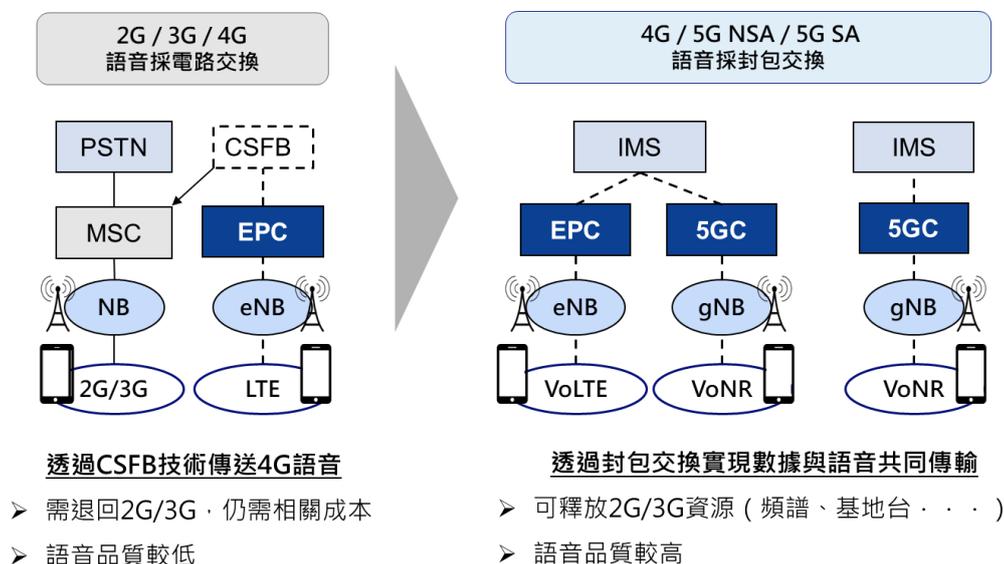


圖 3 -1 語音技術演進
資料來源：研究團隊製作

而 VoLTE 的互連方式有兩種，分別為雙邊互連以及透過第三方 IP 位址交換中心（IP Exchange, IPX）互連。雙邊互連為透過 IMS 網路的 IP 路由對應到其他業者的 IMS 網路。此種互連是藉由位於兩邊 IMS 網路邊緣的邊界元件（IBCF/TrGW）之間點對點的路由實現，邊界管理服務（Interconnect Border Control Function, IBCF）作為處理控制層的元件，負責會談啟動協定（Session Initiation Protocol, SIP）信令篩選和傳輸，以及會談描述協議（Session Description Protocol, SDP）；傳輸閘道器（Transit Gateway, TrGW）作為處理媒體層流量的元件。

另外藉由 IPX 互連（IPX-Based Interconnect）是透過 IPX（IP Packet eXchange）元件提供 IP 互連網路以實現運營商 IMS 網路之間的連接。IPX 會代替運營商，負責篩選 SIP/SDP 流量。使用 IPX 只須處理一對一的關係，而不像在雙邊互連機制中須處理多個對應網路之間的雙邊互連關係。由於 IPX 在實務上亦可提供緊急呼叫、公益服務、監聽、查號、客服、報時等公共化增值服務，因此有助於運營商降低跨網 VoLTE 話務交換成本，兩種 VoLTE 互連架構整理如下圖：

	第三方IPX進行互連	雙邊互連
特性	第三方IP話務交換中心 (IPX) 篩選SIP/SDP流量	雙邊運營商皆篩選SIP/SDP流量
要素	<ul style="list-style-type: none"> Mw介面管理控制層·傳輸SIP信號 Mb介面管理媒體層·傳輸用戶平面(User plane) 	雙邊IMS網路邊緣皆有會談邊界控制器 (SBC) <ul style="list-style-type: none"> IBCF (互連邊界控制功能)傳輸SIP呼叫請求指令 TrGW (轉換閘道)以RTP相互遞送媒體串流
查詢機制	呼叫過程中可選擇用ENUM公共資料庫對映電話號碼和IP位址	
優點	可提供公共增值服務(如：緊急呼叫)· 降低運營商話務交換成本· 有助於擴展新通訊服務普及	維護較方便 服務品質較易控管
缺點	須仰賴第三方(IPX業者)及額外設備進行維護及品質控管·架構較複雜。	業者間需要協調網路之間互連介面之規格·若在業者較多的情境下協調難度就相對高。
示意圖		

註：Mw: Monitor word；Mb: Monitor bit

圖 3-2 VoLTE 互連方式整理
資料來源：GSMA，研究團隊製作

VoWiFi 為 VoLTE 服務下衍生的另一種通話模式，屬於利用 WiFi 連網進行語音通話的服務，必須在開啟 VoLTE 的情況下方可使用此服務，主要目的為讓用戶即使在 4G 訊號不良的區域，若有 WiFi 訊號，即可自動切換為透過 WiFi 撥打語音電話，屬備援機制的一種。此功能主要新增之必要元件為 ePDG，可視為一種 Gateway，負責建立從終端接入核心網路之間的封包傳輸通，可整合至原有 SGW 的機房當中。

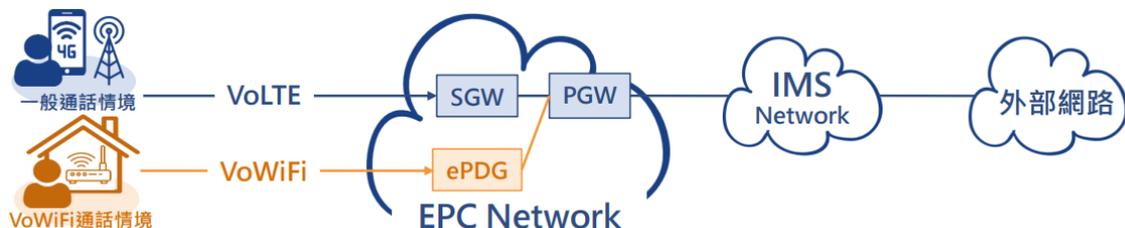


圖 3-3 VoWiFi 網路架構示意圖
資料來源：研究團隊製作

第二節 VoLTE 語音網路互連標竿案例

本節將探討標竿案例中，電信業者推動 VoLTE 語音網路互連過程及實際 VoLTE 網路互連架構。根據 GSA 統計，截至 2023 年 4 月已有超過 290 家電信服務供應商正在投資 VoLTE，其中 235 家已推出服務，甚至有部份國家已有供應商推出了 VoNR-5G SA 的語音服務。至 2022 年底統計結果，基於 IMS 的語音服務用戶已達到 47 億，預估至 2028 年間將將達 75 億，預期佔 4G 及 5G 的總用戶數約 90%。

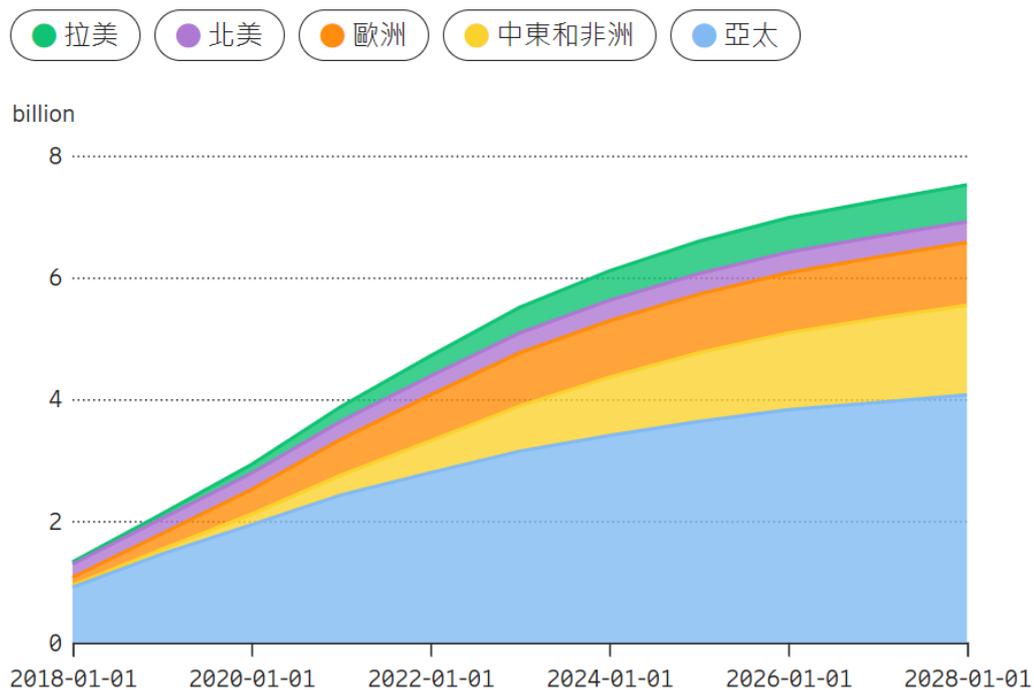


圖 3-4 全球各區域之 VoLTE 用戶規模變化及預測

資料來源：GSA (2023.04)，研究團隊製作

韓國與科威特是最早完成國內電信業者間完全互連的國家，而目前仍有些國家則僅有部分電信業者之 VoLTE 語音網路互連。韓國在 2012 年，就開始討論 VoLTE 語音網路互連，歷時三年完成標準制定及 VoLTE 網路互連。而科威特則是 VoLTE 網路互連時程最短之國家，在短短五個月期間內完成互連。日本的電信業者則是自 2018 年 10 月開始部份互連，預計至 2025 年 3G 關閉前將達成完全互連。美國已於 2022 年 12 月完全關閉了電信業者的 3G 網路，並完成全國 VoLTE 語音互連。而澳洲則是與我國規劃相近，將在 2024 年關閉所有的 3G 網路，屆時勢必會開啟全國的 VoLTE 互連。故以下將分析上述國家之 VoLTE 語音網路互連

發展情形，作為我國之參考。

一、 韓國 VoLTE 語音網路互連發展

1. 發展概況

韓國電信業者販售手機時，手機會由一組 IMEI 碼綁定用戶資訊，且通常不會配置 SIM 卡，使得手機設備的安全性大大提升，但也導致諸多不便。韓國在 3G 時代推出 USIM 系統後，USIM 卡無法直接安裝到自行購買的手機上使用，需要經過一連串的申請以及開通之後，才能夠使用。韓國科學技術資訊通信部為了提升 USIM 卡的彈性，從 2006 年起推動 USIM 可攜計畫。

所謂 USIM 可攜計畫 (USIM Mobility) 並非指攜碼服務，而是指透過 USIM 卡規格以及電信網路的一致化，使用戶可以自由地轉換 USIM 到自購手機中使用的一系列技術革新。早期電信市場中 SKT 與 KT 兩家電信業者的推動，USIM 可攜計畫在 3G 時代順利的推動完成。

來到 4G 時代後，由於新電信業者 LG U+ 的加入，USIM 可攜計畫變得複雜起來，4G 網路的 USIM 卡經過升級，稱為 UICC 卡，由於 SKT 與 KT 使用 3G 網路，但 LG U+ 僅擁有 2G 網路，所以 LG U+ 推出的品牌手機不支援 3G 網路，無法辨識 SKT 與 KT 的 UICC 卡。若要完成 4G 網路 USIM 可攜計畫，需三家電信業者於 4G 網路的主要業務，如數據串流、語音通信、簡訊服務等統一規格，成為 VoLTE 語音網路互連的開端。

韓國電信業者因此於 2012 年開始進行 VoLTE 語音網路互連之討論，為輔導韓國電信業者，由韓國電信監理機關韓國科學技術資訊通信部³⁴ (以下簡稱 MSIT)、韓國電子通信研究院及韓國電信技術協會與電信業者共同組成工作小組，花費兩年時間討論，從市場競爭評估、到相關政策制定，並花費一年時間制定技術標準，半年試行，於 2015 年下半年正式提供商業化服務。

³⁴ 韓國科學技術資訊通信部 (Ministry of Science and ICT, MSIT)



圖 3-5 韓國 VoLTE 互連案例整理
 資料來源：KT、ITU，研究團隊製作

2. VoLTE 語音網路互連架構

做為世界上第一個完成 VoLTE 語音網路互連之國家，韓國電信業者採用網網直連介面（Network-to-Network Interface, NNI）進行互連，三方電信業者透過 IBCF 服務進行網外通話的控管，並且由 TrGW 進行語音通話的傳輸（下圖中 RTP 為 VoIP 技術中一種語音通話協定）。

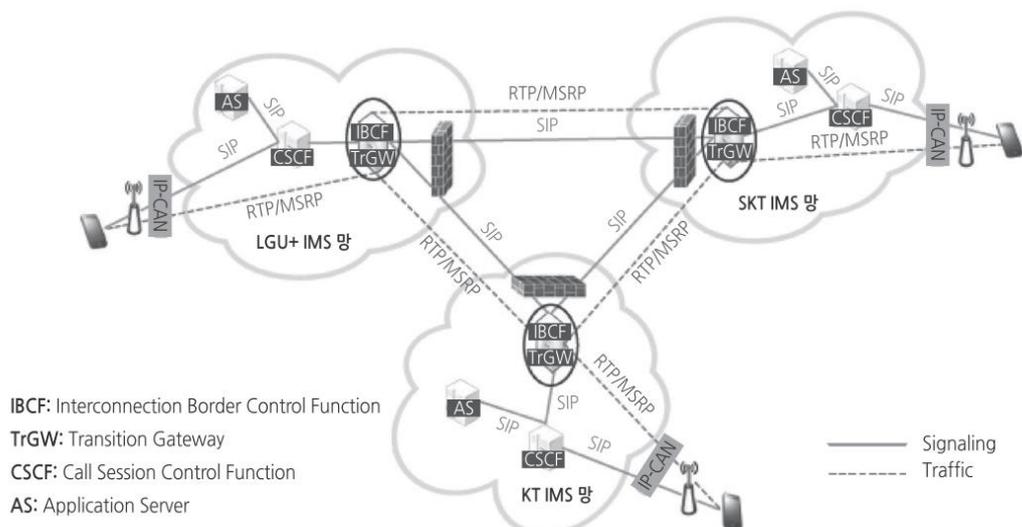


圖 3-6 韓國 VoLTE 網路示意圖
 資料來源：TTA，研究團隊製作

韓國原先採查詢後釋放（Query on Release, QoR）³⁵的機制進行攜碼查詢，由於 VoLTE 服務需由發話方直接發起通話，因此韓國改為使用全撥號查詢（All Call Query, ACQ）進行查詢。互連時由發話方透過號碼可攜資料庫（Number Portability Database, NPDB）進行查詢受話方之判定，一併取得受話方是否為 VoLTE 用戶，若是則直接向受話方發起通話。一般而言由發話方透過 E.164 電話號碼映射伺服器（E.164 Number URI Mapping, ENUM）將電話編碼轉譯為 SIP 位址後發送，但韓國採用受話方轉譯的方式，發話方直接傳輸 E.164 電話位址（TEL URI），由受話方 ENUM 轉譯並完成通話。

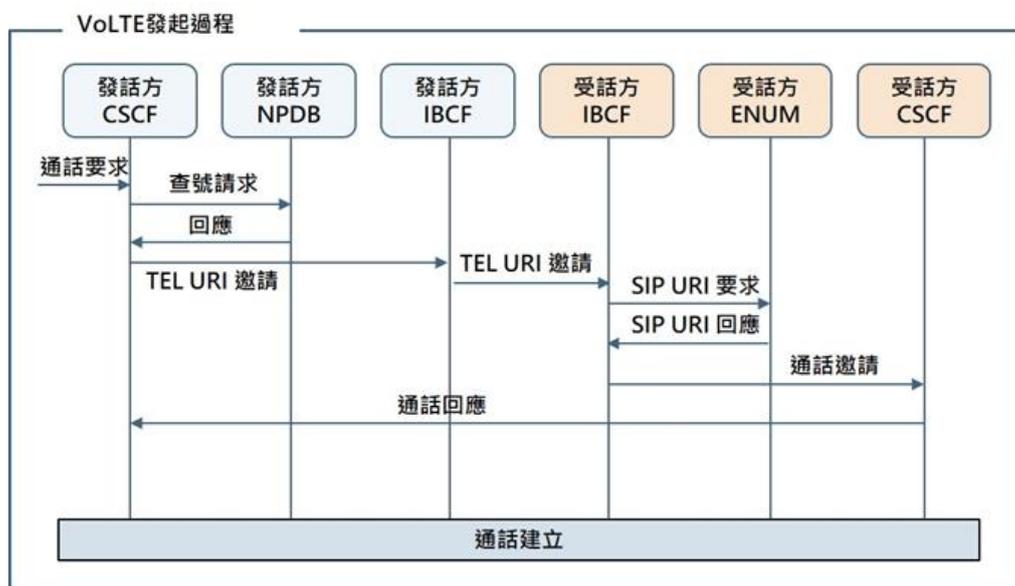


圖 3 -7 韓國 VoLTE 語音服務發起過程
資料來源：TTA，研究團隊製作

³⁵ 在號碼可攜轉接技術中，依據決定攜碼轉網的網路、路由訊息取得方式、新增路由資訊的網路等差異，可區分為以下四種主要方式：

- 1.全撥號查詢（All Call Query，ACQ）：由發話端網路檢查所有號碼的發話，並使用資料庫來決定要移轉的號碼，最後匯出轉網號碼並提供路由資訊至移入網路，為所有方案中傳送效率最高。
- 2.查詢後釋放（Query on Release，QoR）：通話被發送到移出網路，移出網路確定該通話是針對移轉號碼後，將通話轉接到移入網路，並在移入網路確定發送號碼。
- 3.回送（Dropback）：通話被發送到移出網路，移出網路決定該通話是針對移轉號碼後、重新發起該號碼的通話，並將其傳回移入網路。
- 4.轉送路由（Onward routeing）：通話被發送到移出網路，移出網路決定該通話是針對移轉號碼後，新增路由號碼以將通話傳遞給移入網路。

3. VoLTE 語音互連費率計算

依韓國電信設備互連標準第 24 條規定，行動通信語音網路互連費用，由 MSIT 經考量國內技術現況、電信業者經營情況等要因，以 LRIC 模型為基礎進行計算。MSIT 所提行動通信語音接續費，不區分是由 2G、3G 還是 4G 網路，以單一費率並依照通信時間進行計價。所以，VoLTE 語音網路互連，互連費用仍受 MSIT 所公告之接續費率進行計算，不因網路互連而另外制定 VoLTE 語音網路互連費用。

二、 科威特 VoLTE 語音網路互連發展

1. 發展概況

科威特坐落於阿拉伯半島東北部，電信技術發展快速，國內主要三大電信業者分別為 Zain、Viva 以及 Ooredoo，皆為設備商華為在中東的主要客戶，華為也是科威特 4G 設備的主要供應商，並協助建設網路基礎設施。2016 年 11 月由 Zain 及 Viva 開始推動 VoLTE 互連，由華為及 GSMA 提供設備及技術協助。由於電信業者之間皆採用華為的電信設備，在互連上未遭遇阻礙，經過五個月的測試後，完成 VoLTE 語音網路互連，在 2017 年 3 月正式上線提供網外 VoLTE 通話服務，過程中監理機關未參與。

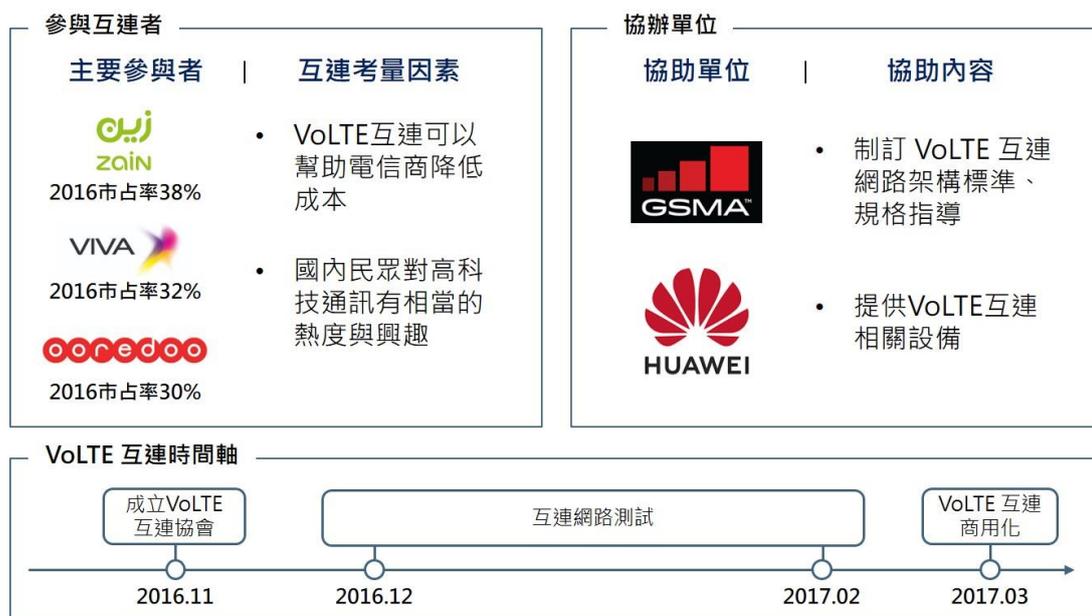


圖 3-8 科威特 VoLTE 互連案例整理

資料來源：GSMA，研究團隊製作

2. VoLTE 語音網路互連架構

科威特三家電信業者皆未於公開資料中提供 VoLTE 互連架構，但經由 GSMA 訪談電信業者 Zain³⁶的紀錄中可以得知，應是遵循 GSMA 原先之互連架構，三家業者都有建置 ENUM 伺服器，發話方撥通電話時，先透過 ENUM 伺服器得到受話方之受話位址，便可透過 NNI 傳送通話邀請給受話方。

3. VoLTE 語音互連費率計算

依照科威特電信監理機關 CITRA 之作法³⁷，科威特國內的行網語音互連服務採 Bill and Keep 方式，亦即提供行動通信語音接續服務的電信業者，無論使用之行動通信技術為何，皆不額外收取接續費用，故在科威特的三大電信業者進行 VoLTE 互連時，不另外收取語音接續費。

三、日本 VoLTE 語音網路互連發展

1. 發展概況

日本電信業者 NTT docomo 與 Softbank 在 2018 年 10 月啟動 VoLTE 語音網路互連計畫，為日本總務省 2020 年全體電信業者 IP 網路遷移計畫³⁸的一部分，由於日本預計在 2025 年淘汰現有的公眾電話交換網路，轉移到全 IP 電話網路上，因此預計於 2020 年開始，將現有的電路交換網路陸續淘汰，其中也包含將 3G 語音網路（電路交換）轉移到 VoLTE 語音網路。隸屬於日本資訊通信技術委員會（一般社団法人情報通信技術委員會，TTC Japan），由 NTT、KDDI 以及 OKI 等資通信業者所組成的信號控制專門委員會（信号制御專門委員会），在 2018 年已完成日本電信業者間 ENUM 互連介面、DNS 互連介面、IMS 網路互連介面三個重要標準的制定，NTT 與 Softbank 依照這些標準，在 2018 年 10 月開始進行 VoLTE 語音網路互連，而今日本國內三大電信商已達成完全互連。

³⁶ Kuwait VoLTE Interconnect CTO Q&A, 2017/02, GSMA

³⁷ Consultation on setting wholesale charge for the years 2018-2020, p.200, (2017/07), Ooredoo

³⁸ PSTN から IP 網への移行スケジュールについて, (2017/03), 總務省

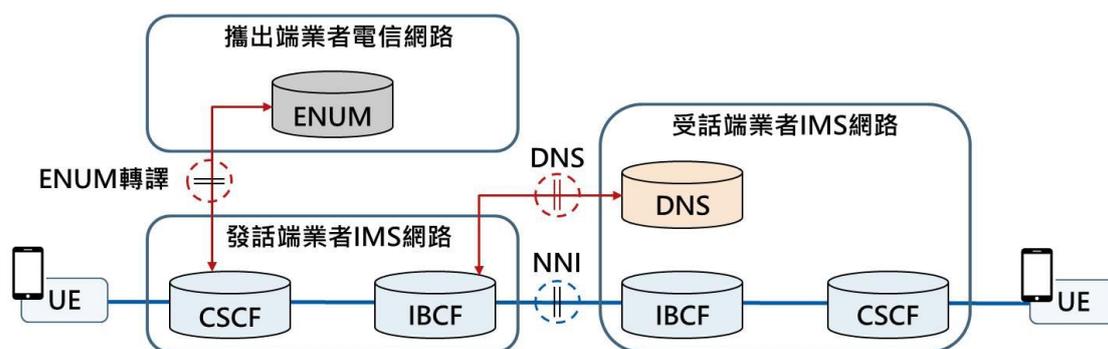


圖 3-9 日本 VoLTE 網路互連架構

資料來源：NTT、TTC Japan，研究團隊製作

2. VoLTE 語音網路互連架構

2018 年 11 月，NTT 在自家技術期刊 NTT Technical Journal 中介紹日本 VoLTE 語音網路互連的規格³⁹，依照日本 TTC 的 IMS 網路互連介面規範標準⁴⁰，日本國內電信業者之 IMS 間連線採用網網直連方案，由 IBCF 功能控制互連信號。首先在發話方進行撥號後，由 IMS 中的通話應用伺服器（Telephony Application Server, TAS）判斷發話方是否有開通 VoLTE 語音服務，若是則經由 IBCF 路由透過 VoLTE 互連點發起通話邀請，若否則回傳至 3G 網路進行語音互連。

然而發話方無法得知受話方是否為攜碼服務用戶，因此需要進行攜碼服務查詢，目前日本 VoLTE 語音服務的查詢機制為再撥接（Call Dropback, CD），由發話方向攜出端業者電信網路（番号管理事業者網）發起查詢要求，攜出端業者得出攜入端業者（着信事業者網）後，並進行 SIP 轉譯服務，最後回傳 SIP 位址給發話方業者。若以查詢機制來分類，日本 VoLTE 語音服務的查詢機制類似於再撥接機制，由於需要發話方透過 IBCF 進行互連邀請，最終還是必須回到發話方進行接取。

³⁹ VoLTE 相互接続の提供，（2018/11），NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

⁴⁰ Common interconnection interface between IMS operator's networks, JJ-90.30, TTC Japan

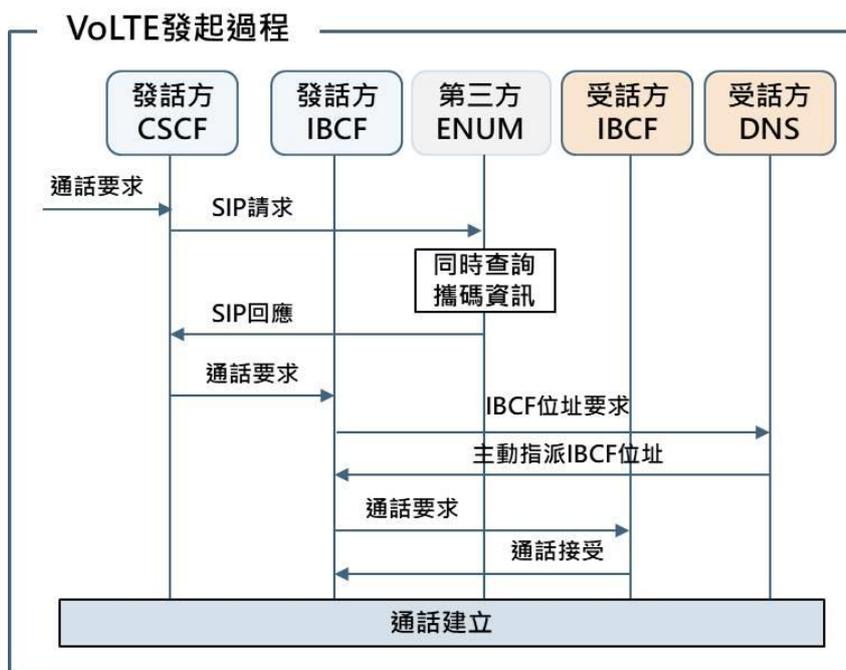


圖 3-10 日本 VoLTE 通話建立過程
資料來源：NTT、TTC Japan，研究團隊製作

3. VoLTE 語音互連費率計算

日本的行動通信接續費計算方式以完全分攤成本法(Fully Distributed Cost, FDC)為基本理念，由總務省公布計算參考算式後，由三大電信業者計算後交由總務省審核。接續費並未區分 VoLTE 或是 3G 技術，因此仍是依照總務省行動電話網路的接續規則（攜帶電話網の接續ルールの充實）進行費率計算，並未因為 VoLTE 語音互連而收取額外費用。

四、美國 VoLTE 語音網路互連發展

美國於 2022 年 12 月完全關閉了電信業者的 3G 網路，目前國內三大電信業者 AT&T、Verizon 及 T-mobile 完成全國 VoLTE 語音互連，若用戶仍持有無法支援 VoLTE 或 VoLTE 漫遊的終端設備，將失去語音通話服務，其中也包含撥打緊急電話（如 911）。而對於在美國漫遊且使用不支持 VoLTE 漫遊設備的國際客戶，亦將失去連線或語音通話功能。唯一的解決方案為更新設備以支援 VoLTE 服務。

美國的 VoLTE 互連技術同樣採取的是 NNI 網對網互連並全由發話方 ENUM 進行 MNP 查詢以及轉譯。透過語音技術的進步，各電信業者能釋

放出原有的 3G 頻譜資源並且淘汰舊的、無效率的網路設備，達到整體營運上的改善，而計費方面將期望採 Bill and Keep 政策，不收取語音接續費，現階段過渡期以每分鐘計費。

五、 澳洲 VoLTE 語音網路互連發展

至於與我國同樣規劃於 2024 年關閉所有 3G 網路的澳洲，透過目前所公布的公開資料顯示，三大電信業者 Telstra、Optus、Vodafone 先後在 2015、2016 年間開始提供 VoLTE 服務，預計將在 2024 年關閉 3G 網路時開啟全國的 VoLTE 互連。

目前澳洲的行動服務主要通過 4G 網路提供，覆蓋了澳洲 99.2% 的人口，但仍有極少數的偏遠地區僅有 3G 服務。對此，主要行動通訊服務業者皆擬透過提高 4G 覆蓋加以解決，而政府也提供了行動黑點計畫（MBSP）和區域連接計畫（RCP）等補助來協助業者提高 4G 行動基礎設施在偏遠地區的覆蓋率，以降低行動通訊業者布建壓力。除此之外，澳洲政府在長期以來維持低度管制的背景下，並未公布其它明確協助業者間展開 VoLTE 互連的具體措施。若根據主要營運商之公開訊息，情況將與美國相似，唯有透過設備更新可維持語音通話服務。

標竿國家	美國	澳洲
VoLTE語音服務互連現況	2022年12月完全互連	尚未支援互連（推測2024年開放互連）
	<ul style="list-style-type: none"> 三大電信業者AT&T、Verizon及T-mobile完成全國VoLTE語音互連 	<ul style="list-style-type: none"> 三大電信業者Telstra、Optus、Vodafone僅支援MVNO之VoLTE服務
互連方式	NNI網網互連	未公布
MNP/ENUM查詢單位	發話方/受話方	發話方/發話方
	<ul style="list-style-type: none"> 全由發話方ENUM進行MNP查詢以及轉譯 	<ul style="list-style-type: none"> 未公布
環境背景	<ul style="list-style-type: none"> 營運商欲強化網路建設，重新利用3G頻段發展高頻通訊 AT&T與Verizon於2015年率先展開跨營運商互連試驗計畫 	<ul style="list-style-type: none"> 政府欲強化網路建設，重新利用3G頻段發展高頻通訊 三大業者於2024年將完全關閉3G網路
接續費計算方式	<ul style="list-style-type: none"> 期望採Bill and Keep政策，不收取語音接續費，現階段過渡期以每分鐘計費 	<ul style="list-style-type: none"> 標竿國家法，以實行LRIC的國家作參考標竿

圖 3-11 美國、澳洲 VoLTE 互連情形

資料來源：FCC、各業者公開資料，研究團隊製作

六、 小結

前述五個標竿案例國家之 VoLTE 語音服務互連案例，以網路互連之架構來看，韓國、科威特、日本及美國，皆採 NNI 網網互連架構進行互連，澳洲則未明確公布。而在前四國中並未看到額外經由第三方 IPX 設施進行互連的實際案例。以 GSMA 之論述看來，第三方 IPX 設施在未來 4G 網路互連發展上，為重要的轉訊樞紐中心，且可以搭載智慧應用如緊急救災、漫遊服務等等，然電信業者在網路互連協商、標準制定時，還是以 NNI 網網互連架構為主。

以互連過程來看，電信業者推動 VoLTE 語音網路互連的動機，主要是基於國家整體網路政策發展、管制以及推動之下，電信業者配合政策所採取的其中一項行動。如韓國案例便是為了解決電信用戶認證 UICC 系統的問題，以提供用戶更多選擇電信業者的彈性，故推動 VoLTE 語音網路互連。以日本案例來看，於 2010 年已意識到 2025 年政府將全面推動 IP 化轉換，因此電信業者自發性的提早開始準備相關進程。且因為電信業者認為 VoLTE 的語音品質較高且能夠降低 3G 的通話成本，提早開放更符合經濟效益，故也無須採取降低通話品質的互連模式。

以我國電信網路環境來說，各業者皆已完成網內的 VoLTE 通話，考量目前已預計於 113 年 6 月關閉 3G 網路，故有必要要求國內電信業者展開 VoLTE 互連相關協調，並提出一具體時間表，於時限內完成互連。日本與韓國相關互連協議歷時約 3 至 4 年，而參考本計畫舉辦之業者座談會討論結果，業者認為在目前皆已完成網內 VoLTE 的情況下，互連協商時間應可較日韓更短，有機會在 2 至 3 年內時間完成。

在 3G 語音網路關閉後，支援 VoLTE 功能的緊急電話 112 可用 CSFB 或 IMS 兩種方式提供；而不支援 VoLTE 功能的設備，語音通訊將受到影響，其中也包含緊急服務，因此各國在關閉 3G 時，業者為滿足提供緊急服務之義務，大多以提前公告並提供換機優惠方案作為加速使用者更新設備之方法。

在 VoLTE 互連後對接續費計算方式的調研上來說，韓國與日本在接續費管制上並未改變，韓國監理機關在計算接續費時候已經考慮 VoLTE 甚至是 5G 網路投資之影響。公告行動通信語音接續費時各國皆不分技

術，並維持以分鐘為計價單位。故對我國接續費率而言，也應該不會有管制或計算費率上的差異，僅因應網路設計不同而有成本上的調整。

表 3-1 各國 VoLTE 互連情形彙整

國家	韓國	科威特	日本	美國	澳洲
互連現況	主要業者 完全互連	主要業者 完全互連	主要業者 完全互連	主要業者 完全互連	尚未支援 互連
完全互連 時間點	2015.11	2017.03	2022 年底	2022.12	2024 年 (估計)
互連方式	NNI	NNI	NNI	NNI	未公布
最新接續費 金額 (直接匯率轉換)	0.246	—	0.635	各業者 以分鐘計費	0.249
接續費計算 方式	LRIC 模型	Bill and Keep	完全分攤 成本法	走向 Bill and Keep	標竿法

資料來源：各國公開資料，研究團隊製作

第三節 VoNR 語音技術發展與標竿案例

VoNR 與 VoLTE 同樣為基於 IMS 互連的語音服務，依據 3GPP 規範 5G 服務的架設可以分為非獨立組網 (Non Standalone, NSA) 架構及獨立組網 (Standalone, SA) 架構。NSA 架構仍使用 VoLTE 語音網路服務，將 5G 服務架構於原有之 4G 核心網路上，即使升級為 5G 用戶，資料仍需由原有之 LTE 網路傳輸，服務無法完全達到 5G 系統的要求。而在 SA 架構下，核心網路由演進封包核心 (Evolved Packet Core, EPC) 演變至下世代核心 (Next Generation Core, NGC)。5G 基地臺可以與 5G 核心網路連接，將相較 NSA 架構有高速、低延遲以及可與大量裝置連結之特性。

在 VoNR 服務初期，5G 基地臺尚未廣泛架設，因此許多地區並非 VoNR 之服務範圍，此時仍需透過 EPS FB (EPS Fallback) 之方式，將 5G 用戶導向原有之 LTE 網路。EPS FB 與 CSFB 技術相似，當使用者端在 5G 無線接取網路 (Next Generation-Radio Access Network, NG-RAN) 中建立 IMS 通道，並觸發語音服務的過程，經由使用者容量、網路狀況等條件，評估是否建立 VoNR 服務。若 NG-RAN 決定不建立 VoNR 服務則執行 EPS FB 將使用者重新導向或切換回 4G LTE 網路，並重新啟動 IMS 服務流程。

本節將探討國際標竿案例中，電信業者推動 5G SA 網路及 VoNR 語音技術過程及實際 VoNR 發展現況。根據 GSA 統計，截至 2023 年第一季共有 535 個營運商進行 5G 相關投資。其中來自 52 個國家或地區中的 115 個營運商(約佔 22.1%) 進行 5G SA 網路服務建設，包含實驗、規劃或是實際開發，並有部分電信商已啟用 VoNR 服務⁴¹。

其中，新加坡截至 2022 年 7 月，5G SA 之覆蓋率已達到 95%。而美國、德國、西班牙皆有部分電信商階段性達成 5G SA 建設，並已啟用 VoNR 商用化服務，並將在今年達成大規模覆蓋的目標。另外日本 NTT docomo 對於 5G SA 設施建設之理念，摒棄過往 4G 網路全國覆蓋之方式，僅針對需求區域提供 5G SA 設施，值得我國進行參考與研義。最後英國透過公部門發布《英國無線基礎設施戰略》⁴²針對 5G SA 基礎設施之布建與商業化之階段、時序與策略有完整之規劃值得我國借鑑，故以下將分析上述國家 VoNR 語音技術發展情形，作為我國之參考。

⁴¹ GSA (2023.07) : 5G Standalone

⁴² DSIT (2023.04) : UK Wireless Infrastructure Strategy

一、新加坡 5G SA 布建及 VoNR 語音技術發展

依據新加坡資通訊媒體發展局（Infocomm Development Authority of Singapore, IMDA）資訊，新加坡自 2013 年開始，公私部門即開始推進 5G 網路，並於 2019 年 10 月公布新加坡的 5G 發展策略與監理框架⁴³。新加坡的政策包含提供電信商 5G 電信網路頻譜使用費的減免、2021 年新加坡 50% 5G SA 服務覆蓋，與 2025 年新加坡全島 5G SA 服務覆蓋之計畫⁴⁴。新加坡電信公司 Singtel 與 M1 及其合作團隊為新加坡 The 5G Call for Proposal 的兩個得標廠商，其中 Singtel 公司於 2021 年 5 月推出 5G SA 服務並於 2022 年 7 月達成 5G SA 於新加坡全島 95% 覆蓋之任務⁴⁵。而 M1 公司於 2021 年 7 月達成 5G SA 全島 50% 覆蓋，並於 2022 年 12 月達到 95% 覆蓋，目標為全球 5G SA 布建進度最快的國家之一。

Singtel 與 M1 之 5G 網路目前皆於 2.1GHz 及 3.5GHz 上運作，理論上 5G SA 之網路速度可以達到 1Gpbs，而實際上 Singtel 自行公布之數據下載速度約為 100Mbps 至 1Gpbs，上傳速度約為 35 至 90 Mbps⁴⁶，M1 自行公布之數據下載速度約為 100Mbps 至 700Mbps，上傳速度約為 10 至 40 Mbps⁴⁷。Singtel 與 M1 之 5G SA 網路與 5G 服務為同一資費方案，不收取額外費用，且每張 5G SIM 卡之定價皆為 37.8 新幣⁴⁸。

二、日本 5G SA 布建及 VoNR 語音技術發展

依據日本總務省《Beyond5G 推進戰略》，日本期望於 2023 年達 5G NSA 到 SA 的過渡，並於 2030 年達成 Beyond 5G（6G）的目標⁴⁹，然而日本電信商 NTT docomo 認為 5G SA 的建置計畫上並非像傳統電信網路以普及涵蓋為目標；而是針對特定應用場域如車站或機場等特定需求場域提供服務。NTT docomo 之 5G SA 使用資費加價 550 日元，目前因為建

⁴³ IMDA (2023.04): Fifth Generation Mobile Networks (“5G”)

⁴⁴ Rajah&Tann Singapore (2019.10): Finalised Policy for 5G Mobile Network & Service in Singapore

⁴⁵ Singtel (2022.07): Singtel’s 5G network surpasses 95% nationwide coverage

⁴⁶ Singtel 5G (最後瀏覽日期:2023.12)

⁴⁷ M1 5G SA FAQs (最後瀏覽日期:2023.12)

⁴⁸ M1 5G SA FAQs、Singtel 5G (最後瀏覽日期:2023.12)

⁴⁹ 總務省 (2020.06): Beyond 5G 推進戰略

置點不足因此尚在免費活動中，關於 NTT docomo 對於 5G SA 建置目標的看法與策略，值得我國思考與研議。



圖 3 -12 NTT docomo 5G SA 建置模式
資料來源：NTT docomo，研究團隊製作

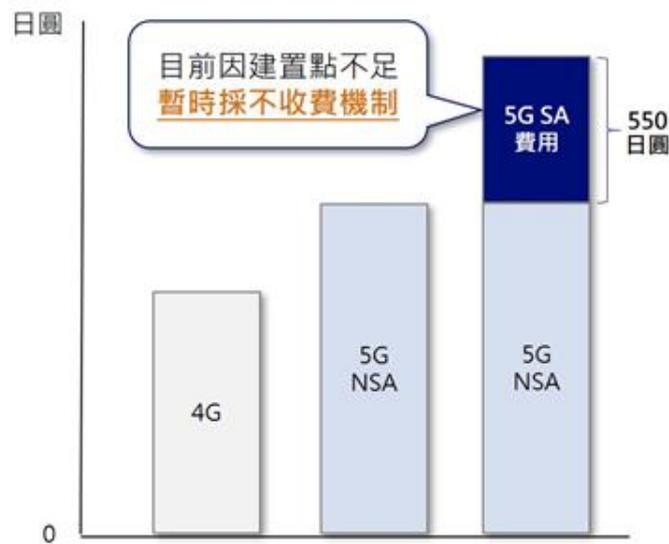


圖 3 -13 NTT docomo 5G 收費加價
資料來源：NTT docomo，研究團隊製作

三、 美國 5G SA 布建及 VoNR 語音技術發展

依據美國 FCC《5G FAST Plan》，FCC 透過釋放頻譜與鼓勵建設、《美國農村 5G 基金（5G Fund for Rural America）》推動 5G 網路的發展，目前 T-Mobile 為美國 5G 服務使用者最多的電信公司，已經啟用 VoNR 服務，並期望於 2023 年達成覆蓋 1 億使用者之目標⁵⁰。而美國電信業者 DISH Network 亦積極推動 5G SA 網路建設與 VoNR 服務之提供，目前 DISH Network 之 VoNR 服務已覆蓋全美超過 7000 萬，約為 20% 之人口⁵¹。

四、 德國 5G SA 布建及 VoNR 語音技術發展

依據德國聯邦交通和數位基礎設施部（Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, BMVI）德國 5G 發展策略報告，德國於 2016 年開始 5G 建設之計畫，期望於 2025 年可以實現境內多數區域 5G 覆蓋⁵²。目前電信商德國 Vodafone 已提供名為「5G+」的 SA 服務，並預計於 2025 年實現 5G SA 網路全國覆蓋⁵³。

五、 西班牙 5G SA 布建及 VoNR 語音技術發展

依據《西班牙數位 2025 議程（Spain Digital 2025 Agenda）》，西班牙預計於 2025 年達成「以超過 100 Mbps 網速覆蓋 100% 人口」之目標⁵⁴，並透過《社會、經濟與國土數位連接和基礎設施計劃（El Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales de la sociedad, la economía y los territorios）》及預算，投入 43.2 億歐元於 5G 設基礎建設⁵⁵。目前西班牙電信商 Orange 推出之 SA 網路「5G+ 方案」在馬德里、巴塞羅那、巴倫西

⁵⁰ T-Mobile (2023.01) : T-Mobile Advances 5G Standalone to Deliver Faster Speeds and Enhanced Performance

⁵¹ DISH (2023.06) : The DISH 5G Network is Now Available to Over 70 Percent of the U.S. Population

⁵² BMVI (2017.09) : 5G Strategy for Germany

⁵³ Vodafone (2022.10) : 5G-Netz erreicht jetzt 60 Millionen Menschen

⁵⁴ EU (2023.05) : Broadband in Spain

⁵⁵ Ministerio de Economía y Empresa (2020.12) : Ministerio de Economía, Comercio y Empresa , l Gobierno presenta el Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales y la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G, dotados con 4.320 millones de euros hasta 2025

亞和塞維利亞等主要城市覆蓋率已達 90%，於全國已至少覆蓋 30%之西班牙人口並持續發展⁵⁶。

六、 英國 5G SA 布建及 VoNR 語音技術發展

依據英國創新科技部（Department for Science, Innovation and Technology, DSIT）發布之《英國無線基礎設施戰略（UK Wireless Infrastructure Strategy）》，為達成 2030 的經濟競爭力目標，預計由無線網路提供商投資 5G 與 Wi-Fi 6、7 等技術，並於 2030 年實現 5G SA 網路人口稠密區全覆蓋⁵⁷。為了實現此目標，英國政府於 2017 年啟動《5GTT 計畫（5G Testbeds and Trials）》投資 2 億英鎊進行 5G 技術的建置示範⁵⁸。並於 2023 年啟動《創新地區計畫（5G Innovation Regions）》投資 4000 萬英鎊於 5G 技術的應用與推廣。英國政府於策略發展上，同時解決基礎設施障礙與加速應用的問題，充分發揮 5G 的優勢，值得我國借鑑。

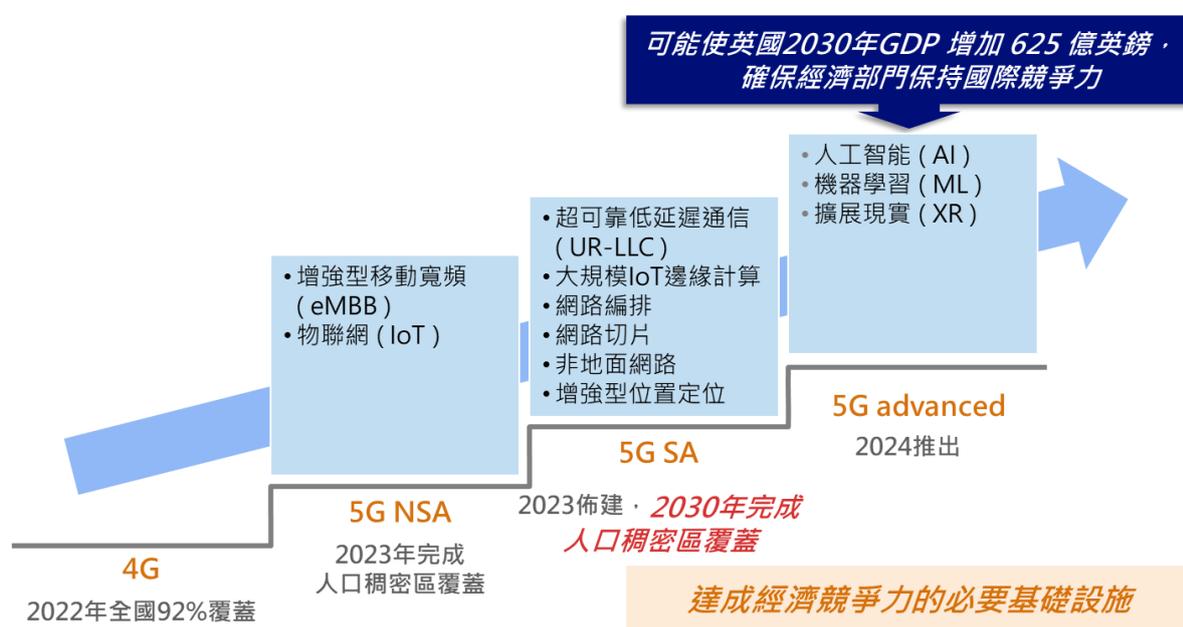


圖 3-14 英國無線基礎設施戰略的基本思維

資料來源：DSIT，研究團隊製作

⁵⁶ Orange (2023.06) : La red 5G+ de Orange, única en España, alcanzará a una treintena de localidades en el primer semestre de 2023

⁵⁷ DSIT (2023.04) : UK Wireless Infrastructure Strategy

⁵⁸ DSIT (2023.01) : 5G Testbeds and Trials Programme

七、 小結

依前述六個標竿案例國家之 VoNR 服務與 5G SA 布局觀察，六個國家之政府皆制定相應的目標與鼓勵政策。目前新加坡得益於其國土面積、都市化發展程度以及政府與業者之積極推動，為全球目前 VoNR 服務與 5G SA 布局完成度最高之國家，已接近目標達成。而美國、德國與西班牙則透過政府規劃與業者推展皆已有部分業者於今年達成 5G SA 布局階段性目標。英國與日本亦皆有業者開始推出 VoNR 與 5G SA 服務，正處於完全進入 5G 服務的啟動階段。

以布局政策觀察，多數國家與業者仍計畫推動 VoNR 服務與 5G SA 布建盡力覆蓋國土面積，然而日本 NTT docomo 公司對於 5G SA 電信網路之策略值得我國參考，目前 5G SA 的應用範圍主要為大規模 IoT 邊緣計算、網路編排、網路切片、低延遲通信、非地面網路等特定應用場域，是否有普及架設以提供日常使用之需求尚需討論。而英國政府同步解決基礎設施障礙與加速應用之策略，突破「先有基礎設施或先有應用」之兩難，值得做為我國未來政策規劃的借鑑。

而從資費方案觀察，多數電信業者將 5G SA 之布建做為原本 5G NSA 服務之優化，並未因 5G SA 之建設而提高費率或另外收費，僅日本 NTT docomo 公司基於其 5G SA 架設策略，認為 VoNR 服務與 5G SA 布局為專門提供特定需求而建設，因此預計針對有需求之使用者額外收費，然目前實際仍因建設不足而尚未進行收費。

相較韓新加坡、美國、德國、西班牙、日本、英國等 VoNR 服務與 5G SA 布局較早的國家，我國目前尚未進行 VoNR 互連通話。我國四個主要行網電信業者於 2021 年開始，陸續通過 5G SA 系統審驗，並皆已啟動企業 SA 服務，著手布局 5G SA 建設。在發展策略上，應如多數國家以全國土覆蓋為布建 5G SA 之目標或如 NTT docomo 之策略僅針對特定需求區域布建各有利弊，值得我國深思。從成本效益之角度觀察，一般日常之使用無需使用 VoNR 之技術，大規模布建 5G SA 可能不符合目前之需求，然而創新之科技服務日新月異，縱然大規模 IoT 邊緣計算、網路編排、網路切片、低延遲通信、非地面網路目前僅應用於特定場域，焉知未來是否將誕生創新的科技與服務，導致我國因未大規模布建 5G SA 而在服務甚

至產業落後於其他國家，而自此策略發展衍生之資費差異，可能產生行網業者福祉與社會福祉之方向出現差異，值得監理機關注意與探討。

第四節 我國 VoLTE 互連推動政策初步建議

綜觀韓國、科威特及日本等較早推動 VoLTE 互連的國家，業者間達成互連的主要驅動力大多為（1）實質增加傳輸效率、（2）降低維持 3G 網路可觀的維運成本及人力。以日本 NTT docomo 為例，在 2018 年規劃 VoLTE 部份互連時，便已設立不保留任何電路交換設備的網路汰換模式，以達成真正的高品質語音通話及降低 3G 通話成本。

而我國目前雖各業者都已提供 VoLTE 服務，但跨網部份仍透過 CSFB 至 3G 網路的方式互連，主要受限於各業者間設備及通訊解決方案不同，依據座談會中業者表示，由於行動通信用戶眾多，各用戶設備與情境差異大，技術上仍需一段測試時間以確保跨網連接之語音通話不中斷，故三大業者皆希望在 113 年我國關閉 3G 網路後，仍可保留一段彈性時間供業者間展開完善的 VoLTE 互連發展計畫。

日本和韓國在發展 VoLTE 互連方面皆約經歷三到四年的時間，但值得注意的是，他們都是在 3G 關閉之前完成的，與我國先關閉 3G 之後才開始各業者之間的互連測試和規格制定情況不同。按我國在 113 年 6 月後所有用戶都將成為 VoLTE 用戶的情況，屆時應無需再考慮是否需要回退到 3G 網路，故達成互連測試期應可短於日韓，在 2 年左右完成。

從主管機關監理立場，儘管容許業者保留互連的彈性時間，仍應要求業者間協議並承諾一明確時程表，以督促業者努力縮短此過渡期；並要求業者在完全互連前，應於消費合約中敘明跨網時 VoLTE 的通話品質之限制，確保對消費者傳達正確且透明之資訊。

第四章 行網市場衝擊下應考慮之因素及配套措施

近年來由於消費者對於 LINE 等網路社群語音服務使用急遽增加，行動網路市場的語音通話形式也變的更加多元化，本章第一節將就消費者使用 LINE 等網路社群語音服務比例增加，語音減少及業者間市場競爭情形改變等所生市場衝擊下，業者及監理機關應考慮因素及配套措施進行探討。

而網路社群語音服務因缺乏記名機制，監管上較 VoLTE 更為困難，因此透過網路通訊軟體的詐騙行為亦層出不窮。且因其不涉及號碼之核配，因此並非我國《電信管理法》所稱之「電信事業」，在監理上存在灰色地帶。綜觀全球，目前對於此類網路社群語音通訊服務之監管目前多仍在討論當中，僅歐盟對於的相關規範與機制建立的相對完整，因此本章第二節將就歐盟對於網路社群語音服務之規範進行分析，以作為我國未來管理之參考。

第一節 電信管理法下之行動網路業者監理機制及配套措施

配合 108 年《電信管理法》公布，109 年 6 月起陸續施行，對於行動網路業者之監理思維與可用工具有大幅度轉變。過往《電信法》主要採取垂直管理架構，以業務別進行分類許可管制，獲特許或許可之電信事業，便得以在法令高度限制所建立之封閉市場環境下，因市場參與者數量的限制而確保其營運，維持高度管制下的市場健全。然而為解決法令環境對創新之限制，《電信管理法》有了明顯的管制思維轉換，降低市場參進門檻、明確規範經營義務、並對經衡量具有市場顯著之力量之經營者採取不同程度管制的矯正措施。

隨法令條件之大幅轉變，目前僅存接續費為監理機關對於行動網路業者之管制手段，而隨接續費逐年降低，亦有業者提出接續費是否仍有其管制必要性等疑義，惟本研究基於各項考量，除建議持續管制接續費外，亦建議在未來市場劃定及 MVNO 之發展促進，皆為後續監理機關應考慮之配套措施。

一、 接續費管制之效果與必要性：保障用戶權益、促進競爭、政策推動

依據《電信管理法》第 27 條，為確保電信服務市場有效競爭，主管機關於必要範圍內，得對特定電信服務市場之市場顯著地位者採取特別

管制措施。主管機關界定前項特定電信服務市場，應綜合考量下列因素：

1. 技術及服務之發展程度。
2. 於整體電信服務市場之重要性。
3. 從事競爭之區域或範圍，及該服務之需求或供給替代性。
4. 電信服務市場之結構及競爭情形。

111年4月15日NCC已依據《電信管理法》的規定，訂定「特定電信服務市場界定」，並另於112年6月5日指定「行動通信語音接續服務市場」之顯著地位者為中華電信、台灣大哥大、遠傳電信三家主要業者，以避免與其互連之較小業者如台灣之星與亞太電信，因接續成本過高，而須面對更高的競爭門檻，進而影響消費者權益。

由於公告市場範圍僅接續服務市場，故並不針對零售價管制。近10年來雖接續費在監理機制下持續下降，但我國行網業者網內外費率並無因此下調（詳下表），遠傳網外費率反而呈上升情形。

表 4-1 國內三大業者行動網路語音網內外資費概況

年度	項目		中華電信	台灣大哥大	遠傳電信
102年	一般費率 (元/分鐘)	網內	3	4.8	4.8
		網外	6	6.6	4.8
112年	一般費率 (元/分鐘)	網內	3	4.8	4.8
		網外	6	6.6	6.6

註：2023年資費以電信業者4G一般門號、最低約期的\$499資費方案（2023年11月）為基準。

資料來源：各業者公開資料，研究團隊製作

造成上述情形的主要原因有以下三點：

1. 費率組成：我國行動語音方案區分網內、網外、市話進行通話分鐘數贈送及超額費率計算，消費者不易察覺。

2. 零售資費為多因素定價：在零售資費的訂價結構中，網外發話訂價除了基於接續費外，尚有發話成本與通信費利潤等原因。

3. 語音通話免費分鐘數：在網路社群語音服務興起，傳統行動語音需求日漸下滑的背景下，免費網外通話分鐘數超過用戶平均需求，以2023年資料來看，用戶平均每月網外發話分鐘數約為4.5至5分鐘，已低於方案免費網外分鐘數25至30分鐘。故對消費者而言，更重視語音通話免

費分鐘數是否滿足其基本需求（詳下表）。

表 4-2 國內三大業者行動網路語音網內外免費分鐘數概況

項目		中華電信	台灣大哥大	遠傳電信
免費 分鐘數	網內	前 5 分鐘	前 5 分鐘	無限
	網外	25 分鐘	25 分鐘	30 分鐘
	市話	10 分鐘	無	無
用戶月平均 去話分鐘數 (分鐘)	網內	17.4	6.1	9.0
	網外	5.0	4.9	4.5
	市話	6.5	4.6	4.1

