

國家通訊傳播委員會

行動通信網路接續費成本模型草案 公眾諮詢文件

委託研究單位：國家通訊傳播委員會

受託研究單位：台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司

計畫主持人：陳志仁 副總經理

中華民國 112 年 8 月

目次

表次	1
圖次	1
第 1 章 背景概述	1
第 2 章 模型計算概念說明	3
第 3 章 模型架構說明	10
第 4 章 各模組輸入參數整理	25

表次

表 2-1 福利經濟原則下之服務使用成本推導公式	7
表 4-1 各地區類型抽樣分區結果	30
表 4-2 各地區類型 4G 抽樣覆蓋半徑	31
表 4-3 各地區類型 5G 抽樣覆蓋半徑	31
表 4-4 LTE 網路基地台數量計算結果	32
表 4-5 LTE (4G & 5G NSA) 網路技術參數	38
表 4-6 LTE (4G & 5G NSA) ROUTING FACTOR	42
表 4-7 NR (5G SA) 網路技術參數	44
表 4-8 NR (5G SA) ROUTING FACTOR	48
表 4-9 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本參數	52
表 4-10 NR (5G SA) 網路成本參數	54

圖次

圖 1-1 我國行動通信網路接續費.....	1
圖 1-2 行動通信網路接續費計算範圍.....	2
圖 2-1 長期增支成本法理論概述.....	3
圖 2-2 長期成本概念.....	4
圖 2-3 LRIC 模型成本採計方式.....	5
圖 2-4 增支成本範圍.....	6
圖 2-5 模型加價差異.....	6
圖 2-6 接續費計算公式推導.....	8
圖 3-1 我國本期接續費模型整體架構.....	11
圖 3-2 本期整體模型架構.....	11
圖 3-3 LTE (4G & 5G NSA) 網路架構.....	12
圖 3-4 NR (5G SA) 網路架構.....	13
圖 3-5 模型技術轉換時程情境假設.....	14
圖 3-6 市場狀況輸入與處理.....	15
圖 3-7 模型網路元件計算步驟.....	16
圖 3-8 基地台數量計算方式.....	16
圖 3-9 5G 基地台數量調整計算方式.....	17
圖 3-10 4G 與 5G 核心網路元件功能對應.....	18
圖 3-11 每年需增購之網路元件數量計算.....	19

圖 3-12 網路元件總服務傳輸量	19
圖 3-13 各年度設備購入金額演算方式	20
圖 3-14 因購買成本產生之接續費成本演算方式	20
圖 3-15 各年度設備維運總成本演算方式	21
圖 3-16 因維運成本產生之接續費成本演算方式	21
圖 3-17 接續費成本演算方式	22
圖 3-18 VoLTE 用戶網外通話之架構	23
圖 4-1 用戶數推估與轉換.....	26
圖 4-2 業務別用戶數變化與預估	26
圖 4-3 用戶業務別轉技術別之作法說明.....	27
圖 4-4 技術別話務量計算與預測.....	28
圖 4-5 基地台抽樣與覆蓋半徑之演算方式.....	31
圖 4-6 加權平均資金成本計算公式.....	33
圖 4-7 風險溢酬計算流程.....	34
圖 4-8 WACC 參數設定值及計算結果	34

第1章 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進行如費率管制、會計分離等規範。

行動通信網路接續費計算上考慮網路元件所發生之「網路接續成本」部分，其餘成本不納入語音接續費中。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，並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定期檢討之。

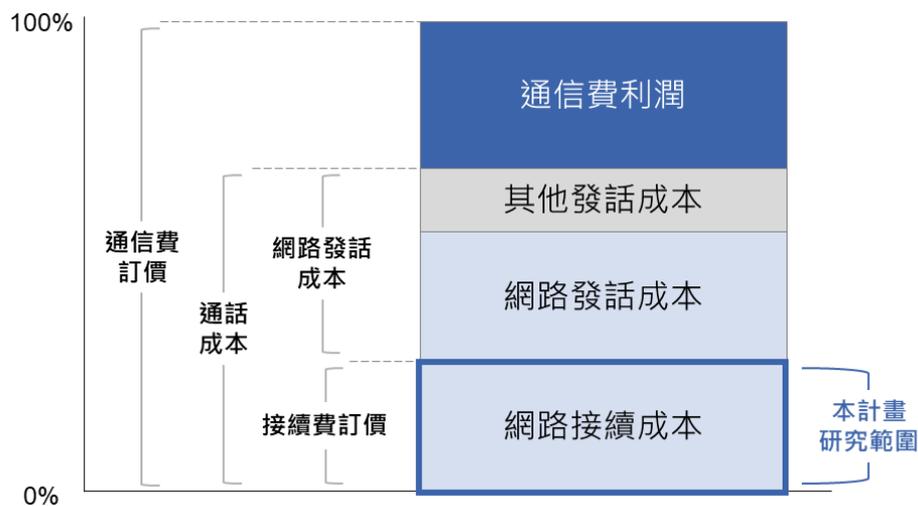


圖 1-1 我國行動通信網路接續費

資料來源：研究團隊製作

依照通傳會之規劃，110 年至 112 年之行動通信網路接續費上限，逐年由每分鐘 0.525、0.482 至 0.443 元調降。為促進我國電信市場公平競爭及保護消費者權益，通傳會提早辦理 114 年至 117 年之行動通信網路接續費率之規劃以及訂定事宜，期能於 113 年度完成下一階段之行網接續費率公告作業。

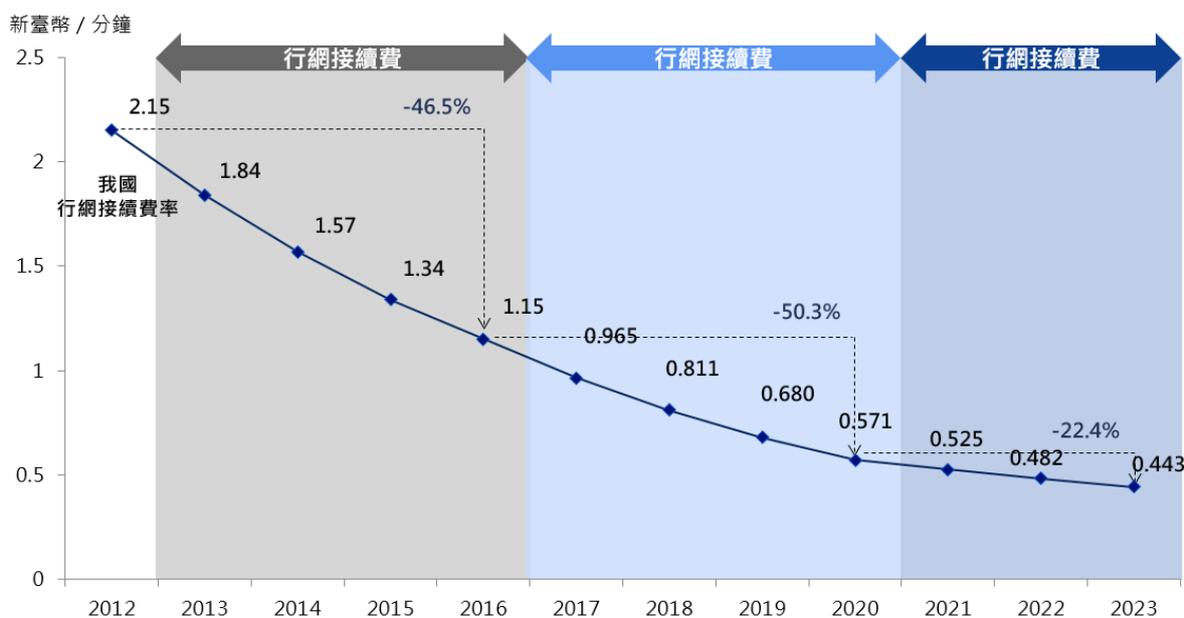


圖 1-2 行動通信網路接續費計算範圍

資料來源：研究團隊製作

因此國家通訊傳播委員會於本年度「行動通信網路成本模型及接續費」研究計畫中委託專業顧問機關台灣野村總研諮詢顧問(股)進行行動通信網路接續費成本模型之檢討、更新。透過國際標竿案例調研、專家學者座談會等方式，了解國際上接續費監理之最新動態以及監理作法，並凝聚我國產業界、學研界以及監理機關之共識，進而提出 114 年至 117 年管制期間之行網接續費模型草案，惟目前模型中引用之相關數據僅供參考，並非最終之接續費計算依據。

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，且行網接續費模型中之參數以及計算方式，若僅參考標竿國家之模型進行設定，可能有不符我國經濟環境、電信市場現況之處。因此期望透過公眾諮詢，就接續費率監理方式、行網接續費模型之參數設定、計算公式等議題，向公眾蒐集意見，以求計算接續費率時可以更加符合我國實際情況，並取得各方之間之共識。

第2章 模型計算概念說明

第1節 模型整體概念

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》中第十六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，採用全元件長期增支成本法(Total Element Long-Run Incremental Cost, TELRIC)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（Long-run Incremental Cost, LRIC）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模型精神	模型意涵
長期成本概念 (Long-run)	<ul style="list-style-type: none">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，且電信業者能夠充分回收。
增支成本概念 (Incremental)	<ul style="list-style-type: none">僅計算增加1單位的服務所需之成本 (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
前瞻性概念 (Forward looking)	<ul style="list-style-type: none">假設在競爭市場下，以現有技術水準為基礎，新業者可獲得最具效率的成本結構，並以此計算出合理成本

圖 2-1 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。

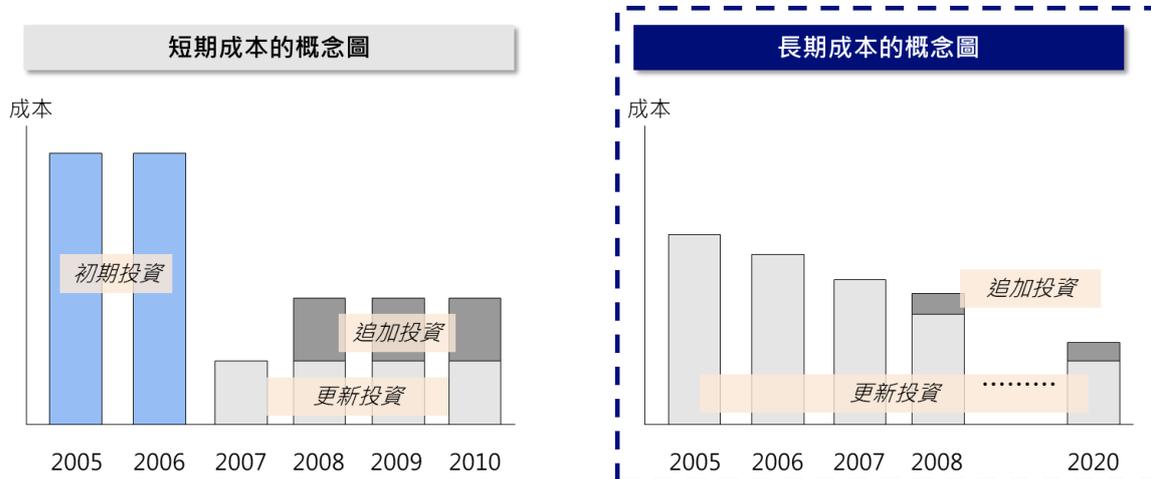


圖 2-2 長期成本概念

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，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，此種稱為為混合 (Hybrid) 成本推估，得以兼顧前瞻性及實際市場情況。

