

109 年委託研究報告

行動寬頻網路效能速率量測計畫委託研究 採購案期末報告

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會

中華民國 109 年 12 月

109 年委託研究報告

PG10905-0129

行動寬頻網路效能速率量測計畫委託研究 採購案期末報告

受委託單位

財團法人電信技術中心

計畫主持人

郭作麟

研究人員

謝善雄、林杰龍、簡文祥、

黃國輝、鄭吉清、陳佳暉

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 109 年 12 月

目次

表次	IV
圖次	VI
執行摘要	IX
Abstract	X
第一章 計畫緣起與目標	1
第一節 緣起	1
第二節 我國與國際監理機關 4G 服務品質評量	2
一、國內 4G 服務品質評量執行情形	3
二、英國	5
三、美國	6
四、法國	6
五、日本	9
六、新加坡	9
七、韓國	10
第三節 專案目標	11
第四節 小結	11
第二章 專案執行規劃	12
第一節 細部工作規劃	12
一、評量項目	15
二、量測時段	23
三、量測可信度	23
四、量測數據統計分析	24
第二節 小結	38
第三章 第一階段測速	39
第一節 定點量測分析	39
一、上網速率量測	41
第二節 移動式量測分析	55
一、全部區域速率平均值	55
二、縣市速率平均值	56

三、 國道或快速道路速率平均值	57
四、 大眾運輸速率平均值	60
五、 通信中斷率分析	61
六、 國道通話中斷率及撥通成功率	61
七、 高鐵及高雄捷運	66
八、 數據斷話率	67
九、 載波聚合(CA)使用比例	70
第四章 第二階段測速	77
第一節 定點量測分析	77
一、 上網速率量測及分析	79
二、 網頁開啟時間量測及分析	89
三、 捷運離尖峰上網速率分析	92
第二節 移動式量測分析	93
一、 全部區域速率平均值量測及分析	93
二、 縣市速率平均值量測及分析	94
三、 快速道路速率平均值量測及分析	94
四、 大眾運輸速率平均值量測及分析	96
五、 通信中斷率量測及分析	97
六、 載波聚合(CA)開啟比例量測及分析	110
第三節 小結	117
一、 速率提升的主要原因	117
第五章 本年度下載速率與去年(108 年)之比較	120
第一節 定點量測	120
一、 臺北市分析	121
二、 新北市分析	122
三、 桃園市行政區分析	124
四、 臺中市行政區分析	124
五、 臺南市行政區分析	126
六、 高雄市行政區分析	128
七、 小結	130

第二節 移動量測	132
一、六都分析	132
二、臺北捷運比較	133
三、小結	133
第六章 移動量測弱訊區分析研究	134
第七章 結論與建議	137
一、量測結果分析及說明:.....	137
二、未來建議	142
附錄	144

表次

表 1.1 我國與各國監理機構評量結果.....	2
表 1.2 法國影音服務測試-影音品質等級.....	7
表 2.1 定點量測終端設備.....	17
表 2.2 定點量測執行時程.....	19
表 2.3 移動式量測執行時程.....	22
表 2.4 LTE 單載波頻寬大小.....	33
表 3.1 109 年度第一階段定點量測數量統計.....	39
表 3.2 109 年度第一階段定點量測各鄉鎮市區平均下載及上傳速率.....	45
表 3.3 國道及高速鐵路經過的縣市上網速率.....	58
表 3.4 國道 CSFB 語音中斷及語音撥通率.....	62
表 3.5 國道 VOLTE 語音中斷及語音撥通率.....	64
表 3.6 高鐵及高雄捷運 CSFB 語音中斷率及通話撥通率.....	66
表 3.7 高鐵及高雄捷運 VOLTE 語音中斷率及通話撥通率.....	67
表 3.8 第一階段移動量測數據中斷率.....	68
表 3.9 第一階段移動量測各業者載波聚合使用比例.....	71
表 3.10 第一階段移動量測中華電信在各區域使用不同 CA 組合比例.....	72
表 3.11 第一階段移動量測台灣大哥大在各區域使用不同 CA 組合比例.....	73
表 3.12 第一階段移動量測台灣之星在各區域使用不同 CA 組合比例.....	74
表 3.13 第一階段移動量測亞太電信在各區域使用不同 CA 組合比例.....	75
表 3.14 第一階段移動量測遠傳電信在各區域使用不同 CA 組合比例.....	76
表 4.1 109 年度第二階段定點量測數量統計.....	77
表 4.2 109 年第二階段定點量測各鄉鎮市區平均下載及上傳速率.....	83
表 4.3 快速道路及臺鐵經過縣市上網速率.....	95
表 4.4 快速道路 CSFB 語音中斷及語音撥通率.....	98
表 4.5 快速道路 VOLTE 語音中斷及語音撥通率.....	100
表 4.6 臺鐵、臺北捷運及桃園捷運 CSFB 語音中斷率及通話撥通率.....	102
表 4.7 臺鐵、臺北捷運及桃園捷運 VOLTE 語音中斷率及通話撥通率.....	104
表 4.8 快速道路、臺鐵、臺北及桃園捷運數據中斷率.....	106

表 4.9 第二階段移動式量測各業者載波聚合啟動比例.....	110
表 4.10 第二階段移動量測中華電信在各區域使用不同 CA 組合比例	112
表 4.11 第二階段移動量測台灣大哥大在各區域使用不同 CA 組合比例	113
表 4.12 第二階段移動量測台灣之星在各區域使用不同 CA 組合比例	114
表 4.13 第二階段移動量測亞太電信在各區域使用不同 CA 組合比例	115
表 4.14 第二階段移動量測遠傳電信在各區域使用不同 CA 組合比例	116
表 5.1 4G 使用量、用戶數及平均每月每人使用量	130
表 6.1 台灣高鐵取樣點比較	134
表 6.2 臺鐵主線取樣點比較	134
表 7.1 移動量測第一階段各縣市取樣點比較	141
表 7.2 移動量測第二階段各縣市取樣點比較	141

圖次

圖 2.1 量測系統架構圖	12
圖 2.2 專案執行流程	13
圖 2.3 專案執行時程甘特圖	14
圖 2.4 定點測試量測流程	18
圖 2.5 移動式量測自動化測試流程	21
圖 2.6 量測數據儲存程序示意圖	24
圖 2.7 移動式量測傳輸速率計算說明	26
圖 2.8 手機連網動作示意圖	27
圖 2.9 數據通信連線動作示意圖	29
圖 2.10 用戶通話系統信令流程	31
圖 2.11 用戶通話斷話信令流程	31
圖 2.12 用戶通話中斷話定義圖	32
圖 2.13 載波特性與用戶位置造成載波聚合組合不同示意圖	34
圖 2.14 用戶移動中 CA 彈性啟動與關閉	35
圖 2.15 載波聚合 RRC 建立機制與流程圖	37
圖 3.1 定點量測-全國速率平均值	41
圖 3.2 定點量測-北區各縣市速率平均值	42
圖 3.3 定點量測-中區各縣市速率平均值	43
圖 3.4 定點量測-南區各縣市速率平均值	43
圖 3.5 定點量測-東區及離島各縣市速率平均值	44
圖 3.6 定點量測-北區各縣市三大網頁開啟平均時間	53
圖 3.7 定點量測-中區各縣市三大網頁開啟平均時間	54
圖 3.8 定點量測-南區各縣市三大網頁開啟平均時間	54
圖 3.9 定點量測-東區及離島各縣市三大網頁開啟平均時間	55
圖 3.10 移動式量測-全部區域速率平均值	56
圖 3.11 第一階段移動量測（4G）-縣市速率平均值	56
圖 3.12 第一階段移動量測（4G）-國道速率平均值	57
圖 3.13 國道 1 沿線各縣市上網速率	59

圖 3.14 國道 3 沿線各縣市上網速率	59
圖 3.15 移動式量測-大眾運輸（高鐵及捷運）4G 上網速率	60
圖 3.16 高速鐵路沿線各縣市上網速率	60
圖 4.1 第二階段定點量測-全國速率平均值	79
圖 4.2 第二階段定點量測-北區各縣市速率平均值	80
圖 4.3 第二階段定點量測-中區各縣市速率平均值	81
圖 4.4 第二階段定點量測-南區各縣市速率平均值	81
圖 4.5 第二階段定點量測-東區及離島各縣市速率平均值	82
圖 4.6 第二階段定點量測-北區各縣市三大網頁開啟平均時間	89
圖 4.7 第二階段定點量測-中區各縣市三大網頁開啟平均時間	90
圖 4.8 第二階段定點量測-南區各縣市三大網頁開啟平均時間	90
圖 4.9 第二階段定點量測-東區及離島各縣市三大網頁開啟平均時間	91
圖 4.10 第二階段定點量測-捷運離尖峰(臺北捷運)上網速率比較.....	92
圖 4.11 第二階段定點量測-捷運離尖峰上網速率比較(桃園捷運、高雄捷運)....	92
圖 4.12 第二階段移動式量測-全部區域速率平均值.....	93
圖 4.13 第二階段移動式量測（4G）-縣市速率平均值	94
圖 4.14 第二階段移動式量測（4G）-快速道路速率平均值	94
圖 4.15 第二階段移動式量測-大眾運輸（臺鐵）4G 上網速率	96
圖 4.16 第二階段移動式量測-大眾運輸（捷運）4G 上網速率	96
圖 5.1 第一階段定點量測-六都下載速率與去年比較表	120
圖 5.2 第二階段定點量測-六都下載速率與去年比較表	121
圖 5.3 臺北市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較.....	122
圖 5.4 新北市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較(1/2).....	123
圖 5.5 新北市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較(2/2).....	123
圖 5.6 桃園市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較(1/1).....	124
圖 5.7 臺中市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(1/2).....	125
圖 5.8 臺中市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(2/2).....	126
圖 5.9 臺南市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(1/2).....	127
圖 5.10 臺南市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(2/2).....	128
圖 5.11 高雄市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(1/2).....	129

圖 5.12 高雄市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(2/2).....	129
圖 5.13 六都移動量測下載速率與去年比較表.....	132
圖 5.14 臺北捷運移動量測下載速率與去年比較表.....	133
圖 6.1 第一階段各縣市弱訊區比例.....	135
圖 6.2 第二階段各縣市弱訊區比例.....	136
圖 7.1 106~109 年度定點量測下載最高速率比較.....	137
圖 7.2 107~109 年業者機房端下載速率與雲端下載速率差.....	138
圖 7.3 臺北捷運、機場捷運及高雄捷運離尖峰速率比較.....	139

執行摘要

通傳會為配合為提升整體 4G 網路服務品質並瞭解 4G 電信業者的網路涵蓋與效能，持續辦理 4G 網路服務品質驗證研究與行動上網速率評量中「4G 行動上網速率與通信中斷率量測暨精進量測作業委託研究計畫案」計畫。本計畫以具公信力的行動上網量測方法持續針對各家 4G 網路進行上網速率評量。藉由量測結果的公布提供消費者選擇適當的服務以保障消費者權益，同時也促使業者良性競爭以積極建設行動寬頻網路。

評量方式以一致性的測試環境及方法維持各受測業者之公正性，依據通傳會要求的定點量測及移動式量測兩種量測項目，於每一家受測業者電信機房架設檔案伺服器，透過自行開發的軟體或專業量測儀器利用從檔案伺服器下載與上傳適當大小的檔案計算上網速率，所獲得的量測數據將同步傳回架設於本中心的資料伺服器以利後續分析。

109 年共分兩階段(第一階段為 109 年 6~7 月，第二階段為 109 年 8~10 月)辦理，今年度定點量測除了村里長辦公室外，定點量測增加不同量測區域，如國家風景區遊客中心、全部臺鐵火車站、衛生所及其他公眾場所加入量測點母群體，讓量測點取樣更貼近消費者之日常生活區域；移動量測則持續對國道、快速道路及大眾運輸通訊語音中斷率量測。定點量測及移動式量測全國速率上網平均值量測結果詳見第三、四章及第七章量測結果分析及說明。全年度定點量測的機房端平均下載速率 119 Mbps、上傳速率為 26.12Mbps、雲端機房下載平均速率 111.16 Mbps。移動式量測各縣市下載速率 52.87Mbps~77.89Mbps，國道 55.69Mbps~96.87Mbps，快速道路 43.45 Mbps~91.1 Mbps，大眾運輸 32.62 Mbps~197.18 Mbps；平均上傳速率最低為 7.98Mbps。第五章呈現今年 7 月以後(第二階段)定點量測及移動量測與去年同期做比較。

隨著 4G 網路建設越來越密集，上網速率若以定點量測為例，其平均下載速率達 100Mbps 以上，CA 手機的普及與行動網路頻寬越來越大的系統服務，讓 4G 網路的速率可提供更快速的應用服務發展，提供更多元化的使用環境，無論是一般消費者或是企業，都能享受到行動寬頻服務高速服務的便利，改變在 3G 網路時因速率受限導致開啟網頁緩慢、欣賞影片影像中斷及下載或上傳檔案耗時等等問題，大幅改善使用者感受。語音服務是行動通訊服務中最基本的需求，依照各家業者市占率統計基礎下，其中以國人常搭乘的高鐵及臺鐵使用 CSFB 語音中斷率平均分別為 1.64%，1.94%，使用 VoLTE 語音的中斷率分別為 0.88%，2.29%；臺鐵由於環島中因為受到地形及隧道進出的影響，中斷率會比其他大眾運輸系統略高，但與去年的比較已經有比較顯著的改善。

ABSTRACT

To help improve mobile coverage and quality of service of 4G, NCC has commissioned Telecom Technology Center (TTC) to assist in measuring nationwide mobile broadband coverage and performance of 4G LTE networks of Taiwan's five national network operators. The range of metrics featured in the report gives consumers an insight to choose which services they need, while also promoting the operators to deploy and maintain 4G networks actively by delivering an effective competition.

Our measurement report focuses on the two key metrics, namely download speeds and upload speeds performance. Using smartphones, measurements of 4G mobile broadband were further carried out including hotspot and drive tests. The analysis was performed by generally accepted statistical methods in the report.

In order to gather more information about the download and upload speeds in different kinds of locations, the hotspot measurements have been extended to various sites, such as policy offices, post offices, and train stations. The drive tests as well as the voice call tests have been performed in the freeway, highway, and railway transportation situation.

The average hotspot download speed from the mobile operators' IDC was 119Mbps while the average upload speed was 26.12Mbps and the average download speed from Google Cloud was 111.16 Mbps.

The drive-based average download speeds tested at city traffic, freeway, highway, and railway transportation were 52.87~77.89 Mbps, 55.69~96.87 Mbps, 43.45~91.1 Mbps, and 32.62~197.18 Mbps respectively, while the averaged-lowest upload speed was 7.98 Mbps.

The drive test average download speeds tested at city traffic, freeway, highway, and railway transportation were 52.87~77.89 Mbps, 55.69~96.87 Mbps, 43.45~91.1 Mbps, and 32.62~197.18 Mbps respectively, while the averaged-lowest upload speed was 7.98 Mbps.

With the increasing density of 4G network construction, the average download speed taken in hotspot measurement is more than 100Mbps. The popularity of CA mobile phones and the increasing bandwidth of mobile network system services allow

4G networks to provide a rapid application service development and a diversified experience. Both the general public and the enterprise can enjoy the convenience of high-speed mobile broadband services, the problem of the slow opening of websites, interruption of watching videos, and time-consuming downloading or uploading files due to the limited rate of 3G networks have been changed, which greatly improves user experience.

The voice phone-call is the basic service in a mobile network for everyone. In this year, based on operators market share the average call-drop rates in Taiwan High-Speed Rail using CSFB and VoLTE were 1.64% and 0.88%, the average call-drop rates in Taiwan Railway using CSFB and VoLTE were 1.94% and 2.29%, respectively. Due to the impact of terrain and tunnel access in the travel around the island, the call drop rate will be higher than other public transportation systems, but it has been significantly improved compared with last year.

第一章 計畫緣起與目標

第一節 緣起

國家通訊傳播委員會（以下簡稱通傳會）自民國 102 年 10 月 30 日辦理行動寬頻業務 700MHz、900MHz 及 1800MHz 頻段（頻寬 270MHz）釋照業務決標後，各電信運營商紛紛積極投入大量基礎建設，並於次年陸續開臺營運，第四代行動通訊技術（Fourth generation； 4G）用戶成長、普及更創世界之冠。為因應用戶對於行動寬頻上網的龐大需求，通傳會更於 104 年 12 月 7 日完成 2600MHz 頻段（頻寬 190MHz）第二波 4G 釋照作業，以及 106 年 11 月 3 日完成 1800MHz 及 2100MHz（頻寬 150MHz）第三波 4G 釋照作業，以滿足國內使用之需求。

行動寬頻業務順利釋照後，通傳會為確保我國行動寬頻服務品質，於 102 年首度針對第三代行動通訊技術（Third Generation；3G）行動上網速率進行全國性大規模的量測，量測對象包含使用通用行動通訊系統（Universal Mobile Telecommunications System；UMTS）的中華電信、台灣大哥大、遠傳電信及台灣之星（前威寶電信），與使用分碼多路進接（Code Division Multiple Access；CDMA）2000 系統的亞太電信。量測項目除了定點量測及移動式量測外，也同時開放消費者透過智慧型手機下載測速軟體進行測試。定點量測完成全國各縣市（包含離外島縣市），總共 214 個鄉鎮市區，人口涵蓋率達 88%。移動式量測完成都會區及次都會區縣市重要道路及 20 米以上道路量測，包含省道、高速公路、快速道路、高架道路、捷運及高鐵等重要鐵道運輸路線。揭櫫我國首度全國所有縣市行動上網服務品質資訊。103 年度賡續針對 22 縣市辦理全國行動上網速率提供情形之委託量測與分析，以持續揭露行動上網服務品質資訊，督促 3G 行動通信業者提升其網路速率及服務品質。104 年至 106 年行動上網評量計畫加入 4G 行動通訊網路，透過本中心開發的量測工具完成消費者端量測、全國 7,851 個村里辦公室戶外之定點量測、縣道以上移動式量測及 4G 長期監測盒量測工作。揭露 3G/4G 行動上網服務品質資訊，提供消費者充分資訊，以維護消費者權益，減少消費糾紛，建立國內更優質的行動上網環境。107 年度起為使量測更有效率，僅留下定點及移動兩種測項，進行網路效能年度比較。定點量測項目增加 Google 雲端檔案下載速率量測，作為比對使用電信業者網內服務及網外服務的速率比較，並在 108 年繼續增加量測區域(郵局、警察局)，增加量測的可選擇點數及民眾可能前往的區域。移動量測則增加了國道、快速道路、高鐵及臺鐵的語音通話中斷率測試，了解一般民眾在高速移動時通話的穩定性。

第二節 我國與國際監理機關 4G 服務品質評量

我國與各國國際監理機關對於電信運營商之規管，除了已納入法規強制要求的網路涵蓋義務外，包括英國、美國、法國、日本、新加坡及韓國等國家分別對於 4G 行動寬頻服務品質建立相關評量機制，並定期揭露評量結果，藉此誘發良性競爭，引導電信運營商積極提升服務品質，各國評量方式如下述章節說明。我國在通傳會持續釋出頻譜及電信營運商提升網路涵蓋區域下，國內 4G 網路上網速率，已超越部分主要國家水準，如表 1.1。

表 1.1 我國與各國監理機構評量結果

國家	量測時間	下載速率 (Mbps)	上傳速率 (Mbps)	備註
我國	2020 年 6 月 ~2020 年 10 月	117.61(第一階段) 120.41(第二階段)	26.15(第一階段) 26.1(第二階段)	4G 定點量測 (TTC APP)
英國	2016 年 10 月 ~2016 年 12 月	21 (七大都會區平值)	11.4~24.7 (各業者平均值)	Http/Https Speed Test
美國	2019 年 1 月 ~2019 年 6 月	33.88 ^註	9.75 ^註	FCC Ookla Speed Test
法國	2019 年 10 月	44.7 ^註	10 ^註	Http/Https Speed Test
日本 ^{註 2}	2019 年 10 月 ~2020 年 3 月	Android: docomo: 237 KDDI: 123 軟銀: 140 iOS docomo: 221 KDDI: 124 軟銀: 129	Android: docomo: 35 KDDI: 19 軟銀: 17 iOS docomo: 30 KDDI: 19 軟銀: 19	總務省綜合通信 基礎設施局電信 業務領域的市場 驗證 2019 年度報 告
新加坡	2019 年 1 月 ~2019 年 6 月	4G 中位數(22.5)，4G 最高速率(681.47)		MyConnection SG APP
韓國	2019 年 12 月	LTE: 158.53	LTE : 42.83	

註：平均值

註 2:日本速率以中位數表示

(資料來源：本計畫整理)

一、國內 4G 服務品質評量執行情形

我國自 102 年起電信營運商取得行動寬頻業務頻譜後，即陸續建置 4G 網路提供消費者行動寬頻服務，為瞭解 4G 網路建置及服務品質情形，通傳會自 104 年度起即委託本中心執行「4G 網路服務品質驗證研究與行動上網速率評量」專案，每年度分兩階段針對 4G 及 3G 行動通訊網路進行上網評量。透過自行開發的量測工具完成消費者端量測、全國 7,851 個量測點(含村里辦公室)之定點量測、縣道以上移動式量測及 4G 長期監測盒量測工作。104 年度第一階段參與量測的消費者共 3,276 人，其中 3G 有效樣本數為 2,229 人，4G 有效樣本數為 2,611 人，部分參與量測的消費者同時參加 3G 及 4G 的量測。在量測結果方面，3G 以定點量平均下載速率 9.20Mbps 較高，其他依序為消費者端量測 8.84Mbps 及移動式量測 5.49Mbps；定點量測的平均上傳速率 1.56Mbps 較消費者端量測 1.36Mbps 及移動式量測 0.73Mbps 高。4G 則以消費者端量測的平均下載速率 40.87Mbps 高於定點量測 38.58Mbps、監控盒量測 36.88Mbps 及移動式量測 28.25Mbps；平均上傳速率以定點量測 19.87Mbps 優於消費者端量測 18.33Mbps、監控盒量測 13.30Mbps 及移動式量測 9.17Mbps。

106 年第一階段(106 年 5~6 月)消費者端量測、定點量測、移動式量測及 4G 監測盒全國速率上網平均值量測結果在 3G 平均下載速率部分，消費者端及定點量測平均下載速率較高均為 9.55Mbps，移動式量測為 6.06Mbps；定點量測的平均上傳速率 1.69Mbps 較消費者端量測 1.49Mbps 及移動式量測 0.99Mbps 高。4G 以消費者端量測的平均下載速率 56.41Mbps 高於定點量測 50.12Mbps、監控盒量測 39.93Mbps 及移動式量測 32.44Mbps；平均上傳速率以消費者端量測 20.77Mbps 優於定點量測 20.53Mbps、監控盒量測 14.90Mbps 及移動式量測 11.47Mbps。

106 度第二階段 (106 年 8~9 月)量測結果在 3G 平均下載速率部分，消費者端量測平均下載速率 9.69Mbps 較高，其他依序為定點量測 9.53Mbps 及移動式量測 6.20Mbps；定點量測的平均上傳速率 1.68Mbps 較消費者端量測 1.54Mbps 及移動式量測 1.01Mbps 高。4G 定點量測的平均下載速率為 63.33Mbps、消費者端量測 62.19Mbps、監測盒量測 47.43Mbps 及移動式量測 35.18Mbps；平均上傳速率以定點量測 22.56Mbps 優於消費者端量測 21.79Mbps、監測盒量測 15.04Mbps 及移動式量測 12.26Mbps。

107 年第一階段（107 年 6~7 月）定點量測、Google 雲端檔案下載及移動式量測全國速率上網平均值量測結果在 4G 以定點量測的平均下載速率 91.30Mbps、雲端下載速率量測 78.7Mbps、移動式量測速率 48.88Mbps；平均上傳速率以定點量測 26.49Mbps 優於移動式量測 14.99Mbps。

107 度第二階段（107 年 8~9 月）定點量測、Google 雲端檔案下載及移動式量測全國速率上網平均值量測結果在 4G 以定點量測的平均下載速率 99.40Mbps、雲端下載速率量測 87.05Mbps、移動式量測速率 51.78Mbps；平均上傳速率以定點量測 26.31Mbps 優於移動式量測 15.30Mbps。

108 年第一階段(108 年 5~7 月) 定點量測、google 雲端檔案下載及移動式量測全國速率上網平均值量測結果在 4G 以定點量測的平均下載速率 101.22Mbps、雲端下載速率量測 84.76Mbps；移動式量測速率縣市平均下載速率 38.71Mbps ~ 65.54Mbps、國道平均下載速率 48.69Mbps ~ 87.81Mbps、大眾運輸(高雄捷運及高鐵)平均下載速率 36.46Mbps ~ 124.77Mbps。

108 度第二階段(107 年 8~9 月)定點量測、google 雲端檔案下載及移動式量測全國速率上網平均值量測結果在 4G 以定點量測的平均下載速率 114.9Mbps、雲端下載速率量測 105.9Mbps；移動式量測速率縣市平均下載速率 48.78Mbps ~ 69.03Mbps、快速道路平均下載速率 40.77Mbps ~ 79.18Mbps、大眾運輸(臺北捷運、桃園捷運及臺鐵主線)平均下載速率 44.62Mbps ~ 118.65Mbps。

109 年第一階段(109 年 6~7 月)定點量測、google 雲端檔案下載及移動式量測全國速率上網平均值量測結果在 4G 以定點量測的平均下載速率 117.61Mbps、雲端下載速率量測 110.24Mbps；移動式量測速率縣市平均下載速率 52.87Mbps ~ 74.94Mbps、國道平均下載速率 55.69Mbps ~ 96.87Mbps、大眾運輸(高雄捷運及高鐵)平均下載速率 32.62Mbps ~ 137.16Mbps。

109 年第二階段(109 年 8~10 月)定點量測、google 雲端檔案下載及移動式量測全國速率上網平均值量測結果在 4G 以定點量測的平均下載速率 120.41Mbps、雲端下載速率量測 112.16Mbps；移動式量測速率縣市平均下載速率 58.04Mbps ~ 77.89Mbps、快速道路平均下載速率 43.45Mbps ~ 91.1Mbps、大眾運輸(臺鐵及臺北捷運)平均下載速率 41.86Mbps ~ 197.18Mbps。

二、英國

英國 Ofcom 於 2016 年 12 月發布最新版「Measuring 4G mobile broadband and voice」，該量測報告針對英國的四家行動網路業者(Mobile Network Operator; MNO)，包括 EE、O2、Vodafone 及 Three 等從 2016 年 7 月到 10 月共計 4 個月在七大城市使用 Samsung Galaxy S6 Edge+使用「Ofcom broadband and mobile checker app」辦理 4G 網路效能評量，利用兩項用戶體驗關鍵指標下載速度(download speed)和網頁瀏覽(web browsing)，進行 4G 網路效能量測。

對於瀏覽網頁性能，Ofcom 以三個最受歡迎的消費者網站的首頁，量測從開啟首頁後在 15 秒內成功下載的百分比，以及首頁上所有信息到達用戶手機的平均時間。對於下載速率，Ofcom 除了下載速率總平均值之外，也針對速度大於 2Mbps 的比例進行統計，因為這樣的速度可能足以支持大容量視訊服務，並評量每家行動網路業者的 4G 的平均下載速率及超過 2Mbps 的百分比。

該報告指出 4G 平均下載速率為 21Mbps，最高下載速率為 32Mbps。網頁開啟平均成功率為 98%，其中開網頁速率超過 2Mbps 的有 94%。另外對於上網的評量也進行了上傳速率 Youtube 串流品質及部分網站如 Skype 及 Facebook 的反應時間等，上傳速率的測試方法是將相片上傳到 Facebook 所得到的速率，七個城市中最高平均上傳速率為 31Mbps，最低為 11Mbps。Youtube 串流品質則計算落於高畫質串流比例，各業者比例約落在 95%~98%。

2020 年 3 月 Ofcom 投入 10 億英鎊成立 SRN(Shared Rural Network)，補助電信業者建設城鄉 4G 網路涵蓋計畫。並要求各業者要在 2025 年之前提供 4G 涵蓋達到 95%，且在英國本土於 2024 上半年以前提供達 88%的”高質量的數據及語音涵蓋”，Ofcom 有權對達不到要求條件的業者罰款。

三、美國

美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission; FCC）於 2013 年 11 月正式在 Google play 與 Apple Store 供志願測試者下載 Android 及 iPhone 智慧型行動裝置專用的應用程式（FCC Speed Test），透過志願測試者蒐集大量上傳與下載數據資料，以消費者及政策制定者的角度，衡量全國行動網路效能，鑑於不同因素對行動網路性能的影響，FCC 使用群體數據（Crowdsourced data）的評量方式來分析與評估行動網路效能。群體數據是用戶自願在其移動設備上下載速度測試應用程序端生成的數據，也就是在消費者端安裝測速 APP。測速 APP 包含測試下載及上傳速率及封包遺失率等。測試伺服器存取位置則視開發測試 APP 廠商規劃，測試可選定自動或手動測試，自動測試也可選擇在某個時段進行測試。

FCC 總共採用了 4 種測速 APP 的測速資料進行統計分析，Ookla Net Index、FCC Speed Test App、RootMetrics 以及 CalSPEED 路測資料。在 2015 年下半年以 Ookla Speed Test 測速的各業者全國 4G 下載平均速率為 13Mbps~21Mbps，中位數下載速率 8.5Mbps~15.4Mbps。以 FCC Speed Test App data 測速的各業者全國 4G 下載平均速率為 13.27Mbps~19.51Mbps，中位數下載速率 6.73Mbps~14.39Mbps，各業者上傳平均速率為 3.96Mbps~10.38Mbps，中位數上傳速率 2.81Mbps~8.50Mbps。RootMetrics Speed Test 是模仿消費者使用上網的行為，派專人在搭乘各種不同的鐵道運輸工具或在大都會區內進行定點測速與蒐集資料進行分析，各業者全國 4G 下載平均速率以中位數下載速率呈現約在 8.19Mbps~17.04Mbps。在 2019 年上半年以 Ookla Speed Test 測速的各業者全國 4G 下載平均速率為 33.88Mbps（與 2018 同期 27.33Mbps 增加 23.9%），上傳平均速率為 9.75Mbps（與 2018 同期 8.67Mbps 增加 12.4%）。

四、法國

法國電子通信與郵政監管局（Regulatory Authority of Electronic Communications and Postal; ARCEP）為評估電信營運商所提供的移動服務品質，進行用戶實際感受的定期評量。2019 年 11 月 28 日公布法國行動通訊品質報告「La QUALITÉ des services mobiles 2019」，報告中 4G 量測屬於終端測量的平均速率，透過 Http/Https SpeedTest 進行 Web browsing、The transfer of data、Streaming video 等網路效能測試。

(一) 測試項目

1. 網頁瀏覽測試

以智慧型手機上面的網頁瀏覽器存取預設的網頁版面，預設之網頁是在法國最常被瀏覽的前 30 個網頁（排除電信營運商內部網站）。存取時若發生逾時或 10 秒內存取失敗時都會被紀錄下來，每次測試前緩衝區都將清空。測試方式仿照行人使用智慧手機進行網頁瀏覽，在大眾交通工具下也是同步執行各電信業網路的瀏覽測試，以確保公平性。

2. 檔案收送測試

檔案送收測試是在每一個測試點對某個網站伺服器上傳及下載一個檔案，用以評估每一個用戶在上傳相片、視訊、音樂或文件的網路效能，在下載檔案測試方面也是評估如消費者進行下載應用服務/遊戲及接收相片等狀態下網路可能的效能。測試情境：

(1) 下載：以 10MB 檔案在 2 分鐘內要傳送完成

(2) 上傳：以 2MB 檔案要在 2 分鐘內完成

(3) 10 秒內加載一個 50MB 的檔案

(4) 傳送檔案可使用 JPG、PNG、ZIP、AVI、PDF 及 XLSX 等檔案格式進行送收測試，但不需公布給電信營運商。

3. 影音服務測試

影音服務量測是透過智慧型手機觀賞 2 分鐘影片並且檢核存取能力及影音品質等，法國影音品質等級分類如表 1.2。

表 1.2 法國影音服務測試-影音品質等級

品質等級	載入時間	累積擾動時間
優良	<10 秒	0 秒
可接受	<15 秒	<5 秒
較差	<20 秒	<15 秒
不良	<30 秒	<60 秒
服務失效	>30 秒	觀賞時影片被切斷

(資料來源：ARCEP、本計畫整理)

影音服務量測方式如下：

- (1) 由兩位技術人員攜帶測試工具執行測試
- (2) 以 720p 影音品質在 2G / 3G 及 2G / 3G / 4G 等兩種不同手機支援功能下進行影音服務測試，觀賞期間不能更動品質。
- (3) 存取協定 Http 及 Https 各佔 50%

(二) 測試情境種類分為兩種

1. 仿行人進行測試

以都會區、次都會區及鄉村地區等戶外及室內等進行測試。

- (1) 網頁瀏覽測試
- (2) 資料送收測試
- (3) 影音服務測試

2. 搭乘鐵道運輸工具

以全國鐵道運輸工具功能性等區分，但僅量測網頁瀏覽

- (1) 公路
- (2) 地鐵
- (3) 國內鐵路
- (4) 高速鐵路
- (5) 區間鐵路

(三) 測試結果

全國範圍四家通訊商下載速率為 34~57Mbps、上傳速率為 7~13Mbps；網頁載入時間低於 10 秒以內為 77~92%；影音服務測試達優良等平均為 68~84%；大眾運輸工具網頁載入時間低於 10 秒以內為 40%(高速列車)~94%(一般道路)。

五、日本

日本總務省電信業務部數據通信事業部（総合通信基盤局電気通信事業部データ通信課）依照所制定之「移動系通信事業者が提供するインターネット接続サービスの実効速度計測手法及び利用者への情報提供手法等に関するガイドライン」進行量測並公布有效速度調查結果，於全國 10 個城市共 300 目(1 目約五百米平方公尺)，每日 5 個指定地點，商辦區域中午至下午六點、住宅區下午三點至晚上九點，於工作日進行量測，同一地點測量三次，公布於電気通信事業分野における市場検証(令和元年度)年次レポート。於 Android 系統 Docomo、KDDI 以及軟銀三家電信業者測得下載速率中位數分別為 237 Mbps、123 Mbps 以及 140Mbps，上傳速率中位數分別為 35 Mbps、19 Mbps 以及 17Mbps，於 iOS 系統三家電信業者測得下載速率中位數分別為 221 Mbps、124 Mbps、129 Mbps，上傳速率中位數分別為 30 Mbps、19 Mbps 以及 19 Mbps。

六、新加坡

新加坡資通訊發展局（InfocommMedia development authority of Singapore；IMDA）於 2014 年 10 月 15 日發布 “MyConnection SG” 應用程式（APP）供消費者下載，進行網路效能試驗量測計畫，以了解行動寬頻性能與消費者的使用感受。IMDA 亦要求各業者必須自行測量網路速率，並在自家網站上公布各資費方案之量測結果。IMDA 每六個月公告一次行動網路及無線網路使用者感受，公告指標包含行動網路訊號強度(代表行動網路涵蓋)、上網速率及上網延遲時間等，以呈現消費者行動上網的感受。

IMDA 行動上網量測半年度報告包含 3G/4G 網路涵蓋圖、下載速率（又分為第 10 分位、第 50 分位、第 90 分位及最高速率等）。在 2019 年 1 月至 6 月期間，4G 上網速度的中位數為 22.5Mbps，3G 上網速度的中位數為 6.3 Mbps。3G 最高下載速率為 32.6Mbps，4G 最高下載速率為 681.47Mbps。

除速率之外，同時也量測了用戶端手機傳送資料到當地伺服器之間來回的延遲時間，3G 延遲時間為 71.9 毫秒，4G 延遲時間為 47.7 毫秒。

七、韓國

韓國科學與資訊科技未來規劃部 (Ministry of Science ICT and Future Planning, MSIP) 於 2019 年 12 月 23 日公布 2019 年度通信服務品質評量報告「191227 조건 (보도) 2019 년통신서비스품질평가결과」。另外，韓國民間公司 Benchbee 也透過該智慧型手機測速 APP，蒐集該國消費者實際使用手機之實測速率感受度，並將測試結果每日公布於網站。

MSIP 通信服務品質報告包含全國境內處所地鐵路、高速公路及大型建築設施之 3G/4G LTE 網路下載上傳速率、有線和無線網際網路和行動語音服務品質。在 2019 年測試期間，4G LTE 的服務下載速率為 158.53Mbps 相較於 2018 年的 150.68Mbps 增加 5.2%；上傳速率為 42.83Mbps 與 2018 年的 42.93Mbps 相近。WIFI 無線網路的下載速率為 333.51Mbps 相較 2017 年的 305.88Mbps，提升 9%。

除無線網路速率外，報告也公佈 (6 家電信營運商) 於 500Mbps 級有線上網平均下載速率為 473.22Mbps，上傳速率為 476.09Mbps，於 1Gbps 級有線上網平均下載速率為 951.67Mbps，上傳速率為 949.19Mbps 以及 VoLTE、3G 及 2G 的撥打語音通話的成功率，分別為 VoLTE 99.58% 及 3G 的 99.38%。