註 1：以電信業者 4G 一般門號、最低約期的 \$499 資費方案（112 年 11 月）為基準。

註 2：通傳會行動通訊市場統計資訊（112 年第 2 季）

資料來源：各國公開資料，研究團隊製作

在我國的電信市場行銷習性下，消費者對於資費方案中免費通話分鐘數關注度高於超額費率，若免費分鐘數超過其需求，便將使得消費者對網外語音超額費率敏感性降低。在此情況下，接續費管制所帶來的效果已非單純由接續費調降，直接達到語音零售價降價的目的；而是透過降低業者網外發話免費分鐘數的成本，滿足消費者基本需求，以確保用戶權益。雖然一般費率(名目費率)無下降，但若超過免費通話的發話分鐘數下降，亦可視為實質費率下降。

雖於合併案後三家業者市佔接近，但仍必須確保未來有新進業者參與市場的可能性，避免在語音零售價存在網內外差異下，由於無接續費管制，大型業者可利用戶數之優勢訂定不合理的接續費用。因此，本研究建議仍需透過接續費管制維持業者間公定價格，避免價格擠壓，減少進入障礙與促進市場競爭，間接保障用戶權益。

再者，透過接續費管制與業者溝通為 NCC 在現行法規下少數可掌握之政策推動工具，藉由接續費訂定的模型設定與公眾諮詢等管制流程與軟性手段，可有效達成政策傳遞之目的。以本期行網接續費為例，透過座談會、公眾諮詢，以及模型基礎設定進行與業者的有效溝通討論與政策推動，如 VoLTE 互連、5G 建設等。故從政策推動的角度，也建議維持管制。

二、業者合併及多元服務模式下的 MVNO 發展促進

我國五家行動網路業者中華電信、台灣大哥大、台灣之星、遠傳電信及亞太電信，目前已確定台灣之星併入台灣大哥大、亞太電信併入遠傳電信，正式整併為三家，原電信服務市場屬於三大兩小的競爭狀態，未來將呈現僅三家主要業者寡占情形。

類似此情況，各國為促進電信市場持續競爭，皆積極推動 MVNO 的發展，如下表所列英國、日本、韓國，除規定 MNO 對 MVNO 之接取義務外，亦針對批發價格進行管制。定價方式上日本為成本加適當利潤計算、英國及韓國則為零售價格減去可避免成本計算。MVNO 在近年也成為韓國對應寡占市場下 5G 價格持續升高的解方之一，韓國科技及資通訊部 2021 年宣布的低成本 5G 行動數據計劃，即將 5G 指定為強制性批發服務，指定 MNO 的 12~150GB 速率產品和廉價手機應提供新的批發計劃，目標為讓 MVNO 可提供消費者約 MNO 七折價的優惠服務，並公布 MVNO 行動數據方案價格，以促進 5G 市場競爭。

表 4-3 英、日、韓 MVNO 促進相關規範

國家	MVNO定義	MNO對MVNO接取義務
英國	向其客戶提供行動電話服務的組織，但 沒有頻譜分配或自己的無線網絡 ，而是 從行動網路營運商購買批發服務 。 進一步分類成 full MVNO 和 light MVNO ，但兩者是在用同樣規範： 1. Light MVNO：MVNO使用自有品牌，但大多數業務系統由託管MNO提供，因此所需投資較低。 2. Full MVNO：MVNO使用自己的品牌，此外還管理大部分業務系統。一些更先進的MVNO可能擁有核心網路和有限的頻譜（或使用免執照頻譜）	<ul style="list-style-type: none"> MNO必須以合理和非歧視的條件提供對其基礎設施的訪問，以使用該基礎設施向客戶提供自己的服務。 服務提供者可以透過與MNO的商業談判來申請MVNO，其中包括希望自主運作MVNO。 <ul style="list-style-type: none"> 以零售減去法計算 MNO 對 MVNO 收取的服務費
日本	① 使用 MNO 提供的行動通訊服務或透過與 MNO 連接來提供行動通訊服務的電信營運商。 ② 定義為 未開設或經營與行動通訊業務相關的無線電台者 。	<ul style="list-style-type: none"> 適用「MVNO 對電信業法與無線電波法之適用關係指引」（2002年制定，最新修改在2023年）、「第二種指定電信設備制度運用指引」 <ul style="list-style-type: none"> 分拆可租賃的系統 連接費由成本加適當利潤計算
韓國	向 電信業者購買轉售服務，租借電信業者網路設備提供服務 的業者。	<ul style="list-style-type: none"> 依據TELECOMMUNICATIONS BUSINESS ACT為了促進電信業務的競爭，MIST可以指定並公開通知設施型電信業務提供業者的電信服務（以下簡稱“強制性批發服務”）接受其他擬提供轉售電信服務的電信業務經營者的請求後，透過簽訂協議提供批發服務。 MIST應確定並公開提供批發服務的條件、程序、方法和價格計算的準則，以利強制性批發服務提供者遵守。 <ul style="list-style-type: none"> 批發業務的價格=零售價格-可避免成本 應在收到請求後90 天內就批發服務達成一致。

資料來源：各國公開資料，研究團隊製作

綜上，建議我國監理機關針對 MVNO 的發展促進，可參考英國、日本、韓國經驗，採取更積極介入的作法，甚至評估未來針對批發價格採取管制，以解決行網市場寡占問題。

三、 未來市場劃定之建議：擴大劃定為「行動通信網路服務市場」

在未來我國行網業者合併後的寡占市場中，監理機關的角色及政策作為將更為重要。以今年 9 月公平會裁罰電信業者事件為例，公平會對於兩主要業者間於 107 年聯合取消部分優惠內容，裁定為聯合行為需予以重罰，顯示當明年起市場若呈現三家寡占，對於資費及服務品質持續進步等之要求應採取更積極的作為。

參考行動通信服務市場亦由三大業者主導的日本，雖然在零售端採取事後管制，僅針對批發市場特定業者進行不對稱管制，其中行網語音接續費便據此受管制。然總務省從促進電信業務領域的公平競爭以及確保用戶便利性的觀點出發，設定目標驗證市場：行動通信零售市場、行動通信批發市場、固定通信數據零售市場、固定通信數據批發市場、固定通信語音零售市場、面向企業法人的行動通信與固定通信市場。實施對電信業務領域市場動向的綜合分析和驗證，並確認電信運營商運營的適當性，以準確掌握電信領域的市場趨勢和電信營運商的營運狀況，此外，為了確保查核過程的可預測性和透明度，於 2023 年制訂《電信事業領域市場核查基本方針（電氣通信事業分野における市場検証に関する基本方針）》。

故建議於下期市場劃定時，應積極評估將「行動通信網路語音接續服務市場」劃定為「行動通信網路服務市場」，以利監理機關可依據《電信管理法》第 33 條，針對主管機關得命特定電信服務市場之市場顯著地位者資費之訂定，不得有妨礙公平競爭之交叉補貼、價格擠壓或其他濫用市場地位之情事。就業者之各項行為主動監理，並就必要之資費項目如對 MVNO 的批發價格制定採取具體管制措施。

第二節 對應網路社群語音服務盛行下之監理趨勢與配套措施

歐盟將人際通訊服務定義依照是否連結國內或國際編碼中的號碼區分為基於號碼的人際通訊服務（number-based interpersonal communication services，簡稱 NB-ICS）和與號碼無關的人際通訊服務（number-independent interpersonal communication services，簡稱 NI-ICS）。NI-ICS 通常包括消息傳遞、視訊會議和電子郵件服務。在過去的幾年中，NI-ICS 的使用急劇增加，此類服務現已成為整個歐洲各種不同用戶的重要通訊方式，受到一系列歐盟法規監管，以達成促進連接性、競爭性、網路安全性等目標。目前現有法規主要包含歐洲電子通訊法典（EECC）、e-Privacy、數位服務法（DSA）、數位市場法（DMA）等四大規範，其中除 e-Privacy 目前仍在草案階段外，其餘皆已正式發布。本節將分析上述四大主要規範對於 VoIP 之管制精神，以作為未來我國監管之參考。



法規	規範主體	主要目標
歐洲電子通訊法典(EECC)	電子通訊服務網路提供者	競爭、接取、互通性、用戶權益
e-Privacy*	電子通訊服務提供者	電子通訊中的隱私和數據保護
數位服務法(DSA)	數位中介服務提供者	內容審核、防範非法內容、透明度、用戶保護
數位市場法(DMA)	市場守門員	數位市場競爭性和公平性

*e-Privacy Regulation還在草案階段

VoIP：基於網際網路協定的語音服務

圖 4-1 歐盟對應 OTT 業者參與語音服務之相關管理法規

資料來源：研究團隊製作

一、 歐洲電子通訊法典（EECC）

歐洲電子通訊法典（EECC Directive（EU）2018/1972）基於促進競爭、發展歐洲市場並保護用戶權益，對於電子通訊網路的網路接入服務及

人際通訊服務、訊息傳送服務皆進行管制，並於 2020 年 12 月 21 日生效。在四大規範中，EECC 為電子通訊服務的定義和規範提供簡化和一致的框架，將包含 VoIP 等過頂服務（Over The Top, OTT）通訊服務納入監管，成為其他法案的基礎。

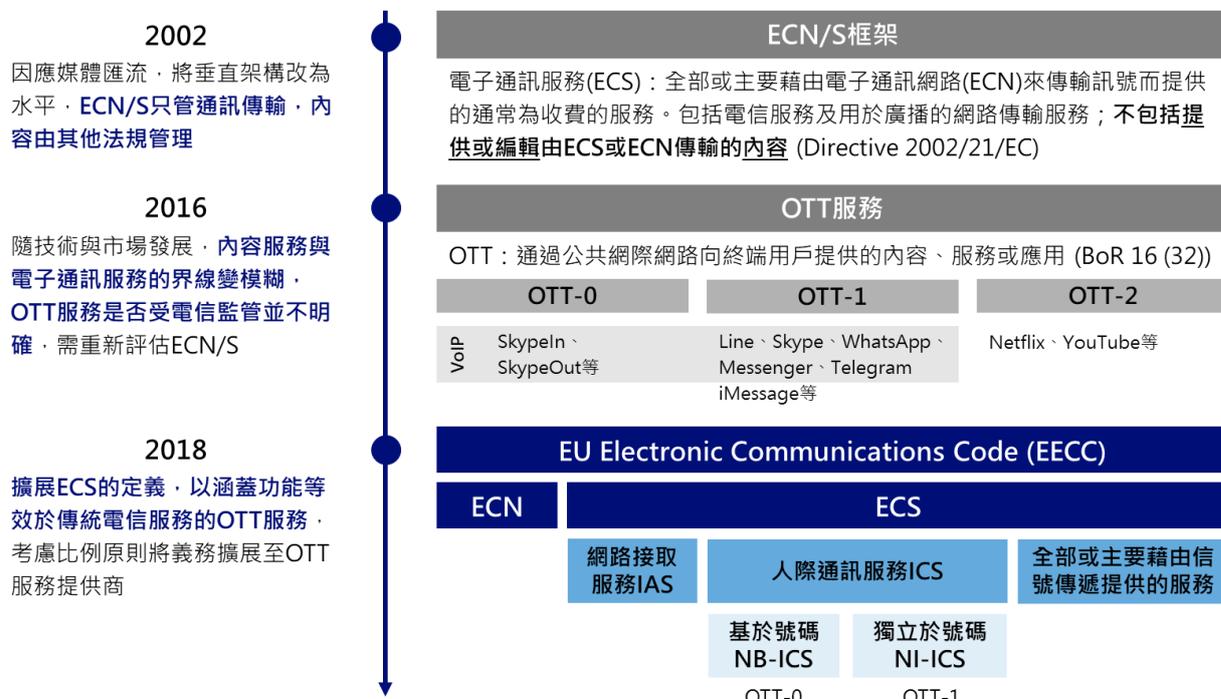


圖 4-2 EECC 對電子通訊服務之管制框架

資料來源：BEREC，研究團隊製作

在該法中關於前述 NI-ICS 的管制規範包括對稱和非對稱監管兩種，主要差別為適用對象。對稱監管主要適用對象為所有市場參與者，而非對稱監管則僅適用於進入壁壘高、不利於有效競爭、且僅靠競爭法不足以解決市場失靈的狀況中具有顯著市場力量的特定經營者。

對稱監管內容主要包含市場監控、資訊請求、零售和批發層面的爭議解決、保護終端用戶的權利，其中終端用戶權利又包括非歧視、契約資訊義務、透明度義務以及與服務品質相關的資訊義務等。

而非對稱監管制度中包括使用 SMP 制度對營運商進行事前管制，允許各國對服務供應商實施具體的監管措施，或是發現市場競爭問題後的補救措施，包括按照比例原則逐案實施的整套義務（例如市場進入、成本會計核算、價格控制、透明度和非歧視以及作為最後手段的職能分離）。而 SMP 制度適用的具體判斷指標包含活躍用戶數、註冊用戶數、總通話

分鐘數等。

在市場適用上，歐盟建議一旦滿足（1）存在較高的、非暫時性的結構性壁壘或法律及監管障礙；（2）不利於有效競爭的市場結構；（3）僅靠競爭法不足以充分應對已確定的市場失靈，就可進行監管，意即希望擴大監管原則的適用性。然而目前儘管各國國家監理機關（NRA）有權對包括 NI-ICS 在內的任何電子通信市場實施事前監管，且在某些市場分析裡 NB-ICS 和 NI-ICS 有替代性和競爭的問題，但至今仍未有歐盟成員國根據 SMP 制度對服務供應商正式實施監管措施。

二、 e-Privacy（電子隱私規則）

除了《一般資料保護規則（General Data Protection Regulation, GDPR）》框架下的個資保護外，歐盟另研擬了針對通訊隱私相關的附加規則 e-Privacy 作為特別法適用，作為 GDPR 的互補規範。其主要目的為保護自然人與法人在電子通訊資料上的機密性，並確保對於終端設備的保護。根據 EECC 定義，e-Privacy 將適用所有電子通訊服務，包括 NI-ICS。規則中除為了履行合約或控制者的合法利益而處理數據外，若非終端用戶已明確同意且不影響其他用戶的權利，將禁止相關終端用戶以外的任何人對電子通訊資料進行任何干擾，包括監聽、竊聽、存取、監視、掃描或其他類型的截取、監控和處理電子通訊數據。且即使業者有向使用者蒐集 Cookie 時應取得使用者明確之同意，該業者每隔一段時間應提醒使用者其有撤回同意之權利。

三、 數位市場法（DMA）

根據 DMA 規範，凡（a）對內部市場有重大影響；（b）營運核心平台服務，作為企業用戶接觸終端用戶的重要門戶；（c）在營運中有穩固且持久的地位，或可預見其將享有此一地位，就應遵守「守門人」行為規範，而 NI-ICS 服務模式與程度即為分析是否符合第二項標準中重要的評估依據。目前已通報歐洲委員會符合守門員標準的公司有：Alphabet、亞馬遜、蘋果、字節跳動、Meta（WhatsApp、FB Messenger）、微軟和三星等。

在 DMA 規範下，應允許第三方事業得與守門人提供之服務進行交互運作，語音通話服務要在守門人被指定 4 年內提供互通性。不應於守門人自身之平台上將自身的服務或產品列於相較其他業者而言更佳之排名（自我偏好行為）。不應未經用戶之明確同意，即使用、分析、處理用戶之個人數據資料，進而對其投放目標式廣告。

四、 數位服務法（DSA）

DSA 主要針對各類線上中介服務業者進行非法線上商品、服務或內容的管制。而根據 DSA 定義中介服務業者定義為「一種代管服務，因應服務接收者的請求，儲存並向公眾傳播訊息，除非該活動是另一項服務次要且純粹的輔助功能，並且出於客觀和技術原因，若無其他服務就無法使用服務，並且將該功能整合到其他服務中並不是規避本法規適用性的手段。」其中，所謂向公眾傳播係指將訊息提供給可能不限數量的第三方。而 NI-ICS 服務原屬有限數量的人與人之間的資訊傳播，並非以無限的公眾為傳播對象，但近年在 NI-ICS 服務中開始網綁「廣播」功能，向無限的群體發布訊息，故當出現後者的功能，就符合 DSA 的適用範圍。

五、 我國行網市場監理後續配套方向建議

EECC 和 e-Privacy 把網路社群語音服務等 OTT 通訊服務納入電子通訊服務監管，以適應 OTT 服務的興起。而監管的主要目標是促進電子通訊和數位服務市場開放競爭、消費者權益與隱私保護。以下將就此三大部分說明本研究之建議，並說明對行動網路接續費管制之影響。

1. 市場開放競爭建議：ISP 不應再向 CAP 收網路使用費

目前我國針對網路社群語音通訊尚無相關管制措施，受到《電信管理法》限制也不易納入。以 SMP 認定為例，EECC 對 SMP 制度已列出適用的具體判斷指標，包含活躍用戶數、註冊用戶數、總通話分鐘數等，但在我國法規架構下必需先進行特定市場界定，方可認定 SMP，但目前國際上尚無網路社群語音通訊相關市場界定之前例，故有操作上的困難。

參考歐盟近年規範研擬方向，在市場開放競爭方面，歐盟缺乏本土大型內容與應用程式提供者（Content and application provider, CAP），此條件與我國相似。而目前趨勢為 ISP 不應再向 CAP 收網路使用費，因為網路流量增長是來自於終端用戶對內容需求的增加，而 ISP 已經向它的消費者收取了費用。CAP 可採取技術措施來優化流量和效率，如使用內容傳遞網路（CDN）、適應性的壓縮率或高效率的編解碼器等。故本研究亦建議 ISP 不應再向 CAP 收取網路使用費，惟後續亦應持續關注 EECC、DMA 規範討論動向及國際電信組織對監理之探討，並與公平交易委員會針對 CAP 網路使用政策交流相關見解。

2. 消費者權益建議：針對線上中介服務業者義務及非法行為制定規範

非法線上商品、服務或內容的管制部分，在歐盟 DSA 的規範下，過往 NI-ICS 服務因非以無限的公眾為傳播對象，故並非管制對象；但近年在 NI-ICS 服務中開始網綁「廣播」功能，向無限的群體發布訊息，故當出現後者的功能，就符合 DSA 的適用範圍。國內目前就 DSA 針對線上中介服務業者義務及非法行為尚未有具體訂定管制規定，建議應持續關注 EECC、DMA、DSA 規範討論動向，並與主管數位服務之數位發展部共同研商相關規範。

3. 隱私保護建議：公告消費者保護權益事項，強化定型化服務契約條款

國內《個人資料保護法》已就充分告知、確保消費者同意權進行規範，惟並未限制業者應每隔一段時間提醒使用者其有撤回同意之權利。且針對個資外洩時，通知義務相關規範亦需再作強化，具體而言如外洩之前提、處理時限、通知主管機關、通知方式及內容等。未來建議在《個人資料保護法》架構下增訂相關規範，或依據《電信管理法》第 17 條，公告消費者保護權益事項，規定於定型化服務契約條款中。

個人資料保護法主管機關為現階段為國家發展委員會，待行政院訂定 112 年 5 月 31 日增訂之第 1-1 條條文施行日期後，將該法將由個人資料保護委員會主管，因此初步建議宜由電信監理機關持續關注 e-Privacy Regulation 等相關國際法規動向，與相關法規主管機關在法令上持續交流精進管理，以確保終端使用者權益。

4. 對行動網路接續費管制之影響

在 OTT 語音衝擊下，行網業者應更積極投資高品質通訊，如加速 VoLTE 互連以改善通話品質，與 OTT 通話競爭，降低話務流失速度。在此原則下，行動網路接續費管制可持續作為政策溝通之工具，並透過費率管制促使業者積極投資。

其次，就過往行網接續費管制之成果而言，反映在降低業者贈送通話分鐘數之成本降低，對於行網業者在 OTT 競爭下，對消費市場提供免費額度內的話務服務亦有正面效果。基於上述接續費管制工具之運用及管制效果而言，在 OTT 加入語音服務競爭下，更有接續費管制之必要性。

第五章 行網接續費模型架構說明

本次 112 年行動網路接續費成本模型將採用 Pure LRIC 計算方式，並因應模型期間內可能之社會、經濟或網路環境之變化進行修改。考量我國 5G 業務於 109 年正式開台，新版模型中將於既有 LTE (4G) 模型中更新 LTE (5G NSA) 部分，並且新增 NR (5G SA) 網路模型。因此，本期 112 年行網接續費模型中包含 LTE (4G & 5G NSA) 網路以及 NR (5G SA) 網路模組。由於 UMTS (3G) 網路將於 113 年關閉。因此在計算上，114 年 (含) 後行網接續費模型將不再計算 3G 網路發生之接續費率，亦不再針對 3G 網路模組進行更新或修改。

行網接續費模型之時間跨度設定上，考慮到本次接續費率的管制期間為 114 至 117 年，距離前期模型最末年 122 年僅餘五年，為了符合 LRIC 模型中：「模型時間區間應該大於設備的使用年限」此一核心精神，確實的模擬未來的成本變化，因此 112 年行動通信網路接續費模型設定上，參照《行動寬頻業務管理規則》第 51 條行動寬頻業務歷次開放申請特許執照之有效期間，提出將接續費模型年限進行延長，調整至 5G 頻段 (3500MHz/28000MHz) 執照的到期年限 129 年，以符合 LRIC 模型之精神，本修改將於之後章節進行說明。

行動通信接續費模型將納入我國五家電信業者，以計算網路模型並推估未來市場狀況。然而，在計算行動通信接續費率時，僅考慮被認為具有網路效率的電信業者。研究團隊參考歐盟的建議⁵⁹，「將市佔率超過 20% 之業者視為會以最大效率化方式建設網路之業者」，認為當電信業者在特定網路中的市佔率超過 20% 時，由於其經營具有規模效益，可以在設備採購價格或網路建設計劃方面採用更具效益的方式，因此才會被納入最終接續費率計算中。在 112 年的模型中，將採計中華電信、台灣大哥大與遠傳電信之接續成本作為我國行網接續費率定價基準。模型基礎設定如下表所示。

⁵⁹ European Commission (2009.05): Commission Recommendation of 7 May 2009 on the Regulatory Treatment of Fixed and Mobile Termination Rates in the EU.

表 5-1 接續費成本模型初始設定

模型涵蓋技術	LTE (4G & 5G NSA) 網路、NR (5G SA) 網路
模型計算區間	86 年—129 年 (軟體中保留 2G 與 3G 執照開始之數據，但實際應由 4G 開台 103 年起算，故模型跨度為 27 年)
列入模型計算業者 (市佔>20%)	中華電信、台灣大哥大、遠傳電信

資料來源：研究團隊製作

此外，模型中採計之增支成本以各項直接成本為主，可分成建置成本以及維運成本兩大部分。建置成本包含：網路元件主體設備、支援設備、網路管理設備、軟體設備等當年度購買費用與建置費用。維運成本則包含：上述設備每年的維運費用、直接相關網路元件設備的土地與設施之租金、維運人力（包含委外人力與某網路元件設備直接相關的公司內的維運人力薪資）、維運所需之電源、冷氣、耗材支出等。另外間接成本及非增支成本如：執照標金、頻率使用費及 HLR 和 HSS 等共同設備成本費用項目，由於不具訊務敏感性，且其成本發生並非為接續服務所投資，因此於 Pure LRIC 模型中，將不會被列入計算。我國前兩期模型中皆已採取 Pure LRIC 模型，排除上述間接成本和非增支成本。

研究團隊建議本期行動通信接續費成本模型中，應同樣採用 Pure LRIC 模型，不納入上述間接與非增支成本項目。另其他管理成本，如：一般行政管理人員的薪資費用、研發費用與研發人員薪資、一般支援等，則將不列入模型作為成本項目。本期探討之成本項目範圍如下表整理。

表 5-2 接續費模型增支成本採計範圍

<p>增支成本 涵蓋範圍</p>	<p>直接成本：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 建置成本：網路元件主體設備、支援設備、網路管理設備、軟體設備等當年度購買費用與建置費用，以及模型計算期間每年的維運費用。 ■ 維運成本：包含直接相關網路元件設備的土地與設施之租金、維運人力（包含委外人力與某網路元件設備直接相關的公司內的維運人力薪資）、維運所需之電源、冷氣、耗材支出等
<p>不納入計算 之成本項目</p>	<p>間接成本及非增支成本（通稱共同成本）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 執照標金、頻率使用費。 ■ HLR、HSS、UDM 等非訊務敏感性之共同設備成本。 ■ 一般行政管理人員的薪資費用、研發費用與研發人員薪資、一般支援（與機房設備不相關的辦公室租金、土地購買或租金、辦公室設備）、行銷或銷售費用、帳務成本、客服服務等。

資料來源：研究團隊製作

行網接續費率之計算方式，將延續前期模型設計，在各技術別模型中算出各有效率網路業者之接續成本後，再以各家業者於該技術話務量進行加權平均，得出各技術別（LTE、NR）之接續費率，再依各家業者加總話務量進行加權平均求得整體行網接續費成本，計算方式如下圖。

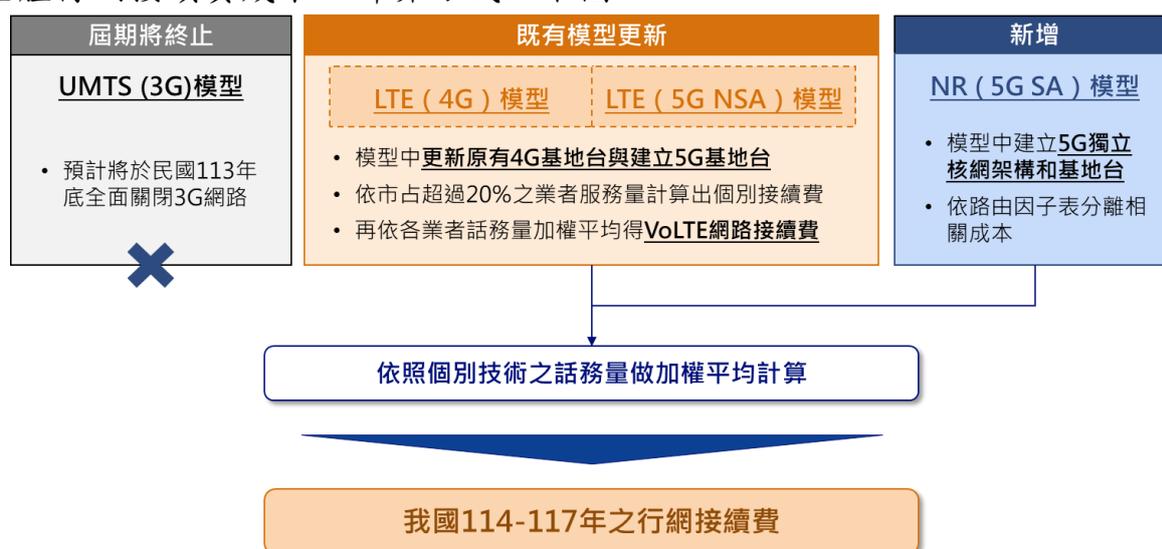


圖 5-1 我國本期接續費模型整體架構

資料來源：研究團隊製作

第一節 整體模型架構說明

本期個別網路技術之模型架構是一致的，計算如下圖所示，分為資料輸入、模型演算與數值輸出三大部分。資料輸入包含：市場狀況、網路設計、路由因子、成本趨勢與加權平均資金成本率（WACC）。模型演算的部分則是透過輸入參數計算各網路元件每年所需的總服務傳輸量、每年需增購之元件數量；成本趨勢和加權平均資金成本率則用來計算所需之投資成本（CAPEX）和維運成本（OPEX）經濟折舊；最後則透過路由因子得出因接續服務所產生的單位服務成本（接續費率）即為模型最後的輸出值。

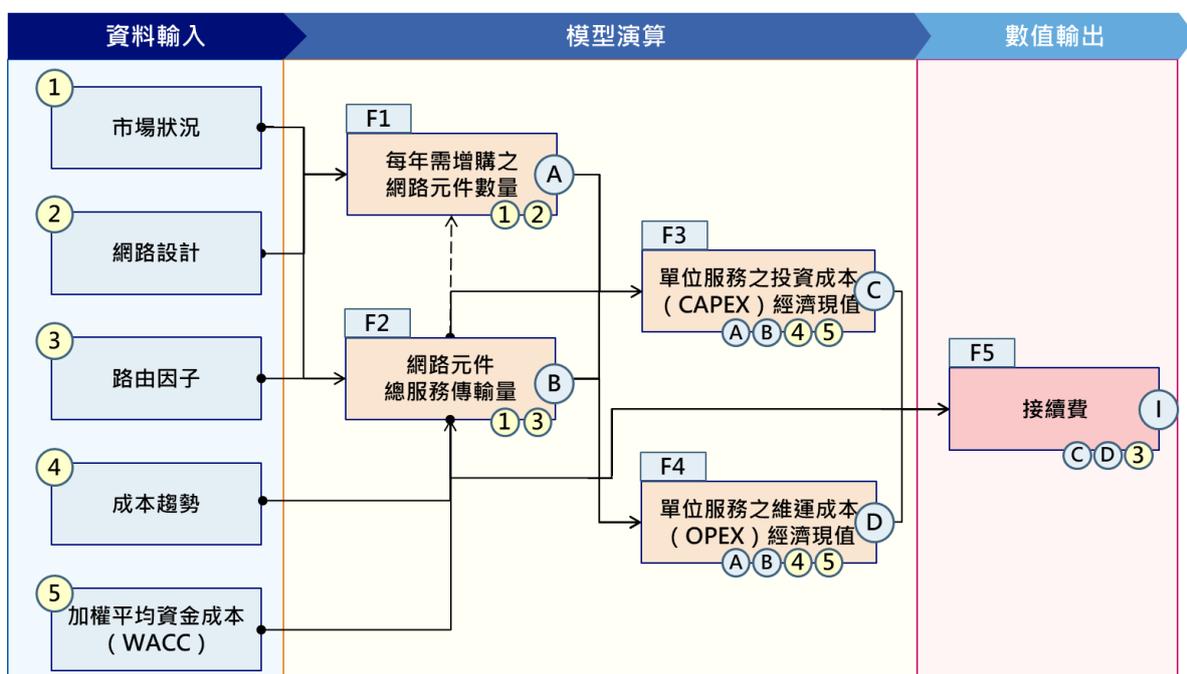


圖 5-2 接續費成本模型整體架構

資料來源：研究團隊製作

資料輸入部分有五塊主要參數：

- 市場狀況：利用電信業者提供的話／訊務量歷史資料，進行未來話／訊務量於各網路的流量預測。
- 網路設計：4G、5G 網路架構、各元件之技術參數值。
- 路由因子：各種通訊服務（網外發話、網外受話、網內通話、簡訊、數據傳輸）對元件的使用量。
- 成本趨勢：網路元件的投資成本及維運成本，每年隨技術進步或整體經濟變遷而造成的成本下降或上升趨勢。

- 加權平均資金成本率 (WACC)：計算經濟現值時的折現比率。

資料輸入項目及設定值說明，由以下章節進行說明：

表 5-3 資料輸入章節對照表

市場狀況	第五章第二節之一
網路設計	第五章第二節之二
路由因子	第五章第二節之三
成本趨勢	第五章第二節之四
加權平均資金成本率	第五章第二節之五

資料來源：研究團隊製作

模型運算邏輯及設定值說明，由以下章節說明之：

表 5-4 模型運算章節對照表

F1：每年須增購之網路元件數量	第五章第三節之一
F2：網路元件總服務傳輸量	第五章第三節之二
F3：單位服務之投資成本經濟現值	第五章第三節之三
F4：單位服務之維運成本經濟現值	第五章第三節之四
F5：接續費結果計算	第五章第三節之五

資料來源：研究團隊製作

本期「我國行動通信網路成本模型」是透過 Microsoft Office 系列中的 Excel 所製作成的計算模型，此次模型為由五個 Excel 檔案所組成，各個檔案中含有多個不同的工作表，根據現況分成兩部分計算，分別是 LTE 網路和 NR 網路，整體計算架構如下。

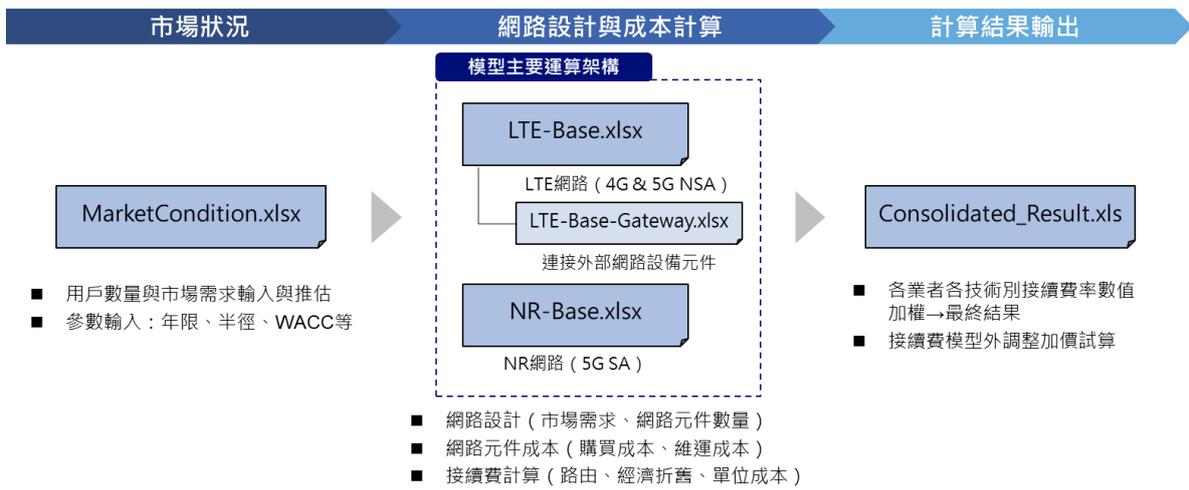


圖 5-3 接續費成本模型檔案計算架構

資料來源：研究團隊製作

主要由「網路設計與成本計算」部分進行模型主要的成本計算，其中計算流程如下圖所示。

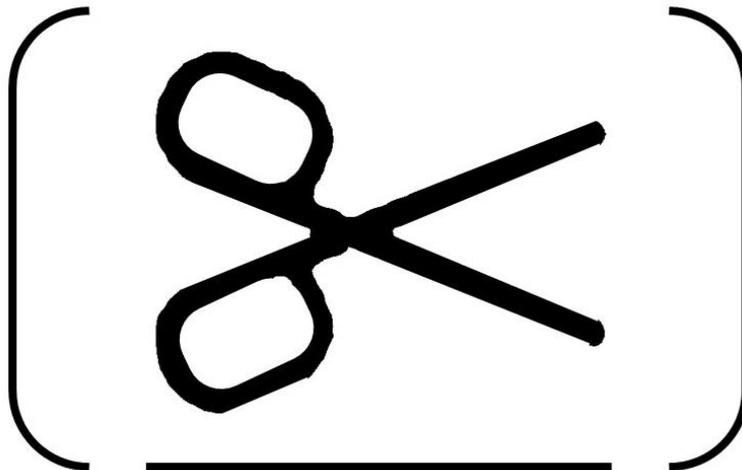


圖 5-4 接續費成本模型檔案內功能與架構

資料來源：研究團隊製作

第二節 接續費模型運算邏輯與設定說明

本期模型架構主要延續前期 LTE (4G) 的網路模型框架，並於其中更新 LTE (5G NSA) 並新增 NR (5G SA)，透過 LRIC 的概念進行接續費率的計算，接續上一節提到之主要模型概念，本節詳細描述資料輸入部分演算與設定之方式，供電信業者進行參考：

一、市場狀況

市場狀況推估主要分為兩大部分，業者用戶數的輸入以及業者技術別話務量之輸入。首先為推估電信市場未來用戶數、話務量與訊務量之變化，已與各業者更新 108 年至 111 年之歷史數據，由於現存的行動網路包含 UMTS (3G)、LTE (4G) 與 LTE (5G NSA) 網路，並將於 113 年關閉 UMTS (3G) 網路。因此進行業者用戶量及話務量之收集後，需將其轉換成技術別之參數以進行後續之運算。舉例來說，若有一用戶申辦 4G 行動寬頻門號，但手機僅支援 3G 網路功能，則此時應將其歸類至 3G 技術網路進行計算，以此類推。詳細市場狀況參數輸入說明可參照第六章第一節。



圖 5-5 市場狀況輸入與處理

資料來源：研究團隊製作

二、 網路設計

本期模型中 4G 網路已是相對成熟技術，經過調研英國、葡萄牙等採用 LRIC 進行接續費監理之行網接續費成本模型，並對照我國網路發展現況後，本期的涵蓋 5G NSA 訊務的 LTE (4G & 5G NSA) 網路模型只進行參數上的微調，整體網路設計與架構上並未更動。在元件數量演算方法上，也將延續前期設計，先以面積覆蓋法和通信處理能力法分別計算靠近用戶端之 4G/5G 基地臺數量後，再逐步推算至核心網路、語音或資料傳輸專用之元件數量。

LTE 網路透過封包網路進行資料傳輸，模型已經建立 VoLTE 網路模型，可以透過參數設定，計算 VoLTE 進行通話時的語音接續費率。由於電信業者已規畫於 113 年 3G 技術網路全面關閉，因此模型設定上採取在 113 年後 VoLTE 互連原則，新增 TrGw 作為 VoLTE 語音互連傳輸元件，然同時保留 3G 之 MGW 作為固網語音傳輸元件。此外，本期新增用戶經 5G 基地臺傳輸至 LTE 核心網路進行通話與數據傳輸之情境，因此將 5G 基地臺設備納入模型計算範圍內，反映於下圖 LTE (4G & 5G NSA) 網路架構中。

前期模型中也已於 LTE 網路中放入 VoWiFi 的接續費率試算功能，但參考各國監理機關之接續費模型多不納入 VoWiFi 接續費計算，以及 VoWiFi 使用時受到 Wi-Fi 信號限制，非為隨時皆可使用之行動語音通訊服務，因此模型中 VoWiFi 服務暫定為不開放。然而基於 LRIC 精神，本期模型內仍保留 VoWiFi 試算功能。

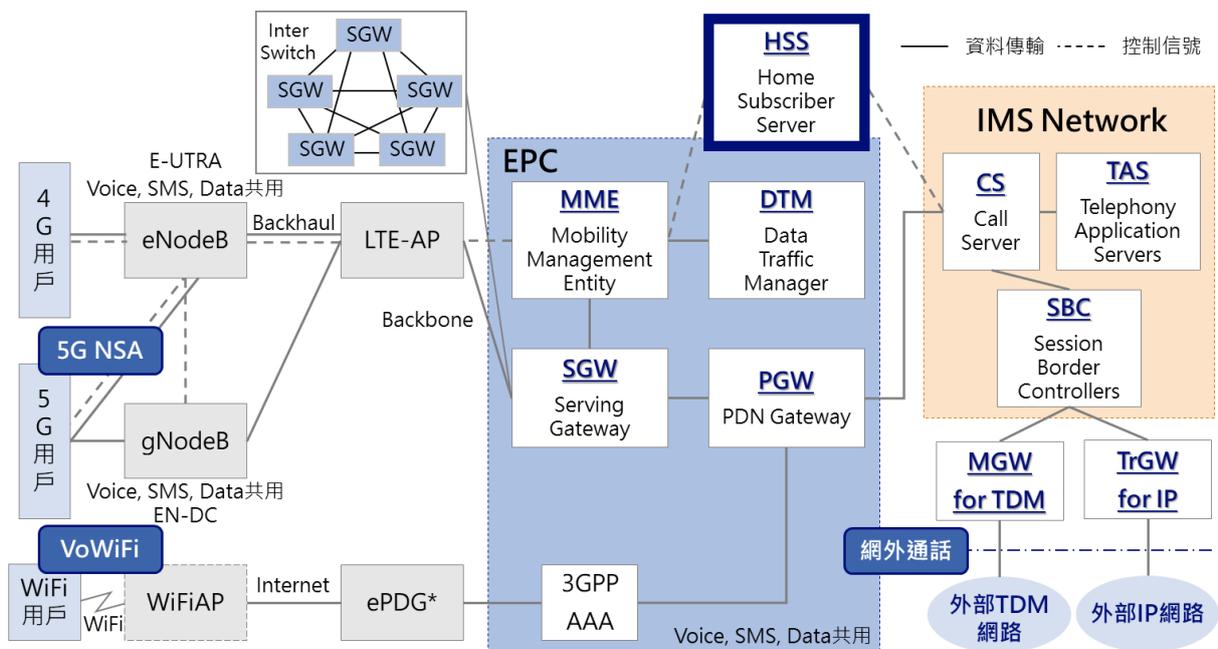


圖 5-6 LTE (4G & 5G NSA) 網路架構

資料來源：研究團隊製作

雖然目前我國 5G 服務仍以 NSA 架構透過 LTE 網路進行語音及數據傳輸，但為因應未來若 5G 核心網路布建完成可供 VoNR 服務，本期模型同時新增 5G 通話 SA 模式以順利接軌，核心網路部分參考 3GPP 5G 網路架構並將與 4G 元件功能相關的元件做對應，同時，3GPP 標準亦指出 5G VoNR 語音傳輸可與 VoLTE 使用相同 IMS 網路架構。

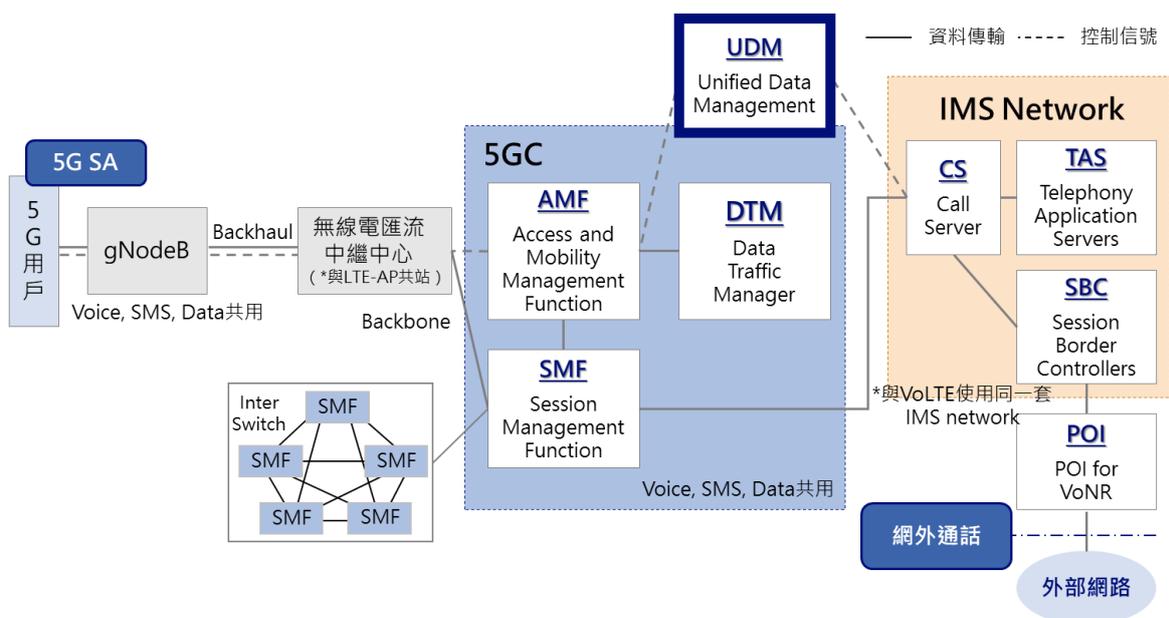


圖 5-7 NR (5G SA) 網路架構

資料來源：研究團隊製作

本次行動網路接續費率管制期間為 114 至 117 年，考慮到我國各電信業者已於 109 年開放 5G 行動通信服務，因此為反映行動網路之發展，112 年行網接續費成本模型加入 LTE (5G NSA) 與 NR (5G SA) 網路模組。參考英國 Ofcom 之接續費監理案例，電信業者反映 5G 網路目前多用於垂直場域，一般語音服務則採用 NSA 架構送回 4G 網路進行處理。以及，透過與我國各電信業者與設備商的討論，對於 5G SA 的布建，甚或是 VoNR 的啟用，皆尚須視未來消費者需求進行規劃研議。

綜上所述，根據目前國際趨勢與我國現況，各業者對於 SA 架構下 5G 通話技術規劃尚未明確，並考慮技術未臻成熟，因此在本次接續費監理期間 114 年至 117 年，模型初步假定 5G 通話仍以 NSA 架構透過 VoLTE 網路進行語音傳輸。而於我國 4G 執照最後到期年 (122 年)，5G 的核心網路布建準備完成始可提供一定比例的 VoNR 服務。

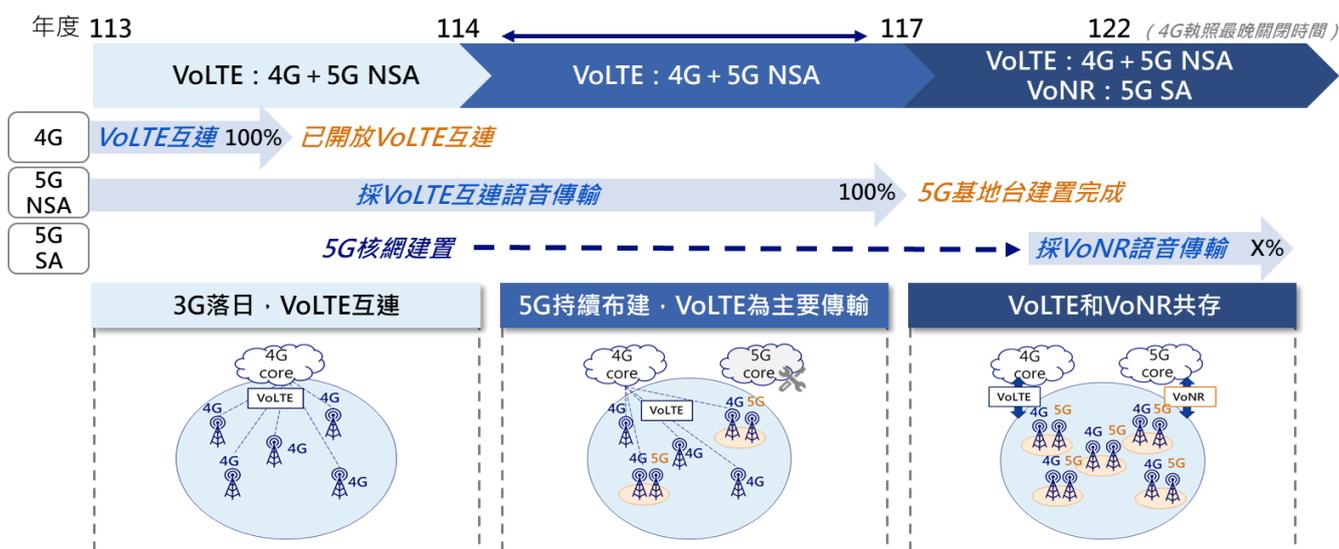


圖 5-8 模型技術轉換時程情境假設

資料來源：研究團隊製作

網路設定中，將依照網路元件的技術參數、網路架構，實際計算元件的數量，由於 LTE 網路元件的技術參數沒有更動，網路元件計算主要採下圖方式進行。模型中計算相關元件數量步驟如下圖所示，自基地臺數量計算開始，逐步推算至核心網路及其他元件之數量。



圖 5-9 LTE 網路元件計算步驟

資料來源：研究團隊製作

所有元件的計算數量將以基地臺數量為基礎去推估，所以首先要推算整體基地臺的建置量。網路建置時要同時滿足覆蓋和傳輸的需求，因此需以覆蓋面積法和通信能力法分別計算所需之總基地臺數後，取兩者之最大值作為所需基地臺數量。

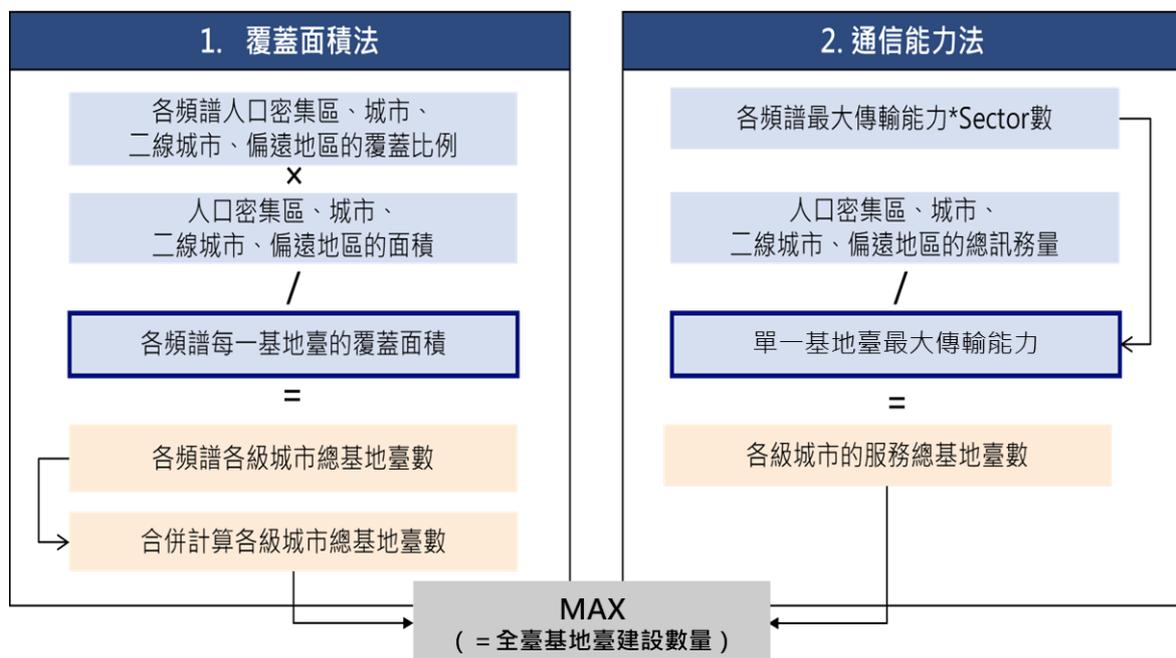


圖 5-10 基地臺數量計算方式

資料來源：研究團隊製作

- **覆蓋面積法 (Coverage Methodology)**: 由「覆蓋之總面積除以單

一基地臺可覆蓋面積」算出所需之基地臺數量。如目前我國 4G 頻譜有 700/900、1800、2600MHz 三類頻譜。在計算概念上，模擬實際布建時的思維，將低頻頻譜（700/900MHz）作為主要覆蓋用頻譜，而其他高頻頻譜由於主要功能非作為覆蓋用，因此盡量和低頻頻譜基地站共站共構，以降低基地臺採購及場地租用成本。計算方式需先設定各類頻譜所需覆蓋之面積並除以基地臺覆蓋能力得出各類頻譜所需基地臺數量，之後便透過主要頻譜可共站率之數值，計算得到主要頻譜基地臺中可共站之數目，進而求出第二、第三頻譜需額外建設數量，然後加總出整體覆蓋面積法求得之總基地臺數。然而覆蓋面積法之基地臺覆蓋面積，因地理區域類型不同，而影響同一款式基地臺實際可覆蓋之面積，分為四種地理區域類型分別計算，其地理區域分類方式及覆蓋面積計算方式，則詳述於第六章第二節。

- **通信能力法 (Capacity Methodology)**: 是由「總訊務量除以單一基地臺傳輸能力」得出所需之基地臺數量。實際計算方式上，需先加總語音、簡訊、資料之傳輸量（以 BH Mbit/s 計），得出需負擔之總傳輸訊務量；另一方面需計算基地站傳輸能力，加總業者所持有之各類頻譜之傳輸能力後得出單一基地站最大傳輸能力；最後將兩者相除得出通信能力法所需之總基地站數。

如前所述，模型將取覆蓋面積法和通信能力法計算結果數值取大，做為基地臺需求數量。而本次模型新增之 5G 基地臺計算邏輯相似，先透過覆蓋面積法與通信能力法取大值計算出 5G 基地臺需求量後，並且考量實際建置情況中，可由原先已建置之既有 4G 基地臺上新增設備作為 5G 基地臺使用。

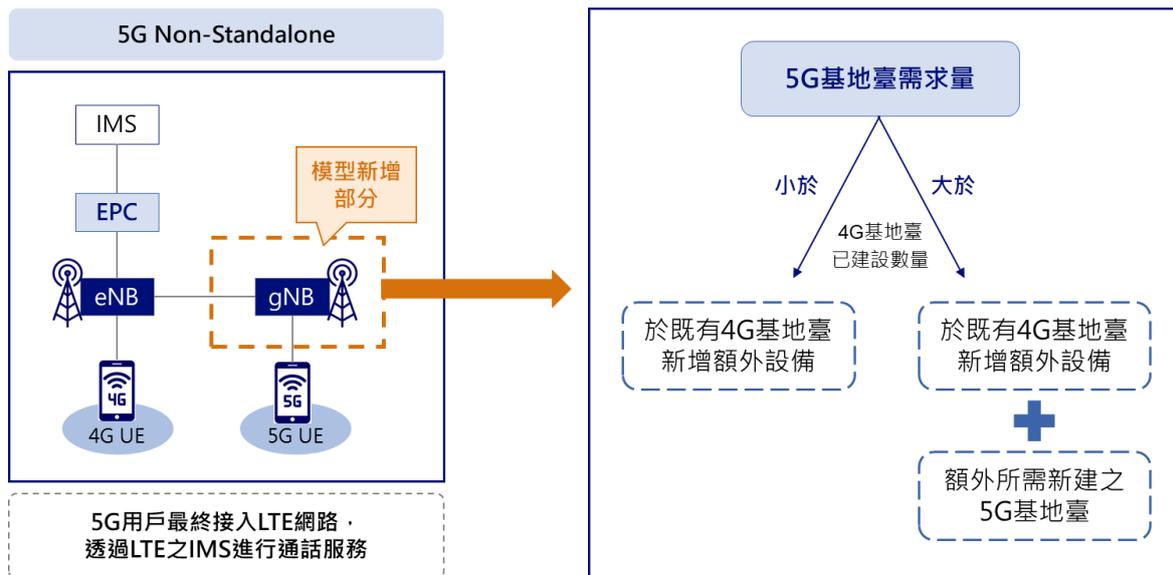


圖 5 -11 5G 基地臺數量調整計算方式
資料來源：研究團隊製作

研究團隊已於 108 年度行網接續費模型的報告中⁶⁰提出 4G 之核心網路元件與其他設備元件計算流程，本次因 4G 網路架構並無更動，因此將延續過去之計算方式。計算完基地臺數量後，則可依照資料進一步推估其他元件之數量。

回傳中繼線 (Backhaul) 計算

行動網路回傳指的是將本地網路所產生的數據流量，傳送連回至電信網路的節點，並進一步與電信核心網路連結傳輸。4G 網路傳輸量因資料傳輸量龐大緣故，因此回傳線路假設需使用高速乙太網路。回傳線路需求計算方式，為先加總單一基地臺之總傳輸量，可得出單一共站之基地臺所需負擔之傳輸量，再依其傳輸量配置適當的高速乙太網路，目前假設有 100、300、450Mbit/s 三種規格。計算方式如下圖。

⁶⁰ 國家通訊傳播委員會 (2019)：行動通信網路接續費成本模型及 VoLTE 互連委託研究案期末報告書

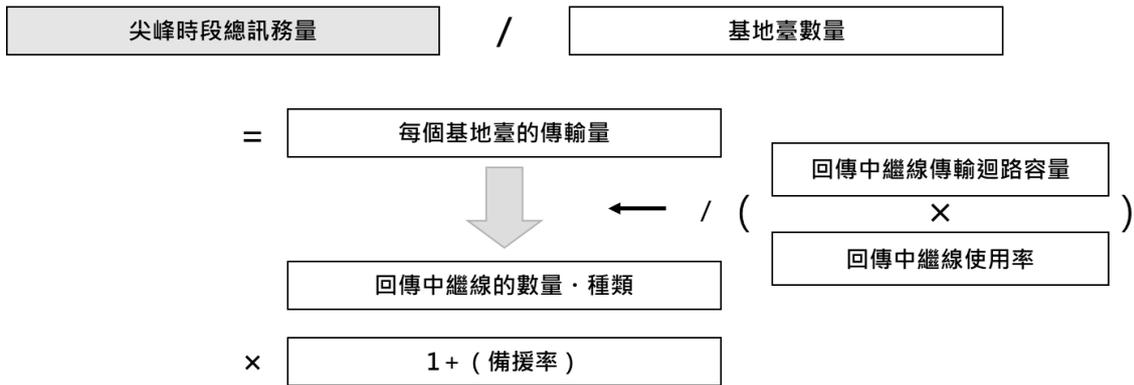


圖 5 -12 回傳中繼線 (Backhaul) 數量計算
資料來源：研究團隊製作

無線電匯流中繼中心 (LTE-AP) 計算

LTE-AP 為無線電匯流中繼中心 (匯流節點)，國外以可接續之 E1 線路數計算 LTE-AP 需求數量，並設定單一 LTE-AP 可接續 5000 條 E1，經業者訪談後，國內業者多認為因我國地狹人稠，為網路安全性考量，不會讓單一 AP 匯聚大量線路，而是提升 AP 數降低風險，研究團隊接受此差異性，並採用業者建議方式，以 LTE-AP 上限可接續【✂】台 eNode-B、使用率【✂】(標竿國家設定數值) 作為 LTE-AP 數量計算方式。其計算邏輯如下圖所示。