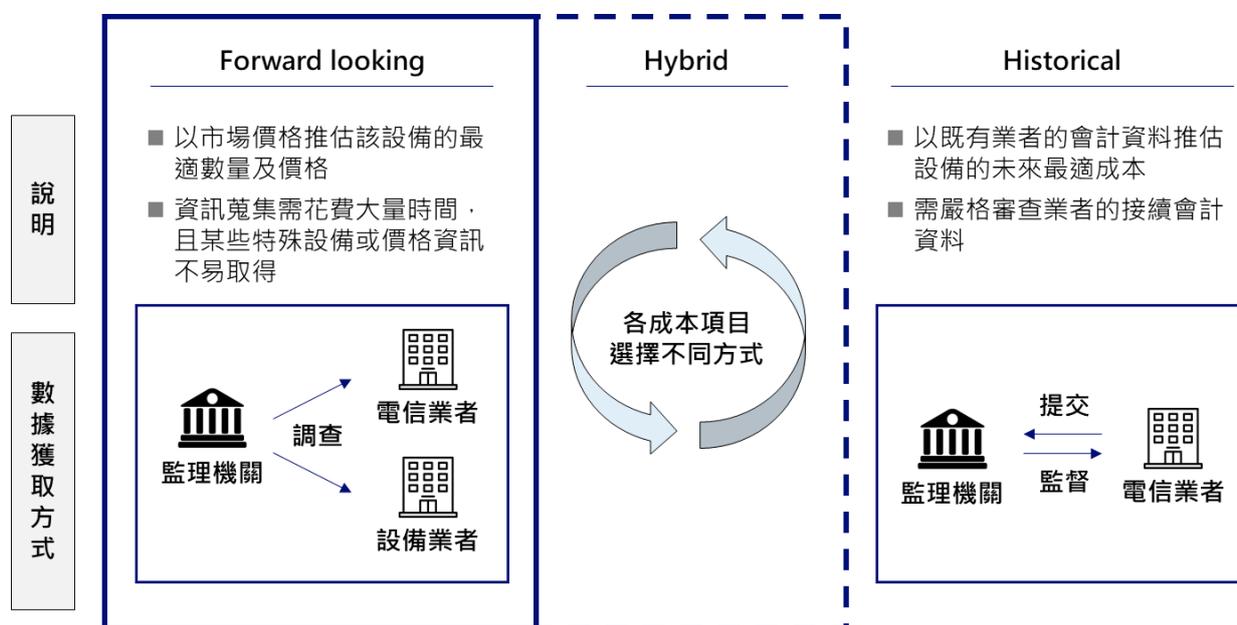


圖 2-3 LRIC 模型成本採計方式

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 2-4 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，除推估有效率佈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。

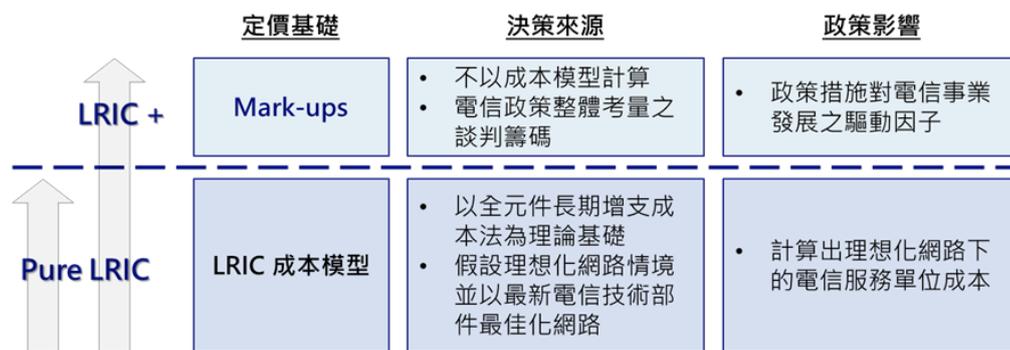


圖 2-5 模型加價差異

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 2015 年模型中首次改採 Pure LRIC 進行計算，本次 2023 年更新的行網接續費模型的檢視與設定中，依循上期 2019 年模型之設計，採用 Pure LRIC 進行行動通信接續費率的計算。

第2節 經濟現值概念

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 2-1 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 CAPEX 投資，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 2-6 接續費計算公式推導

資料來源：研究團隊製作

第3節 本期接續費模型導入規劃

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，因此透過由主計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。然因主計處不會對未來 CPI 指數做預測，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，以模型開始年度至今(108年至111年)的平均物價成長率約為1.553%。行動通信網路接續費(以下簡稱MTR)計算結果調整公式如下：

- $MTR_{114}(\text{調整後}) = MTR_{114}(\text{調整前}) * (1 + \text{物價指數年複合成長率}_{108-111})$
- $MTR_{115}(\text{調整後}) = MTR_{115}(\text{調整前}) * (1 + \text{物價指數年複合成長率}_{108-111})^2$

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，預計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：

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

以此類推...

問題 1：

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？

第3章 模型架構說明

第1節 模型整體架構概述

前一章節已闡述我國行動網路接續費模型之核心計算概念，本次 2023 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 2020 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 2023 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) 將於 2024 年關閉。因此在計算上，2025 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是修改。

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 2025 至 2028 年，距離前期模型最末年 2033 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 2023 年行動通信網路接續費模型設定上，參照通傳會本次 5G 頻譜執照的釋照規定，提出將接續費模型年限進行延長，調整至本次 5G 執照的到期年限 2040 年，以符合 LRIC 模型之精神，本修改將於之後章節進行說明。

計算時，將我國既有五家電信業者一同放入模型內進行未來市場之推估，但最終計算行網接續費時將只採用有效率地進行建設之網路之接續成本。參考歐盟提出之假設，「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」，故初步規劃會納入中華電信、台灣大哥大與遠傳電信之接續成本，計算我國行動網路接續費。

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 3-1 我國本期接續費模型整體架構

資料來源：研究團隊製作

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。

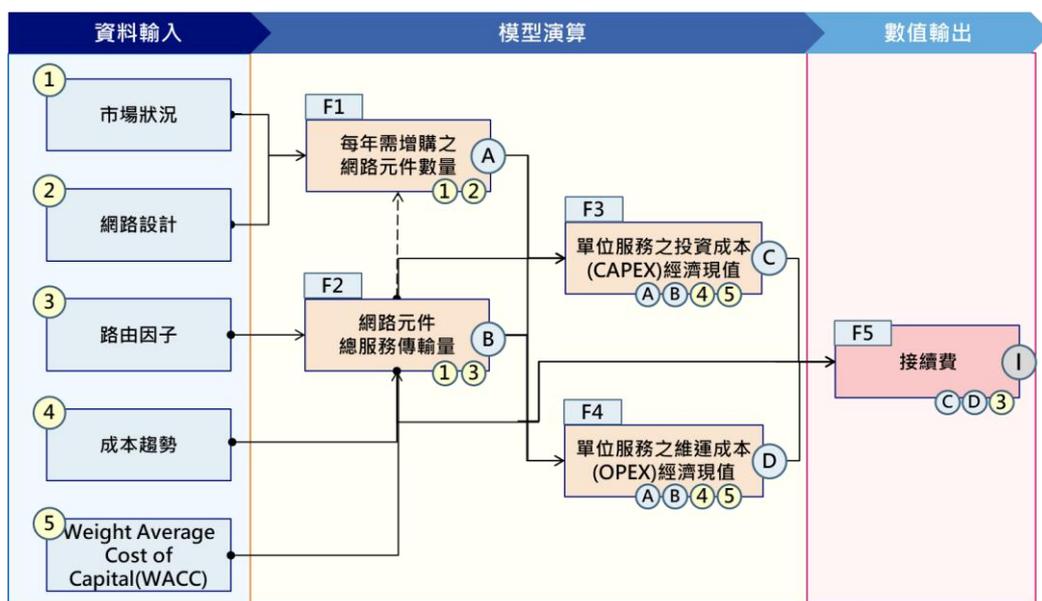


圖 3-2 本期整體模型架構

資料來源：研究團隊製作

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。由於電信業者與監理機關已公告 2024 年 3G 技術網路全面關閉，因此模型設定上採取在 2024 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 基地台傳輸至 LTE 核心網路進行通話與數據傳輸之情境，因此將 5G 基地台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。