第三節 專案目標

本團隊賡續歷年累積的豐富經驗，以最具可信賴及公信力的量測方法及評量分析標準，搭配 108 年度評量結果之精進措施，於各縣市進行行動寬頻上網速率之量測，蒐集基地臺及消費者端取樣數據、網路效能量測結果、寬頻效能分析報告等上網環境相關數據，使用專業可靠的評量與分析機制，並經由公告評量結果方式，提供消費者足夠資訊，維護消費者權益，減少消費糾紛。更期望透過本評量專案，激發電信運營商之良性競爭持續改善涵蓋、適時擴充系統容量，有效解決弱訊區域的涵蓋及行動上網壅塞之問題，建構國內更優質的行動寬頻上網環境。

另外將依據歷年來量測所累積的經驗持續量測 4G，定點量測增加不同量測區域，如國家風景區遊客中心、全部臺鐵火車站、衛生所及其他公眾場所加入量測點母群體，讓量測點取樣更貼近消費者之日常生活區域。移動量測增加計算各業者在各縣市建設站臺細胞(cell)數，逐年觀察各縣市建設變化(僅供通傳會內部參考)、各業者弱訊區及待改善區域分析、同時量測各業者 CSFB 及 VoLTE 語音服務。

第四節 小結

本計畫將持續觀察歐美及亞太地區其他國家對上網速率評量現況及持續性，各國對評量的方式有差異性，有的國家仍使用消費者端量測資料來評量，有的國家則派專人量測，有比較固定的比較基準，因此，上網的速率各有不同解讀。國內辦理的評量機制近年來也有部分持續進行調整，目的仍是評量基礎網路效能。

第二章 專案執行規劃

第一節 細部工作規劃

本計畫延續 102~108 年度辦理通傳會委託之全國行動上網速率評量相關專案所累積的厚實基礎與豐富經驗，配合已開發之專業測試軟體、測試平臺及公正獨立之連網測速架構，進行一致性與公正性的評量方式，提供通傳會瞭解全國行動上網速率與通信中斷率情形。

依據通傳會要求的評量項目：定點量測及移動式量測，本計畫規劃於每一家受測業者電信機房架設檔案伺服器，以及租用 Google 雲端網路空間，透過自行開發的軟體或租用之專業量測儀器，從檔案伺服器下載與上傳適當大小的檔案、主要網站網頁開啟及固定音源進行通話測試，並藉此計算上傳、下載之網路速率及通信中斷率，所獲得的速率量測數據亦將同步回傳架設於本中心的資料伺服器，通信測試則紀錄在量測工具中，再回傳至資料伺服器，以專業的分析平臺進行後續分析，量測架構如圖 2.1。

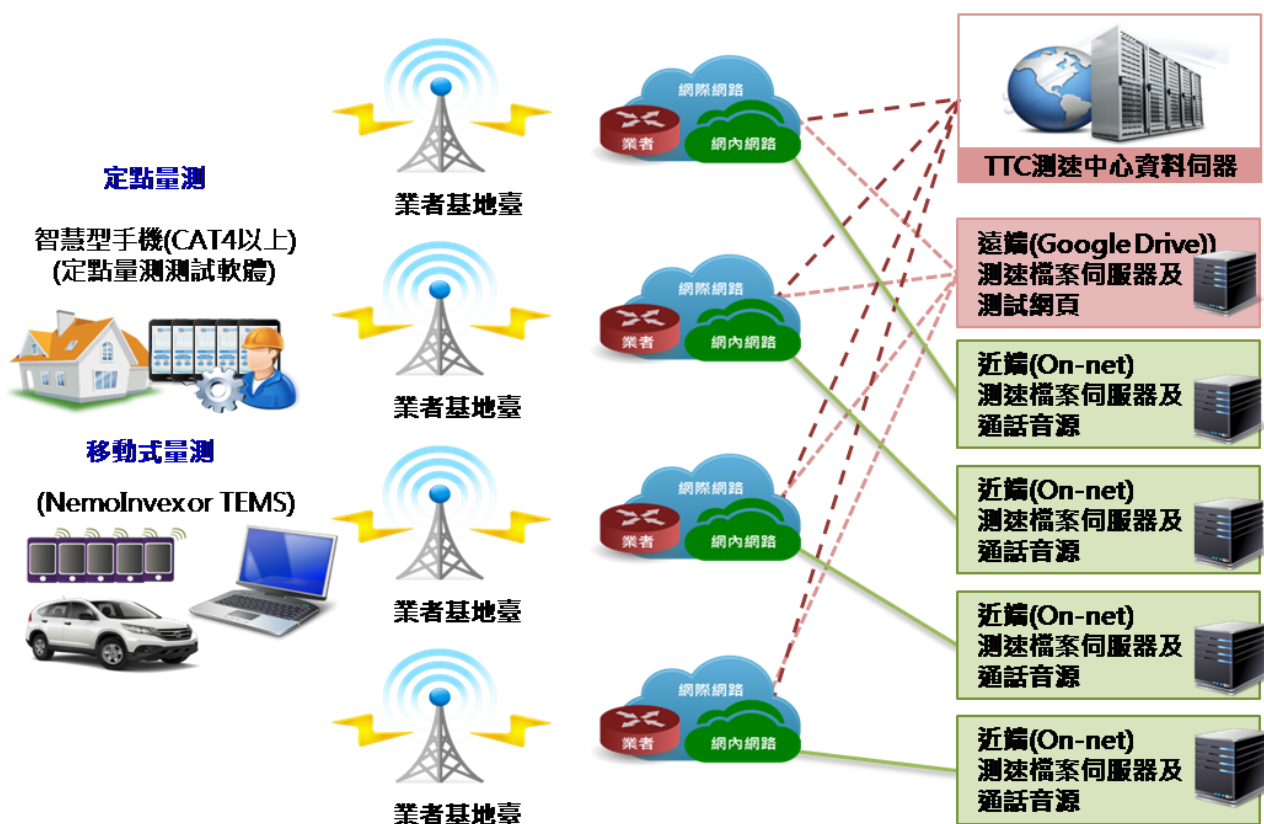


圖 2.1 量測系統架構圖

(資料來源：本計畫整理)

本計畫於契約生效次日起啟動專案，邀集通傳會與電信營運商召開專案啟動會議，討論量測架構、量測方法、量測檔案、業者配合事項及例外事件處理原則等，取得業者共識及通傳會認可後，即進行量測相關軟硬體整備，隨後將依據規劃區域進行量測工作，量測期間將不定期監控測試門號之 QoS 設定，以維持評量之公正性；契約生效次日 20 內將提交量測實施企劃書，90 天內將提交期中成果報告，180 天內將提交期末成果報告，依據通傳會審查後修訂提交結案報告，本計畫之執行流程，如圖 2.2。

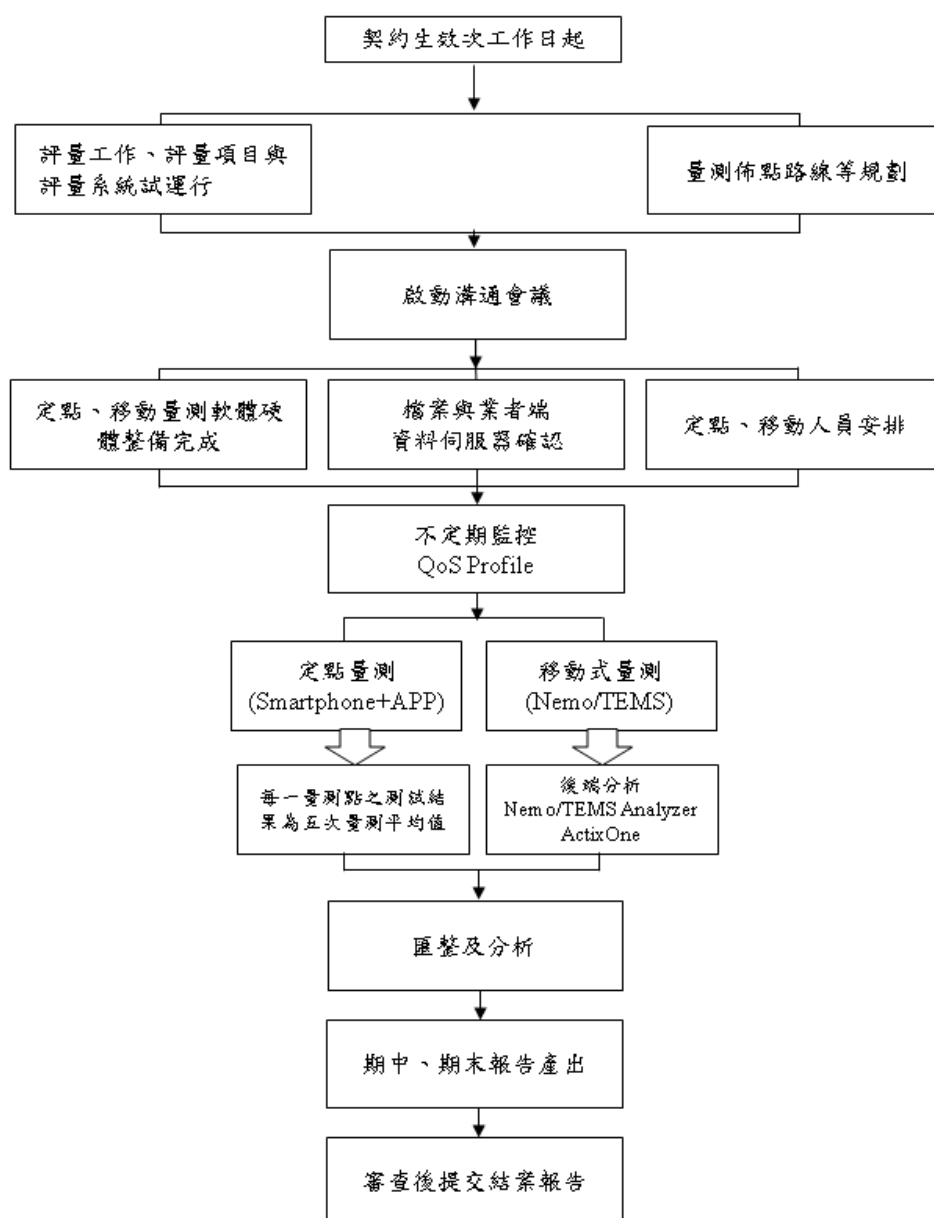


圖 2.2 專案執行流程

(資料來源：本計畫整理)

本計畫依據通傳會工作項目與期程需求，規劃各階段工作執行時程，以供通傳會瞭解本計畫各階段資訊，執行時程如圖 2.3 所示。



圖 2.3 專案執行時程甘特圖

(資料來源：本計畫整理)

一、評量項目

以下為本計畫執行定點量測及移動式量測的量測方法說明。

(一) 定點量測

由於影響行動寬頻上網速率的因素非常多，包括電信營運商網路組態與參數設定、終端上網產品的效能與網際網路組態的設定等。爰此，本計畫將針對受測業者所提供的 4G 行動寬頻網路，進行行動網路效能之定點量測。考量網路效能量測時各業者須有一致性的標準，例如量測方式、下載（或上傳）檔案大小、檔案伺服器位置、量測地點等皆需一致，本計畫將邀集受測電信營運商與通傳會討論下載及上傳檔案大小、量測方式及程序取得共識後，透過開發安裝於智慧型手機之測試 APP（整合檔案下載、上傳、網頁開啟及 Google 雲端檔案下載等測項），由專業人員於定點量測位置，連線受測業者機房及 Google 雲端機房架設 HTTP 伺服器，進行一致性測試方式，俾利將情境變數控制在適當範圍內，以減少偏誤。

1. 業者機房端速率量測

(1) 檔案下載速率測試（File download）

採用 HTTP GET 方式向架設於業者機房內的 HTTP 伺服器下載特定檔案，計算下載速率之後回傳本中心資料伺服器（Data Server）。下載採用多執行緒的方式，每個執行緒各開啟 HTTP 連線至 HTTP 伺服器進行資料下載傳輸，並設置資料計數器，統計所有執行緒所下載之資料量，當計數器所累積之資料量到達 30MB 或下載時間超過 20 秒時測試結束。

平均下載速率計算方式為 $D / (t_s - t_0)$ ，其中 D 為資料計數器所累積的下載資料量， t_s 為測試結束時間點， t_0 為第一個執行緒開始下載的時間點。

(2) 檔案上傳速率測試（File Upload）

採用 HTTP POST 的方式，將資料上傳至架設於業者機房內的 HTTP 伺服器，計算上傳速率之後回傳本中心資料伺服器（Data Server）。上傳採用多執行緒的方式，每個執行緒各開啟 HTTP 連線至 HTTP 伺服器進行資料上傳傳輸，並設置資料計數器，統計該所有執行緒所上傳之資料量，當計數器所累積之資料量到達 10MB 或上傳時間超過 20 秒時測試結束。

平均上傳速率計算方式為 $D/(t_s-t_0)$ ，其中 D 為資料計數器所累積的上傳資料量， t_s 為測試結束時間點， t_0 為第一個執行緒開始上傳的時間點。

2. 網際網路端速率量測

(1) 網頁開啟時間

網頁開啟時間測試使用同一測試 APP 進行特定 URL (Google, Facebook 及 Youtube) 實際連線測試，而擁有合法網域名稱 (Domain Name) 之 URL 會經由 DNS Server 查詢對應實體 IP 位址 (IP Address) 作為連線目標並記錄起始時間 (t_0)，在取得對應位址後會由終端建立 TCP 連線通道並確認目標伺服器是否正常回覆其連線需求，在完成 TCP 連線通道後由瀏覽器發送 HTTP 連線請求來確認目標伺服器是否為 Web Server 並進行回覆請求，如果目標為 Web Server 則根據其請求回覆對應的服務資源，瀏覽器再根據其取得的服務資源進行解析與顯示，並記錄結束時間 (t_s) 做為時間間距計算的依據，計算方式為 (t_s-t_0) 。由於，Google、Facebook 及 Youtube 網頁設計的架構各有不同，例如 Google 及 Facebook 雖然頁面上已開啟完成，但背後的數據傳輸仍在進行，因此開啟時間會繼續累積；另外，Youtube 目前僅提供控制頁面的 API，因此測試網頁開啟時計算的時間為開啟控制頁面的下載時間。

(2) Google 雲端檔案下載速率

採用 HTTP GET 方式向架設於 Google 雲端機房內的 HTTP 伺服器下載特定檔案，計算下載速率之後回傳本中心資料伺服器 (Data Server)。下載採用多執行緒的方式，每個執行緒各開啟 HTTP 連線至 HTTP 伺服器進行資料下載傳輸，並設置資料計數器，統計所有執行緒所下載之資料量，當計數器所累積之資料量到達 30MB 或下載時間超過 20 秒時 (檔案大小可依最後決議進行修改)，測試結束。

平均下載速率計算方式為 $D/(t_s-t_0)$ ，其中 D 為資料計數器所累積的下載資料量， t_s 為測試結束時間點， t_0 為第一個執行緒開始下載的時間點。

3. 量測方式

本計畫使用自行開發測試 APP，其速率計算及數據統計方式，將先與通傳會及五家受測業者溝通並取得共識後進行量測。原則上以商用智慧型手機進行連線測試，量測手機規格如表 2.1。量測時，將依序進行檔案業者機房下載速率測試、檔案上傳速率、網頁開啟測試及 Google 雲端硬碟檔案下載速率；同一地點連續進行五次量測後，每一次測試結果將同時回傳資料庫伺服器及儲存於量測所使用智慧型手機，測試 APP 量測流程，如圖 2.4 所示。若遇到無訊號涵蓋區域，將透過定期（每週）回報機制提供業者無訊號涵蓋區域資訊；統計時，每一量測點之測試結果將採五次平均後以平均值計算。

本計畫量測人員大部分為歷年執行本專案之人力，對量測地點、量測方式及設備操作等均十分熟悉，俾使五家受測業者均能在一致的環境及條件下受測，確保量測公正性及可靠性。

表 2.1 定點量測終端設備

量測範圍	終端設備規格
7,851 個量測點（含村里長辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、全部臺鐵火車站、百貨公司、國家風景區遊客中心、衛生所等區域）	LTE-A CAT9 等級以上商用手機

（資料來源：本計畫整理）

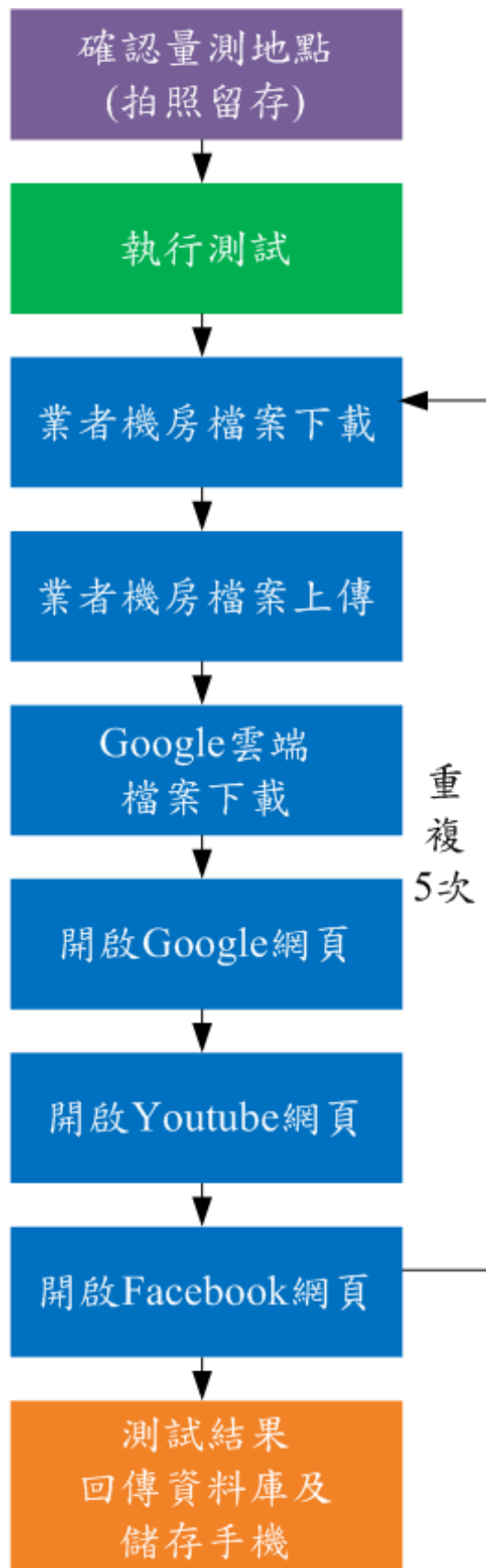


圖 2.4 定點測試量測流程

(資料來源：本計畫整理)

4. 量測範圍與執行時程

定點量測作業已依需求書之要求，於全國村里長辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、全部臺鐵火車站、百貨公司、國家風景區遊客中心、衛生所等區域，共 11,467 個場所，以全國 7,760 村里為涵蓋基礎，選取 7,851 場所作為量測點，進行靜止狀態下連線速率及網頁開啟測試，除捷運站於站內出口詢問處辦理外，其餘量測場所均以戶外可識別位置辦理量測。本計畫已依通傳會需求文件的規定，將定點量測分為兩階段執行，每一測試點均針對五家受測業者進行定點 4G 行動上網評量，如表 2.2。

表 2.2 定點量測執行時程

負責量測人員分配	縣市	量測點數量	第一/二階段量測點數量	預估每階段量測天數	預估每階段量測總天數
北區	基隆市	158	79 / 79	4	75
	臺北市	468	234 / 234	13	
	新北市	1,041	477 / 564	29	
	桃園市	505	253 / 252	14	
	新竹市	122	61 / 61	3	
	新竹縣	193	97 / 96	5	
	宜蘭縣	235	118 / 117	6	
	連江縣	27	27 / 0	1	
中區	花蓮縣	182	91 / 91	5	76
	苗栗縣	278	139 / 139	8	
	臺中市	630	315 / 315	17	
	彰化縣	590	295 / 295	16	
	南投縣	263	132 / 131	7	
	雲林縣	392	196 / 196	11	
	嘉義縣	357	179 / 178	10	
	嘉義市	84	42 / 42	2	
南區	臺南市	654	327 / 327	21	67
	高雄市	897	420 / 477	25	
	屏東縣	468	234 / 234	13	
	臺東縣	148	74 / 74	4	
	金門縣	40	40 / 0	1	
	澎湖縣	96	96 / 0	3	
捷運	捷運	23	0 / 23	2	2
總計		7,851	3,926/3,925		

註 1：量測不包含天災不可抗力因素無法到達之村里。

註 2：因疫情影響，連江縣、金門縣、澎湖縣 量測全部於第一階段量測。

(資料來源：本計畫整理)

(二) 移動式量測

本計畫將邀集受測電信營運商與通傳會討論移動式量測下載及上傳檔案大小、量測方式及程序取得共識後，利用國際電信營運商普遍使用的專業用路測工具，以正常行車速度繞行測試區域，進行連線速率測試；移動式量測除進行檔案下載速率測試、檔案上傳速率及語音通話品質(國道、快速道路及鐵道運輸系統)測試，亦同時量測電信營運商之訊號涵蓋範圍及訊號強度分佈，並轉成地圖資訊顯示。

1. 量測方式

移動式量測將以國際專業移動式量測儀器（Keysight Nemo 或 Inforvista TEMS）進行量測，五家受測業者同時在同一部車內進行移動測試，每家業者各使用兩張量測模組以 HTTP 同時進行檔案上傳及下載。每一個檔案上傳完畢後等待五秒後繼續下一次檔案上傳；下載檔案完成後一樣等待五秒時間後進行下一次下載檔案量測。通話測試則另以 5 支手機(具 LTE-A CAT9 以上傳送能力)對五家受測業者對固定音源進行撥話測試，測試時設定固定撥打時間及通話間隔時間（例如撥打 90 秒後掛斷，間隔 15 秒後再重新撥號），紀錄通話過程、撥話次數及斷話位置、4G 網路訊號強度的 RSRP 及代表訊號品質的 SINR 等相關資料等，自動化測試腳本如圖 2.5 所示。

量測結果記錄檔（Log files）將由 ACTIX one 或其他專業儀器進行分析。除可轉成通傳會圖資系統所需數據及製作期中或期末報告內容統計圖表等方式呈現外，量測結果亦將轉成地圖資訊顯示，地圖顯示內容包含代表 4G 網路訊號強度的參考訊號接收功率（Reference Signal Received Power; RSRP）及代表訊號品質的訊雜比（Signal to Interference Noise Ratio; SINR）等相關資料。

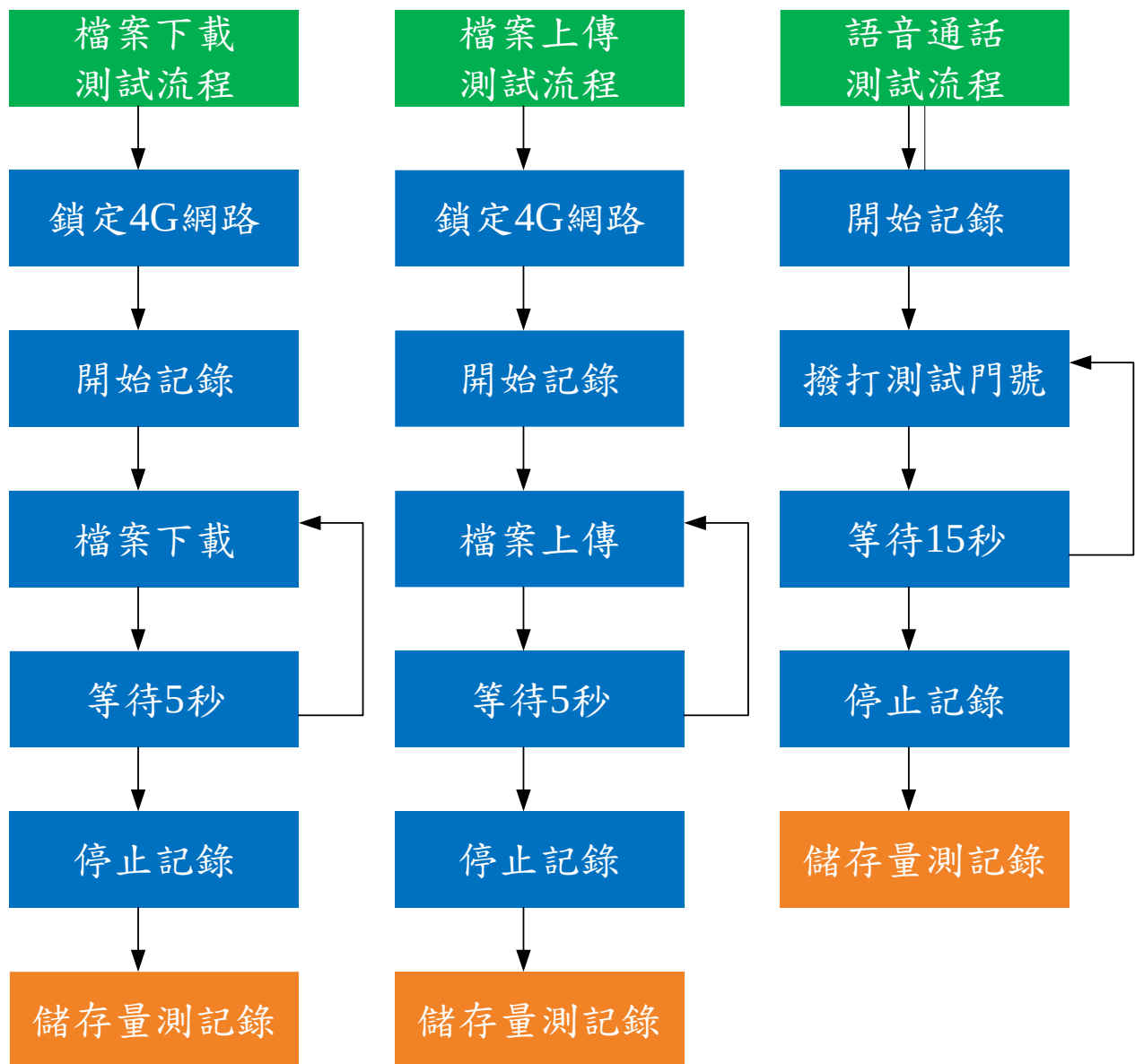


圖 2.5 移動式量測自動化測試流程

(資料來源：本計畫整理)

2. 量測範圍與執行時程

本計畫依據需求文件要求在全國縣道以上（包括國道高速公路系統、快速公路系統、省道、縣道主要道路）及國人經常搭乘之鐵道運輸系統（包括高鐵、臺鐵及捷運）進行移動式上網速率量測，其中臺鐵量測範圍包括西部幹線、東部幹線、南迴線、西部幹線(海線)、平溪線、內灣線及集集線等；語音通話量測則以國道高速公路、快速道路及鐵道運輸系統（包括高鐵、臺鐵及捷運）等為量測範圍。考量各年度上網速率量測範圍的一致性及其可比較性，本計畫規劃需求文件所要求的量測範圍並預估量測所需要天數（不含路程及檔案處理），執行時程如表 2.3。執行時程並配合實際執行情況及通傳會要求進行調整。量測結果則在期末成果報告揭露。

表 2.3 移動式量測執行時程

階段	分類	分配量測人員	縣市/類別	預估量測 公里數	預估 量測天數	預估總天數
一	縣市	北區	新北市	1,104	22	49
			新竹市	161	3	
			宜蘭縣	498	10	
			花蓮縣	648	13	
			連江縣	4	1	
		中區	彰化縣	748	15	45
			南投縣	736	15	
			雲林縣	725	15	
		南區	嘉義縣	855	17	49
			嘉義市	130	3	
			高雄市	1,308	26	
			金門縣	40	1	
			澎湖縣	93	2	
	國道	全區	國道 1 號、國道 3 號、國道 3 甲、國道 5 號、國道 2 號、國道 4 號、國道 6 號、國道 8 號、國道 10 號	970	19	19
	鐵道運輸	全區	高鐵全線(345) 高雄捷運全線(42.7)	387.7	4	4

階段	分類	分配量測人員	縣市/類別	預估量測 公里數	預估 量測天數	預估總天數
二	縣市	北區	基隆市	165	3	46
			臺北市	381	8	
			桃園市	825	16	
			新竹縣	347	7	
			苗栗縣	587	12	
		中區	臺中市	958	19	19
		南區	臺南市	1,210	24	51
			屏東縣	826	17	
			臺東縣	495	10	
	快速道路	全區	台 61、台 62、台 63、台 64、 台 65、台 66、台 68、台 72、 台 74、台 76、台 78、台 82、 台 84、台 86、台 88	686	14	14
	鐵道運輸	全區	臺鐵環島及主要支線(1,246) 臺北捷運全線(146.2) 桃園捷運(51.03)	1,443.2	11	11

(資料來源：本計畫整理)

二、量測時段

本計畫為真實反應消費者於日常生活中之上網使用情況，定點量測及移動式量測進行評量之測試時間則以 08：00 起至 19：00 為原則。

三、量測可信度

量測結果可信度取決於量測數據是否足夠且具代表性，本計畫所有量測數據必須進行數據蒐集與分類以篩選出有效數據，再依據各種變數進行統計分析以確保量測結果的可信度。圖 2.6 為量測數據蒐集程序示意圖，定點量測數據即時回傳至本中心數據伺服器，以 MySQL 資料庫為儲存平台，資料庫每天進行備份以確保量測數據安全性。本計畫也開發數據即時監控系統，可以隨時查詢量測結果以確保量測時程及數據完整性。移動式量測採用 Keysight Nemo 或 InforvistaTEMS 進行量測並以特殊的紀錄檔（Log File）儲存於量測儀器內。本計畫量測人員每日將量測記錄檔同時進行上傳與備份，以利後續以 Nemo Analyzer 或 ACTIX one 進行分析。



圖 2.6 量測數據儲存程序示意圖

(資料來源：本計畫整理)

四、量測數據統計分析

(一) 定點量測取樣及統計原則

定點作業將依本專案委託需求書之要求，於全國 7,851 戶外量測點（除捷運站於站內出口詢問處辦理外），進行靜止狀態下連線速率及網頁開啟測試，本計畫將依據委託需求書的規定，如期程依序執行，每一測試點均針對五家受測業者進行 4G 行動上網速率及網頁開啟時間之定點量測。

捷運 23 站尖峰量測時段為上午 8~9 點、下午 5~7 點或洽詢捷運局資訊後辦理，離峰時段則除了這兩個時段以外，以上午 10~12 點或下午 1~3 點進行量測，捷運離尖峰量測於第二階段(109/8~10 月辦理量測)。

執行定點量測時每一量測點會自動連續量測五次，每一量測點以五次量測的平均值為該量測點的量測數據。若因網路不穩導致量測不足五次，則以既有量測的數據進行統計；若受測業者在該量測點沒有訊號無法進行量測，則該量測點的量測數據視為零；量測時若發生受測業者無訊號涵蓋或有訊號涵蓋量測結果為零等狀況，本計畫聯絡窗口將通知該受測業者進行確認。定點量測分類統計指標說明如下：

1. 全部區域速率及網頁開啟時間平均值：所有業者在所有量測點的平均值。
2. 縣市速率及網頁開啟時間平均值：所有業者在各縣市量測點的平均值。
3. 鄉鎮市區速率及網頁開啟時間平均值：所有業者在各縣市所屬鄉鎮市區量測點的平均值。
4. 村里速率及網頁開啟時間平均值：所有業者在各縣市所屬鄉鎮市區所屬村里量測點的平均值。
5. 捷運離尖峰速率及網頁開啟時間平均值：所有業者在捷運車站量測點的離尖峰平均值。

(二) 移動式量測統計方法

1. 上網速率

移動式量測數據以特殊紀錄檔方式儲存，國際普及的場測設備其平均速率（Default）統計僅考慮可進行上網量測的區域，沒有網路涵蓋的區域不納入計算，該統計方式對努力達成全面涵蓋的業者不公平。為達公平性，本計畫開發自動轉檔及計算程式，以排除因數據統計方式不同而造成的誤差。

本計畫下載及上傳速率計算公式，如公式(1)。其中，D 為總傳輸量(MB)，T 為量測紀錄檔的總時間(秒)， t_w 為總等待時間(秒)。圖 2.7 為傳輸速率計算說明示意。

$$\text{下載/上傳速率} : \frac{D \times 8}{T - t_w} \dots \dots \dots (1)$$

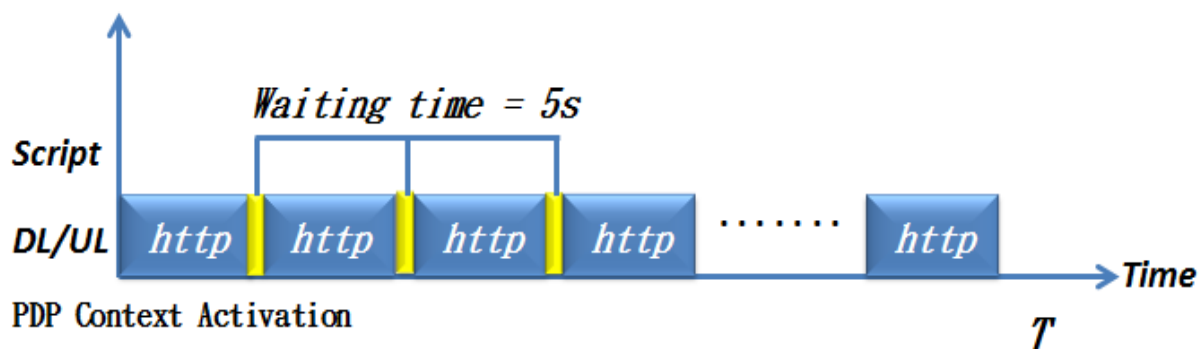


圖 2.7 移動式量測傳輸速率計算說明

(資料來源：本計畫整理)

2. 通信中斷率

通信中斷泛指手機與行動網路基地臺在開機後建立通道通信後，因為各種因素導致通信中斷，通信中斷可分成數據通信 RRC (Radio Resource Control) Connection 中斷率及語音通話中斷率兩種指標，另外為避免因為部分路段基地臺建設不足或無法涵蓋，無法真實反映弱訊區撥號問題，本計畫將提供撥號成功率指標來判斷通話量測過程中，因為網路涵蓋不良導致無法撥號成功的比例，以輔助通話中斷率之解讀，以下為通信中斷率兩項指標說明：

(1) 數據通信中斷率

手機在一開機時會啟動連網動作，連網的動作簡易示意圖，如圖 2.8。

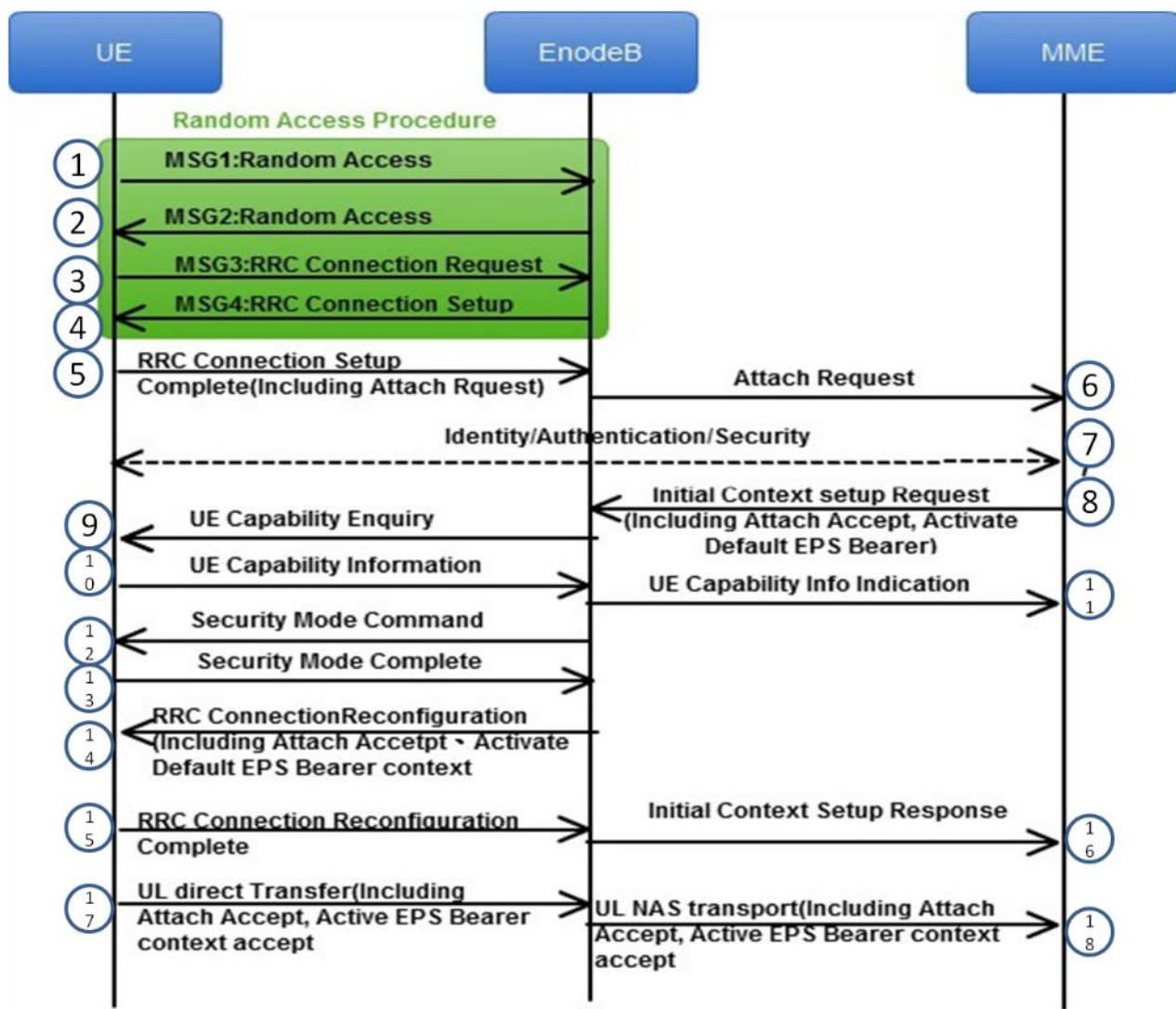


圖 2.8 手機連網動作示意圖

(資料來源：<http://xdxdd.blogspot.tw/2012/09/lte-attach-procedure.html>)