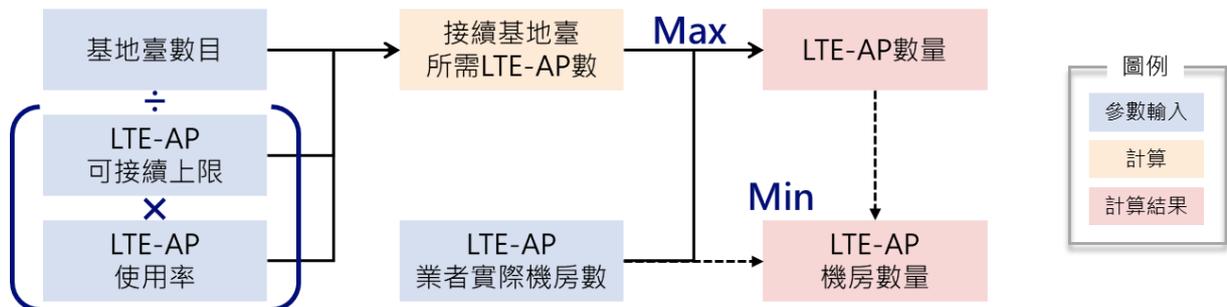


圖 5 -13 無線電匯流中繼中心 (LTE-AP) 數量計算
資料來源：研究團隊製作

骨幹中繼線 (Backbone) 計算

自 LTE-AP 回傳至服務閘道器 (Serving Gateway, SGW) 之骨幹中繼線數量計算，概念同回傳中繼線之計算方式，需先計算出傳輸量再依傳輸量配置適當線路種類，於此則以機房為單位，以機房內之 LTE-AP 數量乘上單一 LTE-AP 之傳輸量，計算出單一 LTE-AP 機房所負擔之傳輸量，再

依此傳輸量決定骨幹中繼線種類，前期模型骨幹中繼線設有 STM-1、4、16、64 四種規格，以因應近年增加之資料傳輸量。

於此需額外計算的是，由於 LTE-AP 與 SGW 機房可能也會建置於同一地點，因此實際使用之線路數，需以 LTE-AP 數量乘上 LTE-AP 與 SGW 機房未共站的比率（因若為同一地點，不需額外布建骨幹中繼線），其演算方式如下圖。

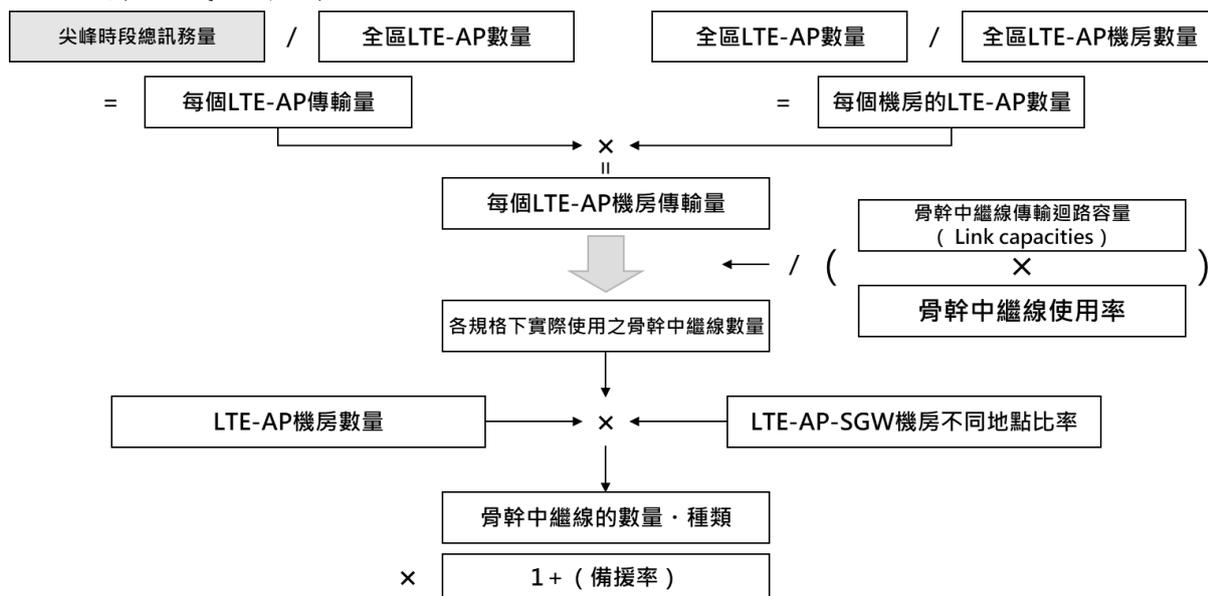


圖 5-14 骨幹中繼線 (Backbone) 數量計算

資料來源：研究團隊製作

服務閘道器 (SGW) 計算

核心網路中 SGW 數量則是以尖峰時刻之總訊務量除上其單一元件可處理的訊務量和使用率之積，之後再依備援設計，計算是否需額外增加布建數目，其演算方式如下圖。

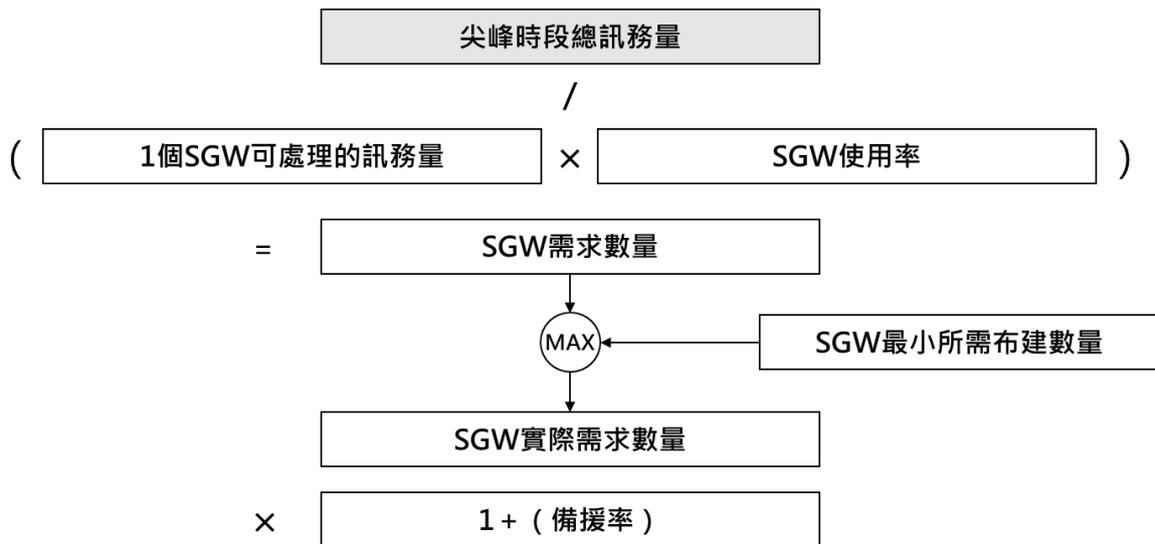
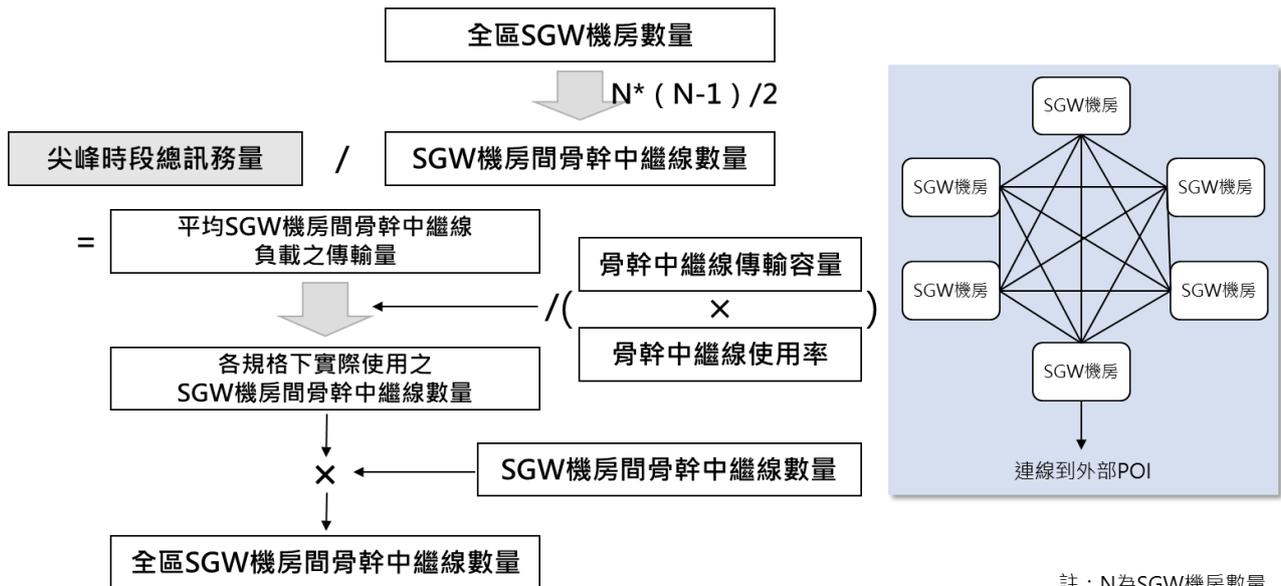


圖 5-15 服務閘道器 (SGW) 數量計算
資料來源：研究團隊製作

互連骨幹中繼線 (Inter-Switch) 計算

SGW 間之交互骨幹網路連線數量及規格計算，方式同前所述，先以總訊務量除以總線路數計算出單一線路訊務承載量，再依其承載量決定需配置之線路規格。惟此處 SGW 間互連之線路數與網路設計方式相關，我國主要電信業者多採用 Mesh (網狀) 拓樸設計，因此其互連之線路數應為 $N * (N-1) / 2$ ，N 為 SGW 機房數量。



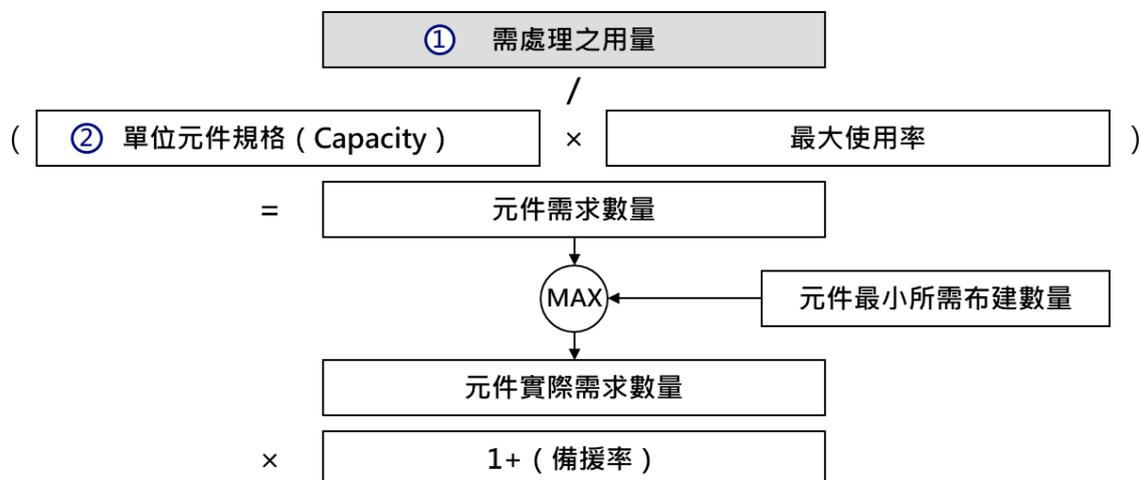
註：N為SGW機房數量

圖 5-16 互連骨幹中繼線 (Inter-Switch) 數量計算
資料來源：研究團隊製作

核心網路與 IMS 網路元件計算

核心網路中行動管理實體 (Mobility Management Entity, MME) 負責整個核心網路的移動性管理、用戶身分認證、安全性管理等功能；數據流量管理 (Data Traffic Manager, DTM) 負責管控數據傳輸，涵蓋封包數據網路閘道器 (Packet Data Network Gateway, PGW) 部分功能，以及政策與計費控制規則功能 (Policy and Charging Rules Function, PCRF)；本籍用戶伺服器 (Home Subscriber Server, HSS) 儲存用戶和其訂閱相關的訊息，作為認證授權使用。IMS 網路中呼叫伺服器 (Call Server, CS) 作為語音傳輸的伺服器，並由會談邊界控制器 (Session Border Controller, SBC) 與 TAS 控管語音服務。

前述段落中，為 4G 模型元件數量計算較為複雜的部份，而其他核心網路與 IMS 網路元件則計算方式較相近。以其需負擔之總用量 (訊務量或用戶數)，除上其單一元件之規格 (Capacity) 和使用率之乘積，得出需求數量，再依其網路設計之備援率，決定是否需增購備援用之元件，各元件之演算方式如下各圖說明。



元件名稱		① 處理用量設定	② 單位規格設定
核心網路	MME	尖峰時段同時在線用戶	1個MME可處理的用戶數
	DTM	尖峰時段總訊務量	1個DTM可處理的訊務量
	HSS	總用戶數	1個HSS可處理的用戶數
IMS網路	CS	尖峰時段語音發受話次數	1個CS可處理的話務數
	TAS	總用戶數	1個TAS可處理的用戶數
	SBC	尖峰時段語音話務量	1個SBC可處理的話務量

圖 5-17 核心網路與 IMS 網路元件數量計算

資料來源：研究團隊製作

Gateway 網路元件計算

媒體閘道器 (Media Gateway, MGW) 為 UMTS (3G) 網路元件，在不同通訊技術之間提供轉換功能的介接設備，在本期模型中作為與固定網路 (傳統電路) 進行網外通話的连接元件統稱。TrGW 為供 VoLTE 網路互連元件，在本期模型中作為與行動網路進行網外通話的封包傳輸元件統稱。上述網外通話连接元件基於機房數量相關數值計算布建數量，元件之演算方式如下各圖說明。



圖 5-18 Gateway 元件數量計算

資料來源：研究團隊製作

在 5G 核網架構上，研究團隊透過整理相關元件的對應作為 NR 模型元件對應。3GPP 在定義 5G 核心網路中導入了服務取向的概念，即為服務導向架構 (Service-Based Architecture, SBA)，在 SBA 架構下 5G 將對應拆分為多個獨立的功能模組。接取與移動性管理功能 (Access and Mobility Management Function, AMF) 用以管理用戶端的接取和移動性，這部分維持不變；而連結管理功能 (Session Management Function, SMF) 負責用戶端的會話管理，如通話通道維護、IP 分配管理、用戶面功能 (User Plane Function, UPF) 的選擇等；此兩個功能元件，直接和 UPF 以及基地臺相互溝通並直接給予相關指令，其他則可以視為提供 AMF 和 SMF 的計算單元。網路曝光功能 (Network Exposure Function, NEF)、網路功能庫功能 (Network Function Repository Function, NRF) 以及網路切片選擇功能 (Network Slice Selection Function, NSSF) 則為 5G 特有功能相關元件，分別對應了外部查詢、網路切片資料庫以及網路切片選擇功能。



圖 5 -19 4G 與 5G 核心網路元件功能對應

資料來源：研究團隊製作

三、 路由因子

於各個網路元件有可能提供包括網外受話、網外發話、及網內發受話、簡訊服務及數據傳輸等服務，而於計算接續費率時，須僅考慮網外受話服務，排除其他服務之成本。因此在模型計算中，設計將各個網路元件提供網外發話、網外受話、網內通話、簡訊與數據服務分開計算服務比重，整理成路由因子表，作為拆分的依據。

舉例來說，將網外受話（Other Licensed Operators to Mobile Operators, OLO to Mobile）與網外發話（Mobile Operators to Other Licensed Operators, Mobile to OLO）設為 1 分鐘通話為 1 單位基礎，計算其他服務在同單位下所需要的服務比重，因此如網內通話（Mobile to Onnet）則為 2 單位基礎。簡訊計算概念則是把 1 次的簡訊通信量，轉換成等於多少時間的通話單位。詳細路由因子計算與設定將於第六章第四節提及，會有更加詳細之說明。

四、 成本趨勢

成本趨勢包含網路元件投資成本（CAPEX）、技術進步率（CAPEX Index）、維運成本（OPEX）、維運成本變化率（OPEX Index），CAPEX 為各項網路元件的購買成本，主要依照過去設備業者、電信業者提供之元件成本，經技術進步率及物價成長率換算進行設定；由於技術進步以及採購量增加，CAPEX 應該每年呈現降價趨勢，故設定 CAPEX Index 為設備降

價趨勢。另外為計算各個年度維運的支出成本，部分設備 OPEX 以 CAPEX 的百分比做為計算依據，其變化率趨勢參數稱為 OPEX Index，第六章第五節將會列舉成本趨勢參數值。

五、 加權平均資金成本率

加權平均資金成本率 WACC 為 LRIC 模型中的折現因子，而在國際慣例上，使用 LRIC 模型進行接續費率計算電信網路使用成本時，普遍採用稅前 WACC ($WACC_{pre-tax}$) 進行計算，因此研究團隊將透過下列公式換算稅前 WACC。

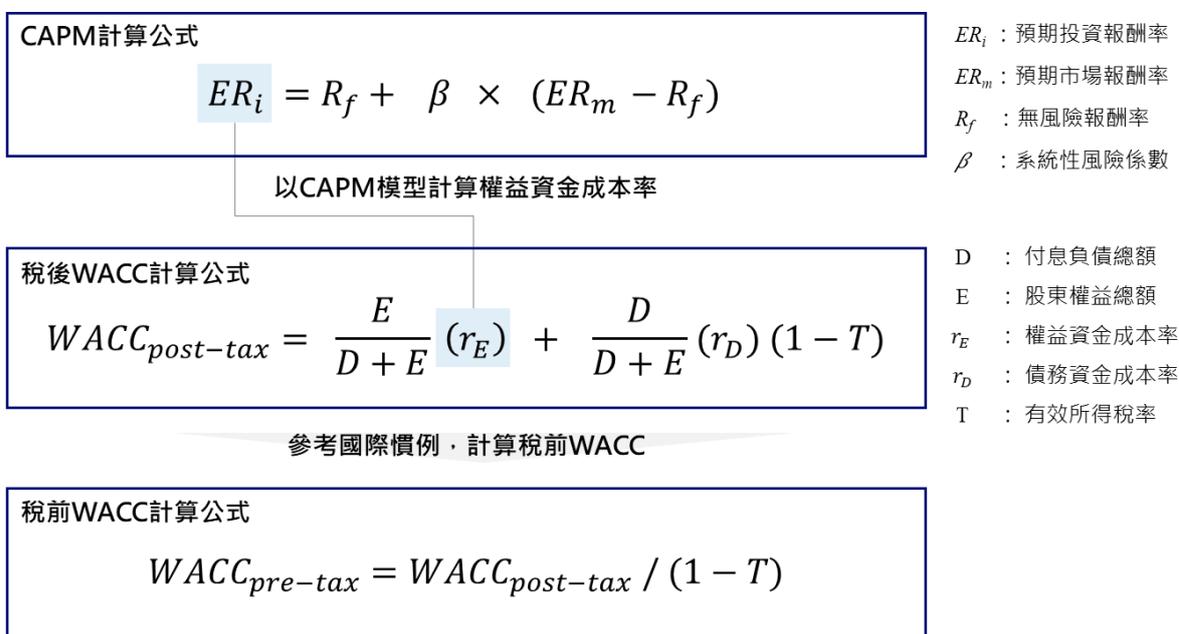


圖 5-20 加權平均資金成本計算公式

資料來源：研究團隊製作

詳細計算 CAPM 以及 WACC 之方式、計算結果將於第六章第三節提及，在此僅簡單介紹 WACC 與計算方法。

第三節 接續費模型演算說明

延續上一節提到之資料輸入，本節將描述整體模型演算之方式。

一、 F1：每年需增購之網路元件數量

根據網路設計(本章第二節之二)，結合網路架構以及各項技術參數，同時引入各年度所需要之話務量之後，可以透過計算得出每年為了維持網路運營所需要之元件數量，由次年(N+1)數量減去當年度(N)之數量，可得到當年度(N)需要增購之網路元件數量。於此除考量需求變動的增購外，也會檢查若有設備已達使用年限，且用量需求仍存在時，也須進行增購。

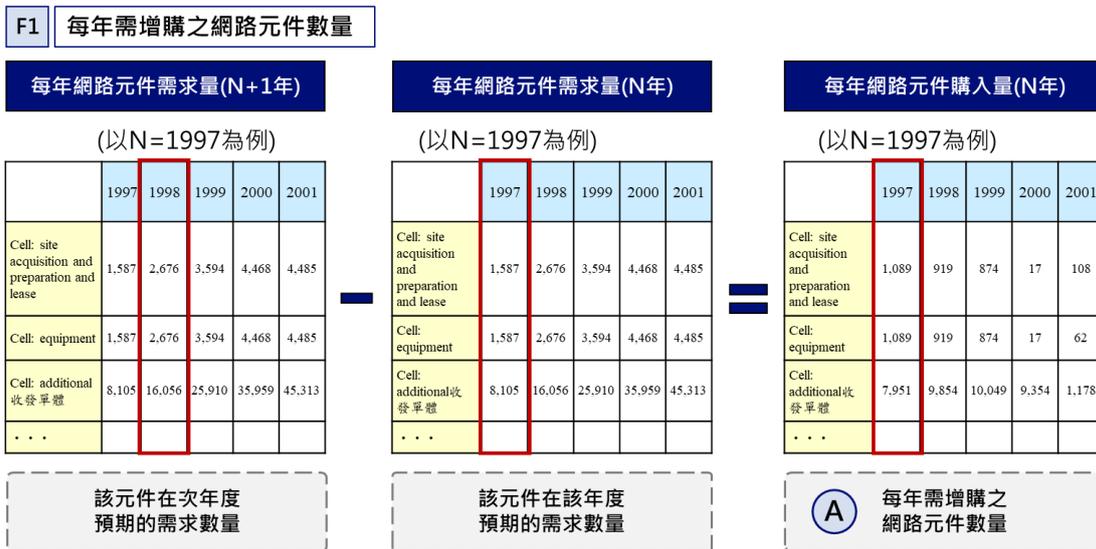


圖 5-21 每年需增購之網路元件數量計算

資料來源：研究團隊製作

二、 F2：網路元件總服務傳輸量

計算需增購之網路元件數量後，下一步則透過路由因子來分離計算成本，由於 LRIC 模型中網路的各項設備可以在語音與數據服務共用，因此需要透過路由因子轉換並細分出網路元件。將市場狀況中各服務使用量進行單位之轉換及統一，可加總出各設備之服務使用總量(分鐘數)，亦即網路中各項元件所實際使用的語音分鐘數為何，此數值即是各項設備之服務使用總量。

F2 網路元件總服務傳輸量

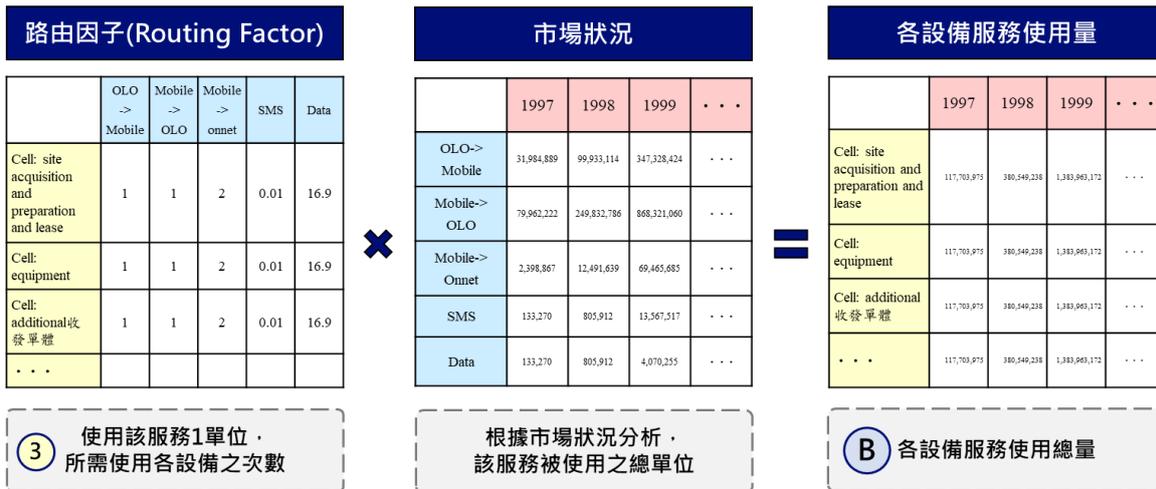


圖 5-22 網路元件總服務傳輸量計算

資料來源：研究團隊製作

三、 F3：單位服務之投資成本 (CAPEX) 經濟現值

為計算投資成本之經濟折舊，先運用計算出之每年新購之設備數量 (F1) 及合理的設備購買單價，計算出每年度之購買總成本 (CAPEX)。其中，由於技術進步以及訂購量上升，理論上設備單價應隨技術發展持續下跌。計算出每年度購買總成本之後，再基於經濟折舊之概念，結合 WACC、各年度設備購入總成本與各年度設備服務傳輸量，計算出單位服務之投資成本經濟折舊現值。

F3 單位服務之投資成本(CAPEX)經濟現值

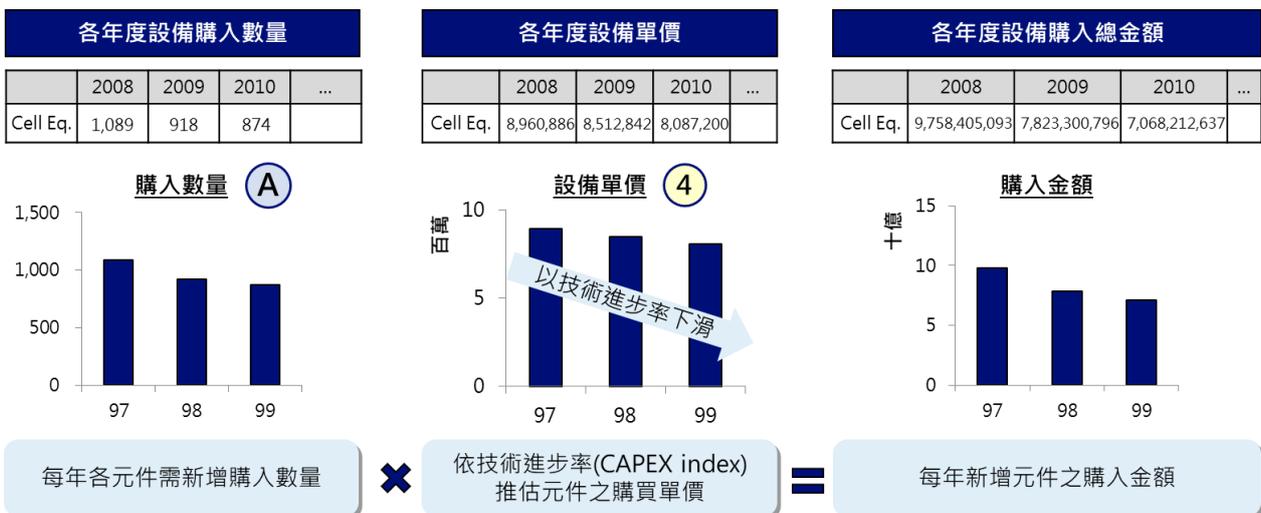


圖 5-23 各年度設備投資成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

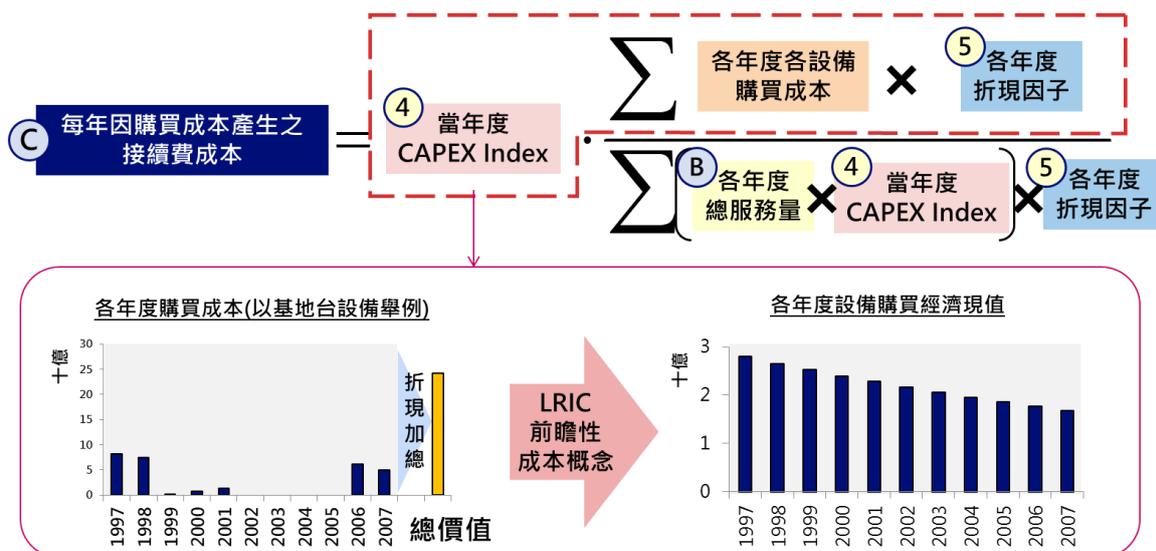


圖 5-24 因投資成本產生之接續費成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

四、 F4：單位服務之維運成本（OPEX）經濟現值

為計算維運成本之經濟折舊，先使用每年設備布建總量乘上其每年維運成本單價，加總得每年度設備維運總成本。計算出每年設備維運總成本之後，便可以按照 LRIC 計算公式，結合設備維運成本、WACC 以及總服務量，計算每年的設備維運攤分金額。

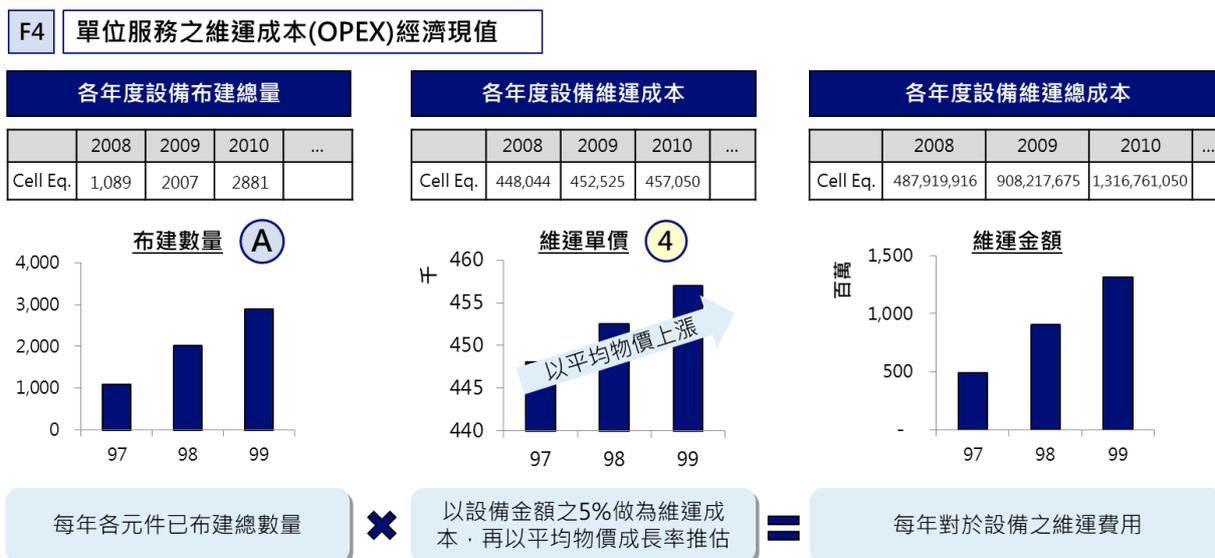


圖 5-25 各年度設備維運成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

F4 單位服務之維運成本(OPEX)經濟現值

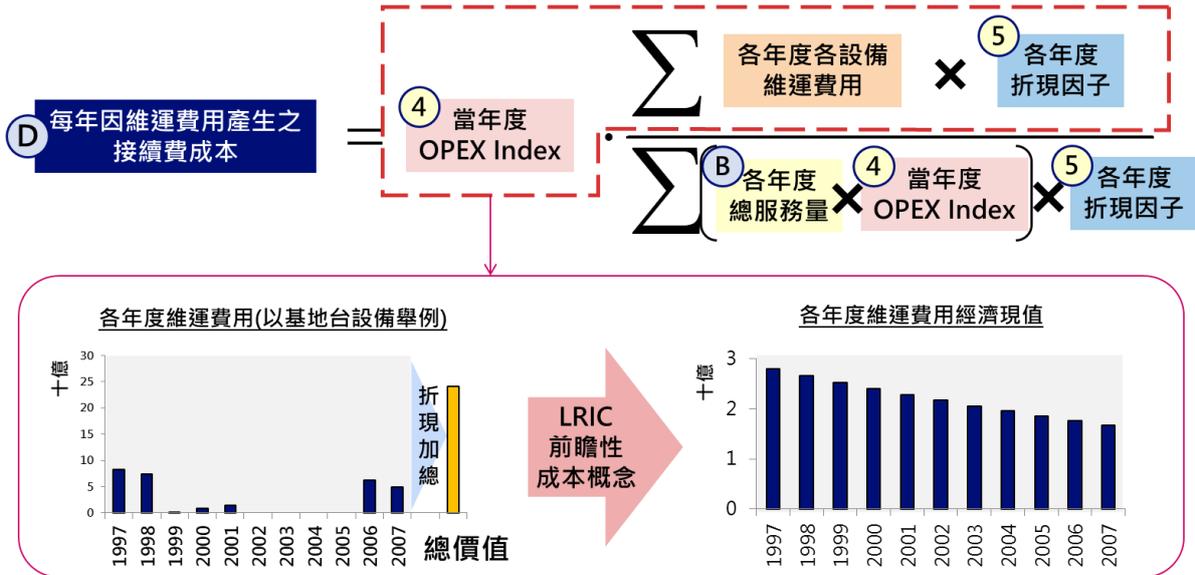


圖 5-26 因維運成本產生之接續費成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

五、 F5：接續費結果計算

最終，計算出因投資成本 (CAPEX) 產生之接續費成本以及因維運成本 (OPEX) 產生之接續費成本之後，進行兩者加總，並透過路由因子表，將各元件產生的接續費轉換成各服務產生的接續費，並選擇網外受話服務所產生之成本，作為接續費的最終產出。

F5 接續費計算方式

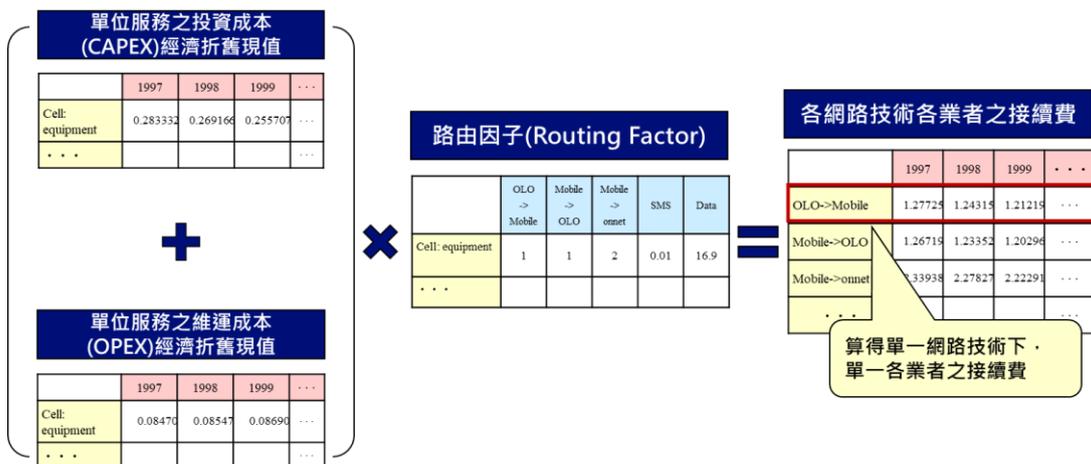


圖 5-27 接續費結果演算方式

資料來源：研究團隊製作

第四節 接續費模型計算結果導入規劃

最後模型所計算出之接續費結果，將先進行總體經濟的調整，以降低因計算時間差異對成本費率的影響，因此透過由行政院主計總處編製之消費者物價指數（CPI）的年複合成長率來調整每一年的接續費率結果。本模型以監理期間物價指數成長作為長期趨勢進行推估，以符合市場長期的經濟變動。且由於我國央行對我國物價長期控制於一相對穩定區間，以上期模型至今（108年至112年）的物價指數年均複合成長率約為1.699%。行動通信網路接續費（以下簡稱MTR）計算結果調整公式如下：

- $MTR_{114}(\text{調整後}) = MTR_{114}(\text{調整前}) * (1 + \text{物價指數年複合成長率}_{108-112})$
 - $MTR_{115}(\text{調整後}) = MTR_{115}(\text{調整前}) * (1 + \text{物價指數年複合成長率}_{108-112})^2$
- 以此類推…

本期延續我國前期模型做法，同時參考英國與葡萄牙，在模型最終計算出之接續費率後，預計仍會以平滑導入方式進行調整。透過平滑導入機制，降低因模型更新產生之費率落差進而對業者造成瞬間衝擊，藉由管制期間四年內逐步調整，在最後一年調降至模型最終數值，除了保障業者在調整期間仍可以保有一定的收入，也讓業者有時間針對未來的接續費率進行調整，符合LRIC模型所提倡的，建設效率化之電信網路。平滑調整計算如下：

- $CAGR = [MTR_{117}(\text{模型預估}) / MTR_{113}(\text{既有公告費率})]^{(1/4)} - 1$
 - $MTR_{114} = MTR_{113}(\text{既有公告費率}) * (1 + CAGR)$
 - $MTR_{115} = MTR_{114} * (1 + CAGR)$
- 以此類推…

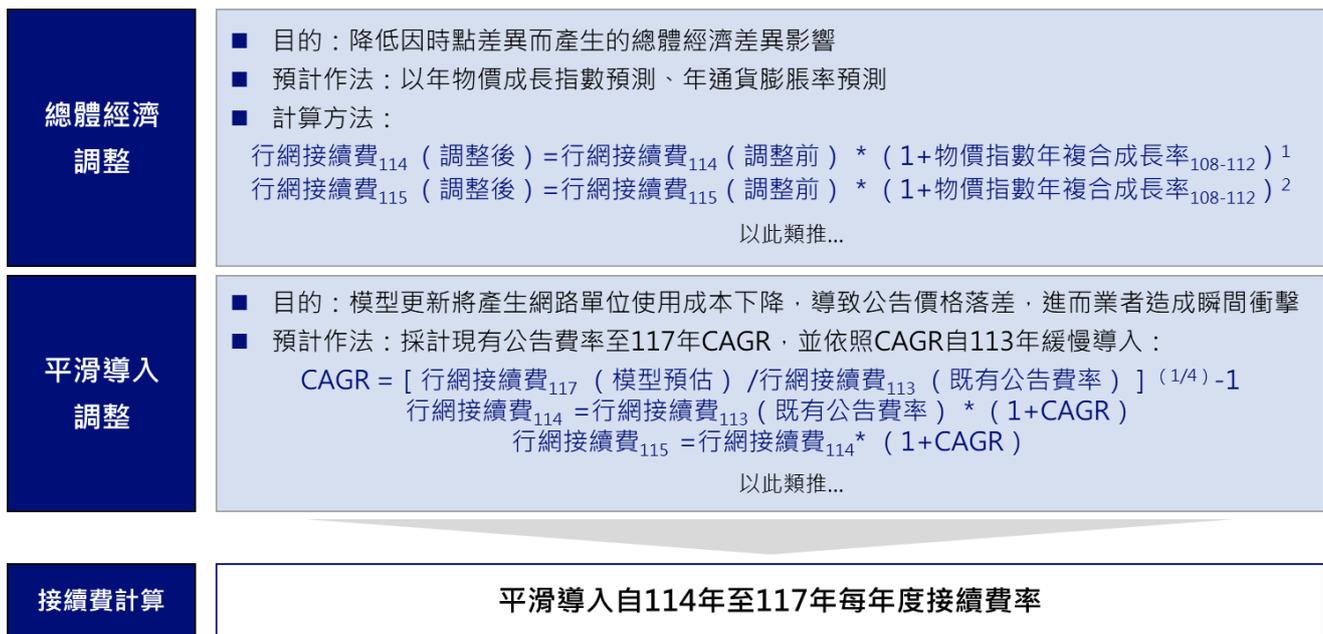


圖 5 -28 我國接續費率導入調整方式建議

資料來源：研究團隊製作

第五節 本期模型修改部分說明

為忠實反映網路架構與接續費，團隊參考各方意見後，除了於原 LTE 網路架構中新增 5G NSA 通話情境外，同時針對模型進行兩處修改，包含網外通話情境修正設定以及延長模型計算區間：

一、 VoLTE 用戶網外通話情境修正

108 年之行網接續費成本模型設定上，設定 VoLTE 用戶之通話一律經由 LTE (4G) 網路元件處理，若為網外通話，訊號再經由 UMTS (3G) 網路之路由轉入 UMTS 的網路連接點 (Point of Interconnection, POI) 進行跨網傳輸，即 UMTS 網路模組中的 MGW 元件。

本次進行行網接續費模型之檢視時，為因應 113 年 3G 網路關閉，模型將假設業者將於 113 年後具有 VoLTE 語音互連的能力，因此新增 LTE 網路專屬之 POI 做為 IP 語音傳輸元件 (即 TrGW)，並根據 7 月 13 日「行動通信網路成本模型及接續費」座談會中業者意見，保留傳統 3G 網路的 MGW 設備作為傳統 TDM 市話語音傳輸元件。

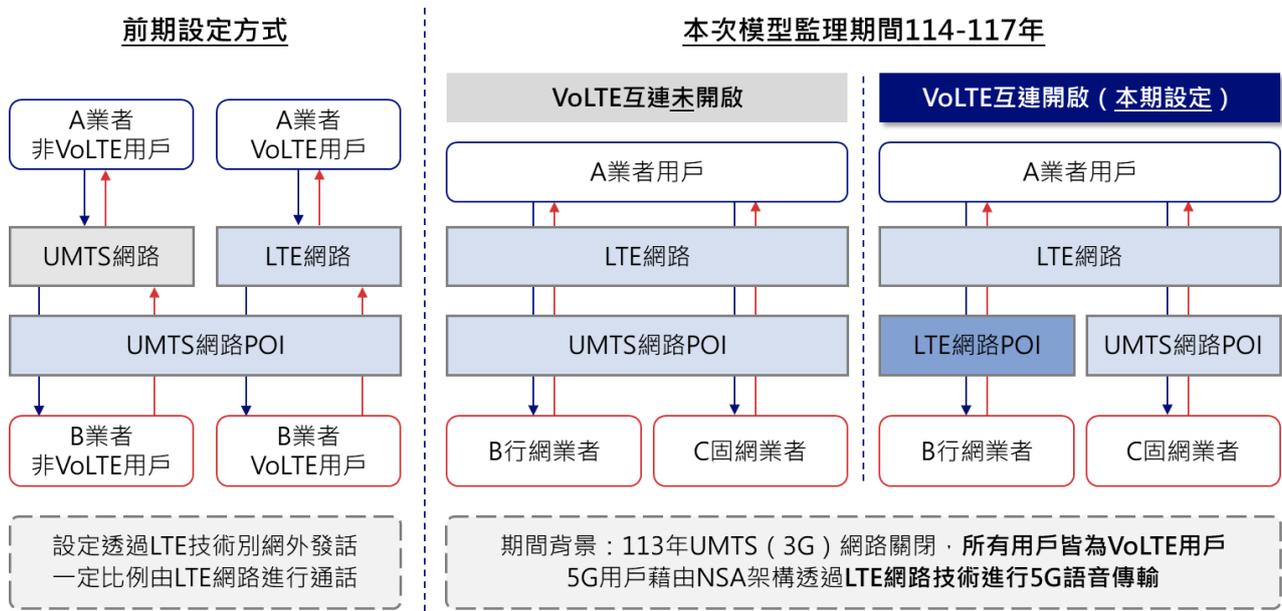


圖 5 -29 VoLTE 用戶網外通話情境說明

資料來源：研究團隊製作

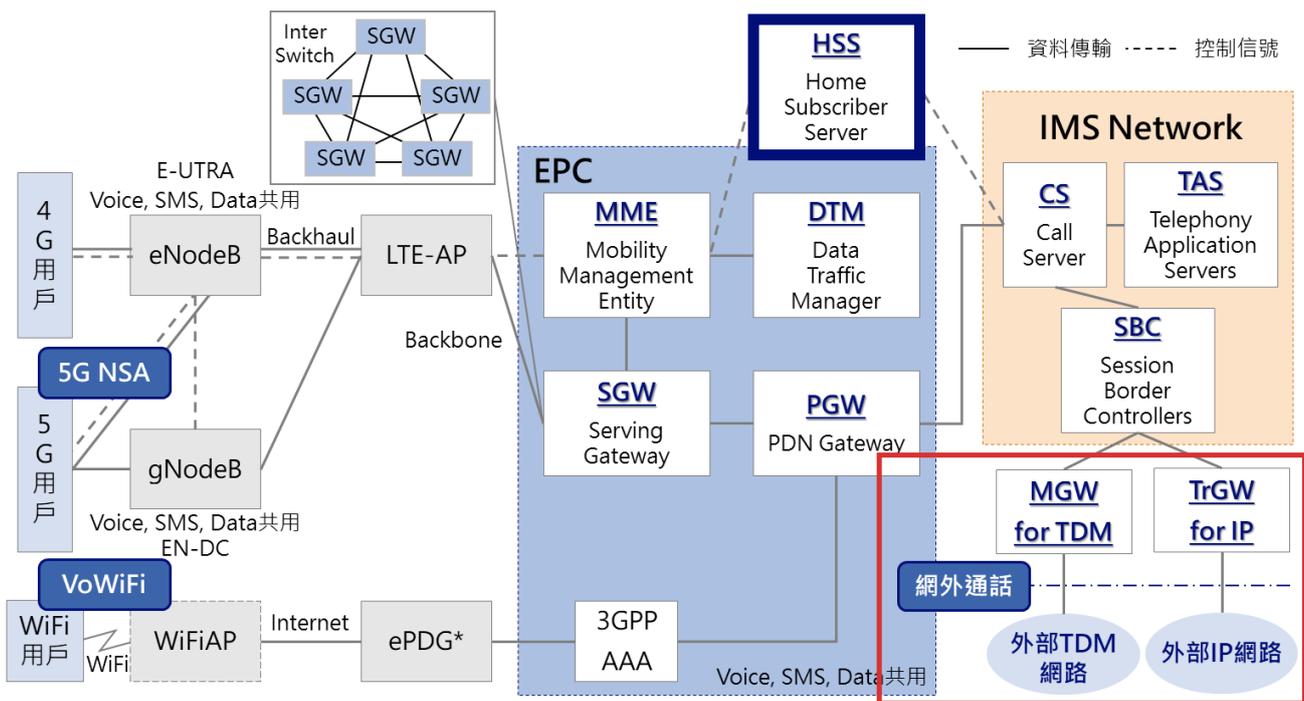


圖 5-30 VoLTE 用戶網外通話之網路架構

資料來源：研究團隊製作

二、 整體模型時間區間延長

前期模型設定中，涵蓋的時間跨度為 86 年至 122 年，共計 37 年，然而本期行網接續費模型管制期間為 114 年至 117 年間，若以 117 年算起，距離模型中設定之最末年 122 年，僅剩下 5 年期間。根據「全元件長期增支成本法」的核心理念，模型期間跨度至少需長於設備壽命，方能反映模型元件從建設、部署至汰換的完整過程，故進行接續費模型的設定與更新時，研擬延長模型時間跨度，使得模型管制期間可以符合模型之精神。

有關模型時間跨度之延長，需要有可供參照之時間點。前期模型設定中，技術涵蓋至 4G 網路，而 4G 業務的頻譜執照年限為 122 年，故設定整體模型時間跨度至 122 年終止。本期模型涵蓋 5G 業務用戶數與話務量，並於 LTE 網路中新增 5G 基地臺相關設備，意即最終費率計算中已考慮 5G 基地臺建置與維運成本，因此模型應相應延長至 5G 頻譜執照年限 129 年，故本期模型建議採用 129 年作為模型計算之最末年。

第六章 行網接續費模型參數輸入

第一節 市場狀況參數輸入說明

網路市場狀況用於計算網路設計中，各個網路元件的理想網路元件數量。而網路市場狀況之預估，主要根據業者實際 4G 與 5G 用戶之數量與通訊量進行計算。研究團隊已透過通傳會發公文予我國五個電信業者，蒐集 108 年 1 月至 112 年 5 月的資料。蒐集項目如下圖所列。

用戶數 相關	4G	總用戶數	VoLTE總用戶數	單月總轉出用戶數	單月總轉入用戶數	
	5G	總用戶數		單月總轉出用戶數	單月總轉入用戶數	
通訊量 相關	4G	4G網外發話總分鐘數	4G網外受話總分鐘數	4G網內發話總分鐘數 (4G->4G) : CSFB	4G網內發話總分鐘數 (4G->4G) : VoLTE	
		4G網內發話總分鐘數 (4G->5G) : CSFB	4G網內發話總分鐘數 (4G->5G) : VoLTE	單月簡訊總數(封)	單月數據總傳輸量 (Mbytes) : 含語音之總數據量	單月數據總傳輸量 (Mbytes) : 不含語音之總數據量
	5G	5G網外發話總分鐘數	5G網外受話總分鐘數	5G網內發話總分鐘數 (5G->4G) : CSFB	5G網內發話總分鐘數 (5G->4G) : VoLTE	
		5G網內發話總分鐘數 (5G->5G) : CSFB	5G網內發話總分鐘數 (5G->5G) : VoLTE	單月簡訊總數(封)	單月數據總傳輸量 (Mbytes) : 含語音之總數據量	單月數據總傳輸量 (Mbytes) : 不含語音之總數據量
基地台相關	抽樣地區(12個三級行政區)之各類基地台數量					

圖 6-1 向電信業者蒐集資料項目

資料來源：研究團隊製作

我國於 103 年開放 4G (LTE) 業務，2G 及 3G 業務執照分別於 106 年 6 月和 107 年 12 月到期，108 年起我國電信市場僅剩下 4G 業務。以行動通信技術來看，2G 網路已經關閉；3G 網路作為語音通訊網路持續提供服務，而 4G 網路主要提供數據傳輸服務。雖五家業者已開放 VoLTE 語音通話服務，然而僅限 VoLTE 用戶網內通話使用，VoLTE 互連仍需要各業者之 VoLTE 用戶達到一定規模才會開始考慮。綜上所述，本期之網路上的設定，設定為 UMTS (3G) 關閉、LTE 網路續存且互連之情況。

模型中將針對我國行動通信技術的演變進行市場參數設定，根據我國電信業者 113 年關閉 3G 網路的規劃，屆時行動語音通信將不再透過 CSFB 由 LTE 網路回退至 3G 網路進行傳輸，而是全面改採 VoLTE 的方式作為新型語音通話功能。因此在網路架構的部分，模型將假設業者將於 113 年具有完全 VoLTE 互連的能力，模型中的 UMTS 模組也會相應關閉。

在 5G 發展的部分，模型分別導入 NSA 與 SA 兩個網路架構，雖然我國已於 109 年開始提供 5G 相關服務，但直至目前為止業者仍是採用 NSA 的網路架構，藉由 LTE 網路進行傳輸，其語音的傳輸模式與 4G 相同為 VoLTE。因此在模型的 LTE 模組中將會增加納入 5G 基地臺的計算範圍，但在核心網路語音接續的部分仍為 LTE 的架構。而在 SA 部分中，將建置 5G 的 SA 核心網路，其語音傳輸技術則為 VoNR (Voice over New Radio)，透過參數逐漸調整比例完成核網建置。然而，不論國內外運營商的 SA 建置仍多著眼於企業專網、垂直場域等應用，而非聚焦暫呈下滑的行動通信語音市場，同時經過與公開座談會與業者訪談，目前 VoNR 整體規劃尚未明朗，仍須視消費者需求再進行討論，因此初步假設 VoNR 於本次監理期間 (114 年至 117 年) 並未開始提供服務，而將於我國 4G 執照最後到期年 (122 年)，5G 的核網必須準備完成可提供 VoNR 服務。

由於 LRIC 計算方法須估計未來行動通信話務量，因此先推估未來的行動通信用戶數量。在模型市場狀況計算中，先輸入業者於前期及本次新提供的用戶數量，計算出我國行動通訊總用戶量於 108 年至 111 年間約佔總人口數 126% (行動通信業務用戶數/總人口數)，由於假設未來行動通訊用戶比例未有太大變化，設定人口推估數之 1.26 倍作為未來用戶數的推估值，其中人口推估採計國發會人口低推估數⁶¹。計算可得未來業務別用戶量如下圖。

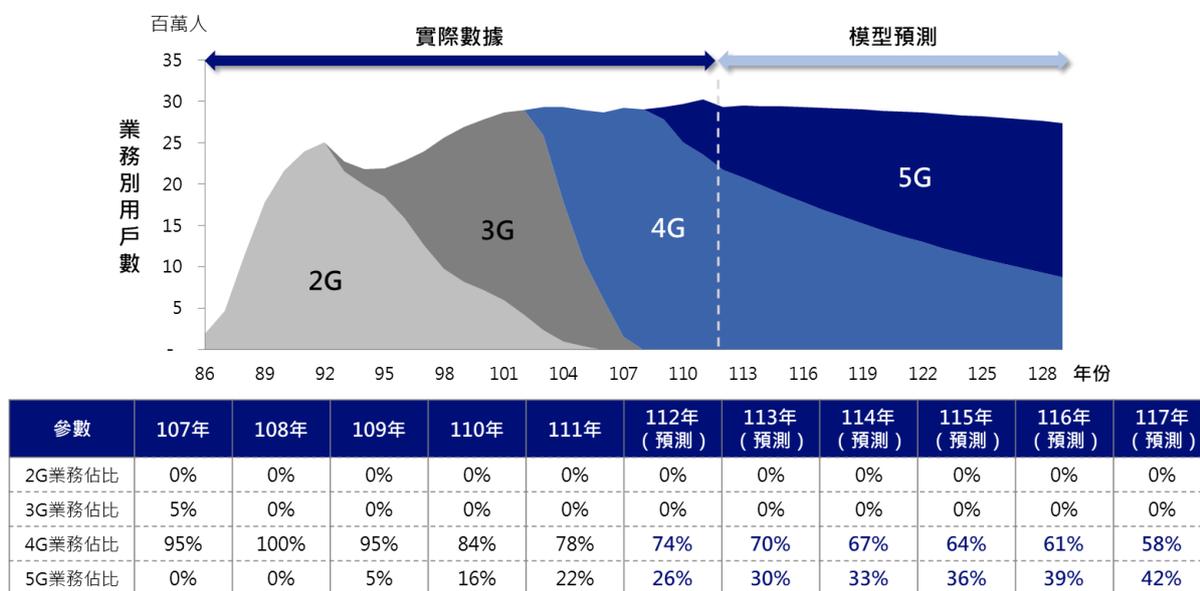


圖 6-2 業務別用戶數變化與預估

資料來源：研究團隊製作

⁶¹ 總人口數-低推估,人口推估查詢系統, 國家發展委員會

在 113 年 3G 網路全面關閉前，延續前期模型的推估方式，考慮到手機目前仍有 3G 及 4G 手機共存的情形，即使為 4G 業務門號，用戶若使用 3G 手機，用戶仍然只能接取 3G 網路，此情況稱該用戶為「4G 業務別用戶」，然而技術上由於該用戶只能使用 3G 網路，稱之為「3G 技術別用戶」。而在 5G SA 建置完成開始啟用 VoNR 服務後，將透過不同語音技術別之參數進行比率設定。將業務別用戶數根據前述業務與技術別假設，計算業務別轉換至技術別的用戶量，後續話務量便可透過用戶別比例進行換算，以符合網路使用現況。



註1：普及率 = 行動通訊業務用戶數 / 總人口

圖 6-3 用戶數推估與轉換

資料來源：研究團隊製作

也就是說，在 3G 網路關閉前，考量仍有行動通訊用戶使用之手機可能不支援 4G 網路技術，因此依各情境之各業務別用戶持有手機對網路技術之支援比例，轉換得到各技術別用戶數。4G 業務用戶於 103 年商轉時假設 92% 持有可支援 LTE 之終端設備，比例持續成長，預計於 112 年可以到達 94%。然而至 113 年 3G 網路全面關閉後，持有僅支援 UMTS 之終端設備的用戶須更換手機，4G 業務用戶持有可支援 LTE 終端設備之比例始達 100%。由於自 109 年 5G 業務開始啟用後，我國業者目前皆透過 NSA 網路提供 5G 服務，5G 業務用戶仍皆計入 LTE 技術用戶。然在未來 SA 網路建設完備始可提供 VoNR 服務後，透過不同語音技術別之參數進行比率設定，模型中假設於我國 4G 執照最後到期年（122 年），SA 網路建設完備後，5G 業務用戶中分別透過 VoLTE 與 VoNR 進行語音傳輸的比例約為 90%：10%。