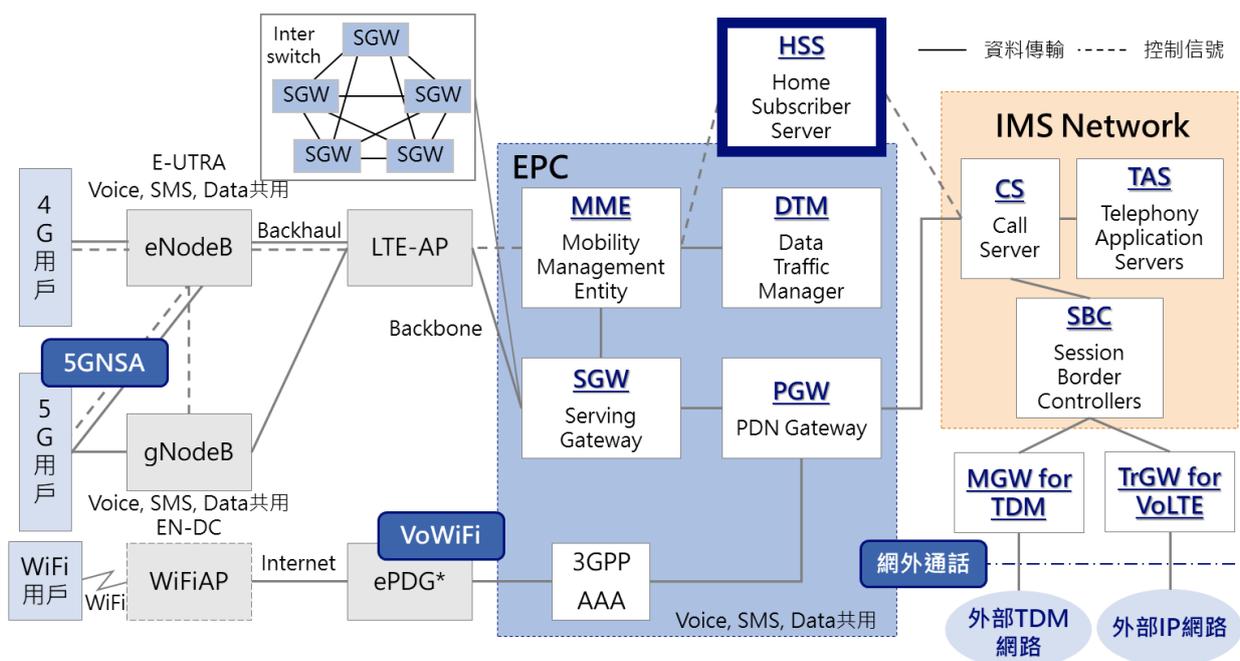


圖 3-3 LTE (4G & 5G NSA) 網路架構

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。

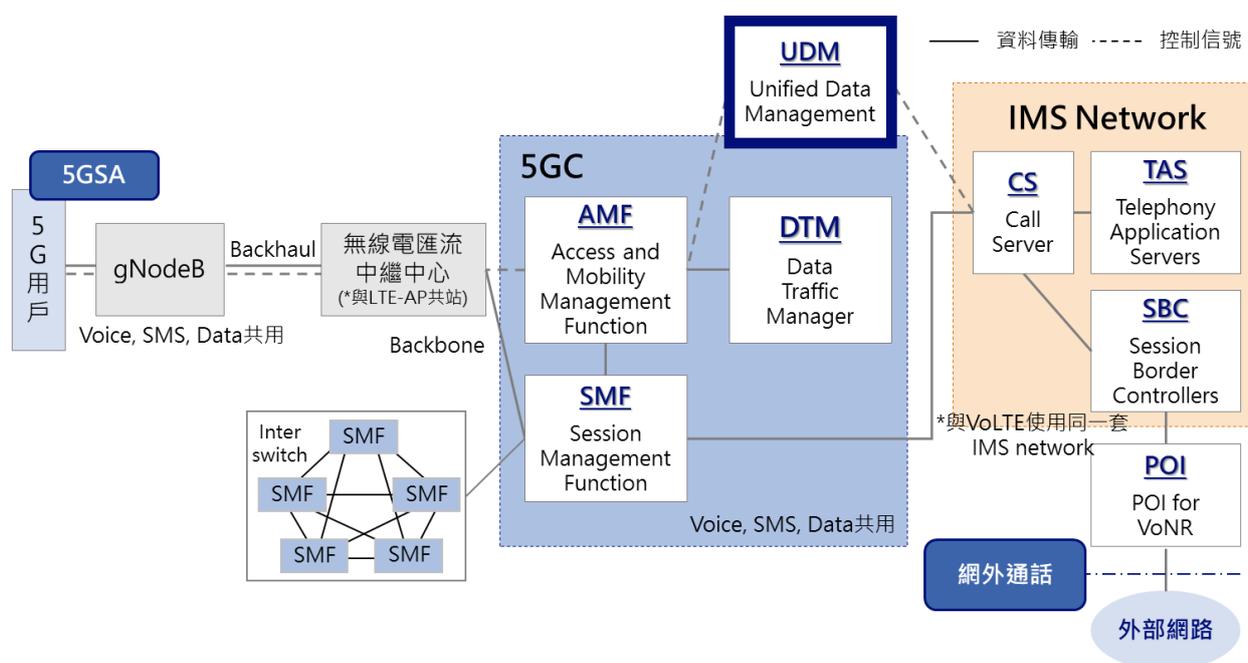


圖 3-4 NR (5G SA) 網路架構

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 2025 至 2028 年，考慮到我國各電信業者已於 2020 年開放 5G 行動通信服務，因此為反映行動網路之發展，2023 年行動網路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畫研議。

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 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。而於我國 4G 執照最後到期年 (2033 年)，5G 的核網布建準備完成始可提供

一定比例的 VoNR 服務。

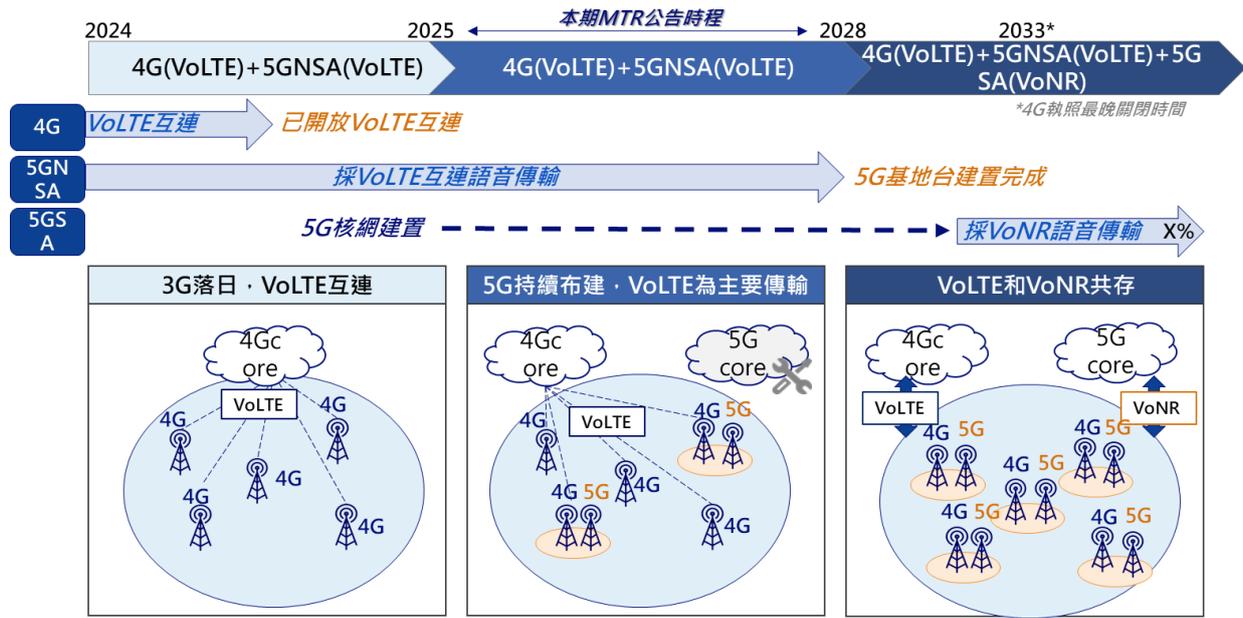


圖 3-5 模型技術轉換時程情境假設

資料來源：研究團隊製作

問題 2：

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

問題 3：

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？

問題 4：

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？

第2節 模型運算邏輯說明

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，本節詳細描述整體模型計算之方式，供電信業者進行參考：

一、 市場狀況輸入

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 2019 年至 2022 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 2024 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。

步驟	計算邏輯	重要參數/假設
1 歷史業務用戶數輸入	<ul style="list-style-type: none"> 以業者提供之數據資料輸入 	<ul style="list-style-type: none"> 前期資料 業者新提供之2019-2022資料
2 業務用戶數推估	<ul style="list-style-type: none"> 假設各業者維持2022年之市占率，業務別市占率以固定之成長率進行推估 	<ul style="list-style-type: none"> 主計處人口推計資料(低推計人口) 用戶總數固定為人口總數之126%
3 技術用戶數轉換	<ul style="list-style-type: none"> 3G網路關閉前：考量用戶終端設備支援率 VoNR啟用後：考量經LTE與NR之比例 	<ul style="list-style-type: none"> 參考英國模型，設定各業務用戶之終端設備支援率
4 歷史業務通話分鐘數輸入	<ul style="list-style-type: none"> 以業者提供之數據資料輸入 	<ul style="list-style-type: none"> 前期資料 業者新提供之2019-2022資料
5 歷史技術通話分鐘數轉換	<ul style="list-style-type: none"> 依照業務別之分鐘數比例推估 	<ul style="list-style-type: none"> 假設技術用戶和業務用戶使用習慣相同，如4G用戶年均通話=LTE用戶年均通話
6 技術通話分鐘數推估	<ul style="list-style-type: none"> 4G、5G Total以近年成長趨勢推估 	<ul style="list-style-type: none"> 參考現電信業者費率方案，假設每名用戶每年最低通話分鐘數為300分鐘
7 模型計算用通話分鐘數轉換	<ul style="list-style-type: none"> 考量實際技術網路、及模型對網內、網外通話定義進行轉換 	<ul style="list-style-type: none"> 4G:參考前期資料進行設定 5G:依開薦制度設定相關參數比例

圖 3-6 市場狀況輸入與處理

資料來源：研究團隊製作

二、 網路元件計算

模型中計算相關元件數量步驟如下圖所示，自基地台數量計算開始，逐步推算至核心網路及其他元件之數量。



圖 3-7 模型網路元件計算步驟

資料來源：研究團隊製作

所有元件的計算數量將以基地台數量為基礎去推估，所以首先要推算整體基地台的建置量。網路建置時要同時滿足 Coverage 和 Capacity 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台數量。

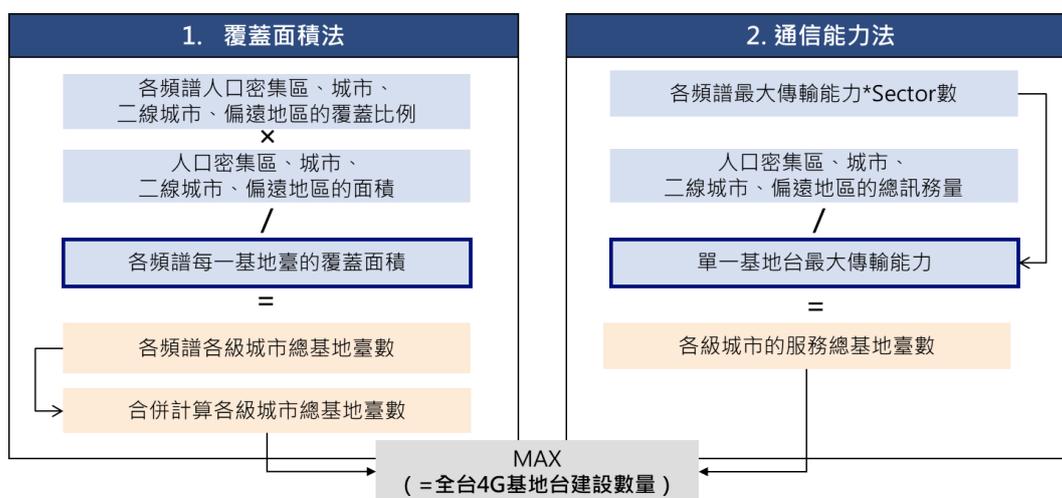


圖 3-8 基地台數量計算方式

資料來源：研究團隊製作

- 覆蓋面積法：由「覆蓋之總面積除以單一基地台可覆蓋面積」算出所需之基地台數量。計算方式需先設定各類頻譜所需覆蓋之面積並除以基地台覆蓋能力得出各類頻譜所需基地台數量，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台中可共站之數目，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台數。
- 通信能力法：是由「總訊務量除以單一基地台傳輸能力」得出所需之基地台數量。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台數。

而本次模型新增之 5G 基地台計算邏輯相似，先透過覆蓋面積法與通信能力法取大值計算出 5G 基地台需求量後，並且考量實際建置情況中，可由原先已建置之既有 4G 基地台上新增設備作為 5G 基地台使用。

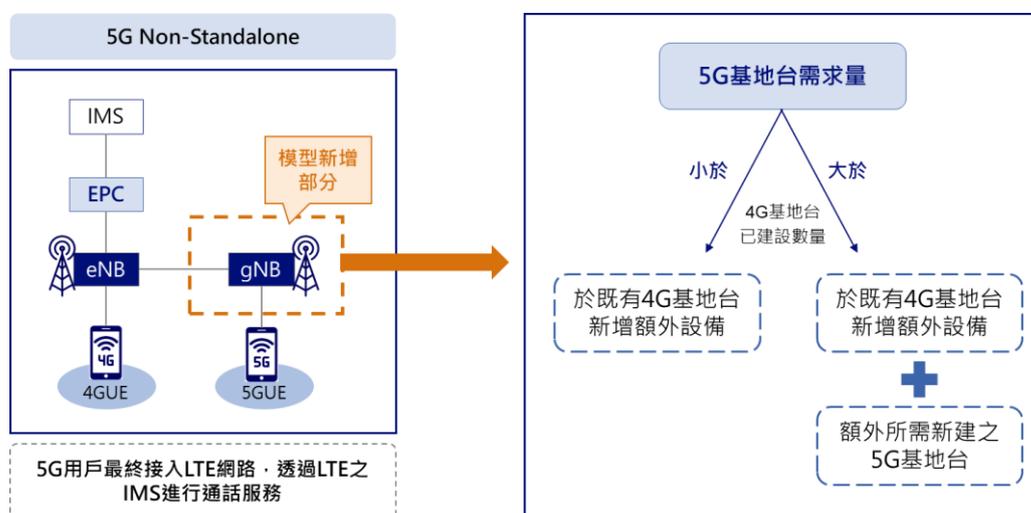


圖 3-9 5G 基地台數量調整計算方式

資料來源：研究團隊製作

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

式；而在 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:Service-Based Architecture (SBA)網路架構，在 SBA 架構下 5G 將對應拆分為多個獨立的功能模組。AMF 用以管理用戶端的接取和移動性，這部分維持不變；而 SMF 管理用戶端的會話管理，如通話通道維護、IP 分配管理、UPF 的選擇等；此兩個功能元件，直接和 UPF (User Plane Function)以及基地台 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；剩下的 Network Exposure Function (NEF)、Network Function Repository Function (NRF)以及 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 3-10 4G 與 5G 核心網路元件功能對應