- A. 在 RRC idle 狀態的 UE，要與核心網路傳輸之前必須要先進行 Random Access Procedure 以取得空中資源。所以 UE 這時向 eNodeB 進行 Random Access 的動作。
- B. eNodeB 收到 Random Access 之後會回應 Random Access Response，讓 UE 知道 eNodeB 有收到此訊息，並告知 UE 參數何時可以上傳。
- C. UE 收到 Random Access Response 之後，即可開始進行 RRC Connection Request。
- D. eNodeB 收到 RRC Connection Request 後即回覆 UE 的 RRC Connection Setup，UE 收到 RRC Connection Setup 之後，表示收到 SRB1。

前面四個步驟都屬於 Random Access 的範疇

- E. UE 使用 SRB1 向 eNodeB 發送 RRC Connection Setup Complete，告知 eNodeB 已經做好 SRB1 的配置，並且夾帶 Attach Request 在 RRC 訊息內的"dedicatedInfoNASList"進行傳送。
- F. eNodeB 收到後會將"dedicatedInfoNASList"的訊息直接往後端 MME 傳送，而不做處理。
- G. MME 收到 Attach Request 之後，通常會向 UE 進行 Authentication 的步驟，確認 UE 是網路合法的用戶。
- H. 確認 UE 的身分後，MME 會發送 Attach Accept，並主動建立 Default EPS Bearer，讓 UE 有封包傳送能力。並告知 eNodeB Initial Context Setup 要做些什麼，例如是否需要進行加密等行為。
- I. eNodeB 收到 Attach Accept 之後，這時 eNodeB 會先確認 UE 裝置目前的能力為何，故使用 UE Capability Enquiry，例如說 UE 可不可以使用 WCDMA、EVDO、GSM、1x 的訊號等等能力，因為 SIM 卡可以插不同的手機。
- J. UE 收到後會回覆 UE Capability Information 來讓 eNodeB 知道自己 UE 的裝置能力。
- K. eNodeB 收到後也會轉送給 MME 讓 MME 知道 UE 的能力狀況，並在 MME 資料上做更新。
- L. 若 eNodeB 在第 H 步驟收到 eNodeB Initial Context Setup 是需要做加密的，這時就會使用 Security Mode Command 與 UE 加密初始化的動作。
- M. UE 確認加密訊息沒問題之後會回覆給 eNodeB Security Mode Complete 在此之後的訊息就都是加密，必須要金鑰才可以解的開。
- N. 確認加密之後 eNodeB 將第 H 步驟的 Attach Accept 及 Activate Default EPS Bearer。這時 UE 會重新配置 RRC，包括重新配置 SRB1，及設置 SRB2 及 DRB 等。
- O. UE 設置完之後告知 eNodeB 已經設定完 RRC 的資源。

P. eNodeB 告知 MME initial Context Setup Response，表示 MME 所要做的事情已經做完。

Q. UE 在配置完之後，回傳 Attach Complete，Active EPS Bearer context Accept 給 eNodeB，實際上是包在"dedicatedInfoNASList"裡面要給 MME 的回覆訊息。

R. eNodeB 轉送 UE"dedicatedInfoNASList "中的訊息給 MME，至此 UE 就可以開始使用 Default EPS bearer 進行資料的傳送。

行動通訊數據服務常因為移動時因為訊號涵蓋不足、訊號品質異常及基地臺交遞失敗等因素導致中斷，此時的 RRC 會中斷造成手機與系統間失去聯繫，透過以下 RRC 連線動作流程，可進一步說明 RRC 中斷率計算方式，如圖 2.9 所示。利用 RRC Connection 建立成功次數及失敗次數(RRC 重建時間大於三秒次數)將可統計數據通信中斷率，如公式(2)。

$$\text{數據通信中斷率} = \frac{\text{RRC ReEstablishment} > 3s \text{ 斷訊總次數}}{\text{RRC Connection setup 成功總次數}} \dots\dots\dots(2)$$

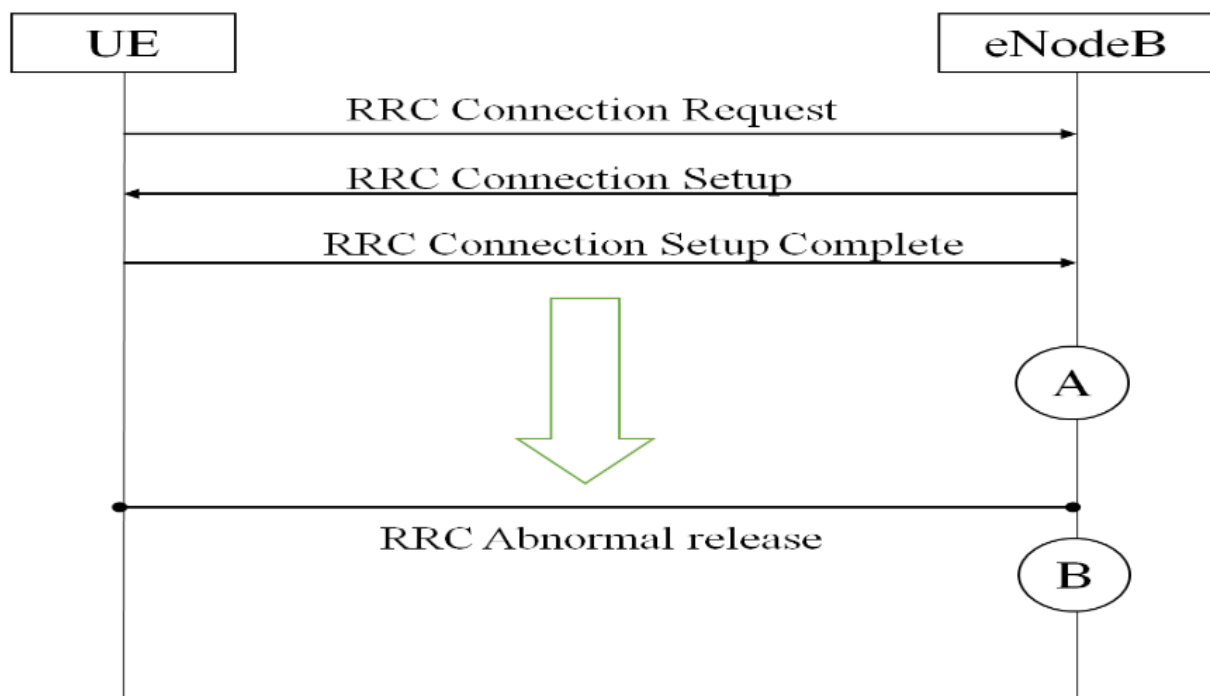


圖 2.9 數據通信連線動作示意圖

(資料來源：3GPP)

- RRC Connection Setup Complete 計算於基地臺(eNodeB)上，當 UE 送出 RRC Connection 成功時，基地臺(eNodeB)在圖 2.9 中 A 時間點會將這個訊息紀錄下來，並當作是一次 RRC Connection setup 成功的次數。
- 當 UE 連結失敗會發送 RRC Abnormal release 發送失敗訊息並由基地臺(eNodeB)圖 2.9 中 B 時間點會將這個訊息紀錄下來，並當作是一次 RRC Connection setup 失敗的次數。
- 當 RRC 發生異常中斷時，RRC connection release status 訊息中會揭露斷訊是由哪一種狀況所以造成，例如 Drop、Re-establishment rejected、RLC failure、congestion 及 Unspecified。

(2) 語音通話中斷率

目前國內 4G 系統提供兩種語音通話方式，電路交換語音回退(Circuit Switched FallBack;CSFB)及 VoLTE，CSFB 為 4G 系統使用 2G 或 3G 系統提供語音服務的過渡期解決方案，VoLTE 為單純 4G 環境下的語音服務。

語音通話中斷率是先統計出總通話斷話次數及總通話成功次數後計算出通話斷話率，從開始輸入電話號碼再按下通話鍵後，手機發送訊息向系統送出通道請求（在電信網路第三層訊息中稱為 Call Attempt），系統接受通道請求後，會為這語音通話建立一通道從手機到基地臺貫穿交換機到達另一受話端，若成功建立通道則紀錄為一次撥通成功（Successful Call setup），若網路訊號涵蓋或網路資源不足時，將產生通道請求失敗訊息（Unsuccessful Call Attempt），系統將紀錄為一次試撥失敗。用戶通話時系統會調撥網路資源提供通話使用，如圖 2.10 所示，可以瞭解手機從撥號、接通及結束通話的程序，正常的通話是從建立通道到通道釋放等。本計畫量測過程中撥話後通道建立總數將以 TAC 表示(Total number of 3G Answered calls in the reporting period)。

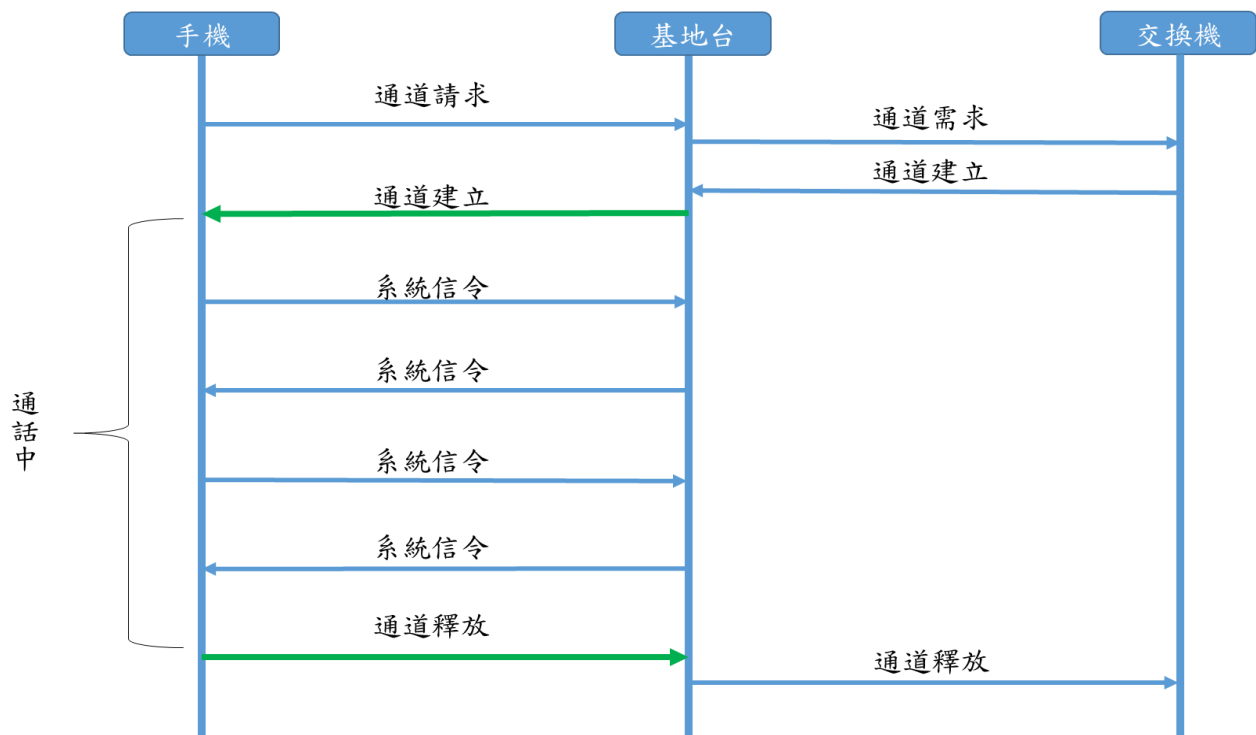


圖 2.10 用戶通話系統信令流程

(資料參考來源：3GPP TS 23.018)

當通話中因訊號涵蓋、資源不足或是手機問題等原因導致通話中斷(Call drop)，這時系統會記錄通話斷話時間、斷話原因、斷話時所在基地臺、斷話時所在交換機等資訊，提供網路管理統計使用，如圖 2.11 所示。另外，圖 2.12 為以時間軸呈現通話中斷事件。

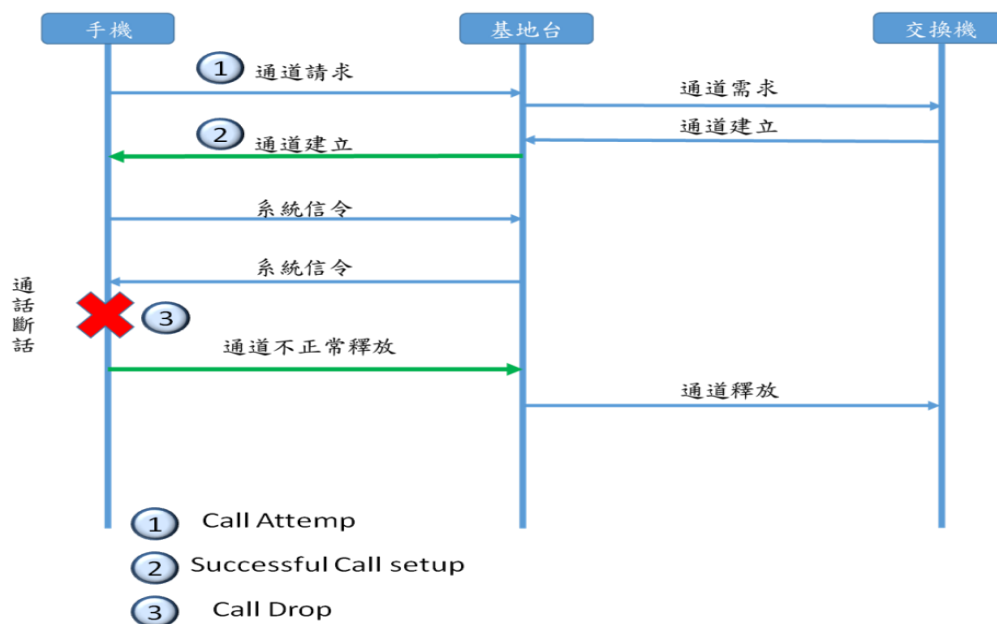


圖 2.11 用戶通話斷話信令流程

(資料來源：本計畫整理)

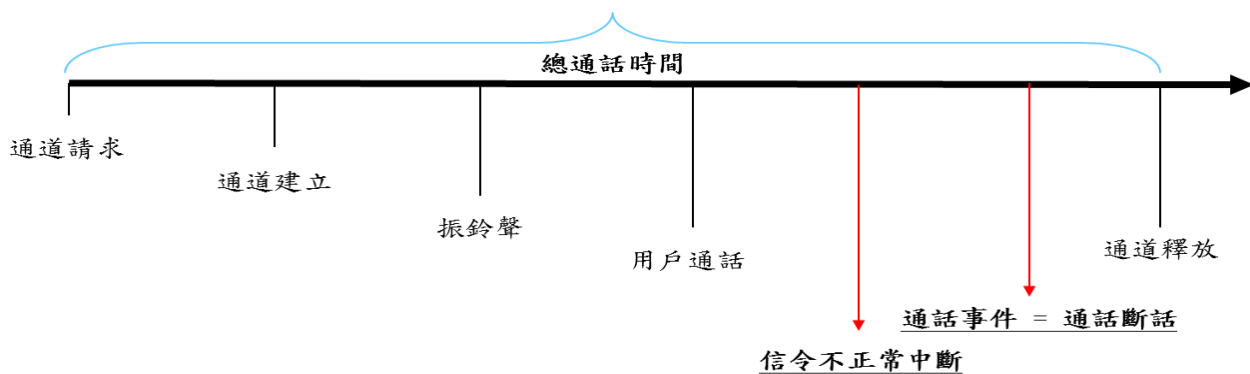


圖 2.12 用戶通話中斷話定義圖

(資料來源：本計畫整理)

I. CSFB 斷話率

CSFB 為 4G 系統提供語音服務的過渡期解決方案，當用戶需要進行語音通話時，系統會通知用戶重新選擇 2G 或 3G 網路進行語音通話，也就是說會使用到電路交換的系統，目前業者大部分還是提供 4G 退回到 3G 的電路交換為主，因此在通話過程中只要因為某種原因導致通道不正常釋放，將都會被計算在 3G 通話中斷次數中，3G 通話斷話率計算方式，如公式(3)。

$$\text{斷話率(Call Drop rate)} = \frac{\text{通話中斷總次數}}{\text{通話總次數}} \dots\dots\dots(3)$$

II. VoLTE 斷話率

為利用 4G 環境的 IMS(IP Multimedia Subsystem)系統所提供的語音服務 (VoLTE)，因為 VoLTE 有別於以往傳統的電路交換語音通話，以會話控制功能 (Call Session Control Function; CSCF)為核心，將語音拆分為數據封包進行交換，因此斷話的計算方式也以 Session 是否中斷來判定斷話，公式(4)為 3GPP TS 32.454 中 VoLTE 斷話率計算公式。

$$\text{VoLTE 斷話率} = \frac{\text{通話 Session 中斷總數}}{\text{成功建立通話 Session 總數}} \dots\dots\dots(4)$$

III. 撥通成功率

撥通成功率的目的是在於檢視用戶在行動通訊網路中通話請求的成功機率，也可檢視行動網路訊號涵蓋或品質的優劣。公式(5)為撥通成功率的計算公式。

$$\text{撥通成功率(Call setup successful rate)} = \frac{\text{Successful Call setup 成功總次數}}{\text{Successful Call Attemp 總次數}} \dots\dots(5)$$

3. 載波聚合

為了提供用戶更高的傳輸速率，最直接的解決方式為提供更多載波資源給用戶，將這些無線載波資源合併分配使用，即為載波聚合（Carrier Aggregation; CA）概念。由於各家業者現存的頻帶配置，常常分散於不同頻帶，即使在相同頻帶，LTE 最大提供單載波頻寬也限制為 20MHz，為了提供更大的使用頻寬，載波聚合技術提供能彈性的載波組合，達到傳輸速率的大幅提升。LTE 中定義了六種單載波頻寬大小，分別為 1.4M、3M、5M、10M、15M、20M，如表 2.4 所示，不同載波頻寬大小提供不同的資源區塊數量（Resource block number），以頻寬 20MHz 為例，能支援 100 個資源區塊，於下行 2x2 MIMO 能提供最大 150Mbps 傳輸頻寬。LTE 中載波聚合技術稱載波為載波元件 CC（Component Carrier），其中包括一個主載波元件（Primary Component Carrier; PCC）與至多四個輔助載波元件（Secondary Component Carrier; SCC），假設每個載波元件皆提供最大 20MHz 頻寬，則用戶最大可使用頻寬則為 100MHz。基地臺能針對不同用戶需求與狀況，彈性分配頻帶資源給不同用戶，由於載波聚合必須由同基地臺來配置，但受到用戶位置以及不同頻率通道特性與涵蓋範圍能力不盡相同之特性，即使為同一基地臺服務之用戶，可選用之載波聚和組合也不盡相同。

表 2.4 LTE 單載波頻寬大小

Channel bandwidth BW_{Channel} [MHz]	1.4	3	5	10	15	20
Transmission bandwidth configuration NRB	6	15	25	50	75	100

(資料來源：3GPP 36.101)

載波聚合技術必須滿足一個主載波元件與至少一個輔助載波元件組成，主輔元件加總不得大於 5 個載波元件為原則，但在多載波組合下，每一載波元件可能所屬不同頻帶，造成涵蓋範圍不一致，即使用戶被相同基地臺服務情況下，也可能因為位置不同，有不同的載波元件組合。由基地臺的觀點而言，他可能有多個載波元件能提供用戶使用，但在用戶角度上，並非所屬基地臺提供載波元件皆能使用。能被該用戶選擇的候選載波稱為服務（Activity）載波元件，不被該用戶所候選使用之載波稱為非服務（inactivity）載波元件，不同用戶將可能有不同的服務載波元件。服務載波元件又能區分為啟動（Activation）載波元件與關閉（Deactivation）載波元件，用戶將在啟動載波元件上做傳送，去啟動載波元件不傳送資料，也不提供大量資料量測。對用戶之啟動載波元件中，一定要存在一個主載波元件，主載波元件在該技術上扮演相當重要之角色，輔助載波元件則可由主載波元件 RRC 層 Reconfiguration 分配規劃，可為啟動或關閉狀態。舉例來說如圖 2.13，存在兩個用戶，一個較靠近基地臺，一個較遠，較近之用戶將有三個服務載波，較遠則只被兩個服務載波元件所覆蓋，此範例中兩用戶皆使用相同主載波，但輔載波並不一樣。

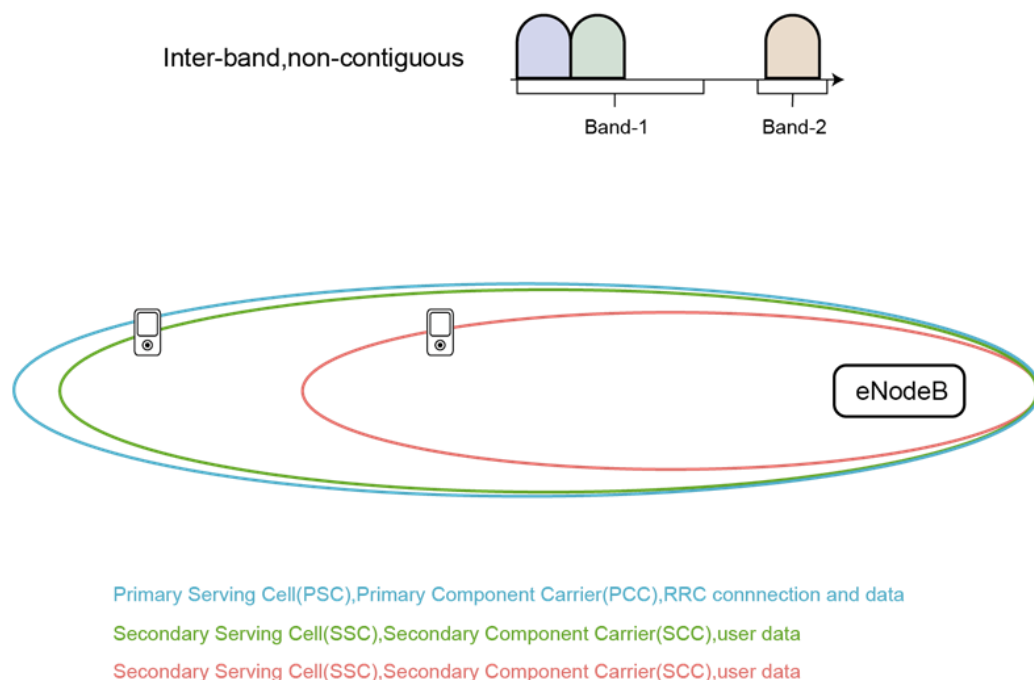


圖 2.13 載波特性與用戶位置造成載波聚合組合不同示意圖

(資料參考來源：3GPP_Carrier Aggregation explained)

載波聚合啟動與關閉可由圖 2.14 說明，一個主載波元件範圍下，有兩個輔載波元件，用戶在這個主載波範圍內移動，用戶在位置一時有大量資料需求，且系統支援下，觸發載波聚合傳輸，移動到位置二時，來源 SCC 訊號越來越弱，並準備做 SCC 切換，移動到位置三時，觸發 SCC 移動管理事件，因此藉由 reconfiguration 啟動目標（Target）輔載波與關閉來源（Source）SCC，用戶來到位置四時，則因為用戶無大量資料傳輸，關閉 SCC，由此例子得知，SCC 能動態的配置啟動與關閉。

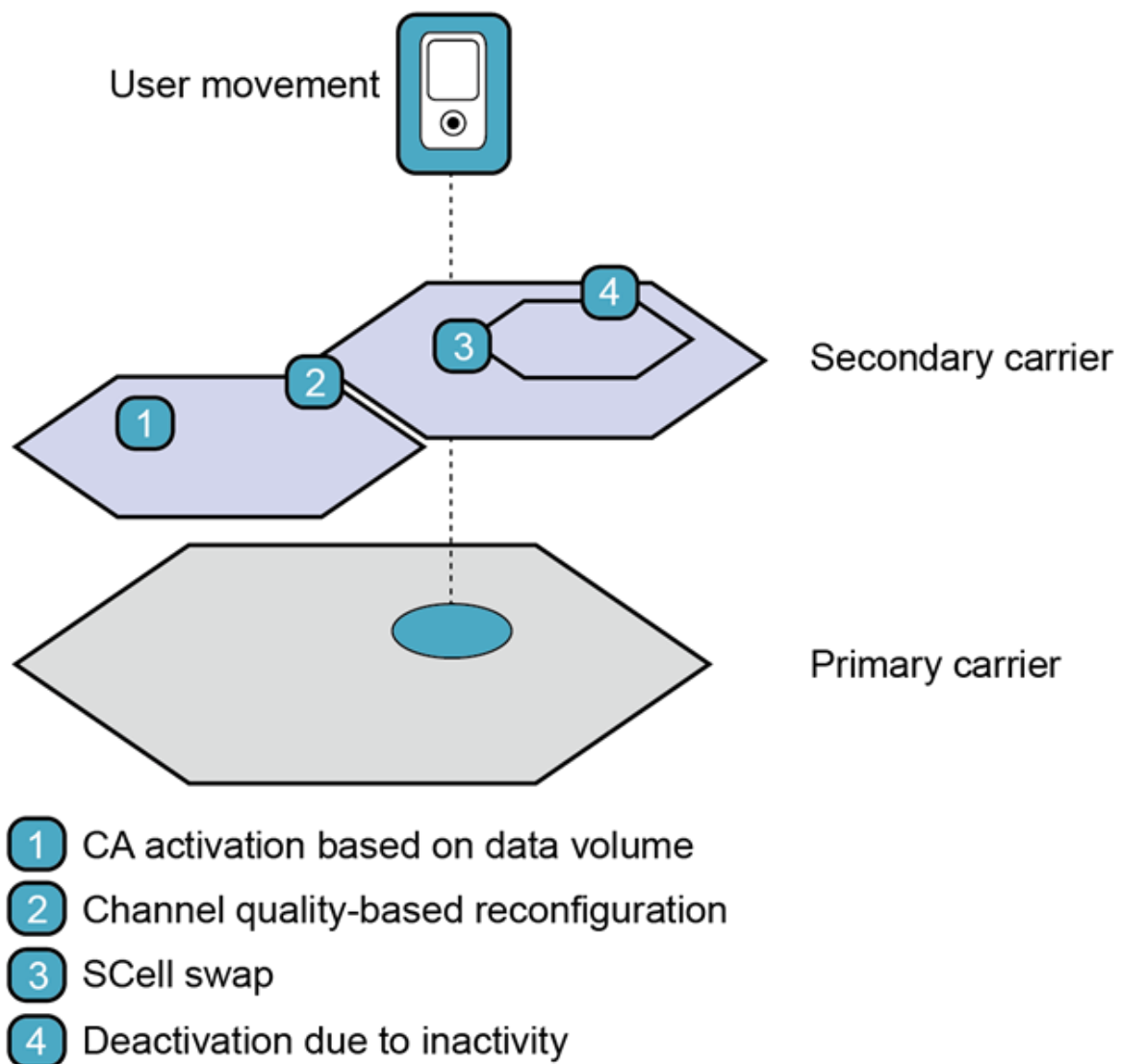


圖 2.14 用戶移動中 CA 彈性啟動與關閉

(資料參考來源：Nokia)

載波流程 (Call Flow) 大至上能區分為非移動用戶與移動用戶，非移動用戶在固定基地臺進行載波聚合服務，此狀況 PCell 決定後，就不會再更換，但 SCell 則可藉由 RRCConnectionReconfiguration 來妥善分配。移動用戶的 PCell 與 SCell 可能會因交遞 (handover) 更換，PCell 與 SCell 切換資訊需依靠量測報告 (Measurement report) 來判斷，移動用戶可再細分為 4 種不同的換手環境：

- (1) CA 交遞到 CA 環境。
- (2) CA 交遞到 Non-CA 環境。
- (3) Non-CA 交遞到 CA 環境。
- (4) Non-CA 交遞到 non-CA 環境。

以下將針對系統環境流程介紹其載波聚合流程(call flow)與相關 RRC 資訊。

考慮在載波聚合下，主要區分為 PCC 與 SCC 兩個部分，其中 PCC 則是在 Connection Establishment 即確定完成，與一般無 CA 之建立流程相同，PCC 在 RRC Setup 建立完成後，進行 Authentication 的步驟確認用戶是否為合法用戶，確認 UE 是合法用戶後，基地臺向用戶要求終端機能力確認，回報完成後，進行加密動作，接下來再由 RRCConnectionReconfiguration 來做 SCC 添加、修改或釋放的動作，建置流程可由圖 2.15 所示。

載波聚合環境下，PCell 流程與一般無載波聚合環境類似，但 SCell 則需要依靠 RRC Reconfiguration 來完成配置 (Configured)，將針對重新配置流程做較細部的流程解釋，其中 SCell 相關的 RRC 訊息則使用 3GPP 36.331 中定義的 RRCConnectionReconfiguration 欄位來控制 SCell 增加 (sCellToAddMod-r10) 或移除 (sCellToReleaseList)，其中亦包含 SCell 相關系統資訊。

目前國內 CA 使用數有 2CA、3CA、4CA 及 5CA，業者提供可使用 CA 數會以用戶所使用的 UE 能力及下載量的大小為條件並依據當時無線網路品質優劣程度提供最大的 CA 數。而 CA 使用比例可以檢視業者頻段佈建及使用情形。公式（6）為各 CA 使用比例的計算公式。

$$\text{各 CA 使用比例 (CA rate)} = \frac{CA_i}{\sum_{k=2}^5 CA_k} * 100(\%) \quad \dots (6)$$

- 分子 CA_i 為單載波聚合種類次數總和（ $i=2$ 為 2CA, $i=3$ 為 3CA, $i=4$ 為 4CA, $i=5$ 為 5CA）
- $\sum_{k=2}^5 CA_k$ 為各種 Carrier Aggregation（載波聚合）次數總和

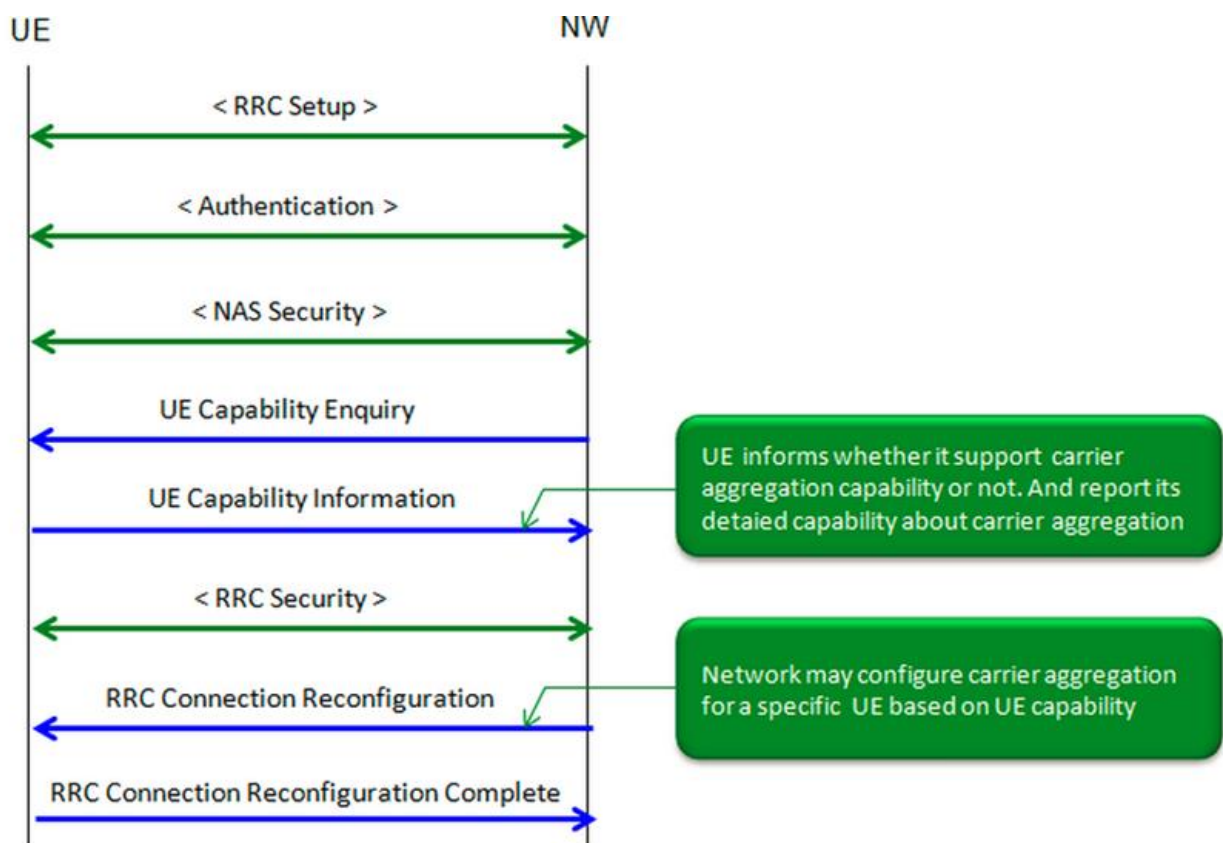


圖 2.15 載波聚合 RRC 建立機制與流程圖

（資料參考來源：3GPP TS 36.306）

4. 移動式量測分類統計指標

- 縣市速率平均值：各業者在縣市街道量測路線的速率平均值、使用頻寬及載波聚合（2CA，3CA，4CA 及 5CA）使用比例。
- 國道或快速道路速率平均值：各業者在國道或快速道路的各縣市速率平均值、使用頻寬及載波聚合（2CA，3CA，4CA 及 5CA）使用比例。
- 鐵道運輸速率平均值：各業者在高鐵、臺鐵、臺北捷運、桃園捷運、及高雄捷運的速率平均值、使用頻寬及載波聚合開啟比例（各縣市分開統計）。

5. 國道、快速道路及鐵道運輸通信中斷率：

各業者在國道、快速道路、高鐵、臺鐵臺北捷運、桃園捷運、及高雄捷運的數據與語音通信中斷率（各縣市分開統計）。

第二節 小結

本計畫延續 102~108 年度辦理通傳會委託之全國行動上網速率評量相關專案所累積的厚實基礎與豐富經驗，配合已開發之專業測試軟體、測試平臺及公正獨立之連網測速架構，進行一致性與公正性的評量方式，量測範圍、方法在量測前與各受測業者進行說明及取得共識，量測完產出將提供通傳會瞭解全國行動上網速率與通信中斷率情形。

第三章 第一階段測速

第一節 定點量測分析

本（109）年度第一階段 6 月至 7 月定點量測完成 22 縣市內的 172 鄉鎮市區，總共 3,926 個量測點（含村里長辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、全部臺鐵火車站、百貨公司、國家風景區遊客中心、衛生所等區域），如表 3.1。

表 3.1 109 年度第一階段定點量測數量統計

縣市	第一階段 預估量測點數	第一階段 實際量測點數	縣市區域實際量測點數
臺北市	234	234	中山區 43、中正區 32、內湖區 39、文山區 43、信義區 42、南港區 21、萬華區 14
新北市	477	477	土城區 47、中和區 11、永和區 62、汐止區 50、板橋區 127、烏來區 5、貢寮區 13、深坑區 9、新店區 69、新莊區 84
基隆市	79	79	中正區 25、仁愛區 29、安樂區 25
宜蘭縣	118	118	大同鄉 1、冬山鄉 22、壯圍鄉 14、員山鄉 16、頭城鎮 24、礁溪鄉 18、羅東鎮 23
桃園市	253	253	大園區 18、中壢區 85、平鎮區 39、桃園區 80、龍潭區 31
新竹縣	97	97	竹北市 31、竹東鎮 26、芎林鄉 4、新埔鎮 19、新豐鄉 17
新竹市	61	61	北區 45、香山區 16
連江縣	27	27	北竿鄉 7、東引鄉 2、南竿鄉 11、莒光鄉 7
苗栗縣	139	139	三義鄉 7、大湖鄉 12、公館鄉 19、西湖鄉 5、苑裡鎮 25、苗栗市 28、通霄鎮 24、銅鑼鄉 11、頭屋鄉 8
臺中市	315	315	大肚區 18、中區 8、北屯區 42、北區 36、石岡區 10、后里區 18、西屯區 39、西區 25、東區 17、南屯區 25、南區 22、神岡區 16、龍井區 3、豐原區 36
彰化縣	295	295	北斗鎮 10、田中鎮 22、和美鎮 32、社頭鄉 25、芬園鄉 15、花壇鄉 18、員林市 41、鹿港鎮 29、彰化市 73、福興鄉 22、線西鄉 8
南投縣	132	132	名間鄉 23、竹山鎮 28、南投市 34、草屯鎮 27、鹿谷鄉 8、集集鎮 12
金門縣	40	40	金沙鎮 9、金城鎮 8、金湖鎮 9、金寧鄉 7、烈嶼鄉 5、烏坵鄉 2
花蓮縣	91	91	吉安鄉 18、秀林鄉 10、花蓮市 44、新城鄉 9、壽豐鄉 5、壽豐鄉 5