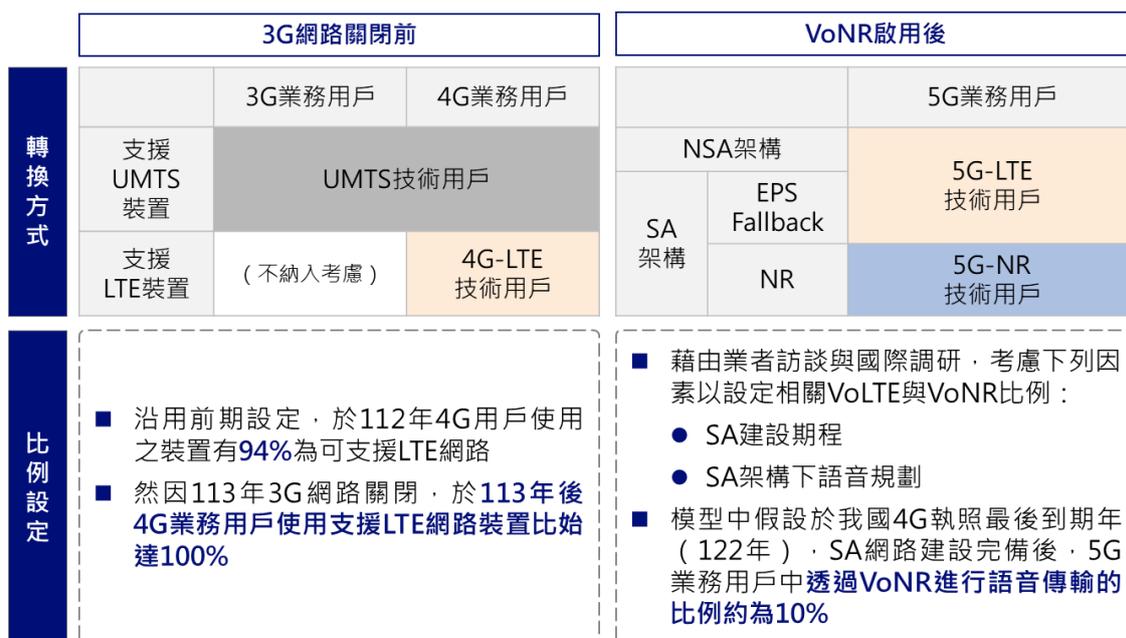


圖 6-4 用戶業務別轉技術別之作法說明

資料來源：研究團隊製作

由技術別用戶轉換後，我國技術別用戶分布如下圖，此數值在之後話務量進行業務別到技術別的轉換時，可作為轉換比例之參考。

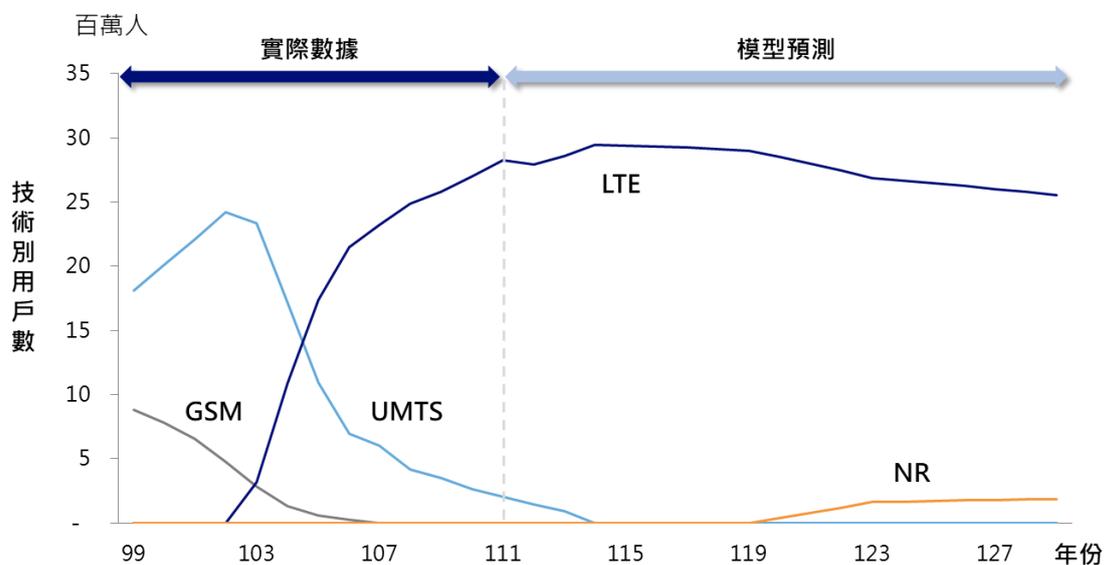


圖 6-5 技術別用戶數變化與預估

資料來源：研究團隊製作

接著再就話務量的部分進行業務別與技術別之轉換，將業者提供的實際業務別通話狀況轉換成技術別通話量。作法如下，先將個別業務用戶之年平均通話分鐘數 m (3G/4G/5G) 算出，將個別技術用戶數 U (UMTS/LTE/5G) 乘上個別業務

用戶之年平均通話分鐘數 m (3G/4G/5G) 先獲得一個過程中的個別技術用戶通話分鐘數 M' (UMTS/LTE/5G)。再依過程中個別技術用戶通話分鐘數之比例 M' (UMTS/LTE/5G) / M' (Total) 劃分總用戶通話分鐘數 M (Total) 以得最終個別技術用戶通話分鐘數 M (UMTS/LTE/5G)。最後再依業務別與技術別之差距倍數 A (UMTS/LTE/5G) 進行各通話型態的通話分鐘數調整。其中 5G 技術通話分鐘數應再分為 LTE 技術及 NR 技術，然在 VoNR 啟用前仍皆同屬 LTE 技術用戶。UMTS (3G) 網路將在 113 年時關閉，因此 113 年之後將不再計入 UMTS 網路。

而 112 年以後之話務量推估，由於國內行動通訊用戶近年來語音使用之習慣明顯改變，因此將修改前期估算方式推估。首先假設整體用戶平均年通話量維持 109 至 111 年之 CAGR 以 -10.01% 持續下降。前期假設每名用戶平均年通話量最低為 600 分鐘，然而近年來話務量下滑速度過快，111 年實際數值已低於 108 年假設之數值，故重新進行假設，將每名用戶平均年通話量設定在最低 300 分鐘。

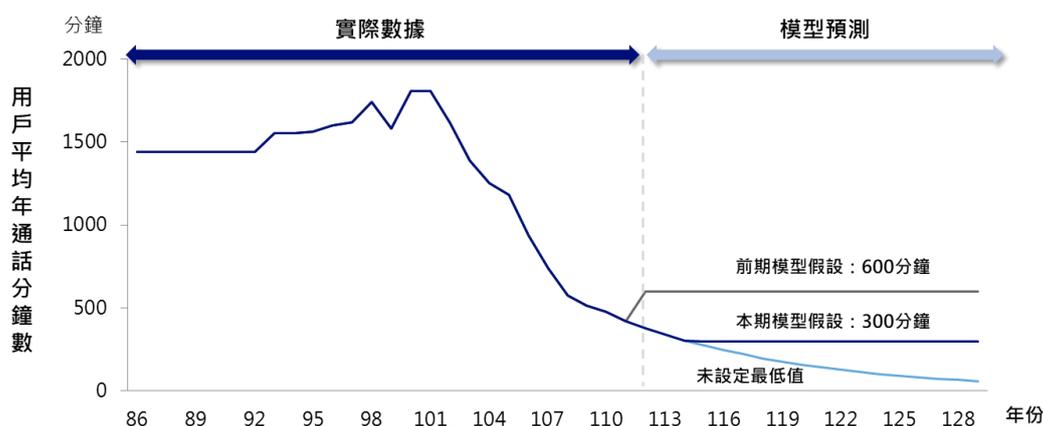


圖 6-6 技術別話務量計算與預測

資料來源：研究團隊製作

設定好平均年通話量後，依據平均年通話量與各年度技術用戶數，計算出未來整體、LTE 技術用戶、5G 技術用戶 (含 LTE 與 NR) 之總通話分鐘數。再依據 111 年個別話務類型 (包含：網外發話、網外受話、網內 4G 撥至網內 4G、網內 4G 撥至網內 5G 等) 之佔比分攤。另外，對於簡訊和數據傳輸量等訊務量將延續前期作法，假設業務用戶使用習慣與技術用戶一致，依據使用技術用戶增減比例推估。於模型中仍需要將各種話務類型，依據發話端與受話端之網路，分為網外受話、網外發話與網內發 (受) 話三大類。此外，網外發受話除了與同業者其他技術用戶之間的通話行為以外，亦包含與其他業者以及固網之通話行為；網內通話的話，則僅限為同一業者之同技術用戶間之通話行為。

第二節 基地臺數量計算方式說明

當使用覆蓋面積法計算基地臺數量時，需要考慮基地臺覆蓋半徑會因地理區域類型不同而有所差異，如於人口壅擠地區，覆蓋半徑可能受建築物遮蔽影響，因此實際可覆蓋半徑較小。覆蓋半徑之設定，於本模型中會分成四種地區類型進行計算：人口密集區（每平方公里 10,000 人以上）、城市（每平方公里 1,000-9,999 人）、二線城市（每平方公里 128-999 人）、偏遠地區（每平方公里 127 人以下）。於每個地區類型中，將鄉鎮市以人口密度進行排序，並以第一四分位、第二四分位、第三四分位作為抽樣點，以此三個抽樣點計算出之基地臺覆蓋半徑平均作為該地區基地臺覆蓋半徑之設定值。以內政部所公告之 111 年鄉鎮市區戶口數資料進行整理後，實際抽樣結果如下表。

表 6-1 各地區類型抽樣分區結果

定義		抽樣分區		
地區類型	人口密度	第一四分位	第二四分位	第三四分位
人口密集區	10,000 人/km ² 以上	新北市新莊區	臺北市萬華區	臺北市中山區
城市	1,000-9,999 人/km ²	臺南市南區	桃園市蘆竹區	臺中市大肚區
二線城市	128-999 人/km ²	苗栗縣苑裡鎮	南投縣名間鄉	宜蘭縣員山鄉
偏遠地區	127 人/km ² 以下	臺東縣鹿野鄉	臺南市南化區	高雄市那瑪夏區

資料來源：研究團隊製作

抽樣地區之覆蓋半徑計算，透過向各業者取得該地區之基地臺數 (N)，藉由六角形面積公式以抽樣地區有效覆蓋面積 $A = (2.6 \times r^2) \times N$ 計算出基地臺覆蓋半徑 (r)。另因不同頻段特性不同，由各業者資料依頻段分開計算出之覆蓋半徑進行平均，計算出該區各頻段之平均覆蓋半徑，以上演算方式說明如下圖所示。

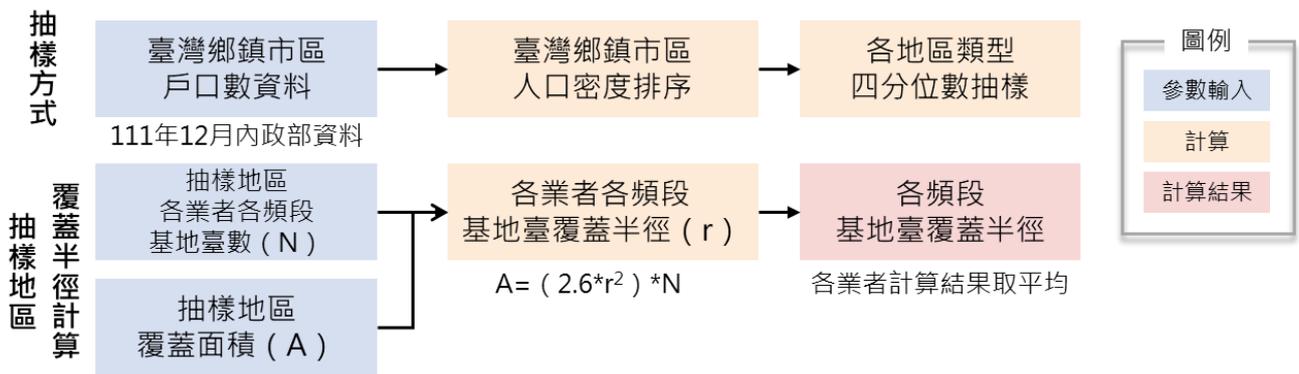


圖 6-7 基地臺抽樣與覆蓋半徑之演算方式

資料來源：研究團隊製作

在計算覆蓋半徑時，須透過設定覆蓋率參數去計算抽樣行政區之有效覆蓋面積，由於我國的電信運營商多年來一直致力於 4G 網路的覆蓋，4G 網路的建設已經非常成熟，因此地理覆蓋率的估算可以延續之前的數據。除了偏遠地區外，由模型設定上網路建設地理覆蓋率從開台時 30%起維持此每年 20%的成長幅度，4G 網路至 107 年後達建設高峰，而 5G 網路至 113 年後達高峰。如下圖所示。

4G覆蓋率	103年	104年	105年	106年	107年	108年	109年	110年	111年	112年	113年
人口密集區	30%	50%	70%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
城市	30%	50%	70%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
二線城市	30%	50%	70%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
偏遠地區	4%	8%	14%	26%	26%	26%	26%	26%	26%	26%	26%
5G覆蓋率	103年	104年	105年	106年	107年	108年	109年	110年	111年	112年	113年
人口密集區	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	50%	70%	90%	100%
城市	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	50%	70%	90%	100%
二線城市	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	50%	70%	90%	100%
偏遠地區	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	8%	14%	26%	26%

圖 6-8 4G/5G 覆蓋率推估

資料來源：研究團隊製作

4G 覆蓋半徑以新北市新莊區為例，下圖之基地臺數量即為根據今年六月向業者索取的不同頻段之實際基地臺數量 (N)，另新莊區之有效覆蓋面積 (A) 為 19.7383 平方公里 (即 19.7383 平方公里*覆蓋比率 100%) 將電信業者之基地臺數量，分別帶入公式， $r = (A/2.6/N)^{(1/2)}$ ，如以中華電信之低頻頻譜為例，基地臺數量為【X】台，帶入公式後計算結果為 $(19.7383/2.6/【X】)^{(1/2)} = 【X】$ (km)。5G 覆蓋半徑採用相同計算邏輯，僅為覆蓋比率設定不同於 4G。

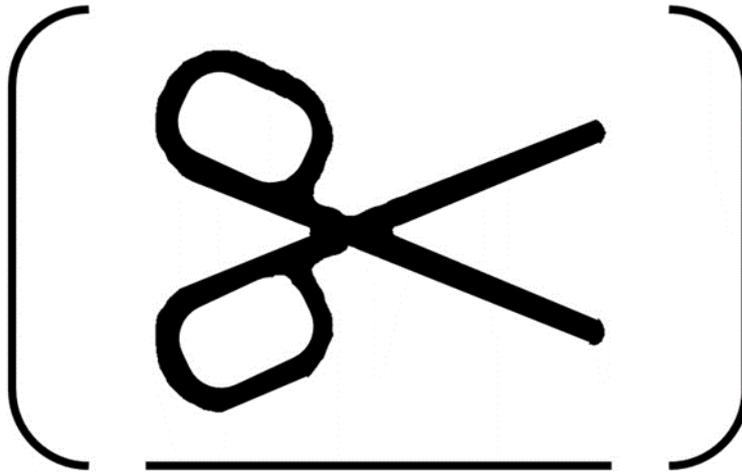


圖 6-9 4G 覆蓋半徑計算範例－新北市新莊區
資料來源：通傳會，研究團隊製作

基地臺數量抽樣結果如下表整理。

表 6-2 各地區類型 4G 抽樣基地臺數量

定義		抽樣分區－700/900MHz 基地臺數量		
人口密集區	10,000 人/km ² 以上	新北市新莊區	臺北市萬華區	臺北市中山區
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】
城市	1,000-9,999 人/km ²	臺南市南區	桃園市蘆竹區	臺中市大肚區
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】
二線城市	128-999 人/km ²	苗栗縣苑裡鎮	南投縣名間鄉	宜蘭縣員山鄉
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】
偏遠地區	127 人/km ² 以下	臺東縣鹿野鄉	臺南市南化區	高雄市那瑪夏區
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】

資料來源：研究團隊製作

表 6-3 各地區類型 5G 抽樣基地臺數量

定義		抽樣分區—3.5GHz 基地臺數量		
人口密集區	10,000 人/km ² 以上	新北市新莊區	臺北市萬華區	臺北市中山區
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】
城市	1,000-9,999 人/km ²	臺南市南區	桃園市蘆竹區	臺中市大肚區
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】
二線城市	128-999 人/km ²	苗栗縣苑裡鎮	南投縣名間鄉	宜蘭縣員山鄉
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】
偏遠地區	127 人/km ² 以下	臺東縣鹿野鄉	臺南市南化區	高雄市那瑪夏區
	中華電信	【✕】	【✕】	【✕】
	台灣大哥大	【✕】	【✕】	【✕】
	遠傳電信	【✕】	【✕】	【✕】

資料來源：研究團隊製作

將上述各分區之基地臺數量帶入公式計算可得覆蓋半徑，而後將三大電信業者結果進行平均，可得各分區之覆蓋半徑計算結果。4G 基地臺抽樣覆蓋半徑如下表所示，人口密集區因用量集中且建物數量多，因此平均覆蓋半徑為 0.22 公里，而城市、二線城市，以及偏遠地區平均覆蓋半徑則分別為 0.601 公里、1.169 公里，與 1.381 公里。

表 6-4 各地區類型 4G 抽樣覆蓋半徑

抽樣分區—700/900MHz 覆蓋半徑 (km)				
人口密集區	地區	新北市新莊區	臺北市萬華區	臺北市中山區
	分區覆蓋半徑	0.263	0.218	0.181
	平均覆蓋半徑	0.220		
城市	地區	臺南市南區	桃園市蘆竹區	臺中市大肚區
	分區覆蓋半徑	0.539	0.590	0.701
	平均覆蓋半徑	0.601		
二線城市	地區	苗栗縣苑裡鎮	南投縣名間鄉	宜蘭縣員山鄉
	分區覆蓋半徑	1.032	1.143	1.332
	平均覆蓋半徑	1.169		
偏遠地區	地區	臺東縣鹿野鄉	臺南市南化區	高雄市那瑪夏區
	分區覆蓋半徑	0.910	1.081	2.154
	平均覆蓋半徑	1.381		

資料來源：研究團隊製作

同理 5G 基地臺抽樣覆蓋半徑如下表所示，人口密集區、城市、二線城市，以及偏遠地區平均覆蓋半徑分別為 0.207 公里、0.531 公里、1.18 公里，與 1.854 公里。

表 6-5 各地區類型 5G 抽樣覆蓋半徑

抽樣分區—3.5GHz 覆蓋半徑 (km)				
人口密集區	地區	新北市新莊區	臺北市萬華區	臺北市中山區
	分區覆蓋半徑	0.247	0.197	0.176
	平均覆蓋半徑	0.207		
城市	地區	臺南市南區	桃園市蘆竹區	臺中市大肚區
	分區覆蓋半徑	0.453	0.507	0.633
	平均覆蓋半徑	0.531		
二線城市	地區	苗栗縣苑裡鎮	南投縣名間鄉	宜蘭縣員山鄉
	分區覆蓋半徑	1.078	1.147	1.314
	平均覆蓋半徑	1.180		
偏遠地區	地區	臺東縣鹿野鄉	臺南市南化區	高雄市那瑪夏區
	分區覆蓋半徑	1.223	1.429	2.911
	平均覆蓋半徑	1.854		

資料來源：研究團隊製作

設定上述半徑後，根據第 3 章第 2 節基地臺數量計算方式，於模型中會以覆蓋面積法和通信能力法同步計算後，取其中之大值計。於本次監理期間，模型計算五家業者基地臺數量合計結果如下。因目前尚未有 VoNR (5G SA) 話務量的發生，因此於模型中設定於監理期間 NR 網路未啟用，而該表列出之 LTE (4G & 5G NSA) 網路基地臺數量包含 4G 與 5G 基地臺，其中 5G 基地臺尚考量可藉由改建既有 4G 基地臺進行服務之實際建置情況。

表 6-6 LTE 網路基地臺總數計算結果

年度	114 年	115 年	116 年	117 年
基地臺總數 (站)	【×】	【×】	【×】	【×】

資料來源：研究團隊製作

第三節 加權平均資金成本率說明

根據我國《市場顯著地位者會計制度及會計處理準則》，明訂我國在各種電信服務作業上若有設算資金成本之需要時，所適用的計算原則與步驟。其公司整體之加權平均資金成本率（WACC），應同時考量專案借款利率、一般負債資金成本率及自有資金成本率。然而國際間採 LRIC 模型進行電信網路使用成本計算時，普遍使用稅前 WACC（ $WACC_{pre-tax}$ ），且我國前期接續費模型亦採稅前 WACC，因此本次行動通信網路接續費成本模型中亦將使用稅前 WACC 作為計算。

WACC 中自有資金成本率有多種計算方式，我國模型則依循國際電信業者間常見作法，採用資本資產定價模型（Capital Asset Pricing Model, CAPM）。CAPM 可以幫助投資者計算風險和報酬之間的關係，協助估算資本資產的價格。該模型假設在市場均衡時，資產的預期收益率由無風險報酬率、市場風險（系統性風險）溢酬和該資產的系統性風險係數（ β ）所構成。已假設投資人可進行多角化投資來完全分散非系統性風險，故此時僅有無法分散的市場風險得獲取風險溢酬，進而對該資產之預期報酬率產生影響。整體 WACC 參數計算方式如下圖所示。

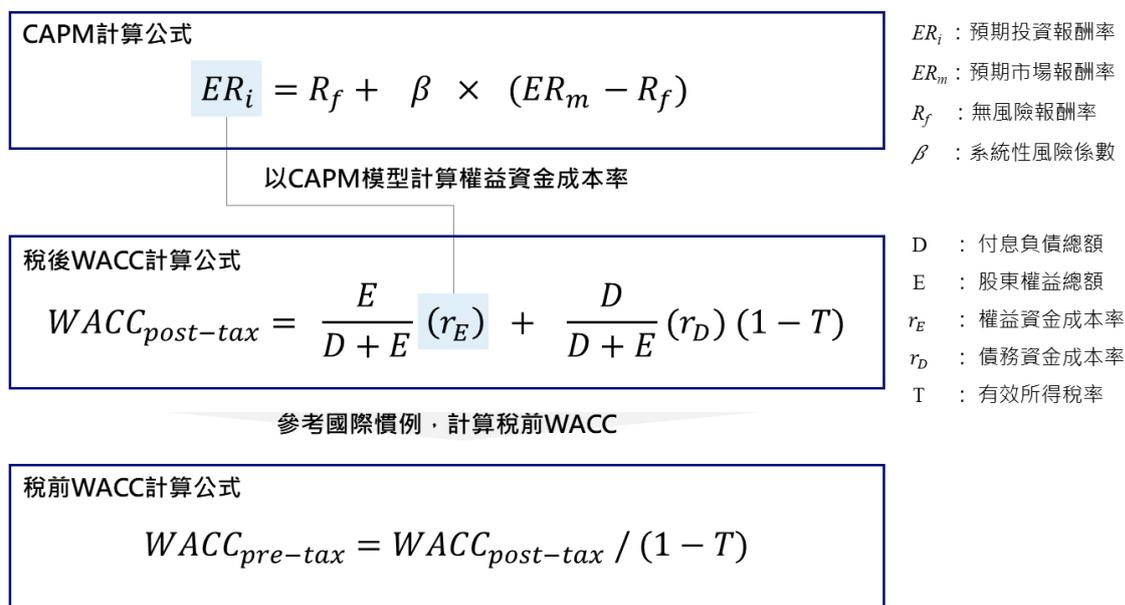


圖 6-10 加權平均資金成本計算公式

資料來源：研究團隊製作

首先透過 CAPM 計算得到預期投資報酬率(ER_i)數值，其中 β 採用 Bloomberg 資料庫 2 年期調整後 β 值（102 個樣本點）⁶²。預期市場報酬率（ ER_m ）則採計 102

⁶² Bloomberg（2021/1/1 – 2022/12/31）：Linear adjusted BETA

年到 111 年，由當年回推十年的臺灣證券交易所之「發行量加權股價報酬指數」年報酬幾何平均，並以中華民國統計資訊網所公布之 102 年至 111 年「十年期政府公債殖利率」⁶³作為無風險報酬率 (R_f)。將前述兩者相減得出當年度的風險溢酬 ($ER_m - R_f$)，將風險溢酬視為一獨立參數，最後再把過去十年所計算之風險溢酬數值進行算術平均，以降低股票市場短期波動所可能造成的偏誤。

預期市場報酬 (ER_m)		無風險報酬 (R_f)		風險溢酬 ($ER_m - R_f$)	
計算年分	計算十年報酬率幾何平均	計算年分	年初與年末平均報酬	計算年分	當年數值相減
102	7.47%	102	1.53%	102	5.94%
103	8.11%	103	1.61%	103	6.50%
104	6.28%	104	1.38%	104	4.90%
105	5.65%	105	0.89%	105	4.76%
106	6.40%	106	1.05%	106	5.35%
107	11.70%	107	0.96%	107	10.74%
108	8.27%	108	0.72%	108	7.55%
109	9.43%	109	0.43%	109	9.01%
110	14.27%	110	0.45%	110	13.82%
111	10.35%	111	1.22%	111	9.13%
				算數平均	7.77%

資料來源：發行量加權股價報酬指數

資料來源：十年期政府公債殖利率

圖 6-11 風險溢酬計算流程

資料來源：臺灣證券交易所、中華民國統計資訊網，研究團隊製作

透過上述數值與各業者公開之 111 年財務報表進行計算後，得出三家電信業者之 WACC，最後透過算術平均可得我國接續費成本模型使用之 WACC 數值。

⁶³ 中華民國統計資訊網：總體統計資料庫-金融統計-利率統計-資本市場利率-政府公債-10 年期

參數 (新臺幣仟元)	中華電信	台灣大哥大	遠傳電信	資料來源
股東權益總額 (E)	876,591,511	333,271,460	214,735,216	民國111年12月30日市值
無風險報酬率 (R _f)		1.22%		民國111年十年期政府公債殖利率
系統性風險係數 (β)	0.392	0.392	0.286	Bloomberg資料庫 (兩年期)
風險溢酬 (ER _m -R _f)		7.771%		10年ER _m -R _f 平均
權益資金成本率 (r _E)	4.266%	4.266%	3.442%	(計算)
利息支付	262,738	737,134	639,597	民國111年財務報表
付息負債總計 (D)	30,720,516	71,296,674	61,096,576	民國111年及110年財務報表
債務資金成本率 (r _D)	0.855%	1.034%	1.047%	(計算)
稅前淨利	47,228,950	16,191,242	11,999,081	民國111年財務報表
所得稅費用	9,228,911	3,219,830	2,293,193	民國111年財務報表
有效所得稅率 (T)	19.541%	19.886%	19.111%	(計算)
WACC (Post-tax)	4.145%	3.660%	2.867%	(計算)
WACC (Pre-tax)	5.152%	4.569%	3.545%	(計算)
平均WACC (算術平均)		4.422%		(計算)

圖 6-12 WACC 參數設定值及計算結果

資料來源：各公司財報、Bloomberg 資料庫、臺灣證券交易所、中央銀行，研究團隊製作

在更新 WACC 數值之時，由於 LRIC 模型之精神為預測未來之模型數值，參考英國與葡萄牙與前期模型作法，過往之 WACC 數值不應更動。因此模型中僅更新 111 年後的 WACC 數值為本期計算出之數值，111 年前之 WACC 維持前期模型計算出之數值，WACC 參數不溯及既往。

第四節 網路設計參數輸入說明

本節主要說明各技術之網路設計參數，包含各元件之能力值（技術參數）及各網路之路由因子。

■ 技術參數

目前我國之行網接續費模型中已經建有 UMTS (3G)、LTE (4G) 網路架構的模組，然由於我國 3G 業務執照已到期且計畫將於 113 年關閉 3G 網路，於本次監理期間內已無 UMTS 網路。同時，我國 4G 網路技術也已發展成熟，電信業者對於 4G 新設備的投資有限，而更著重於 5G 設備的投資與建設，因此 4G 網路之技術參數沿用前期模型設定，設備成本則持續以技術進步率下降。而本期模型所新增的 LTE (5G NSA) 與 NR (5G SA) 模組，則主要參考國際組織或期刊標準，再透過業者訪談資訊進行修正假設。

■ 路由因子

路由因子部分，主要因各個網路元件有可能提供包括網外受話 (OLO→Mobile) 與網外發話 (Mobile→OLO) 及網內通話 (Mobile→Onnet) 與簡訊及數據等服務。計算接續費時，需將網外受話以外的服務排除。在設計的模型計算系統中，將各個網路元件提供網外發受話、網內通話、簡訊與數據服務分開計算服務比重，整理成路由因子表，作為成本拆分的依據。

將網外受話 (OLO→Mobile) 與網外發話 (Mobile→OLO) 設為 1 分鐘通話為 1 單位基礎，計算其他服務在同單位下所需要的服務比重，因此網內通話 (Mobile→Onnet) 則為 2 單位基礎。簡訊計算概念則是把 1 次的簡訊通信量，轉換成等於多少時間的通話單位，計算方式先取得 1 封簡訊平均資料傳輸量，再除以資料傳輸速率即可以得到 1 封簡訊同等的通話時間分鐘數。其中，平均資料傳輸量是每 1 封簡訊，經過網路元件之平均次數乘上 1 封簡訊的資料量；資料傳輸速率是指頻段傳輸簡訊之速率，該數據在模型中設計為可調整欄位。數據計算概念與上述簡訊相同，是將 1MB 數據傳輸量除以數據資料傳輸速率可以得到傳輸 1MB 數據等同的通話時間。

由於 4G 技術開始後為採全 IP 網路化，因此於核心網路不會區分專屬語音或專屬資料傳輸用，但數值意義相同，將不同服務用量轉換成設備使用量，並將簡

訊和資料轉換成以分鐘計，以便與語音使用相同單位進行比較。4G 路由因子設定值多參考前期模型進行設定。其數值計算方式可分為二大類，第一類為編號 4RF-1~4RF-16、5RF-1~5RF-4，以 4RF-1 為例進行說明：

【網外發／受話】由於為全 IP 網路，實際 1 分鐘通話不須佔滿整個頻寬 1 分鐘時間，每秒語音資料量為 23.85 kbit、LTE 通訊速度 2,293.3 kbit/s/channel，實際每秒通話所佔據網路時間為：

$$23.85 / 2293.3 = 0.01040$$

【網內發受話】對於網路元件的負荷相當於**【網外受話】**加**【網外發話】**，因此設定值為：

$$0.01040 + 0.01040 = 0.02080$$

【簡訊 (SMS)】數值代表傳 1 封簡訊相當於多少分鐘的通話時間，以 1 封簡訊大小 40 Bytes、SMS 聲音頻段比率 (SDCCH) 16,000 bits/s 等參數進行轉換：

$$0.00050 = (40 * 8) / (16000 * 60) * 1.5$$

【數據訊務 (Data)】數值代表傳 1MB 的資料，相當於多少分鐘的通話時間，以 IP Overload 比率 12%、LTE 通訊速度 2,293.3 kbit/s/channel、下載頻寬比率 85% 等參數進行計算：

$$0.06668 = 8 * (1 + 12\%) / (60 * (2293.3 / 1024))$$

$$0.05668 = (8 * (1 + 12\%) / (60 * (2293.3 / 1024))) * 0.85 \dots \text{Backhaul、Backbone}$$

第二類數值為編號 4RF17~4RF22，主要因服務閘道器 (Serving Gateway, SGW) 間之骨幹中繼線並非於每一次服務皆有使用需求，因此需額外考量服務發生機率，以 4RF-17 為例：

【網外發／受話、網內發受話】需使用到 SGW 間骨幹中繼線的比例，考量網路架構，SGW 實際有 7 個機房、與 POI 相連 SGW 機房有 3 個，故使用到骨幹中繼線的機率為：

$$0.57 = 1 - 3 / 7 \quad (\text{直接從原 SGW 機房即可進入 POI 的機率}) \quad \dots \text{網外}$$

$$0.86 = 1 - 1 / 7 \dots \text{網內}$$

【簡訊 (SMS)】數值則同發話計算方式，需考慮使用的機率，計算方式為：

$$0.00024 = 0.00050 * ((0.57 + 0.86) / 2) / 1.5$$

一、 LTE (4G & 5G NSA) 網路

■ 技術參數

表 6-7 LTE (4G & 5G NSA) 網路技術參數

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
4NW-1	頻譜 相關	Bandwidth of one carrier - 700/900MHz	【✗】	MHz	3GPP
4NW-2		Bandwidth of one carrier - 3500MHz	【✗】	MHz	3GPP
4NW-3	基地臺 相關	每個 Macro site 的平均 sector 數量	【✗】	sectors	英國模型
4NW-4		每個 Micro site 的平均 sector 數量	【✗】	sectors	英國模型
4NW-5		每個 Pico site 的平均 sector 數量	【✗】	sectors	英國模型
4NW-6		每 2×5MHz 頻寬可提供 eNodeB 的傳輸速度	【✗】	Mbit/s/sector	英國模型
4NW-7		每 10MHz 頻寬可提供 gNodeB 的 傳輸速度	【✗】	Mbit/s/sector	英國模型
4NW-8		有效通訊速度比率	【✗】	%	我國電信業者
4NW-9		基地臺類型比率 Macro : Micro : Pico	【✗】	%	瑞典、荷蘭模型
4NW-10	語音 相關	4G 語音於無線電網路中傳輸速度	【✗】	kbit/s	我國電信業者
4NW-11		5G 語音於無線電網路中傳輸速度	【✗】	kbit/s	3GPP
4NW-12	簡訊 相關	平均每個 SMS 的 Bytes 數	【✗】	Bytes	歐盟模型
4NW-13		SMS 聲音頻段比率 (SDCCH)	【✗】	bit/s	歐盟模型
4NW-14	數據 相關	LTE IP Overhead 的比率	【✗】	%	英國模型
4NW-15		LTE 通訊速度	【✗】	kbit / sec / channel	我國電信業者
4NW-16		NR IP Overhead 的比率	【✗】	%	3GPP
4NW-17		NR 通訊速度	【✗】	kbit / sec / channel	3GPP
4NW-18		下載頻寬比率	【✗】	%	3GPP
4NW-19	LTE-AP	業者實際 LTE-AP 機房數	【✗】	Sites	我國電信業者
4NW-20		LTE-AP 可接續基地臺上限	【✗】	Sites	我國電信業者
4NW-21	SGW	業者最少所需的 SGW 數量	【✗】	SGWs	英國模型

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
4NW-22		業者實際 SGW 機房	【✗】	Sites	我國 3G 網路
4NW-23		與 POI 相連的 SGW 機房數	【✗】	Sites	我國 3G 網路
4NW-24		1 個 SGW 可處理的訊務量	【✗】	Mbits/s	英國模型
4NW-25		SGW Redundancy	【✗】	倍	葡萄牙、英國模型
4NW-26	DTM	業者最少所需的 DTM 數量	【✗】	DTMs	葡萄牙、英國模型
4NW-27		DTM 的容量	【✗】	Mbits/s	葡萄牙、英國模型
4NW-28		DTM Redundancy	【✗】	倍	英國模型
4NW-29	MME	業者最少所需的 MME 數量	【✗】	MMEs	英國模型
4NW-30		尖峰同時在線用戶比例	【✗】	%	葡萄牙模型
4NW-31		MME 的容量	【✗】	SAUs	葡萄牙模型
4NW-32		MME Redundancy	【✗】	倍	英國模型
4NW-33	HSS	業者最少所需的 HSS 數量	【✗】	HSSs	英國模型
4NW-34		每單位 HSS 的容量 (subscribers)	【✗】	subscriber	葡萄牙、英國模型
4NW-35		HSS Redundancy	【✗】	倍	葡萄牙、英國模型
4NW-36	CS	業者最少所需的 CS 數量	【✗】	CSs	英國模型
4NW-37		每單位 CS 的處理能力	【✗】	BHCA	英國模型
4NW-38		CS Redundancy	【✗】	倍	英國模型
4NW-39	TAS	業者最少所需的 TAS 數量	【✗】	TAS	英國模型
4NW-40		每單位 TAS 容量 (subscribers)	【✗】	subscriber	英國模型
4NW-41		TAS Redundancy	【✗】	倍	英國模型
4NW-42	SBC	業者最少所需的 SBC 數量	【✗】	SBCs	英國模型
4NW-43		每單位 SBC 可處理的語音話務量	【✗】	Mbits/s	英國模型
4NW-44		SBC Redundancy	【✗】	倍	英國模型
4NW-45	Gateway	每個 MSC 機房的 MGW 數量	【✗】	MGWs	瑞典、荷蘭模型
4NW-46		每個 SGW 機房的 TrGW 數量	【✗】	TrGWs	英國模型
4NW-47	通信 設定	每回平均通話分鐘數-網外發話	【✗】	分鐘	我國電信業者
4NW-48		每回平均通話分鐘數-網外受話	【✗】	分鐘	我國電信業者
4NW-49		每回平均通話分鐘數-網內通話	【✗】	分鐘	我國電信業者
4NW-50		尖峰時段 Voice 的通訊量比例	【✗】	%	瑞典、荷蘭模型
4NW-51		1 年內的尖峰日	【✗】	天	我國電信業者
4NW-52		通話發話成功率	【✗】	%	我國電信業者

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
4NW-53		簡訊發信成功率	【✗】	%	我國電信業者
4NW-54	設備 使用率	基地臺使用率	【✗】	%	英國模型
4NW-55		微型基地臺使用率	【✗】	%	英國模型
4NW-56		微微型基地臺使用率	【✗】	%	英國模型
4NW-57		Carrier 使用率	【✗】	%	英國模型
4NW-58		回傳中繼線使用率	【✗】	%	英國模型
4NW-59		骨幹中繼線使用率	【✗】	%	英國模型
4NW-60		骨幹中繼線備援比率	【✗】	倍	我國電信業者
4NW-61		無線電匯流中繼中心使用率	【✗】	%	葡萄牙模型
4NW-62		SGW 使用率 (SGW Utilization)	【✗】	%	英國模型
4NW-63		SGW 機房間骨幹中繼線使用率	【✗】	%	英國模型
4NW-64		DTM 使用率 (DTM Utilization)	【✗】	%	英國模型
4NW-65		MME 使用率 (MME utilization)	【✗】	%	英國模型
4NW-66		HSS 使用率 (HSS utilization)	【✗】	%	英國模型
4NW-67		CS 使用率 (CS utilization)	【✗】	%	英國模型
4NW-68		TAS 使用率 (TAS utilization)	【✗】	%	英國模型
4NW-69		SBC 使用率 (SBC utilization)	【✗】	%	英國模型

資料來源：前期模型、瑞典、荷蘭、葡萄牙、英國公開資料，研究團隊製作

■ 路由因子

表 6-8 LTE (4G & 5G NSA) 路由因子表

編號	網路元件	網外發話	網外受話	網內發受話	簡訊	數據訊務
4RF-1	基地臺設備 (eNodeB)	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-2	微型基地臺設備 (eNodeB)	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-3	微微型基地臺設備 (eNodeB)	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-4	基地臺土地	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-5	微型基地臺土地	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-6	微微型基地臺土地	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-7	回傳中繼線 (Backhaul)	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.05668
4RF-8	無線電匯流中繼中心機房	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-9	無線電匯流中繼中心	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-10	LTE-AP – SGW 骨幹中繼線	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.05668
4RF-11	頻率使用費	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-12	執照標金	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-13	網路管理中心	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-14	CS	0.01040	0.01040	0.02080	-	-
4RF-15	TAS	0.01040	0.01040	0.02080	-	-
4RF-16	SBC	0.01040	0.01040	0.02080	-	-
4RF-17	互連骨幹中繼線 (Inter-Switch)	0.57	0.57	0.86	0.00024	0.05668
4RF-18	SGW	1.57	1.57	1.86	1.71	0.06668
4RF-19	SGW 機房	1.57	1.57	1.86	1.71	0.06668
4RF-20	DTM	1.57	1.57	1.86	1.71	0.06668
4RF-21	MME	1.57	1.57	1.86	1.71	0.06668
4RF-22	Gateway (MGW and TrGW)	1	1	-	-	-
5RF-0	基地臺額外設備	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-1	基地臺設備 (gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-2	微型基地臺設備 (gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-3	微微型基地臺設備 (gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583

資料來源：研究團隊製作

二、 NR (5G SA) 網路

■ 技術參數

表 6-9 NR (5G SA) 網路技術參數

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
5NW-1	頻譜 相關	Bandwidth of one carrier - 3500MHz	【✗】	MHz	3GPP
5NW-2		Bandwidth of one carrier - 28000MHz	【✗】	MHz	3GPP
5NW-3	基地臺 相關	每個 Macro site 的平均 sector 數量	【✗】	sectors	英國模型
5NW-4		每個 Micro site 的平均 sector 數量	【✗】	sectors	英國模型
5NW-5		每個 Pico site 的平均 sector 數量	【✗】	sectors	英國模型
5NW-6		每 10MHz 頻寬可提供 gNodeB 的 傳輸速度	【✗】	Mbit/s/sector	英國模型
5NW-7		有效通訊速度比率	【✗】	%	我國 4G 網路
5NW-8		基地臺類型比率 Macro : Micro : Pico	【✗】	%	瑞典、荷蘭模型
5NW-9		5G 語音於無線電網路中傳輸速度	【✗】	kbit/s	3GPP
5NW-10	簡訊 相關	平均每個 SMS 的 Bytes 數	【✗】	Bytes	歐盟模型
5NW-11		SMS 聲音頻段比率 (SDCCH)	【✗】	bit/s	歐盟模型
5NW-12		NR IP Overhead 的比率	【✗】	%	3GPP
5NW-13		NR 通訊速度	【✗】	kbit / sec / channel	3GPP
5NW-14		下載頻寬比率	【✗】	%	3GPP
5NW-15	NR-AP	業者實際 NR-AP 機房數	【✗】	Sites	我國 4G 網路
5NW-16		NR-AP 可接續基地臺上限	【✗】	Sites	我國 4G 網路
5NW-17	SMF	The minimum number of SMF	【✗】	SMFs	英國模型
5NW-18		業者實際 SMF 機房	【✗】	Sites	我國 4G 網路
5NW-19		與 POI 相連的 SMF 機房數	【✗】	Sites	我國 4G 網路
5NW-20		1 個 SMF 可處理的訊務量	【✗】	Mbits/s	英國模型
5NW-21		SMF Redundancy	【✗】	倍	葡萄牙、英國模型
5NW-22	DTM	業者最少所需的 DTM 數量	【✗】	DTMs	葡萄牙、英國模型
5NW-23		DTM 的容量	【✗】	Mbits/s	葡萄牙、英國模型
5NW-24		DTM Redundancy	【✗】	倍	英國模型

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
5NW-25	AMF	業者最少所需的 AMF 數量	【✕】	AMFs	英國模型
5NW-26		尖峰同時在線用戶比例	【✕】	%	葡萄牙模型
5NW-27		AMF 的容量	【✕】	SAUs	葡萄牙模型
5NW-28		AMF Redundancy	【✕】	倍	英國模型
5NW-29	UDM	業者最少所需的 UDM 數量	【✕】	UDMs	英國模型
5NW-30		每單位 UDM 的容量 (subscribers)	【✕】	subscriber	葡萄牙、英國模型
5NW-31		UDM Redundancy	【✕】	倍	葡萄牙、英國模型
5NW-32	IMS	IMS-based 共用比例	【✕】	%	3GPP
5NW-33	CS	業者最少所需的 CS 數量	【✕】	CSs	英國模型
5NW-34		每單位 CS 的處理能力	【✕】	BHCA	英國模型
5NW-35		CS Redundancy	【✕】	倍	英國模型
5NW-36	TAS	業者最少所需的 TAS 數量	【✕】	TAS	英國模型
5NW-37		每單位 TAS 容量 (subscribers)	【✕】	Subscriber	英國模型
5NW-38		TAS Redundancy	【✕】	倍	英國模型
5NW-39	SBC	業者最少所需的 SBC 數量	【✕】	SBCs	英國模型
5NW-40		每單位 SBC 可處理的語音話務量	【✕】	Mbits/s	英國模型
5NW-41		SBC Redundancy	【✕】	倍	英國模型
5NW-42	Gateway	每個 SGW 機房的 TrGW 數量	【✕】	TrGWs	英國模型
5NW-43	通信 設定	每回平均通話分鐘數-網外發話	【✕】	分鐘	我國電信業者
5NW-44		每回平均通話分鐘數-網外受話	【✕】	分鐘	我國電信業者
5NW-45		每回平均通話分鐘數-網內通話	【✕】	分鐘	我國電信業者
5NW-46		尖峰時段 Voice 的通訊量比例	【✕】	%	瑞典、荷蘭模型
5NW-47		1 年內的尖峰日	【✕】	天	我國電信業者
5NW-48		通話發話成功率	【✕】	%	我國電信業者
5NW-49		簡訊發信成功率	【✕】	%	我國電信業者
5NW-50	設備 使用率	基地臺使用率	【✕】	%	英國模型
5NW-51		微型基地臺使用率	【✕】	%	英國模型
5NW-52		微微型基地臺使用率	【✕】	%	英國模型
5NW-53		Carrier 使用率	【✕】	%	英國模型
5NW-54		回傳中繼線使用率	【✕】	%	英國模型

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
5NW-55		骨幹中繼線使用率	【✕】	%	英國模型
5NW-56		骨幹中繼線備援比率	【✕】	倍	我國電信業者
5NW-57		無線電匯流中繼中心使用率	【✕】	%	葡萄牙模型
5NW-58		SMF 使用率 (SMF Utilization)	【✕】	%	英國模型
5NW-59		SMF 機房間骨幹中繼線使用率	【✕】	%	英國模型
5NW-60		DTM 使用率 (DTM Utilization)	【✕】	%	英國模型
5NW-61		AMF 使用率 (AMF utilization)	【✕】	%	英國模型
5NW-62		UDM 使用率 (UDM utilization)	【✕】	%	英國模型
5NW-63		CS 使用率 (CS utilization)	【✕】	%	英國模型
5NW-64		TAS 使用率 (TAS utilization)	【✕】	%	英國模型
5NW-65		SBC 使用率 (SBC utilization)	【✕】	%	英國模型

資料來源：前期模型、瑞典、荷蘭、葡萄牙、英國公開資料，研究團隊整理

■ 路由因子

表 6-10 NR (5G SA) 路由因子表

編號	網路元件	網外發話	網外受話	網內發受話	簡訊	數據訊務
5RF-1	基地臺設備 (gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-2	微型基地臺設備 (gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-3	微微型基地臺設備 (gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-4	基地臺土地	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-5	微型基地臺土地	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-6	微微型基地臺土地	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-7	回傳中繼線 (Backhaul)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02195
5RF-8	無線電匯流中繼中心機房	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-9	無線電匯流中繼中心	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-10	NR-AP—SMF 骨幹中繼線	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02195
5RF-11	頻率使用費	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-12	執照標金	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-13	網路管理中心	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-14	CS	0.00396	0.00396	0.00792	-	-
5RF-15	TAS	0.00396	0.00396	0.00792	-	-
5RF-16	SBC	0.00396	0.00396	0.00792	-	-
5RF-17	互連骨幹中繼線 (Inter-Switch)	0.57	0.57	0.86	0.00024	0.02195
5RF-18	SMF	1.57	1.57	1.86	1.71	0.02583
5RF-19	SMF 機房	1.57	1.57	1.86	1.71	0.02583
5RF-20	DTM	1.57	1.57	1.86	1.71	0.02583
5RF-21	AMF	1.57	1.57	1.86	1.71	0.02583
5RF-22	TrGW	1	1	-	-	-

資料來源：研究團隊整理

第五節 成本參數輸入數據說明

本節主要說明各技術元件投資成本(CAPEX)、技術進步率(CAPEX Index)、維運成本(OPEX)、維運成本變化率(OPEX Index)如何進行設定。

■ 投資成本(CAPEX)與技術進步率(CAPEX Index)

CAPEX 為各項網路元件的購置成本，主要參考前期模型、設備業者與電信業者所提供之元件成本進行設定。且由於隨著成熟技術的進步以及採購量的增加，CAPEX 應會呈現每年降價的趨勢，即相同等級之設備以長期平均來看，每年應會有一定比例之價格跌幅，故設定 CAPEX Index 作為網路元件降價趨勢，同時作為技術進步率反映設備因技術提升所帶來單價降低的效果。

4G 元件成本(CAPEX)延續前期設定，考量新技術且初期建設之設備採購高峰，因此 103 年至 108 年間將技術進步率設為 0%，自 109 年後再回到 5%的技術進步率，並考量物價成長率進行單價調整，計算公式如下：

$$\text{CAPEX}_{111} \text{ 建議值} = \text{CAPEX}_{107} \times (1 + \text{CAPEX Index}_{108}) \times (1 + \text{CAPEX Index}_{109}) \times (1 + \text{CAPEX Index}_{110}) \times (1 + \text{CAPEX Index}_{111}) \times (1 + (107-111 \text{ 年物價成長率}))$$

由於我國於 109 年各業者才陸續推出 5G 服務，且目前仍以 NSA 架構透過 LTE 網路提供服務，5G 核心網路元件成本尚不明確，因此經過與設備業者與電信業者討論後，本次模型中 5G 核網成本先藉由對應 4G 網路相同功能元件按 1.3 倍的比例進行設定。同樣考量新技術設備價格短期降幅有限，且業者於建設初期多一次採購大量設備再分批進行建設，因此採購價格一致考量 5G 為新技術及五年內建設高峰之設備採購可能一併進行，建議 5G 模型 109 年至 114 年期間不考慮技術進步率(設定為 0%)，自 115 年起再回復為 5%的 CAPEX Index。

■ 維運成本(OPEX)與維運成本變化率(OPEX Index)

網路之維運成本設定，若為自有元件，則延續前期模型，設定為 CAPEX 的 5%；若為租賃之線路、機房及土地等則同投資成本轉換方式，考量維運成本變化率進行轉換，其轉換公式如下：

$$\text{OPEX}_{111} \text{ 建議值} = \text{OPEX}_{107} \times (1 + \text{OPEX Index})^4$$

OPEX Index 設定延續前期精神，自有元件設備、機房及土地考慮長期經濟環境物價成長設定為 1%，若為租賃之線路，則設定為每年會有約 1%的降幅，詳細

設定數值於後方段落表列說明。

一、 LTE (4G & 5G NSA) 網路

表 6-11 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本參數

項目	107 CAPEX	111 CAPEX	CAPEX Index	107 OPEX	111 OPEX	OPEX Index	來源
基地臺設備 (eNodeB)	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
微型基地臺設備 (eNodeB)	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
微微型基地臺設備 (eNodeB)	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
無線電匯流中繼中心	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	葡萄牙模型
MME	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
SGW	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
DTM	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
網路管理中心	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
HSS	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
VoWiFi Upgrade	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
CS	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
TAS	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
SBC	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
MGW	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	前期模型
TrGW	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	英國模型
基地臺土地	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	1%	前期模型
微型基地臺土地	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	1%	前期模型
微微型基地臺土地	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	1%	前期模型
回傳中繼線 (100M)	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	-1%	前期模型
回傳中繼線 (300M)	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	-1%	前期模型
回傳中繼線 (450M)	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	-1%	前期模型

項目	107 CAPEX	111 CAPEX	CAPEX Index	107 OPEX	111 OPEX	OPEX Index	來源
無線電匯流中繼中心機房	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	1%	前期模型
SGW 機房	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	1%	前期模型
骨幹中繼線 STM-1 (LTE-AP –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
骨幹中繼線 STM-4 (LTE-AP –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
骨幹中繼線 STM-16 (LTE-AP –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
骨幹中繼線 STM-64 (LTE-AP –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
互連骨幹中繼線 STM-1 (SGW –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
互連骨幹中繼線 STM-4 (SGW –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
互連骨幹中繼線 STM-16 (SGW –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
互連骨幹中繼線 STM-64 (SGW –SGW)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	前期模型
基地臺額外設備	【✗】	【✗】	-5%	【✗】	【✗】	1%	國際期刊
基地臺設備 (gNodeB)	【✗】	【✗】	-5%	【✗】	【✗】	1%	國際期刊
微型基地臺設備 (gNodeB)	【✗】	【✗】	-5%	【✗】	【✗】	1%	國際期刊
微微型基地臺設備 (gNodeB)	【✗】	【✗】	-5%	【✗】	【✗】	1%	國際期刊

資料來源：前期模型、葡萄牙、英國公開資料、Telematics and Informatics，研究團隊製作

二、 NR (5G SA) 網路

5G 網路無線接取端參考國際期刊 Telematics and Informatics 進行基地臺設備相關成本設定，其餘 Backhaul、Backbone，以及 IMS 網路則使用 LTE (4G & 5G NSA) 網路相同數值；而 5G 核心網路元件成本尚不明確，因此經過與設備業者與電信業者討論後，本次模型中 5G 核網成本先藉由對應 4G 網路相同功能元件按 1.3 倍的比例進行設定。

表 6-12 NR (5G SA) 網路成本參數

項目	107 CAPEX	111 CAPEX	CAPEX Index	107 OPEX	111 OPEX	OPEX Index	來源
基地臺設備 (gNodeB)	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	國際期刊
微型基地臺設備 (gNodeB)	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	國際期刊
微微型基地臺設備 (gNodeB)	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	國際期刊
無線電匯流中繼中心	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型
AMF	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型、業者
SMF	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型、業者
DTM	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型、業者
網路管理中心	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型、業者
UDM	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型、業者
CS	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型
TAS	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型
SBC	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型
TrGW	【✕】	【✕】	-5%	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型
基地臺土地	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型
微型基地臺土地	【✕】	【✕】	—	【✕】	【✕】	1%	LTE 模型

項目	107 CAPEX	111 CAPEX	CAPEX Index	107 OPEX	111 OPEX	OPEX Index	來源
微微型基地臺土地	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	1%	LTE 模型
回傳中繼線 (100M)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
回傳中繼線 (300M)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
回傳中繼線 (450M)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
無線電匯流 中繼中心機房	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	1%	LTE 模型
SMF 機房	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	1%	LTE 模型
骨幹中繼線 STM-1 (NR-AP-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
骨幹中繼線 STM-4 (NR-AP-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
骨幹中繼線 STM-16 (NR-AP-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
骨幹中繼線 STM-64 (NR-AP-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
互連骨幹中繼線 STM-1 (SMF-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
互連骨幹中繼線 STM-4 (SMF-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
互連骨幹中繼線 STM-16 (SMF-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型
互連骨幹中繼線 STM-64 (SMF-SMF)	【✗】	【✗】	—	【✗】	【✗】	-1%	LTE 模型

資料來源：前期模型、Telematics and Informatics，研究團隊製作

第七章 公眾諮詢舉辦與回應意見整理

透過國際標竿案例調研及專家學者座談會後，研究團隊提出「行動通信網路接續費成本模型草案」公開諮詢文件，文件中包含 112 年行動通信接續費成本模型中架構、模型運算修改之處與各項參數建議值，並於 112 年 8 月 3 日至 8 月 23 日舉辦公眾諮詢作業，將公眾諮詢相關文件公布於通傳會網站，並針對內容提出十五項議題，廣邀各界進行檢視及提供意見。

本次公眾諮詢共計收到四份回應，來自於我國電信業者，由於業者所提之回覆內容涉及公司營業機密，因此本章中之業者 A、B、C、…順序將於每個問題時皆重新隨機設定。

第一節 公眾諮詢文件議題設定

研究團隊於 112 年 8 月 3 日至 8 月 23 日，透過主管機關協助於通傳會官方網站上進行共計二十日的公眾諮詢。諮詢內容針對既有模型之更新，向行動通信網路業務市場主導者與其他關心行動通信接續費模型之先進們徵詢意見。諮詢文件之內容乃根據目前研究團隊之假設與說明所組成。以下列出公眾諮詢文件中提出之問題：

表 7-1 公眾諮詢文件提出議題（模型架構相關）

題號	議題內容
一	延續 2019 年行動網路接續費成本模型之精神，是否同意本期的行動通信網路接續費成本模型維持 pure LRIC 的模型設定，僅計算與語音網路相關之網路元件成本，並藉由總體經濟調整與逐年下降的平滑導入方式，計算各年接續費率？
二	是否同意延續前期模型 LTE (4G) 的網路架構，並於其中新增 5G 基地臺作為本次 LTE (4G & 5G NSA) 模組？若有不同意之處，請提供您的觀點與意見。
三	NR (5G SA) 是否應納入本次監理期間之計算範圍中？納入與否之考量為何？
四	VoWiFi 是否應納入本次監理期間之計算範圍中？納入與否之考量為何？
五	是否同意行網接續費成本模型之運算邏輯及計算方式？若有不同意之處，請提供您的觀點與意見。
六	是否同意 VoLTE 互連後，依用戶網外通話所連接的外部網路分攤不同 Gateway 元件成本？若不同意，請提供您的觀點與意見。
七	是否同意調整模型時間跨度延長至 2040 年，以符合長期增支成本法對於長期成本估計之精神？
八	考慮 2024 年關閉 3G 網路前存在以 3G 網路語音通話之可能，以及 5G 的 VoLTE/VoNR 語音傳輸技術不同，是否同意延續前期模型以網路技術用戶之話務量進行接續費率計算？
九	是否同意本次模型監理期間 2025 至 2028 年內，設定 VoLTE 網路互連？