資料來源：研究團隊製作

接著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，由次年數量減去當年度之數量，可得到每年需要增購之網路元件數量。

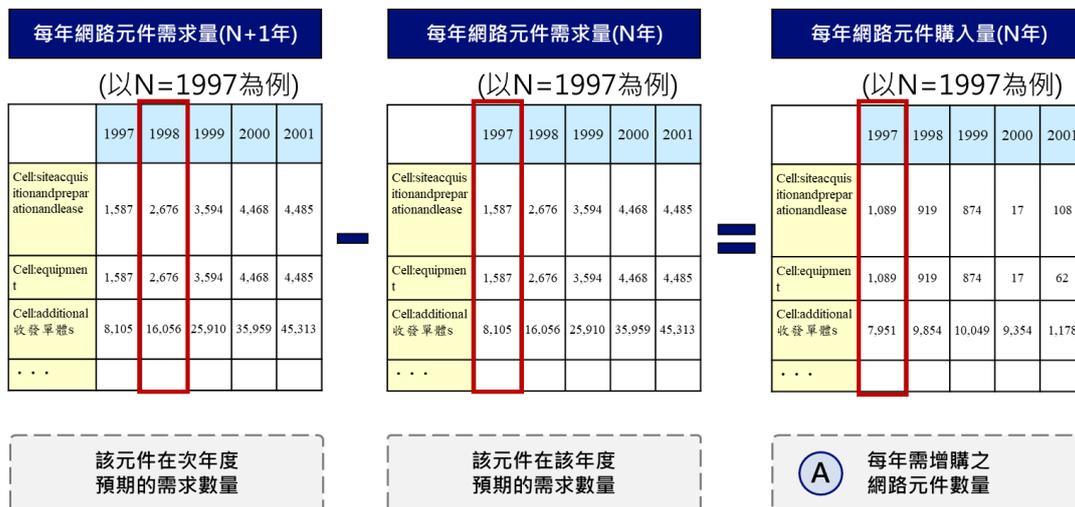


圖 3-11 每年需增購之網路元件數量計算

資料來源：研究團隊製作

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，可以將各服務的話務量轉換為各項元件使用一單位服務所需的分鐘數，並計算一項語音服務發生之時，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。

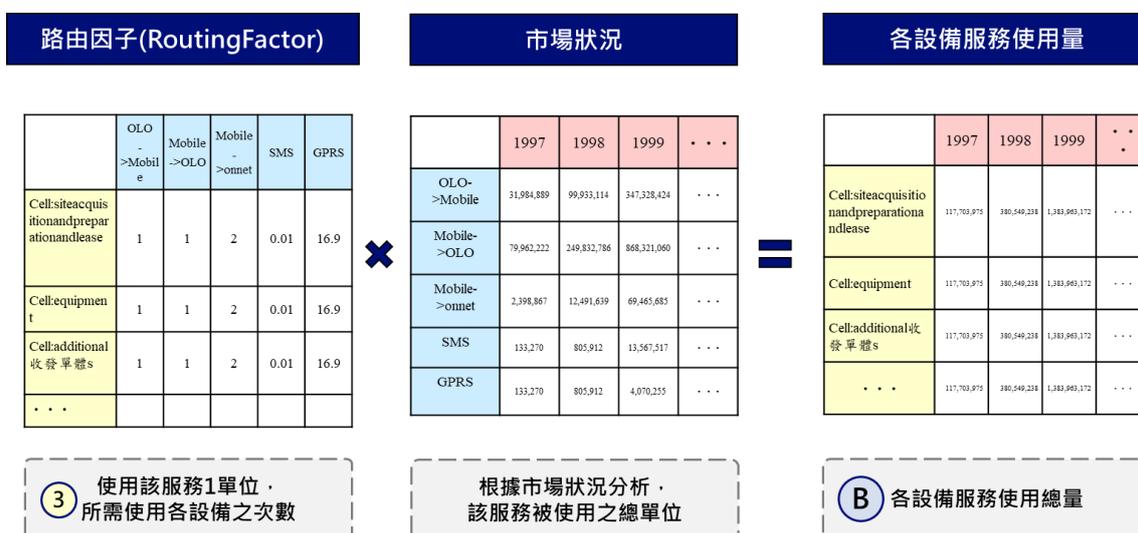


圖 3-12 網路元件總服務傳輸量

資料來源：研究團隊製作

三、 CAPEX 經濟現值

為計算投資成本(CAPEX)之經濟折舊，先運用計算出之每年新購之設備數量及合理的設備購買單價，計算出每年度之購買總成本，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，延續前期模型之參數進行設定。設定每年單價配合各年度所需購置之元件成本，便可以計算出各年度所需要之投資成本(CAPEX)。設定每年單價配合各年度所需購置之元件成本，便可以計算出各年度所需要之投資成本(CAPEX)計算出每年新增設備購入金額之後，便可以按照 LRIC 計算公式，計算每年的設備攤分金額。

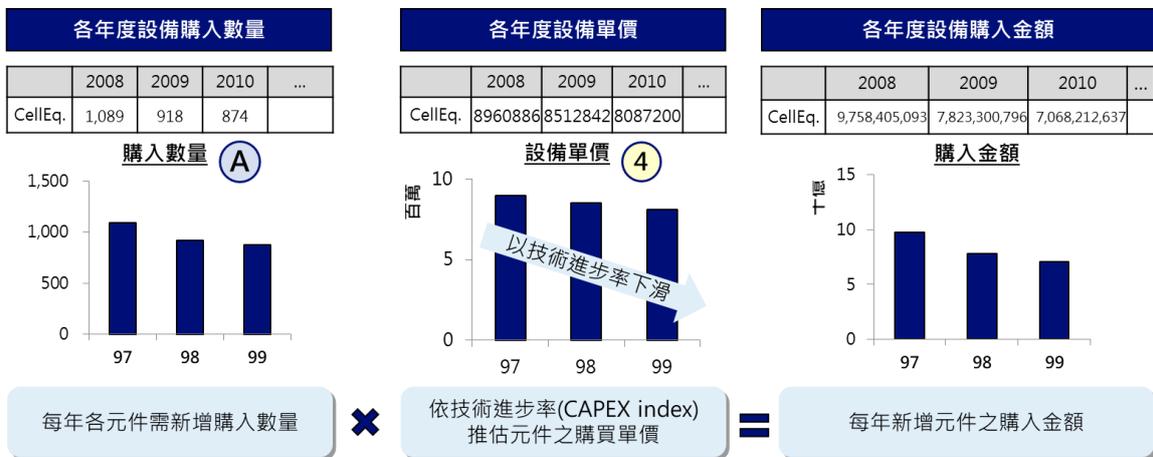


圖 3-13 各年度設備購入金額演算方式

資料來源：研究團隊製作

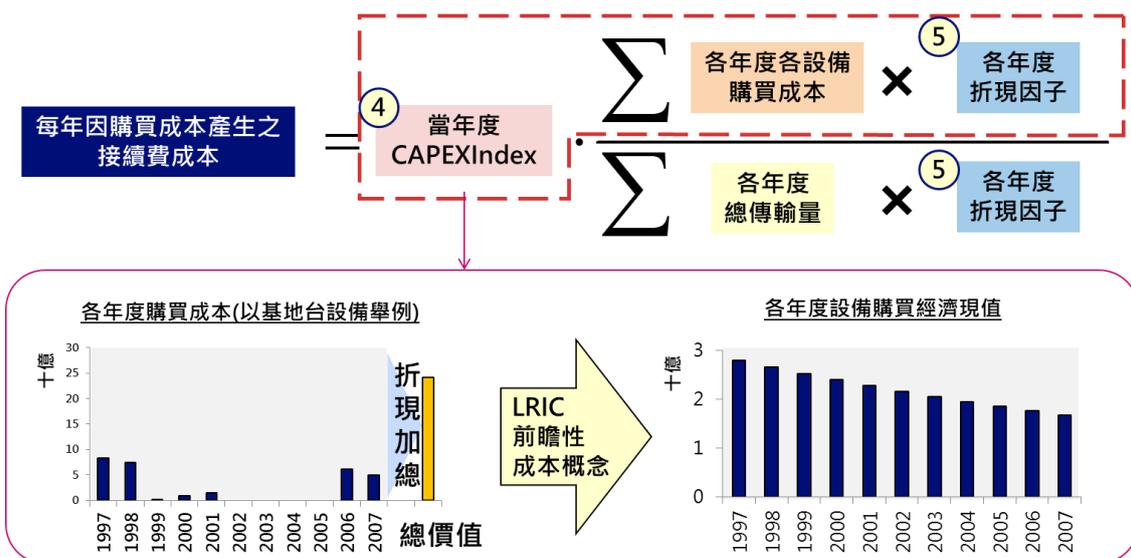


圖 3-14 因購買成本產生之接續費成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

四、 OPEX 經濟現值

為計算維運成本(OPEX)之經濟折舊，需先使用每年設備部署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。計算出每年新增設備購入金額之後，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，計算每年的設備攤分金額。