縣市	第一階段 預估量測點數	第一階段 實際量測點數	縣市區域實際量測點數
雲林縣	196	196	二崙鄉 18、土庫鎮 17、元長鄉 21、水林鄉 24、四湖鄉 21、西螺鎮 27、東勢鄉 12、崙背鄉 14、麥寮鄉 13、莿桐鄉 14、臺西鄉 15
嘉義縣	179	179	大埔鄉 5、中埔鄉 22、太保市 18、水上鄉 26、民雄鄉 16、朴子市 27、竹崎鄉 24、阿里山鄉 12、梅山鄉 18、番路鄉 11
嘉義市	42	42	西區 3、東區 39
臺南市	327	327	北區 33、永康區 43、安定區 13、安南區 51、東區 39、南區 37、柳營區 13、麻豆區 20、善化區 21、新營區 23、歸仁區 21、鹽水區 13
高雄市	420	420	三民區 86、大社區 9、大樹區 19、仁武區 16、那瑪夏區 3、岡山區 33、阿蓮區 12、苓雅區 69、茄萣區 15、鳥松區 7、湖內區 14、楠梓區 37、路竹區 21、鼓山區 37、旗津區 13、橋頭區 18、燕巢區 11、
屏東縣	234	234	九如鄉 11、內埔鄉 23、東港鎮 22、長治鄉 16、南州鄉 5、屏東市 79、新園鄉 15、萬丹鄉 30、潮州鎮 21、鹽埔鄉 12
臺東縣	74	74	成功鎮 8、池上鄉 1、卑南鄉、10 延平鄉 5、長濱鄉 6、海端鄉 2、鹿野鄉 8、臺東市 28、關山鎮 6
澎湖縣	96	96	七美鄉 6、白沙鄉 15、西嶼鄉 11、馬公市 33、望安鄉 9、湖西鄉 22
總計	3,926	3,926	

註 1：量測依據表 2.1 之規劃，但仍得配合實際狀況進行調整。

註 2：量測不包含天災不可抗力因素無法到達之村里。

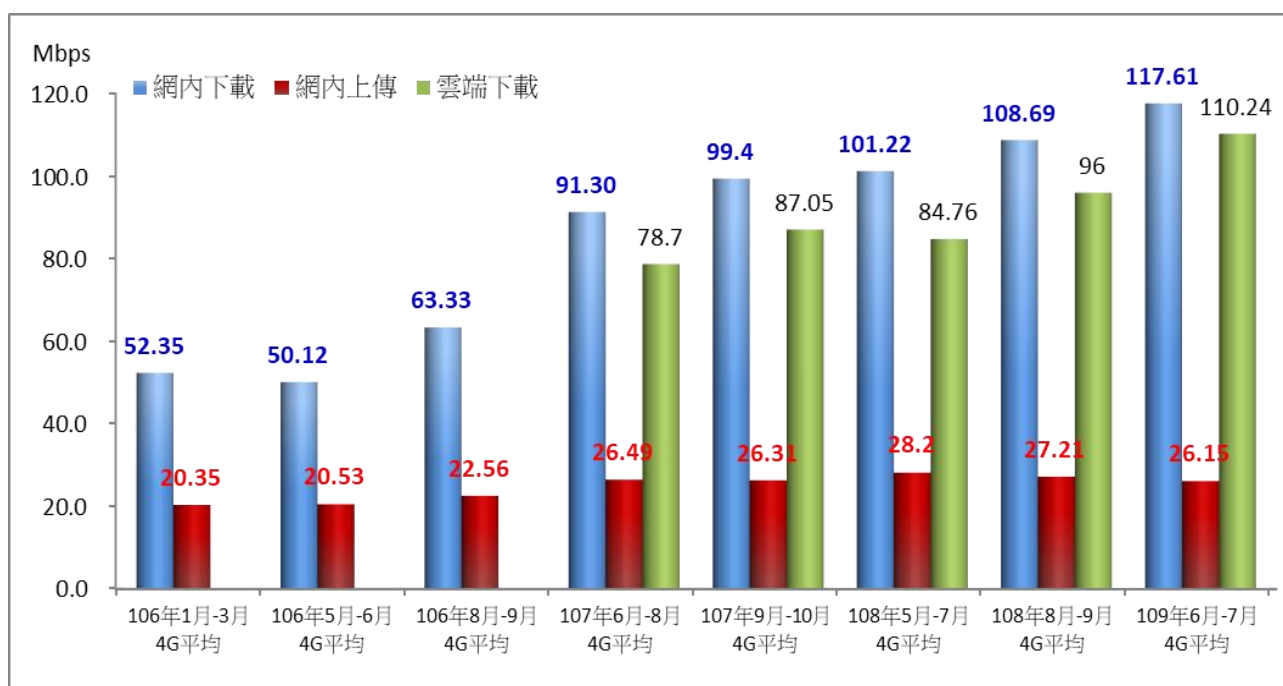
註 3：因疫情影響，連江縣、金門縣、澎湖縣 量測全部於第一階段量測。

一、上網速率量測

今年度上網速率量測分為連線到業者機房端進行檔案下載及上傳測試及出電信業者機房後連線到網際網路 Google 雲端伺服器進行下載速率測試，量測速率依序說明如下：

(一) 全部區域速率平均值

上述 3,926 個量測點 4G 網路網內下載平均速率為 117.61Mbps，網內上傳平均速率為 26.15Mbps，雲端下載測項平均速率為 110.24Mbps，相較於上階段^{註 1}（108 年 5 月-7 月）之量測結果（下載平均速率為 101.22Mbps，網內上傳平均速率為 28.2 Mbps，雲端下載測項平均速率為 84.76Mbps）網內下載平均速率上升 16.19%、平均上傳速率略降 7.27%，雲端下載平均速率上升 30.06%，如圖 3.1 所示。



註 1：109 年 6~7 月與 108 年 5~7 月量測村里大致相同

註 2：因疫情影響，連江縣、金門縣、澎湖縣 量測全部於第一階段量測。

圖 3.1 定點量測-全國速率平均值

(二) 縣市速率平均值

由圖 3.2~圖 3.5 我們發現各縣市連線電信業者機房網內下載平均速率皆高於 97.62Mbps；其中最高平均下載速率為金門縣的 138.39Mbps，最低平均下載速率為雲林縣的 97.62Mbps；網內上傳平均速率部分，所有縣市的網內上傳平均速率值皆高於 16.78Mbps 以上，其中網內上傳平均速率最高為基隆市的 30.43Mbps，最低平均速率為雲林縣的 16.78Mbps；雲端下載平均速率部分，所有縣市的雲端下載平均速率值皆高於 92.92Mbps 以上，其中最高平均速率為苗栗縣的 126.77Mbps，最低平均速率為雲林縣的 92.92Mbps。

圖 3.2 為北區七縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為宜蘭縣的 127.4Mbps，網內下載最低平均速率為新竹縣的 112.5Mbps；網內上傳最高平均速率為基隆市 30.43Mbps，網內上傳最低平均速率為新竹市的 25.8Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中最高平均下載速率宜蘭縣的 116.48Mbps，最低平均下載速率為新竹縣的 105.05Mbps。

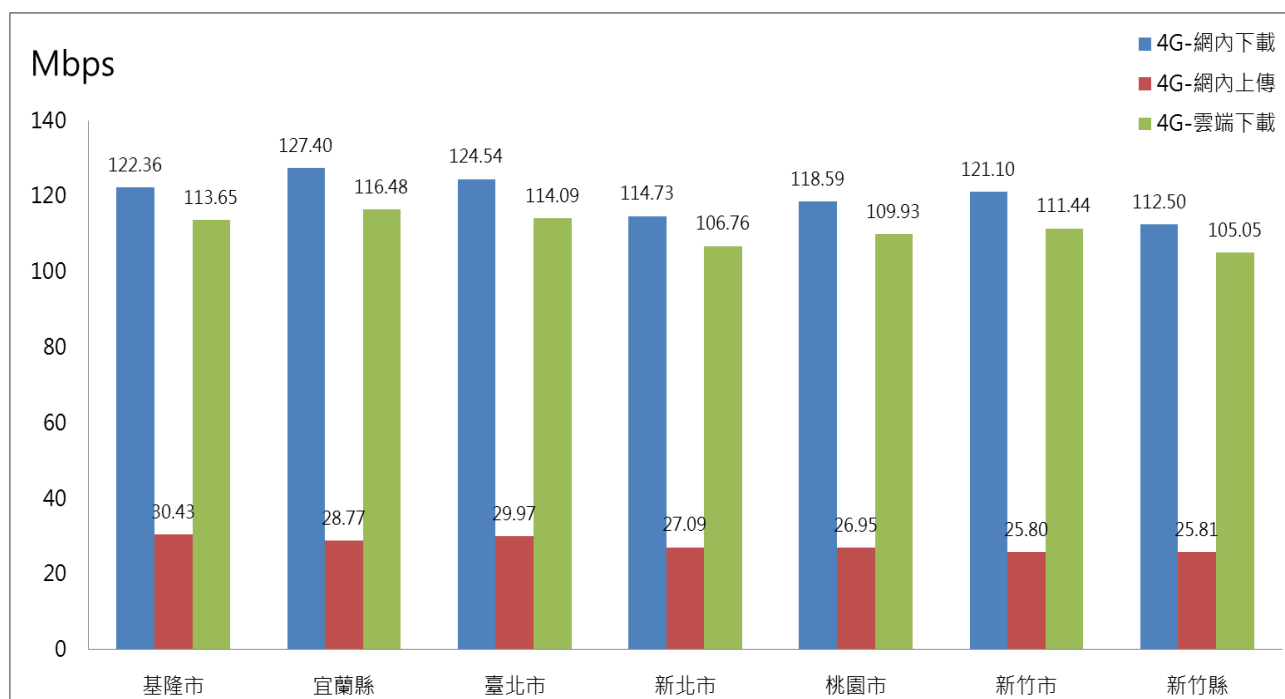


圖 3.2 定點量測-北區各縣市速率平均值

圖 3.3 為中區五縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為苗栗縣的 137.17Mbps，網內下載最低平均速率為雲林縣的 97.62Mbps；網內上傳最高平均速率為臺中市 28.93Mbps，網內上傳最低平均速率為雲林縣的 16.78Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中最高平均下載速率苗栗縣的 126.77Mbps，最低平均下載速率為雲林縣的 92.92Mbps。

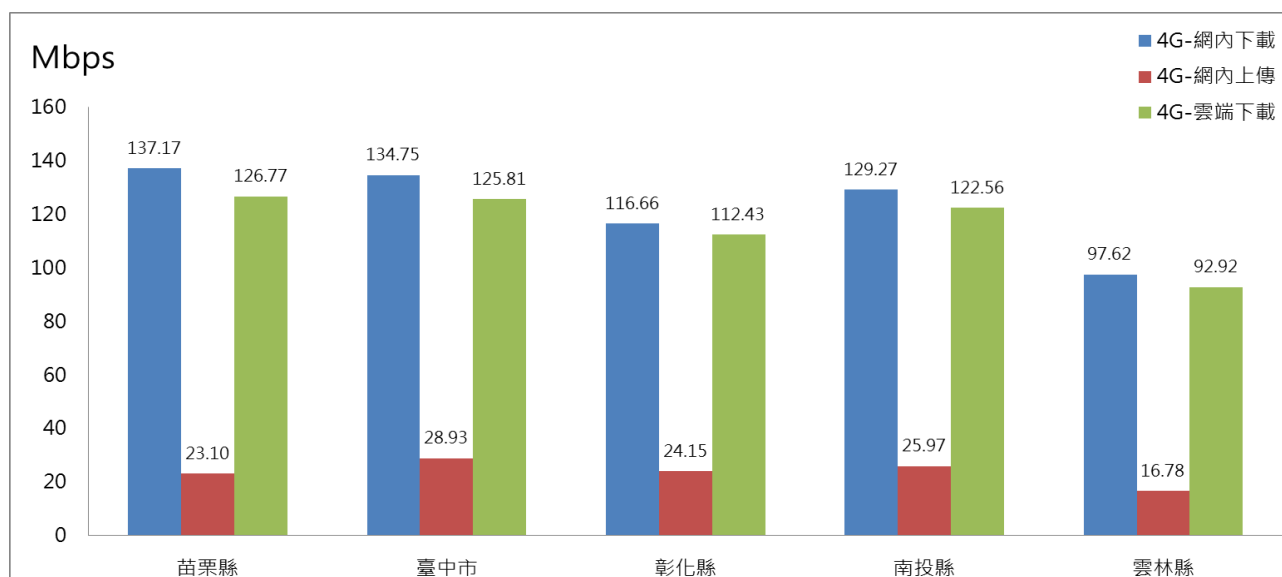


圖 3.3 定點量測-中區各縣市速率平均值

圖 3.4 為南區五縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為嘉義市的 120.55Mbps，網內下載最低平均速率為屏東縣的 107.62Mbps；網內上傳最高平均速率為嘉義市 28.84Mbps，網內上傳最低平均速率為屏東縣的 20.82Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中最高平均下載速率嘉義市的 113.56Mbps，最低平均下載速率為屏東縣的 101.45Mbps。

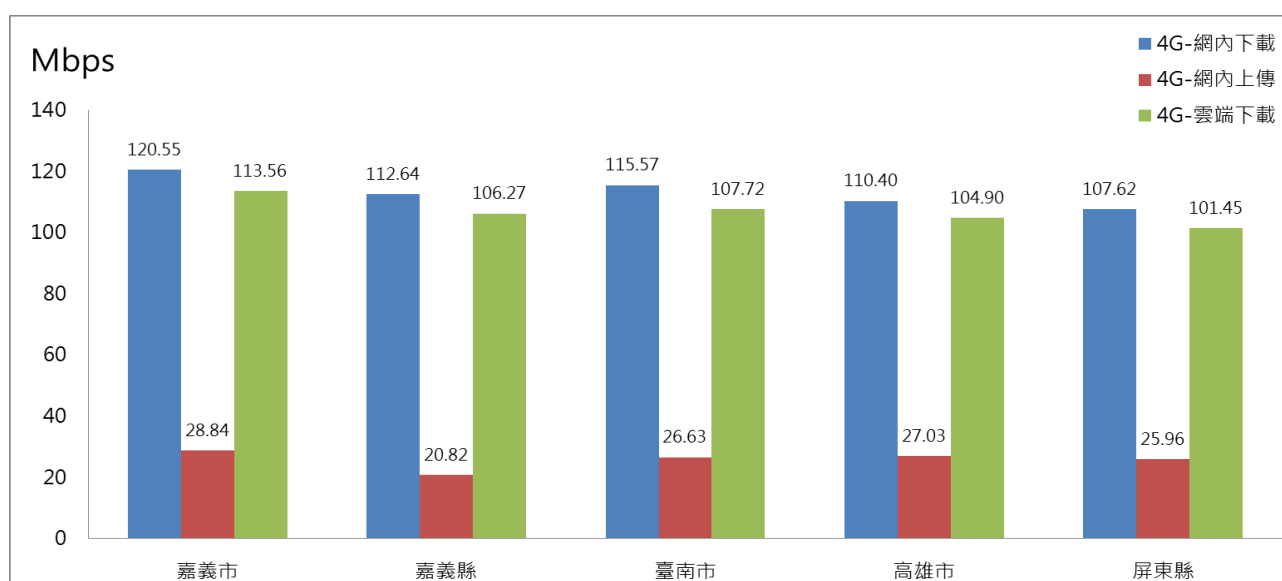


圖 3.4 定點量測-南區各縣市速率平均值

圖 3.5 為東區及離島地區五縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為金門縣的 138.39Mbps，網內下載最低平均速率為連江縣的 104.53Mbps；網內上傳最高平均速率為臺東縣 30.01Mbps，網內上傳最低平均速率為澎湖縣的 23.74Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中載速率金門縣的 126.18Mbps，最低平均下載速率為澎湖縣的 98.96Mbps。

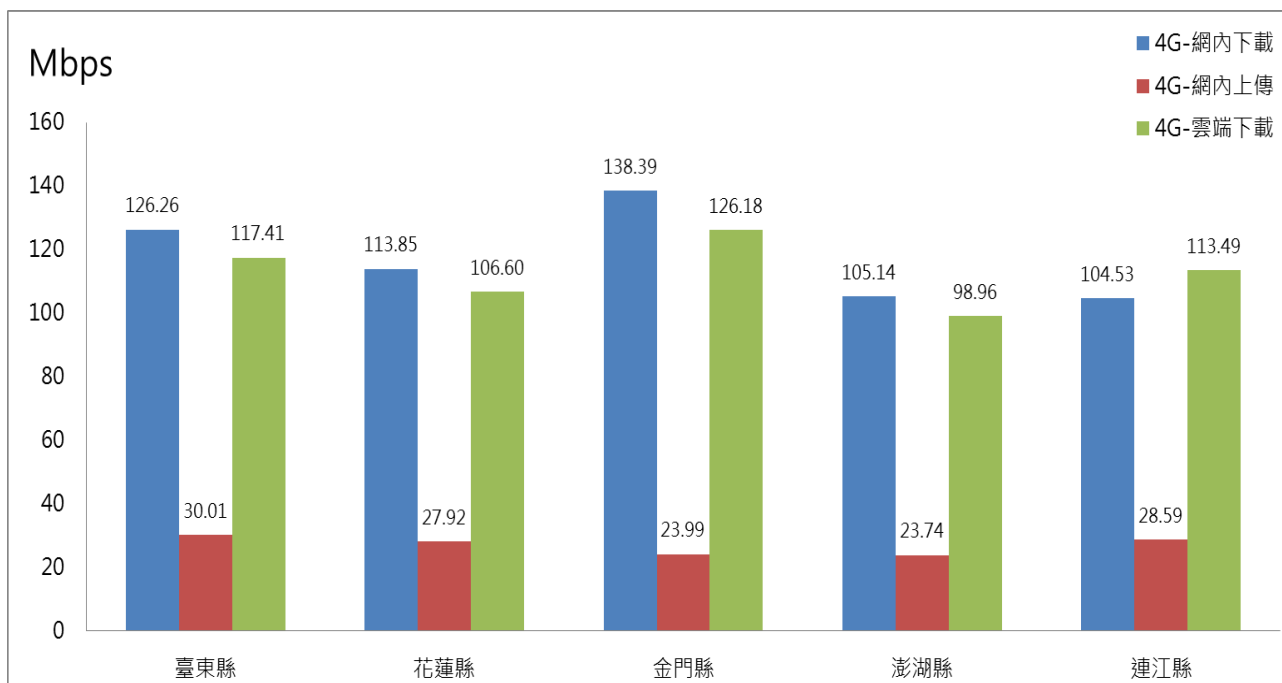


圖 3.5 定點量測-東區及離島各縣市速率平均值

(三) 鄉鎮市區速率平均值

統計本階段定點量測於全國 22 縣市共 172 個鄉鎮市區進行 3,926 個量測點（含村里長辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、全部臺鐵火車站、百貨公司、國家風景區遊客中心、衛生所等區域）進行量測，各鄉鎮市區 4G 平均下載及上傳速率如表 3.2 所示。

表 3.2 109 年度第一階段定點量測各鄉鎮市區平均下載及上傳速率

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
基隆市	中正區	112.12	27.62	102.81
基隆市	仁愛區	133.37	33.45	124.63
基隆市	安樂區	119.84	29.73	111.76
宜蘭縣	冬山鄉	116.97	24.56	107.35
宜蘭縣	員山鄉	108.65	27.32	99.46
宜蘭縣	壯圍鄉	150.59	28.03	134.6
宜蘭縣	大同鄉	142.56	16.76	121.68
宜蘭縣	礁溪鄉	126.15	32.18	117.39
宜蘭縣	羅東鎮	133.97	29.87	122.04
宜蘭縣	頭城鎮	129.95	30.9	119.41
臺北市	中山區	125.02	28.5	114.6
臺北市	中正區	119.91	28.31	106.92
臺北市	信義區	113.81	27.54	105.25
臺北市	內湖區	130.68	32.99	122.05
臺北市	南港區	140.74	30.91	126.88
臺北市	文山區	122.64	30.6	112.83
臺北市	萬華區	130.3	33.86	117.86
新北市	中和區	116.63	31.21	105.13
新北市	土城區	116.29	27.22	107.55
新北市	新店區	113.33	27.94	106.46
新北市	新莊區	114.97	27.53	106.91
新北市	板橋區	108.44	25.84	101.54

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
新北市	永和區	107.92	25.73	102.15
新北市	汐止區	120.94	27.6	113
新北市	深坑區	158.94	31.62	140.4
新北市	烏來區	133.13	32.34	118.07
新北市	貢寮區	145.76	27.49	127.19
桃園市	中壢區	121.24	28.61	111.1
桃園市	大園區	115.37	18.65	104.63
桃園市	平鎮區	112.73	26.44	105.45
桃園市	桃園區	117.04	26.42	109.5
桃園市	龍潭區	124.56	29.27	116.52
新竹市	北區	115.68	27.26	107.79
新竹市	香山區	136.32	21.67	121.7
新竹縣	新埔鎮	98.39	24.55	94.29
新竹縣	新豐鄉	103.39	24.62	97.01
新竹縣	竹北市	109.42	26.66	103.44
新竹縣	竹東鎮	125.65	25.97	113.68
新竹縣	芎林鄉	156.57	29.17	146.63
苗栗縣	三義鄉	143.74	28	144.07
苗栗縣	公館鄉	134.39	20.92	120.61
苗栗縣	大湖鄉	143.45	23.57	128.59
苗栗縣	苑裡鎮	137.25	22.03	125.07
苗栗縣	苗栗市	128.89	26.37	121.47
苗栗縣	西湖鄉	175.27	23.3	159.63

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
苗栗縣	通霄鎮	149.89	22.11	137.28
苗栗縣	銅鑼鄉	128.43	21.45	119.55
苗栗縣	頭屋鄉	107.36	20.35	105.26
臺中市	中區	135.83	38.01	125.77
臺中市	北區	145.78	32.49	135.13
臺中市	北屯區	130.81	28.66	122.26
臺中市	南區	162.3	33.1	148.34
臺中市	南屯區	112.32	29.11	109.66
臺中市	后里區	111.24	22.3	102.46
臺中市	大肚區	141.64	26.15	130.29
臺中市	東區	138.34	29.18	127.82
臺中市	石岡區	136.7	19.64	127.6
臺中市	神岡區	160.3	26.92	144.43
臺中市	西區	127.38	28.63	121.4
臺中市	西屯區	121.64	28.32	114.93
臺中市	豐原區	136.56	29.65	129.52
臺中市	龍井區	186.43	31.85	163.9
彰化縣	北斗鎮	117.39	24.43	112.07
彰化縣	和美鎮	95.74	21.03	92.37
彰化縣	員林市	129.63	26.59	122.61
彰化縣	彰化市	126.68	27.87	121.26
彰化縣	田中鎮	107.33	21.92	99.01
彰化縣	社頭鄉	131.01	22.62	128.29

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
彰化縣	福興鄉	89.82	18.84	88.18
彰化縣	線西鄉	108.43	21.46	107.72
彰化縣	芬園鄉	105.99	19.54	112.79
彰化縣	花壇鄉	115.66	22.15	107.9
彰化縣	鹿港鎮	119.45	26.06	116.86
南投縣	南投市	133.35	28.17	127.02
南投縣	名間鄉	129.86	24.7	125.96
南投縣	竹山鎮	124.34	23.23	119.19
南投縣	草屯鎮	131	28.3	122.19
南投縣	集集鎮	138.25	27.02	125.44
南投縣	鹿谷鄉	108.22	20.46	102.49
雲林縣	二崙鄉	90.26	17.47	92.32
雲林縣	元長鄉	106.92	18.5	101.32
雲林縣	四湖鄉	105.11	16.89	101.41
雲林縣	土庫鎮	90.79	15.7	84.12
雲林縣	崙背鄉	113.3	22.31	104.32
雲林縣	東勢鄉	93.57	17.38	87.8
雲林縣	水林鄉	80.54	12.83	78.57
雲林縣	臺西鄉	107.99	14.93	98.96
雲林縣	莿桐鄉	90.29	20.25	87.49
雲林縣	西螺鎮	111.09	16.17	102.59
雲林縣	麥寮鄉	75.93	14.66	75.79
嘉義市	東區	117.41	28.73	111.15

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
嘉義市	西區	161.34	30.22	144.92
嘉義縣	中埔鄉	113.71	17.77	104.22
嘉義縣	大埔鄉	133.07	29.52	124.94
嘉義縣	太保市	121.22	19.11	109.47
嘉義縣	朴子市	108.44	20.09	109.02
嘉義縣	梅山鄉	103.04	21.59	97.77
嘉義縣	民雄鄉	99.63	17.8	93.02
嘉義縣	水上鄉	111.35	20.67	108.11
嘉義縣	番路鄉	143.54	25.37	130.05
嘉義縣	竹崎鄉	98.24	19.61	91.9
嘉義縣	阿里山鄉	133.8	28.44	124.68
臺南市	北區	102.28	23.96	95.68
臺南市	南區	104.64	24.3	97.96
臺南市	善化區	101.53	23.06	97.4
臺南市	安南區	122.88	27.17	114.18
臺南市	安定區	117.48	28.33	109.51
臺南市	新營區	122.12	27.55	116.09
臺南市	東區	120.46	28.68	110.22
臺南市	柳營區	115.56	21.86	106.02
臺南市	歸仁區	123.63	24.9	116.67
臺南市	永康區	118.46	31.06	109.96
臺南市	鹽水區	124.95	29.21	116.99
臺南市	麻豆區	114.67	25.21	105.14

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
高雄市	三民區	105.15	27.84	101.12
高雄市	仁武區	141.52	32.83	128.69
高雄市	大樹區	106.23	24.39	98.96
高雄市	大社區	112.17	28.77	105.42
高雄市	岡山區	98.22	24.42	92.82
高雄市	旗津區	155.23	28.9	144.21
高雄市	楠梓區	106.62	26.2	101.73
高雄市	橋頭區	117.19	25.91	106.88
高雄市	湖內區	116.5	25.55	111.43
高雄市	燕巢區	101.73	23.13	96.7
高雄市	苓雅區	107.52	28.97	103.84
高雄市	茄萣區	116.39	25.34	113.66
高雄市	路竹區	100.47	26.36	98.33
高雄市	那瑪夏區	133.12	29.2	115.73
高雄市	阿蓮區	94.61	22.33	88.48
高雄市	鳥松區	135.73	30.91	130.84
高雄市	鼓山區	113.74	26.38	107.22
屏東縣	九如鄉	115.01	25.31	105.6
屏東縣	內埔鄉	102.22	24.86	95.43
屏東縣	南州鄉	137.94	28.69	128.01
屏東縣	屏東市	108.94	28.03	103.83
屏東縣	新園鄉	82.34	21.64	79.71
屏東縣	東港鎮	100.64	26.21	96.74

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
屏東縣	潮州鎮	109.84	25.4	101.68
屏東縣	萬丹鄉	116.49	24.41	106.62
屏東縣	長治鄉	103.36	24.48	102.2
屏東縣	鹽埔鄉	113.8	25.63	104.01
臺東縣	卑南鄉	133.56	30.4	122.66
臺東縣	延平鄉	128.18	22.45	117.74
臺東縣	成功鎮	124.27	29.76	121.32
臺東縣	池上鄉	112.81	35.24	110.48
臺東縣	海端鄉	132.08	35.38	115.67
臺東縣	臺東市	109.78	29.93	102.66
臺東縣	長濱鄉	142.39	29.77	129.81
臺東縣	關山鎮	144.79	26.31	132.94
臺東縣	鹿野鄉	149.87	35.76	138.71
花蓮縣	吉安鄉	97.01	23.84	88.55
花蓮縣	壽豐鄉	143.76	28.92	139.85
花蓮縣	新城鄉	99.94	29.36	98.56
花蓮縣	秀林鄉	129.39	25.74	120.99
花蓮縣	花蓮市	110.77	28.91	103.37
花蓮縣	豐濱鄉	165.62	34.72	152.52
金門縣	烈嶼鄉	153.08	20.29	143.77
金門縣	烏坵鄉	20.41	12.64	33.47
金門縣	金城鎮	146.18	28.66	141.6
金門縣	金寧鄉	141.75	20.71	123.7

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
金門縣	金沙鎮	152.66	26.42	133.77
金門縣	金湖鎮	132.62	24.56	117.63
澎湖縣	七美鄉	73.25	23.35	73.13
澎湖縣	望安鄉	45.94	13.28	46.15
澎湖縣	湖西鄉	122.2	24.29	114.13
澎湖縣	白沙鄉	103.5	21.66	95.77
澎湖縣	西嶼鄉	105.66	19.39	96.27
澎湖縣	馬公市	116.29	28.69	110.28
連江縣	北竿鄉	113.59	35.55	109.63
連江縣	南竿鄉	143.72	27.74	140.38
連江縣	東引鄉	125.07	42.59	124.4
連江縣	莒光鄉	28.03	18.94	71.96

(四) 網頁開啟時間量測

本計畫今年量測之 4G 網路開啟 Google、Youtube 及 Facebook 手機版首頁的平均開啟時間。由於三個網站的首頁內容及檔案大小不同，因此平均開啟時間各有不同。由圖 3.6~圖 3.9 我們發現各縣市以 4G 網路開啟三大網頁的平均時間約 0.9~0.36 秒；其中開啟 Google 網頁最快的為連江縣的 0.36 秒，最慢的為雲林縣的 0.61 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為連江縣的 0.47 秒，最慢的為雲林縣的 0.69 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為連江縣的 0.44 秒，最慢的為雲林縣的 0.9 秒。

圖 3.6 為北區七縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為新北市的 0.4 秒，最慢的為宜蘭縣的 0.49 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為基隆市的 0.48 秒，最慢的為新竹縣的 0.63 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為基隆市的 0.45 秒，最慢的為新竹縣的 0.57 秒。

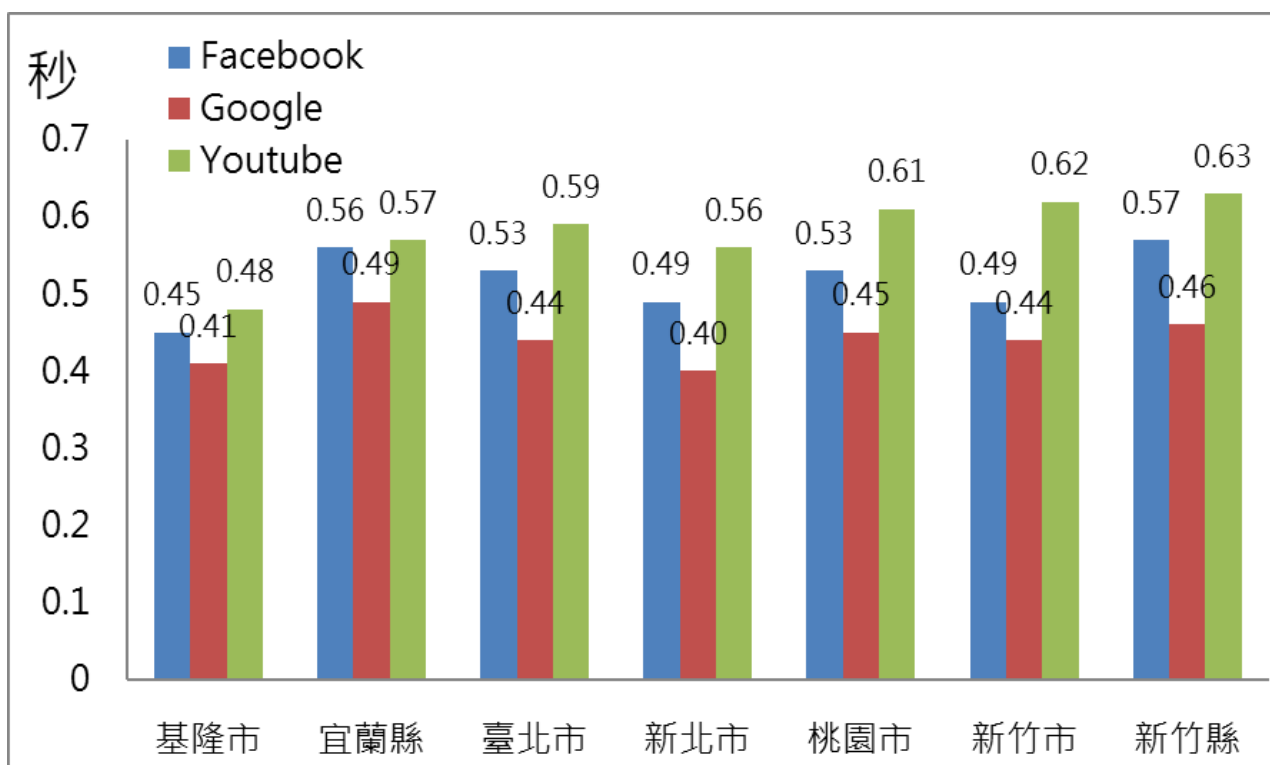


圖 3.6 定點量測-北區各縣市三大網頁開啟平均時間

圖 3.7 為中區五縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為苗栗縣的 0.44 秒，最慢的為雲林縣的 0.61 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為苗栗縣、彰化縣的 0.58 秒，最慢的為雲林縣的 0.69 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為臺中市、彰化縣的 0.56 秒，最慢的為雲林縣的 0.9 秒。

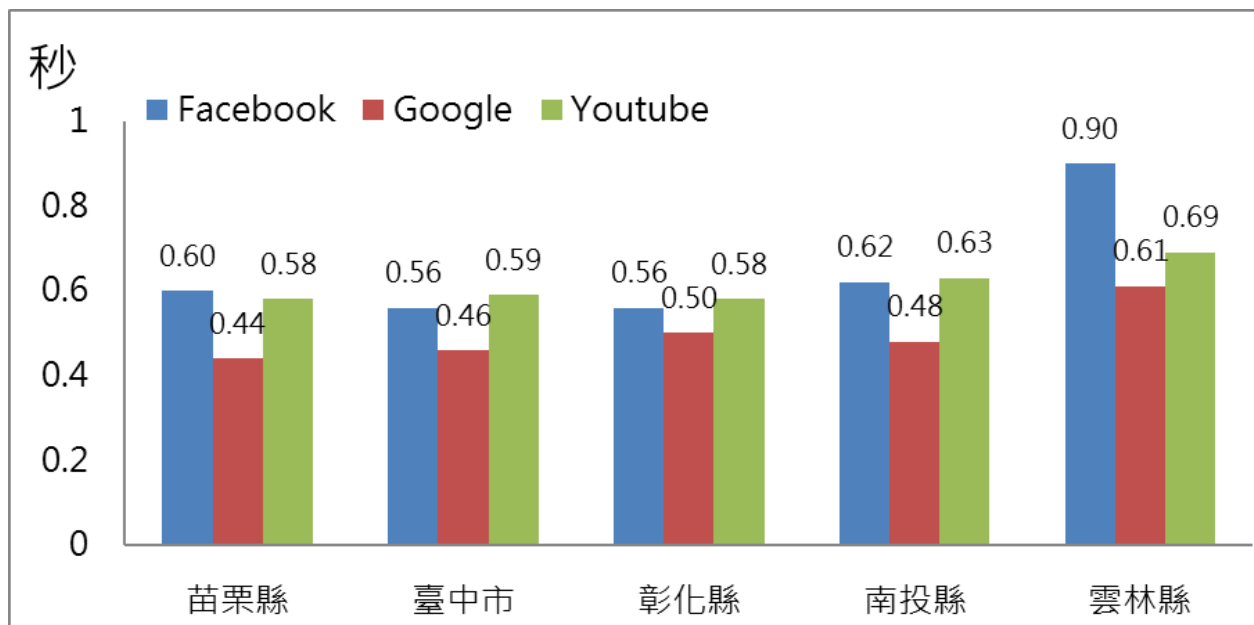


圖 3.7 定點量測-中區各縣市三大網頁開啟平均時間

圖 3.8 為南區五縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為高雄市的 0.42 秒，最慢的為嘉義縣的 0.56 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為高雄市的 0.59 秒，最慢的為嘉義市、嘉義縣的 0.66 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為高雄市的 0.52 秒，最慢的為臺南市的 0.84 秒。