資料來源：研究團隊製作

表 7-2 公眾諮詢文件提出議題（模型參數相關）

題號	議題內容
十	由於 4G 網路建設及覆蓋已接近完備，是否同意應更新 4G 網路之基地臺半徑，並以相同運算邏輯計算 5G 網路之基地臺半徑作為網路設計運算之基礎？若不同意，請提供您的觀點與意見。
十一	是否同意本期 2023 年行網接續費成本模型內計算 WACC 數值採用之公式以及引用之參數？是否同意模型內 WACC 參數設定為不溯及既往，僅更新 2022 年後 WACC 數值之作法？
十二	是否同意本期 2023 年行動網路接續費成本模型 LTE (4G) 延續前期之共識進行設定？並採取相同之邏輯進行 LTE (5G NSA)、NR (5G SA) 參數之設定，對於本期模型中之技術參數及路由因子，是否有需要修正之處？
十三	對於 LTE (4G & 5G NSA) 與 NR (5G SA) 網路架構中之成本參數，若有不同意見，請提出相關建議值與其論述。
十四	由於我國 4G 網路建設已趨於成熟，是否同意 2020 年後技術進步率以 5% 進行設定？由於 5G 網路仍處於建設初期，是否同意於建設前 5 年內（2020 年至 2025 年）將技術進步率設為 0%；2026 年後技術進步率則參照前版模型中 4G 網路之 5% 進行設定？
十五	對於本期模型之自有設備維運成本及趨勢是是否同意比照過往網路元件設定，採用 5% 之 CAPEX 作為網路元件之 OPEX 的計算方式，並逐年跟隨長期物價成本而增長？

資料來源：研究團隊製作

第二節 公眾諮詢意見彙整及回覆

本次於模型架構部分，主要針對 PureLRIC、NR (5G SA) 與 VoWiFi 納入與否、VoLTE 互連，以及模型年限延長等議題有較多討論。

議題一：延續 2019 年行動網路接續費成本模型之精神，是否同意本期的行動通信網路接續費成本模型維持 pure LRIC 的模型設定，僅計算與語音網路相關之網路元件成本，並藉由總體經濟調整與逐年下降的平滑導入方式，計算各年接續費率？

表 7-3 公眾諮詢意見彙整—議題一

公司	意見
業者 A	<ol style="list-style-type: none"> 建議模型應考量並納入市場物價及通膨因素，逐年調升總體經濟參數。目前總體經濟調整係採主計總處之 2019 年至 2022 年消費者物價指數 (CPI) 年複合成長率 1.553%；惟 NRI 雖提及央行長期控制我國物價為一相對穩定區間，但事實上受原物料價格影響，2022 年 CPI 年複合成長率為 2.95%，已加劇企業維運成本，考量持續通膨因素，建議適當調整。 我國行動通信網路接續費成本模型係依據「市場顯著地位者互連管理辦法」第 16 條第二項規定：「前項接續費應按使用之中繼、傳輸及交換設備依下列原則計算，並每四年定期檢討之：一、接續費應按使用之各項細分化網路元件成本訂定。二、前款成本應按全元件長期增支成本法為基礎計算之。」依據國際電信聯合會 (ITU) 報告指出，全元件長期增支成本 (TELRIC) 包含所有增支成本，其成本係發生於長期之間，因增加或減少特定網路元件而產生之費用；並且加上可分配之共同成本之費用。Pure LRIC 不考慮共同成本將使電信業者無法回收過去投資的固定成本，已與現法規規定之全元件長期增支成本法不符。 建議應適時鬆綁行動網路接續費之管制，依現行法規規定行動寬頻網路接續費每四年應定期檢討，而檢討不必然為要求降價，除檢視行動寬頻網路成本外，更應對市場競爭現況 (行動寬頻市場呈現三大業者競爭)、業者經營狀況 (5G 及後續新興技術之鉅額投資)、產業發展趨勢等面向進行研議，並非以降價為唯一目標。 行動網路語音市場現為三家業者完全競爭，管制行動網路接續費以促進市場競爭之目的已不存在，此時更應評估鬆綁，解除管制，以呼應歷任 NCC 委員對於法制管理之期許，並減輕業者的負擔。

	<p>5. 前期以 Pure LRIC 模型所計算出的行動網路接續費與今年 NCC 公告的固網接續費之間的差距已縮減至 1.5 倍 (0.443 v.s. 0.3943)，相較於國際間 (歐盟) 所訂定 2024 的接續費:行動接續費是固網接續費的 2.86 倍，本國行動接續費相較固網接續費已經偏低。建議應給予本國未來四年行動接續費合理的成本加成 (mark up)，以符合國際水準。</p>
業者 B	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不同意單採 PureLRIC 模型計算行動接續費。依據市場顯著地位者互連管理辦法第 2 條及第 14 條規定，行動接續成本之計算仍應含共同成本、間接成本及合理投資報酬，PureLRIC 模型不計入 HLR、HSS 設備成本、執照標金、頻率使用費及共同成本等，與業者實際建設成本差異甚大，如於模型內無法設定之成本資料，應考量提供模型外加價空間，確保合理呈現業者成本。 2. 雖行動話務量已逐年下滑，實務上台灣地形複雜、市場競爭激烈，使用者對行動網路依賴度遠高歐洲地區，電信業者為維持服務品質、保障消費者權益，不會主動撤站或拆除設備等來達成所謂「最佳效率」網路，依野村模型試算結果，理想基地臺設備數量與各業者現行營運網路差異頗大，請充分參酌業者網路規模現況為計算基礎。 3. 同意行動接續費應參酌總體經濟調整，惟考量近年通膨導致成本增加，導致業者成本提高，建請依據行政院主計總處公布近三年 (2021 年至 2023 年) 台灣地區消費者物價指數 (CPI) 年增率，2024 年採 Bloomberg 金融機構預測值 1.5% 計算總體經濟之調整值，避免衝擊電信產業。 4. 同意行動接續費比照前幾期模式，分四年漸進平滑導入，使業者得以預估經營風險，採適當措施因應。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pure LRIC 之目的在於忠實反映由「話務接續」增加而帶來的成本增加，然而頻譜標金或使用費與語音接續服務之使用並無直接關聯，並不會因為接續服務存在與否而有所增減。我國前兩期已經採用 Pure LRIC 方式進行計算，此次沿用 Pure LRIC 原因為，近年行動話務量已達飽和的狀況下，增支成本應僅隨著數據量增長而產生 (而非話務量增長)，因此接續費率中不應考慮回收共同成本之加價。 2. 研究團隊亦於第八章第四節參數影響分析中試算涵蓋 HSS、頻譜標金以及頻率使用費後對於接續費率的影響。 3. 模型中將保留加價空間反映間接成本部分在內，保留給主管機關最終決定費率時能保有彈性。

4. 模型所計算之行網語音接續費率數值將再經過總體經濟趨勢（根據9/22公眾諮詢說明會（二）業者意見新增行政院主計總處當時對於2023年的總體經濟預測，調整為2019年至2023年的平均物價成長率1.699%）與稅率（5%）調整，並以平滑導入的方式計算出監理年度之最終費率，以求最大程度降低對電信業者的衝擊。
5. 接續費作為我國行動通信語音市場之監理手段，為我國監理機關維持市場機制與穩定之重要政策工具，透過管制電信業者間之接續成本，以達到維持價格穩定之目標，不應因為行網語音市場未來為三家業者完全競爭便解除費率管制，以保障消費者能擁有穩定的資費水準。

資料來源：研究團隊製作

議題二：是否同意延續前期模型 LTE (4G) 的網路架構，並於其中新增 5G 基地臺作為本次 LTE (4G & 5G NSA) 模組？若有不同意之處，請提供您的觀點與意見。

表 7-4 公眾諮詢意見彙整－議題二

公司	意見
業者 A	<p>不同意。無線接取端亦應考量本公司 C-RAN 網路組態及所需之相關元件。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. RRU/AAU 位於基地臺端+BBU 位於局端機房集中。 2. 基地臺端與局端以 WDM 多工彙集透過光纖連接 RRU/AAU 及 BBU 設備。
業者 B	<p>建議本期網路架構只能鎖定於 4G & 5G NSA，不包含 5G (SA)。行動寬頻市場中 5G SA 尚未有商轉規模，不建議納入本期監理期間計算的考量。</p>
業者 C	<p>無意見。</p>
業者 D	<p>無意見。</p>
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模型並未設定無線接取端之特定建置模式，且模型中各設備成本多為功能性統稱，如「基地臺設備」包含 BBU、RRU、AAU 等；「CS」包含 CSCF、ENUM、DNS 等。若有需額外考量之網路組態，應檢視模型中無線接取端各設備成本是否合理，建議可參考諮詢文件中第 4 章第 5 節網路成本參數表中，類別為 Radio 與 Metro 的設備項目。 2. 經過多次座談會與我國電信業者的意見交流，以及參考國際趨勢與案例，目前 5G SA 架構仍多應用於垂直領域或區域性站點，一般通話仍採 NSA 經 VoLTE 網路進行語音傳輸。NR (5G SA) 技術未臻成熟且市場狀況尚未明確，此外我國尚未有 VoNR 話務量的發生，話務量僅能以推估假設進行計算。建議本次模型僅鎖定 LTE (4G & 5G NSA) 模組，而 NR (5G SA) 不納入本次監理期間計算範圍內，可待未來技術發展與用戶需求再行討論，屆時對於 VoNR 話務推估、網路架構與設備規格的設定也能更加精準。

資料來源：研究團隊製作

議題三：NR (5G SA) 是否應納入本次監理期間之計算範圍中？納入與否之考量為何？

表 7-5 公眾諮詢意見彙整－議題三

公司	意見
業者 A	不納入 5G SA。根據目前國際趨勢與我國現況，各業者對於 SA 架構下 5G 通話技術規劃尚未明確，並考慮技術未臻成熟，因此在本次接續費監理期間 2025 年至 2028 年，模型初步假定 5G 通話仍以 NSA 架構透過 VoLTE 網路進行語音傳輸。
業者 B	NR(5G SA)建議不納入本次監理期間之計算範圍中。目前網路仍以 NSA 為主，語音技術採用 VoLTE，至於 VoNR 則尚未有布建提供服務的規劃，因此建議暫不納入本期模型中考量。
業者 C	不同意將 NR (5G SA) 納入本次監理期間之計算範圍中。行動寬頻市場中 5G SA 尚未有商轉規模，不建議納入本期監理期間計算的考量。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	採納。 同議題二回應 2，業者皆不建議將 NR (5G SA) 納入本次監理期間之計算範圍中。研究團隊經過多次座談會與我國電信業者的意見交流，以及參考目前國際趨勢與案例，VoNR 發展仍須視未來技術演進與用戶需求再進一步討論，屆時對於 VoNR 話務推估、網路架構與設備規格的設定也能更加精準，因此建議 NR (5G SA) 不納入本次監理期間計算範圍內。但仍於模型中保留 NR (5G SA) 模組以利未來若須納入計算時能更順利接軌使用。

資料來源：研究團隊製作

議題四：VoWiFi 是否應納入本次監理期間之計算範圍中？納入與否之考量為何？

表 7-6 公眾諮詢意見彙整－議題四

公司	意見
業者 A	VoWiFi 應納入本次監理期間之計算範圍中。已開始提供 VoWiFi 語音服務，有設備建置與維運成本的支出，相關語音話務比重亦逐步成長，故應納入本次監理期間之計算範圍。
業者 B	不納入 VoWiFi。同意野村說明資料--「各國監理機關之接續費模型多不納入 VoWiFi 接續費計算，以及 VoWiFi 使用時受到 Wi-Fi 信號限制，非為隨時皆可使用之行動語音通訊服務，使用率較低，故建議本次模型中 VoWiFi 服務設為不開放」。
業者 C	由於前期模型已對 VoWiFi 議題參考，對照現行使用 VoWiFi 服務於國內是否達到市場水準，建議研究團隊於足夠資訊或數據可再研議是否納入。
業者 D	VoWiFi 應納入本次監理期間之計算範圍。因應 3G 網路汰停後，VoWiFi 可做為延展語音服務之涵蓋技術，預期用戶使用 VoWiFi 情況會持續成長，相關系統建置成本應納入計算。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 考慮通話品質基礎應為任何地點都可以接通，但 VoWiFi 使用時受到 Wi-Fi 信號限制，非為隨時皆可使用之行動語音通訊服務，話務量較少且成長空間小。此外，在 VoWiFi 通話功能必要元件為 ePDG，負責協助建立從網際網路到 IMS 伺服器之間的封包傳輸通道，且可整合至原有 SGW 的機房當中，省去額外的線路以及機房成本部分。 2. 目前 VoWiFi 類似於一般通話於信號不佳處的備援機制，非為服務／接續其他業者用戶之新增支出。 3. 於 2023 年 9 月 22 日公眾諮詢第二次說明會，對於須輸入的市場參數部分，電信業者表示可能難以準確拆分出 VoWiFi 確切通話分鐘數。 <p>綜整上述原因，並參考國外模型多未將 VoWiFi 納入計算範圍中，因此建議模型中 VoWiFi 服務設定為不納入。</p>

資料來源：研究團隊製作

議題五：是否同意行網接續費成本模型之運算邏輯及計算方式？若有不同意之處，請提供您的觀點與意見。

表 7-7 公眾諮詢意見彙整－議題五

公司	意見
業者 A	<p>不同意。</p> <ol style="list-style-type: none"> 隨著 LTE 技術普及，各業者及市面上之手機普遍已可支援上下行 256QAM 技術。若以 3GPP 標準 36.213 Table 7.1.7.1-1A (即 256QAM MCS table)，取中間值 MCS index=15，得到 ITBS=20。再以 3GPP 標準 36.213 Table 7.1.6.1-1：LTE 15MHz & 20MHz 載波之最小調度單位 (Resource Block Group) 4 個 PRB，搭配 2x2 MIMO 技術，根據 3GPP 標準 36.213 Table 7.1.7.2.1-1 計算出之 TBS (TB Size) 為【✖】 (bits per ms)，換算為每秒之傳輸速度即為【✖】 Kbps。上述計算方式，係為使用 15MHz 或 20MHz 頻寬之單一載波，在訊號品質普通 (MCS=15) 之狀態下，以頻譜資源上最小調度單位，每一個 TTI (1ms) 傳兩個 Transport block (2x2MIMO)，最終換算為每秒之傳輸速度，應符合野村模型中 LTE 通訊速度為 per second per channel element 之定義。建議可將 LTE 通訊速度調整為【✖】 Kbps。 同問題 2，無線接取端建議考量本公司 C-RAN 網路組態及所需之相關元件。 <p>【9/22 公眾諮詢說明會 (二) 會後補充意見】</p> <ol style="list-style-type: none"> 網路傳輸速度參數評估應隨 LTE 技術演進而提升，原已建議本期應調整至【✖】 kbps；惟因前兩期 (8 年) 已採用【✖】 kbps 數值，為符合野村公司提出之長期平均概念再套用原模型之設計原則，擬建議取 12 年平均 (【✖】 *8+【✖】 *4) /12 ÷【✖】 kbps 之數值帶入模型，進行本期接續費之試算。 LTE 通訊速度調整為【✖】 Kbp 之計算說明：係為使用 15MHz 或 20MHz 頻寬之單一載波，在訊號品質普通 (MCS = 15) 之狀態下，以頻譜資源上最小調度單位，每一個 TTI (1 ms) 傳兩個 Transport block (2x2 MIMO)，最終換算為每秒之傳輸速度，即為【✖】 Kbps。
業者 B	<p>不同意採用 Pure LRIC 計算方式，應考量業者實際網路元件的建設數量而非理想網路的元件數量。我國法規所訂定的全元件長期增支成本法並未指定應採 Pure LRIC 計算方式，因此一模型未將行動寬頻服務業者共同成本列入計算，與法規規定恐有相違。我國所採用的 Pure LRIC 成本模型低估業者實際網路建設的元件數量，以致於得出過低的行動接續費成本，與同樣模型邏輯試算得出的固網接續費比較之下，兩者差距不如歐盟水準，明顯不符合我國行動業者網路建設的真實成本。</p>

業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究 團隊 回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關 pure LRIC 之相關問題，合併於議題一說明。 2. 有關須調整之網路架構，合併於議題二說明。 3. LTE 通訊速度【✖】 Kbps 為根據過去業者建議進行設定。參考 3GPP TS 36.213 之 Modulation and TBS index table for PDSCH 及 Transport block size table，每個 TTI (TTI=1ms) 中，用戶至少被分配 4 個 PRB 成為一個 RB group，配合 16QAM (MCS=16) 及 2*2 MIMO，可查表得知相對應 NPRB = 【✖】 bit。經計算，【✖】 *1,000 (ms 與 s 轉換) *0.95 (扣除控制信號部分) /1,024 (bit 與 kbit 轉換) = 【✖】 kbit/s。 4. LTE 通訊速度的設備升級是因應逐年遞增的行動數據需求，而非為了提供日漸萎縮的行動語音服務，語音所佔頻寬比例亦不應有所改變。此外，該設定值應基於自 2014 年 4G 開台以來之長期概念，且應為所有用戶於任何情況下多能取得的平均規格基礎，因此建議仍沿用目前設定值。若業者認為該參數須提升，應提出設備採購之相關佐證。

資料來源：研究團隊製作

議題六：是否同意 VoLTE 互連後，依用戶網外通話所連接的外部網路分攤不同 Gateway 元件成本？若不同意，請提供您的觀點與意見。

表 7-8 公眾諮詢意見彙整－議題六

公司	意見
業者 A	現行行動寬頻網路服務提供者間尚未有 VoLTE 網路互連，因此該視業界實際情形才能有這方面的規劃。目前 VoLTE 互連限於國內行動寬頻網路服務提供者間，且傳統 SS7 網路仍為主流，在語音話務量逐年下滑狀況下，VoLTE 互連現行尚未有積極投資建置之必要性。且，VoLTE 技術存在於用戶至其行動寬頻網路之核心網路間，與互連與否無直接相關。
業者 B	不同意。VoLTE 互連（直連）議題，各業者須先協商並取得共識，再進行相關測試，參考日韓互連時程經驗，本次監理期間不易達成直連。建議業者達成互連協議後再依共識辦理。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	於今年 7 月 13 日模型座談會中，多數業者皆提出假若 VoLTE 直連後，除了各行網業者間的 VoLTE 直連界接設備外，仍須保留原傳統網路設備以提供固定通信語音服務。因此，建議模型中仍維持 VoLTE 互連後，依用戶網外通話所連接的外部網路（行動通信／固定通信）不同分攤不同 Gateway 元件成本的運算邏輯。

資料來源：研究團隊製作

議題七：是否同意調整模型時間跨度延長至 2040 年，以符合長期增支成本法對於長期成本估計之精神？

表 7-9 公眾諮詢意見彙整－議題七

公司	意見
業者 A	不同意本期模型時間跨度延長至 2040 年，因 LTE 計算始於 2014 年，模型如延長至 2040 年，則長達 26 年，與實際技術進程恐不相符；且現行 VoNR 技術尚未成熟，無法有客觀市場話務量比例來計算後續相關內容。5G 執照的到期年限應於模型納入 VoNR 後才可做為延長 MTR 模型之依據，建議 VoLTE 仍維持以行動寬頻頻率效期 2033 年為本次模型計算最末年。長期成本之計算應符合技術演進現狀，過長的時間跨度並不符合現狀。
業者 B	不同意，建議維持模型跨度至 2033 年。僅為符合長期增之成本法而將模型跨度延長至 5G 頻譜執照屆期 2040 年不合理。2040 年離本期監理時間（2025-2028 年）尚有 13 年以上時間，而行動業務技術演進日新月異，技術及市場趨勢存在許多不確定因素，2040 年前可能已啟動不同業務發展（e.g.:6G），因此本次模型延長至 2040 年不具實質意義與正當性。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考國際行網語音接續費公開模型，英國模型期間為 1990 年至 2040 年，共計 51 年；葡萄牙模型期間為 2001 年至 2060 年，共計 60 年。若維持模型年限至 2033 年，我國接續費模型期間為 2003 年至 2033 年，共計 31 年；且因應本次監理期間 3G 網路關閉，模型實際跨度應由 4G 開台 2014 年起算，故模型跨度實際僅為 20 年，無法確實反映未來前瞻性成本之發生。 2. 鑒於行動通信技術不斷演進，接續費率計算本就依法每四年定期檢討，本期亦僅採用監理期間 2025 年至 2028 年之接續費計算數值。 3. 我國 5G 頻譜於 2020 年完成競標，同年各業者開始提供各式 5G 行動方案，因此本期模型計算範圍涵蓋 5G 用戶數及話務量。即使模型並未納入 VoNR 於本次監理期間，然於 LTE 費率計算中已納入始於 2020 年的 5G 基地臺增支成本（包含 CAPEX 與 OPEX），建議應將模型年限據此調整至 5G 執照期限 2040 年。

資料來源：研究團隊製作

議題八：考慮 2024 年關閉 3G 網路前存在以 3G 網路語音通話之可能，以及 5G 的 VoLTE/VoNR 語音傳輸技術不同，是否同意延續前期模型以網路技術用戶之話務量進行接續費率計算？

表 7-10 公眾諮詢意見彙整－議題八

公司	意見
業者 A	同意。
業者 B	同意延續前期模型以網路技術用戶之話務量進行接續費率計算。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	達成共識。 業者皆同意以網路技術之話務量進行接續費計算。因此模型仍藉由將業務用戶以及業務用戶之話務量轉換為網路技術用戶以及網路技術用戶之話務量作為後續接續費計算基礎。

資料來源：研究團隊製作

議題九：是否同意本次模型監理期間 2025 至 2028 年內，設定 VoLTE 網路互連？

表 7-11 公眾諮詢意見彙整－議題九

公司	意見
業者 A	對於本次模型設定自 2025 年起 VoLTE 網路互連，顯難達成。VoLTE 的行動語音互連，需經各業者先就互連架構、方式達成共識後，尚有設備建置、各業者間的網路互連測試、帳務測試等作業需克服，模型設定的時程應難達成。
業者 B	不同意。VoLTE 互連（直連）議題，各業者須先協商並取得共識，再進行相關測試，參考日韓互連時程經驗，本次監理期間不易達成直連。建議業者達成互連協議後再依共識辦理。
業者 C	<p>現行行動寬頻網路服務提供者間尚未有 VoLTE 網路互連，因此該視業界實際情形才能有這方面的規劃。目前 VoLTE 網路互連僅止於國內行動網路之間，由於傳統 SS7 網路仍是主流，在語音業務下滑狀況下，VoLTE 互連投資建置的必要性相對降低。再者，VoLTE 存在於用戶至其本網的核心網路之間，與互連與否無關。</p> <p>業者互連所採用的技術是由業者協商，法規是技術中立的立場，因此，業者目前實際的互連狀況，並未採用 VoLTE 互連的方式。</p>
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根據電信業者向 NCC 提報的最新規劃，將於 2024 年第二季全面汰換 3G 網路，屆時行動語音通信將不再透過 CS Fallback 由 LTE 網路回退至 3G 網路進行傳輸，而是全面改採 VoLTE 的方式作為新型語音通話功能。因此在網路架構的部分，模型設定於 2024 年後將達成 VoLTE 互連，模型中的 UMTS 模組也會相應關閉，同時保留 3G Media Gateway 作為固定通信語音互連界接設備。 2. 研究團隊亦於第八章第四節參數影響分析中試算不同 VoLTE 互連開啟年度對於接續費率的影響。

資料來源：研究團隊製作

在模型參數部分，考慮到國際上各監理機關多沿用前期參數，因此於原有 LTE 網路模組中，研究團隊也是藉由前期模型中的參數作為基準，僅依據我國物價指數進行微調；而於新增的 NR (5G SA) 網路模型中，則藉由與設備商討論以及參考國際文獻進行相關數值設定。原則上，電信業者所提出之建議值，若確實有合理佐證資料，研究團隊將會考慮採用之。然而如基地臺半徑、設備單價以及 CAPEX、OPEX 等數字，若業者希望進行調整，會希望業者提出更加實際的採購或安裝資料證明之。

議題十：由於 4G 網路建設及覆蓋已接近完備，是否同意應更新 4G 網路之基地臺半徑，並以相同運算邏輯計算 5G 網路之基地臺半徑作為網路設計運算之基礎？若不同意，請提供您的觀點與意見。

表 7-12 公眾諮詢意見彙整－議題十

公司	意見
業者 A	同意。
業者 B	以 4G 相同運算邏輯計算 5G 網路之基地臺半徑，作為網路設計運算之基礎，建議調整。5G 技術因為其所使用的頻譜特性是較高頻，而無線信號越高頻，傳輸距離會越短是無法改變的物理特性，因此，如模型中的偏遠地區參數，其高頻的 5G 半徑較相對低頻的 4G 基地臺半徑高，顯有不合邏輯之處。
業者 C	不同意更新 4G 網路之基地臺半徑，亦不同意以相同運算邏輯計算 5G 網路之基地臺半徑作為網路設計運算之基礎。基地臺涵蓋半徑與頻率有關，且依照技術不同，5G/3.5GHz 涵蓋並不如 LTE 4G 涵蓋，因此 5G 基地臺建置數量應推估需較 LTE 4G 多才能達到相似涵蓋面積，本期模型中 5G/3.5GHz 覆蓋半徑過大，建議應調整。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	模型中基地臺數量是經由覆蓋面積法 (Coverage) 與通信能力法 (Capacity) 取大值進行計算。其中，基地臺半徑設定用於覆蓋面積法中，透過抽樣地區各業者布建現況去推估同樣地理類型地區之基地臺數，進而得出全臺基地臺建置數量。

因此，在 4G 基地臺建設已趨近完備的狀況下，透過不斷更新 4G 網路之基地臺半徑使推估更接近目前實際覆蓋所需數量。5G 邏輯亦同，而覆蓋半徑過大的原因係為在抽樣地區目前已建設之 5G 基地臺數量較少。

資料來源：研究團隊製作

議題十一：是否同意本期 2023 年行網接續費成本模型內計算 WACC 數值採用之公式以及引用之參數？是否同意模型內 WACC 參數設定為不溯及既往，僅更新 2022 年後 WACC 數值之作法？

表 7-13 公眾諮詢意見彙整－議題十一

公司	意見
業者 A	<ol style="list-style-type: none"> 不同意部分參數，建議：「預期市場報酬」採用 Bloomberg CRP (Country Risk Premium) 之 Market Return；風險溢酬採歷史數據計算，即使採 10 年平均，仍受股市波動影響，且近 10 年台股報酬指數報酬率之標準差為 16%，風險溢酬目前僅計 7.8%，明顯偏低。 遠傳電信之 Beta 值應為 0.289。 同意 WACC 參數設定不溯及既往。
業者 B	Adjusted Beta 與無風險利率及風險溢酬期間與基準不一致。目前模型採用三大電信之平均值 4.422%，其中無風險利率及風險溢酬採用 10 年為基準，而 Adjusted Beta 卻僅為 Bloomberg 2 年期，該期間與計算基準之不對等可能造成影響。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> WACC 中風險溢酬的參數設定，目前是以證交所發行量加權股價報酬指數年報酬各年度的十年幾何平均，減除各年度的十年期政府公債殖利率，再進行算術平均。上述計算步驟是為了消弭短期股市劇烈波動（近十年發行量加權股價年報酬率範圍為-18.9%至 31.3%）所造成的影響。我國固網模型與前期行網模型同樣採用上述方法進行風險溢酬計算。而業者建議之 Bloomberg CRP Market Return 是以台灣所有上市公司採股利折現模型，以內部報酬率的概念進行計算，其需對所有上市公司股利成長有一套假設條件。考量資料透明度與易取得性，以及模型一致性，仍建議維持該風險溢酬計算方法。 模型使用 Beta 值為 Bloomberg 資料庫 2021/1/1-2022/12/31 週報酬資料跑線性迴歸之調整後 Beta 值 0.286，差異源自於報酬率區間差異。 無風險利率與風險溢酬皆為年度報酬率，若僅採用短期數據容易受某幾年影響大，因此使用十年為基準；然而，Beta 值為衡量公司相對總體市場波動性的評估數值，透過多點數據進行線性迴歸，主流作法幾乎都以一年或兩年的報酬歷史數據去做計算。

資料來源：研究團隊製作

議題十二：是否同意本期 2023 年行動網路接續費成本模型 LTE (4G) 延續前期之共識進行設定？並採取相同之邏輯進行 LTE (5G NSA)、NR (5G SA) 參數之設定，對於本期模型中之技術參數及路由因子，是否有需要修正之處？

表 7-14 公眾諮詢意見彙整－議題十二

公司	意見
業者 A	不納入 5G SA。除不納入 5G SA 外，另應考量本公司之獨有 C-RAN 網路組態及所需之相關技術參數及路由因子。
業者 B	不同意於本期模型中加入 NR (5G SA) 技術參數，5G SA 尚未有規模性建設及需求，並不具備客觀參考指標。LTE (5G NSA) 核心網路成本模型可延續前期的定義，但其他網路設備如：NR 成本應視情況增加 NR (5G SA) 尚未商轉，建議先不納入本期範疇。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對於模型中 LTE (4G & 5G NSA) 技術參數及路由因子，除議題五之 LTE 通訊速度建議外，業者多未提出其他意見或表示同意，因此建議維持目前技術參數及路由因子。 2. 對於模型中 NR (5G SA) 技術參數及路由因子，業者多建議模型成本參數不應納入，採納業者建議，本期模型技術參數及路由因子不納入 NR (5G SA)，原因同議題三。 3. 有關須調整之網路架構，合併於議題二說明。

資料來源：研究團隊製作

議題十三：對於 LTE (4G & 5G NSA) 與 NR (5G SA) 網路架構中之成本參數，若有不同意見，請提出相關建議值與其論述。

表 7-15 公眾諮詢意見彙整－議題十三

公司	意見
業者 A	不同意於本期模型中加入 NR (5G SA) 成本參數，5G SA 尚未有規模性建設及需求，並不具備客觀參考指標。
業者 B	不納入 5G SA。除不納入 5G SA 外，另應考量本公司之獨有 C-RAN 網路組態及所需之相關技術參數及路由因子。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對於模型中 LTE (4G & 5G NSA) 成本參數，業者並未提出其他意見，因此建議維持目前成本參數。 2. 對於模型中 NR (5G SA) 成本參數，業者多建議模型成本參數不應納入，採納業者建議，本期模型成本參數不納入 NR (5G SA)，原因同議題三。 3. 有關須調整之網路架構，合併於議題二說明。

資料來源：研究團隊製作

議題十四：由於我國 4G 網路建設已趨於成熟，是否同意 2020 年後技術進步率以 5% 進行設定？由於 5G 網路仍處於建設初期，是否同意於建設前 5 年內（2020 年至 2025 年）將技術進步率設為 0%；2026 年後技術進步率則參照前版模型中 4G 網路之 5% 進行設定？

表 7-16 公眾諮詢意見彙整－議題十四

公司	意見
業者 A	不同意，建議調降至 2%。因 COVID-19 疫情及通貨膨脹影響，近年建設成本不降反升，依行政院主計總處網站公告預估 2023 年消費者物價指數為 2.26%。
業者 B	不同意 2026 年後技術進步率參照前版模型中 4G 網路之 5% 進行設定。本國生產者及相關技術進步率並不大於 3%，因此若本模型仍需以技術進步率為基礎所假設之採購單價降價率也不應大於 3%。且技術進步率項目實與生產者相關，建議應參考國內生產者物價指數（PPI）等指數，依監理期間調整設備降幅與增幅，較符合我國經濟環境及市場現況。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. CAPEX Index 並非僅代表技術進步率，亦代表大量採購或規模經濟下的設備降價幅度，且因行動通信技術演進日新月異及汰換顯著，當設備技術趨近成熟時將具一定程度的降價幅度。 2. 技術進步率是基於長期和平均的觀點而設定，過去參考葡萄牙模型設備降價幅度 3%—10% 進行我國模型 5% 的 CAPEX Index 設定，於前幾期行網接續費模型中亦使用同樣觀點。同時，我國模型額外考慮於新技術布建投資之初期，為設備採購之高峰且可能難有設備價格的變動，各技術設備自開台起算五年內技術進步率皆設定為 0%。

資料來源：研究團隊製作

議題十五：對於本期模型之自有設備維運成本及趨勢是否同意比照過往網路元件設定，採用 5% 之 CAPEX 作為網路元件之 OPEX 的計算方式，並逐年跟隨長期物價成本而增長？

表 7-17 公眾諮詢意見彙整－議題十五

公司	意見
業者 A	同意 OPEX 計算方式，逐年跟隨長期物價成本而增長。
業者 B	不同意。OPEX 以 Capex 5% 計算，明顯低於本公司維運成本水準。如公眾諮詢文件 P6 所指維運成本，包含直接相關網路元件設備的土地與設備之租金、維運人力、維運所需之電源、冷氣、耗材支出等成本，近幾年因疫情導致全球設備成本上升、供貨不足、通膨壓力等因素，委外維運合約亦很難有廠商願意以此條件承作，若 OPEX 延續前期設定維持為 CAPEX 5% 顯已不合時宜，明顯低於業者維運成本，建議本期 OPEX 應提高比例以符現況。
業者 C	無意見。
業者 D	無意見。
研究團隊回應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模型中的成本計算為提供「語音接續服務」時之成本，意旨將分離出僅為語音接續服務發生時之 OPEX，並非整體行動通信網路的維運成本。 2. 模型中 OPEX 以 CAPEX 5% 計算僅適用於部分設備本身維運所需成本，以編號 4GP-4 的無線電匯流中繼中心 (LTE-AP) 為例，其設備採購單價 (CAPEX) 為【✕】，因此設備本身 OPEX 設定為【✕】* 5%=【✕】，然編號 4GP-22 的無線電匯流中繼中心機房 (LTE-AP Site) OPEX 【✕】亦為其相關維運費用。 3. 對於自有設備 OPEX Index，逐年跟隨長期物價成本而增長 (1%)，業者多表示同意或無意見，因此建議維持目前 OPEX Index 設定值。

資料來源：研究團隊製作

第三節 公眾諮詢意見回覆與說明會議題探討

本團隊於 112 年 9 月 22 日於台北市集思交通部會議中心舉辦「行動通信接續費成本模型草案」公眾諮詢意見回覆說明會，將公眾諮詢議題分為架構部分與參數部分依序進行回應。會中電信業者對於團隊所回覆之內容，大多表達同意或無意見。惟有關 VoLTE 互連時程以及 VoWiFi 納入與否，電信業者與研究團隊仍多有討論。於此小節整理說明業者回覆意見與會中業者較多討論的議題一、三、四與九，以及團隊回應內容。

共同成本

針對公眾諮詢議題一，電信業者多提出應採計共同成本，然而依據 LRIC 模型之目的在於忠實反映由「話務接續」增加而帶來的成本增加，然而頻譜標金或使用費與接續服務之使用並無直接關聯，並不會因為接續服務存在與否而有所增減。且在近年行動話務量已達飽和的狀況下，增支成本應僅隨著數據量增長而產生，因此建議不列入共同成本。

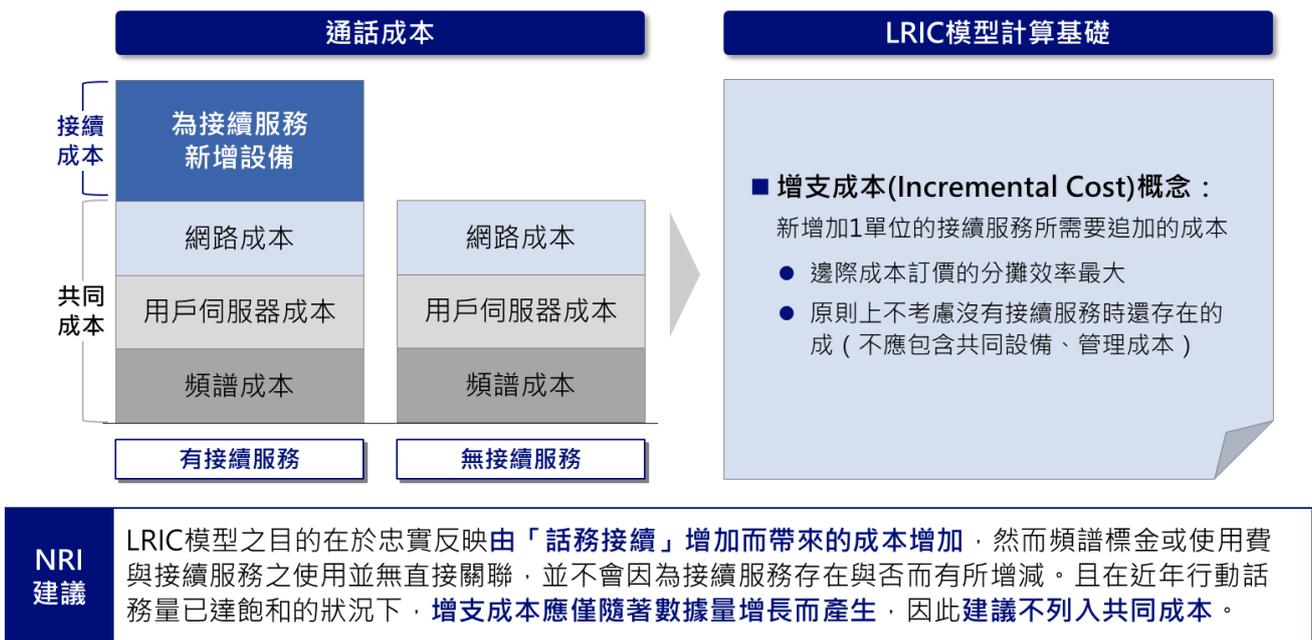


圖 7-1 公眾諮詢議題一共同成本

資料來源：研究團隊製作

VoNR (5G SA) 網路

針對新加入的 5G 網路部分，研究團隊經過多次與相關業者的意見交流，同時參考了國際上的趨勢和實際案例。目前，一般通話則仍然使用 NSA 架構，透

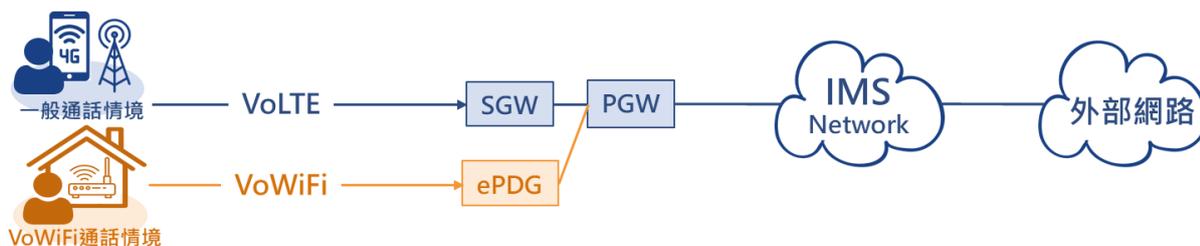
過 VoLTE 網路進行語音傳輸，業者也無法對於模型內 SA 架構下的語音傳輸網路架構與技術及成本參數提出具體建議。此外，由於國內目前 VoNR 話務量尚未發生，我們只能透過推估假設進行相關計算。鑒於此，我們採納業者意見，在本次的監理期間內，將 NR(5G SA)排除在計算範圍之外，但保留試算模組於模型中。以利未來技術的發展和用戶需求留有更多彈性，並在適當的時機重新討論納入 NR 的計算範圍。

VoWiFi 通話情境

本次公眾諮詢中，業者對於本次監理期間之計算範圍是否納入 VoWiFi 意見較為分歧，部分業者表示已開始提供 VoWiFi 語音服務，有設備建置與維運成本，故應納入；而部分業者則表示該服務使用時受到 Wi-Fi 信號限制，非為隨時皆可使用之行動語音通訊服務，使用率較低成長受限，故建議不納入；或者，建議研究團隊於足夠資訊或數據再行研議。

因此，研究團隊於 9 月 22 日公眾諮詢第二次說明會中，針對 VoWiFi 議題再深入與業者進行意見交流。會中業者提及可能無法準確拆分出 VoWiFi 通話分鐘數，然話務量為模型計算所需網路元件之重要參數，若無法取得實際話務量，在計算上可能會產生偏誤。

同時參考國際作法，依據 Ofcom 於 2018 年所進行的 VoWiFi 通話量調查，英國四家業者之 VoWiFi 通話量約占整體 4G 通話量之 0.1%至 3.9%，且對於接續費率影響輕微(約 0.2%)；因此，Ofcom 於 2018 年接續費率監理報告中提出 VoWiFi 不納入接續費計算。綜整上述原因，VoWiFi 類似於一般通話的備援服務，非為隨時皆可使用之通信服務，不應作為一獨立服務加以計算，且業者在拆分 VoWiFi 準確話務量上可能有所困難；因此，考量模型計算精準，研究團隊建議模型中不將 VoWiFi 服務納入計算範圍中。



納入VoWiFi須增加採計的設備

NRI建議

■ ePDG :

VoWiFi通話功能必要元件，可視為一種Gateway，負責建立從終端接入核心網路之間的封包傳輸通，可整合至原有SGW的機房當中。

於112年9月22日公眾諮詢第二次說明會，電信業者提及，

1. 考慮通話品質基礎應為任何地點都可以接通，但VoWiFi使用時受到Wi-Fi信號限制，非為隨時皆可使用之行動語音服務。
2. 目前VoWiFi類似於一般通話於信號不佳處的備援機制，非為服務 / 接續其他業者用戶之新增支出。
3. 對於須輸入的市場參數部分，業者若須拆分出VoWiFi確切通話分鐘數可能會有困難。

綜整上述原因，並參考國外模型多未將VoWiFi納入計算範圍中，因此建議模型中VoWiFi服務設定為不納入。

圖 7-2 公眾諮詢議題—VoWiFi

資料來源：研究團隊製作

VoLTE 互連

對於是否於本次模型監理期間 114 至 117 年內設定 VoLTE 網路互連的公眾諮詢議題九，也是本次研究案各座談會中與業者討論較多的議題。業者多表示 VoLTE 互連，尚需針對互連架構與方式進行協商、設備建置、互連測試等作業時間，建議達成互連協議後再依共識辦理。然業者皆未提出具體時程規劃，且基於網路效率建置的基礎下，根據電信業者規劃，將於 113 年第二季全面汰換 3G 網路。屆時行動語音通信應將不再透過 CS Fallback 由 LTE 網路回退至 3G 網路進行傳輸，而是全面改採 VoLTE 作為新型語音通話方式。因此在網路架構的部分，模型設定將於 3G UMTS 網路關閉的 113 年後將達成 VoLTE 互連。研究團隊亦於報告第八章第四節中試算不同 VoLTE 互連年度對於費率的影響，並同時於模型使用介面中，設計可快速調整式欄位供貴會輸入 VoLTE 互連年度。

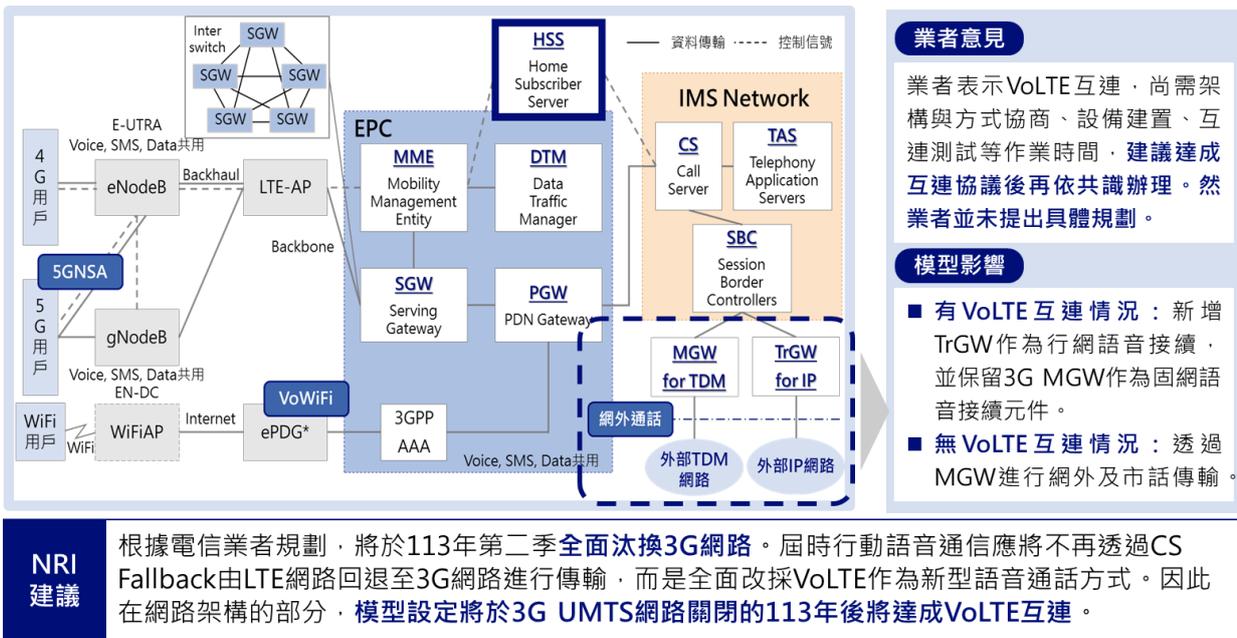


圖 7-3 公眾諮詢議題－VoLTE 互連

資料來源：研究團隊製作

第四節 小結

為使行網接續費率計算貼近我國現況，研究團隊於專案期間，舉辦專家學者座談會兩場、線上公眾諮詢及公眾諮詢意見說明會兩場，並實際拜訪電信業者進行模型架構說明。於公眾諮詢期間，研究團隊也提出本期接續費成本模型框架、技術及成本參數設定值，並提供電信業者測試模型供業者進行檢視試算，作為雙方對談之基礎。陸續針對模型計算邏輯、參數設定，整理標竿國家作法及電信業者建議，修正模型內容，最後方能提出本期 114 年至 117 年我國行網接續費率建議。

本節將整理於公眾諮詢中業者所提出相關參數項目建議值，並試算對於接續費率的影響，以及研究團隊對最終設定值之建議。研究團隊所提之參數設定，多基於前期模型之假設、及標竿國家之作法，因應在地化情境，實際設備設定數值、用戶使用情形進行調整。因此，在本期公眾諮詢中，業者多未對模型架構、運算邏輯、技術參數與成本參數提出不同意見。在不違反網路效率性與長期增支成本法精神的前提下，若電信業者有提出確實的佐證資料，研究團隊將採納業者之提議，進行相關參數修正。

然而部分項目，由於電信業者所提建設方式較不具效率、參數取得困難，或者各業者間意見不一致等原因，因此研究團隊可能不予以採納、或採部分採納。團隊整理公眾諮詢及各座談會後已與業者達共識之項目，以及未完全採納業者建議之爭議項目如下。

表 7-18 公眾諮詢及座談會後架構與參數項目相關建議

	項次	架構與參數項目	研究團隊建議值	業者建議值
有 共 識 項 目	Q1	總體經濟調整（消費者物價指數年均複合成長率）	1.553% （108-111 年）	1.699% （108-112 ⁶⁴ 年）
	Q2.Q3	模型納入 NR（5G SA）	不納入	不納入
	Q8	接續費率計算之用戶基礎	網路技術用戶	網路技術用戶

⁶⁴ 112 年數值為使用行政院主計總處於 112 年 8 月預測當年度之消費者物價指數年增率 2.14%（網址：<https://ws.dgbas.gov.tw/001/Upload/463/refile/10980/231923/news11208.pdf>，最後瀏覽日期：2024.1.22）

未達共識項目	Q1	共同成本	不納入設定	納入設定
	Q4	納入 VoWiFi	不納入	納入、不納入
	Q5	LTE 通訊速度	【✗】	【✗】
	Q7	模型年限	129 年	122 年
	Q6.Q9	VoLTE 互連	113 年	待研議
	Q11	WACC	4.422%	6.554%
	Q14	CAPEX Index	-5%	-2%

資料來源：研究團隊製作

前兩節為各參數修正或情境假設之討論過程，說明研究團隊未採納業者建議主要原因，此節將著重評估參數調整對於費率的影響，及最後參數設定結果之彙整，並將於下章對於部分參數項目進行更詳細的費率影響分析說明。

表 7-19 公眾諮詢業者意見－模型調整項目影響評估

項次	參數項目	業者建議值	研究團隊建議值	採用業者建議值對模型費率影響
Q1	共同成本	納入	不納入	【✗】
Q3	納入 NR (5G SA)	不納入	不納入	【✗】
Q4	納入 VoWiFi	納入/不納入	不納入	【✗】
Q5	LTE 通訊速度	【✗】	【✗】	【✗】
Q7	模型年限	122 年	129 年	【✗】
Q9	VoLTE 互連	待討論	113 年	【✗】
Q10	LTE 基地臺半徑	維持前期	更新 111 年數值	【✗】
Q11	WACC	6.554%	4.422%	【✗】
Q14	CAPEX Index	-2%	-5%	【✗】

資料來源：研究團隊製作

第八章 接續費成本模型計算結果與影響分析

依照第五章、第六章所提出的模型架構與參數，綜合座談會後與公眾諮詢後的業者調整建議，本章將會探討最終試算後的接續費計算結果，並進行必要的費率調整以及提出費率導入模式，並在後續小節中分析參數對計算費率的敏感度分析，及費率下降對於電信市場之衝擊影響。

第一節 行動通信網路接續費率計算結果

參考第五章與第六章，112 年接續費成本模型基本設定如下：

表 8-1 接續費成本模型基本設定

模型計算原則	全元件長期增支成本法
模型涵蓋技術	■ LTE (4G & 5G NSA) 網路 ■ NR (5G SA) 網路：僅保留試算模組，未納入監理期間計算範圍內
模型涵蓋成本	僅包含直接成本，排除共同成本
模型加價原則	模型計算過程中不另外加價
模型計算區間	86 年－129 年 (軟體中保留 2G 與 3G 執照開始之數據，但實際應由 4G 開台 103 年起算，故模型跨度為 27 年)
列入模型計算業者 (市佔>20%)	中華電信、台灣大哥大、遠傳電信
技術情境設定	113 年 UMTS (3G) 網路關閉、VoLTE 互連開啟

資料來源：研究團隊製作

在本次監理期間內，由於 UMTS (3G) 網路的關閉以及 NR (5G SA) 尚未啟用，接續費用主要來自 LTE (4G & 5G NSA) 網路。為反映這一狀況，我們根據參數更新後的結果設定了 112 年行動通信接續費成本模型。在此模型中，將各業者之費率經網外受話分鐘數加權平均後，得到 114 年至 117 年的接續費率，分別為每分鐘【×】、【×】、【×】、【×】元(未稅、未進行調整)。以 117 年的【×】

元與 113 年公告費率（含稅）每分鐘 0.407 元比較，下跌約【✂️】，接續費率趨勢可參考下圖。

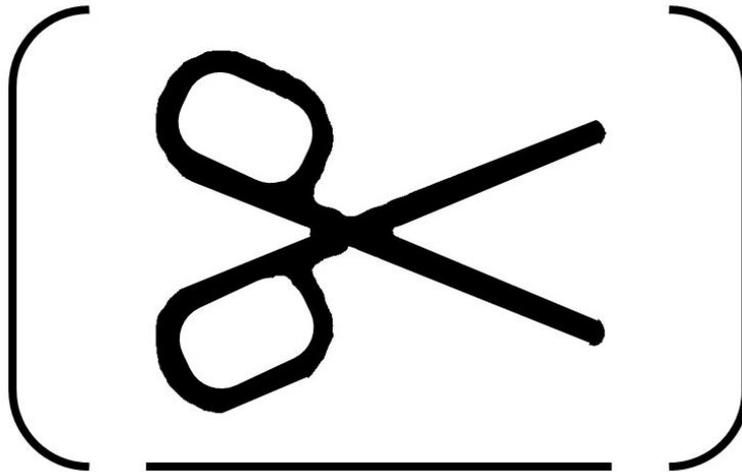


圖 8-1 本期接續費模型計算結果與趨勢
資料來源：研究團隊製作

於我國業者 113 年 3G 落日期程規劃下，未來行動通信市場勢必得透過 IP 化網路進行跨網介接，研究團隊認為可透過本次行網接續費率導入與 IP 化網路互連議題扣合，監理機關可透過與業者協調本次接續費率合適之調整空間，視業者推動 VoLTE 互連之意願與配合程度，設定不同情境設定下之費率導入，作為促進業者推動 VoLTE 互連之誘因。鼓勵業者積極將原行動網路間互連之 3G 設備進行汰換，以省下原維持 3G 界接設備之維運成本，亦有助於提升我國行動通話品質。



圖 8-2 本期 114-117 年行網接續費導入建議
資料來源：研究團隊製作

第二節 行動通信接續費率導入建議

本期接續費率因我國已非初次導入 LRIC 模型，因此團隊延續前期建議，不計入共用設備，如：頻譜標金、頻率使用費、HLR、HSS 等成本，以 Pure TELRIC 方式計算接續費率，以使接續費更符合 LRIC 模型之精神。於此節將針對模型計算出來之 Pure TELRIC 的結果進行接續費率之建議。

首先，根據 112 年本期接續費模型設定之討論，並參考標竿國家英國、葡萄牙作法，以物價成長指數預測、通貨膨脹率對於模型計算出之費率進行調整。根據我國主計總處所公布之消費者物價指數年增率過去年物價成長指數，108 年至 112 年的年均成長比率落在-0.23%至 2.95%，經計算後之消費者物價指數年複合成長率約為 1.699%。

表 8-2 我國近年物價指數年均成長率

年度	108 年	109 年	110 年	111 年	112 年	CAGR
消費者物價指數	98.30	98.07	100	102.95	—	—
消費者物價指數 年增率 (%)	—	-0.23	1.97	2.95	2.14*	1.699

註：主計總處 112 年 8 月預測值

資料來源：行政院主計總處，研究團隊製作

假設未來維持每年約 1.699% 的物價成長，並以此進行我國之接續費率調整。調整結果如下圖，Pure TELRIC 模型加上總體經濟調整的接續費率，自 114 年到 117 年依序為每分鐘【✕】、【✕】、【✕】、【✕】元。另若計入 5% 之營業稅後，費率結果為每分鐘【✕】、【✕】、【✕】、【✕】元。以 117 年費率與 113 年公告費率每分鐘 0.407 元比較，降幅來到約 19%。

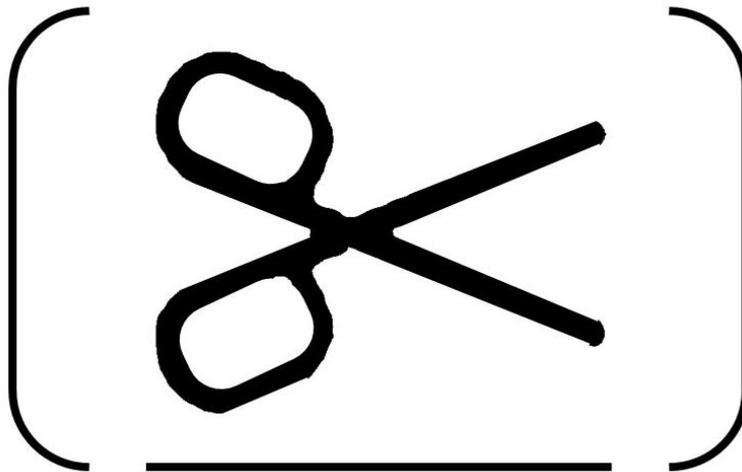


圖 8-3 本期接續費計算結果經總體經濟調整
資料來源：研究團隊製作

第二步進行平滑導入之調整，降低模型更新而產生的費率落差，以減少新費率導入對於業者的瞬間衝擊。考慮既有公告費率與本期費率建議值的差距，在管制期間的四年內，逐步調整接續費率，最終在最後一年將其調降至模型計算的最終數值。這樣的調整方式不僅有助於確保業者在調整期間仍能保有一定水準的收入，同時也給予業者足夠的時間來適應未來接續費率的變化。其計算方式如下：計算 113 年費率（0.407 元/分）至 117 年新費率（【✂】元/分）之間的年複合成長率。後始各年以複合年成長率調整得該年度平滑導入之費率建議值。若採取此方式，模型結果平滑導入調整後的結果，自 114 年到 117 年依序為每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】元。