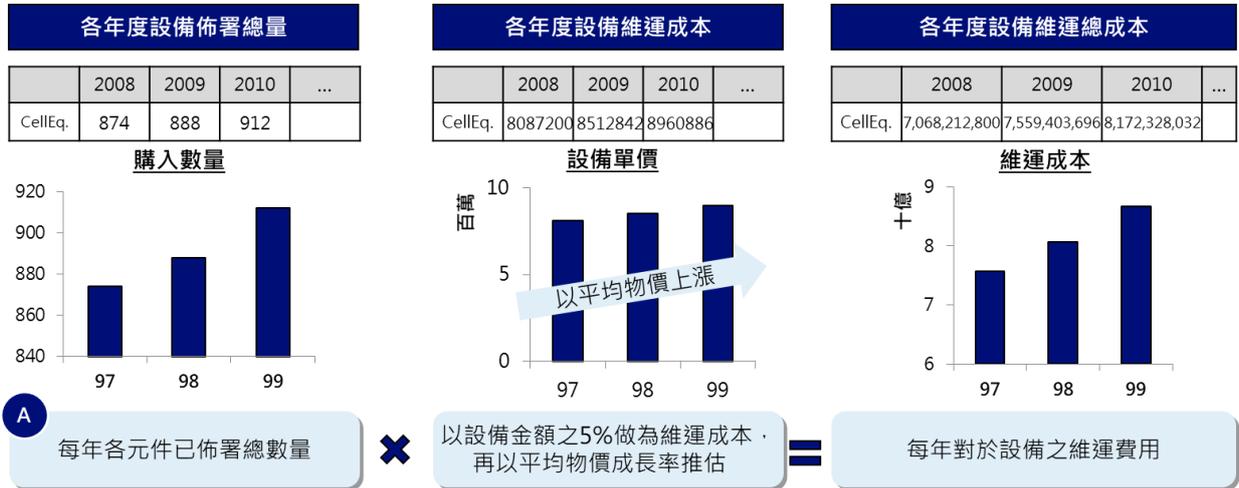


圖 3-15 各年度設備維運總成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

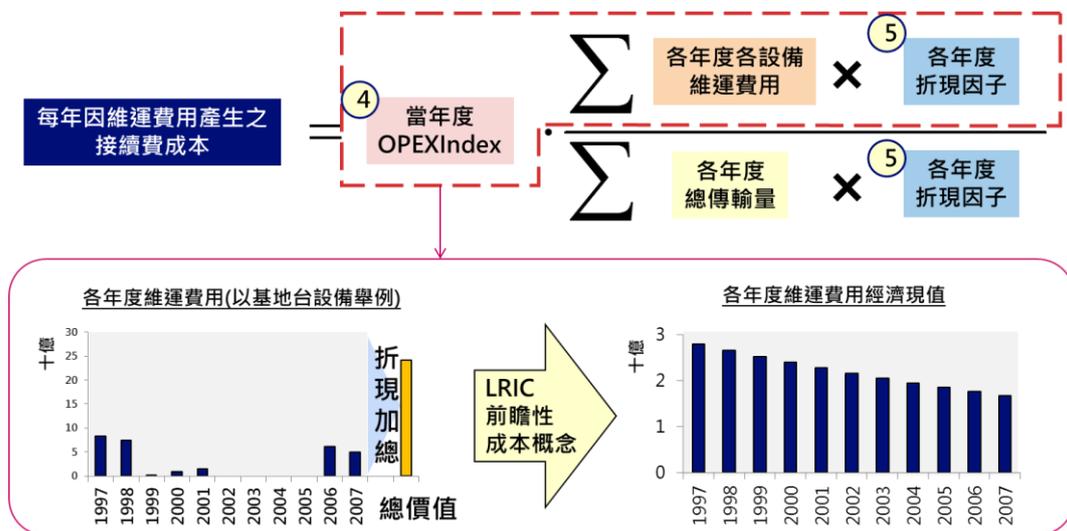


圖 3-16 因維運成本產生之接續費成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

五、 接續費結果演算方式

最終，計算出因購買成本(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。

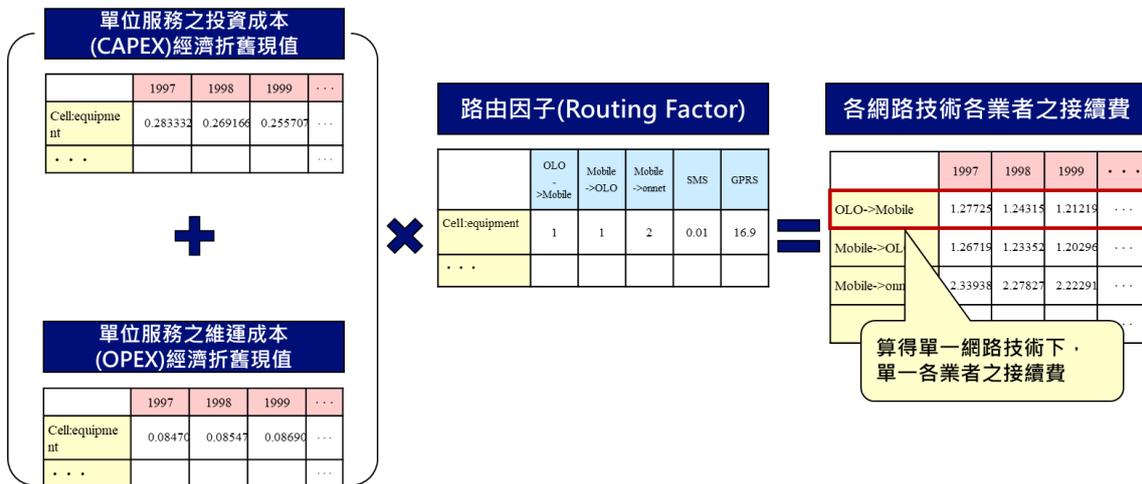


圖 3-17 接續費成本演算方式

資料來源：研究團隊製作

問題 5：

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，請提供請提供您的觀點與意見。

第3節 VoLTE 用戶網外通話情境修正

2019 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 4G 網路元件處理，若為網外通話，訊號再經由 3G 網路之路由轉入 3G 的網路連接點（Point of Interconnection, POI）進行傳輸，即 3G 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 2024 年 3G 網路關閉，模型將假設業者將於 2024 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），並保留 MGW 作為傳統 TDM 市話語音傳輸元件。

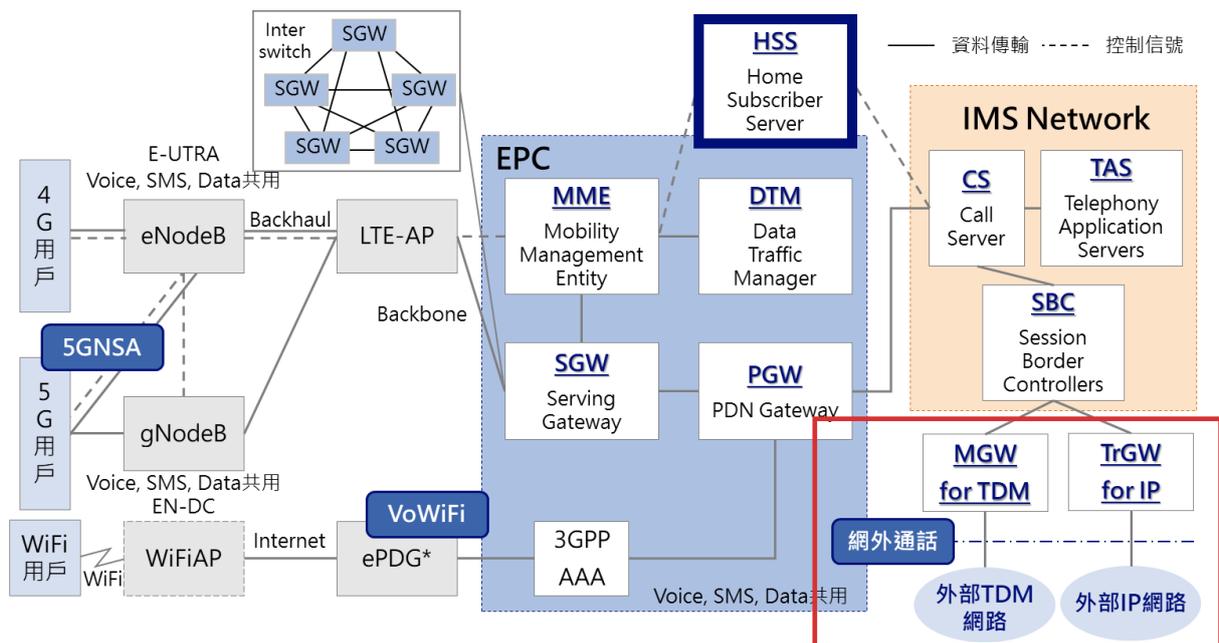


圖 3-18 VoLTE 用戶網外通話之架構

資料來源：研究團隊製作

問題 6：

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。

第4節 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 1997 年至 2033 年，共計 37 年，然而本期行網接續費模型管制期間為 2025 年至 2028 年間，若以 2028 年算起，距離模型中設定之最末年 2033 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 2033 年，故設定整體模型時間跨度至 2033 年終止。而本期若要延長模型時間，建議考慮 5G 網路之發展，5G 網路於建設初期，仰賴 4G 網路透過 NSA 方式進行語音通話，因此 5G 網路使用上仍會大量依賴 4G 網路，因此設定上，應可設定以 5G 業務的頻譜執照到期年 2040 年，作為整體模型時間跨度延長之標的，故本期模型建議採用 2040 年作為模型計算之最末年。

問題 7：

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？

第4章 各模組輸入參數整理

第1節 市場狀況輸入數據說明

我國於 2014 年開放 4G (LTE) 業務，2G 及 3G 業務執照分別於 2017 年 6 月和 2018 年 12 月到期，2019 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，根據我國最新政策指示將於 2024 年底全面關閉業者的 3G 網路，屆時行動語音通信將不在透過 CSFB(Circuit Switched 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，模型將假設業者將於 2024 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 2020 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 基地台的計算範圍，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 整體規畫尚未明朗，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 (2025 年至 2028 年) 並未開始提供服務，而將於我國 4G 執照最後到期年 (2033 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 2019 年至 2022 年間約佔總人口數 126%，由於假設未來行動通訊用戶未有太大變化，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。計算可得未來業務別

用戶量如下圖 4-2。



圖 4-1 用戶數推估與轉換
資料來源：研究團隊製作

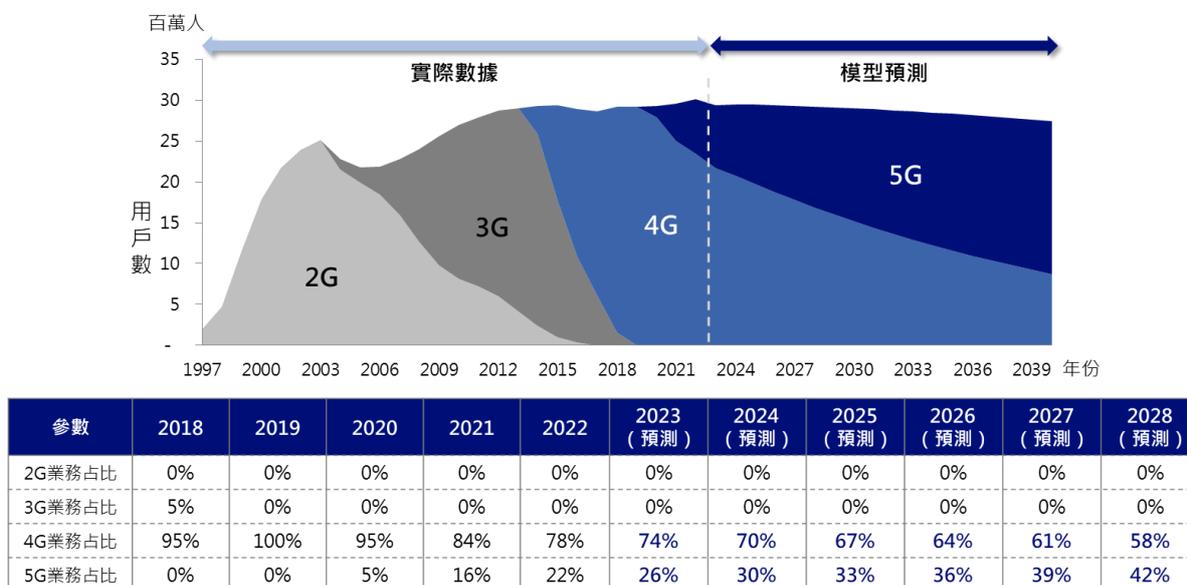


圖 4-2 業務別用戶數變化與預估
資料來源：研究團隊製作

在 2024 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。

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 2014 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 2023 年可以到達 94%。然而至 2024 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 2020 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（2033 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%。