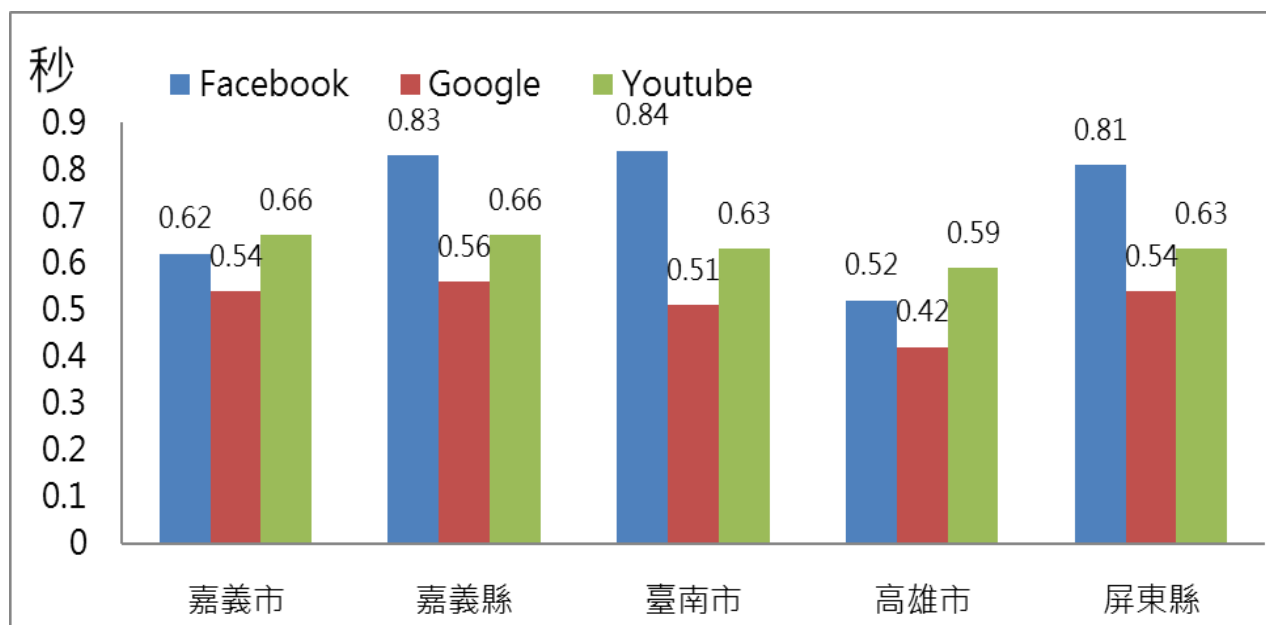


圖 3.8 定點量測-南區各縣市三大網頁開啟平均時間

圖 3.9 為東區及離島地區五縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為連江縣的 0.36 秒，最慢的為花蓮縣的 0.48 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為連江縣的 0.47 秒，最慢的為臺東縣的 0.56 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為連江縣的 0.44 秒，最慢的為澎湖縣的 0.6 秒。

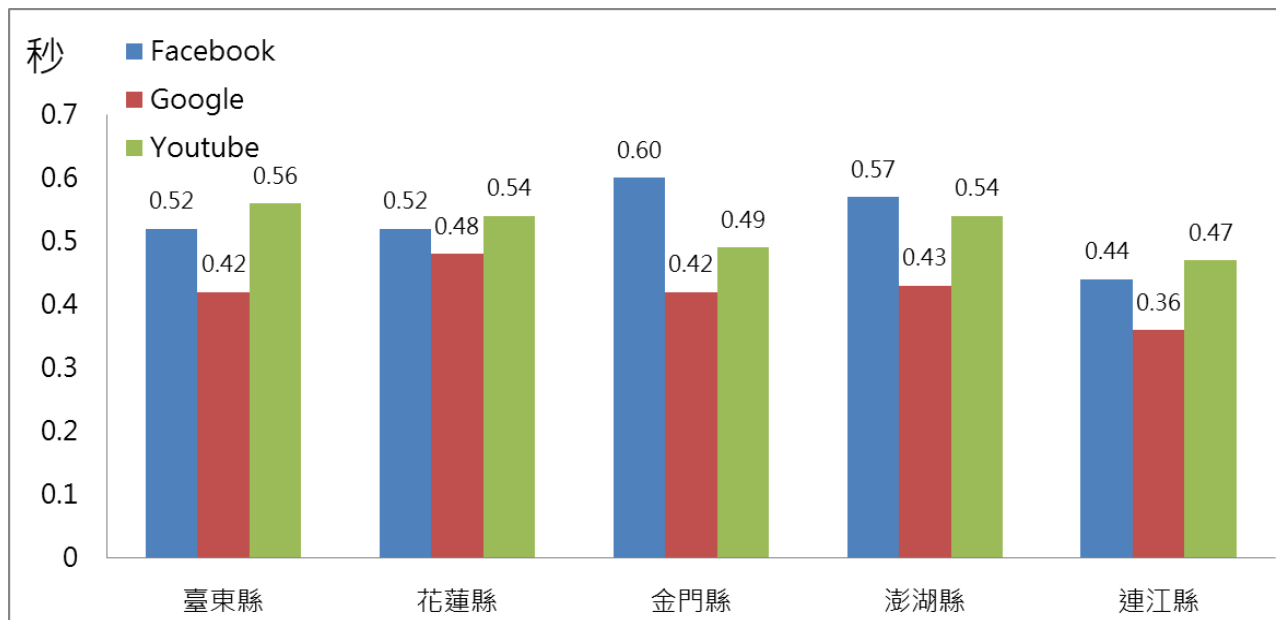


圖 3.9 定點量測-東區及離島各縣市三大網頁開啟平均時間

第二節 移動式量測分析

一、全部區域速率平均值

本（109）年度第一階段移動式量測總共完成新北市、新竹市、宜蘭縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、高雄市、花蓮縣、澎湖縣、連江縣及金門縣等十三個縣市；國道量測完成國道 1 號、國道 2 號、國道 3 號、國道 3 甲、國道 4 號、國道 5 號、國道 6 號、國道 8 號及國道 10 號；大眾運輸完成高鐵全線及高雄捷運全線之量測，本階段各區域 4G 平均下載及上傳速率請參閱附錄二。

所有移動式量測的路徑、訊號強度（RSRP）及訊號品質的訊雜比（SINR）請參閱附錄三。從圖 3.10 可以得知本階段量測區域全國 4G 平均下載速率為 65.26Mbps，平均上傳速率為 14.58Mbps，相較於 108 年度 5 月至 7 月的量測結果，4G 平均下載速率有明顯成長，平均上傳速率則小幅下降，主要因為今年度業者仍持續進行系統功能性擴充，將頻寬使用率大幅提升。

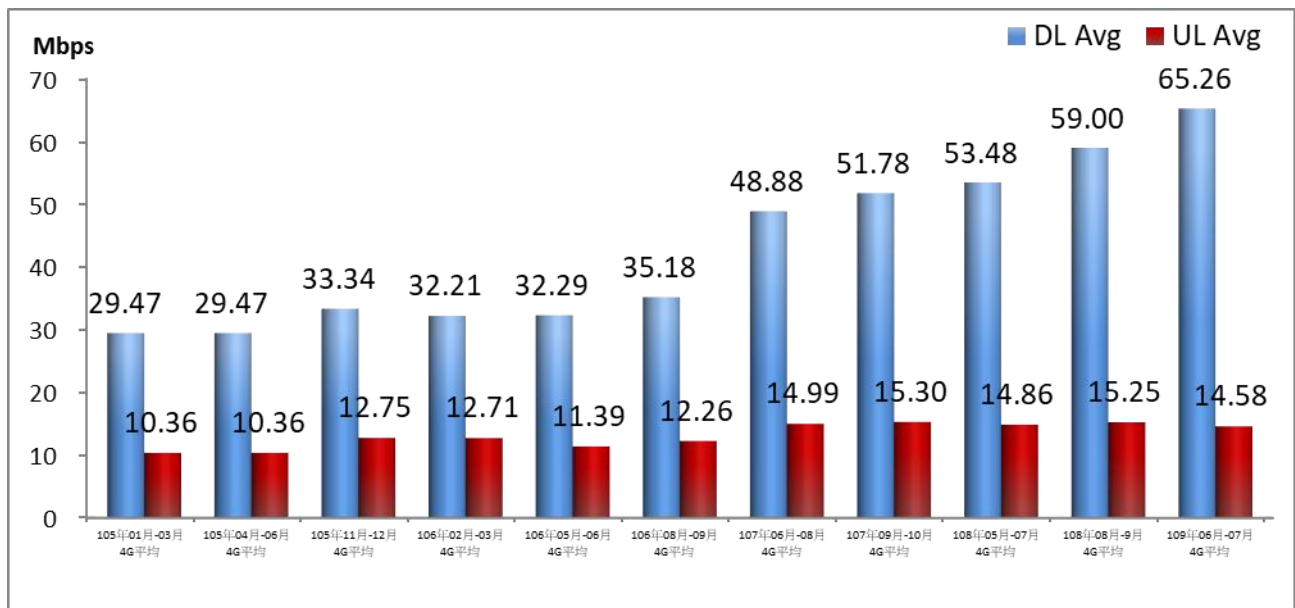


圖 3.10 移動式量測-全部區域速率平均值

二、縣市速率平均值

分析第一階段完成的 4G 移動式上網速率，如圖 3.11 所示。各縣市主要道路的 4G 平均下載速率介於 52.87Mbps~74.94Mbps 之間，其中最高平均下載速率為嘉義市的 74.94Mbps，最低平均下載速率為宜蘭縣的 52.87Mbps。4G 平均上傳速率部分，各縣市的平均上傳速率值皆高於 10.43Mbps 以上，其中最高平均上傳速率為嘉義市的 21.31Mbps，最低平均上傳速率為金門縣 10.43Mbps。

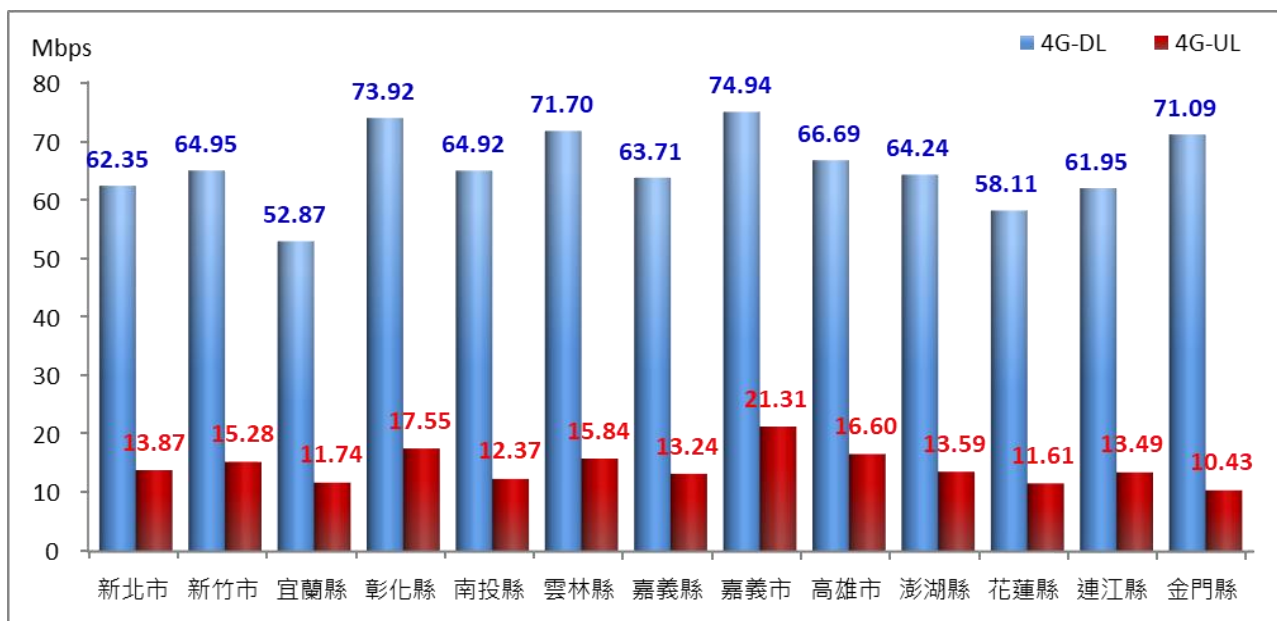


圖 3.11 第一階段移動量測（4G）-縣市速率平均值

三、國道或快速道路速率平均值

圖 3.12 為國道 4G 上網速率，最高平均下載速率為國道 6 的 96.87Mbps，最低平均下載速率為國道 2 號的 55.69Mbps；最高平均上傳速率為國道 6 的 20.87Mbps，最低平均上傳速率為國道 4 號 12.22Mbps。

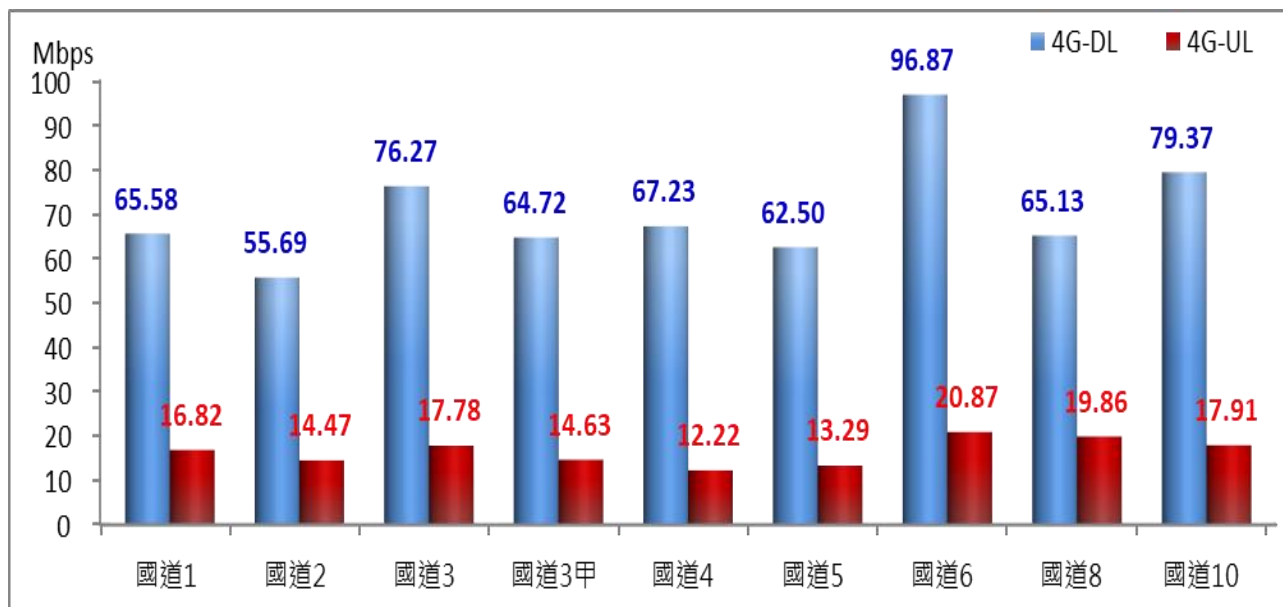


圖 3.12 第一階段移動量測（4G）-國道速率平均值

本計畫將國道及高速鐵路經過的縣市分開統計其上網速率，統計如表 3.3。

表 3.3 國道及高速鐵路經過的縣市上網速率

區域	縣市	4G-DL 全國 (Mbps)	4G-UL 全國 (Mbps)	區域	縣市	4G-DL 全國 (Mbps)	4G-UL 全國 (Mbps)
國道 1 號	基隆市	58.01	19.16	國道 3 號	基隆市	44.27	15.31
	臺北市	63.37	18.97		臺北市	65.03	16.78
	新北市	60.55	16.88		新北市	71.55	17.44
	桃園市	59.91	14.82		桃園市	86.00	16.42
	新竹縣	69.90	15.81		新竹縣	84.11	13.06
	新竹市	56.67	15.11		新竹市	103.50	26.78
	苗栗縣	76.98	17.60		苗栗縣	80.76	14.94
	臺中市	65.29	16.59		臺中市	70.80	14.71
	彰化縣	74.89	15.53		彰化縣	52.42	15.74
	雲林縣	66.36	17.53		南投縣	60.97	16.74
	嘉義縣	71.91	19.41		雲林縣	74.35	20.05
	嘉義市	80.45	23.15		嘉義縣	98.21	19.21
	臺南市	65.52	17.34		嘉義市	100.12	23.86
	高雄市	55.05	16.8		臺南市	88.46	19.89
國道 2 號	桃園市	59.87	15.27		高雄市	104.22	19.70
國道 3 甲	臺北市	64.71	14.30	高鐵	屏東縣	56.67	18.70
	新北市	77.79	24.79		臺北市	51.37	10.08
國道 4 號	臺中市	67.57	12.27		新北市	39.75	7.67
國道 5 號	宜蘭縣	59.56	14.16		桃園市	31.02	7.10
	臺北市	40.72	5.18		新竹縣	32.80	6.98
	新北市	68.15	11.57		新竹市	40.52	6.26
國道 6 號	臺中市	74.41	18.21		苗栗縣	37.46	5.58
	南投縣	96.14	20.39		臺中市	24.76	7.64
國道 8 號	臺南市	66.38	20.08		彰化縣	33.18	7.97
國道 10 號	高雄市	79.69	18.71		雲林縣	31.34	9.37
	屏東縣	71.25	13.26		嘉義縣	36.47	10.79
					臺南市	31.69	9.80
					高雄市	37.07	7.62

國道 1 及國道 3 行經的縣市，透過專業的後端分析平臺，以國道 1 及國道 3 沿路經過的縣市邊界劃分，再將縣市內量測所得數據統計，各縣市因為經過的距離長短不一，統計結果如圖 3.13 及圖 3.14 所示。

以統計數據來看，國道 1 沿線各縣市的平均下載速率均在 55Mbps 以上，最低下載速率為高雄市 55.05Mbps，最高為嘉義市 80.45Mbps。上傳速率則在 14Mbps 以上，國道 1 因為經過的路線均為人口較稠密的地區，平均上網速率比國道 3 略低。

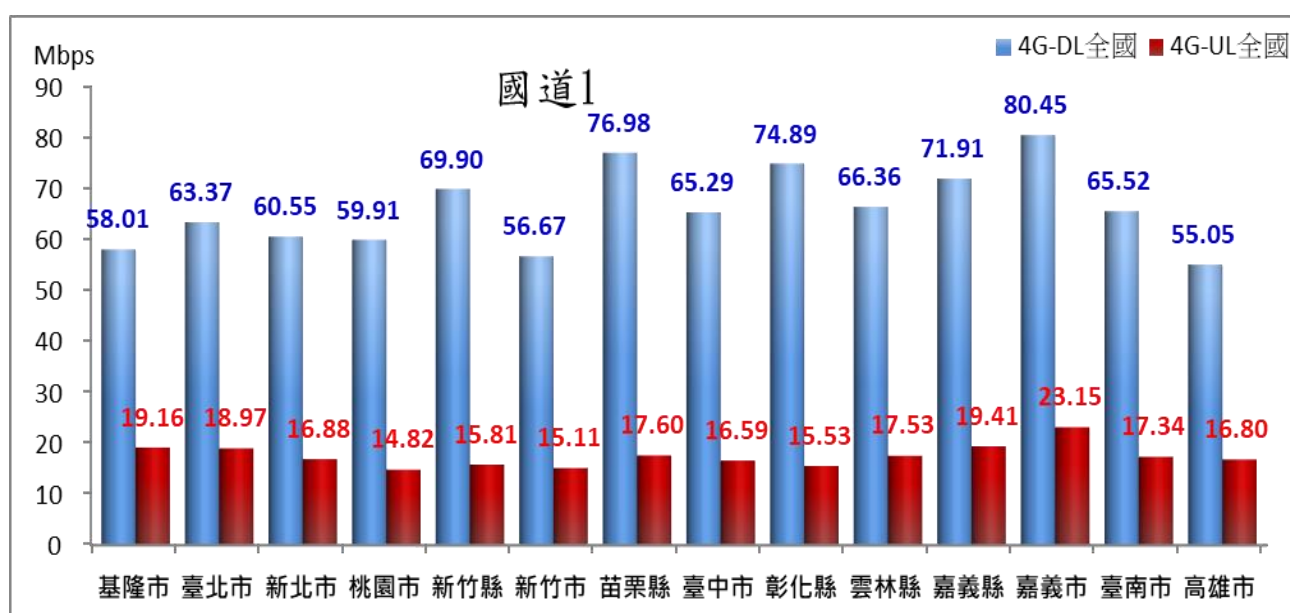


圖 3.13 國道 1 沿線各縣市上網速率

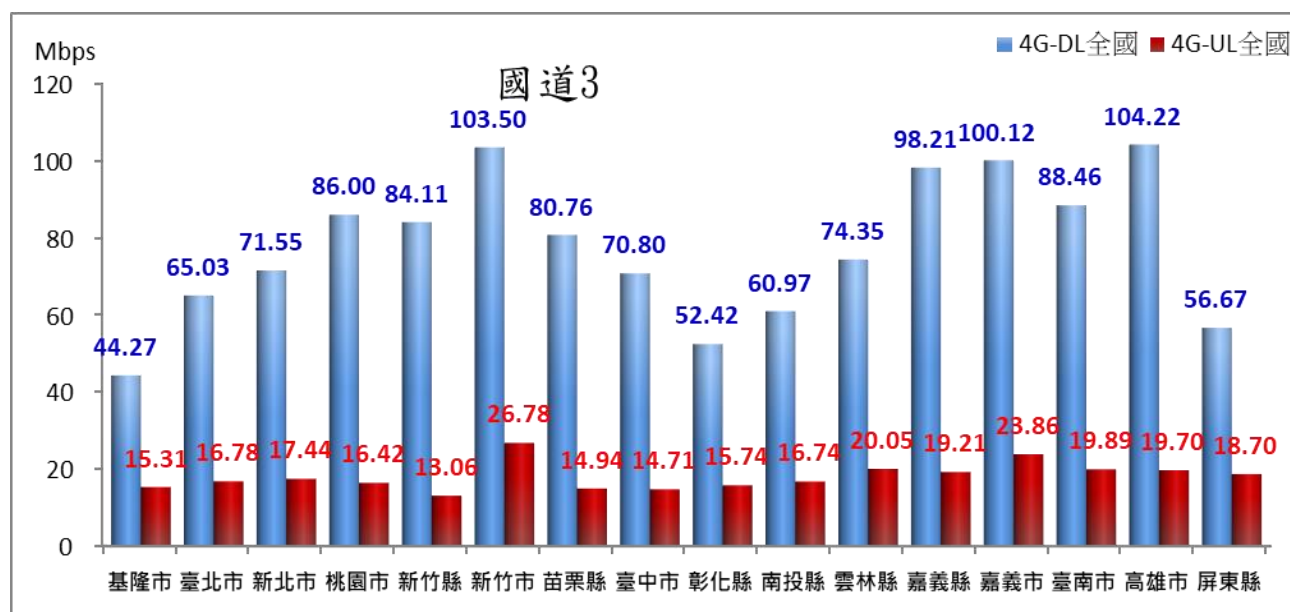


圖 3.14 國道 3 沿線各縣市上網速率

國道 3 路線經過 16 個縣市，每個縣市經過的時間均能有效的收錄到各家電信業者的上網速率量測資訊，最低的下載速率為基隆市的 44.27Mbps，最高為高雄市的 104.22Mbps，上傳速率則在 13Mbps 以上。

四、大眾運輸速率平均值

圖 3.15 是本（109）年度第一階段大眾運輸（高鐵及捷運）4G 上網速率，最高平均下載速率為高雄捷運（橘線）的 137.16Mbps，最低平均下載速率為高鐵的 32.62Mbps；最高平均上傳速率為高雄捷運（橘線）的 18.78Mbps，最低平均上傳速率為高鐵的 8.25Mbps。

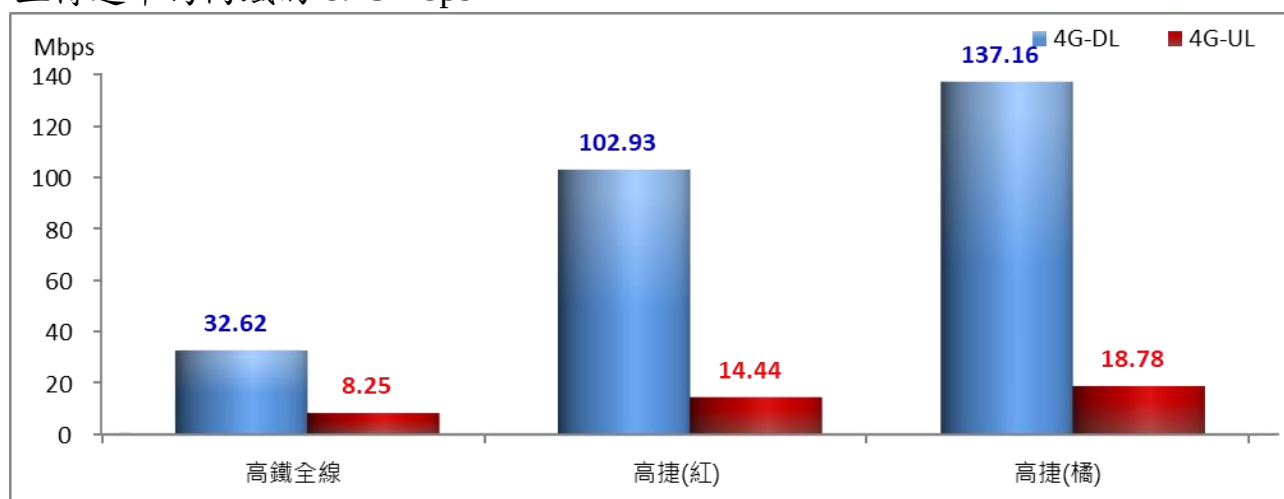


圖 3.15 移動式量測-大眾運輸（高鐵及捷運）4G 上網速率

我們將高鐵行經的縣市，透過專業的後端分析平臺，以高鐵沿路經過的縣市邊界劃分，再將縣市內量測所得數據統計，各縣市因為經過的距離長短不一，且高速行駛所取得的樣本數較一般行車速率少很多，各縣市統計結果如圖 3.16 所示。高鐵沿線縣市下載速率最低為臺中市的 24.76Mbps，最高為新竹市 40.52Mbps，上傳速率則都在 5.58Mbps~10.79Mbps。

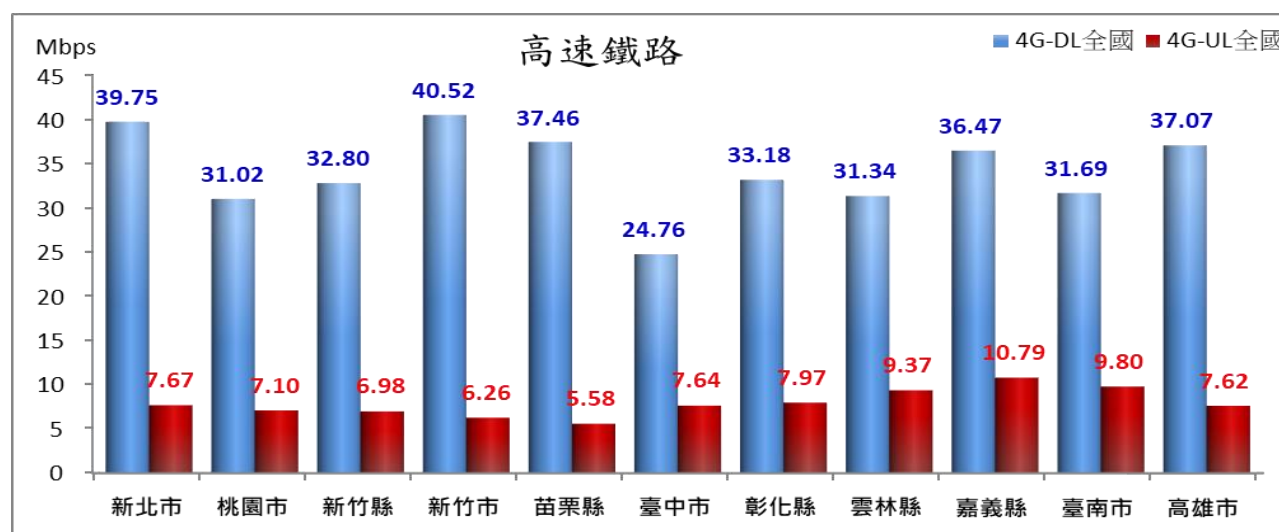


圖 3.16 高速鐵路沿線各縣市上網速率

五、通信中斷率分析

本（109）年度第一階段移動式量測通信中斷率量測包含國道 1 號、國道 2 號、國道 3 號、國道 3 甲、國道 4 號、國道 5 號、國道 6 號、國道 8 號及國道 10 號；高鐵全線及高雄捷運全線等，量測方式為撥話到各業者設定之語音音源號碼，撥通後通話時間設定為 90 秒，通話時間到後自動掛斷並等待 15 秒後繼續進行下一通語音通話測試。

藉由上述的語音測試過程，可記錄下通話過程中斷話訊息，並可藉由不斷的撥話測試來評估電信業者在一開始撥話的過程中，是否因為涵蓋面不足或其他網路因素，導致撥話失敗，導致語音撥通成功率降低。

通話中斷因素甚多，例如基地臺與基地臺彼此涵蓋區域是否完整、換手順不順暢及地形因素導致訊號突然中斷，再者頻繁進出隧道、高架道路信號品質太差，都是造成斷話的主因。以目前量測資料判斷，各業者在像國道這些重要道路，通常涵蓋已完備且經過優化後的網路，能讓消費者有良好的感受，若遇到基地臺服務出現障礙時，則涵蓋面及品質面都會受到影響，語音斷話機率就會增高。

六、國道通話中斷率及撥通成功率

本（109）年度第一階段移動式量測首次統計各家業者於 CSFB 及 VoLTE 兩種技術別的國道語音通話中斷率及撥通成功率，分別以表 3.4 及表 3.5 所示；使用 CSFB 時五家業者斷話率最高出現在國道 3 甲為 25%，其他國道的斷話機率均甚低，國道語音撥通率均高於 80%。使用 VoLTE 時五家業者斷話率最高出現於國道 8 為 20%，其他國道的斷話機率均極低，其他撥通率均高於 97.08%。

表 3.4 國道 CSFB 語音中斷及語音撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話	語音	通話成功 次數	通話中 斷次數	語音
				失敗次數	撥通率			中斷率
國道 1	CHT	CSFB	158	0	100.00%	158	1	0.63%
	TWM	CSFB	163	0	100.00%	163	1	0.61%
	TST	CSFB	166	1	99.40%	165	2	1.21%
	GT	CSFB	144	0	100.00%	144	1	0.69%
	FET	CSFB	164	0	100.00%	164	3	1.83%
國道 2	CHT	CSFB	8	0	100.00%	8	0	0.00%
	TWM	CSFB	8	0	100.00%	8	0	0.00%
	TST	CSFB	8	0	100.00%	8	0	0.00%
	GT	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	FET	CSFB	8	0	100.00%	8	0	0.00%
國道 3	CHT	CSFB	175	0	100.00%	175	2	1.14%
	TWM	CSFB	178	2	98.88%	176	0	0.00%
	TST	CSFB	179	1	99.44%	178	3	1.69%
	GT	CSFB	139	1	99.28%	138	1	0.72%
	FET	CSFB	176	0	100.00%	176	1	0.57%
國道 3 甲	CHT	CSFB	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	TWM	CSFB	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	TST	CSFB	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	GT	CSFB	5	1	80.00%	4	1	25.00%
	FET	CSFB	4	0	100.00%	4	0	0.00%
國道 4	CHT	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	TWM	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	TST	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	GT	CSFB	8	0	100.00%	8	0	0.00%
	FET	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話	語音	通話成功 次數	通話中 斷次數	語音
				失敗次數	撥通率			中斷率
國道 5	CHT	CSFB	24	1	95.83%	23	0	0.00%
	TWM	CSFB	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	TST	CSFB	23	0	100.00%	23	1	4.35%
	GT	CSFB	25	1	96.00%	24	0	0.00%
	FET	CSFB	23	0	100.00%	23	0	0.00%
國道 6	CHT	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	TWM	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	TST	CSFB	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	GT	CSFB	15	0	100.00%	15	1	6.67%
	FET	CSFB	19	0	100.00%	19	0	0.00%
國道 8	CHT	CSFB	5	0	100.00%	5	1	20.00%
	TWM	CSFB	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	TST	CSFB	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	GT	CSFB	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	FET	CSFB	5	0	100.00%	5	0	0.00%
國道 10	CHT	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TWM	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TST	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	GT	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	FET	CSFB	15	1	93.33%	14	0	0.00%

表 3.5 國道 VoLTE 語音中斷及語音撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話	語音	通話成功 次數	通話中斷 次數	語音
				失敗次數	撥通率			中斷率
國道 1	CHT	VoLTE	171	5	97.08%	166	2	1.20%
	TWM	VoLTE	168	0	100.00%	168	0	0.00%
	TST	VoLTE	168	0	100.00%	168	4	2.38%
	GT	VoLTE	167	0	100.00%	167	1	0.60%
	FET	VoLTE	167	0	100.00%	167	0	0.00%
國道 2	CHT	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	TWM	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	TST	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	GT	VoLTE	8	0	100.00%	8	0	0.00%
	FET	VoLTE	8	0	100.00%	8	0	0.00%
國道 3	CHT	VoLTE	199	0	100.00%	199	0	0.00%
	TWM	VoLTE	179	0	100.00%	179	0	0.00%
	TST	VoLTE	178	0	100.00%	178	0	0.00%
	GT	VoLTE	178	0	100.00%	178	0	0.00%
	FET	VoLTE	178	0	100.00%	178	0	0.00%
國道 3 甲	CHT	VoLTE	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	TWM	VoLTE	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	TST	VoLTE	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	GT	VoLTE	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	FET	VoLTE	4	0	100.00%	4	0	0.00%
國道 4	CHT	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	TWM	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	TST	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	GT	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	FET	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話	語音	通話成功 次數	通話中斷 次數	語音
				失敗次數	撥通率			中斷率
國道 5	CHT	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
	TWM	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
	TST	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
	GT	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
	FET	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
國道 6	CHT	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	TWM	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	TST	VoLTE	18	0	100.00%	18	1	5.56%
	GT	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	FET	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
國道 8	CHT	VoLTE	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	TWM	VoLTE	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	TST	VoLTE	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	GT	VoLTE	5	0	100.00%	5	1	20.00%
	FET	VoLTE	5	0	100.00%	5	0	0.00%
國道 10	CHT	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	TWM	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	TST	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	GT	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	FET	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%

七、高鐵及高雄捷運

本(109)年度第一階段移動式量測大眾運輸語音通話中斷率及撥通成功率，分別以表 3.6 及表 3.7 所示；使用 CSFB 時最低中斷率為高雄捷運紅線未發生斷話，最差通話中斷率為高鐵的 6.33%；最佳撥話成功率為高雄捷運達 100%，高鐵由於行駛速度較高及部分路段有較長隧道，影響因素較多，但撥通率最低也達 91.73%。使用 VoLTE 時高雄捷運未發生斷話，最差中斷率為高鐵的 4.29%；撥話成功率高雄捷運達 100%，高鐵最低也達 97.22%。

表 3.6 高鐵及高雄捷運 CSFB 語音中斷率及通話撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
高鐵	CHT	CSFB	151	4	97.35%	147	1	0.68%
	TWM	CSFB	158	4	97.47%	154	1	0.65%
	TST	CSFB	162	4	97.53%	158	10	6.33%
	GT	CSFB	133	11	91.73%	122	4	3.28%
	FET	CSFB	151	2	98.68%	149	3	2.01%
高雄捷運 (紅線)	CHT	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	TWM	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	TST	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	GT	CSFB	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	FET	CSFB	28	0	100.00%	28	0	0.00%
高雄捷運 (橘線)	CHT	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TWM	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	GT	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	FET	CSFB	15	0	100.00%	15	1	6.67%

表 3.7 高鐵及高雄捷運 VoLTE 語音中斷率及通話撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
高鐵	CHT	VoLTE	171	0	100.00%	171	1	0.58%
	TWM	VoLTE	179	0	100.00%	179	0	0.00%
	TST	VoLTE	144	4	97.22%	140	6	4.29%
	GT	VoLTE	183	2	98.91%	181	1	0.55%
	FET	VoLTE	179	2	98.88%	177	2	1.13%
高雄捷運 (紅線)	CHT	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	TWM	VoLTE	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	TST	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	GT	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	FET	VoLTE	27	0	100.00%	27	0	0.00%
高雄捷運 (橘線)	CHT	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TWM	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	GT	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	FET	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%

註 1：撥話次數為嘗試撥話的次數，撥話過程可能會成功也可能會失敗，撥話過程中若失敗，即計入撥通失敗次數，也會導致撥通率降低。

註 2：通話正常完成即計入通話成功次數

八、數據斷話率

當用戶一開機時會向系統要求建立 RRC(Radio Resource Control) connection，RRC connection 這條鏈路建立連線後，手機及系統即開始溝通訊息，因此也成為數據服務必要的通信，一旦在移動過程中無線通訊因為某些因素（例如：交遞失敗，網路壅塞，網路涵蓋微弱，頻段干擾，設備故障）造成 RRC 連線中斷，手機也會立刻自動重建這條連線鏈路，因此一般用戶並不會有明顯的感受。這一次我們利用專業的量測儀器進行數據通信中斷研究，在國道、高鐵及捷運分別統計如下表 3.8。

如同上述說明，部分路段因為在數據服務時 RRC 連線建立的次數並不多，因此我們在統計的過程中，有可能建立 5 次的 RRC connection 成功，但只要在過程中因故中斷一次，則數據服務中斷率即為 20%，但因為數據中斷後，會立刻自動重新連線，消費者往往不會發現服務中斷過，因此以 RRC 重建時間超過三秒的次數做計算，除非弱訊涵蓋或受到嚴重的干擾，數據服務建立就容易出現失敗的機會，若未及時建立，則數據服務會暫時停止，例如下載檔案將暫時中斷，因此也會反映在速率量測上，以國道、高鐵及高雄捷運等主要的交通運輸要道，業者均將這些區域列為最高優先建設地區，因此網路涵蓋也較無問題。