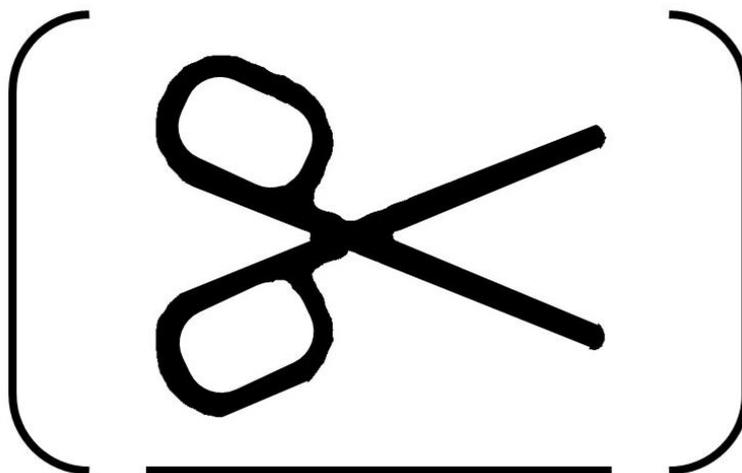


圖 8-4 本期接續費計算結果經平滑導入調整
資料來源：研究團隊製作

由於本期建議 117 年目標接續費率為【✂】元，與 113 年的公告費率每分鐘 0.407 元相差近【✂】，因此，研究團隊建議延續前期做法，經過總體經濟以及營業稅率調整後，再以四年逐步平滑導入的方式，較能減緩對於業者之衝擊。自 114 年開始依序以每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】元的方式調降。

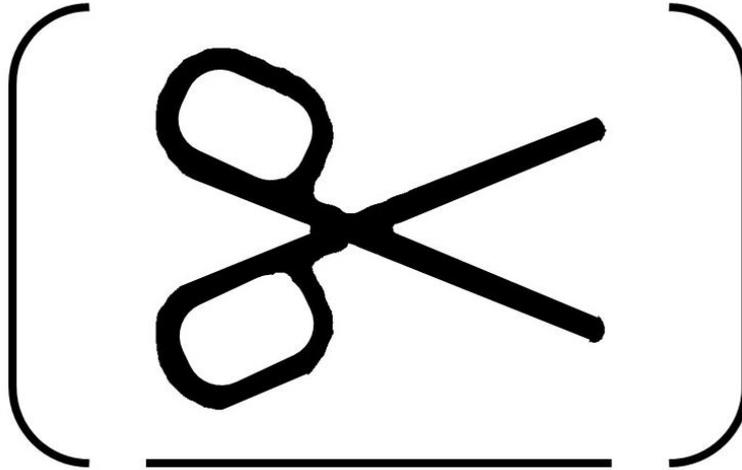


圖 8-5 本期行動通信網路語音接續費率計算結果
資料來源：研究團隊製作

第三節 本期行動通信網路接續費模型成本結構分析

我國接續費率分別就三大業者 LTE (4G & 5G NSA) 之接續費率結果，經話務量加權平均而得，而各網路之費率，主要根據全元件長期增支成本法，計算各網路中，為提供服務所需增購之元件數量，並轉化為每年須支付之設備成本及維運成本。本期影響成本變化的重要因素，包含話務量之明顯下滑、VoLTE 網路互連、UMTS (3G) 網路關閉以及 VoLTE 網外通話情境、WACC 變動及基地臺半徑等參數調整。其中，UMTS 網路關閉、VoLTE 互連與新增 5G 基地臺建置與維護的成本影響顯著。

本節中將探討各網路總支出隨時間變化的趨勢，解析各網路之成本結構，以從中找出影響費率的關鍵元件，並藉著追蹤關鍵元件之需求變動趨勢，探討於本期及未來可能影響接續費率的重要緣由。

網路總成本變化趨勢

LTE (4G & 5G NSA) 網路的總成本於 109 年後每年超過三千億以上，其中維運成本佔據相當大的比例。對此現象進行分析，其原因主要有兩點：一是隨著技術的進步，4G/5G 為全 IP 封包網路設計，使得設備在處理訊務時效率更高；其二，每年的軟體升級、機房土地租金以及線路租用等成本，於模型中納入維運成本的計算範疇。例如，模型中對回傳線路規格的設定可能需要高達 STM-64(10G) 的規格，以滿足 LTE 網路上大量資料傳輸的需求，這也反映了為了維持 LTE 網路運作所需投入的高維運成本。

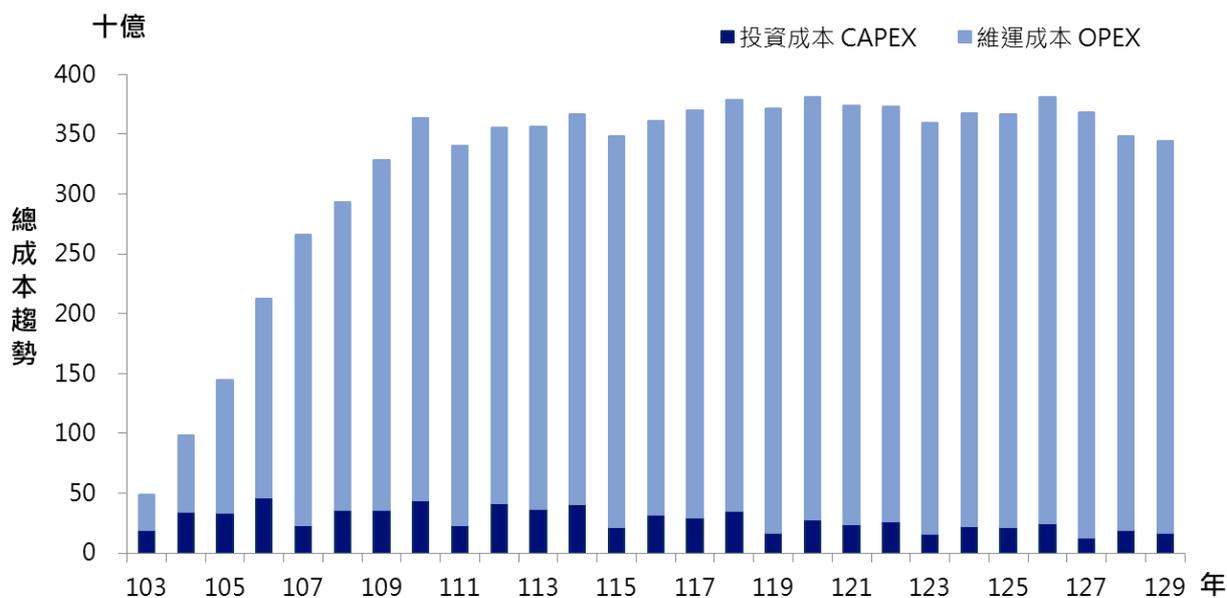


圖 8 -6 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本趨勢

資料來源：研究團隊製作

網路成本結構

研究團隊分析 112 年 LTE 網路的投資成本結構中，以基地臺占最大比例 (54%)，其中包含 4G 基地臺與 5G 基地臺，其他元件則以與外部網路介接之重要路由元件 SGW (22%)、及 LTE 網路中負責管控流量之 DTM 元件 (14%) 為主要成本項目；在維運成本項目中，則因訊務量近年大幅成長，各種線路皆需較高規格支援，因此維運成本中以回傳中繼線佔 37%、骨幹中繼線 31% 為主要成本項目，接著依序為互連骨幹中繼線 (15%) 與基地臺土地租金 (10%)。

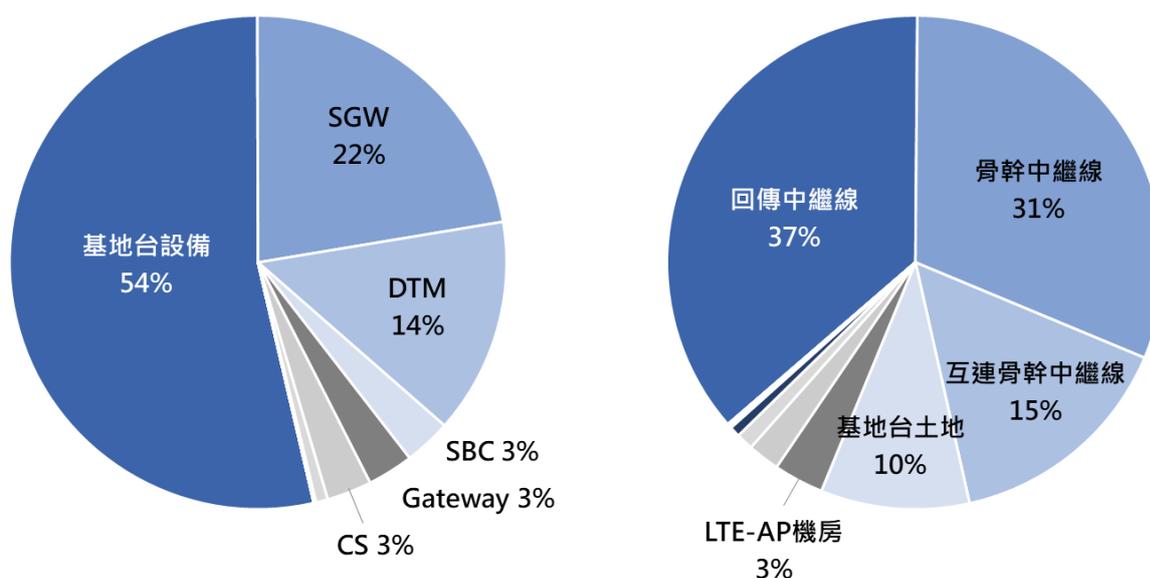


圖 8-7 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本結構—112 年

資料來源：研究團隊製作

由上述分析可知，於各網路中基地臺之設備投資成本或其土地租金成本皆為重要之成本項目。本次座談會與公眾諮詢期間，基地臺數量變化趨勢，也是電信業者重要討論內容。於下個段落，即就各網路之基地臺數量變化趨勢，進行分析說明。

基地臺數量變化

基地臺數量計算方式，於模型中會以覆蓋面積法和通信能力法同步計算後，取其中之大值計，反映業者於基地臺建設時及提供服務時，需同時考量覆蓋率和大量資料傳輸的需求。若網路類型為處理大量資料為主，則基地臺數量會以通信能力法的需求為主；若網路為建設初期時，則可能覆蓋用基地臺數量較大，也反映業者於新服務推出之初，需要先迅速擴張覆蓋範圍，以吸引用戶進入使用；另網路若進入使用末期，因用戶量下滑，連帶使用量也會隨之縮減，因此通信能力法所需基地臺數量也會減少，整體網路僅需維持在能滿足覆蓋率之規模。

LTE 網路中包含 4G 基地臺與 5G 基地臺需求。其中，4G 業務自 103 年啟用後，我國電信業者致力於 4G 基地臺建設與覆蓋，近年已經成為數據傳輸的重要

網路。而 5G 基地臺由於技術規格原因，業者需要建設的基地臺數目遠超過 4G 基地臺。也由於數據傳輸量大幅增加，未來在 LTE 網路建設上，通信能力法所需要的基地臺數目也是遠超過覆蓋面積法的；然而，實際建置情況中，業者可透過改建既有 4G 基地臺，在其上新增額外設備以支援 5G 服務使用，因此實際建置所需的基地臺數量未必需要如此之多。

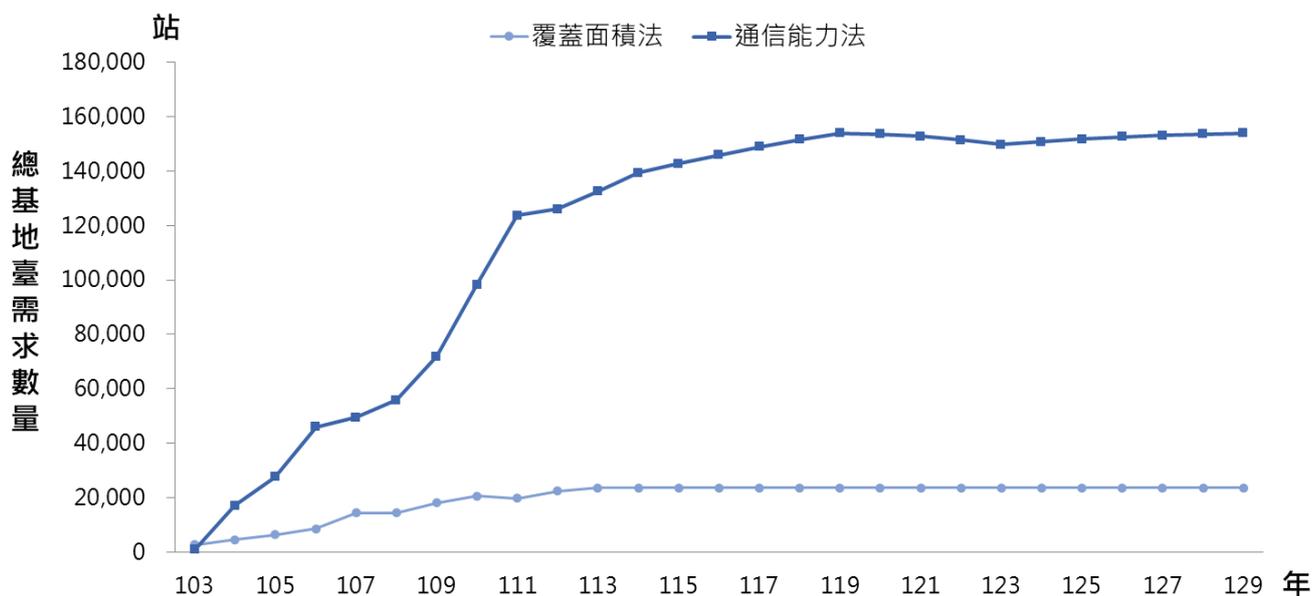


圖 8-8 LTE (4G & 5G NSA) 基地臺需求數量

資料來源：研究團隊製作

第四節 行動通信網路接續費模型參數影響分析

前面小節中分析 LTE 網路之總成本變化趨勢、成本結構及重要項目基地臺數量之變化趨勢。本節則將探討調整各種參數，對於行動通信接續費率的影響幅度。除更了解本期各項參數設定之影響，也可了解未來若相關情境改變時，參數調整可能對接續費率的影響，每次試算僅控制單一參數數值之變動，比較基準為本章第一節所設定之模型原始費率計算結果（未稅、未進行調整）。

一、 不同年度實施 VoLTE 互連對接續費影響分析

由於 VoLTE 技術係將語音以封包方式於 LTE(4G)網路上進行傳輸，傳輸速度較以往 UMTS (3G) 更快、資源使用也更為效率，故在 4G 網路上進行語音通話的成本較低。此外，隨著語音服務逐漸轉移到 4G 網路上，3G 網路雖已無新增設備之投資成本，但業者仍須面臨 3G 網路使用率雖低但仍須負擔高額維運成本的狀況。因此，3G 網路關閉能免去舊有設備的維運支出，也是本期所計算出的費率仍持續下滑的原因之一。

前期模型設定 119 年 UMTS (3G) 網路關閉，因此於前期監理計算期間 (110-113 年)，LTE (4G) 技術網路與 UMTS (3G) 技術網路共存之背景下，若 VoLTE 互連發生，將使通話逐漸由 3G 網路轉為語音通話的成本較低的 4G 網路，而使接續費率下滑。然而，根據目前我國電信業者預計於 113 年中全面關閉 3G 網路的規劃下，本期監理期間 114 年至 117 年將僅存 LTE (4G & 5G NSA) 網路，VoLTE 是否互連 (直連) 將影響業者是否需增加購置互連設備成本，因此在已無 3G 網路的情況下，若 VoLTE 互連發生將使業者投資成本增加，致使接續費率上升。

本次團隊考慮電信業者 113 年關閉 3G 關閉後，應投資傳輸品質更佳的 LTE 網路 POI 進行跨網互連，故設定 113 年開始 VoLTE 互連。試算 114 至 117 年之間接續費率，VoLTE 互連將增加直連設備投資支出，進而影響接續費率上升，越早發生則對於 117 年之費率影響越顯著。若於 116 年發生時，則費率將從基準值之每分鐘【✕】元，降至【✕】元，降幅約【✕】。若完全不互連，接續費率則將降為每分鐘【✕】元，降幅達【✕】。

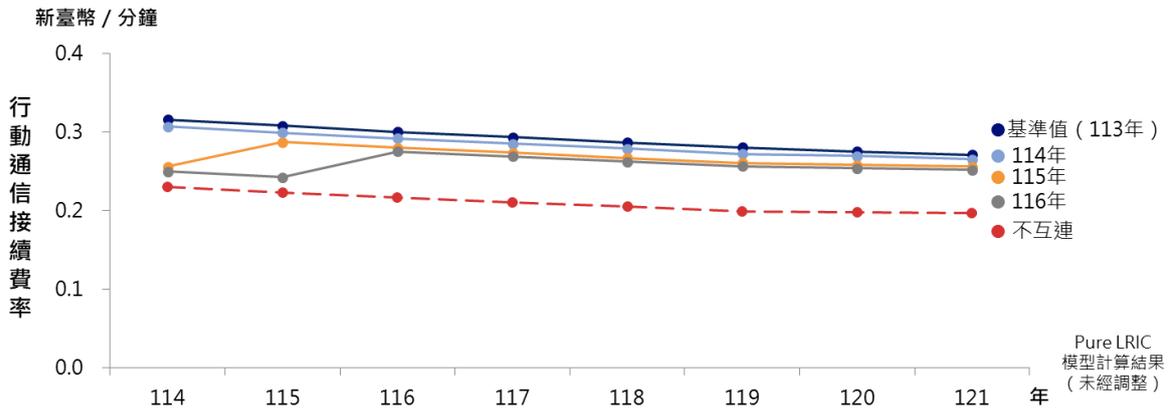


圖 8-9 VoLTE 互連開始年度對接續費影響

資料來源：研究團隊製作

二、 WACC 變動影響分析

加權平均資金成本率 WACC，於本期中主要基於前期之參數設定方法進行更新，最終計算結果為 4.422%，更新模型中 111 年及其後年度之 WACC。依照接續費計算公式，總投資經濟折舊後之加總會等同於總收入經濟折舊後之加總。公式中，投資和收入皆會進行經濟折舊，WACC 同時影響分子與分母部分，因此由公式中無法直接判斷 WACC 對整體費率是呈正向或負向關聯，可能依 E_t 及 $(X_t * P_t)$ 變化趨勢會有不同結果。

試算 WACC 高低對接續費之影響，結果如下圖所示，高 WACC 的費率較高，而降低 WACC 會使費率下降。如 WACC 若調整為目前的 1.5 倍 (6.633%)，117 年費率將上升為每分鐘【✖】元，漲幅約【✖】；反之，若 WACC 調整為目前的 0.5 倍 (2.211%)，費率將降為【✖】元，降幅約【✖】。

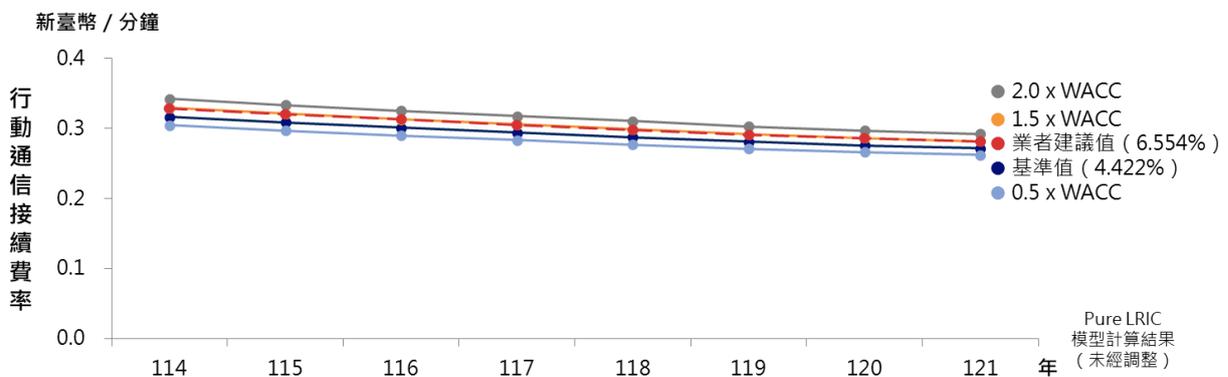


圖 8-10 WACC 對接續費影響

資料來源：研究團隊製作

三、 用戶最低年平均通話分鐘數影響分析

模型中用戶最低年平均通話分鐘數參數，為設定我國網路中仍有最低限度的通話行為。由於商業行為上必然有通話行為，若完全無通話行為，則與實際電信市場現況不符，因此模型中設定最低通話限度來防止通話分鐘數按照 CAGR 推估計算降低至 0。

由於近年行動通信網路話務量持續下降，本期模型中設定最低年平均通話分鐘數為 300 分鐘，較前期設定之 600 分鐘明顯下降，主要原因為根據本次研究與業者索取的市場資料中，用戶年均通話分鐘數已低於前期設定之 600 分鐘；此外，根據我國三大業者主要資費方案，每月免費網外通話約為 25 分鐘。因此業者應有可以提供用戶年均通話 300 分鐘服務的網路規模。

若依照 108 年模型設定值 600 分鐘設定，我國接續費會更加快速下降，117 年計算結果為每分鐘【~~3.5~~】元，比起本期設定降低約【~~3.5~~】，但若平均通話分鐘數降低至目前設定值的一半 150 分鐘，由於網路沒有足夠話務量分攤成本，反而使得費率下降速度趨緩，117 年的接續費率上升【~~3.5~~】左右，來到每分鐘【~~3.5~~】元。

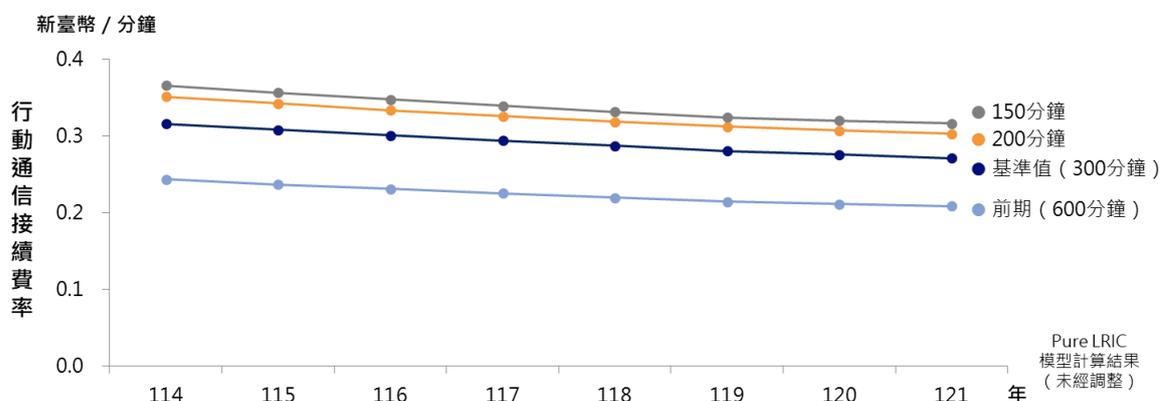


圖 8-11 用戶最低年平均通話分鐘數對接續費影響

資料來源：研究團隊製作

四、 模型年限與共同成本影響分析

本期模型涵蓋 5G 業務用戶數與話務量，並於 LTE 網路中新增 5G 基地臺相關設備，意即最終費率計算中已考慮 5G 基地臺建置與維運成本，

因此模型計算區間應由前期設定之 4G 頻譜執照年限 122 年，相應延長至 5G 頻譜執照年限 129 年。試算模型年限對於接續費的影響，若模型年限為維持前期設定之 122 年，致使每年所須攤提的成本較高，117 年接續費率將上升至每分鐘【X】元，漲幅約【X】。

鑒於我國接續費監理模式已行之有年，電信業者對透過 LRIC 方式計算行動通信網路接續費率已達成基本共識。自 104 年起，我國首次改用 Pure LRIC 進行計算，而在 112 年更新的行動通信網路成本模型中，研究團隊依循上期 108 年模型之設計，採用 Pure LRIC 進行接續費率的計算。這種方式僅考慮接續服務相關元件的增支成本，不納入共同設備成本和間接成本的計算。這樣的作法旨在忠實地反映由「話務接續」增加所帶來的成本上升，而頻譜標金或使用費與接續服務的使用並無直接關聯，不因接續服務的存在而有所增減。但研究團隊亦試算若納入頻譜標金、頻率使用費，以及非訊務敏感之 HSS 共同設備之接續費率影響，由於前述成本為整體網路中各類服務共同分擔，納入後將使接續費率微幅上升【X】，至每分鐘【X】元。

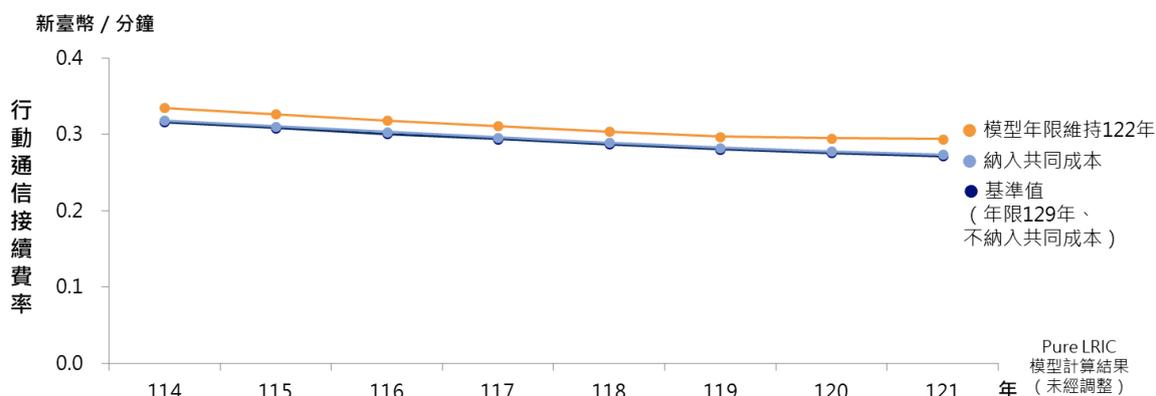


圖 8-12 模型年限與共同成本對接續費影響

資料來源：研究團隊製作

第五節 電信事業整併影響分析

由於高額的網路建置投資成本，以及技術的快速演進，電信業透過合作或合併來整合頻譜和網路資源、提升網路覆蓋率等，以實現網路規模經濟的綜效已經成為全球行動通信產業發展的趨勢之一。國內電信事業亦發生整併現象。通傳會於 112 年 1 月 18 日以附加附款核准「遠傳併亞太」以及「台灣大哥大併台灣之星」合併案。公平會則分別於該年 7 月 19 日與 10 月 11 日附加負擔通過上述結合申報案。此後，據業者公告，「台灣大哥大併台灣之星」合併基準日訂為 12 月 1 日，「遠傳併亞太」合併基準日訂為 12 月 15 日。因此，在本次監理期間內，我國行動通信網路市場將從原先五家電信業者轉變為三家的競爭格局。

模型基於用戶數與話務量等市場需求及設備規格，以進行後續設備需求數量計算，而非直接設定設備布建數量，因此電信事業整併對於模型計算的主要直接影響是市場參數，模型市場參數係指各業者行動通信用戶數、上網數據量、話務量，以及簡訊數。在尚未取得業者合併後用戶數與話／訊務量等詳細資料前，藉由模型市場參數用戶數與話／訊務量直接加總進行行網接續費率試算。由於網路服務效率的提高，業者網路也將有更多話／訊務量分攤成本，117 年費率將從每分鐘【✕】元降低約【✕】至【✕】元。

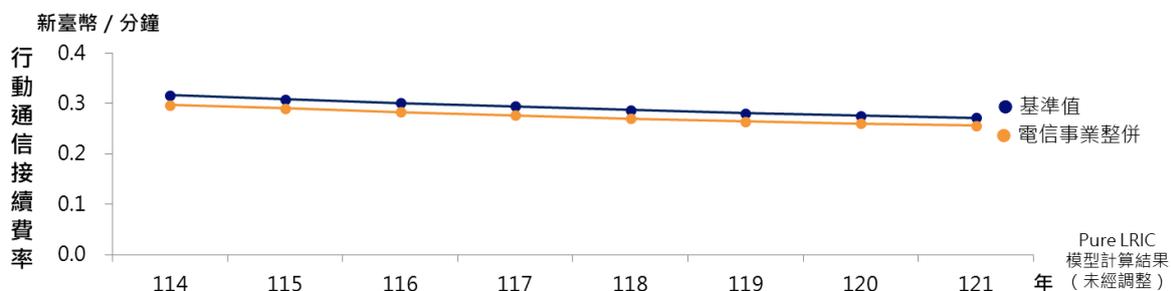


圖 8-13 電信事業整併對接續費影響

資料來源：研究團隊製作

研究團隊亦考慮話務量合併時網外通話轉為網內通話的情境，舉例來說，假設亞太電信用戶原先網外發話（包含行動與市話）分鐘數中有 10% 為撥打至遠傳電信用戶，在進行話務量合併時，這 10% 的話務量將由原先網外發話中扣除，而轉換為網內通話，即總話務量不變，但通話類型在整併後由網外轉換為網內。參考我國行動通信語音網外行動及市話去話比例，以及業者市佔率，本研究試算轉換比例為 5%、10% 及 15% 的情境下對於接續費率模型結果的影響，經過試算發現三種情境下對於費率的影響皆不超過每分鐘 0.0005 元，由於整體話務量不變，

對於接續費率的影響輕微（約 0.05%至 0.16%）。

初步考慮電信事業整併的接續費率自 114 年至 117 年為每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】元，再將此試算結果同樣根據本章第二節之導入規劃進行調整，經過總體經濟以及營業稅率調整後，再以四年複合成長率逐步進行費率的平滑導入，調整後費率則為每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】，117 年費率相較 113 年費率降幅為【✂】。

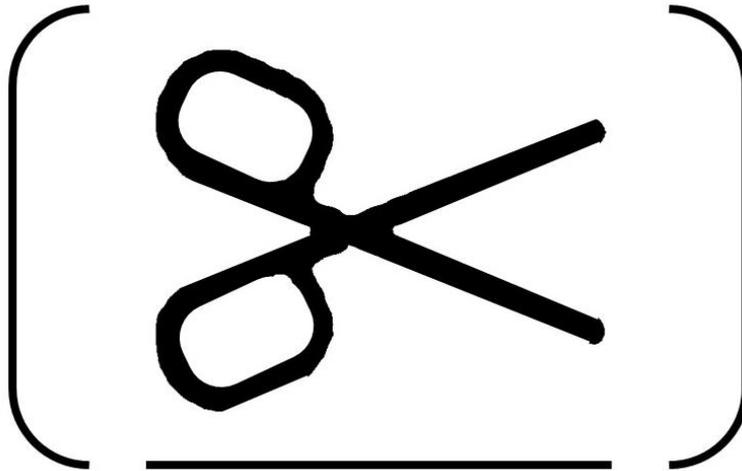


圖 8-14 本期接續費模型計算結果與導入規劃－電信事業整併試算
資料來源：研究團隊製作

待電信事業完成整併並可向業者取得完整合併後市場參數資料（詳見第六章第一節圖 6-1），可透過更新模型中用戶數與話／訊務量等輸入參數進行試算。然而，研究團隊建議以本章第一節模型設定計算所得之接續費率數值，並經第二節總體經濟、營業稅率，與平滑導入之數值作為本研究之行網語音接續費率建議值。主要原因有二：首先，雖然模型內建置五家業者資料，然最終費率原先便僅以市佔率超過 20%之三大主要業者接續費率進行加權平均，因此於模型計算單一網路接續成本概念下影響較小；其二，模型的運算邏輯是先透過用戶數、話務量與訊務量需求推估計算網路規模，以計算所需採購建置之網路元件數量；模型中計算基準皆以年為單位，且於前述市場參數推估部分，需有一定期間的資料才能更精準推估，如本期模型中用戶每年平均通話分鐘數依照 109 年至 111 年複合成長率進行推估。若於電信整併初期，僅使用單一時點資料較無法合理推估未來話務量，使得設備數量與成本的計算可能有所落差。

第六節 行動通信網路接續費潛在之市場衝擊分析

針對此次提出的接續費建議值自 114 年到 117 年依序為每分鐘【X】、【X】、【X】、【X】元，研究團隊於此節將針對潛在的市場衝擊進行分析，主要包含對於業者接續費收支之影響，以及對於業者其他通信費定價之探討。

一、業者接續費收支分析

接續費的調整對業者間的接續費收支產生直接影響。行動通信網路的接續費適用範圍包括兩個主要情境：首先，當一行動通信業者的用戶撥打給另一行動網路業者的用戶時，發話接續費將由發話業者支付給他網接收業者；其次，當其他行動網路業者或固網業者的用戶撥打給行動通信業者的用戶時，行動業者則可向其他業者收取受話接續費，作為提供網路接續服務的補貼。為了深入瞭解新接續費率對市場可能產生的影響，因此研究團隊將 114 年到 117 年建議之接續費率每分鐘【X】、【X】、【X】、【X】元，分別乘上模型中推估之個別業者各年度網外受話量減去網外發話量，以得到個別業者各年度的接續費淨收支。

然而，研究團隊在此處所計算的僅限於行網接續費順向支付的接續費收支，即由模型中的網外發話量／受話量乘以行網接續費計算支出／收入。實際上，這無法精確反映電信業者實際計算的接續費收支，因為模型中網外發話的時計包含了不僅僅是撥出至其他行動網路的發話，還包括撥出至固網等。因此，在此分析中，我們無法得出接續費的實際淨收支效果，僅能觀察整體接續費規模的變遷進行說明。

此外，研究團隊認為，接續費收支的試算僅用於呈現接續費率調整對電信業者成本支付的變化，並不代表對業者營收的實際影響。由於在網外發話時，接續費是業者需要支付給受話業者的通話成本的一部分；而在網外受話時，接續費則是業者收到發話業者支付其網路建設成本的補貼費用。因此，接續費應被視為業者的成本，僅能視為忠實呈現業者所需負擔的成本變化。就本期接續費率計算而言，對於三大電信業者而言，每年約有 2-6 億元的收入以及成本支出。而五家電信業者的收入與支出基本上差距不大，且差距有逐年縮小的趨勢。

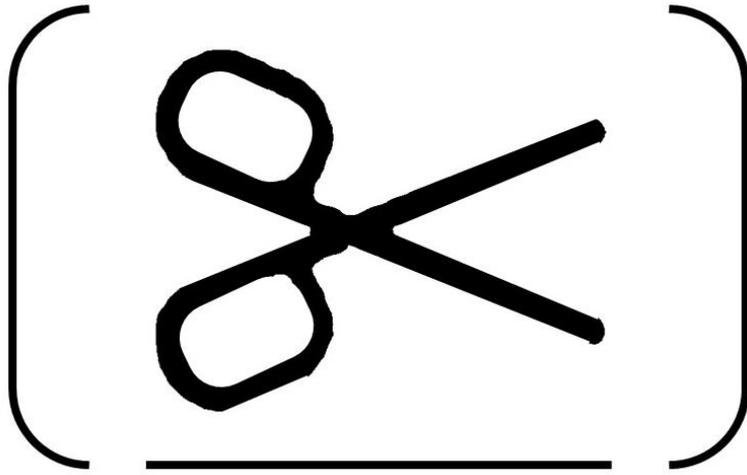


圖 8-15 接續費率對各業者之接續費收支影響（百萬元）
資料來源：研究團隊製作

二、 電信業者通信費定價探討

隨著我國行動通信技術快速發展，行動網路資費方案亦快速地推陳出新。比較三家主要行網業者 102 年與 112 年的行動月租方案，可以發現近十年來雖然接續費下降，網外語音費率仍長期維持穩定價格，幾乎無變動調整，此現象於第二章標竿國家調研中韓國與澳洲也可以發現類似的情況。研究團隊分析可能原因有三：首先，我國行動語音方案區分網內、網外、市話進行通話分鐘數贈送及超額費率計算，費率組成複雜使消費者不易察覺；其次，網外發話訂價除了基於接續費成本外，尚有網路發話成本、其他發話成本與通信費利潤等原因，且近年話務量明顯下滑，每單位發話成本即隨之提高；以及，業者傾向透過贈送免費通話分鐘數的方式回饋消費者。

102年		中華電信	台灣大哥大	遠傳電信
一般費率 (元/分鐘)	網內	3	4.8	4.8
	網外	6	6.6	4.8

↓

112年		中華電信	台灣大哥大	遠傳電信
一般費率 (元/分鐘)	網內	3	4.8	4.8
	網外	6	6.6	6.6

圖 8-16 三大行網業者網內外資費比較

資料來源：研究團隊製作

隨著網路社群語音服務興起，行動語音需求下滑，消費者對於資費方案中免費通話分鐘數關注度高於超額費率，若免費分鐘數超過其需求，便將使得消費者對網外語音超額費率敏感性降低。根據通傳會 112 年第 2 季行動通訊市場統計資訊⁶⁵計算，用戶月平均網外去話分鐘數約為 5 分鐘，而三大業者主要行動方案中網外免費通話分鐘數約為 25 至 30 分鐘，平均而言已能滿足大多消費者的使用習慣。此外，行網接續費管制也可使電

⁶⁵ 國家通訊傳播委員會 (2023.11)：2023 年第 2 季行動通訊市場統計資訊

信業者贈送網外發話的成本降低，因此業者傾向轉往贈送滿足消費者需求的通話分鐘數進行方案行銷。期望藉由本期接續費率導入，透過搭配相關監管政策配套，提升業者之間的競爭，並將競爭之本質轉為對自身客戶的服務品質提升，以推動電信業者提供消費者更優質之行動通信服務。

112年 ¹		中華電信	台灣大哥大	遠傳電信
免費 分鐘數	網內	前5分鐘	前5分鐘	無限
	網外	25分鐘	25分鐘	30分鐘
	市話	10分鐘	無	無
用戶月平均 去話分鐘數 ² (分鐘)	網內	17.4	6.1	9.0
	網外	5.0	4.9	4.5
	市話	6.5	4.6	4.1

註1：電信業者4G一般門號、最低約期的\$499資費方案（112年11月）

註2：通傳會行動通訊市場統計資訊（112年第2季）

圖 8-17 三大行網業者\$499 資費方案內容（112年11月）

資料來源：研究團隊製作

第九章 行動通信網路語音接續費管制法規檢視

經過前期行動通信網路接續費研究案，除了提出 110 年至 113 年之行動通信網路接續費建議之外，亦已因應《電信管理法》實施針對《電信管理法》與《電信法》之過渡以及行動通信網路接續費之相關法規命令（包含：電信法、電信管理法、電信事業網路互連管理辦法）進行一次的檢視並且提出相關建議。

本年度之研究計畫將延續前期之成果，根據本期新面臨到的議題，進行法規層面的探討。自 109 年 7 月 1 日《電信管理法》正式施行，主管機關已陸續完成「特定電信服務市場界定」、「市場顯著地位者認定」以及「市場顯著地位者管制措施建立」，並完成《電信管理法》與《電信法》之法規過渡，研究團隊主要進行目前主管機關針對行動通信網路接續費管制之法規命令盤點，並進行我國行動通信網路接續費價格制定的法律原則建構。

第一節 「行動通信網路接續費」相關施行規範盤點

依據《電信管理法》第 27 條第 1 項規定「為確保電信服務市場有效競爭，主管機關於必要範圍內，得對特定電信服務市場之市場顯著地位者採取特別管制措施」。為落實本規定，主管機關需依序依照同法第 27 條第 2 項規定進行「特定電信服務市場界定」以及同法第 28 條規定「進行市場顯著地位者認定」，並依據同法第三章第二節之規定「在必要範圍內採取特別管制措施」。因此主管機關國家通訊傳播委員會於 109 年 11 月 26 日發布《市場顯著地位者認定及解除認定實施辦法》與《市場顯著地位者互連管理辦法》，並於 111 年 4 月 15 日公告「特定電信服務市場」、111 年 5 月 10 日通過《特定電信服務市場之市場顯著地位者認定及特別管制措施》，研究團隊依照主管機關公告與處分理由進行「行動通信網路接續費」規範對象與規範內容盤點。

一、 特定電信服務市場界定

「行動通信網路語音接續服務市場」為受特別管制之五個市場之一，且為唯一受特別管制之「行動通信網路業務」。依據「特定電信服務市場界定」說明，「行動通信網路語音接續服務市場」被認定為「未有效競爭、

須事前管制」之理由為「行網發話業者通常無其他替代選擇，只能向受話號碼業者購買語音接續服務，因此個別行網服務業者就其受話網路為唯一的行網語音接續批發市場之供應商」。

有關「行動通信網路市場」之認定《電信管理法》與《公平交易法》之管制有重疊之處，而依據「特定電信服務市場界定」草案預告公開說明會之會議紀錄，公平交易委員會原則上將尊重國家通訊傳播委員會之市場界定，並且由於《電信法》至《電信管理法》的轉換過程中市場競爭並無顯著變化，因此通傳會進行市場界定之精神移轉自《電信法》之管制模式⁶⁶。而依據過往公平會針對「電信服務業」市場⁶⁷界定之原則，電信服務業之市場界定仰賴四個主要因素判斷，分別為「產品市場與地理市場」、「需求替代性與供給替代性」、「批發市場及零售市場」、「科技發展對市場界定之影響」。其中基於「需求替代性與供給替代性」因素檢定⁶⁸，行網發話業者進行「行動通信網路語音接續服務」時通常無受話號碼業者外其他替代選擇，因此不利於市場競爭且「行動通信網路語音接續服務批發價格」與競爭者之「行動通信網路語音服務零售成本」有關。故「行動通信網路語音接續服務市場」被認定為「單一市場」並且為「特定電信服務市場」實屬合理。

二、市場顯著地位者認定

依據國家通訊傳播委員會第 1065 次委員會審議結論，五大行網業者亦即「所有行動通信網路業者」皆為「市場顯著地位者」。此項認定系基於「特定電信服務市場界定」說明之理由「行網發話業者通常無其他替代選擇，只能向受話號碼業者購買語音接續服務，因此個別行網服務業者就其受話網路為唯一的行網語音接續批發市場之供應商」⁶⁹。將「行動通信網路語音接續服務」之國內市場更進一步限定於「個別行動通信網路語音接續服務市場」，並認為每一家業者之市佔率皆為 100%。故而研究團隊認為在「行動通信網路語音服務」不同業者間傳輸之通訊技術與商業模式

⁶⁶ 「特定電信服務市場界定」草案預告公開說明會會議紀錄（2022.01）

⁶⁷ 此處所謂的「市場」係指「反托拉斯市場」，與電信法規中所稱之「業務市場」不必然相同。

⁶⁸ 行政院公平交易委員會對於電信事業之規範說明（2009.01）

⁶⁹ 特定電信服務市場界定總說明（2022.04）

未有顯著變化前，未來任何「行動通信網路語音服務業者」之「行動通信網路語音接續服務」皆仍會受到特別管制措施的限制。

三、 必要特別管制措施

目前我國所有「行動通信網路語音接續服務」皆受到「特別管制措施」之限制，並以「價格管制」之手段為「特別管制措施」。雖《市場顯著地位者互連管理辦法》之總說明理由為「為促使行政程序趨於一致性，並符合簡政便民之原則，市場顯著地位者之固定通信網路及行動通信網路語音服務接續費，應依主管機關公告之費率訂定」。然而由於所有業者在國內市場皆被認定具有 100% 之市佔率且「行動通信網路語音接續服務批發價格」之調整將影響競爭者之「行動通信網路語音服務成本」，因此研究團隊認為，綜非考量便民因素，「行動通信網路語音接續服務」亦需以「價格管制」確保市場有效競爭。

第二節 「行動通信網路」法規管制建議

依據我國《電信管理法》第 27 條第 1 項規定「為確保電信服務市場有效競爭，主管機關於必要範圍內，得對特定電信服務市場之市場顯著地位者採取特別管制措施」。並在同條第二項規範特定電信服務市場認定之考量因素。主管機關在 111 年 4 月 15 日依據《電信管理法》授權訂定之《市場顯著地位者認定及解除認定實施辦法》進行電信管理法實施後「特定電信服務市場界定」第一次公告，將「固定通信網路語音零售服務市場」、「固定通信網路寬頻零售服務市場」、「固定通信網路批發服務市場」、「固定通信網路語音接續服務市場」、「行動通信網路語音接續服務市場」納入特定電信服務市場管理。基於固定網路通信市場與行動網路通信市場在市場結構、競爭情形與供給需求替代性之差異，相較於將固定通信網路部分零售、批發市場納入特定管理，行動通信網路部分僅接續服務部分受「特定電信服務市場」認定，亦即認為行動通信網路市場透過接續費服務市場之管制，即可發揮市場機制，促進競爭與滿足社會福祉。然而 112 年經由兩起電信商合併，市場上競爭者數量有顯著改變，整體行動通信網路服務市場之有效管制架構有重新檢討必要。

一、 「行動通信網路」管制結構研析

1. 以「網路接續費」為核心之行動通信市場管理

依據《電信管理法》第一條規定，電信管理法之立法目的為「為健全電信產業發展，鼓勵創新服務，促進市場公平競爭與電信基礎建設」，探討電信管理法之架構，按電信服務提供者在不同市場之市場力量小至大，先依同法第二章之規定，針對全體服務提供者課予關於消費者保護、公共利益與關於投資、讓與、合併等市場力量移轉之審查。再依同法第 27 條之規定認定「市場顯著地位者」，並進行同法第 30 條第 1 項規定進行「公平、合理與無差別待遇」之「事後審查要求」，最後才依照同法第 33 條第 1 項與第 3 項「妨礙公平競爭、價格擠壓與濫用市場地位者」及「互連、接取網路元件或相關電信基礎設施利用之情況」採取「資費管制措施」。足見「資費管制措施」為一般義務課予與事後審查皆無法有效促進競爭之手段，須符合必要性始得使用。

而依據特定電信服務市場界定總說明「行動通信網路接續費」業者「行動通信網路語音接續服務」之國內市場限定於「個別行動通信網路語音接續服務市場」，個別業者之市場占有率為 100%，因此針對資費之事後審查尚不足以有效促進市場競爭，故採取資費管制措施。

此外，參照《電信管理法》第一條與《公平交易法》第一條之解釋，確保公平競爭之主要目的為保障「消費者福祉」，以消費者之角度思考其福祉是否受損；而「行動通信網路語音接續服務」之費率便為間接影響終端消費者權益因素之一。將接續服務納入管理之原因在於「行動通信網路語音接續服務批發價格」與競爭者之「行動通信網路語音服務零售成本」相關，並將間接影響「行動通信網路批發市場」以及「行動通信網路零售市場」，市場上存在市場佔有率、市場力量不一之廠商，若不進行接續服務管理易因談判力量不對等而產生接續費過高或過低的情形，進行引發不公平競爭，在「行動通信網路語音接續服務批發價格」被納入管理後，市場上之競爭者得以透過價格、技術等方面之良性競爭，在零售服務市場創造社會福祉。

2. 以「行動通信網路服務市場」為核心之市場管理

在第一次特定電信服務市場介定時，基於行動通信網路服務市場結構，採取以「行動通信網路接續市場」管理為核心之管理方針，即可促進市場正常運行，然而基於「行動通信網路服務市場」結構之轉變，管理方針應有所調整。112 年我國有兩起主要電信服務提供者併購案，參照「公平會對於台灣大哥大與台灣之星合併案之鑑定意見」，主管機關綜合考量市場集中度指標、關鍵資源頻譜利用、市場競爭影響、服務品質、潛在競爭者等層面審查，最終兩起併購案皆有條件通過，我國電信商數量由五家下降至三家。

為探討電信商數量下降對於「行動通信網路服務市場」之影響，團隊由「電信事業合併管理」兩個層面進行研析，首先，參照通訊傳播委員會「NCC 核准台灣大哥大申請合併台灣之星案附款」、「NCC 核准遠傳電信申請合併亞太電信案附款」以及公平交易委員會「台灣大哥大吸收合併台灣之星結合申報案」、「遠傳電信吸收合併亞太電信結合申報案」，兩家合併後的事業無論在通訊傳播委員會或是公平交易委員會之負擔條件，

皆包含零售資費管制，且資費管制不限於併購消滅公司用戶保護，更進一步包含業者間行銷與費率規劃、一般用戶多元資費方案之要求，顯見雖電信業者合併有助於資源效率的提升，惟電信通訊零售市場之競爭已受影響。其次，電信商數量減少將可降低重複建置基礎設施之成本，提升網路建置效率，且可以更有效的利用頻譜資源。惟電信技術日新月異，新技術之使用與服務品質也是市場競爭之一環，為確保行動網路通信服務市場在技術與服務品質之有效競爭，建議應將電信服務市場由目前「行動通信網路語音接續服務市場」擴大為「行動通信網路服務市場」。

二、「行動通信網路」管制結構檢討

由於「行動通信網路」結構轉變，我國電信商數量由五家下降至三家，目前以接續費管制為核心之管理模式受到挑戰。在併購管理層面，主管機關在兩大併購案核准時，皆設定行動通信網路零售資費管理之負擔條件，顯見各別電信商在「行動通信網路零售市場」之市場力量已不同於以往，又設定負擔條件不限於併購消滅公司用戶保護，尚包含如業者間「行銷、費率規劃與銷售方式」干預或限制之禁止、一般用戶資費方案多元性維護，有鑑於市場之長期管理，市場在併購後之變化管制應漸漸由併購附加條款轉換至一般法律規範，應檢討電信特定市場擴大為「行動通信網路服務市場」之必要。在我國電信市場三家寡占下，電信商在服務品質提升與技術進步投入之誘因下降，因此需特別關注行動通零售市場之技術與服務品質之競爭情形，以及新技術服務提供者之進入障礙。綜合考慮併購管理義務一般化、整體市場管理與網路資源有效利用，行動通信網路服務整體市場似已具備特定電信服務市場管理之必要性，建議主管機關納入特定電信服務市場管理中。

第十章 專家學者座談會意見整理

本計畫分別於 112 年 7 月 13 日及 7 月 26 日於集思交通部國際會議中心舉辦兩場座談會，分別為「行動通信網路成本模型及接續費」座談會與「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會。詳細座談會之辦理情形、討論議題、電信業者發言紀錄等詳細資料，請參見附錄一與附錄二的會議紀錄。

第一節 「行動通信網路成本模型及接續費」座談會

研究團隊於 112 年 7 月 13 日（四），於台北市集思交通部國際會議中心舉辦「行動通信網路成本模型及接續費」座談會，會議中就行動通信接續費模型整體理論、運算邏輯、網路架構、各項參數設定以及 5G 網路發展等議題與業者進行討論，期望取得業者對於行網接續費模型的共識，以利後續模型計算設定以及發展。

座談會目的

研究團隊針對 108 年行動通信網路接續費模型進行檢視以及調整，初步針對 LRIC 模型提出架構草案以及修改意見，本次座談會主要邀請五家行動通信業者，與電信業者溝通沿用 Pure LRIC 模型，初步參數設定結果，並與電信業者確認 VoLTE 用戶網外通話情境的正確性，以及是否增加 5G NSA 與 5G SA 的模型設定，參數的正確性為何。

座談會小結

本次座談會中研究團隊首先就接續費管制之必要、全元件長期增支成本法理論概述、本期接續費模型調整重點，以及接續費模型架構進行說明。其中，著重討論本次監理期間開啟 VoLTE 互連與新增 5G 網路模組之合理性與準確性。

針對 VoLTE 網路架構中網外通話情境，電信業者指出研究團隊中目前的網路架構圖並未呈現行網與固網語音互連的部分。市話使用傳統的公用交換電話網路（Public Switched Telephone Network, PSTN），而不是使用 VoLTE 互連。也就是

說，儘管整體行動網路可能採用 VoLTE 技術，實際上市話通話仍需要依賴傳統網路設備，因此於網外通話情境需要保留 3G 設備提供市話服務，亦即存在兩套網路介接點。針對此意見，研究團隊也於會後調整網路設計，修改模型相應網路元件計算。

同時，研究團隊於座談會中針對業者提問做出說明，包括 WACC 中預期市場報酬率設定、基地臺計算方式、OPEX 變動率、網路韌性，以及路由因子中通訊速度設定等。關於模型與參數的更詳細計算方式和設定，研究團隊亦可於會後提供相關資料給業者，或是針對模型進行進一步的說明，以確保業者對於模型的運作方式和參數的設定有更清晰的理解。

此外，在其他參數設定及新增 5G 網路模組方面，電信業者普遍持保留立場或尚未提出特殊意見。推測這可能是因為對於模型的某些方面仍存在不確定性。研究團隊也提到，在未來將透過測試版模型進行實際驗證的機會，這有望為電信業者提供更具體的數據和經驗，以便在公眾諮詢期間提供更具建設性的意見。

研究團隊總結

本次座談會與電信業者對談，了解電信業者對於行網接續費模型的設定以及架構上的多方面考量以及建議，尤其於 VoLTE 架構中各電信業一致認為應保留傳統 3G 網路元件作為固定語音通話介接設備。基於這些建議，研究團隊將針對此項目重新調整 VoLTE 網路架構，同時修正市場資料索取表格並發送給業者，以對於模型進行修正。

此外，在模型參數部分，也獲得業者的諸多建議，為了確保參數設定的準確性和可信度，研究團隊在後續報告中將更加謹慎地確認參數設定的資料來源與取樣方式，以獲得電信業者的認同。同時，也歡迎業者於會後或者公眾諮詢期間，提供對於網路相關參數設定的具體建議，研究團隊也建議對於其中較為敏感的成本參數設定部分，如 5G 設備價格可以參照 4G 設備以比例提出，避免揭露設備價格的疑慮。

第二節「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會紀錄

研究團隊於 112 年 7 月 26 日（三），於台北市集思交通部會議中心舉辦「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會，針對我國 VoLTE 直連發展與 VoNR 互連之可行性議題，邀請五家行動通信業者進行討論。

座談會目的

研究團隊於前期已與業者就 VoLTE 網路互連的可行架構、NNI 網網直連，以及第三方業者 ENUM 等議題進行過多次討論。本期多了各業者，本次座談會旨在了解電信業者對外公告 113 年 3G 全面關閉規劃對於 VoLTE 互連的影響、VoLTE 互連的困難點與時至今日的發展情況，並徵詢電信業者對於 VoNR 技術現況與規劃。

座談會小結

不同於目前已開啟 VoLTE 全面互連的標竿國家日本與韓國，在開啟全面 VoLTE 互連時尚存在 2G/3G 網路，目前來看，我國 VoLTE 全面互連會發生在 3G 網路關閉之後。按理來說，雖然屆時我國 VoLTE 互連情況可能會相對簡化，因為所有用戶為 VoLTE 用戶，無需再考慮是否需要回退到 3G 網路。然而，VoLTE 互連在網路測試和規格制定上相對複雜，電信業者強調重視所有消費者的權益保障，確保語音通話持續穩定。在此情況下，電信業者希望在規劃上給予更多的彈性與空間，以供業者就 VoLTE 語音直連的方法進行商議、測試與準備，從而確保順暢的過渡。

電信業者認為 5G SA 在垂直領域有更多應用發展機會，針對 5G SA 的部署，業者大多已經進行了內部期程規劃，但仍需根據技術發展和用戶需求進行觀察。對於 VoNR 的問題，目前難以下定論，因 5G SA 的商用需要多次試驗和準備，同時須考慮服務合約和品質，不宜在技術不成熟時匆忙推出。業者認為應重點關注 5G NSA 和 5G SA 如何為用戶提供差異化的服務，因此 5G SA 何時將實現全面涵蓋還涉及到用戶認知與需求。此外，業者在規劃語音技術時會考慮所擁有的頻譜，基於現有頻段評估 VoNR 可能影響用戶語音體驗。綜上所述，電信業者目前普遍

對於 VoNR 持保留態度。

研究團隊總結

對於 VoLTE 互連與 VoNR 的發展，各電信業者目前一致認為前者需要更多時間進行規格商議與互連測試，研究團隊亦建議業者應提供監理機關更具體的 VoLTE 互連作業時程；而後者則尚須視消費者需求規劃 SA 布建與消費者合約。兩者皆重點關注全體消費者權益，因大眾對於語音服務的期望不同於數據服務，數據服務著重於高上網速率和優質品質，而對於語音服務，民眾更關注通話不斷線的穩定性。因此，VoLTE 互連的測試驗證與 VoNR 服務頻段是否能提供用戶穩定語音服務為未來技術發展的關鍵。

第十一章 相關性別統計分析與建議

第一節 專案人員組成統計分析

專案人員含計畫主持人一名、研究員一名、副研究員三名、助理研究員兩名、研究助理四名、兼任助理研究員兩名，共十三名。男性研究人員七名，佔54%、女性人員六名，佔46%，無特定性別偏好之採用情形。性別統計如下圖所示：

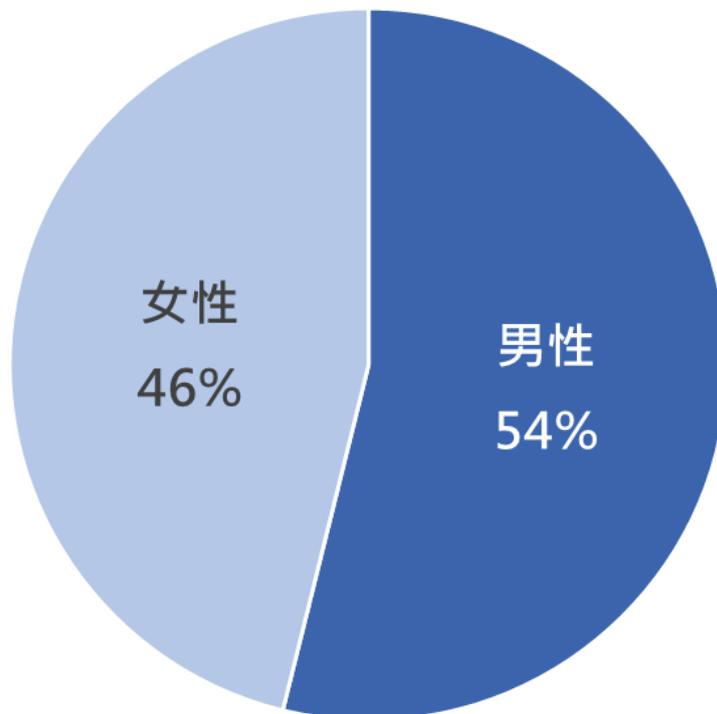


圖 11-1 專案人員性別比例
資料來源：研究團隊製作

第二節 會議參與人員性別統計分析

表 11-1 與會人員性別統計分析

會議時間	會議名稱	參與人數	男性人數	女性人數	男女比
112 年 7 月 13 日	「行動通信網路成本模型及接續費」座談會	34	23	11	2.09 : 1
112 年 7 月 26 日	「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會	27	20	7	2.86 : 1
112 年 8 月 22 日	「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」說明會（一）	28	19	9	2.11 : 1
112 年 9 月 22 日	「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」說明會（二）	31	23	8	2.88 : 1