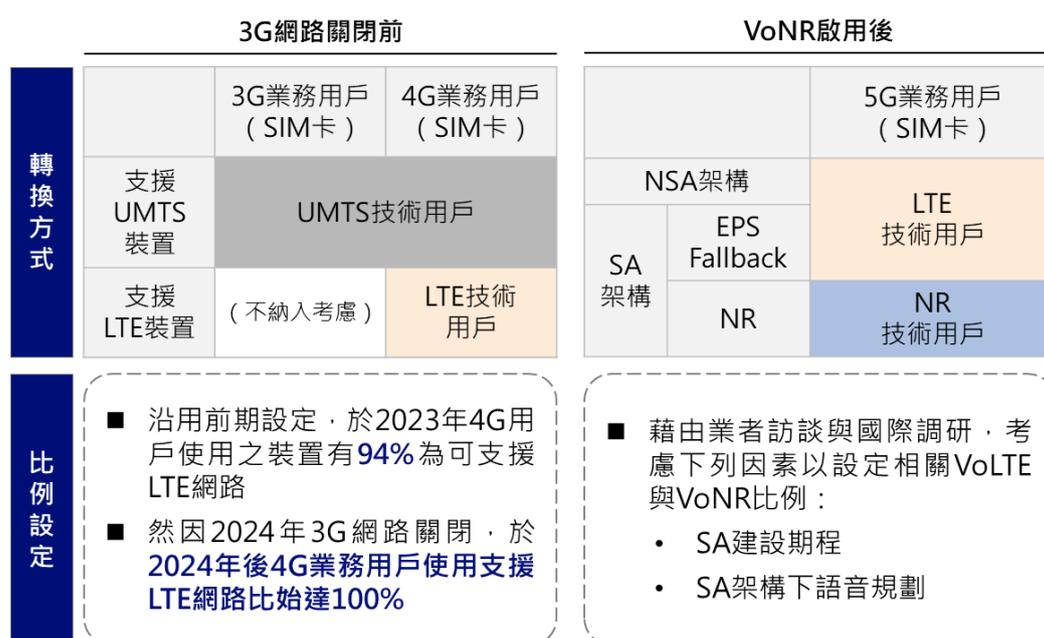


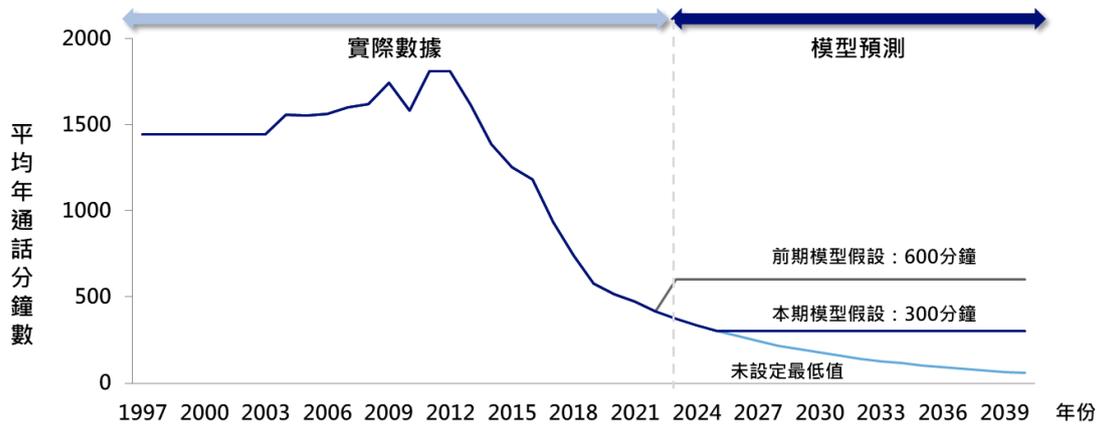
圖 4-3 用戶業務別轉技術別之作法說明

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 $M'(\text{UMTS/LTE/5G}) / M'(\text{Total})$ 劃分總用戶通話分鐘數 $M(\text{Total})$ 以得最終個別技術用戶通話分鐘數 $M(\text{UMTS/LTE/5G})$ 。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 2024 年時關閉，因此 2024 年之後將不再計入 UMTS

網路。

而 2023 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 2019 至 2022 年之 CAGR 以-10.2%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，2022 年實際數值已低於 2019 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。



最低通話分鐘數	2018	2019	2020	2021	2022	2023 (預測)	2024 (預測)	2025 (預測)	2026 (預測)	2027 (預測)	2028 (預測)
無限制	739	577	516	475	418	375	337	302	272	244	219
600分鐘	739	577	516	475	418	600	600	600	600	600	600
300分鐘	739	577	516	475	418	375	337	302	300	300	300

圖 4-4 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 2022 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，並且維持 2022 年之各技術用戶總訊務量，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。

問題 8：

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？

問題 9：

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

第2節 各類區域基地台覆蓋面積

當使用覆蓋面積法計算基地台數量時，需要考慮基地台覆蓋半徑，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台覆蓋半徑平均作為該地區基地台覆蓋半徑之設定值。以內政部所公告之 2022 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 4-1 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台數（N），藉由六角形面積公式以抽樣地區有效覆蓋面積 $A = (2.6 \times r^2) \times N$ 計算出基地台覆蓋半徑（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。

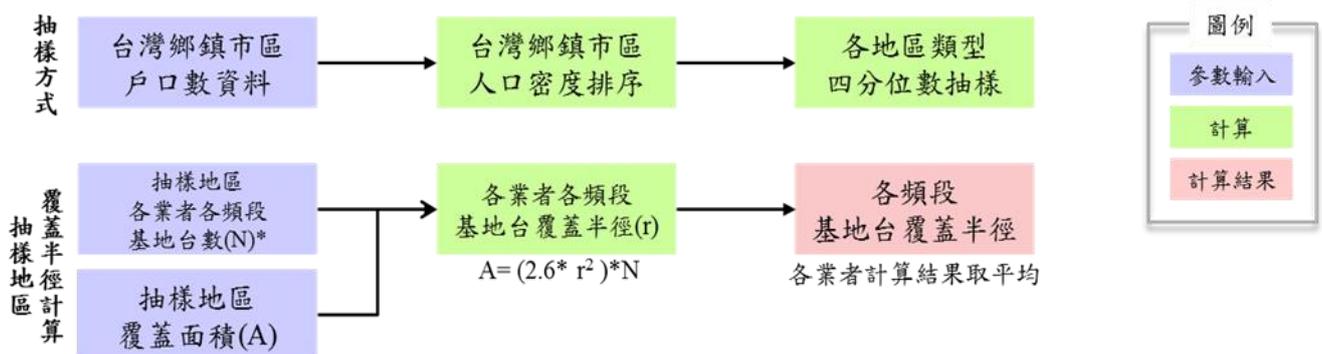


圖 4-5 基地台抽樣與覆蓋半徑之演算方式

資料來源：研究團隊製作

將上述各分區之基地台數量帶入公式計算可得覆蓋半徑，而後將各業者結果進行平均，可得各分區之覆蓋半徑計算結果。4G 基地台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 4-2 各地區類型 4G 抽樣覆蓋半徑

抽樣分區－700/900MHz 覆蓋半徑				
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(km)	0.263	0.218	0.181
	平均覆蓋半徑(km)	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(km)	0.539	0.590	0.701
	平均覆蓋半徑(km)	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(km)	1.032	1.143	1.332
	平均覆蓋半徑(km)	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(km)	0.910	1.081	2.154
	平均覆蓋半徑(km)	1.381		

資料來源：研究團隊製作

同理 5G 基地台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 4-3 各地區類型 5G 抽樣覆蓋半徑

抽樣分區－3.5GHz 覆蓋半徑				
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(km)	0.247	0.197	0.176
	平均覆蓋半徑(km)	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(km)	0.453	0.507	0.633
	平均覆蓋半徑(km)	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(km)	1.078	1.147	1.314
	平均覆蓋半徑(km)	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(km)	1.223	1.429	2.911
	平均覆蓋半徑(km)	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 節基地台數量計算方式，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，模型計算之前三大業者基地台數量合計結果如下。

表 4-4 LTE 網路基地台數量計算結果

年度	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年
基地台數目 (站)	72,474	75,615	78,642	84,019

資料來源：研究團隊製作

問題 10：

由於 4G 網路建設及覆蓋已接近完備，是否同意應更新 4G 網路之基地台半徑，並以相同運算邏輯計算 5G 網路之基地台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。

第3節加權平均資金成本率 (WACC)

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(Weighted Average Cost of Capital, 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。其中，自有資金成本率有多種計算方式，本次模型則依循前期模型和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)。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 (Pre-tax WACC)，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。整體 WACC 參數計算方式如下圖所示。

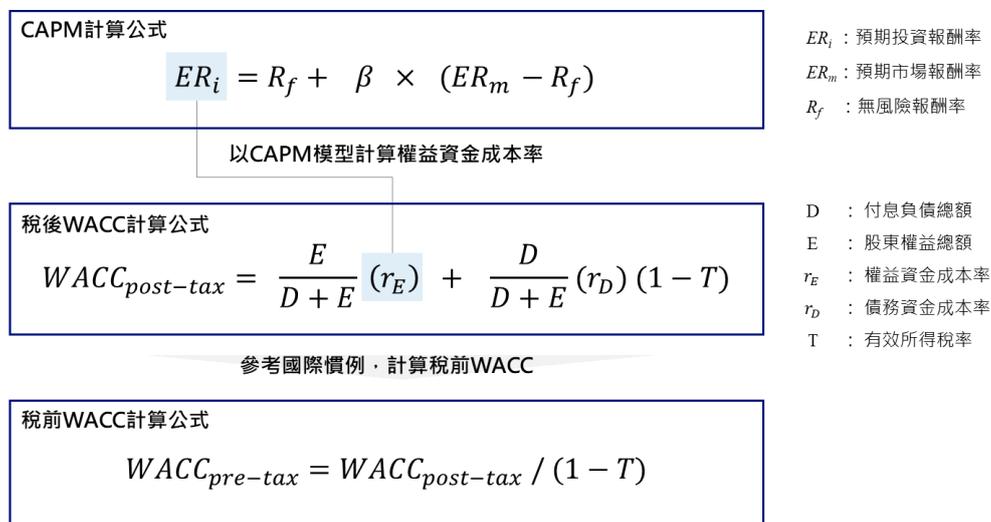


圖 4-6 加權平均資金成本計算公式

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 Beta 值 (102 個樣本點)。預期市場報酬率 (ER_m) 則採計 2013 年到 2022 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，並以中央銀行所公布之 2013 年至 2022 年「十年期政府公債殖利率」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 ($ER_m - R_f$)，並將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
2013	7.47%	2013	1.53%	2013	5.94%
2014	8.11%	2014	1.61%	2014	6.50%
2015	6.28%	2015	1.38%	2015	4.90%
2016	5.65%	2016	0.89%	2016	4.76%
2017	6.40%	2017	1.05%	2017	5.35%
2018	11.70%	2018	0.96%	2018	10.74%
2019	8.27%	2019	0.72%	2019	7.55%
2020	9.43%	2020	0.43%	2020	9.01%
2021	14.27%	2021	0.45%	2021	13.82%
2022	10.35%	2022	1.22%	2022	9.13%
算數平均				7.77%	

圖 4-7 風險溢酬計算流程

資料來源：臺灣證券交易所、中央銀行，研究團隊製作

透過上述數值與各業者公開之 2022 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。

參數 (新臺幣仟元)	中華電信	台灣大哥大	遠傳電信	資料來源
權益資金成本率 (r_E)	4.266%	4.266%	3.442%	(計算)
股東權益總計 (E)	876,591,511	333,271,460	214,735,216	民國111年12月30日 市值
無風險利率 (R_f)		1.22%		民國111年 十年期政府公債殖利率
Adjusted Beta (β)	0.392	0.392	0.286	Bloomberg 資料庫 (兩年期)
風險溢酬 ($R_m - R_f$)		7.771%		10年 $R_m - R_f$ 平均
債務資金成本率 (r_D)	0.855%	1.034%	1.047%	(計算)
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
利息支付	262,738	737,134	639,597	民國111年財務報表
稅率 (T)	19.541%	19.886%	19.111%	(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
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 4-8 WACC 參數設定值及計算結果