表 3.8 第一階段移動量測數據中斷率

區域	業者	重建超過三秒 次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
國道 1	CHT	0	82	0.00%
	TWM	0	58	0.00%
	TST	0	56	0.00%
	GT	0	89	0.00%
	FET	0	87	0.00%
國道 2	CHT	0	1	0.00%
	TWM	0	8	0.00%
	TST	0	3	0.00%
	GT	0	2	0.00%
	FET	0	0	0.00%
國道 3	CHT	0	33	0.00%
	TWM	0	21	0.00%
	TST	0	32	0.00%
	GT	0	27	0.00%
	FET	0	15	0.00%
國道 3 甲	CHT	0	3	0.00%
	TWM	0	11	0.00%
	TST	0	5	0.00%
	GT	0	6	0.00%
	FET	0	4	0.00%

區域	業者	重建超過三秒 次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
國道 4	CHT	0	1	0.00%
	TWM	0	2	0.00%
	TST	0	3	0.00%
	GT	0	1	0.00%
	FET	0	1	0.00%
國道 5	CHT	0	2	0.00%
	TWM	0	35	0.00%
	TST	0	4	0.00%
	GT	0	7	0.00%
	FET	0	4	0.00%
國道 6	CHT	0	1	0.00%
	TWM	0	1	0.00%
	TST	0	4	0.00%
	GT	0	6	0.00%
	FET	0	0	0.00%
國道 8	CHT	0	2	0.00%
	TWM	0	1	0.00%
	TST	0	3	0.00%
	GT	0	1	0.00%
	FET	0	1	0.00%
國道 10	CHT	0	1	0.00%
	TWM	0	1	0.00%
	TST	0	3	0.00%
	GT	0	1	0.00%
	FET	0	1	0.00%
高鐵	CHT	0	162	0.00%
	TWM	0	495	0.00%
	TST	0	185	0.00%
	GT	0	147	0.00%
	FET	0	33	0.00%

區域	業者	重建超過三秒 次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
高雄捷運（紅）	CHT	0	4	0.00%
	TWM	0	2	0.00%
	TST	0	36	0.00%
	GT	0	15	0.00%
	FET	0	1	0.00%
高雄捷運（橘）	CHT	0	4	0.00%
	TWM	0	4	0.00%
	TST	0	4	0.00%
	GT	0	10	0.00%
	FET	0	1	0.00%

九、載波聚合(CA)使用比例

國內五家電信者因為投資政策及布局考量，因此在三次的頻譜釋照中，取得頻寬各有不同，在 4G 網路中，會因為用戶的使用行為啟動載波聚合功能來取更寬的頻寬進行服務，因此國內中華電信已經提供 5CA 的服務，遠傳電信為 4CA，台灣大哥大為 3CA，台灣之星及亞太電信則已提供 2CA 服務等。

因為啟動 CA 後，系統會視無線端資源的多寡來決定提供幾個 CA，因此 CA 數量會不斷得更新。我們將移動量測中的各種不同區域進行 CA 統計，詳如表 3.9 中所列，在各區域中各業者呈現的 CA 比例，代表著量測過程中 CA 啟動的比例，無線端的資源部署的越多，啟動的機會就會越高，消費者就能享有更順暢的上網服務。中華電信在第一階段量測區域平均使用 CA 超過 90%比例最多，台灣大哥大及遠傳電信則相近，三家業者的建設涵蓋比較均勻分布。台灣之星在人口較為密集的都會區及重要的國道或大眾運輸等區域，大部份落在 60~70%，亞太電信目前 CA 使用比例較為落後，尚有部分區域並無提供 CA，顯示投入建設資源較少。

表 3.9 第一階段移動量測各業者載波聚合使用比例

區域	縣市	中華電信	台灣大哥大	台灣之星	亞太電信	遠傳電信
北區	新北市	95.08%	92.27%	78.75%	100.00%	91.12%
北區	新竹市	98.16%	93.45%	76.00%	100.00%	93.88%
北區	宜蘭縣	93.41%	86.54%	36.74%	100.00%	89.31%
中區	彰化縣	98.17%	96.67%	77.80%	16.24%	95.40%
中區	南投縣	96.90%	96.45%	59.46%	11.14%	90.58%
中區	雲林縣	96.88%	97.45%	66.37%	11.77%	95.85%
南區	嘉義縣	99.10%	88.54%	57.40%	4.83%	93.69%
南區	嘉義市	99.35%	95.70%	95.50%	5.48%	98.92%
南區	高雄市	96.97%	92.26%	83.40%	23.72%	95.10%
東區及離島地區	花蓮縣	96.16%	85.16%	17.91%	100.00%	90.59%
東區及離島地區	澎湖縣	53.52%	87.57%	75.99%	0.00%	51.95%
東區及離島地區	連江縣	49.68%	96.76%	50.65%	0.00%	49.04%
東區及離島地區	金門縣	53.4%	89.92%	61.82%	0.00%	50.3%
國道	國道 1	96.03%	96.18%	76.04%	22.34%	97.94%
國道	國道 2	95.42%	95.22%	81.52%	99.86%	91.23%
國道	國道 3	98.13%	98.00%	67.45%	15.36%	97.45%
國道	國道 3 甲	98.04%	89.25%	42.06%	100.00%	86.13%
國道	國道 4	98.01%	97.04%	85.13%	31.82%	98.62%
國道	國道 5	98.17%	89.33%	14.10%	100.00%	90.78%
國道	國道 6	98.06%	98.68%	63.31%	0.00%	97.02%
國道	國道 8	95.93%	99.07%	81.65%	12.45%	99.49%
國道	國道 10	99.05%	99.55%	72.05%	1.21%	98.35%
大眾運輸	高鐵全線	96.36%	89.25%	42.56%	11.91%	81.77%
大眾運輸	高雄捷運(紅)	95.13%	97.48%	65.41%	3.56%	99.72%
大眾運輸	高雄捷運(橘)	93.35%	96.91%	46.67%	0.00%	99.95%

由於速率高低與 CA 使用比例有相當高的關聯性，若業者建設時會依據公司政策、投資網路建設的金額及用戶的需求等考量進行網路的擴建。今年度為更落實調查各業者實際在各區域的建設成果，特別對於不同區域裡使用不同 CA 組合(2CA,3CA,4CA,5CA)的比例進行分析。

如上所述，由於各業者在頻譜釋照時，即已確定 CA 組合的最高上限，因此我們從表 3.8~3.12 可以知道不同業者其不同 CA 組合使用比例為何？越多的 CA 組合(例如 5CA)，代表網路的建設及優化成果，可使用的資源越多，速率相對也能更快速。

以中華電信為例，連江縣，國道 3 甲兩個地區 5CA 的比例較差，其餘多數區域都已經完成 5CA 的建設，高雄捷運的部分 5CA 使用比例高達 88%以上。

表 3.10 第一階段移動量測中華電信在各區域使用不同 CA 組合比例

中華電信					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	13.74%	22.51%	28.17%	30.67%
北區	新竹市	9.02%	22.77%	29.38%	36.98%
北區	宜蘭縣	18.62%	33.08%	22.09%	19.63%
中區	彰化縣	16.07%	9.59%	3.51%	69.01%
中區	南投縣	25.15%	10.96%	1.89%	58.89%
中區	雲林縣	10.33%	15.59%	7.42%	63.54%
南區	嘉義縣	21.64%	12.45%	4.46%	60.55%
南區	嘉義市	4.85%	18.07%	4.27%	72.15%
南區	高雄市	19.05%	11.15%	6.49%	60.28%
東區及離島地區	花蓮縣	15.25%	53.88%	19.52%	7.51%
東區及離島地區	澎湖縣	4.35%	0.87%	0.67%	47.62%
東區及離島地區	連江縣	2.57%	0.23%	46.88%	0.01%
東區及離島地區	金門縣	4.64%	0.28%	0.05%	48.43%
國道	國道 1	4.87%	11.00%	7.81%	72.35%
國道	國道 2	10.32%	24.68%	25.96%	34.46%
國道	國道 3	6.63%	16.69%	5.87%	68.93%
國道	國道 3 甲	9.38%	40.11%	48.55%	0.00%
國道	國道 4	7.38%	5.69%	5.26%	79.69%
國道	國道 5	5.68%	26.31%	51.22%	14.97%
國道	國道 6	7.60%	12.53%	0.12%	77.81%
國道	國道 8	0.69%	8.05%	10.97%	76.21%
國道	國道 10	5.42%	9.32%	12.29%	72.02%
大眾運輸	高鐵全線	5.24%	15.90%	24.49%	50.73%
大眾運輸	高雄捷運(紅)	3.22%	0.34%	3.03%	88.54%
大眾運輸	高雄捷運(橘)	0.00%	0.00%	0.00%	93.35%

表 3.11 第一階段移動量測台灣大哥大在各區域使用不同 CA 組合比例

台灣大哥大					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	35.49%	56.77%		
北區	新竹市	76.27%	17.17%		
北區	宜蘭縣	65.42%	21.12%		
中區	彰化縣	26.55%	70.12%		
中區	南投縣	42.48%	53.97%		
中區	雲林縣	35.35%	62.10%		
南區	嘉義縣	34.71%	53.84%		
南區	嘉義市	25.30%	70.40%		
南區	高雄市	26.97%	65.29%		
東區及離島地區	花蓮縣	81.64%	3.52%		
東區及離島地區	澎湖縣	33.00%	54.57%		
東區及離島地區	連江縣	29.56%	67.20%		
東區及離島地區	金門縣	41.65%	48.27%		
國道	國道 1	29.04%	67.15%		
國道	國道 2	59.74%	35.48%		
國道	國道 3	36.72%	61.28%		
國道	國道 3 甲	51.68%	37.58%		
國道	國道 4	10.10%	86.94%		
國道	國道 5	82.39%	6.94%		
國道	國道 6	48.65%	50.03%		
國道	國道 8	39.57%	59.50%		
國道	國道 10	20.82%	78.73%		
大眾運輸	高鐵全線	28.62%	60.63%		
大眾運輸	高雄捷運(紅)	10.66%	86.82%		
大眾運輸	高雄捷運(橘)	4.04%	92.87%		

台灣大哥大最高載波聚合數為 3CA，在第一階段量測區域內，可發現全部區域均已出現可使用 3CA 環境，尤其在大眾運輸部分在量測時 3CA 比例最高達到 92.87%，大部分縣市及國道上網環境，使用載波聚合還是以 3CA 比例較高。

表 3.12 第一階段移動量測台灣之星在各區域使用不同 CA 組合比例

台灣之星					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	78.75%			
北區	新竹市	76.00%			
北區	宜蘭縣	36.74%			
中區	彰化縣	77.80%			
中區	南投縣	59.46%			
中區	雲林縣	66.37%			
南區	嘉義縣	57.40%			
南區	嘉義市	95.50%			
南區	高雄市	83.40%			
東區及離島地區	花蓮縣	17.91%			
東區及離島地區	澎湖縣	75.99%			
東區及離島地區	連江縣	50.65%			
東區及離島地區	金門縣	61.82%			
國道	國道 1	76.04%			
國道	國道 2	81.52%			
國道	國道 3	67.45%			
國道	國道 3 甲	42.06%			
國道	國道 4	85.13%			
國道	國道 5	14.10%			
國道	國道 6	63.61%			
國道	國道 8	81.65%			
國道	國道 10	72.05%			
大眾運輸	高鐵全線	42.56%			
大眾運輸	高雄捷運(紅)	65.41%			
大眾運輸	高雄捷運(橘)	46.67%			

台灣之星最高載波聚合數為 2CA，但由於仍需要保留 5MHz 作為語音服務使用，因此在本階段量測區域內，可發現全部區域還是與去年一樣維持使用 2CA 環境，國道 5 僅能使用 14.1%，表示國道 5 號目前台灣之星網路資源及建設相對比其餘國道較為不足。

表 3.13 第一階段移動量測亞太電信在各區域使用不同 CA 組合比例

亞太電信					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	100.00%			
北區	新竹市	100.00%			
北區	宜蘭縣	100.00%			
中區	彰化縣	16.24%			
中區	南投縣	11.14%			
中區	雲林縣	11.77%			
南區	嘉義縣	4.83%			
南區	嘉義市	5.48%			
南區	高雄市	23.72%			
東區及離島地區	花蓮縣	100.00%			
東區及離島地區	澎湖縣	0.00%			
東區及離島地區	連江縣	0.00%			
東區及離島地區	金門縣	0.00%			
國道	國道 1	22.34%			
國道	國道 2	99.86%			
國道	國道 3	15.36%			
國道	國道 3 甲	100.00%			
國道	國道 4	30.82%			
國道	國道 5	100.00%			
國道	國道 6	0.00%			
國道	國道 8	12.45%			
國道	國道 10	1.21%			
大眾運輸	高鐵全線	11.91%			
大眾運輸	高雄捷運(紅)	3.56%			
大眾運輸	高雄捷運(橘)	0.00%			

亞太電信最高載波聚合數雖為 2CA，但因各公司有不同的政策考量，可發現全部區域還是與去年一樣維持使用 2CA 環境，國道 6、高雄捷運橘線及離島連江縣、金門縣、澎湖縣及高雄捷運(橘)尚無法使用 CA 上網，表示這些區域目前網路建設僅能單一頻段服務，或是已經建設 2CA 環境但尚未完成優化也可能是其中一個因素。

表 3.14 第一階段移動量測遠傳電信在各區域使用不同 CA 組合比例

遠傳電信					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	28.09%	47.32%	15.71%	
北區	新竹市	35.16%	57.35%	1.37%	
北區	宜蘭縣	36.21%	48.48%	4.62%	
中區	彰化縣	9.39%	21.86%	64.14%	
中區	南投縣	21.09%	26.32%	43.17%	
中區	雲林縣	13.90%	25.37%	56.58%	
南區	嘉義縣	15.73%	40.84%	37.12%	
南區	嘉義市	12.62%	26.85%	59.45%	
南區	高雄市	18.78%	24.86%	51.45%	
東區及離島地區	花蓮縣	38.30%	47.27%	5.02%	
東區及離島地區	澎湖縣	4.09%	26.00%	21.86%	
東區及離島地區	連江縣	18.19%	30.85%	0.00%	
東區及離島地區	金門縣	2.25%	9.13%	38.92%	
國道	國道 1	13.75%	32.52%	51.68%	
國道	國道 2	29.93%	54.79%	6.52%	
國道	國道 3	15.66%	32.28%	49.52%	
國道	國道 3 甲	36.70%	49.43%	0.00%	
國道	國道 4	6.31%	43.41%	48.90%	
國道	國道 5	50.44%	35.17%	5.17%	
國道	國道 6	8.19%	29.55%	59.28%	
國道	國道 8	15.25%	34.29%	49.95%	
國道	國道 10	16.11%	25.92%	56.33%	
大眾運輸	高鐵全線	32.85%	43.69%	5.24%	
大眾運輸	高雄捷運(紅)	11.53%	33.82%	54.36%	
大眾運輸	高雄捷運(橘)	0.73%	97.2%	2.00%	

遠傳電信最高載波聚合數為 4CA，在本階段量測區域內，可發現大部分區域均已出現可使用 4CA 環境，尤其在彰化縣、雲林縣、嘉義市、國道 1、3、4、6、8、10 及高雄捷運 4CA 比例較高，其他地區使用載波聚合還是以 3CA 比例較高。

第四章 第二階段測速

第一節 定點量測分析

本（109）年度第二階段 8 月至 10 月定點量測完成 22 縣市內的 219 鄉鎮市區，總共 3,925 個量測點（含村里長辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、全部臺鐵火車站、百貨公司、國家風景區遊客中心、衛生所等區域），如表 4.1。

表 4.1 109 年度第二階段定點量測數量統計

縣市	第二階段 預估量測點數	第二階段 實際量測點數	縣市區域實際量測點數
臺北市	234	234	士林區 53、大同區 26、大安區 57、北投區 42、松山區 33、萬華區 23
新北市	564	564	三峽區 28、三芝區 13、三重區 119、中和區 82、五股區 20、八里區 10、土城區 20、坪林區 7、平溪區 14、林口區 17、樹林區 43、泰山區 17、淡水區 42、瑞芳區 34、石碇區 13、石門區 9、萬里區 10、蘆洲區 38、金山區 15、雙溪區 13、鶯歌區 20。
基隆市	79	79	七堵區 20、中山區 24、中正區 1、信義區 20、暖暖區 14
宜蘭縣	117	117	三星鄉 18、五結鄉 15、冬山鄉 3、南澳鄉 7、大同鄉 9、宜蘭市 39、蘇澳鎮 26。
桃園市	252	252	八德區 48、大溪區 28、平鎮區 7、復興區 10、新屋區 23、楊梅區 41、蘆竹區 39、觀音區 24、龜山區 32。
新竹縣	96	96	五峰鄉 4、北埔鄉 9、寶山鄉 10、尖石鄉 7、峨眉鄉 6、橫山鄉 11、湖口鄉 20、芎林鄉 8、關西鎮 21。
新竹市	61	61	東區 53、香山區 8
連江縣	0	0	因疫情影響，連江縣、金門縣、澎湖縣 量測全部於第一階段量測。
苗栗縣	139	139	三灣鄉 8、卓蘭鎮 11、南庄鄉 10、後龍鎮 23、泰安鄉 8、獅潭鄉 7、竹南鎮 25、西湖鄉 4、造橋鄉 10、頭份市 33。
臺中市	315	315	和平區 9、外埔區 11、大安區 12、大甲區 29、大里區 27、大雅區 15、太平區 39、新社區 13、東勢區 25、梧棲區 14、沙鹿區 21、清水區 32、潭子區 17、烏日區 17、霧峰區 21、龍井區 13。
彰化縣	295	295	二林鎮 27、二水鄉 17、伸港鄉 14、北斗鎮 5、埔心鄉 20、埔鹽鄉 22、埤頭鄉 17、大城鄉 15、大村鄉 16、永靖鄉 24、溪州鄉 19、溪湖鎮 25、田尾鄉 20、秀水鄉 14、竹塘鄉 14、芳苑鄉 26。

縣市	第二階段 預估量測點數	第二階段 實際量測點數	縣市區域實際量測點數
南投縣	131	131	中寮鄉 18、仁愛鄉 16、信義鄉 14、國姓鄉 13、埔里鎮 33、水里鄉 19、魚池鄉 13、鹿谷鄉 5。
金門縣	0	0	因疫情影響，連江縣、金門縣、澎湖縣 量測全部於第一階段量測。
花蓮縣	91	91	光復鄉 14、卓溪鄉 6、壽豐鄉 11、富里鄉 14、玉里鎮 15、瑞穗鄉 13、萬榮鄉 6、鳳林鎮 12。
雲林縣	196	196	北港鎮 28、口湖鄉 21、古坑鄉 20、大埤鄉 15、斗六市 39、斗南鎮 24、林內鄉 11、虎尾鎮 29、褒忠鄉 9。
嘉義縣	178	178	六腳鄉 25、大林鎮 21、布袋鎮 23、新港鄉 23、東石鄉 23、民雄鄉 12、溪口鄉 14、義竹鄉 22、鹿草鄉 15。
嘉義市	42	42	西區 42
臺南市	327	327	七股區 18、下營區 12、中西區 21、仁德區 17、佳里區 16、六甲區 11、北門區 10、南化區 9、大內區 10、學甲區 13、安平區 13、官田區 11、將軍區 12、山上區 7、左鎮區 10、後壁區 15、新化區 16、新市區 11、東山區 16、東區 6、楠西區 7、玉井區 10、白河區 21、西港區 12、關廟區 15、龍崎區 8。
高雄市	477	477	內門區 18、六龜區 12、前金區 20、前鎮區 59、大寮區 25、小港區 38、左營區 41、彌陀區 12、新興區 32、旗山區 21、杉林區 8、林園區 24、桃源區 8、梓官區 15、永安區 6、田寮區 10、甲仙區 7、美濃區 19、茂林區 3、鳳山區 76、鹽埕區 21、鼓山區 2。
屏東縣	234	234	三地門鄉 10、佳冬鄉 13、來義鄉 7、南州鄉 5、崁頂鄉 8、恆春鎮 17、新埤鄉 7、春日鄉 6、枋寮鄉 16、枋山鄉 5、林邊鄉 11、泰武鄉 6、滿州鄉 8、牡丹鄉 6、獅子鄉 9、琉球鄉 8、瑪家鄉 6、竹田鄉 15、萬巒鄉 14、車城鄉 11、里港鄉 14、霧臺鄉 6、高樹鄉 19、麟洛鄉 7。
臺東縣	74	74	卑南鄉 3、大武鄉 5、太麻里鄉 9、東河鄉 7、池上鄉 9、海端鄉 4、綠島鄉 3、臺東市 18、蘭嶼鄉 4、達仁鄉 6、金峰鄉 5、關山鎮 1。
澎湖縣	0	0	因疫情影響，連江縣、金門縣、澎湖縣 量測全部於第一階段量測。
捷運	23	23	臺北捷運 16、桃園捷運 3、高雄捷運 4
總計	3,925	3,925	

備註 1：量測依據表 2.1 之規劃，但仍得配合實際狀況進行調整。

備註 2：量測不包含天災不可抗力因素無法到達之村里。

一、上網速率量測及分析

今年度上網速率量測分為連線到業者機房端進行檔案下載及上傳測試及出電信業者機房後連線到網際網路 Google 雲端伺服器進行下載速率測試，量測速率依序說明如下：

(一) 全部區域速率平均值

上述 3,925 個量測點 4G 網路網內下載平均速率為 120.41Mbps、網內上傳平均速率為 26.1Mbps 及雲端下載平均速 112.16Mbps，相較於上階段（108 年 8 月-9 月）之量測結果（平均下載速率 108.69 Mbps、平均上傳速率 27.21Mbps 及雲端下載測項平均速率為 96Mbps）網內下載平均速率提升約 10.78%、平均上傳速率小幅下降 4.08%及雲端下載平均速率提升約 16.77%，如圖 4.1 所示，第二階段各縣市分位速率如附錄一。

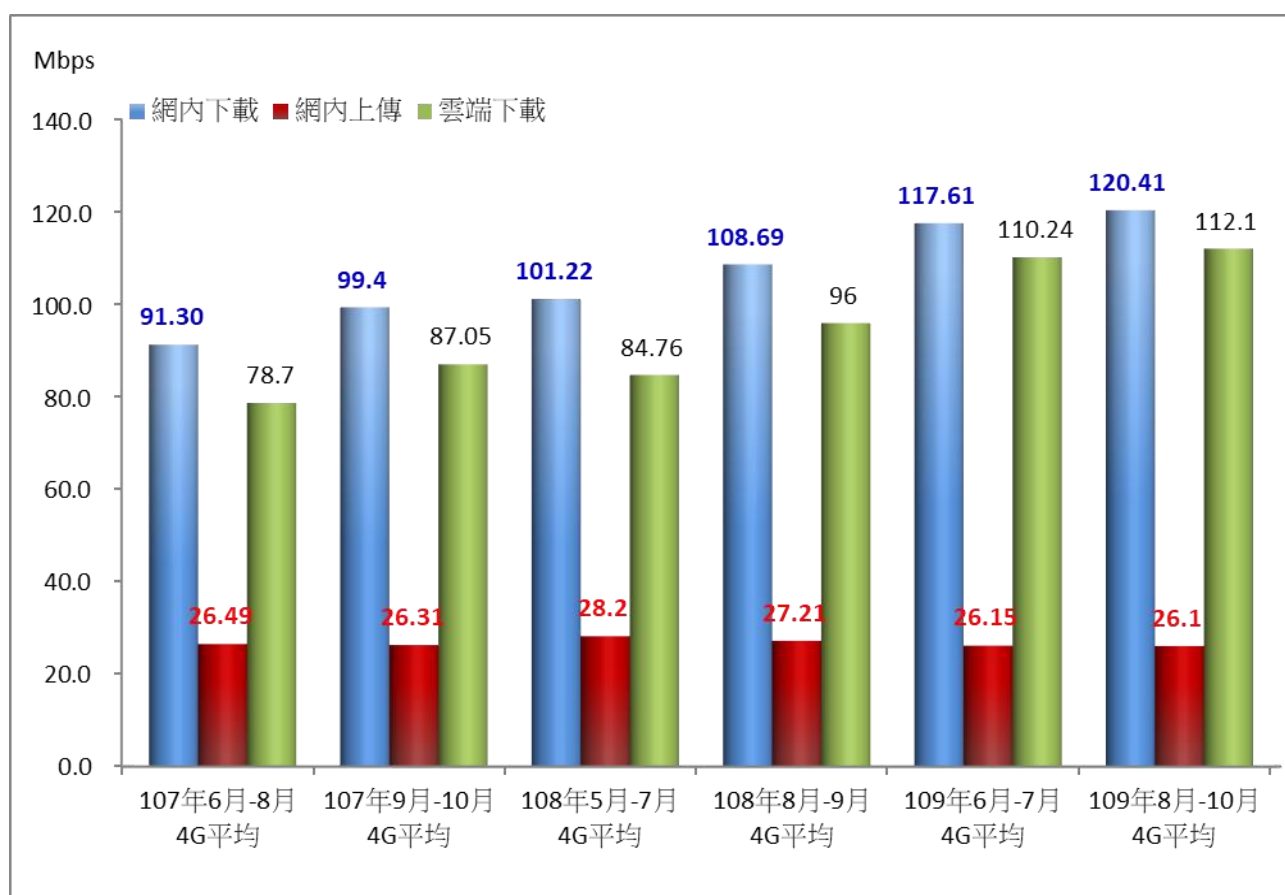


圖 4.1 第二階段定點量測-全國速率平均值

(二) 縣市速率平均值

由圖 4.2~圖 4.5 發現各縣市連線電信業者機房網內下載平均速率皆高於 104.53Mbps；其中最高平均下載速率為苗栗縣的 151.77Mbps，最低平均下載速率為連江縣的 104.53bps；網內上傳平均速率部分，所有縣市的網內上傳平均速率值皆高於 21.76Mbps 以上，其中網內上傳平均速率最高為花蓮縣的 30.37 Mbps，最低平均速率為嘉義縣的 21.76Mbps；雲端下載平均速率部分，所有縣市的雲端下載平均速率值皆高於 98.96Mbps 以上，其中最高平均速率為苗栗縣的 138.96Mbps，最低平均速率為澎湖縣的 98.96Mbps。

圖 4.2 為北區七縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為基隆市的 137.5Mbps，網內下載最低平均速率為新竹縣的 112.63Mbps；網內上傳最高平均速率為基隆市 29.58 Mbps，網內上傳最低平均速率為新竹縣的 23.59Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中最高平均下載速率基隆市的 125.82Mbps，最低平均下載速率為新竹縣的 105.62Mbps。

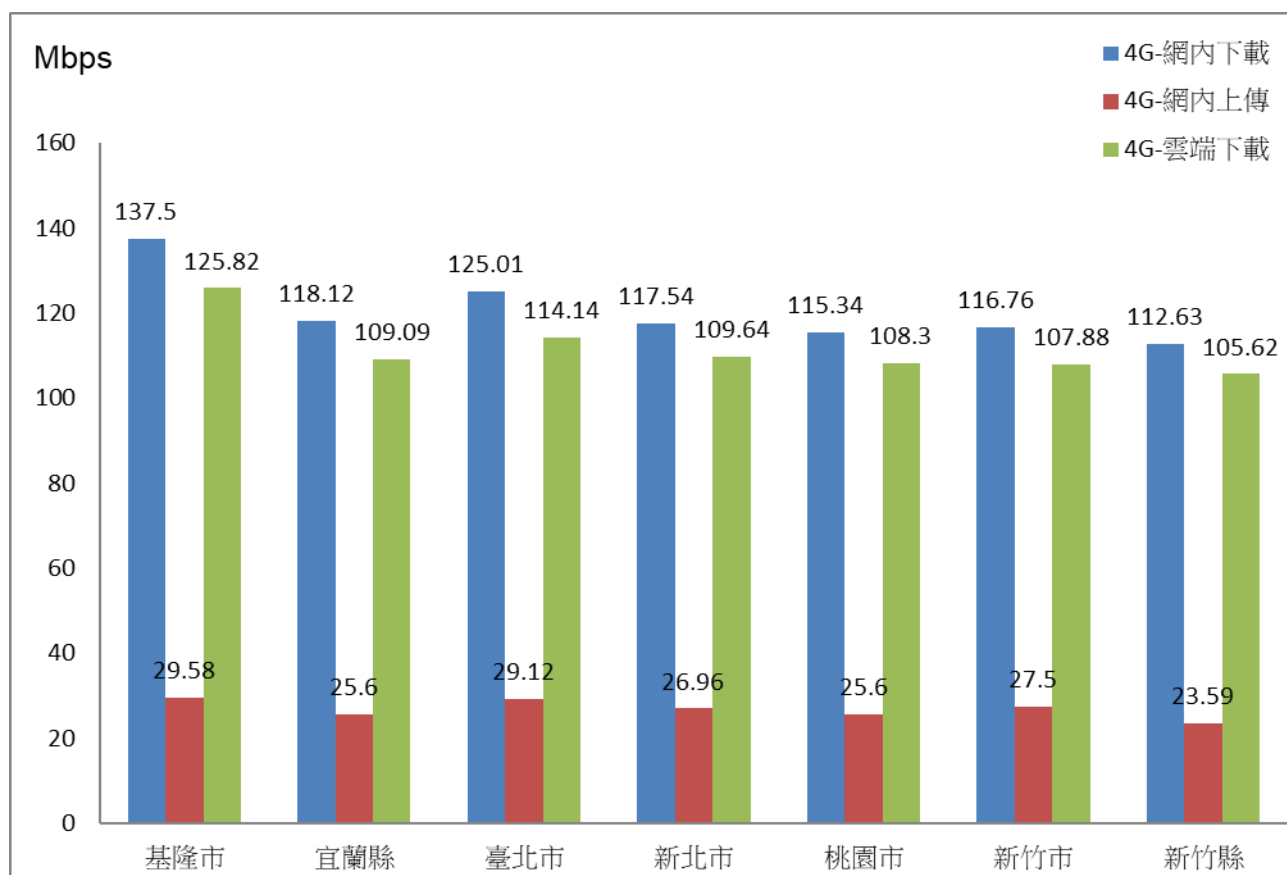


圖 4.2 第二階段定點量測-北區各縣市速率平均值

圖 4.3 為中區五縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為苗栗縣的 151.77 Mbps，網內下載最低平均速率為雲林縣的 107.41Mbps；網內上傳最高平均速率為臺中市的 29.22 Mbps，網內上傳最低平均速率為雲林縣的 22.44Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中最高平均下載速率苗栗縣的 138.98Mbps，最低平均下載速率為雲林縣的 102.46Mbps。

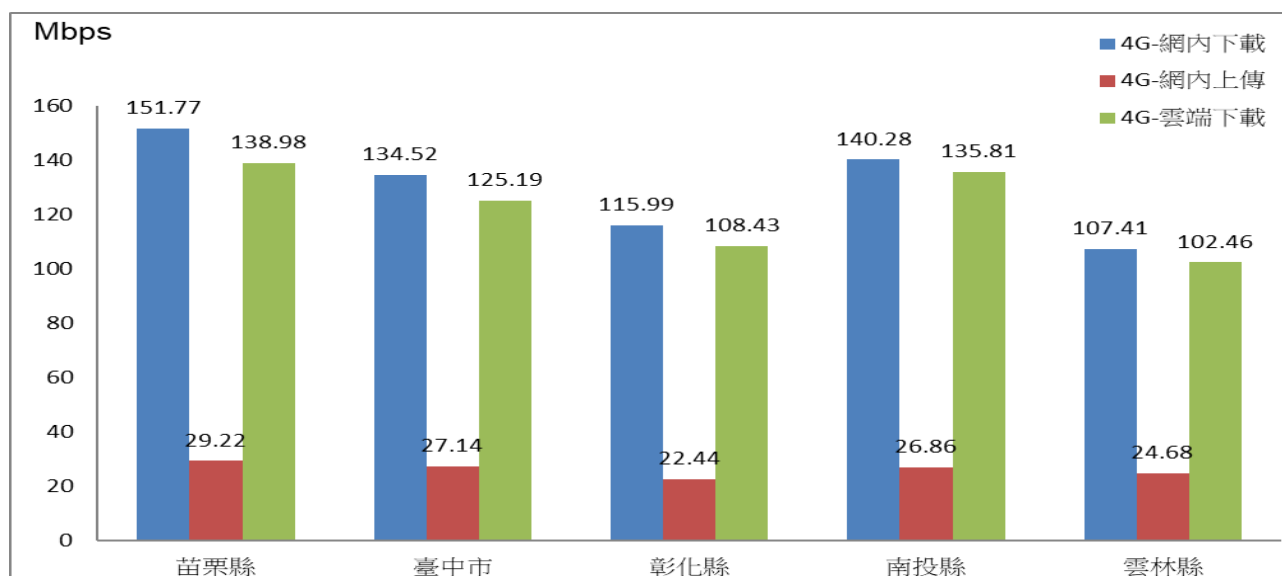


圖 4.3 第二階段定點量測-中區各縣市速率平均值

圖 4.4 為南區五縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為嘉義市的 123.17 Mbps，網內下載最低平均速率為嘉義縣的 110.09Mbps；網內上傳最高平均速率為嘉義市的 29.97Mbps，網內上傳最低平均速率為嘉義縣的 21.76Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中最高平均下載速率嘉義市的 114.98Mbps，最低平均下載速率為屏東縣的 102.1Mbps。

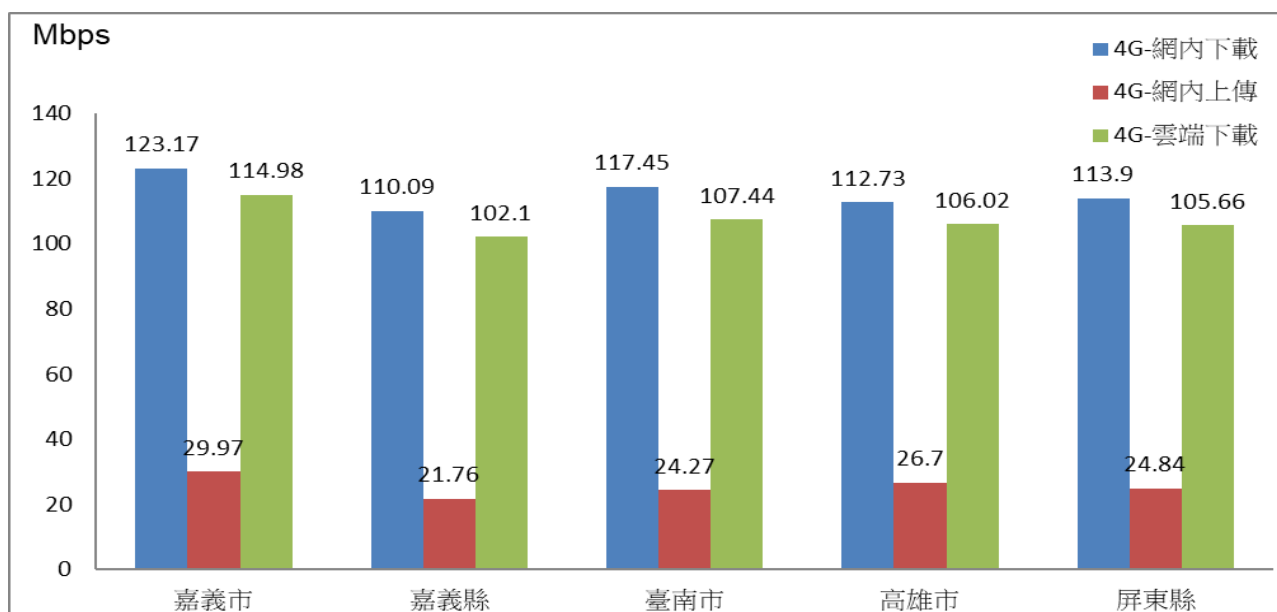
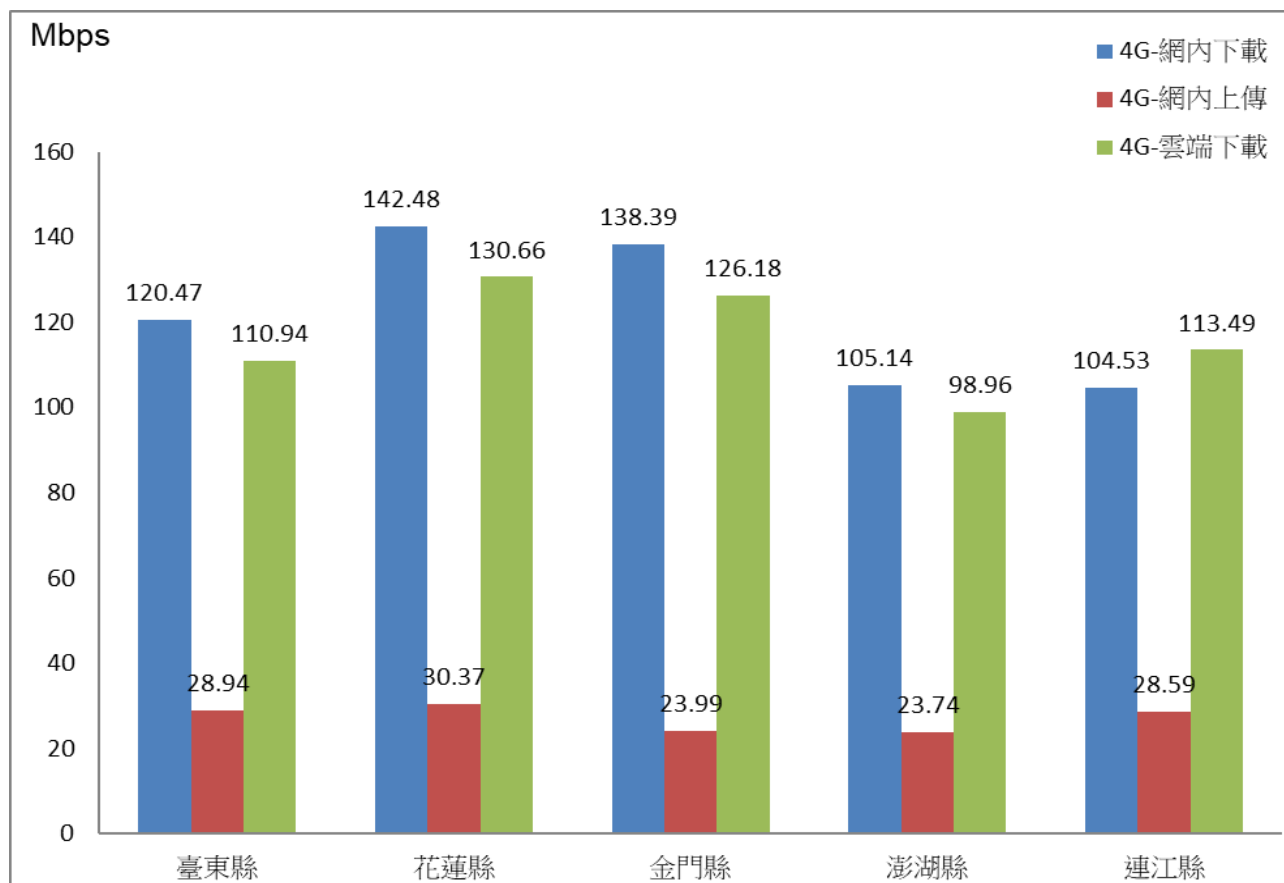