資料來源：研究團隊製作

本次專案期間，共舉辦四次公開座談會／說明會，上表整理各會議之時間、主題、及參與人員性別統計。參與人員多為電信業從業人員關係，出席人員男性人數與女性人數比例，約為 2.1 倍至 2.9 倍間。

第三節 性別相關統計分析與建議

無，本案研究主題與性別議題無直接關聯。

第十二章 結論與建議

我國自 102 年起，參考標竿國家案例，以 TELRIC 模型計算我國行網接續費率，並依每四年為一期對接續費模型進行檢討以及更新，依據通傳會之公告，接續費率於 113 年將會降低至每分鐘 0.407 元之水準。本期 112 年接續費模型延續前期模型，新增 5G 網路通話情境、更新 4G 技術網路多項參數、新增網外通話元件並更新基礎情境假設。

模型架構上，多延續前期模型設計，先就各業者各技術網路（LTE）分別計算其接續費率後，最終再依個別技術網路之話務量進行加權平均，計算我國本期 114 年至 117 年的行網接續費。我國模型採全元件長期增支成本法來計算接續服務的成本作為接續費率，係由所需的元件數量、價格進行估算，因此於各技術網路接續費率計算過程，會依據市場狀況之預測，由基地臺數量開始逐步推算各網路元件、線路之需求量，再由需求數量計算投入之設備購買成本、維運成本，最終經由接續費率的計算公式，代入經濟折舊之概念，求出接續費率。

模型重要參數有市場狀況、網路設計、路由因子、成本趨勢、加權平均資金成本率五大項。市場狀況，主要透過業者提供的近年歷史資料進行預測，研究團隊設定 VoLTE 服務於 113 年互連做為我國技術發展主要情境。4G 模型主要基於前期模型進行更新，亦透過公眾諮詢收集我國電信業者意見進行調整，但電信業者之論點較不具效率、或不符合國際趨勢時，則不加以採納，以維持 LRIC 模型中，追求效率服務成本計算的基本精神。

另在網路設計上，研究團隊綜合國際技術發展趨勢、公眾諮詢之電信業者回應以及多場座談會之結論，認為 5G 通話在本次監理期間 114 至 117 年仍會以 NSA 架構藉由 4G 網路以 VoLTE 技術進型語音傳輸，不會有 5G VoNR 網路語音接續費產生，因此建議不列入 VoNR（5G SA）網路，但模型中仍保留該網路計算模組供未來若 VoNR 話務發生時可順利接軌。而其他重要參數，如路由因子、成本趨勢，與加權平均資金成本率，係由過去模型相同運算邏輯及設定進行參數更新。

研究團隊綜合以上研究，提出下面接續費成本模型之設定項目。

表 12-1 接續費成本模型基本設定

模型計算原則	全元件長期增支成本法
模型涵蓋技術	<ul style="list-style-type: none"> ■ LTE (4G & 5G NSA) 網路 ■ NR (5G SA) 網路：僅保留試算模組，未納入監理期間計算範圍內
模型涵蓋成本	僅包含直接成本，排除共同成本
模型加價原則	模型計算過程中不另外加價
模型計算區間	86 年－129 年 (軟體中保留 2G 與 3G 執照開始之數據，但實際應由 4G 開台 103 年起算，故模型跨度為 27 年)
列入模型計算業者 (市佔>20%)	中華電信、台灣大哥大、遠傳電信
技術情境設定	113 年 UMTS (3G) 網路關閉、VoLTE 互連開啟

資料來源：研究團隊製作

本次專案為第四次透過模型計算行網接續費率，綜合比較過去三期的計算結果來看，本次模型原始結果比起公告費率，仍有約【✕】之降幅（未稅、未經調整），可提供監理機關作為一個訂價基礎與電信業者進行協商，並且仍保有一定的隨政策變化進行調整的空間。

由於我國導入 LRIC 模型作為行動通信網路接續費率計算基礎已行之有年，可以明顯看到自導入以來接續費已有大幅的下滑，且隨著接續費率逐年下降至較低的水平，降幅也逐年趨緩。本期費率主要下滑原因來自於 UMTS (3G) 網路的關閉；然而，由於本期新增 5G 基地臺且尚處於初期建設高峰、話務量大幅降低、VoLTE 互連新增投資等情境下，皆會使單位服務成本有所增加。

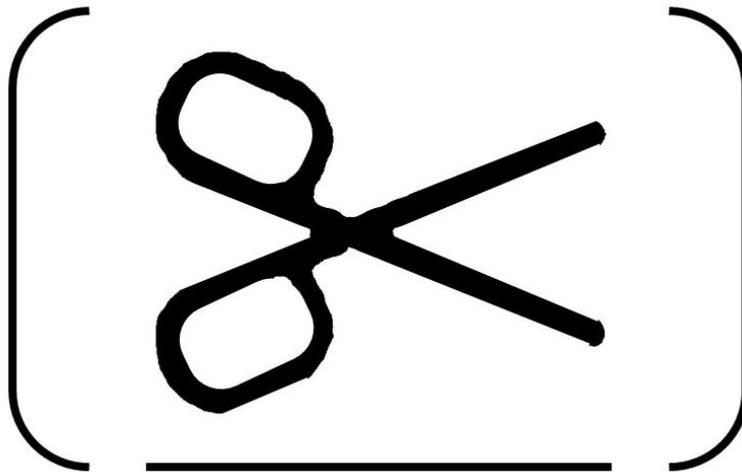


圖 12 -1 四期接續費模型計算結果比較
資料來源：研究團隊製作

最終模型計算出之 Pure LRIC 結果，自 114 年到 117 年依序為每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】元，以 117 年費率與 113 年公告費率每分鐘 0.407 元比較，下降約【✂】。此外，參考標竿國家及我國前期作法進行總體經濟調整、計入 5% 之營業稅，並且經平滑導入調整以降低對電信業者衝擊，自 114 年到 117 年依序為每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】元，每年約【✂】的降幅。若考慮電信事業整併影響，初步透過直接加總業者市場參數進行試算，自 114 年到 117 年依序為每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】元，經過調整後則為每分鐘【✂】、【✂】、【✂】、【✂】元。

然而，研究團隊仍建議以前者計算所得之接續費率數值，作為本研究之行網語音接續費率建議值。主要原因有二：首先，雖然模型內建置五家業者資料，然最終僅以市佔率超過 20% 之三大主要業者接續費率進行加權平均；其二，模型運算是先透過用戶數與話／訊務量需求推估計算網路規模，以計算所需採購建置之網路元件數量與成本，建議在可取得一定期間的業者整併後市場參數資料後，模型對於成本費率的計算才能更加精準。

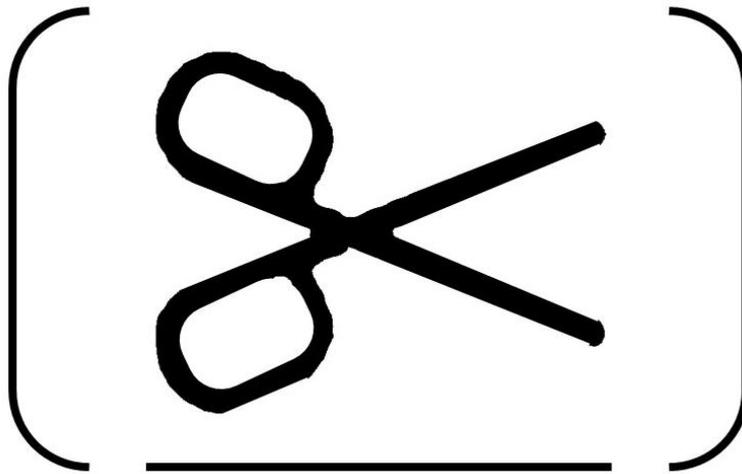


圖 12 -2 本期接續費模型計算結果與導入規劃
資料來源：研究團隊製作

研究團隊於第二章第五節已有針對行動通信接續費國際水準進行比較，近年我國行動通信接續費與他國之接續費水準，113 年我國每分鐘 0.407 元的接續費率已經接近其他標竿國家接續費率。112 年接續費模型是我國第四次使用 LRIC 模型計算行動通信接續費，根據本期接續費率導入建議，可以看到在國際接續費率比較當中，我國已呈現逐年調低接續費率，朝著降低競爭障礙的監理目標持續邁進當中。

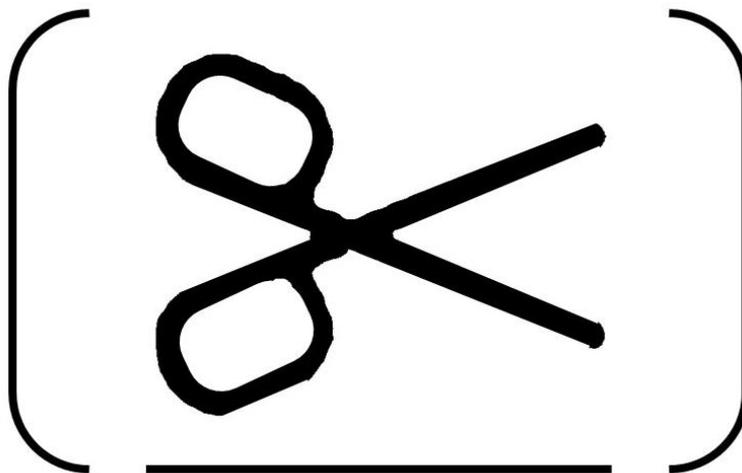


圖 12 -3 未來接續費推估國際比較結果（直接匯率轉換）
資料來源：研究團隊製作

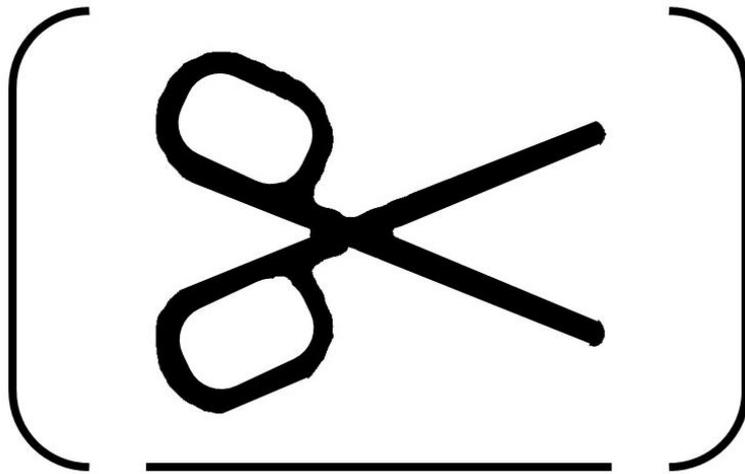


圖 12 -4 未來接續費推估國際比較結果 (PPP 轉換)

資料來源：研究團隊製作

歐盟國家因歐盟長年推動接續費管制，且其通訊設備成本因有較大經濟規模且為主要設備商所在國家，因此接續費水準早已降低許多。我國整體而言，透過持續之接續費管制，雖無法達到歐盟國家之低費率；但相較於亞洲鄰近國家，我國費率將低於未使用 LRIC 模型計算之日本，亦可能成為接續費率較低的國家之一。此外，我國降幅明顯高於其他國家，顯示我國費率仍具有一定競爭優勢，可提高各行動通信業者在話務市場上的競爭空間，帶動市場競爭與新技術之導入。

監理機關亦可由接續費管制達成確保用戶權益與市場競爭兩大監理目的。在行動語音需求日漸下滑的背景，接續費管制並非單純由接續費調降，直接達到語音零售價降價的目的，而是可以透過降低業者網外發話免費分鐘數的成本，滿足消費者基本通話需求，並且達成實質平均費率下降，以確保用戶權益。

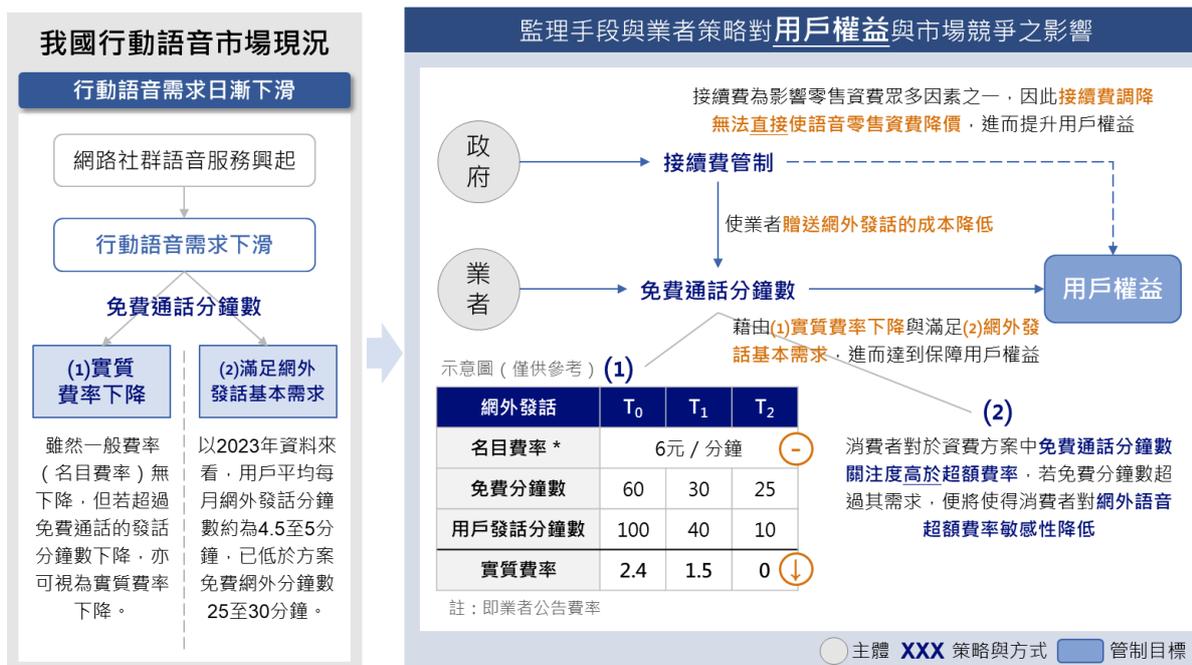


圖 12-5 行動通信網路語音接續費管制用意—確保用戶權益

資料來源：研究團隊製作

綜觀韓國、科威特及日本等較早推動 VoLTE 互連的國家，業者間達成互連的主要驅動力大多為 (1) 實質增加傳輸效率、(2) 降低維持 3G 網路可觀的維運成本及人力。而我國目前雖各業者都已提供 VoLTE 服務，但跨網部份仍透過 CSFB 至 3G 網路的方式互連，主要受限於各業者間設備及通訊解決方案不同。依據座談會中業者表示，由於行動通信用戶眾多，各用戶設備與情境差異大，技術上仍需一段測試時間以確保跨網連接之語音通話不中斷，故我國三大業者皆希望在 113 年我國關閉 3G 網路後，仍可保留一段彈性時間供業者間展開完善的 VoLTE 互連發展計畫。

日本和韓國在發展 VoLTE 互連方面皆約經歷三到四年的時間，但值得注意的是，他們都是在 3G 關閉之前完成的。按我國在 113 年 6 月後所有用戶都將成為 VoLTE 用戶的情況，屆時應無需再考慮是否需要回退到 3G 網路，故達成互連測試期應可短於日韓，在 2 年左右完成。研究團隊建議，從主管機關監理立場，儘管容許業者保留互連的彈性時間，仍應要求業者間協議並承諾一明確時程表，以督促業者努力縮短此過渡期；並要求業者在完全互連前，應於消費合約中敘明跨網時 VoLTE 的通話品質之限制，確保對消費者傳達正確且透明之資訊。

此外，雖於電信事業整併後三家業者市佔率接近，但仍必須確保行動通信市場未來有新進業者參與的可能性，以促進我國電信服務品質、MVNO 發展及推動

商業模式創新健全。然而，在語音零售價存在網內外差異下，用戶數較多的既有業者可利用網內外差價創造競爭優勢，因此當存在網內外訂價差異時更具接續費管制的必要性，避免由於無接續費管制，將形成的競爭資源落差。未來也建議針對行動網路市場重新界定及 MVNO 之批發價格管制展開更積極監理之探討，以強化在寡占市場下，監理機關的監管作為，提高市場發展的健全性。

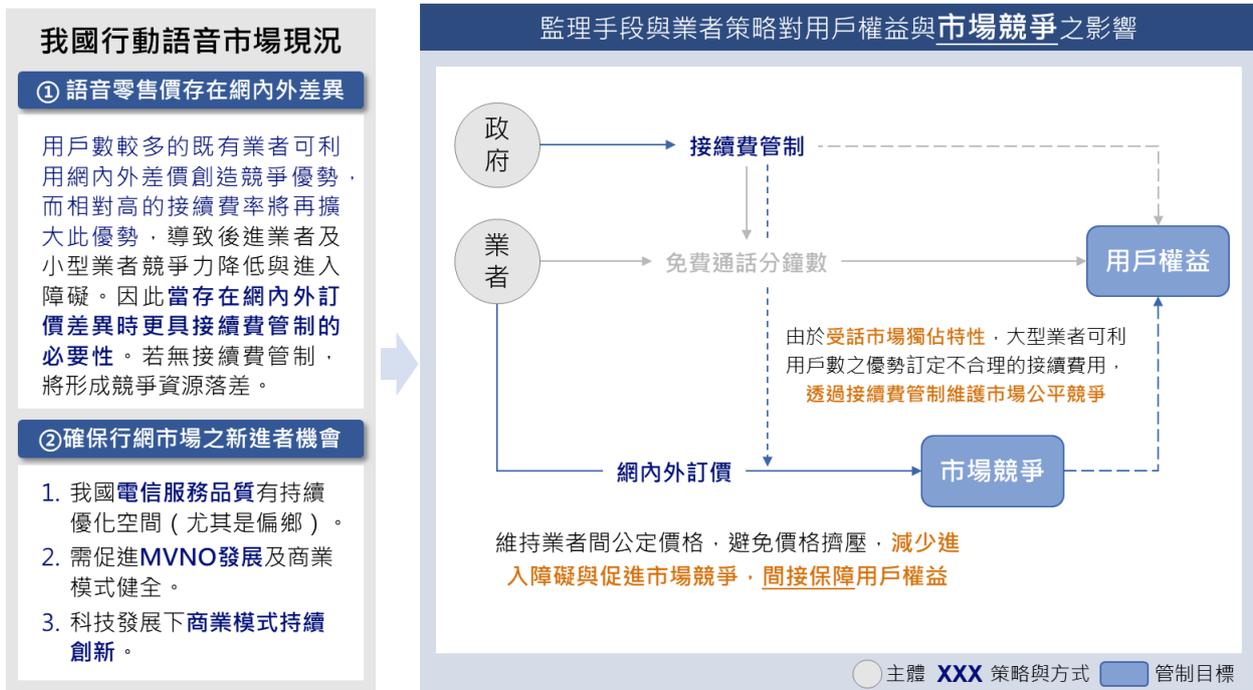


圖 12-6 行動通信網路語音接續費管制用意—確保市場競爭
資料來源：研究團隊製作

參考書目

中文文獻

1. 中華電信（2023），111 年度第四季財務報告書
2. 台灣大哥大（2023），111 年度第四季財務報告書
3. 國家通訊傳播委員會（2011），行動網路成本模型及接續費研究期末報告書
4. 國家通訊傳播委員會（2016），行動通信網路成本模型及接續費研究委託研究案期末報告書
5. 國家通訊傳播委員會（2016），韓國行動寬頻網路及資安發展參訪報告
6. 國家通訊傳播委員會（2019），行動通信網路接續費成本模型及 VoLTE 互連委託研究案期末報告書
7. 國家通訊傳播委員會，電信管理法
8. 國家通訊傳播委員會，市場顯著地位者互連管理辦法
9. 國家通訊傳播委員會，市場顯著地位者認定及解除認定實施辦法
10. 國家通訊傳播委員會官方網站
11. 遠傳電信（2023），111 年度第四季財務報告書

英文文獻

12. 3GPP（2022）. 5G System Overview.
13. ACCC（2019）. TPG Telecom Limited（TPG）- proposed merger with Vodafone Hutchison Australia Pty Ltd（VHA）.
14. ACCC（2020）. Mobile terminating access service access determination inquiry - 2019.
15. ACCC（2022）. ACCC communications market report 2021-22.
16. ACMA（2019）. Australian Communications and Media Authority Communications report 2017-18.

17. BT (2015) . BT agrees definitive terms to acquire EE for £12.5bn to create the UK's leading communications provider
18. BMVI (2017) . 5G Strategy for Germany.
19. CMA (2016) . BT Group plc and EE Limited.
20. DISH (2023) . The DISH 5G Network is Now Available to Over 70 Percent of the U.S. Population.
21. DSIT (2023) . 5G Testbeds and Trials Programme.
22. DSIT (2023) . UK Wireless Infrastructure Strategy.
23. DTU (2018) . Capacity Dimensioning for 5G Mobile Heterogeneous Networks.
24. Edward J Oughton and Zoraida Frias (2016) . Exploring the Cost, Coverage and Rollout Implications of 5G in Britain. ITRC Mistral.
25. Edward J. Oughton, Zoraida Frias, Sietse van der Gaast, & Rudolf van der Berg. (2019) . Assessing the capacity, coverage and cost of 5G infrastructure strategies Analysis of the Netherlands. Telematics and Informatics, 37 (2019) , 50-69
26. Ericsson (2022) . Ericsson Mobility Report
27. ETSI (2000) Telecommunications and Internet Protocols Harmonization Over Networks (TIPHON) ; Number portability and its implications for TIPHON networks, ETSI TR 101 858 V1.1.1.
28. European Commission (2009) . Commission Recommendation of 7 May 2009 on the Regulatory Treatment of Fixed and Mobile Termination Rates in the EU.
29. European Commission (2022) . Supplementing Directive (EU) 2018/1972 of the European Parliament and of the Council.
30. European Commission (2023) . Broadband in Spain.
31. FCC (2022) . Plan Ahead for Phase Out of 3G Cellular Networks and Service.
32. FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION(International Bureau) (2013)

The Effect of Foreign Mobile Termination Rates on U.S. Carriers and Consumers.

33. Frontier Economics (2012). The impact of recent cuts in mobile termination rates across Europe.
34. GlobalData (2021). Australia Mobile Broadband Forecast.
35. Gordon C. Winston (1994). A Note on the Logic and Structure of Global Accounting
36. GSA (2022). 2G and 3G Switch-Off.
37. GSA (2023). 5G Standalone.
38. GSMA (2020). Legacy mobile network rationalisation Experiences of 2G and 3G migrations in Asia-Pacific.
39. GSMA (2021). 2G-3G Sunset Guidelines.
40. GSMA (2021). IMS Roaming, Interconnection and Interworking Guidelines.
41. Ingo Vogelsang (2014). Will the U.S. and EU Telecommunications Policies Converge? A Survey, CESifo WORKING PAPER NO. 4843
42. IMDA (2023). Fifth Generation Mobile Networks (“5G”).
43. ITU (2018). ETSI TC INT status of VoLTE interconnection test specification.
44. ITU (2022). 5G - Fifth generation of mobile technologies.
45. Konrad-Adenauer-Stiftung Korea Office (2021). 5G in Korea.
46. KT (2015). KT Corporation and NTT DOCOMO land world’s first with launch of bilateral VoLTE service
47. MSIT (2017). Annual Report on the Promotion of the Korean ICT Industry.
48. O2 (2016). Mergers: Commission prohibits Hutchison's proposed acquisition of Telefónica UK
49. OECD (2022). POLICY BRIEF - THE AFFORDABILITY OF ICT SERVICES 2022.

50. Ofcom (2015) . Mobile call termination market review 2015-2018.
51. Ofcom (2015) . Mobile call termination market review 2015-18 Annexes 7-13.
52. Ofcom (2021) . Connected Nations 2021.
53. Ofcom (2021) . Wholesale Voice Markets Review 2021-26.
54. Ofcom (2021) . Wholesale Voice Markets Review 2021-26 Annexes 1-4.
55. Ofcom (2022) . Connected Nations 2022.
56. Ofcom (2022) . Mobile networks and spectrum.
57. Ofcom (2023) . 3G and 2G switch-off.
58. Rajah&Tann Singapore (2019) . Finalised Policy for 5G Mobile Network & Service in Singapore.
59. Samsung (2019) . 5G in Korea Volume 2: Korea's 5G Continues Exceeding Expectations.
60. Singtel (2022) . Singtel's 5G network surpasses 95% nationwide coverage.
61. State of New South Wales through Department of Planning, Industry and Environment (2022) . Western Sydney City Deal - 5G Strategy.
62. Statista (2023) . Share of United Kingdom (UK) adults with 4G or 5G service on their smartphones as of May 2022.
63. T-Mobile (2023) . T-Mobile Advances 5G Standalone to Deliver Faster Speeds and Enhanced Performance.
64. Telenor research report (2023) . Reference.
65. Telstra (2021) . Introducing T25: our plan for growth and enhanced customer experiences.
66. Telstra (2023) . Telstra 3G Service Closure.
67. The Government of the Republic of Korea (2020) . Annual Report on National Informatization.

68. The Guardian (2022) . Price hike fears as Ofcom softens stance on mobile firm mergers.
69. Three (2022) . CK Hutchison statement in response to media enquiries regarding UK telecom business
70. Umlaut (2021) . THE 2021 MOBILE NETWORK TEST IN THE UNITED KINGDOM.
71. VHA (2019). VODAFONE GROUP ANNOUNCES MERGER BETWEEN VHA AND TPG.
72. WORLD BANK GROUP KOREA OFFICE (2021) . ENTERING THE 5G ERA: LESSONS FROM KOREA.
73. Zain (2017) . Kuwait VoLTE Interconnect CTO Q&A

其他外文文献

74. KDDI (2021) , 3G 携帯電話向けサービス「CDMA 1X WIN」を 22 年 3 月 31 日に終了
75. KISDI (2021) , 통신시장 경쟁상황 평가 (2021)
76. KISDI (2020) , 통신시장 경쟁상황 평가 (2020)
77. KISDI (2019) , 통신시장 경쟁상황 평가 (2019)
78. Ministerio de Economía y Empresa (2020) . Ministerio de Economía, Comercio y Empresa , l Gobierno presenta el Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales y la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G, dotados con 4.320 millones de euros hasta 2025.
79. MSIT (2023) , 무선 통신서비스 통계 현황
80. NTT docomo (2018) , Technical Journal Vol.26
81. NTT docomo (2018) , VoLTE 相互接続の提供
82. Orange (2023) . La red 5G+ de Orange, única en España, alcanzará a una treintena de localidades en el primer semestre de 2023.

83. Softbank（2023）. 3G サービス終了のご案内 - ソフトバンク
84. Vodafone（2022）. G-Netz erreicht jetzt 60 Millionen Menschen.
85. 一般社団法人電気通信事業者協会（Telecommunication Carriers Association, TCA）官方网站
86. 公正取引委員会（2021）, 携帯電話市場における競争政策上の課題について
87. 総務省（2018）, 長期増分費用方式の適用の在り方について
88. 総務省（2018）, 電気通信事業分野における競争ルール等の包括的検証について
89. 総務省（2020）, 接続料の算定等に関する研究会
90. 総務省（2020）, Beyond 5G 推進戦略
91. 総務省（2021）, モバイル接続料の検証について
92. 総務省（2022）, モバイル接続料の検証について

附錄一 「行動通信網路成本模型及接續費」座談會紀錄

一、基本資料

研究團隊於 112 年 7 月 13 日（四）下午，假集思交通部國際會議中心 202 會議室舉辦「行動通信網路成本模型及接續費」座談會。和各電信業者探討本次行動通信網路接續費成本模型所採用的網路架構、技術參數、成本趨勢等相關設定，以期更精準地計算出本期接續費率數值。

- 時間：112年7月13日（四）14：00～16：30
- 地點：集思交通部會議中心2樓 202會議室
（台北市中正區杭州南路一段24號）
- 議程：14：00 - 14：30 報到
14：30 - 15：00 NRI 簡報
15：00 - 16：30 議題討論
16：30 - 散會 & 會後自由交流

當日共有五家電信業者共計 26 人，與國家通訊傳播委員會 4 名長官共同出席，給予諸多寶貴意見，相關出席單位資訊整理如下：

單位類型	出席單位	出席人數
電信業者	中華電信股份有限公司	5 人
	台灣大哥大股份有限公司	4 人
	遠傳電信股份有限公司	13 人
	亞太電信股份有限公司	3 人
	台灣之星電信股份有限公司	1 人
主管機關	國家通訊傳播委員會	4 人
人數合計		30 人

二、 討論議題

我國接續費率延續前期模型，以全元件長期增支成本法模型進行接續費之計算，假設以最佳效率網路提供接續服務時，新增一單位的接續服務所需要追加的成本。本次座談會，主要希望聽取業者有關新一期接續費監理期間2025年到2028年，模型應該新增、修改以及變動的相關意見，並取得業者的共識，就下列三大議題進行討論：

接續費成本模型年限與 5G 發展時程

- 依據 LRIC 模型之基本定義，超過設備年限之時間跨度方能精確計算出增支成本，本期模型距離4G 執照屆期122年，僅餘10年左右之時間。為符合 LRIC 模型之精神，應延展模型跨度原122年至5G 執照屆期2040年。對於此設定方式有無意見？
- VoLTE 網路本期監理期間（2025-2028年）內是否同意設定為互連？預計2026年及2028年5G 核心網路建置進度？5G 核心網路建置至何種規模時能夠開始提供 VoNR 服務，以及屆時 VoNR 的話務量預計佔5G 話務量的比例？

接續費成本模型網路架構調整

- 是否同意維持原有 LTE（4G）與 VoWiFi 網路架構？前期模型已納入 VoWiFi 試算，是否於此次監理期間納入 VoWiFi 計算有無建議？
- 對於目前將 LTE（5G NSA）網路納入新版模型的設定方式有無建議？
- 是否認為需要將 NR（5G SA）網路納入新版模型中？對於目前模型設定方式有無建議？

接續費成本模型參數演算邏輯

- 是否同意維持原有 LTE（4G）與 VoWiFi 網路技術、成本趨勢（調整單價、CAPEX Index、OPEX Index）以及路由因子等參數設定與計算邏輯？
- 是否同意 LTE（5G NSA）除基地臺外皆維持原有 LTE（4G）參數設定與計算邏輯？
- 是否同意 NR（5G SA）網路元件以對應既有 LTE（4G）的方式作為參數設定參照與依據？
- 是否同意 WACC 沿用前期模型之計算方式與數值？

三、會議記錄

■ 中華電信

- 模型架構圖中之 DTM 設備未在3GPP 架構中看到。
 - (野村回覆) DTM 設備全稱為 Data Traffic Manager，係指管理數據傳輸流量之設備統稱，包含 PGW 與 PCRF。
- 補充其他先進的說明，目前在連接外部網路方面，基本上對於接續市話，我們無法捨棄傳統的網路架構，仍需保留這部分。若要將 VoLTE 互連納入，等同於需要建立兩個不同的網路元件，一個用於行動 VoLTE，另一個用於市話。
- 請教模型是否有考慮網路韌性的因素？考量業者配合政策增強網路韌性，所增加的設備建置成本。
 - (野村回覆) 根據歐盟的概念，所有理想網路架構下，將會剔除政府所提供的政策財務補助。也就是說，如果網路韌性的支出來自政府補貼，將不會被納入增支成本計算中。但若非政府補貼，而是出於政策要求，目前模型已經納入了一般性的備援措施(如線路備援等)，業者亦可提出主張，指出目前網路韌性不足的地方。
- 關於簡報中路由因子部分，其中語音資料量的估算可能相對較容易，但對於網路傳輸速度的估算方法較不清楚。請野村說明這些數值是如何進行估算設定的，並是否能夠提供計算資料給技術同仁參考？
 - (野村回覆) 路由因子數值的目的是在於處理語音與數據共用同一網路的情況。過去語音在傳統 CS 網路中是以類比訊號傳遞，但現在語音與數據共用同一網路，因此需要將兩者轉換為相同的單位，以便分離出語音的成本。至於 LTE 網路傳輸速度的設定，我們根據過去業者提供的數值參考3GPP 技術標準(16QAM、2*2 MIMO、4個 resource block)進行了初始設定，其重點影響通話與數據在頻寬上所占的比例。如果各業者認為需要進行修改，我們歡迎協助提供更精確的數字和說明，以便進一步的討論。
- 針對簡報中提及的將模型年限延長至2040年，考慮到從目前到2040年還有長達17年的時間，建議考慮行動通訊技術的迅速演進，目前也已經能夠看到6G 規格的協商制定正在進行中。因此，我們認為仍應保持原訂的2033年作為模型年限，關於是否延長至2040年，將視後續技術演進

規劃進一步商議。

- 請教5G 基地臺算法與剛才所提到的抽樣地區定義？
 - （野村回覆）5G 基地臺的計算邏輯與4G 相同，但參數並不一樣，僅同樣藉由覆蓋面積法與通信能力法計算取大值。在計算基地臺數量時，我們採用理想網路建設的方法，意即模型不會僅根據業者目前已有的基地臺數量來進行計算，因為這不符合前瞻性的概念。因此，在模型建置階段，我們參考了歐盟的作法，將行政區域區分類型，再從中選取四分位數作為抽樣行政區。在六月份，我們向各業者發送了資料索取表格，其中包括了本次抽樣地區的基地臺數量填覆。在選取抽樣地區的過程中，我們將全台行政區以人口密度區分為四個地理區域類型，然後從這些區域中選取四分位數的行政區作為抽樣地區，我們也非常歡迎業者對於我們選取的抽樣地區提出任何意見。最後，根據這些行政區域的覆蓋面積和業者回填的實際基地臺數據，推算出每個地理類型基地臺的覆蓋半徑，以進一步計算覆蓋面積法的參數，進而反推出全台的基地臺總數量。
- OPEX 維運成本變動的設定是基於1997年至2022年的物價指數年均成長率約1%。然而，這裡的物價波動是否應考慮到未來的情況，納入近年物價指數成長較高的因素作為考量呢？
 - （野村回覆）LRIC 模型的概念是基於長期增支，因此在模型期間內，我們將根據長期的物價波動來設定維運費用每年的變化率，業者在這方面也可以提出相關數值或主張。
- WACC 計算中預期市場報酬還是使用歷史市場報酬計算，和實際預期市場報酬還是會有落差，建議可用 Bloomberg 的預期市場報酬率。
 - （野村回覆）這裡要規避的是短期市場波動所造成的偏誤，且對於未來股市的預期看法各異無法準確且合理預測，因此 CAPM 計算在國際公認的方式中，預期市場報酬多基於過去長期平均報酬率做為未來市場的預期。

■ 台灣大哥大

- VoLTE 直連是指行動業者之間的直接連接，然而行網與固網語音互連部分在這份網路架構圖中並未呈現。行動語音除了行動通話外，還包括國際通話以及一般市話等。後者通常採用傳統的 PSTN，而非採用

VoLTE 互連。由於行動業者無法控制對方發話方的技術，例如市話通話是否已經實現全 IP 化等，因此儘管理想中的網路是全面採用 VoLTE 技術，但實際情況是市話通話仍需要倚賴傳統網路的設備。

➤（野村回覆）根據各業者所提出的說明，於網外通話端會因行動網路和固定網路差別而有兩套設備進行服務，會後會再提供更新後的話務量表格請業者協助將網外通話部分拆分，同時將3G 部分設備同步保留以提供市話語音通話服務，並更新目前的網路架構圖。

● 建議在話務量資料蒐集的過程中，將其拆分為 VoLTE 與非 VoLTE，而非區分市話與非市話。因為即使固網市話未來已進行 IP 通話，國際來話仍然可能透過傳統固網的 CS 網路傳送來落地。因此，對於這部分是否能走 IP 通話還不確定。

● 想了解這次在基地臺理想化布建方面所採用的方式和邏輯假設。因為在前期每次檢討基地臺數量時，我們發現模型計算出的數量與業者的認知之間存在較大的差距。

➤（野村回覆）基地臺計算邏輯與方式並未改變，透過覆蓋面積法與通信能力法取大值作為基地臺需求量數值。5G 計算邏輯同4G，僅為所設定之技術參數有所不同。

■ 遠傳電信

● 補充台灣大哥大說明，國內固網語音通話不會用 VoLTE 互連接續，應有兩套 POI。

● 整體時程相對緊湊，根據剛才簡報的規劃看來，初版模型預計在七月底釋出，而最終接續費模型的完成期限則訂在十月底。許多問題都難以立即回答，特別是涉及到5G 的議題。因此，希望野村之後可以到我們公司解釋說明，以便能夠更深入地探討這些議題。

附錄二 「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會紀錄

一、基本資料

研究團隊於 112 年 7 月 26 日（三）下午，假集思交通部國際會議中心 201 會議室舉辦「國際 VoLTE 語音互連與我國發展趨勢」座談會。和各電信業者就 VoLTE/VoNR 語音互連發展、網路互連架構與相關監理政策等議題進行討論。

- 時間：112年7月26日（三）14：00～16：30
- 地點：集思交通部會議中心2樓 201會議室
（台北市中正區杭州南路一段24號）
- 議程：14：00 - 14：30 報到
14：30 - 15：00 NRI 簡報
15：00 - 16：30 議題討論
16：30 - 散會 & 會後自由交流

當日共有五家電信業者共計 19 人，與國家通訊傳播委員會 4 名長官共同出席，給予諸多寶貴意見，相關出席單位資訊整理如下：

單位類型	出席單位	出席人數
電信業者	中華電信股份有限公司	4 人
	台灣大哥大股份有限公司	4 人
	遠傳電信股份有限公司	5 人
	亞太電信股份有限公司	4 人
	台灣之星電信股份有限公司	2 人
主管機關	國家通訊傳播委員會	4 人
人數合計		23 人

二、 討論議題

VoLTE 為 LTE 行動寬頻網路的通話技術，引入全 IP 化的封包通信技術，除了可以確保通話時保持 4G 網路連線，也可以提供更加清晰的語音通話服務，且為因應我國 2024 年後 3G 網路全面關閉，VoLTE 互連勢在必行。本次座談會希望瞭解業者 VoLTE 技術現況與規劃，以及未來 VoNR 互連的可能性，就下列議題徵詢業者意見：

我國 VoLTE 直連方式及 3G 通訊設備對應

- 我國營運商 VoLTE 直連方式在 VoNR 推動前是否會有轉變？
- 針對僅持有 3G 通訊設備之外國旅客來台使用行動語音服務之作法。

VoNR 互連之可行性

- 各公司是否皆會在 2025 年前開始 5G SA 點狀布建？
- 5G SA 至少需完成多少程度的布建，才能達到以 VoNR 進行互連通話？
貴公司是否已有進一步的規劃與時程安排？
- 依據貴公司現有之網路架構，在 VoNR 互連上是否有技術上困難之處？
- 業者於 VoNR 互連推動之過程，監理機關是否有可協助之地方？

三、會議記錄

■ 中華電信

- 從簡報中所提供的各國 VoLTE 發展調研情況來看，參考日韓互連時程，VoLTE 互連（直連）在業者有共識後，仍需花費約數年時間。某種程度來說，國內在 VoLTE 互連方面也已經取得了一定的成就。然而，我們仍需要進一步探討國內的 VoLTE 直連情況，以及在未來的發展中可能需要考慮的因素。
- 同業與國際間普遍認同，目前5G SA 較適合從垂直場域入手，因為在這個領域似乎有更多的應用發展機會。針對5G SA 的部署，中華也已經進行了內部期程規劃，但仍須視技術發展和用戶需求再作觀察。就目前情況而言，很難對於 VoNR 的問題下定論，因為將來若5G SA 商用，還是需要經過多次試驗準備完善才推出，而不是在技術不成熟時就匆忙推向用戶。從研究團隊的案例來看，美國電信業者 DISH 作為業內新進者並沒有過去的技術演進包袱，但對於國內的主要業者來說，可能會面臨過去技術演進與轉換的挑戰。目前中華最關注的問題是5G NSA 和5G SA 如何為用戶提供差異化的服務，因此就規劃時程上，5G SA 何時將實現全面涵蓋還涉及用戶對此的認知與需求。
- 關於所持有的中低頻段是否可以直接轉換予5G 使用，或許仍需要進一步的研究討論。然而，如果將目前用於4G 的頻率重新分配給5G 服務使用，在服務合約和品質方面如何向既有4G 用戶交代，這將是需要重點考慮的問題。

■ 遠傳電信

- 呼應中華電信所提出的觀點，如國際標竿案例中的日本，雖然目前已經實現了 VoLTE 的全面互連，但仍存在3G 網路提供服務。因此希望在我國關閉3G 網路後，能夠在規劃上給予業者更多的彈性與空間，以便立即展開完善的 VoLTE 互連發展計劃。
- 簡報前面提到的互連方式為 NNI 網網直連，與後面提到的號碼可攜集中式資料庫（Number Portability Administration Center, NPAC）互連架構有何關聯呢？為什麼早先已經討論過 NNI，但後來又出現了 NPAC 的討論？同時，我們不清楚業者之間是否對 NNI 有共識。
 - （野村回覆）第三方 EUNM 作為前期提出的業者執行方案選項，

僅是一種在過渡期間為業者提供的建置方式和過渡性措施。過去對於 VoLTE 互連方式已多有討論，而這次座談會是希望藉由與各業者的討論了解實際在互連方面所遇到的困難點，並且希望了解截至目前的語音技術發展情況。至於對 VoLTE 互連方式的共識，尚須業者間更進一步的討論來確定，包括技術標準、市場需求、驗證測試和合作協議等。

- 民眾對語音服務的期望與數據服務不盡相同，數據服務著重於追求上網速率和品質，大眾在使用語音服務時則更加重視通話不斷線的穩定性。因此，在 VoLTE 語音直連這個議題上，業者須同時考慮所有消費者的權益保障，提供語音通話持續而不間斷的服務。且由於行動通信用戶眾多，各用戶設備與情境不同，希望有更多時間供業者進行 VoLTE 語音直連的方法討論、測試與準備，以確保上述全體消費者權益。
- 關於5G SA 的建置，我們想法與中華電信一致。此外，目前我國業者在規劃語音技術服務時，是根據所持有的頻譜狀況進行評估的。在4G 頻譜與站點的建設方面，業者已經投入了大量的資源，並且擁有多個4G 頻段，這使得語音涵蓋的品質非常優越；然而，目前國內5G 頻段僅開放了特定部分，且與國際上存在一些差異。因此若僅基於現有的頻段來評估 VoNR 可能會影響消費者的語音使用體驗，如斷話率增加。鑑於這一點，我們目前對於 VoNR 持保留態度。

■ 台灣大哥大

- 從研究團隊國際標竿案例中可以看到，日本和韓國在發展 VoLTE 互連方面約有著三到四年的時間，但值得注意的是，他們都是在3G 關閉之前完成的。我國業者提出了在2024年6月前預計關閉3G 網路的目標，在3G 關閉之後將開始各業者之間的互連測試和規格制定。按理來說，相較於日本和韓國，我國 VoLTE 互連情況可能會相對簡化，因為屆時所有用戶都將成為 VoLTE 用戶，無需再考慮是否需要回退到3G 網路。然 VoLTE 互連在網路架構和測試項目上相對複雜，為確保用戶語音通話順利，對於在2024年底前完成的時程不太樂觀。
- 對於目前 VoLTE 互連架構理解如下，NPAC 不會通過 ENUM，也就是說 ENUM 現在是由各業者各自擁有，同時也沒有第三方 ENUM 協助問題。這也是台灣大哥大首選的方式，對於後續的測試執行將會更加簡

便。

- 對於 VoNR 的看法我們意見一致，且在 IMS 網路互連之後，無關後續為經 VoLTE、VoNR 或 VoWiFi。

■ 亞太電信

- 在國外的 VoNR 案例中，如果在某個地區尚未實現5G SA 的全覆蓋，是否會導致語音通話切換回4G 網路呢？
 - （野村回覆）雖然業者的詳細資訊並不完全公開，但從美國 DISH 的案例中，我們可以明確看到，要實現 VoNR 服務，明定至少需要有16,000個基地臺的覆蓋，而目前他們已經擁有超過18,000個5G SA 站點。在展開覆蓋和服務推廣時，業者可能會設定一些門檻和條件。但在不同業者之間進行跨網路的互連和合作時，可能會有更多的限制和挑戰需要考慮。

附錄三 「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」說明會（一）紀錄

一、基本資料

研究團隊於 112 年 8 月 22 日（二）上午，假集思北科大會議中心貝塔廳舉辦「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」第一場說明會。和各電信業者此次公眾諮詢議題、模型計算內容以及後續流程規劃進行討論。

- 時間：112年8月22日（二）10：00～12：00
- 地點：集思北科大會議中心2樓 貝塔廳
（台北市大安區忠孝東路三段1號 億光大樓）
- 議程：09：30 - 10：00 報到
10：00 - 10：30 NRI 簡報
10：30 - 11：30 議題討論
11：30 - 散會 & 會後自由交流

當日共有五家電信業者共計 24 人，與國家通訊傳播委員會多名長官線上共同出席，給予諸多寶貴意見，相關出席單位資訊整理如下：

單位類型	出席單位	出席人數
電信業者	中華電信股份有限公司	9 人
	台灣大哥大股份有限公司	5 人
	遠傳電信股份有限公司	5 人
	亞太電信股份有限公司	4 人
	台灣之星電信股份有限公司	1 人
主管機關	國家通訊傳播委員會	線上
人數合計		24 人

二、 討論議題

本次說明會所討論之議題，主要說明後續相關時程規劃、行網接續費模型操作以及本次公眾諮詢將就 15 項議題徵詢業者意見：

題號	議題內容
一	延續 2019 年行動網路接續費成本模型之精神，是否同意本期的行動通信網路接續費成本模型維持 pure LRIC 的模型設定，僅計算與語音網路相關之網路元件成本，並藉由總體經濟調整與逐年下降的平滑導入方式，計算各年接續費率？
二	是否同意延續前期模型 LTE (4G) 的網路架構，並於其中新增 5G 基地臺作為本次 LTE (4G & 5G NSA) 模組？若有不同意之處，請提供您的觀點與意見。
三	NR (5G SA) 是否應納入本次監理期間之計算範圍中？納入與否之考量為何？
四	VoWiFi 是否應納入本次監理期間之計算範圍中？納入與否之考量為何？
五	是否同意行網接續費成本模型之運算邏輯及計算方式？若有不同意之處，請提供您的觀點與意見。
六	是否同意 VoLTE 互連後，依用戶網外通話所連接的外部網路分攤不同 Gateway 元件成本？若不同意，請提供您的觀點與意見。
七	是否同意調整模型時間跨度延長至 2040 年，以符合長期增支成本法對於長期成本估計之精神？
八	考慮 2024 年關閉 3G 網路前存在以 3G 網路語音通話之可能，以及 5G 的 VoLTE/VoNR 語音傳輸技術不同，是否同意延續前期模型以網路技術用戶之話務量進行接續費率計算？
九	是否同意本次模型監理期間 2025 至 2028 年內，設定 VoLTE 網路互連？
十	由於 4G 網路建設及覆蓋已接近完備，是否同意應更新 4G 網路之基地臺半徑，並以相同運算邏輯計算 5G 網路之基地臺半徑作為網路設計運算之基礎？若不同意，請提供您的觀點與意見。
十一	是否同意本期 2023 年行網接續費成本模型內計算 WACC 數值採用之公式以及引用之參數？是否同意模型內 WACC 參數設定為不溯及既往，僅更新 2022 年後 WACC 數值之作法？

十二	<p>是否同意本期 2023 年行動網路接續費成本模型 LTE (4G) 延續前期之共識進行設定？並採取相同之邏輯進行 LTE (5G NSA)、NR (5G SA) 參數之設定，對於本期模型中之技術參數及路由因子，是否有需要修正之處？</p>
十三	<p>對於 LTE (4G & 5G NSA) 與 NR (5G SA) 網路架構中之成本參數，若有不同意見，請提出相關建議值與其論述。</p>
十四	<p>由於我國 4G 網路建設已趨於成熟，是否同意 2020 年後技術進步率以 5% 進行設定？由於 5G 網路仍處於建設初期，是否同意於建設前 5 年內 (2020 年至 2025 年) 將技術進步率設為 0%；2026 年後技術進步率則參照前版模型中 4G 網路之 5% 進行設定？</p>
十五	<p>對於本期模型之自有設備維運成本及趨勢是否同意比照過往網路元件設定，採用 5% 之 CAPEX 作為網路元件之 OPEX 的計算方式，並逐年跟隨長期物價成本而增長？</p>

三、 會議記錄

■ 台灣大哥大

- 就公眾諮詢問題三和問題四而言，請野村說明若將 NR (5G SA) 和 VoWiFi 納入模型計算範圍對於模型與最終接續費率結果數值的影響和差異。
 - (野村回覆) 目前模型中雖然已經建立了 NR (5G SA) 和 VoWiFi 的網路模組試算，但在本次監理期間尚未將其納入計算範圍內。若將 NR (5G SA) 納入計算，模型將考慮業者建設全新的5G 核心網路所需的增支成本，鑑於新技術建設初期可能產生的大量投資，可能對接續費率產生一定程度的上升影響；然而，由於目前尚無 VoNR 的話務量，且我們經過多次與業者的討論，NR 技術和相關規劃仍存在不確定因素。因此，模型僅能透過話務量假設進行建設規模的估算，可能無法合理評估 NR 成本。另一方面，若將 VoWiFi 納入此次接續費率的計算範圍內，由於其語音通話量和成長空間較有限，所需的資本支出設定為一次性更新，雖會造成費率上升，但影響較為有限。
- 針對公眾諮詢問題十，目前網路仍以 NSA 為主，亦即語音仍以 VoLTE 進行傳輸，在目前模型未納入 VoNR 的情況下，計算出的5G 基地臺半徑是否會對目前的接續費率計算造成影響？
 - (野村回覆) 會，雖然目前5G 語音服務仍設定為 NSA 架構，透過 VoLTE 進行通話傳輸。但在 VoLTE 模型中，計算基地臺時同時考慮了4G 和5G 基地臺。因此，設定的5G 基地臺半徑將影響到 LTE 中總基地臺成本，進而影響到接續費率。因此，之前我們也收集了5G 基地臺於抽樣地區的布建情況，以便進行5G 網路中基地臺半徑的估算。
- 針對公眾諮詢問題三，目前模型是如何設定 NR(5G SA)的發展進程？
 - (野村回覆) 根據前兩次座談會的討論，業者對於5G SA 與 VoNR 的規劃仍處於早期階段，未來還須根據技術發展和消費者需求來進行建設和服務合約的規劃；同時，根據國外業者的訪談和案例分析，VoNR 的應用目前多為區域性或點狀應用。因此，目前模型假設在4G 頻譜執照年限2033年時，VoNR 佔5G 技術用戶整體話務量的

10%，並往前推三年作為轉換階段的發展時程。

■ 中華電信

- 目前模型3G 網路汰停設定在明年，也就是說明年後將不再存在3G 語音通話也沒有接續費成本。然而，考量業者實際執行上不會立即停用3G，將保留一些3G 設備以因應緊急狀況進行語音通訊，這樣的情境是否無法在下期接續費中反映？此外，我們注意到模型3G 技術成本只涵蓋至2024年，2025年後3G 成本被設定為0，然而就實際情況來看，2025年後3G 是否會完全關閉還存在一些不確定性，這也是出於消費者權益的考量。另外，市話撥打行動時仍會經過3G 傳統 CS 網路。因此想確認3G 網路成本是否有可能再往後延續？
 - （野村回覆）首先，模型在計算時是基於話務量才會產生成本，而目前各業者已公告明年後不再提供3G 網路，理論上便不會有3G 語音通話成本。我們也無法預測剛才所提及未來特殊情況下可能需要的3G 語音話務量，進而難以合理估算成本。因此，在理想情況下，模型設定3G 網路關閉後將整體3G 流量歸零、全面轉換至4G，這表示3G 網路模組不再產生任何成本。另外，關於市話撥打行動時，模型保留了3G 元件作為市話語音傳輸所需設備，其成本已有納入接續費計算範圍內。
- 針對公眾諮詢問題五，路由因子的設定會根據 LTE 和 NR 通訊速度來進行計算。請教 LTE 通訊速度設定數值是否合理？另外，在 NR 通訊速度的計算上，從模型公式中看出是使用90多 Mbits 除以16的方式進行設定，請教這裡除以16的意義？同時，參考國外模型的設定，是否得到類似的結果？在設定通訊速度的值時，是否考慮到我國目前技術演進所帶來的速率提升呢？。
 - （野村回覆）該數值是基於106年度行網接續費的公眾諮詢中，參考業者提出的建議而來。雖然4G 網路通訊速度並不像3G 網路一樣以 Channel Element 的概念進行計算，但參考標竿國家的模型，同時經由與設備供應商和業者的討論，我們在4G 網路中引入了模擬切分為16個 Channel 的概念，並設定國內傳輸協定為16 QAM、2*2 MIMO，以4個 Resource block 為最小資源分配單位，藉此計算出的 LTE 通訊速度約為2293.3 kbit/s/channel element。參考歐盟的行網接

續費模型，該數值為模擬切分為64個 channel，其計算出的速度僅為 $(32.4 \text{ Mbit/s}) / (64 \text{ channel}) = 0.5063 \text{ Mbit/s/channel}$ ，約為我國的四分之一。考慮到我國行動通訊業者致力於提升整體網路品質與速率，我國模型將該數值切分為較少的16個 channel，以作為較高速率的基準。至於5G 通訊速度的設定，由於國外尚未有包含5G 計算的公開模型可供參考，我們的模型目前是基於3GPP 標準，將其設定為96,424 kbit/s 並同 LTE 計算邏輯切分為16個 channel，計算出的速度為6,026.5 kbit/s/channel element，然我們也期待各業者能夠提供對於此數值更實際的建議。上述所提及的 LTE/NR 通訊速度的相關計算基準，以及國外模型所設定的數值，會後都可再提供給業者作為參考。

- 針對公眾諮詢問題十一，WACC 計算方式中市場風險溢酬部分，現在野村是拿十年的股市報酬率減無風險報酬，取十年平均。但近10年台股報酬指數報酬率之標準差為16%，風險溢酬目前僅計7.8%，明顯偏低。想了解這個計算方式是否有調整空間？我們的建議是採用 Bloomberg CRP 做為市場報酬率的數值，目前數值為14.5%左右。具體建議會在諮詢意見回復中做說明。
 - （野村回覆）本模型 WACC 中風險溢酬的計算方式是使用2013年至2022年間的當年度市場報酬率扣除無風險報酬率，取這十年的平均值。市場報酬率部分，採用移動平均的方式進行計算，透過由當年回推十年的「發行量加權股價報酬指數」年報酬率進行幾何平均計算，這樣做的目的是降低股票市場短期波動可能帶來的偏誤影響。會後可再提供該數值的原始計算過程，以供業者作為參考。

附錄四 「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」說明會（二）紀錄

一、基本資料

研究團隊於 112 年 9 月 22 日（五）上午，假集思交通部國際會議中心 201 會議室舉辦「行動通信網路接續費成本模型公開諮詢」第二場說明會。就公眾諮詢議題各業者意見進行回覆與討論。

- 時間：112年9月22日（五）10：00～12：00
- 地點：集思交通部國際會議中心2樓201會議室
（台北市中正區杭州南路一段24號）
- 議程： 09：30 - 10：00 報到
10：00 - 10：30 NRI 簡報
10：30 - 11：30 議題討論
11：30 - 散會 & 會後自由交流

當日共有五家電信業者共計 23 人，與國家通訊傳播委員會 4 名長官共同出席，給予諸多寶貴意見，相關出席單位資訊整理如下：

單位類型	出席單位	出席人數
電信業者	中華電信股份有限公司	9 人
	台灣大哥大股份有限公司	5 人
	遠傳電信股份有限公司	5 人
	亞太電信股份有限公司	3 人
	台灣之星電信股份有限公司	1 人
主管機關	國家通訊傳播委員會	4 人
人數合計		27 人