資料來源：各公司財報、Bloomberg、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 2022 年後的 WACC 數值為本期計算出之數值，2018 年前之 WACC 維持前期模型計算出之數值，WACC 參數不溯及既往。

問題 11：

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？

第4節各網路模組輸入參數說明

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 2024 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 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：

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

$$0.86 = 1 - 1 / 7 \dots \text{網內}$$

【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：

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

問題 12：

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？

一、 LTE (4G & 5G NSA) 網路

■ 技術參數

表 4-5 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	5	MHz	國際標準
4NW-2		Bandwidth of one carrier - 3500MHz	10	MHz	國際標準
4NW-3	基地台相關	每個 Macro site 的平均 sector 數量	3	sectors	UK
4NW-4		每個 Micro site 的平均 sector 數量	1	sectors	UK
4NW-5		每個 Pico site 的平均 sector 數量	1	sectors	UK
4NW-6		每 2×5MHz 頻寬可提供 eNodeB 的傳輸速度	33	Mbit/s/sector	UK
4NW-7		每 10MHz 頻寬可提供 gNodeB 的傳輸速度	33	Mbit/s/sector	UK
4NW-8		有效通訊速度比率	22%	%	我國電信業者
4NW-9		基地台類型比率 Macro : Micro : Pico	97:02:01	%	SE、NL
4NW-10	語音相關	4G 語音於無線電網路中傳輸速度	23.85	kbit/s	我國電信業者
4NW-11		5G 語音於無線電網路中傳輸速度	23.85	kbit/s	國際標準
4NW-12	簡訊相關	平均每個 SMS 的 Bytes 數	40	Bytes	國際標準
4NW-13		SMS 聲音頻段比率(SDCCH)	16,000	bit/s	國際標準
4NW-14	數據相關	LTE IP Overhead 的比率	12%	%	UK
4NW-15		LTE 通訊速度	2,293.3	kbit / sec / channel	我國電信業者
4NW-16		NR IP Overhead 的比率	14%	%	國際標準
4NW-17		NR 通訊速度	6,026.5	kbit / sec / channel	國際標準

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
4NW-18		下載頻寬比率	85%	%	國際標準
4NW-19	LTE-AP	業者實際 LTE-AP 機房數	300	Sites	我國電信業者
4NW-20		LTE-AP 可接續基地台上限	80	Sites	我國電信業者
4NW-21	SGW	業者最少所需的 SGW 數量	2	SGWs	UK
4NW-22		業者實際 SGW 機房	7	Sites	我國 3G 網路
4NW-23		與 POI 相連的 SGW 機房數	3	Sites	我國 3G 網路
4NW-24		1 個 SGW 可處理的訊務量	40,000	Mbits/s	UK
4NW-25		SGW Redundancy	0	倍	PT、UK
4NW-26	DTM	業者最少所需的 DTM 數量	2	DTMs	PT、UK
4NW-27		DTM 的容量	30,000	Mbits/s	PT、UK
4NW-28		DTM Redundancy	0	倍	UK
4NW-29	MME	業者最少所需的 MME 數量	2	MMEs	UK
4NW-30		尖峰同時在線用戶比例	50%	%	PT
4NW-31		MME 的容量	12,500,000	SAUs	PT
4NW-32		MME Redundancy	0	倍	UK
4NW-33	HSS	業者最少所需的 HSS 數量	1	HSSs	UK
4NW-34		每單位 HSS 的容量(subscribers)	1,000,000	subscriber	PT、UK
4NW-35		HSS Redundancy	0	倍	PT、UK
4NW-36	CS	業者最少所需的 CS 數量	1	CSs	UK
4NW-37		每單位 CS 的處理能力	2,000,000	BHCA	UK
4NW-38		CS Redundancy	1	倍	UK

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
4NW-39	TAS	業者最少所需的 TAS 數量	1	TAS	UK
4NW-40		每單位 TAS 容量(subscribers)	25,000	Subscriber	UK
4NW-41		TAS Redundancy	0	倍	UK
4NW-42	SBC	業者最少所需的 SBC 數量	1	SBCs	UK
4NW-43		每單位 SBC 可處理的語音話務量	2,000	Mbits/s	UK
4NW-44		SBC Redundancy	1	倍	UK
4NW-45	Gateway	每個 MSC 機房的 MGW 數量	1	MGWs	SE、NL
4NW-46		每個 SGW 機房的 TrGW 數量	1	TrGWs	UK
4NW-47	通信設定	每回平均通話分鐘數-網外發話	1.32	分鐘	我國電信業者
4NW-48		每回平均通話分鐘數-網外受話	1.24	分鐘	我國電信業者
4NW-49		每回平均通話分鐘數-網內通話	1.32	分鐘	我國電信業者
4NW-50		尖峰時段 Voice 的通訊量比例	10%	%	SE、NL
4NW-51		1 年內的尖峰日	250	天	我國電信業者
4NW-52		通話發話成功率	65%	%	我國電信業者
4NW-53		簡訊發信成功率	100%	%	我國電信業者
4NW-54	設備使用率	基地臺使用率	81%	%	UK
4NW-55		微型基地臺使用率	54%	%	UK
4NW-56		微微型基地臺使用率	54%	%	UK
4NW-57		Carrier 使用率	50%	%	UK
4NW-58		回傳中繼線使用率	68%	%	UK
4NW-59		骨幹中繼線使用率	75%	%	UK

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
4NW-60		骨幹中繼線備援比率	1%	倍	我國電信業者
4NW-61		無線電匯流中繼中心使用率	63%	%	PT
4NW-62		SGW 使用率(SGW Utilization)	80%	%	UK
4NW-63		SGW 機房間骨幹中繼線使用率	75%	%	UK
4NW-64		DTM 使用率(DTM Utilization)	80%	%	UK
4NW-65		MME 使用率(MME utilization)	80%	%	UK
4NW-66		HSS 使用率(HSS utilization)	57%	%	UK
4NW-67		CS 使用率(CS utilization)	80%	%	UK
4NW-68		TAS 使用率(TAS utilization)	80%	%	UK
4NW-69		SBC 使用率(SBC utilization)	80%	%	UK

資料來源：前期模型、SE、NL、PT、UK 公開資料，研究團隊製作

■ 路由因子

表 4-6 LTE (4G & 5G NSA) Routing Factor

編號	網路元件	網外發話 (Mobile→OLO)	網外受話 (OLO→Mobile)	網內發受話 (Mobile→onnet)	簡訊 (SMS)	數據訊務 (Data)
4RF-1	基地台設備(eNodeB)	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-2	微型基地台設備(eNodeB)	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-3	微微型基地台設備(eNodeB)	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-4	基地台土地	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-5	微型基地台土地	0.01040	0.01040	0.02080	0.00050	0.06668
4RF-6	微微型基地台土地	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	SGW 間骨幹中繼線	0.57	0.57	0.86	0.00024	0.05668
4RF-18	服務閘道器(SGW)	1.57	1.57	1.86	1.71	0.06668
4RF-19	服務閘道器機房	1.57	1.57	1.86	1.71	0.06668

編號	網路元件	網外發話 (Mobile→OLO)	網外受話 (OLO→Mobile)	網內發受話 (Mobile→onnet)	簡訊 (SMS)	數據訊務 (Data)
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	基地台額外設備	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-1	基地台設備(gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-2	微型基地台設備(gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-3	微微型基地台設備(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 4-7 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	10	MHz	國際標準
5NW-2		Bandwidth of one carrier - 28000MHz	100	MHz	國際標準
5NW-3	基地台相關	每個 Macro site 的平均 sector 數量	3	sectors	UK
5NW-4		每個 Micro site 的平均 sector 數量	1	sectors	UK
5NW-5		每個 Pico site 的平均 sector 數量	1	sectors	UK
5NW-6		每 10MHz 頻寬可提供 gNodeB 的傳輸速度	33	Mbit/s/sector	UK
5NW-7		有效通訊速度比率	22%	%	我國 4G 網路
5NW-8		基地台類型比率 Macro : Micro : Pico	97:02:01	%	SE、NL
5NW-9		5G 語音於無線電網路中傳輸速度	23.85	kbit/s	國際標準
5NW-10	簡訊相關	平均每個 SMS 的 Bytes 數	40	Bytes	國際標準
5NW-11		SMS 聲音頻段比率(SDCCH)	16,000	bit/s	國際標準
5NW-12		NR IP Overhead 的比率	14%	%	國際標準
5NW-13		NR 通訊速度	6,026.5	kbit / sec / channel	國際標準
5NW-14		下載頻寬比率	85%	%	國際標準
5NW-15	NR-AP	業者實際 NR-AP 機房數	300	Sites	我國 4G 網路
5NW-16		NR-AP 可接續基地台上限	80	Sites	我國 4G 網路
5NW-17	SMF	The minimum number of SMF	2	SMFs	UK

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
5NW-18		業者實際 SMF 機房	7	Sites	我國 4G 網路
5NW-19		與 POI 相連的 SMF 機房數	3	Sites	我國 4G 網路
5NW-20		1 個 SMF 可處理的訊務量	40,000	Mbits/s	UK
5NW-21		SMF Redundancy	0	倍	PT、UK
5NW-22	DTM	業者最少所需的 DTM 數量	2	DTMs	PT、UK
5NW-23		DTM 的容量	30,000	Mbits/s	PT、UK
5NW-24		DTM Redundancy	0	倍	UK
5NW-25	AMF	業者最少所需的 AMF 數量	2	AMFs	UK
5NW-26		尖峰同時在線用戶比例	50%	%	PT
5NW-27		AMF 的容量	12,500,000	SAUs	PT
5NW-28		AMF Redundancy	0	倍	UK
5NW-29	UDM	業者最少所需的 UDM 數量	1	UDMs	UK
5NW-30		每單位 UDM 的容量(subscribers)	1,000,000	subscriber	PT、UK
5NW-31		UDM Redundancy	0	倍	PT、UK
5NW-32	IMS	IMS-based 共用比例	100%	%	國際標準
5NW-33	CS	業者最少所需的 CS 數量	1	CSs	UK
5NW-34		每單位 CS 的處理能力	2,000,000	BHCA	UK
5NW-35		CS Redundancy	1	倍	UK
5NW-36	TAS	業者最少所需的 TAS 數量	1	TAS	UK
5NW-37		每單位 TAS 容量(subscribers)	25,000	Subscriber	UK
5NW-38		TAS Redundancy	0	倍	UK

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
5NW-39	SBC	業者最少所需的 SBC 數量	1	SBCs	UK
5NW-40		每單位 SBC 可處理的語音話務量	2,000	Mbits/s	UK
5NW-41		SBC Redundancy	1	倍	UK
5NW-42	Gateway	每個 SGW 機房的 TrGW 數量	1	TrGWs	UK
5NW-43	通信設定	每回平均通話分鐘數-網外發話	1.32	分鐘	我國電信業者
5NW-44		每回平均通話分鐘數-網外受話	1.24	分鐘	我國電信業者
5NW-45		每回平均通話分鐘數-網內通話	1.32	分鐘	我國電信業者
5NW-46		尖峰時段 Voice 的通訊量比例	10%	%	SE、NL
5NW-47		1 年內的尖峰日	250	天	我國電信業者
5NW-48		通話發話成功率	65%	%	我國電信業者
5NW-49		簡訊發信成功率	100%	%	我國電信業者
5NW-50	設備使用率	基地臺使用率	81%	%	UK
5NW-51		微型基地臺使用率	54%	%	UK
5NW-52		微微型基地臺使用率	54%	%	UK
5NW-53		Carrier 使用率	50%	%	UK
5NW-54		回傳中繼線使用率	68%	%	UK
5NW-55		骨幹中繼線使用率	75%	%	UK
5NW-56		骨幹中繼線備援比率	0.75	倍	我國電信業者
5NW-57		無線電匯流中繼中心使用率	63%	%	PT
5NW-58		SMF 使用率(SMF Utilization)	80%	%	UK
5NW-59		SMF 機房間骨幹中繼線使用率	75%	%	UK