圖 4.4 第二階段定點量測-南區各縣市速率平均值

圖 4.5 為東區及離島地區五縣市 4G 量測結果，連線到電信業者機房網內下載最高平均速率為花蓮縣的 142.48 Mbps，網內下載最低平均速率為連江縣的 104.53Mbps；網內上傳最高平均速率為花蓮縣 30.37 Mbps，網內上傳最低平均速率為澎湖縣的 23.74Mbps；連線到網際網路 Google 雲端伺服器下載速率，其中最高平均下載速率花蓮縣的 130.66Mbps，最低平均下載速率為澎湖縣的 98.96Mbps。



註：金門縣、澎湖縣、連江縣 於第一階段量測完畢

圖 4.5 第二階段定點量測-東區及離島各縣市速率平均值

(三) 鄉鎮市區速率平均值

統計本階段定點量測於全國 22 縣市共 219 個鄉鎮市區進行 3,925 個量測點（含村里長辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、全部臺鐵火車站、百貨公司、國家風景區遊客中心、衛生所等區域）進行量測，各鄉鎮市區 4G 平均下載及上傳速率如表 4.2 所示。

表 4.2 109 年第二階段定點量測各鄉鎮市區平均下載及上傳速率

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
基隆市	七堵區	128.08	27.81	115.55
基隆市	中山區	124.56	27.53	116.49
基隆市	中正區	78.24	28.53	73.23
基隆市	信義區	147.13	31.2	137.92
基隆市	暖暖區	163.59	33.41	142.93
宜蘭縣	三星鄉	124.45	23.57	112.21
宜蘭縣	五結鄉	112.77	22.19	102.93
宜蘭縣	冬山鄉	104.16	31.7	99.66
宜蘭縣	南澳鄉	130.53	31.94	127.41
宜蘭縣	大同鄉	109.88	27.18	110.03
宜蘭縣	宜蘭市	118.72	26.72	108.21
宜蘭縣	蘇澳鎮	117.05	24.35	107.62
臺北市	北投區	126.94	28.45	116.74
臺北市	士林區	126.74	30.76	116.74
臺北市	大同區	129.15	30.73	121.79
臺北市	大安區	119.65	27.85	107.14
臺北市	松山區	118.66	27.14	106.61
臺北市	萬華區	135.19	30.7	122.93
新北市	三峽區	128.19	28.08	117.12
新北市	三芝區	108.65	26.22	98.8
新北市	三重區	103.07	25.53	99.5
新北市	中和區	105.13	26.06	97.83
新北市	五股區	108.6	28.77	104.38
新北市	八里區	95.22	23.92	90.15
新北市	坪林區	112.68	20.8	104.7
新北市	平溪區	172.57	28.14	153.94
新北市	林口區	106.91	24.8	99.89
新北市	樹林區	108.64	29.06	103.28
新北市	泰山區	117.54	25.42	110.45
新北市	淡水區	137.34	29	127.22

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
新北市	瑞芳區	141.47	24.99	128.01
新北市	石碇區	161.72	31.97	146.54
新北市	石門區	141.7	26.99	136.5
新北市	萬里區	143	27.46	128.55
新北市	蘆洲區	113.05	26.23	105.66
新北市	金山區	119.88	29.34	108.63
新北市	雙溪區	123.5	28.2	109.27
新北市	鶯歌區	125.11	31.99	116.86
桃園市	八德區	127.29	28.5	119.2
桃園市	大溪區	130.69	27.4	121.85
桃園市	平鎮區	106.34	25.52	95.2
桃園市	復興區	134.69	29.9	130.91
桃園市	新屋區	98.04	17.91	93.15
桃園市	楊梅區	118.34	25.33	111.08
桃園市	蘆竹區	110.29	29.17	104.28
桃園市	觀音區	95.26	19.52	89.26
桃園市	龜山區	109.75	24.41	102.42
新竹市	東區	115.78	27.3	106.94
新竹市	香山區	123.25	28.86	114.09
新竹縣	五峰鄉	139.81	41.12	142.71
新竹縣	北埔鄉	121.85	21.7	111.8
新竹縣	寶山鄉	111.55	19.36	102.95
新竹縣	尖石鄉	85.63	19.93	81.17
新竹縣	峨眉鄉	129.39	29.62	121.1
新竹縣	橫山鄉	104.91	21.91	97.95
新竹縣	湖口鄉	108.3	25.39	102.04
新竹縣	芎林鄉	108.66	24.32	102.76
新竹縣	關西鎮	117.91	21.47	109.4
苗栗縣	三灣鄉	152.88	29.58	140.69
苗栗縣	卓蘭鎮	167.02	28.95	148.76
苗栗縣	南庄鄉	157.61	30.3	145.34
苗栗縣	後龍鎮	150.7	29.16	143.97
苗栗縣	泰安鄉	156.96	27.36	135.85
苗栗縣	獅潭鄉	201.79	37.76	186.88
苗栗縣	竹南鎮	127.99	26.35	118.69
苗栗縣	西湖鄉	153.69	32.08	140.02
苗栗縣	造橋鄉	158.5	28.26	141.92
苗栗縣	頭份市	149.27	29.68	134.85
臺中市	和平區	150.82	29.62	145.07

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
臺中市	外埔區	145.95	25.14	136.13
臺中市	大安區	158.27	25.5	139.88
臺中市	大甲區	110.18	22.28	105.95
臺中市	大里區	138.64	27.86	128.02
臺中市	大雅區	117.48	25.17	109.43
臺中市	太平區	142.35	30.04	130.94
臺中市	新社區	158.39	27.17	141.76
臺中市	東勢區	139.63	25.04	127.27
臺中市	梧棲區	130.48	30.37	119.49
臺中市	沙鹿區	127.75	29.81	123.04
臺中市	清水區	117.24	25.64	110.61
臺中市	潭子區	156.49	35.48	143.59
臺中市	烏日區	137.65	27.37	129.42
臺中市	霧峰區	145.83	24.71	136.13
臺中市	龍井區	106.52	24.13	104.28
彰化縣	二林鎮	106.36	23.61	100.89
彰化縣	二水鄉	121.87	21.49	112.35
彰化縣	伸港鄉	118.92	21.35	111.12
彰化縣	北斗鎮	110.61	20.44	105.4
彰化縣	埔心鄉	108.99	21.41	106.95
彰化縣	埔鹽鄉	117.77	22.81	108.11
彰化縣	埤頭鄉	116.95	19.68	113.04
彰化縣	大城鄉	130.74	25.36	117.05
彰化縣	大村鄉	128.77	25	116.91
彰化縣	永靖鄉	128.15	26.73	113.39
彰化縣	溪州鄉	141.48	21.07	123.72
彰化縣	溪湖鎮	91.47	19.85	89.44
彰化縣	田尾鄉	114.16	26.35	107.54
彰化縣	秀水鄉	115.49	20.87	106.03
彰化縣	竹塘鄉	86.75	16.76	86.31
彰化縣	芳苑鄉	119.62	22.29	117.42
南投縣	中寮鄉	173.91	23.6	153.66
南投縣	仁愛鄉	137.45	28.52	145.82
南投縣	信義鄉	141.82	26.82	150.93
南投縣	國姓鄉	157.62	31.51	141.19
南投縣	埔里鎮	131.4	26.46	126.14
南投縣	水里鄉	143.63	28.91	128.15
南投縣	魚池鄉	113.11	26.53	117.16
南投縣	鹿谷鄉	95.49	16.87	124.55

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
雲林縣	北港鎮	106.26	23	102.76
雲林縣	口湖鄉	108.41	22.66	99.57
雲林縣	古坑鄉	105.14	25.87	105.15
雲林縣	大埤鄉	81.17	17.76	76.14
雲林縣	斗六市	112.24	26.38	104.84
雲林縣	斗南鎮	106.73	22.99	103.34
雲林縣	林內鄉	102.82	23.47	96.31
雲林縣	虎尾鎮	118.17	29.38	111.1
雲林縣	褒忠鄉	109.17	27.04	113.15
嘉義市	西區	123.17	29.97	114.98
嘉義縣	六腳鄉	111.63	21.99	100.99
嘉義縣	大林鎮	127.89	25.06	116.89
嘉義縣	布袋鎮	120.71	24.22	112.39
嘉義縣	新港鄉	109.5	22.71	101.91
嘉義縣	東石鄉	91.38	17.14	86.16
嘉義縣	民雄鄉	106.97	25.84	102.48
嘉義縣	溪口鄉	106.38	20.9	100.58
嘉義縣	義竹鄉	117.96	22.11	108.74
嘉義縣	鹿草鄉	90.28	15.59	83.59
臺南市	七股區	102.83	18.02	94.64
臺南市	下營區	126.15	22.48	113.53
臺南市	中西區	120.1	30	112.82
臺南市	仁德區	114.72	27.44	105.63
臺南市	佳里區	102.58	23.66	93.55
臺南市	六甲區	119.27	26.29	112.08
臺南市	北門區	147.65	26.3	130.97
臺南市	南化區	153.72	24.75	138.67
臺南市	大內區	125.58	22.04	115.36
臺南市	學甲區	150.32	30.28	134.64
臺南市	安平區	90.73	20.68	86.25
臺南市	官田區	143.9	25.56	130.33
臺南市	將軍區	130.23	21.69	115.76
臺南市	山上區	70.55	14.11	64.94
臺南市	左鎮區	130.17	22.02	119.84
臺南市	後壁區	123.89	24.27	111.18
臺南市	新化區	103.33	22.96	97.46
臺南市	新市區	125.62	29.09	115.52
臺南市	東區	96.11	26.01	93.96
臺南市	東山區	120.88	23.19	105.36

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
臺南市	楠西區	139.03	29.14	123.41
臺南市	玉井區	127.7	24.83	115.5
臺南市	白河區	102.88	23.51	96.07
臺南市	西港區	100.3	25.41	92.4
臺南市	關廟區	114.97	22.46	105.66
臺南市	龍崎區	85.14	22.96	79.69
高雄市	內門區	105.25	21.72	95.39
高雄市	六龜區	126.62	27.4	115.9
高雄市	前金區	102.6	28.7	99.09
高雄市	前鎮區	105.24	26.49	98.51
高雄市	大寮區	118.87	26.8	110.62
高雄市	小港區	128.15	29.65	121.38
高雄市	左營區	124.25	29.17	117.59
高雄市	彌陀區	113.29	27.71	108.4
高雄市	新興區	101.68	28.43	96.72
高雄市	旗山區	105.99	24	99.45
高雄市	杉林區	93.87	19.75	86.56
高雄市	林園區	117.37	25.53	110.17
高雄市	桃源區	131.15	24.8	117.47
高雄市	梓官區	111.24	22.45	102.53
高雄市	永安區	98.25	25.26	91.85
高雄市	田寮區	105.08	14.9	97.27
高雄市	甲仙區	130.31	27.08	121.63
高雄市	美濃區	114.72	24.6	106.73
高雄市	茂林區	163.78	23.54	143.17
高雄市	鳳山區	106.63	27.97	102.74
高雄市	鹽埕區	117.88	29.4	110.08
高雄市	鼓山區	118.25	32.54	110.32
屏東縣	三地門鄉	91.01	28.17	85.62
屏東縣	佳冬鄉	83.38	16.53	79.18
屏東縣	來義鄉	108.57	24.44	105.2
屏東縣	南州鄉	92.01	18.9	85.44
屏東縣	崁頂鄉	98.89	19.67	90.24
屏東縣	恆春鎮	113.94	25.93	107.89
屏東縣	新埤鄉	102.77	19.61	95.5
屏東縣	春日鄉	118.17	33	113.46
屏東縣	枋寮鄉	120.62	27.59	111.29
屏東縣	枋山鄉	128.17	27.82	116.08
屏東縣	林邊鄉	94.3	21.39	86.35

縣市	鄉鎮市區	網內下載平均速率 (Mbps)	網內上傳平均速率 (Mbps)	雲端下載平均速率 (Mbps)
屏東縣	泰武鄉	98.76	28.74	92.48
屏東縣	滿州鄉	140.48	33.72	134.18
屏東縣	牡丹鄉	157.21	37.28	150.44
屏東縣	獅子鄉	127.15	23.18	115.96
屏東縣	琉球鄉	121.81	29.06	112.12
屏東縣	瑪家鄉	147.03	34.61	137.47
屏東縣	竹田鄉	114.76	20	99.87
屏東縣	萬巒鄉	101.77	24.73	95.89
屏東縣	車城鄉	150.76	30.38	135.48
屏東縣	里港鄉	124.23	22.73	113.99
屏東縣	霧台鄉	102.58	15.77	91.65
屏東縣	高樹鄉	107.39	21.89	100.08
屏東縣	麟洛鄉	116.18	25.23	111.98
臺東縣	卑南鄉	115.6	37.46	111.22
臺東縣	大武鄉	154.59	30.22	140.63
臺東縣	太麻里鄉	117.47	29.16	108.03
臺東縣	東河鄉	181.1	37.46	163.81
臺東縣	池上鄉	139.35	33.93	124.27
臺東縣	海端鄉	90.29	24.31	79.87
臺東縣	綠島鄉	24.97	20.45	25.67
臺東縣	臺東市	127.21	27.68	116.53
臺東縣	蘭嶼鄉	44.04	21.17	48.33
臺東縣	達仁鄉	108.05	24.9	104.82
臺東縣	金峰鄉	114.04	26.61	105.7
臺東縣	關山鎮	95.33	24.02	90.71
花蓮縣	光復鄉	153.64	30.36	141.75
花蓮縣	卓溪鄉	124.2	32.96	114.85
花蓮縣	壽豐鄉	133.15	29.07	117.97
花蓮縣	富里鄉	141.95	32.83	133.79
花蓮縣	玉里鎮	141.84	30.79	131.07
花蓮縣	瑞穗鄉	146.2	26.24	130.89
花蓮縣	萬榮鄉	171.36	32.69	153.46
花蓮縣	鳳林鎮	130.13	30.2	121.46

二、網頁開啟時間量測及分析

4G 網路開啟 Google、Youtube 及 Facebook 手機版首頁的平均開啟時間，由於三個網站的首頁內容及檔案大小不同，因此平均開啟時間各有不同。由圖 4.6~圖 4.9 發現各縣市以 4G 網路開啟三大網頁的平均時間約 0.36~0.74 秒；其中開啟 Google 網頁最快的為連江縣的 0.36 秒，最慢的為嘉義縣的 0.59 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為基隆市的 0.42 秒，最慢的為嘉義市的 0.57 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為連江縣的 0.44 秒，最慢的為臺南市的 0.74 秒。

圖 4.6 為北區七縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為臺北市的 0.44 秒，最慢的為宜蘭縣的 0.53 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為基隆市的 0.42 秒，最慢的為宜蘭縣的 0.52 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為新北市的 0.49 秒，最慢的為臺北市的 0.65 秒。

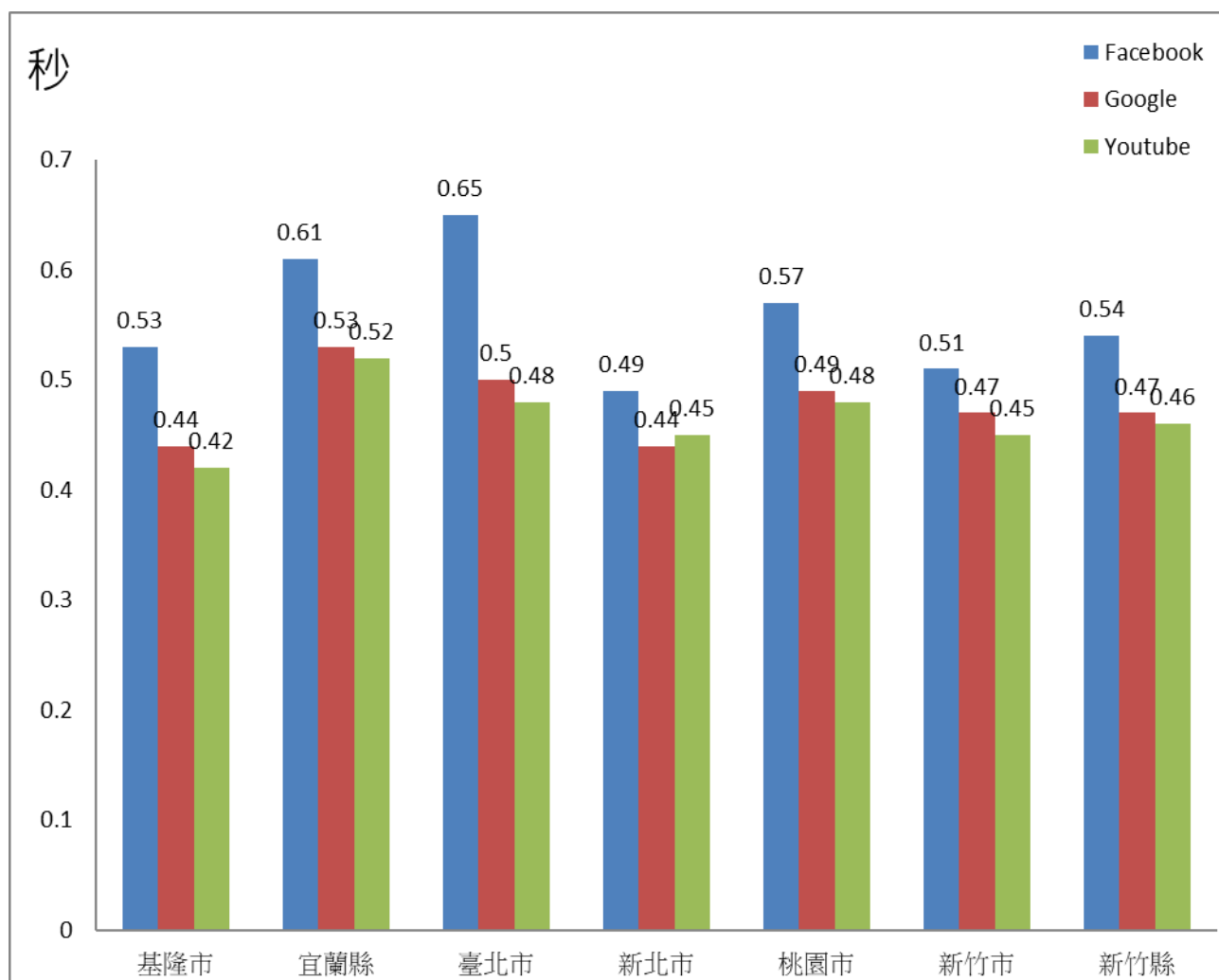


圖 4.6 第二階段定點量測-北區各縣市三大網頁開啟平均時間

圖 4.7 為中區五縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為苗栗縣的 0.47 秒，最慢的為彰化縣的 0.53 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為臺中市的 0.48 秒，最慢的為彰化縣的 0.53 秒；開啟 Facbook 網頁最快的為臺中市的 0.53 秒，最慢的為雲林縣的 0.6 秒。

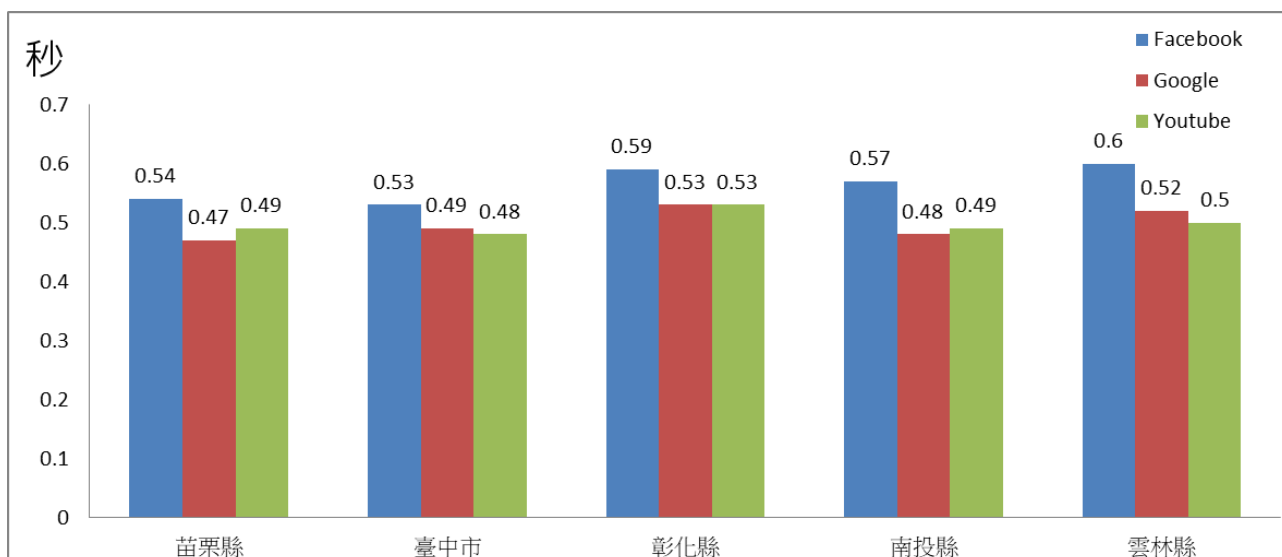


圖 4.7 第二階段定點量測-中區各縣市三大網頁開啟平均時間

圖 4.8 為南區五縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為高雄市的 0.44 秒，最慢的為嘉義縣的 0.59 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為高雄市的 0.5 秒，最慢的為嘉義市的 0.57 秒；開啟 Facbook 網頁最快的為高雄市的 0.53 秒，最慢的為臺南市的 0.74 秒。

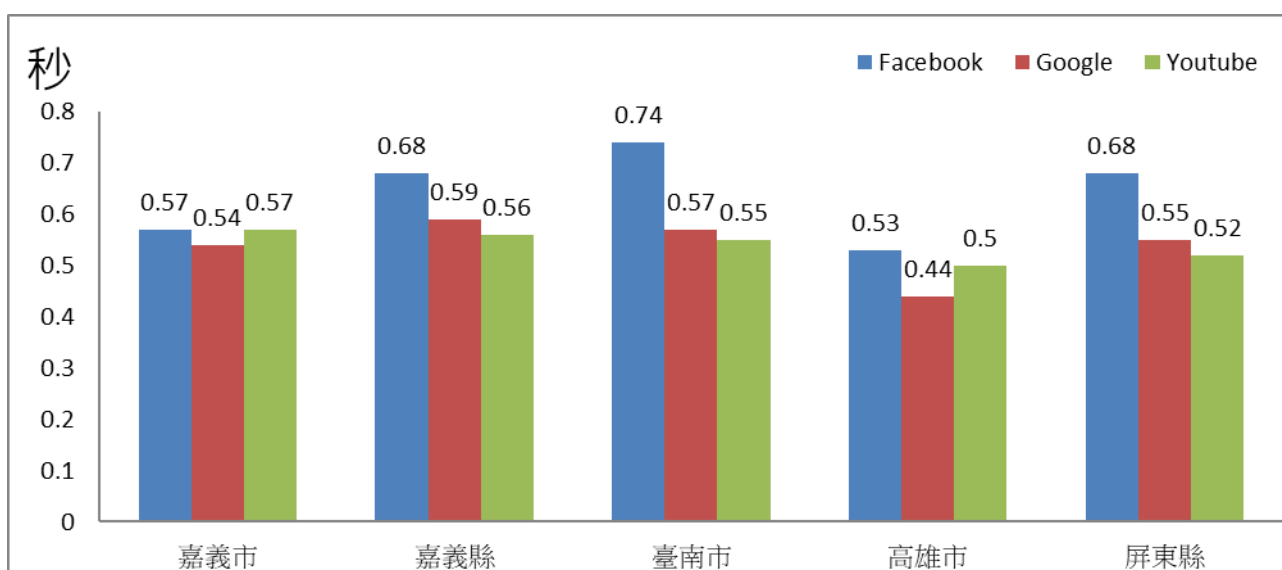
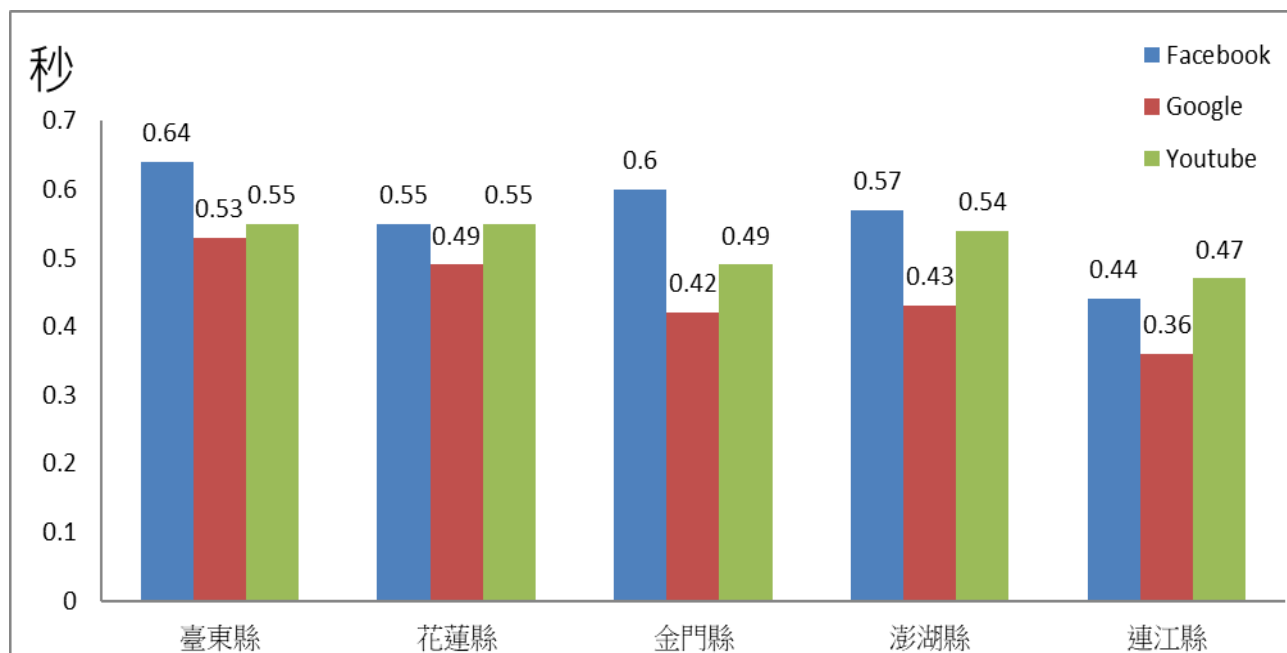


圖 4.8 第二階段定點量測-南區各縣市三大網頁開啟平均時間

圖 4.9 為東區及離島地區五縣市 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Google 網頁最快的為連江縣的 0.36 秒，最慢的為臺東縣的 0.53 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為連江縣的 0.47 秒，最慢的為臺東縣、花蓮縣的 0.55 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為連江縣的 0.44 秒，最慢的為台東縣縣的 0.64 秒。



註：金門縣、澎湖縣、連江縣 於第一階段量測完畢

圖 4.9 第二階段定點量測-東區及離島各縣市三大網頁開啟平均時間

三、捷運離尖峰上網速率分析

為了解民眾上網速率及三大網頁開啟平均時間在捷運離尖峰時段的差異，本計畫第二階段在臺北捷運、桃園捷運、高雄捷運共挑選了 23 個點量測，其中在尖峰時段(AM08:00 ~ 09:00、PM17:00 ~ 19:00)進行量測，離峰時段則除了尖峰時段以外時間進行量測，如圖 4.10、圖 4.11 所示。

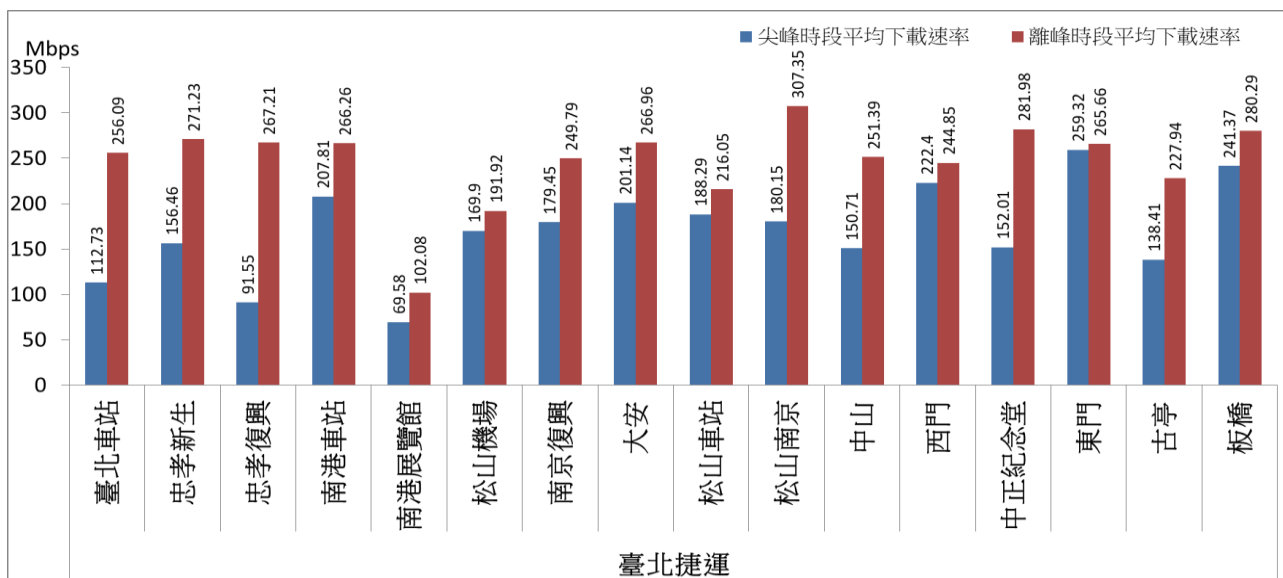


圖 4.10 第二階段定點量測-捷運離尖峰(臺北捷運)上網速率比較

圖 4.10 為臺北捷運尖峰網內下載最高速率為臺北車站的 266.83Mbps，最低速率為南港展覽館 69.58Mbps，離峰網內下載最高速率為松山南京 307.35Mbps，最低速率為南港展覽館 102.08Mbps；最明顯的尖離峰速率差為忠孝復興站可達 175.7Mbps。

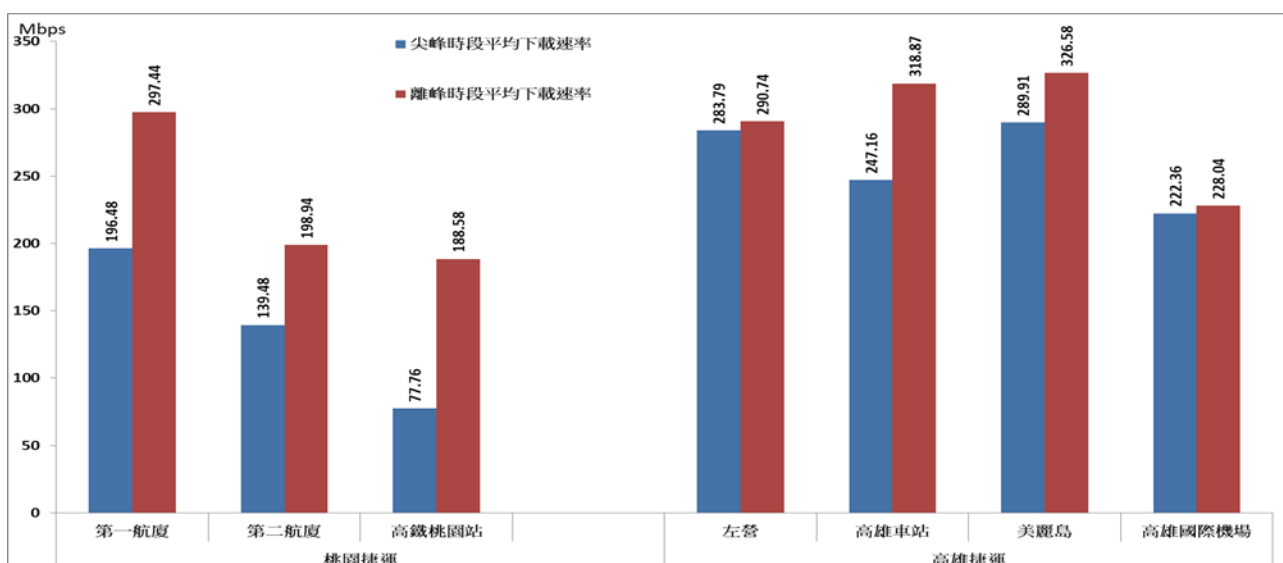


圖 4.11 第二階段定點量測-捷運離尖峰上網速率比較(桃園捷運、高雄捷運)

圖 4.11 為桃園捷運尖峰網內下載最高速率為第一航廈 196.48Mbps，最低速率為高鐵桃園站 77.76Mbps，離峰網內下載最高速率為第一航廈 297.44Mbps，最低速率為高鐵桃園站 188.58Mbps；桃園捷運高鐵站為地面站速率受附近用戶使用狀況影響較大，第一航廈、第二航廈受班機到離站時間影響較大。

高雄捷運尖峰網內下載最高速率為美麗島 289.91Mbps，最低速率為高雄國際機場 222.36Mbps，離峰網內下載最高速率為美麗島 326.58Mbps，最低速率為高雄國際機場 228.04Mbps；高雄捷運除高雄車站有 71.71Mbps 差異外，量測時間為 9 月初國、高中學生已開學多了學生通勤族亦影響尖離峰數速率。

第二節 移動式量測分析

一、全部區域速率平均值量測及分析

第二階段移動式量測總共完成基隆市、臺北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、臺南市、屏東縣及臺東縣等 9 個縣市；快速道路量測完成台 61、台 62、台 63、台 64、台 65、台 66、台 68、台 72、台 74、台 76、台 78、台 82、台 84、台 86 及台 88；大眾運輸完成臺鐵、臺北及桃園捷運之量測，本階段各區域 4G 平均下載及上傳速率請參閱附錄二。

所有移動式量測的路徑、訊號強度（RSRP）及訊號品質的訊雜比（SINR）請參閱附錄三。從圖 4.12 可以得知本階段量測區域全國 4G 平均下載速率為 65.25Mbps，平均上傳速率為 14.88Mbps，相較於 108 年度 8 月至 9 月的量測結果有顯著提升。