二、 討論議題

本次說明會主要針對本次「行動通信網路接續費成本模型草案」公眾諮詢之議題一至十五，有關模型架構與模型參數之設定，就業者提供之回應以及研究團隊之觀點進行討論。

三、 會議記錄

■ 中華電信

- 建議預期市場報酬採用 Bloomberg CRP 之 Market Return 並非單一年度數值，採股利折現模型推估。
 - (野村回覆) WACC 各個參數的設定與定義有很多種，若業者建議調整計算方式，應提出為何過去使用的計算方法不適用，而要採取新的方式進行計算，在參數設定邏輯上也須考慮模型的一致性。
- 議題九的回覆說明中，「模型將假設業者將於2024年具有完全 VoLTE 互連的能力」與我國現況不符，是否有需要修改調整空間。
 - (野村回覆) 模型基於最具效率的理想網路架構下，即會設定於3G 網路關閉後應全面開啟 VoLTE 互連，也理解業者可能需要更多時間進行協商測試等作業流程，若實際上無法於2024年完成互連，需要請業者協助提供更詳細的互連時間軸，以進行模型設定計算。
- 目前總體經濟調整的數值為使用2019年至2022年之消費者物價指數年複合成長率，然而目前已有主計總處對於2023年的預測數值，建議將該年數值考慮進去，以更貼近監理期間。
 - (野村回覆) 團隊將於會後修改總經調整數值，使用2019年至2023年之消費者物價指數年複合成長率作為計算基準。
- 計算 VoWiFi 話務量時，需考慮是 WiFi 終端對 WiFi 終端、WiFi 終端對一般手機，或一般手機對 WiFi 終端，計算統計上較為複雜。對行動業者來說，當然希望理想上行動網路的品質可以達到任何地方皆可以發話受話，不須透過 VoWiFi 作為補強措施，因此建議不將 VoWiFi 納入模型計算範圍內。

■ 台灣大哥大

- 目前國際上實際完成 VoLTE 互連的國家比例看來不高，想了解未看到

其他國家積極作為的原因。

- （野村回覆）一關鍵點為若2G/3G 網路皆關閉，勢必面臨須 VoLTE 互連的跨網接續議題；當要汰換舊技術時，必定需以新技術作為接續服務，若仍保留舊技術元件作為部分服務所需設備，未來可能面臨舊技術成本過高的問題。
- 建議將 VoWiFi 納入模型計算範圍內，雖然話務量拆分上可能有問題，也認同中華意見，VoWiFi 類似通話品質不佳處之補強服務，但就如一般網路元件作為備援機制，實際有成本發生。

■ 遠傳電信

- 同樣認為 VoLTE 互連年度應往後延，且目前尚未在歐盟國家中看到 VoLTE 互連案例，在歐盟模型中是否有所參考。
- （野村回覆）同對於中華與台哥大的回覆，目前歐盟國家大多都仍有2G/3G 網路繼續提供服務，VoLTE 互連的議題相對沒那麼急迫，但我國電信業者目前已規劃3G 網路於明年關閉，勢必面臨對於3G 網路關閉後跨網互連的問題，業者若認為 VoLTE 互連的進度實際無法如模型設定的這麼快，應提出建議期程或其他互連解決方案。

附錄五 公眾諮詢回應意見彙整

■ 【✕】意見陳述表

項次	建議	理由	備註
問題三	NR (5G SA) 建議不納入本次監理期間之計算範圍中。	目前網路仍以 NSA 為主，語音技術採用 VoLTE，至於 VoNR 則尚未有布建提供服務的規劃，因此建議暫不納入本期模型中考量。	
問題四	VoWiFi 應納入本次監理期間之計算範圍中。	TWM 已於 2019 年即開始提供 VoWiFi 語音服務，有設備建置與維運成本的支出，相關語音話務比重亦逐步成長，故應納入本次監理期間之計算範圍。	
問題九	對於本次模型設定自 2025 年起 VoLTE 網路互連，顯難達成。	VoLTE 的行動語音互連，需經各業者先就互連架構、方式達成共識後，尚有設備建置、各業者間的網路互連測試、帳務測試等作業需克服，模型設定的時程應難達成。	
問題十	以 4G 相同運算邏輯計算 5G 網路之基地臺半徑，作為網路設計運算之基礎，建議調整。	5G 技術因為其所使用的頻譜特性是較高頻，而無線信號越高頻，傳輸距離會越短是無法改變的物理特性，因此，如模型中的偏遠地區參數，其高頻的 5G 半徑較相對低頻的 4G 基地臺半徑高，顯有不合邏輯之處。	
其他	其他問題無意見。		

■ 【✕】意見陳述表

項次	建議	理由	備註
問題四	由於前期模型已對 VoWiFi 議題參考，對照現行使用 VoWiFi 服務於國內是否達到市場水準，建議研究團隊於足夠資訊或數據可再研議是否納入。		
其他	其他問題無意見。		

■ 【✕】意見陳述表

項次	建議	理由	備註
一	<p>1. 不同意單採 PureLRIC 模型計算行動接續費。依據市場顯著地位者互連管理辦法第 2 條及第 14 條規定，行動接續成本之計算仍應含共同成本、間接成本及合理投資報酬，PureLRIC 模型不計入 HLR、HSS 設備成本、執照標金、頻率使用費及共同成本等，與業者實際建設成本差異甚大，如於模型內無法設定之成本資料，應考量提供模型外加價空間，確保合理呈現業者成本。</p> <p>2. 同意行動接續費應參酌總體經濟調整，惟考量近年通膨導致成本增加，導致業者成本提高，建請依據行政院主計總處公布近三年（2021 年至 2023 年）台灣地區消費者物價指數（CPI）年增率，2024 年採 Bloomberg 金融機構預測值 1.5% 計算總體經濟之調整值，避免衝擊電信產業。</p> <p>3. 同意行動接續費比照前幾期模式，分四年漸進平滑導入，使業者得以預估經營風險，採適當措施因應。</p>	<p>1. 雖行動話務量已逐年下滑，實務上台灣地形複雜、市場競爭激烈，使用者對行動網路依賴度遠高歐洲地區，電信業者為維持服務品質、保障消費者權益，不會主動撤站或拆除設備等來達成所謂「最佳效率」網路，依野村模型試算結果，理想基地臺設備數量與各業者現行營運網路差異頗大，請充分參酌業者網路規模現況為計算基礎。</p> <p>2. 近年因疫情、俄烏戰爭、物資缺乏導致通貨膨脹等因素，物價指數不斷攀升，建議增加採納近期資訊以還原業者成本。</p>	<p>回應問題 1</p>
二	<p>不同意。</p>	<p>無線接取端亦應考量本公司 C-RAN 網路組態及所需之相關元件。(參考圖一)</p> <p>1. RRU/AAU 位於基地臺端+BBU 位於局端機房集中。</p> <p>2. 基地臺端與局端以 WDM 多工彙集透過光纖連接 RRU/AAU 及 BBU 設備。</p>	<p>回應問題 2</p>
三	<p>不納入 5G SA。</p>	<p>根據目前國際趨勢與我國現況，各業者對於 SA 架構下 5G 通話技術規劃尚未明確，並考慮技術未臻成熟，因此在本次接續費監理期間 2025 年至 2028 年，模型初步假定 5G 通話仍以 NSA 架構透過 VoLTE 網路進行語音傳輸。</p>	<p>回應問題 3</p>
四	<p>不納入 VoWiFi。</p>	<p>同意野村說明資料--「各國監理機關之接續費模型多不納入 VoWiFi 接續費計算，以及 VoWiFi 使用時受到 Wi-Fi 信號限制，非為隨時皆可使用之行動語音通訊服務，使用率較</p>	<p>回應問題 4</p>

		低，故建議本次模型中 VoWiFi 服務設為不開放」。	
五	<p>不同意。</p> <p>1. 隨著 LTE 技術普及，各業者及市面上之手機普遍已可支援上下行 256QAM 技術。若以 3GPP 標準 36.213 Table 7.1.7.1-1A (即 256QAM MCS table)，取中間值 MCS index=15，得到 $I_{TBS}=20$。再以 3GPP 標準 36.213 Table 7.1.6.1-1：LTE 15MHz & 20MHz 載波之最小調度單位 (Resource Block Group) 4 個 PRB，搭配 2x2 MIMO 技術，根據 3GPP 標準 36.213 Table 7.1.7.2.1-1 計算出之 TBS (TB Size) 為【<】(bits per ms)，換算為每秒之傳輸速度即為【<】Kbps。</p> <p>上述計算方式，係為使用 15MHz 或 20MHz 頻寬之單一載波，在訊號品質普通 (MCS=15) 之狀態下，以頻譜資源上最小調度單位，每一個 TTI (1ms) 傳兩個 Transport block (2x2MIMO)，最終換算為每秒之傳輸速度，應符合野村模型中 LTE 通訊速度為 per second per channel element 之定義。建議可將 LTE 通訊速度調整為【<】Kbps。</p> <p>2. 同問題 2，無線接取端建議考量本公司 C-RAN 網路組態及所需之相關元件。</p>	第 2 點建議，同問題 2 說明。	回應問題 5
六	<p>不同意。VoLTE 互連 (直連) 議題，各業者須先協商並取得共識，再進行相關測試，參考日韓互連時程經驗，本次監理期間不易達成直連。建議業者達成互連協議後再依共識辦理。</p>	依野村說明會中資料，參考日韓互連時程，VoLTE 互連 (直連) 在業者有共識後，仍需花費約數年時間 (如圖二) 協商互連規格及測試，不易在本次監理期間達成，建議仍依過往方式處理。	回應問題 6
七	<p>不同意，建議維持模型跨度至 2033 年。</p>	僅為符合長期增之成本法而將模型跨度延長至 5G 頻譜執照屆期 2040 年不合理。2040 年離本期監理時間 (2025-2028 年) 尚有 13 年以上時間，而行動業務技術演進日新月異，技術及市場趨勢存在許多不確定因素，2040	回應問題 7

		年前可能已啟動不同業務發展 (e.g.:6G)，因此本次模型延長至 2040 年不具實質意義與正當性。	
八	同意。	-	回應問題 8
九	如問題 6。	如問題 6。	回應問題 9
十	同意。	-	回應問題 10
十一	1. 不同意部分參數，建議：「預期市場報酬」採用 Bloomberg CRP (Country Risk Premium) 之 Market Return；遠傳電信之 Beta 值應為 0.289。 2. 同意 WACC 參數設定不溯及既往。	風險溢酬採歷史數據計算，即使採 10 年平均，仍受股市波動影響，且近 10 年台股報酬指數報酬率之標準差為 16%，風險溢酬目前僅計 7.8%，明顯偏低 (詳附件)。	回應問題 11
十二	不納入 5G SA。	如問題 2、3，除不納入 5G SA 外，另應考量本公司之獨有 C-RAN 網路組態及所需之相關技術參數及路由因子。	回應問題 12
十三	不納入 5G SA。	如問題 2、3，除不納入 5G SA 外，另應考量本公司之獨有 C-RAN 網路組態及所需之相關技術參數及路由因子。	回應問題 13
十四	不同意，建議調降至 2%。	因 COVID-19 疫情及通貨膨脹影響，近年建設成本不降反升，依行政院主計總處網站公告預估 2023 年消費者物價指數為 2.26%。	回應問題 14
十五	不同意。 OPEX 以 Capex5%計算，明顯低於本公司維運成本水準。	1. 如公眾諮詢文件 P6 所指維運成本，包含直接相關網路元件設備的土地與設備之租金、維運人力、維運所需之電源、冷氣、耗材支出等成本，近幾年因疫情導致全球設備成本上升、供貨不足、通膨壓力等因素，委外維運合約亦很難有廠商願意以此條件承作，若 OPEX 延續前期設定維持為 CAPEX 5%顯已不合時宜，明顯低於業者維運成本，建議本期 OPEX 應提高比例以符現況。 2. 以每年陳報 NCC 分離報資料估算，扣除估算折舊後行網 OPEX 佔行網電信設備總額，過去三年平均約為【<】，若採不動產廠房及設備淨額計算 OPEX 比重，過去三年平均則高達【>】。	回應問題 15

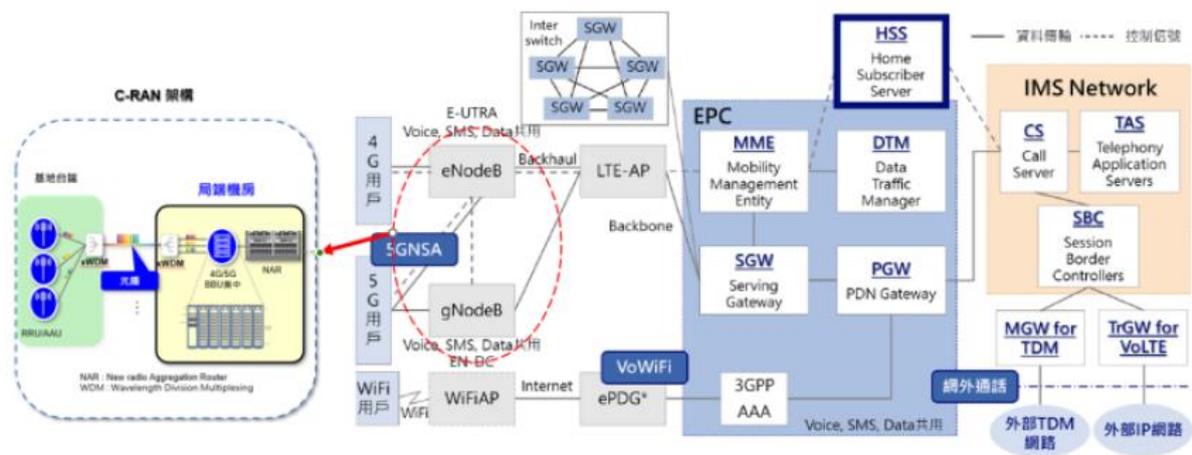


圖 1：C-RAN 網路架構

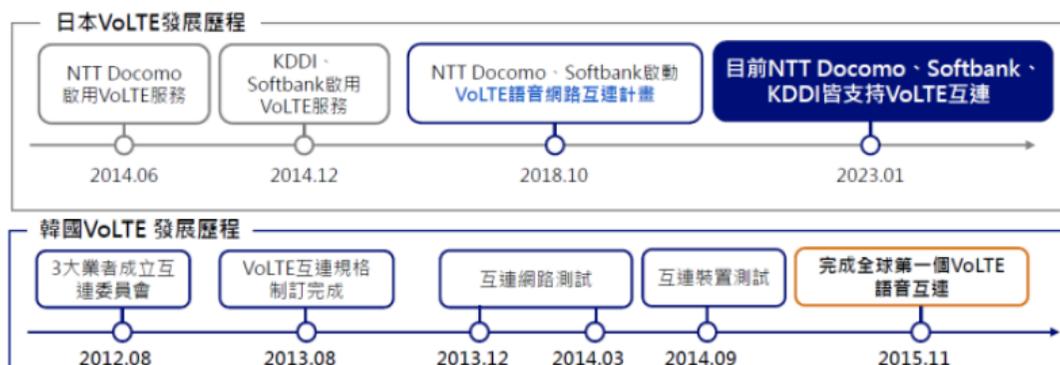


圖 2：野村說明會資料-VoLTE 國際案例

附件：【✂】WACC 建議值

項目	公司	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	平均WACC(算術平均)	接續費(2025-2028平均)	說明
		無風險利率(r_f)	Beta係數	國內市場投資組合之平均報酬率(r_m)	自有資金成本率(r_e) (4)=(1)+(2)*((3)-(1))	自有資金(股東權益E)對資本比率(1-D)/(D+E)	負債利率(r_d)	負債(D)對資本(D/(D+E))	稅率	平均加權資金成本(WACC)(稅後) (9)=(4)*(5)+(6)*(7)*((1)-(8))	平均加權資金成本(WACC)(稅前) (10)=(9)/(1-(8))			
建議計算值	中華電信	1.220%	0.392	14.525%	6.436%	96.61%	0.86%	3.39%	19.54%	6.241%	7.757%	6.554%	0.24225	建議採用Bloomberg CRP(Country Risk Premium)之Market Return作為市場投資組合之平均報酬率
	台灣大哥大	1.220%	0.392	14.525%	6.436%	82.38%	1.03%	17.62%	19.89%	5.447%	6.800%			
	遠傳電信	1.220%	0.289	14.525%	5.065%	77.85%	1.05%	22.15%	19.11%	4.131%	5.107%			遠傳電信之Beta值應為0.289

■ 【~~✕~~】 意見陳述表

項次	建議	理由	備註
問題 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議模型應考量並納入市場物價及通膨因素，逐年調升總體經濟參數。 2. 建議應適時鬆綁行動網路接續費之管制，依現行法規規定行動寬頻網路接續費每四年應定期檢討，而檢討不必然為要求降價，除檢視行動寬頻網路成本外，更應對市場競爭現況(行動寬頻市場呈現三大業者競爭)、業者經營狀況(5G 及後續新興技術之鉅額投資)、產業發展趨勢等面向進行研議，並非以降價為唯一目標。 3. 行動網路語音市場現為三家業者完全競爭，管制行動網路接續費以促進市場競爭之目的已不存在，此時更應評估鬆綁，解除管制，以呼應歷任 NCC 委員對於法制管理之期許，並減輕業者的負擔。 4. 前期以 Pure LRIC 模型所計算出的行動網路接續費與今年 NCC 公告的固網接續費之間的差距已縮減至 1.5 倍 (0.443 v.s. 0.3943)，相較於國際間(歐盟)所訂定 2024 的接續費:行動接續費是固網接續費的 2.86 倍，本國行動接續費相較固網接續費已經偏低。建議應給予本國未來四年行動接續費合理的成本加成 (mark up)，以符合國際水準。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前總體經濟調整係採主計總處之 2019 年至 2022 年消費者物價指數 (CPI) 年複合成長率 1.553%；惟 NRI 雖提及央行長期控制我國物價為一相對穩定區間，但事實上受原物料價格影響，2022 年 CPI 年複合成長率為 2.95%，已加劇企業維運成本，考量持續通膨因素，建議適當調整。 2. 我國行動通信網路接續費成本模型係依據「市場顯著地位者互連管理辦法」第 16 條第二項規定：「前項接續費應按使用之中繼、傳輸及交換設備依下列原則計算，並每四年定期檢討之：一、接續費應按使用之各項細分化網路元件成本訂定。二、前款成本應按全元件長期增支成本法為基礎計算之。」依據國際電信聯合會 (ITU) 報告指出，全元件長期增支成本 (TELRIC) 包含所有增支成本，其成本係發生於長期之間，因增加或減少特定網路元件而產生之費用；並且加上可分配之共同成本之費用。Pure LRIC 不考慮共同成本將使電信業者無法回收過去投資的固定成本，已與現法規規定之全元件長期增支成本法不符。 3. 本國行動寬頻網路之語音服務市場已逐年大幅衰減，但業者為提供更優質 5G 技術及因應數位應用相關市場興起，仍持續投入鉅額標金及長期建設費用，前期 4G 網路高額建設之投資成本尚未回收，業者投資壓力倍增，以致於無法獲利的兩家較小型的業者選擇與其他兩家業者合併，未來市場是三家規模相當的業者呈現完全競爭的樣態。呼籲主管機關此時應慎審評估及考量鬆綁行動接續費之管制指施。 4. 歷次行動接續費模型，其費率與固網接續費率間之差距已顯不符 	

		合歐盟水準，建議應重新研議此不合理費率差異現象，即行動網路接續費應合理反應行動寬頻網路業者實際之網路建設成本，並非僅以理想網路建設模型試算成本，嚴重削減行動寬頻業者投資建設義務。	
問題 2	建議本期網路架構只能鎖定於 4G & 5G NSA，不包含 5G (SA)。	行動寬頻市場中 5G SA 尚未有商轉規模，不建議納入本期監理期間計算的考量。	
問題 3	不同意將 NR (5G SA) 納入本次監理期間之計算範圍中。	行動寬頻市場中 5G SA 尚未有商轉規模，不建議納入本期監理期間計算的考量。	
問題 4	VoWiFi 應納入本次監理期間之計算範圍。	因應 3G 網路汰停後，VoWiFi 可做為延展語音服務之涵蓋技術，預期用戶使用 VoWiFi 情況會持續成長，相關系統建置成本應納入計算。	
問題 5	不同意採用 Pure LRIC 計算方式，應考量業者實際網路元件的建設數量而非理想網路的元件數量。	我國法規所訂定的全元件長期增支成本法並未指定應採 Pure LRIC 計算方式，因此一模型未將行動寬頻服務業者共同成本列入計算，與法規規定恐有相違。我國所採用的 Pure LRIC 成本模型低估業者實際網路建設的元件數量，以致於得出過低的行動接續費成本，與同樣模型邏輯試算得出的固網接續費比較之下，兩者差距不如歐盟水準，明顯不符合我國行動業者網路建設的真實成本。	
問題 6	現行行動寬頻網路服務提供者間尚未有 VoLTE 網路互連，因此該視業界實際情形才能有這方面的規劃。	目前 VoLTE 互連限於國內行動寬頻網路服務提供者間，且傳統 SS7 網路仍為主流，在語音話務量逐年下滑狀況下，VoLTE 互連現行尚未有積極投資建置之必要性。且，VoLTE 技術存在於用戶至其行動寬頻網路之核心網路間，與互連與否無直接相關。	
問題 7	不同意本期模型時間跨度延長至 2040 年，因 LTE 計算始於 2014 年，模型如延長至 2040 年，則長達 26 年，與實際技術進程恐不相符；且現行 VoNR 技術尚未成熟，無法有客觀市場話務量比例來計算後續相關內容。	5G 執照的到期年限應於模型納入 VoNR 後才可做為延長 MTR 模型之依據，建議 VoLTE 仍維持以行動寬頻頻率效期 2033 年為本次模型計算最末年。長期成本之計算應符合技術演進現狀，過長的時間跨度並不符合現狀。	
問題 8	同意延續前期模型以網路技術用戶之話務量進行接續費率計算		
問題 9	現行行動寬頻網路服務提供者間尚未有 VoLTE 網路互連，因此該視業	目前 VoLTE 網路互連僅止於國內行動網路之間，由於傳統 SS7 網路仍是主	

	界實際情形才能有這方面的規劃。	流，在語音業務下滑狀況下，VoLTE 互連投資建置的必要性相對降低。再者，VoLTE 存在於用戶至其本網的核心網路之間，與互連與否無關。 業者互連所採用的技術是由業者協商，法規是技術中立的立場，因此，業者目前實際的互連狀況，並未採用 VoLTE 互連的方式。	
問題 10	不同意更新 4G 網路之基地臺半徑，亦不同意以相同運算邏輯計算 5G 網路之基地臺半徑作為網路設計運算之基礎。	基地臺涵蓋半徑與頻率有關，且依照技術不同，5G/3.5GHz 涵蓋並不如 LTE 4G 涵蓋，因此 5G 基地臺建置數量應推估需較 LTE 4G 多才能達到相似涵蓋面積，本期模型中 5G/3.5GHz 覆蓋半徑過大，建議應調整。	
問題 11	Adjusted Beta 與無風險利率及風險溢酬期間與基準不一致。	目前模型採用三大電信之平均值 4.422%，其中無風險利率及風險溢酬採用 10 年為基準，而 Adjusted Beta 卻僅為 Bloomberg 2 年期，該期間與計算基準之不對等可能造成影響。	
問題 12	不同意目前描述方式，應明確揭露前期行動網路接續費成本模型 LTE (4G) 共識設定項目及內容，以利本期業者能在資訊明確及透明性的前提下表達意見。不同意於本期模型中加入 NR (5G SA) 技術參數，5G SA 尚未有規模性建設及需求，並不具備客觀參考指標。	LTE (5G NSA) 核心網路成本模型可延續前期的定義，但其他網路設備如：NR 成本應視情況增加 NR (5G SA) 尚未商轉，建議先不納入本期範疇。	
問題 13	不同意於本期模型中加入 NR (5G SA) 成本參數，5G SA 尚未有規模性建設及需求，並不具備客觀參考指標。		
問題 14	不同意 2026 年後技術進步率參照前版模型中 4G 網路之 5% 進行設定。	本國生產者及相關技術進步率並不大於 3%，因此若本模型仍需以技術進步率為基礎所假設之採購單價降價率也不應大於 3%。且技術進步率項目實與生產者相關，建議應參考國內生產者物價指數 (PPI) 等指數，依監理期間調整設備降幅與增幅，較符合我國經濟環境及市場現況。	
問題 15	同意 OPEX 計算方式，逐年跟隨長期物價成本而增長。		

附錄六 國外參訪成果報告

第一章 國外參訪規劃背景說明

我國將於 2024 年關閉所有電信業者的 3G 網路，全台之行動通信網路將進一步往全 IP 化邁進，而其中對語音網路而言，4G 技術下的 VoLTE (Voice over LTE) 語音網路互連更將是發展中重要的里程碑，未來語音傳輸將從原有的電路交換 (Circuit Switching) 轉向封包交換 (Packet switching) 的形式，透過數據進行高品質的語音傳輸；另外隨著我國於 2019 年底 5G 釋照，5G 網路的建設與發展更是帶動全國行動通信網路持續進步的重要議題之一。

而於本次研究案中，研究團隊將進行 2025 至 2028 年行動網路接續費之模型設定與費率計算，行網接續費主要針對行動網路業者間語音服務網路互連時之計費方式進行規範，以達到促進市場競爭以及保障消費者權益。為了能於模型中的網路設計能更接近實際市場發展情況並與國際趨勢同步，以計算出合理的接續費用，研究團隊將實地訪查研究案中調研之標竿國家，並經研究團隊對各標竿國家進行研析後，鎖定日本作為本次考察之對象。

日本已於 2018 年開放 VoLTE 互連並計畫於 2025 年達到全國電信網路 IP 化，其在 3G 網路關閉前已提早開放了 VoLTE 的語音互連通話機制；而在 5G 的發展上，目前已達到全國 93.2% 的人口覆蓋率，並於 2022 年達到 25% 的市場使用者佔比，於國際上相對發展十分迅速；另外在競爭環境與監理上，日本政府鼓勵虛擬行動營運商 (Mobile virtual network operator, MVNO) 的發展，目前日本已高達 1,732 家 MVNO 並達到市占率 13%。以上之日本行動通信網路發展，皆可作為我國發展之參考，因此於本次國外參訪，研究團隊針對了行動市場之政策面、技術面以及未來發展上，對日本的電信監理機構 (總務省)、行動電信業者 (NTT docomo) 以及當地的電信產業專家 (NRI 東京) 進行深入的訪談與交流，以借鏡其經驗與知識，協助我國行動通信市場持續進步。

第二章 日本行動網路市場發展

第一節 日本行網接續費監理制度

在行動業者間的接續費收費模式上，全球一般有三種模式：發信端支付接續費（End to End）、收發信皆須付費（Separated）和業者間不清算接續費（Bill & Keep），目前日本與我國的模式相同皆為 End to End，然而研究團隊於本次與總務省的訪談中得知，日本政府目前認為其國內三大行動電信業者之市場規模已相當接近，接續費做為業者間的拆帳成本已大致相同，因此正在檢討未來是否可以朝向轉變成為 Bill & Keep 的方式，業者間不再互相收取接續費。

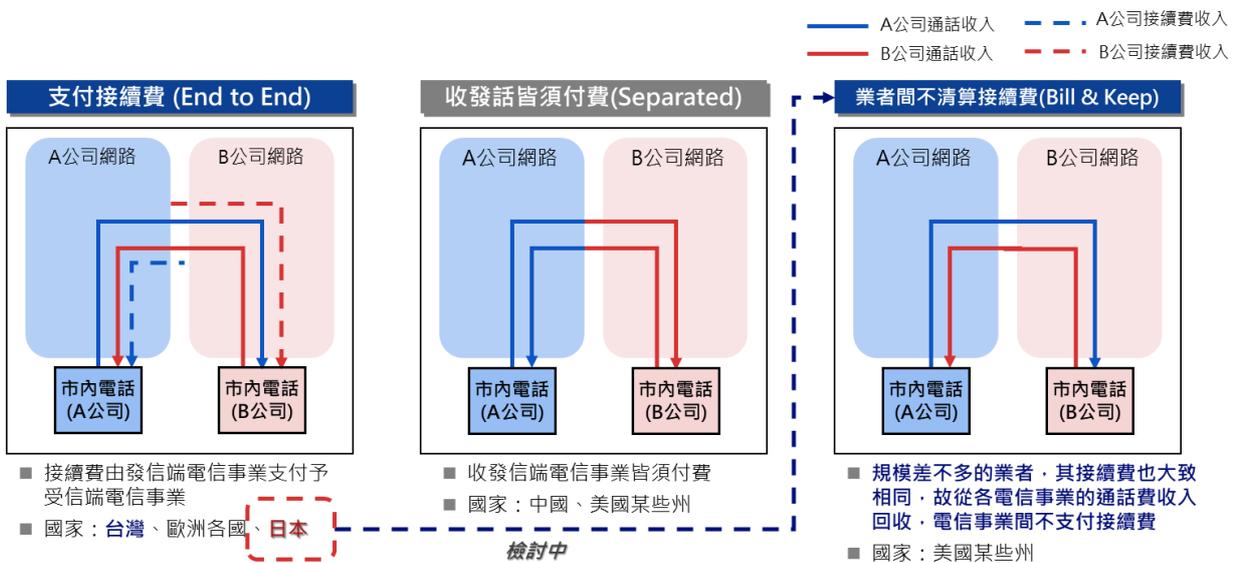


圖 2-1 接續費收費模式

資料來源：研究團隊製作

接續費的管制方面，日本行動通信接續費管制法源根據《電氣通信事業法》規定第二種指定電信運營商（即行動通訊業者）之接續義務，並且規定行動通訊業者所計算之接續費不得超過於效率經營下的適當成本加上適當利潤，同時須將接續協議、技術與接續費計算細節送交總務省審核。而其實施管制之監理機關為總務省，管制行動通信服務市佔率百分之十以上之第二種指定電信運營商，透過事前報備制的方式，由總務省設定計算公式並交由行動通訊業者自行計算，最後提出接續費率於總務省做審核，總務省根據接續費的計算基礎核實，實施書面確認。

在接續費的計算方式上，為確保並提高當年度與未來年度接續費的可預測性，與降低接續業者的現金流負擔，進而確保行動通訊市場的公平競爭，日本採用「未來成本法」，要求電信業者必須基於對未來數年營運狀況的合理預期提出未來三

年的行網接續費率，爾後逐年透過營運情況進行修正調整，使各年度的接續費能反映出科技進步以及成本降低等因素。本次訪談中總務省也特別提到，2020年後改為未來成本法的方式，能有助於其他小型業者在營運上更能了解未來接續費的變化，以提早準備相關策略和預防措施。

綜合上述所示之日本行動市場的監理方式與我國稍有不同，在監理對象上日本的規範為第二種指定電信運營商，這與我國過去電信管理法頒布前相似，但在電信管理法確定實施後我國已採用市場界定的方式對行網接續費進行管制；另在管制手段上我國實行事前管制，由監理機關對市場主導者頒布接續費價格上限，且成本計算採全元件增資成本法，與日本之事前報備制，由業者自行計算並提機總務省審核的偏向 Top-down 的方式有所不同，管制強度上事前管制比起事前報備制具較強的規範力量；最後在行動網路的頻譜分配上，日本是透過總務省指配頻譜於電信業者，與我國的競標機制不同，因頻譜由政府指配，因此在網路發展上總務省較具有更強的政策力量來促使業者投入發展。

		
監理機制	針對SMP採價格上限之 事前管制	針對第二類電信業者採 事前報備制
計算基礎	全元件增資成本法 (Total element long run incremental cost, TELRIC)	未來成本法
收費方式	End to End	End to End (未來考慮走向Bill & Keep)
頻譜機制	採 頻譜競標機制	採 頻譜指配制

圖 2-2 我國與日本監理制度之比較

資料來源：總務省，研究團隊製作

本次日本的參訪中除了討論到行網接續費之監理機制與我國的比較外，也討論到了接續費與語音零售價格上的變化關係，在訪問 NRI 東京之電信專家以及總務省後，其一致認為行動通信的費率決定是由成本以及需求兩個因素所影響，在未來語音通話的需求量持續往下降的情況下，不論是政府以及業者皆認為語音的價格目前較無下降的可能性；且目前業者皆轉為推出包含贈送語音分鐘數的資

費方案以及每月語音於前 5 分鐘免費的加值方案，消費者透過上述方案進行語音通話的成本會成為電信業者的隱形成本，此方式與我國電信業者之作法相似。

另外由於 VoIP 的發展，行動網路市場的語音通話形式也變的更加多元化，研究團隊也與總務省討論了未來在 VoIP 上的相關監理議題。總務省目前認為 VoIP 的發展相當迅速，但因其沒有相關記名機制，因此透過 VoIP 的相關通訊軟體來進行詐騙將是發展上很重要的一個問題；因此在相關監管上會著重在個人資料保護和登記的相關法規上，即關於在辦理 VoIP 通訊軟體帳戶時需填寫個人資料的部分，未來將研擬新的法規來強化這方面相關的管理。

第二節 日本行網之競爭政策發展

日本之行動通信市場主要由 NTT docomo（市佔率：36%）、KDDI（市佔率：27%），以及 Softbank（市佔率：21%）所主導，其餘市場則為虛擬行動網路服務提供者（MVNO）佔市場比例 13%，和 2019 年 10 月從 MVNO 轉換為行動網路服務提供者（Mobile network operator, MNO）的樂天市佔率 2%。由日本的行動市場市佔率來看，已經有相當比例來自於 MVNO；從數量來看，目前加上樂天的話 MNO 總數為 4 家而 MVNO 則為 1,732 家，可見在日本市場 MVNO 的推動與普及相當成功，因此研究團隊針對此發展情況與總務省和 NRI 東京電信專家團隊進行深入的訪談，總結如下所述。

日本政府發現行動市場因為多年被大型的 MNO 把持，因此消費者的資費水準難以下降，所以日本政府希望能夠透過更多的 MVNO 加入市場中以增加市場的競爭性。然而，雖然 MVNO 的角色定位在「能夠提供更便宜服務的電信營運商」，但因為其需要跟 MNO 連接網路基礎設備，因此成本掌控上受到 MNO 的限制導致營運困難，直到其中一家名叫日本通信的 MVNO 業者對 NTT docomo 提起訴訟，控訴其在成本上不對稱的擠壓，才使政府有機會積極介入批發價的管制，使成本過高的情況得以改善。

在推動和鼓勵 MVNO 發展的相關政策措施上，主要可以分為批發成本以及消費者轉換門檻兩個面向；首先，在 MNO 向 MVNO 索取的接續成本上，總務省將計算方式於 2020 年從原本透過歷史成本計算的「實績原價法」，改為透過預測未來需求量和成本變化趨勢的「未來成本法」，藉以迫使 MNO 須公布未來三年將提供的批發價格變化，讓 MVNO 可以看到未來的成本以做出及時應對；而在消費者端總務省主要透過降低轉換電信商門檻和透明化的資訊，讓消費者能更容易的選擇自己適合的電信業者和資費方案，具體措施如下：

1. 不能綁定資費年限合約（如資費方案必須綁約兩年）。
2. 禁止提供鎖定 sim 卡的行動裝置，並鼓勵 e-sim 的發展。

3. 禁止在電子郵件中綁定業者的名稱的網域，並須提供攜碼服務。
4. 提供網頁比較資費方案與實際使用流量，並同時於網頁中提供各多樣性不同營運商的合約選擇。

第三節 日本行網之技術發展

日本的行動電信業者為響應總務省所提出在 2025 年全面 IP 化的政策，紛紛在近幾年規劃關閉 3G 網路，然而與我國不同的是，我國目前預計規劃在 2024 年 6 月所有電信業者將關閉 3G 網路，並預計同時開啟 VoLTE 的互連機制，但日本早在 2018 年 3G 網路還存在的期間，業者已開啟了彼此間的互連。因此，研究團隊認為可以借鏡日本的發展經驗，做為我國未來網路技術發展之參考，所以本次研究團隊赴日訪問到 NTT docomo 在未來網路技術發展下的相關規劃，包含 3G 網路關閉後的影響以及對 VoLTE 互連架構和收費模式的轉變，同時因日本 5G 發展的也相當完善，因此也針對目前在 5G 的發展戰略做深入研析。

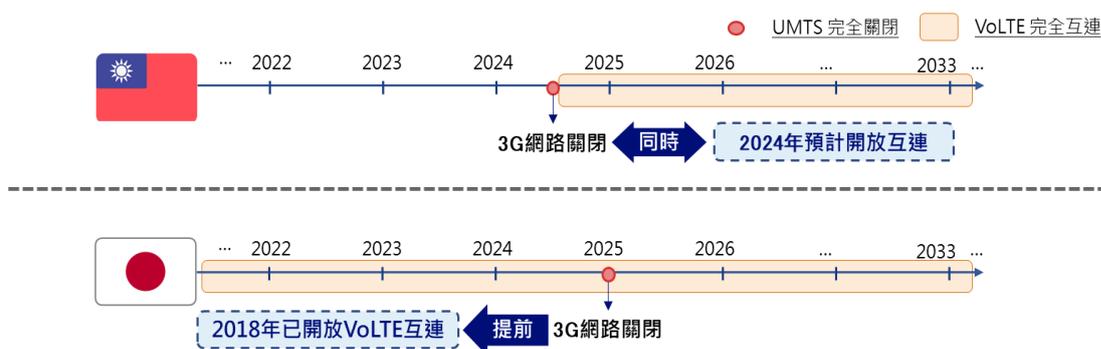


圖 2-3 我國與日本行動通信技術發展進程

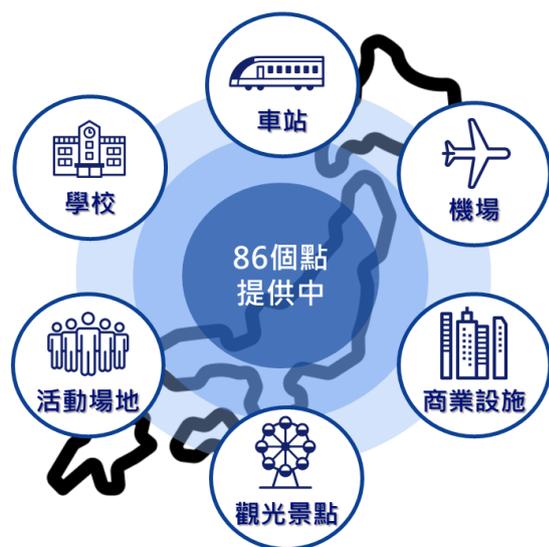
資料來源：總務省、通傳會，研究團隊製作

針對全面 IP 化和 3G 網路關閉後的影響，NTT docomo 提到在 4G 發展初期，其實日本的各大電信業者就意識到未來必定將汰換舊有之電路機換的設備，因此在總務省的政策出來前便已自發性的提早準備相關規劃，VoLTE 提前開放也是因為語音品質較高且能夠降低 3G 的通話成本，在政府明確 2025 年全面 IP 化的意識下，提早開放更符合經濟效益，且不會保留任何電路交換的設備導致通話品質降低。

目前面對 2025 年的轉換後因為有長時間的準備，針對消費者的行動裝置轉換的衝擊並沒有太大的影響，而是對於 IoT 設備如自動販賣機或智慧電表上的資料轉換是目前比較複雜並需要處理的議題。另外，總務省針對 3G 關閉後並無對業者有相關的補助措施，僅針對消費者希望業者以折價方式汰換行動設備。

而在 5G 的建置上，目前日本 5G 的人口覆蓋率已高達 93%，架構主要採用非獨立組網（Non-Standalone, NSA），而未來在 5G 獨立組網（Standalone, SA）架構的建置規劃上，與過去一般商用行動網路技術（如 4G 或 5G NSA）以全面涵蓋為目標不同，建置模式將採點的方式進行布建，針對一些人口較多以及活動較熱絡的地點如車站、商業設施或觀光景點等提供 SA 的服務，並在收費機制上將額外於原本的 5G NSA 資費上增加 550 日圓作為加值方案，但因目前全國僅有 86 個點提供 SA 服務，因此目前採不收費的機制。

NTT docomo 5G SA 建制模式



NTT docomo 5G SA 收費機制

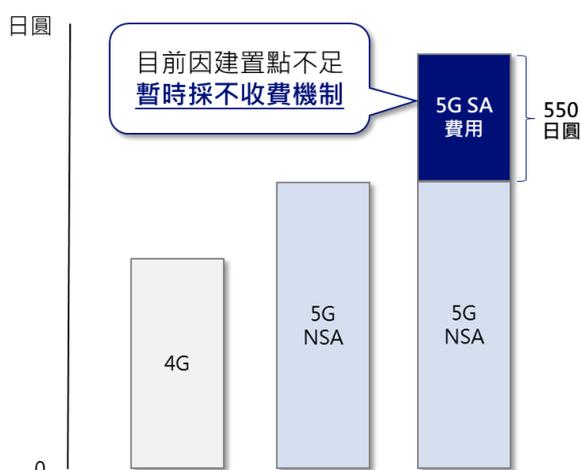


圖 2-4 NTT docomo 5G SA 發展模式

資料來源：NTT docomo，研究團隊製作

第三章 日本之行動網路資費分析與我國比較

日本因為 MVNO 的蓬勃發展，因此不同型態的電信業者在行動網路資費的定位也不相同，MVNO 其本身就定位在提供較便宜電信服務的營運商，因此可以看出其在資費方案上主要採定量收費制，主要在每月使用量 25GB 以下的低中容量區段訂出較為便宜的資費方案，且其特色主要是能根據不同使用量來收費，以滿足不同消費型態客戶的需求；而 MNO 則主要提供高容量的服務，其在資費上在低中流量的部分也較 MVNO 更高，但能夠提供 100G 甚至吃到飽等資費方案。由日本的行動市場樣態可以看出 MVNO 和 MNO 在消費客群上的劃分明確，MVNO 主要在低中容量的部分劃分更詳細的資費方案，因此能針對客戶的使用需求提供較便宜的資費，而 MNO 則是主要提供高容量或無限容量的客群，雖費用偏高但較能滿足每月需要大量使用網路的客群。

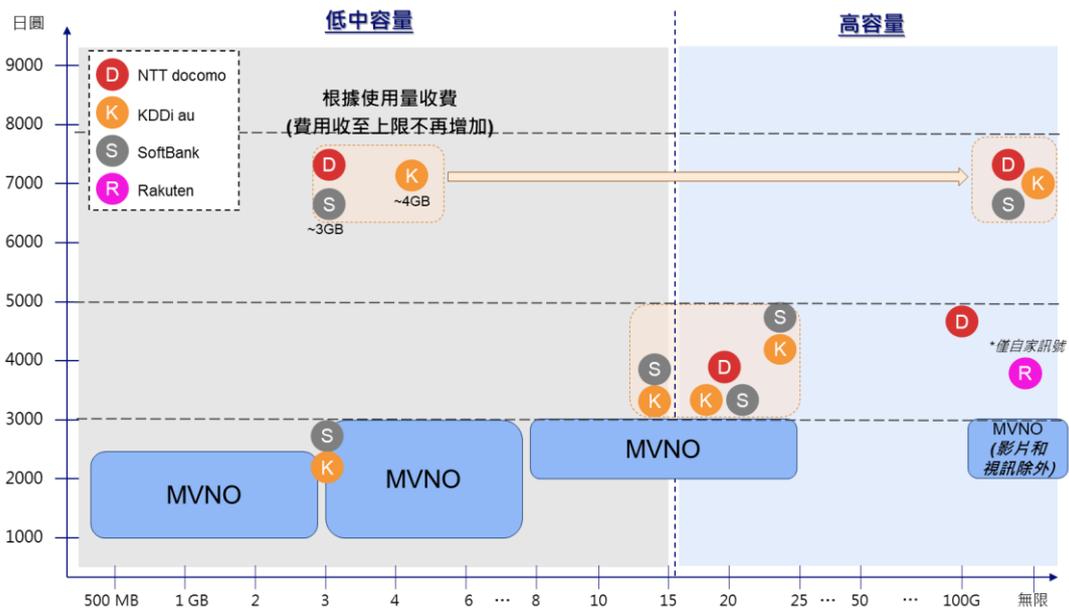


圖 3-1 日本行動電信業者資費分析圖

資料來源：總務省，研究團隊製作

下表整理我國前兩大行動電信業者（中華電信、台灣大哥大）與日本不同型態之電信業者資費方案對比，NTT docomo 為日本最大行動電信業者；而樂天則為 MVNO 轉型為 MNO 之業者，其資費方案為僅限定使用樂天自家網路的價格（在樂天線路以外的漫遊地區每月通信容量 5GB，如果超過通信速度將被限制為 1Mbps）；最後 IJmio 則為日本較早期就成立的 MVNO。

表 3-2 我國與日本行動業者資費價格表

月容量	台灣MNO				日本MNO						日本MVNO		
	中華電信		台灣大哥大		NTT docomo			樂天(使用自家網路)			IJJmio		
	費用(NTD)	贈送網外分鐘數	費用(NTD)	贈送網外分鐘數	費用(円)	費用(NTD)	贈送網外分鐘數	費用(円)	費用(NTD)	贈送網外分鐘數	費用(円)	費用(NTD)	贈送網外分鐘數
~ 2GB											773	172	
~ 3GB								1,078	240	無限			
~ 5GB											900	200	
~ 10GB											1,364	303	
~ 15GB											1,637	364	
~ 20GB					2,970	661	通話前5分鐘免費	2,178	485	無限	1,819	405	
~24GB	599	30	549	60									
~36GB	799	45	749	90									
~60GB	999	60	899	120	4,950	1,101	通話前5分鐘免費						
~100GB	1,199	80											
吃到飽	1,399	110	1,199	220	7,315	1,628	+880円 通話前5分鐘免費	3,278	729	無限			
網內通話	費用 0.05 NTD/sec		費用 0		費用(円) 22/30sec	費用(NTD) 4.84/30sec		費用(円) 0	費用(NTD) 0		費用(円) 10/30sec	費用(NTD) 2.2/30sec	
網外通話	費用 0.1 NTD/sec		費用 0.11		費用(円) 22/30sec	費用(NTD) 4.84/30sec		費用(円) 0	費用(NTD) 0		費用(円) 10/30sec	費用(NTD) 2.2/30sec	

資料來源：我國與日本之行動業者，本團隊整理

再進一步分析，將我國與日本最大的行動電信業者(中華電信與 NTT docomo)的 5G 無限流量方案進行比對，經過匯率轉換以及購買力評價 (Purchasing power parity, PPP) 轉換結果如下表所示。此外，我國業者多於行動資費方案中以贈送通話分鐘數的方式滿足用戶行動語音基本需求。

表 3-3 中華電信與 NTT docomo 5G 不限使用量資費比較表

資費比較	中華電信	NTT docomo
原幣別	1,399	7,315
匯率轉換 (台幣)	1,399	1,644
PPP 轉換 (台幣)	1,399	1,191

資料來源：中華電信、NTT docomo，本團隊整理

第四章 國外參訪整體效益評估

第一節 掌握國際政策規劃

於本次日本參訪與政府機關和電信專家討論後，研究團隊更能掌握當地最新政策發展情況以及未來規劃，透過比較不同國家在行動通信監理議題與競爭政策上的不同作法，瞭解國際於行動通信市場上之趨勢。同時對於我國在推動未來整體發展上，可以借鏡日本在 VoLTE 的發展經驗，使我國之後的政策展開上能有更具體的架構與方向。

第二節 瞭解技術發展趨勢

透過與日本當地最大行動電信業者 NTT docomo 的訪問，瞭解其在技術發展上所碰到的問題與相關解決辦法，並且掌握其在 5G 最新的技術的建置規劃，以作為我國電信業者在未來布建上之參考；同時，於本次研究之行動通信成本模型之網路架構設計中，能夠規劃更符合我國使用情境之相關參數，使模型能夠不斷與時俱進並整合新興技術的發展。

附錄七 中英對照表與名詞解釋

英文縮寫	外文全名	中文
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代行動通訊合作夥伴組織工作小組
4G	The fourth generation of mobile phone mobile communication technology standards	第四代行動通訊技術
ACMA	Australian Communications and Media Authority	澳洲通訊與媒體管理局
ACCC	Australian Competition & Consumer Commission	澳洲競爭及消費者委員會
ACQ	All Call Query	全撥號查詢
AMF	Access and Mobility Management Function	接取與移動性管理功能
BEREC	Body of European Regulators for Electronic Communications	歐洲電信通訊監管委員會
BU-LRIC+	Bottom-Up Long Run Incremental Cost Plus	由下而上加價長期增支成本
CAP	Content and application provider, CAP	內容與應用程式提供者
CAPEX	Capital Expenditure	投資成本
CAPM	Capital Asset Pricing Model	資本資產定價模型
CD	Call Dropback	再撥接
CS	Call Server	呼叫伺服器
DTM	Data Traffic Manager	數據流量管理
ENUM	E.164 Number URI Mapping	E.164 電話號碼映射伺服器
EPC	Evolved Packet Core	演進封包核心
FCC	Federal Communications Commission	美國聯邦通信委員會
FDC	Fully Distributed Cost	完全分攤成本法
GSA	Global mobile Suppliers Association	全球行動設備供應商協會
GSM	Global System for Mobile Communications	全球行動通訊系統

英文縮寫	外文全名	中文
GSMA	Groupe Speciale Mobile Association	全球行動通訊系統協會
HLR	Home Location Register	歸屬位置暫存器
HSS	Home Subscriber Server	本籍用戶伺服器
IBCF	Interconnect Border Control Function	邊界管理服務
ITU	International Telecommunication Union	國際電信聯盟
IPX	IP Exchange	IP 位址交換中心
LRIC	Long Run Incremental Cost	長期增支成本
LTE	Long Term Evolution	長期演進技術
MME	Mobility Management Entity	行動管理實體
MSIT	Ministry of Science and ICT	韓國科學技術資訊通信部
MNO	Mobile Network Operator	行動網路營運商
MVNO	Mobile Virtual Network Operator	虛擬行動網路服務提供者
NEF	Network Exposure Function	網路曝光功能
NGC	Next Generation Core	下世代核心
NNI	Network-to-Network Interface	網網直連介面
NP	Number Portability	電話號碼可攜服務
NRF	Network Function Repository Function	網路功能庫功能
NSSF	Network Slice Selection Function	網路切片選擇功能
NPDB	Number Portability Database	號碼可攜資料庫
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	經濟合作暨發展組織
Ofcom	Office of Communications	英國通訊管理局
OPEX	Operating Expense	維運成本

英文縮寫	外文全名	中文
OTT	Over the Top	過頂服務（雲端內容）
PCRF	Policy and Charging Rules Function	政策與計費控制規則功能
PGW	Packet Data Network Gateway	封包數據網路閘道器
PPP	Purchasing Power Parity	購買力平價
PSTN	Public Switched Telephone Network	公用交換電話網路
QoR	Query on Release	查詢後釋放路徑
TAS	Telephony Application Server	通話應用伺服器
TELRIC	Total Element Long Run Incremental Cost	全元件長期增支成本法
TSLRIC	Total Service Long Run Incremental Cost	全服務長期增支成本法
TrGW	Transit Gateway	傳輸閘道器
SBA	Service-Based Architecture	服務導向架構
SBC	Session Border Controller	會談邊界控制器
SDP	Session Description Protocol	會談描述協議
SIP	Session Initiation Protocol	會談啟動協定
SGW	Serving Gateway	服務閘道器
SMF	Session Management Function	連結管理功能
SMP	Significant Market Power	顯著市場力量
UICC	Universal Integrated Circuit Card	通用積體電路卡
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用行動通訊系統
UPF	User Plane Function	用戶面功能
USIM	UMTS Subscriber Identity Module	UMTS 用戶認證模組
WACC	Weighted Average Cost of Capital	加權平均資金成本

名詞解釋

項目	名詞解釋
全撥號查詢 (All Call Query, ACQ)	一種攜碼服務查號模式，由發話方從本地攜碼服務伺服器查號，後直接發話給受話方業者電信網路。
OTT (Over The Top)	指非電信業者經營內容或服務提供者。原指如 Netflix 等影音內容業者，後亦包含各式各樣網際網路內容和服務，如 Skype、Google Voice、WhatsApp 等業者。
購買力平價 (Purchasing Power Parity, PPP)	一種根據各國不同的價格水準計算出來的貨幣之間的等值係數。
查詢後釋放路徑 (Query on Release, QoR)	一種攜碼服務查號模式，由發話方業者向攜出端業者進行查詢，若該號碼已攜出則切斷連線，由發話方本地 NPDB 查號服務，並由本地方直接發話。
VoLTE (Voice over LTE)	將語音訊號轉換為 IP 封包，透過 LTE 網路提供的語音電話服務。
VoWiFi (Voice over WiFi)	使行動通訊設備透過 WiFi 撥打電話的 LTE 語音通信技術。

附錄八 原創性舉證比對作法及結果

一、原創性舉證比對結果

研究團隊本著維護學術倫理之精神，每份報告將提供原創性比對證明，透過我國學術界公認之校對軟體 Turnitin，其資料庫內包含 1.65 億篇期刊文章和訂閱內容，以及各類型之電子資源（網路文章等）。報告將在正常引述範圍內並標示參考來源下，於期末報告中附帶相關比對證明，下方是相關比對證明節錄。

二、相似部分說明

由於研究團隊自 99 年便開始承接通傳會行動網路成本模型及接續費相關委託研究案，此次原創性比對中重複率最高的部分便來自於公告於通傳會網站上的過往研究團隊的期末報告，若扣除引用過往報告的部分，相似度約 2%。然為確保模型計算之監理一致性，模型中相關參數設定與成本計算邏輯需與過往幾期保持一致，因此重複性主要來自於此部分的論述與說明。

原創性報告

37%
相似度指數

37%
網際網絡來源

0%
出版物

0%
學生文稿

主要來源

1	www.ncc.gov.tw 網際網絡來源	35%
2	opendata.ey.gov.tw 網際網絡來源	<1%
3	www.nics.nat.gov.tw 網際網絡來源	<1%
4	intlfocus.ncc.gov.tw 網際網絡來源	<1%
5	ai.ias.sinica.edu.tw 網際網絡來源	<1%
6	www.2cm.com.tw 網際網絡來源	<1%
7	Submitted to King's College 學生文稿	<1%
8	nccnews.com.tw 網際網絡來源	<1%
9	www.soumu.go.jp 網際網絡來源	<1%

10	buy.line.me 網際網絡來源	<1 %
11	www.ftc.gov.tw 網際網絡來源	<1 %
12	www.fund.gov.tw 網際網絡來源	<1 %
13	news.eccn.com 網際網絡來源	<1 %
14	patents.google.com 網際網絡來源	<1 %
15	www.naer.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
16	www.ctee.com.tw 網際網絡來源	<1 %
17	ncclaw.ncc.gov.tw 網際網絡來源	<1 %
18	5gobservatory.eu 網際網絡來源	<1 %
19	scrollife.hk 網際網絡來源	<1 %
20	www.ettoday.net 網際網絡來源	<1 %
21	bollpush.com 網際網絡來源	<1 %

22	arro.anglia.ac.uk 網際網絡來源	<1%
23	www.ambientum.com 網際網絡來源	<1%
24	no1.168abc.net 網際網絡來源	<1%
25	www.lawtw.com 網際網絡來源	<1%
26	etheses.lib.ntust.edu.tw 網際網絡來源	<1%
27	medium.com 網際網絡來源	<1%
28	www.5gamericas.org 網際網絡來源	<1%
29	www.accc.gov.au 網際網絡來源	<1%
30	mph.gsma.com 網際網絡來源	<1%
31	Submitted to Providence University 學生文稿	<1%
32	bm6eym.blogspot.com 網際網絡來源	<1%
33	ebook.ncc.gov.tw 網際網絡來源	<1%

34	law.moj.gov.tw 網際網絡來源	<1 %
35	www.msn.com 網際網絡來源	<1 %
36	www.zhonglun.com 網際網絡來源	<1 %
37	zh.wikipedia.org 網際網絡來源	<1 %
38	aiig.tsinghua.edu.cn 網際網絡來源	<1 %
39	newtalk.tw 網際網絡來源	<1 %
40	report.nat.gov.tw 網際網絡來源	<1 %
41	www.pualeihoku.com 網際網絡來源	<1 %
42	Alberto Sendin, Javier Matanza, Ramon Ferrús. "Smart Grid Telecommunications", Wiley, 2021 出版物	<1 %
43	es.scribd.com 網際網絡來源	<1 %
44	hraunfoss.fcc.gov 網際網絡來源	<1 %

45	note-on-clouds.blogspot.com 網際網絡來源	<1 %
46	tohoku.repo.nii.ac.jp 網際網絡來源	<1 %
47	www.elecfans.com 網際網絡來源	<1 %
48	www.stockfeel.com.tw 網際網絡來源	<1 %
49	auto.vogel.com.cn 網際網絡來源	<1 %
50	lci.ly.gov.tw 網際網絡來源	<1 %
51	news.cnblogs.com 網際網絡來源	<1 %
52	quotes.money.163.com 網際網絡來源	<1 %
53	tw.news.yahoo.com 網際網絡來源	<1 %
54	www.city.ashiya.lg.jp 網際網絡來源	<1 %
55	www.city.izumo.shimane.jp 網際網絡來源	<1 %
56	www.cna.com.tw 網際網絡來源	<1 %

57	www.csdn.net 網際網絡來源	<1%
58	www.researchgate.net 網際網絡來源	<1%
59	chienyeh.ehosting.com.tw 網際網絡來源	<1%
60	frightho7.blogspot.com 網際網絡來源	<1%
61	gfemobile.cnyes.com 網際網絡來源	<1%
62	nigeria.mofcom.gov.cn 網際網絡來源	<1%
63	wanrich.chinatimes.com 網際網絡來源	<1%
64	www.slideserve.com 網際網絡來源	<1%
65	www.cnyes.com 網際網絡來源	<1%
66	zh.wikisource.org 網際網絡來源	<1%

排除引述

開

排除相符處

關閉

排除參考書目

開