編號	類別	項目	建議值	單位	來源
5NW-60		DTM 使用率(DTM Utilization)	80%	%	UK
5NW-61		AMF 使用率(AMF utilization)	80%	%	UK
5NW-62		UDM 使用率(UDM utilization)	57%	%	UK
5NW-63		CS 使用率(CS utilization)	80%	%	UK
5NW-64		TAS 使用率(TAS utilization)	80%	%	UK
5NW-65		SBC 使用率(SBC utilization)	80%	%	UK

資料來源：前期模型、SE、NL、PT、UK 公開資料，研究團隊製作

■ 路由因子

表 4-8 NR (5G SA) Routing Factor

編號	網路元件	網外發話 (Mobile→OLO)	網外受話 (OLO→Mobile)	網內發受話 (Mobile→onnet)	簡訊 (SMS)	數據訊務 (Data)
5RF-1	基地台設備(gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-2	微型基地台設備(gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-3	微微型基地台設備(gNodeB)	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-4	基地台土地	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-5	微型基地台土地	0.00396	0.00396	0.00792	0.00050	0.02583
5RF-6	微微型基地台土地	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	NRAP-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	SMF 間骨幹中繼線	0.57	0.57	0.86	0.00024	0.02195
5RF-18	服務閘道器(SMF)	1.57	1.57	1.86	1.71	0.02583
5RF-19	服務閘道器機房	1.57	1.57	1.86	1.71	0.02583

編號	網路元件	網外發話 (Mobile→OLO)	網外受話 (OLO→Mobile)	網內發受話 (Mobile→onnet)	簡訊 (SMS)	數據訊務 (Data)
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 for IP	1	1	-	-	-

資料來源：研究團隊製作

第5節網路元件價格參數輸入數據說明

本節主要說明各技術元件採購成本(CAPEX)、技術進步率(CAPEX Index)、營運成本(OPEX)、營運成本變化率(OPEX Index)如何進行設定。

■ CAPEX、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 2014 年至 2019 年間將技術進步率設為 0%，自 2020 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：

$$\text{CAPEX}_{2022} \text{ 建議值} = \text{CAPEX}_{2018} \times (1 + \text{CAPEX Index})^4 \times (1 + (\text{2018-2022 年物價成長率}))$$

由於我國於 2020 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 2020 年至 2025 年期間不考慮技術進步率(設定為 0%)，自 2026 年起再回復為 5% 的 CAPEX Index。

■ OPEX、OPEX Index

LTE 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%；若為租賃之線路及土地等則同採購成本轉換方式，考量營運成本變化率進行轉換，其轉換公式如下：

$$\text{OPEX}_{2022} \text{ 建議值} = \text{OPEX}_{2018} \times (1 + \text{OPEX Index})^4$$

OPEX Index 設定延續前期精神，考慮長期經濟環境物價成長設定為 1%，若為租賃之線路，則每年會有約 1% 的降幅，詳細設定數值於後方段落表列說明。

問題 13：

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。

問題 14：

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？

問題 15：

對於本期模型之自有設備營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？

一、 LTE (4G & 5G NSA) 網路

表 4-9 LTE (4G & 5G NSA) 網路成本參數

編號	類別	項目	CAPEX	CAPEX Index	OPEX	OPEX Index	來源
4GP-1	Radio	基地台設備(eNodeB)	989,214	-5%	49,461	1%	UK
4GP-2	Radio	微型基地台設備(eNodeB)	702,704	-5%	35,135	1%	UK
4GP-3	Radio	微微型基地台設備(eNodeB)	548,109	-5%	27,405	1%	UK
4GP-4	Metro	無線電匯流中繼中心(LTE-AP)	839,998	-5%	42,000	1%	PT
4GP-5	Core	MME	110,022,225	-5%	5,501,111	1%	UK
4GP-6	Core	服務閘道器(SGW)	198,886,330	-5%	9,944,316	1%	UK
4GP-7	Core	DTM	93,095,729	-5%	4,654,786	1%	UK
4GP-8	Core	網路管理中心	156,781,670	-5%	7,839,084	1%	UK
4GP-9	Core	HSS	83,992,464	-5%	4,199,623	1%	UK
4GP-10	Core	VoWiFi Upgrade	25,732,432	-5%	1,286,622	1%	UK
4GP-11	IMS	CS	126,948,721	-5%	6,347,436	1%	UK
4GP-12	IMS	TAS	952,116	-5%	47,606	1%	UK
4GP-13	IMS	SBC	133,296,157	-5%	6,664,808	1%	UK
4GP-14	Gateway	MGW	33,589,861	-5%	1,679,493	1%	3G 模型
4GP-15	Gateway	TrGW	35,357,748	-5%	1,767,887	1%	UK
4GP-16	Radio	基地台土地	—	—	338,047	1%	前期模型
4GP-17	Radio	微型基地台土地	—	—	338,047	1%	前期模型
4GP-18	Radio	微微型基地台土地	—	—	169,024	1%	前期模型
4GP-19	Backhaul	回傳中繼線(100M)	—	—	732,413	-1%	電信業者

編號	類別	項目	CAPEX	CAPEX Index	OPEX	OPEX Index	來源
4GP-20	Backhaul	回傳中繼線(300M)	—	—	1,493,292	-1%	電信業者
4GP-21	Backhaul	回傳中繼線(450M)	—	—	2,090,699	-1%	電信業者
4GP-22	Metro	無線電匯流中繼中心機房	—	—	6,760,950	1%	前期模型
4GP-23	Metro	SGW 機房	—	—	13,521,901	1%	前期模型
4GP-24	Backbone	骨幹中繼線 STM-1 (LTE-AP—SGW)	—	—	1,389,860	-1%	電信業者
4GP-25	Backbone	骨幹中繼線 STM-4 (LTE-AP—SGW)	—	—	4,169,123	-1%	電信業者
4GP-26	Backbone	骨幹中繼線 STM-16 (LTE-AP—SGW)	—	—	10,839,683	-1%	電信業者
4GP-27	Backbone	骨幹中繼線 STM-64 (LTE-AP—SGW)	—	—	27,099,233	-1%	電信業者
4GP-28	Backbone	骨幹中繼線 STM-1 (SGW—SGW)	—	—	2,073,407	-1%	電信業者
4GP-29	Backbone	骨幹中繼線 STM-4 (SGW—SGW)	—	—	4,971,139	-1%	電信業者
4GP-30	Backbone	骨幹中繼線 STM-16 (SGW—SGW)	—	—	13,033,142	-1%	電信業者
4GP-31	Backbone	骨幹中繼線 STM-64 (SGW—SGW)	—	—	32,582,842	-1%	電信業者
5GP-0	Radio	基地台額外設備	590,291	-5%	29,515	1%	NL
5GP-1	Radio	基地台設備(gNodeB)	1,609,574	-5%	80,479	1%	NL
5GP-2	Radio	微型基地台設備(gNodeB)	1,143,387	-5%	57,169	1%	NL
5GP-3	Radio	微微型基地台設備(gNodeB)	891,841	-5%	44,592	1%	NL

資料來源：前期模型、NL、PT、UK 公開資料，研究團隊製作

二、 NR (5G SA) 網路

NR 網路之設備成本，基地台部分主要參考荷蘭數值、核心網路對應 LTE 網路與參考業者建議進行設定，其餘數值則同樣 LTE 模型設定值。

表 4-10 NR (5G SA) 網路成本參數

編號	類別	項目	CAPEX	CAPEX Index	OPEX	OPEX Index	來源
5GP-1	Radio	基地台設備(gNodeB)	1,609,574	-5%	80,479	1%	NL
5GP-2	Radio	微型基地台設備(gNodeB)	1,143,387	-5%	57,169	1%	NL
5GP-3	Radio	微微型基地台設備(gNodeB)	891,841	-5%	44,592	1%	NL
5GP-4	Metro	無線電匯流中繼中心(NR-AP)	839,998	-5%	42,000	1%	NL
5GP-5	Core	AMF	143,028,892	-5%	7,151,445	1%	LTE 模型、業者
5GP-6	Core	服務閘道器(SMF)	258,552,229	-5%	12,927,611	1%	LTE 模型、業者
5GP-7	Core	DTM	121,024,447	-5%	6,051,222	1%	LTE 模型、業者
5GP-8	Core	網路管理中心	203,816,172	-5%	10,190,809	1%	LTE 模型、業者
5GP-9	Core	UDM	109,190,203	-5%	5,459,510	1%	LTE 模型、業者
5GP-10	IMS	CS	126,948,721	-5%	6,347,436	1%	LTE 模型
5GP-11	IMS	TAS	952,116	-5%	47,606	1%	LTE 模型
5GP-12	IMS	SBC	133,296,157	-5%	6,664,808	1%	LTE 模型
5GP-13	Gateway	TrGW	35,357,748	-5%	1,767,887	1%	LTE 模型
5GP-14	Radio	基地台土地	—	—	338,047	1%	LTE 模型
5GP-15	Radio	微型基地台土地	—	—	338,047	1%	LTE 模型
5GP-16	Radio	微微型基地台土地	—	—	169,024	1%	LTE 模型

編號	類別	項目	CAPEX	CAPEX Index	OPEX	OPEX Index	來源
5GP-17	Backhaul	回傳中繼線(100M)	—	—	732,413	-1%	LTE 模型
5GP-18	Backhaul	回傳中繼線(300M)	—	—	1,493,292	-1%	LTE 模型
5GP-19	Backhaul	回傳中繼線(450M)	—	—	2,090,699	-1%	LTE 模型
5GP-20	Metro	無線電匯流中繼中心機房	—	—	6,760,950	1%	LTE 模型
5GP-21	Metro	SMF 機房	—	—	13,521,901	1%	LTE 模型
5GP-22	Backbone	骨幹中繼線 STM-1 (NR-AP—SMF)	—	—	1,389,860	-1%	LTE 模型
5GP-23	Backbone	骨幹中繼線 STM-4 (NR-AP—SMF)	—	—	4,169,123	-1%	LTE 模型
5GP-24	Backbone	骨幹中繼線 STM-16 (NR-AP—SMF)	—	—	10,839,683	-1%	LTE 模型
5GP-25	Backbone	骨幹中繼線 STM-64 (NR-AP—SMF)	—	—	27,099,233	-1%	LTE 模型
5GP-26	Backbone	骨幹中繼線 STM-1 (SMF—SMF)	—	—	2,073,407	-1%	LTE 模型
5GP-27	Backbone	骨幹中繼線 STM-4 (SMF—SMF)	—	—	4,971,139	-1%	LTE 模型
5GP-28	Backbone	骨幹中繼線 STM-16 (SMF—SMF)	—	—	13,033,142	-1%	LTE 模型
5GP-29	Backbone	骨幹中繼線 STM-64 (SMF—SMF)	—	—	32,582,842	-1%	LTE 模型

資料來源：前期模型、NL、PT、UK 公開資料，研究團隊製作