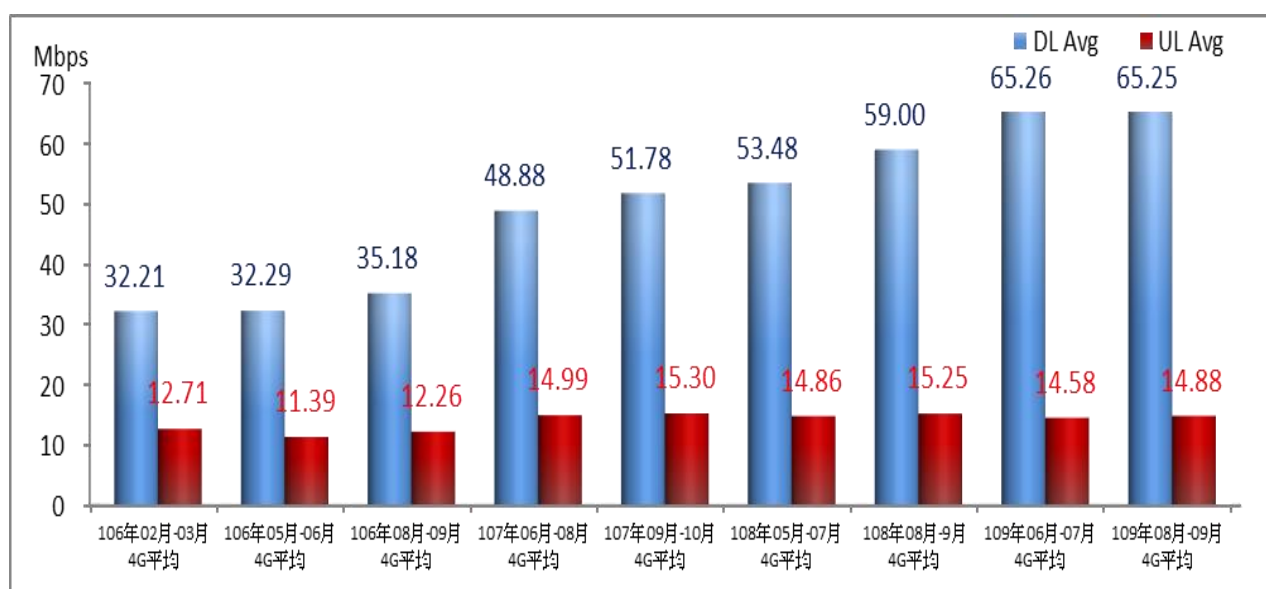


圖 4.12 第二階段移動式量測-全部區域速率平均值

二、縣市速率平均值量測及分析

分析第二階段完成的 4G 移動式上網速率，如圖 4.13 市主要道路的 4G 平均下載速率介於 58.04 Mbps~77.89Mbps 之間，其中最高平均下載速率為臺中市 77.89Mbps，最低平均下載速率為新竹縣 58.04Mbps。4G 平均上傳速率部分，各縣市的平均上傳速率值皆高於 12 Mbps 以上，其中最高平均上傳速率為臺中市的 21.08Mbps，最低平均上傳速率為新竹縣 12.73 Mbps。

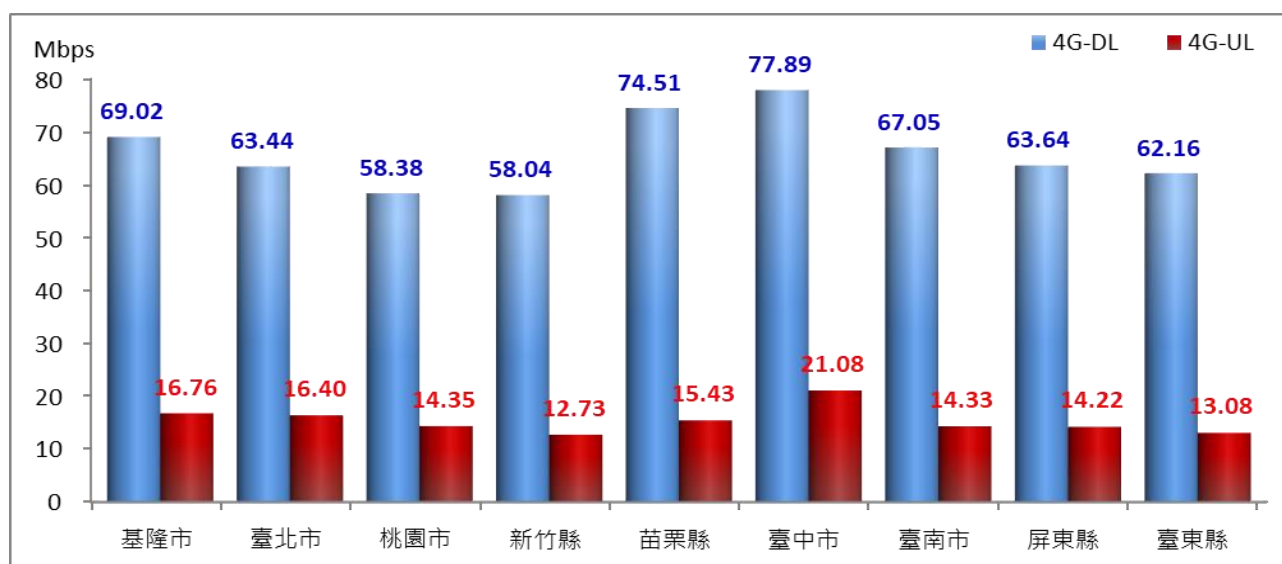


圖 4.13 第二階段移動式量測（4G）-縣市速率平均值

三、快速道路速率平均值量測及分析

圖 4.14 表示快速道路平均 4G 上網速率，最高平均下載速率為台 86 的 91.10Mbps，最低平均下載速率為台 66 的 43.45Mbps；最高平均上傳速率為台 63 的 22.18 Mbps，最低平均上傳速率為台 66 的 7.98 Mbps。

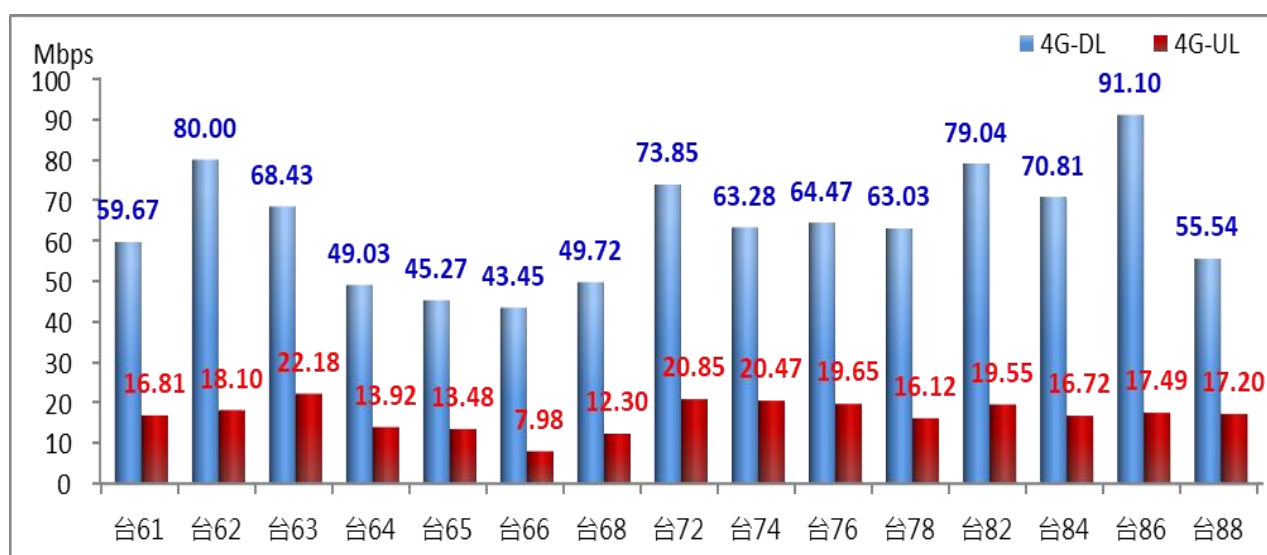


圖 4.14 第二階段移動式量測（4G）-快速道路速率平均值

今年度本計畫將快速道路及臺鐵經過的縣市分開統計其上網速率，統計如表 4.3。

表 4.3 快速道路及臺鐵經過縣市上網速率

區域	縣市	4G-DL 全國 (Mbps)	4G-UL 全國 (Mbps)	區域	縣市	4G-D 全國 (Mbps)	4G-UL 全國 (Mbps)
61 快速道路	新北市	61.76	16.25	86 快速道路	臺南市	89.52	17.04
	桃園市	71.05	16.87	88 快速道路	高雄市	50.56	16.63
	新竹縣	55.60	15.60		屏東縣	59.95	17.02
	新竹市	72.33	16.73	臺鐵主線	基隆市	41.78	9.71
	苗栗縣	67.70	18.35		宜蘭縣	72.65	15.07
	臺中市	60.07	14.15		臺北市	37.77	7.64
	彰化縣	50.58	14.77		新北市	39.24	7.29
	雲林縣	64.51	17.94		花蓮縣	48.92	11.03
	嘉義縣	58.33	16.40		桃園市	47.47	6.53
	臺南市	47.86	18.43		新竹縣	48.38	12.75
62 快速道路	基隆市	75.99	17.29		新竹市	38.23	9.68
	新北市	79.18	17.44		苗栗縣	36.35	9.09
63 快速道路	南投縣	64.10	22.40		臺中市	45.08	10.41
	臺中市	72.93	22.14		彰化縣	36.00	7.64
64 快速道路	新北市	48.09	13.52		雲林縣	27.85	7.76
65 快速道路	新北市	43.70	12.67		嘉義縣	17.54	6.05
66 快速道路	桃園市	43.41	7.97		嘉義市	28.20	8.01
	新竹市	50.84	10.53		臺南市	43.90	9.34
68 快速道路	新竹縣	51.13	13.45		屏東縣	38.60	6.78
	苗栗縣	73.41	20.61		高雄市	42.33	6.91
72 快速道路	臺中市	55.75	18.95		臺東縣	59.95	10.22
	彰化縣	76.36	21.97	臺鐵內灣線	新竹市	44.43	14.80
74 快速道路	南投縣	86.49	16.78		新竹縣	50.24	12.14
	彰化縣	62.68	17.67	臺鐵平溪線	基隆市	61.29	9.38
76 快速道路	雲林縣	62.75	15.89		新北市	65.83	12.08
78 快速道路	嘉義縣	78.66	19.40	臺鐵集集線	南投縣	54.36	8.78
82 快速道路	臺南市	69.89	16.45		彰化縣	43.46	6.90

四、大眾運輸速率平均值量測及分析

圖 4.15、4.16 大眾運輸（臺鐵及捷運）4G 上網速率，最高平均下載速率為臺北捷運松山新店線 197.18Mbps，最低平均下載速率為臺鐵主線的 41.86 Mbps；最高平均上傳速率為臺北捷運中和新蘆線的 17.08 Mbps，最低平均上傳速率為臺鐵集集線的 8.61 Mbps，此階段首次對新北環狀線進行量測統計。

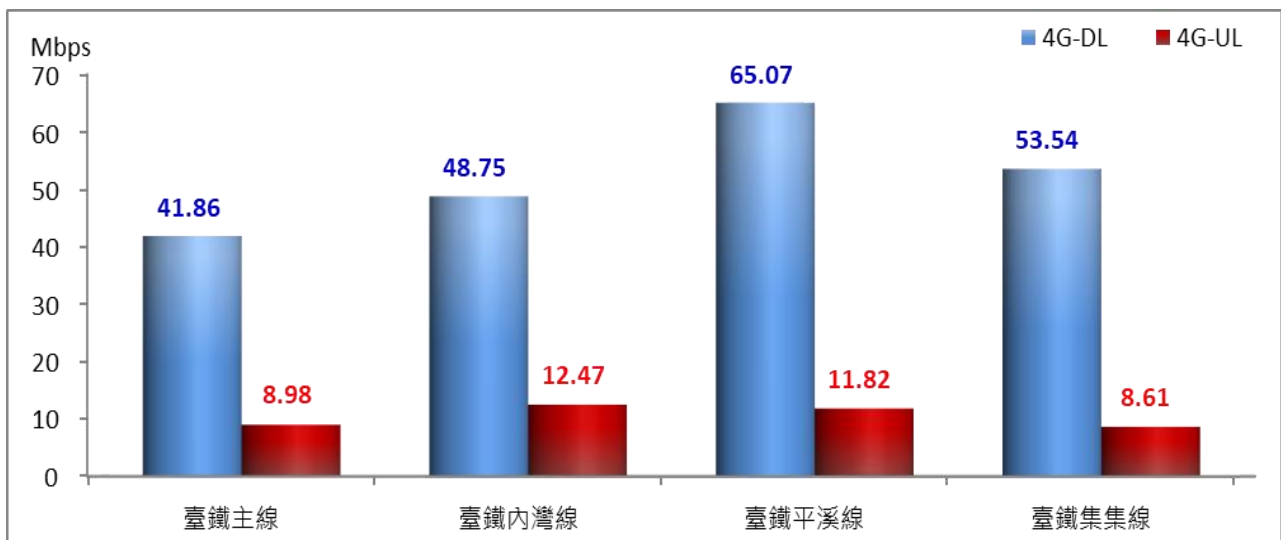


圖 4.15 第二階段移動式量測-大眾運輸（臺鐵）4G 上網速率

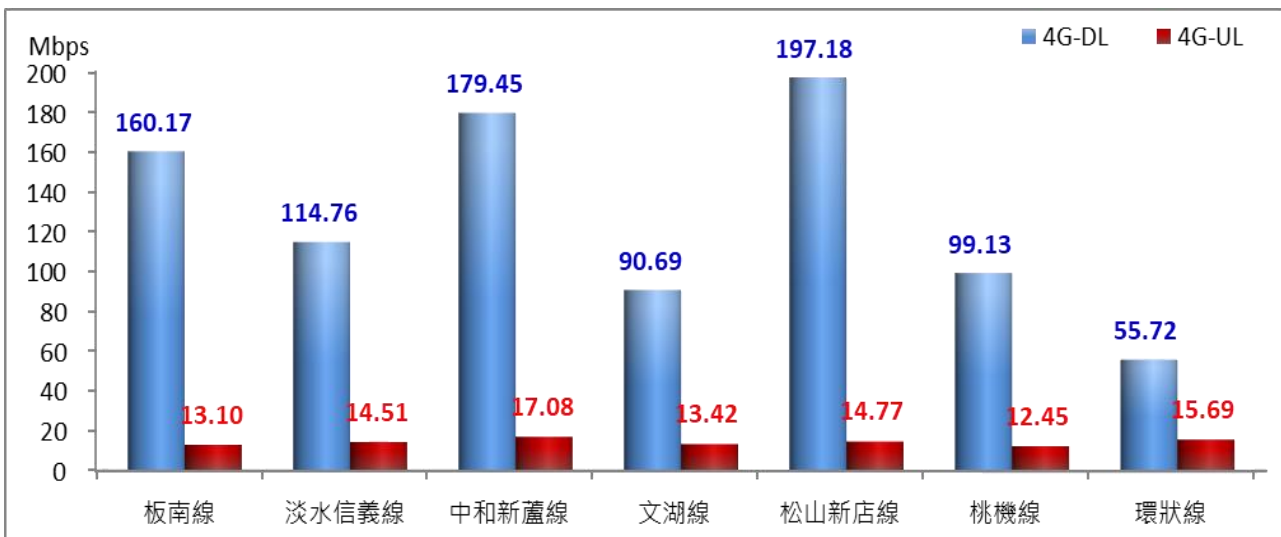


圖 4.16 第二階段移動式量測-大眾運輸（捷運）4G 上網速率

五、通信中斷率量測及分析

第二階段移動式量測通信中斷率量測包含快速道路台 61、台 62、台 63、台 64、台 65、台 66、台 68、台 72、台 74、台 76、台 78、台 82、台 84、台 86、台 88；臺鐵(包含西部幹線、東部幹線、北迴線、南迴線、海線、平溪支線、內灣支線及集集支線)、臺北捷運全線及桃園捷運全線等，量測方式為撥話到各業者設定之語音音源號碼，撥通後通話時間設定為 90 秒，通話時間到後自動掛斷並等待 15 秒後繼續進行下一通語音通話測試。

藉由上述的語音測試過程，可記錄下通話過程中斷話訊息，並可藉由不斷的撥話測試來評估電信業者在一開始撥話的過程中，是否因為涵蓋面不足或其他網路因素，導致撥話失敗，導致語音撥通成功率降低。

通話中斷因素甚多，例如基地臺與基地臺彼此涵蓋區域是否完整、服務基地臺要交遞到下一座接手服務的基地臺不順暢或是地形上使得訊號突然中斷等，或是進出隧道過程頻繁，換手不順及高架道路信號品質太差，都是造成斷話的主因。以目前量測資料判斷，各業者在如國道這些重要的道路，通常都已經部署完善的涵蓋且經過優化後的網路，能讓消費者有良好的感受，但若因為當天有遇到基地臺服務有出現障礙時，則涵蓋面及品質面都會收到影響時，語音斷話機率就會增高。

(一) 快速道路通話中斷率及撥通成功率

表 4.4、4.5 語音通話中斷率及撥通成功率，第二階段語音量測過程中。各業者相較於去年有明顯改善，全路段只出現少許撥話失敗，通話中斷次數也減少；使用 CSFB 時各家業者最高斷話率出現在台 65 快速道路 14.29%，語音撥通率均高於 77.78%。使用 VoLTE 時各家業者最高段話率出現在台 66 快速道路 14.29%，語音撥通率均高於 94%

表 4.4 快速道路 CSFB 語音中斷及語音撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
台 61	CHT	CSFB	148	0	100.00%	148	0	0.00%
	TWM	CSFB	148	0	100.00%	148	0	0.00%
	TST	CSFB	151	3	98.01%	148	0	0.00%
	GT	CSFB	137	0	100.00%	137	2	1.46%
	FET	CSFB	149	2	98.66%	147	0	0.00%
台 62	CHT	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TWM	CSFB	15	1	93.33%	14	1	7.14%
	TST	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	GT	CSFB	16	2	87.50%	14	1	7.14%
	FET	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
台 63	CHT	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TWM	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	GT	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	FET	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
台 64	CHT	CSFB	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	TWM	CSFB	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	TST	CSFB	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	GT	CSFB	26	1	96.15%	25	0	0.00%
	FET	CSFB	23	0	100.00%	23	0	0.00%
台 65	CHT	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	TWM	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	TST	CSFB	8	1	87.50%	7	0	0.00%
	GT	CSFB	9	2	77.78%	7	1	14.29%
	FET	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
台 66	CHT	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TWM	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TST	CSFB	16	2	87.50%	14	0	0.00%
	GT	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	FET	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
台 68	CHT	CSFB	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	TWM	CSFB	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	TST	CSFB	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	GT	CSFB	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	FET	CSFB	12	0	100.00%	12	0	0.00%
台 72	CHT	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TWM	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	TST	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	GT	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	FET	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
台 74	CHT	CSFB	29	0	100.00%	29	2	6.90%
	TWM	CSFB	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	TST	CSFB	29	1	96.55%	28	0	0.00%
	GT	CSFB	27	0	100.00%	27	1	3.70%
	FET	CSFB	29	1	96.55%	28	0	0.00%
台 76	CHT	CSFB	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	TWM	CSFB	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	TST	CSFB	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	GT	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	FET	CSFB	13	0	100.00%	13	0	0.00%
台 78	CHT	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	TWM	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	TST	CSFB	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	GT	CSFB	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	FET	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
台 82	CHT	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TWM	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	GT	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	FET	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
台 84	CHT	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TWM	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	CSFB	16	0	100.00%	16	1	6.25%
	GT	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	FET	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
台 86	CHT	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	TWM	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	TST	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	GT	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	FET	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
台 88	CHT	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	TWM	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	TST	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	GT	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	FET	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%

表 4.5 快速道路 VoLTE 語音中斷及語音撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
台 61	CHT	VoLTE	154	2	98.70%	152	1	0.66%
	TWM	VoLTE	153	1	99.35%	152	0	0.00%
	TST	VoLTE	149	0	100.00%	149	0	0.00%
	GT	VoLTE	151	0	100.00%	151	1	0.66%
	FET	VoLTE	153	0	100.00%	153	0	0.00%
台 62	CHT	VoLTE	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TWM	VoLTE	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	TST	VoLTE	14	0	100.00%	14	1	7.14%
	GT	VoLTE	13	0	100.00%	13	1	7.69%
	FET	VoLTE	14	0	100.00%	14	0	0.00%
台 63	CHT	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TWM	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	GT	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	FET	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
台 64	CHT	VoLTE	22	0	100.00%	22	0	0.00%
	TWM	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
	TST	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
	GT	VoLTE	22	0	100.00%	22	0	0.00%
	FET	VoLTE	23	0	100.00%	23	0	0.00%
台 65	CHT	VoLTE	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	TWM	VoLTE	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	TST	VoLTE	6	0	100.00%	6	0	0.00%
	GT	VoLTE	6	0	100.00%	6	0	0.00%
	FET	VoLTE	7	0	100.00%	7	0	0.00%
台 66	CHT	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	TWM	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	TST	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	GT	VoLTE	14	0	100.00%	14	2	14.29%
	FET	VoLTE	14	0	100.00%	14	0	0.00%
台 68	CHT	VoLTE	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	TWM	VoLTE	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	TST	VoLTE	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	GT	VoLTE	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	FET	VoLTE	12	0	100.00%	12	0	0.00%
台 72	CHT	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	TWM	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	TST	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	GT	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	FET	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
台 74	CHT	VoLTE	29	0	100.00%	29	1	3.45%
	TWM	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	TST	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	GT	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	FET	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
台 76	CHT	VoLTE	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	TWM	VoLTE	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	TST	VoLTE	12	0	100.00%	12	1	8.33%
	GT	VoLTE	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	FET	VoLTE	13	0	100.00%	13	0	0.00%
台 78	CHT	VoLTE	19	1	94.74%	18	0	0.00%
	TWM	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	TST	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	GT	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	FET	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
台 82	CHT	VoLTE	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	TWM	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	VoLTE	17	1	94.12%	16	0	0.00%
	GT	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	FET	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
台 84	CHT	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TWM	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	TST	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	GT	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	FET	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
台 86	CHT	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	TWM	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	TST	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	GT	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	FET	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
台 88	CHT	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	TWM	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	TST	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	GT	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	FET	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%

(二) 臺鐵及捷運

表 4.6、4.7 臺鐵(含內灣支線、平溪支線、集集支線)、臺北捷運及桃園捷運語音中斷率及通話撥通率；使用 CSFB 時五家業者最高斷話率最高出現在臺鐵平溪線 8.33%，語音撥通率均高於 94%。使用 VoLTE 時五家業者最高斷話率出現在平溪線 13.16%，語音撥通率均高於 96%。

表 4.6 臺鐵、臺北捷運及桃園捷運 CSFB 語音中斷率及通話撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
臺鐵主線	CHT	CSFB	500	5	99.00%	495	9	1.82%
	TWM	CSFB	509	5	99.02%	504	2	0.40%
	TST	CSFB	526	7	98.67%	519	23	4.43%
	GT	CSFB	490	19	96.12%	471	28	5.94%
	FET	CSFB	489	3	99.39%	486	8	1.65%
臺鐵內灣支線	CHT	CSFB	33	0	100.00%	33	0	0.00%
	TWM	CSFB	34	0	100.00%	34	0	0.00%
	TST	CSFB	35	1	97.14%	34	1	2.94%
	GT	CSFB	32	0	100.00%	32	2	6.25%
	FET	CSFB	34	0	100.00%	34	1	2.94%
臺鐵平溪支線	CHT	CSFB	39	1	97.44%	38	1	2.63%
	TWM	CSFB	38	2	94.74%	36	1	2.78%
	TST	CSFB	37	1	97.30%	36	3	8.33%
	GT	CSFB	34	2	94.12%	32	1	3.13%
	FET	CSFB	35	1	97.14%	34	1	2.94%
臺鐵集集支線	CHT	CSFB	27	1	96.30%	26	2	7.69%
	TWM	CSFB	25	1	96.00%	24	0	0.00%
	TST	CSFB	27	0	100.00%	27	1	3.70%
	GT	CSFB	25	0	100.00%	25	2	8.00%
	FET	CSFB	25	0	100.00%	25	0	0.00%
板南線	CHT	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	TWM	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	TST	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	GT	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	FET	CSFB	29	0	100.00%	29	0	0.00%

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
淡水信義線	CHT	CSFB	36	0	100.00%	36	0	0.00%
	TWM	CSFB	35	0	100.00%	35	0	0.00%
	TST	CSFB	37	0	100.00%	37	1	2.70%
	GT	CSFB	35	0	100.00%	35	1	2.86%
	FET	CSFB	36	1	97.22%	35	0	0.00%
中和新蘆線	CHT	CSFB	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	TWM	CSFB	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	TST	CSFB	37	0	100.00%	37	2	5.41%
	GT	CSFB	35	0	100.00%	35	0	0.00%
	FET	CSFB	37	0	100.00%	37	0	0.00%
文湖線	CHT	CSFB	29	0	100.00%	29	1	3.45%
	TWM	CSFB	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	TST	CSFB	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	GT	CSFB	28	1	96.43%	27	1	3.70%
	FET	CSFB	28	0	100.00%	28	2	7.14%
松山新店線	CHT	CSFB	22	0	100.00%	22	0	0.00%
	TWM	CSFB	22	0	100.00%	22	0	0.00%
	TST	CSFB	22	0	100.00%	22	0	0.00%
	GT	CSFB	22	0	100.00%	22	1	4.55%
	FET	CSFB	22	0	100.00%	22	0	0.00%
桃機線	CHT	CSFB	51	0	100.00%	51	0	0.00%
	TWM	CSFB	51	0	100.00%	51	0	0.00%
	TST	CSFB	48	1	97.92%	47	1	2.13%
	GT	CSFB	51	0	100.00%	51	0	0.00%
	FET	CSFB	50	0	100.00%	50	0	0.00%
環狀線	CHT	CSFB	21	0	100.00%	21	0	0.00%
	TWM	CSFB	21	0	100.00%	21	0	0.00%
	TST	CSFB	21	0	100.00%	21	0	0.00%
	GT	CSFB	20	0	100.00%	20	0	0.00%
	FET	CSFB	21	0	100.00%	21	1	4.76%

表 4.7 臺鐵、臺北捷運及桃園捷運 VoLTE 語音中斷率及通話撥通率

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
臺鐵主線	CHT	VoLTE	510	7	98.63%	503	12	2.39%
	TWM	VoLTE	512	5	99.02%	507	5	0.99%
	TST	VoLTE	519	6	98.84%	513	39	7.60%
	GT	VoLTE	521	9	98.27%	512	13	2.54%
	FET	VoLTE	509	2	99.61%	507	8	1.58%
臺鐵內灣支線	CHT	VoLTE	34	1	97.06%	33	0	0.00%
	TWM	VoLTE	35	0	100.00%	35	0	0.00%
	TST	VoLTE	34	0	100.00%	34	1	2.94%
	GT	VoLTE	34	1	97.06%	33	2	6.06%
	FET	VoLTE	35	0	100.00%	35	1	2.86%
臺鐵平溪支線	CHT	VoLTE	39	1	97.44%	38	5	13.16%
	TWM	VoLTE	40	2	95.00%	38	1	2.63%
	TST	VoLTE	39	0	100.00%	39	3	7.69%
	GT	VoLTE	35	0	100.00%	35	2	5.71%
	FET	VoLTE	39	0	100.00%	39	2	5.13%
臺鐵集集支線	CHT	VoLTE	27	0	100.00%	27	1	3.70%
	TWM	VoLTE	29	1	96.55%	28	0	0.00%
	TST	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	GT	VoLTE	28	0	100.00%	28	2	7.14%
	FET	VoLTE	28	1	96.43%	27	0	0.00%
板南線	CHT	VoLTE	30	0	100.00%	30	0	0.00%
	TWM	VoLTE	30	0	100.00%	30	0	0.00%
	TST	VoLTE	30	0	100.00%	30	0	0.00%
	GT	VoLTE	30	0	100.00%	30	0	0.00%
	FET	VoLTE	27	0	100.00%	27	1	3.70%
淡水信義線	CHT	VoLTE	34	0	100.00%	34	1	2.94%
	TWM	VoLTE	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	TST	VoLTE	33	0	100.00%	33	1	3.03%
	GT	VoLTE	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	FET	VoLTE	35	0	100.00%	35	0	0.00%
中和新蘆線	CHT	VoLTE	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	TWM	VoLTE	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	TST	VoLTE	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	GT	VoLTE	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	FET	VoLTE	35	0	100.00%	35	0	0.00%
文湖線	CHT	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	TWM	VoLTE	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	TST	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	GT	VoLTE	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	FET	VoLTE	28	1	96.43%	27	0	0.00%

區域	業者	技術別	撥話次數	撥話失敗次數	語音撥通率	通話成功次數	通話中斷次數	語音中斷率
松山新店線	CHT	VoLTE	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	TWM	VoLTE	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	TST	VoLTE	24	0	100.00%	24	1	4.17%
	GT	VoLTE	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	FET	VoLTE	22	0	100.00%	22	0	0.00%
桃機線	CHT	VoLTE	51	0	100.00%	51	0	0.00%
	TWM	VoLTE	52	0	100.00%	52	0	0.00%
	TST	VoLTE	52	0	100.00%	52	0	0.00%
	GT	VoLTE	53	0	100.00%	53	1	1.89%
	FET	VoLTE	50	0	100.00%	50	0	0.00%
環狀線	CHT	VoLTE	21	0	100.00%	21	0	0.00%
	TWM	VoLTE	21	0	100.00%	21	0	0.00%
	TST	VoLTE	21	0	100.00%	21	0	0.00%
	GT	VoLTE	22	0	100.00%	22	0	0.00%
	FET	VoLTE	21	0	100.00%	21	0	0.00%

註 1：撥話次數為嘗試撥話的次數，撥話過程可能會成功也可能會失敗，撥話過程中若失敗，即計入撥通失敗次數，也會導致撥通率降低。

註 2：通話正常完成及計入通話成功次數

(三) 數據斷話率

當用戶一開機時會向系統要求建立 RRC(Radio Resource Control) connection，RRC connection 這條連線鏈路建立後，手機及系統即開始溝通訊息，因此也成為數據服務必要的通信，一旦在移動過程中無線通訊因為某些因素（例如：交遞失敗，網路壅塞，網路涵蓋微弱，頻段干擾，設備故障）造成 RRC 連線中斷，手機也會立刻自動重建這條連線鏈路，因此一般用戶並不會有明顯的感受。本計畫利用專業的量測儀器進行數據通信中斷研究，在快速道路、臺鐵及捷運分別統計如下表 4.8

如同上述說明，部分路段因為在數據服務時 RRC 連線建立的次數並不多，因此在統計的過程中，有可能建立 5 次的 RRC connection 成功，但只要在過程中因故中斷一次，則數據服務中斷率即為 20%，但因為數據中斷後，會立刻自動重新連線，因此消費者不會發現服務中斷過，因此以 RRC 重建時間超過三秒的次數做計算，除非弱訊涵蓋或受到嚴重的干擾，數據服務建立就容易出現失敗的機會，若未及時建立，則數據服務會暫時停止，例如下載檔案將暫時中斷，也會反映在速率量測上。

表 4.8 快速道路、臺鐵、臺北及桃園捷運數據中斷率

區域	業者	重建超過三秒次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
台 61	CHT	0	13	0%
	TWM	0	8	0%
	TST	0	13	0%
	GT	0	17	0%
	FET	0	8	0%
台 62	CHT	0	3	0%
	TWM	0	39	0%
	TST	0	13	0%
	GT	0	11	0%
	FET	0	5	0%
台 63	CHT	0	2	0%
	TWM	0	3	0%
	TST	0	2	0%
	GT	0	3	0%
	FET	0	2	0%

區域	業者	重建超過三秒次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
台 64	CHT	0	2	0%
	TWM	0	8	0%
	TST	0	14	0%
	GT	0	28	0%
	FET	0	4	0%
台 65	CHT	0	1	0%
	TWM	0	16	0%
	TST	0	8	0%
	GT	0	17	0%
	FET	0	0	0%
台 66	CHT	0	8	0%
	TWM	0	82	0%
	TST	0	23	0%
	GT	0	24	0%
	FET	0	7	0%
台 68	CHT	0	3	0%
	TWM	0	23	0%
	TST	0	10	0%
	GT	0	7	0%
	FET	0	4	0%
台 72	CHT	0	5	0%
	TWM	0	1	0%
	TST	0	7	0%
	GT	0	1	0%
	FET	0	1	0%
台 74	CHT	0	9	0%
	TWM	0	2	0%
	TST	0	7	0%
	GT	0	10	0%
	FET	0	1	0%
台 76	CHT	0	1	0%
	TWM	0	0	0%
	TST	0	4	0%
	GT	0	1	0%
	FET	0	0	0%
台 78	CHT	0	0	0%
	TWM	0	2	0%
	TST	0	1	0%
	GT	0	1	0%
	FET	0	0	0%

區域	業者	重建超過三秒次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
台 82	CHT	0	0	0%
	TWM	0	0	0%
	TST	0	0	0%
	GT	0	2	0%
	FET	0	0	0%
台 84	CHT	0	2	0%
	TWM	0	0	0%
	TST	0	0	0%
	GT	0	4	0%
	FET	0	1	0%
台 86	CHT	0	1	0%
	TWM	0	0	0%
	TST	0	11	0%
	GT	0	7	0%
	FET	0	0	0%
台 88	CHT	0	0	0%
	TWM	0	1	0%
	TST	0	1	0%
	GT	0	3	0%
	FET	0	1	0%
臺鐵主線	CHT	0	337	0%
	TWM	0	826	0%
	TST	0	431	0%
	GT	0	397	0%
	FET	0	81	0%
臺鐵內灣線	CHT	0	9	0%
	TWM	0	82	0%
	TST	0	7	0%
	GT	0	17	0%
	FET	0	4	0%
臺鐵平溪線	CHT	0	21	0%
	TWM	0	79	0%
	TST	0	16	0%
	GT	0	48	0%
	FET	0	4	0%
臺鐵集集線	CHT	0	3	0%
	TWM	0	72	0%
	TST	0	13	0%
	GT	0	21	0%
	FET	0	6	0%

區域	業者	重建超過三秒次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
板南線	CHT	0	1	0%
	TWM	0	1	0%
	TST	0	3	0%
	GT	0	4	0%
	FET	0	1	0%
淡水信義線	CHT	0	1	0%
	TWM	0	3	0%
	TST	0	5	0%
	GT	0	20	0%
	FET	0	0	0%
中和新蘆線	CHT	0	4	0%
	TWM	0	4	0%
	TST	0	7	0%
	GT	0	3	0%
	FET	0	4	0%
文湖線	CHT	0	1	0%
	TWM	0	1	0%
	TST	0	3	0%
	GT	0	26	0%
	FET	0	1	0%
松山新店線	CHT	0	1	0%
	TWM	0	2	0%
	TST	0	2	0%
	GT	0	3	0%
	FET	0	1	0%
桃機線	CHT	0	1	0%
	TWM	0	5	0%
	TST	0	2	0%
	GT	0	10	0%
	FET	0	1	0%
環狀線	CHT	0	3	0%
	TWM	0	3	0%
	TST	0	12	0%
	GT	0	36	0%
	FET	0	2	0%

六、載波聚合(CA)開啟比例量測及分析

國內五家電信者因為投資政策及布局考量，因此在三次的頻譜釋照中，取得頻寬各有不同，在 4G 網路中，會因為用戶的使用行為啟動載波聚合功能來取更寬的頻寬進行服務，因此國內中華電信已經提供 5CA 的服務，遠傳電信為 4CA，台灣大哥大為 3CA，台灣之星及亞太電信則已提供 2CA 服務等。

因為啟動 CA 後，系統會視無線端資源的多寡來決定提供幾個 CA，因此 CA 數量會不斷得更新。本計畫將移動量測中的各種不同區域進行 CA 統計，詳如表 4.9 所列，在各區域中各業者呈現的 CA 比例，代表著量測過程中 CA 啟動的比例，無線端的資源部署的越多，啟動的機會就會越高，消費者就能享有更順暢的上網服務。中華電信在第二階段量測區域平均啟動 CA 比例最高，台灣大哥大及遠傳電信則相近，台灣之星及亞太電信則最低。

表 4.9 第二階段移動式量測各業者載波聚合啟動比例

區域	縣市	中華電信	台灣大哥大	台灣之星	亞太電信	遠傳電信
北區	基隆市	90.98%	89.58%	73.75%	62.82%	95.03%
北區	臺北市	92.62%	95.33%	90.98%	70.75%	98.02%
北區	桃園市	94.97%	93.40%	72.63%	42.98%	97.49%
北區	新竹縣	94.04%	87.56%	40.58%	12.50%	91.50%
中區	苗栗縣	94.00%	93.25%	64.21%	7.71%	94.65%
中區	臺中市	96.88%	96.68%	89.71%	40.73%	98.04%
南區	臺南市	96.25%	96.12%	75.43%	18.03%	96.46%
南區	屏東縣	95.67%	92.99%	67.63%	5.74%	96.01%
東區	臺東縣	97.46%	73.42%	59.90%	21.07%	90.83%
快速道路	台 61	96.27%	95.59%	64.06%	10.99%	97.83%
快速道路	台 62	99.35%	93.73%	32.40%	22.40%	84.10%
快速道路	台 63	96.96%	95.80%	89.45%	26.06%	99.51%
快速道路	台 64	99.59%	98.12%	75.76%	36.30%	96.77%
快速道路	台 65	97.36%	97.57%	82.50%	79.39%	99.25%
快速道路	台 66	92.10%	96.33%	40.81%	13.67%	99.67%
快速道路	台 68	98.96%	95.01%	65.84%	30.49%	98.88%
快速道路	台 72	95.18%	95.62%	56.99%	0.17%	98.47%
快速道路	台 74	92.77%	94.49%	83.82%	33.64%	94.94%
快速道路	台 76	94.38%	99.25%	90.89%	0.56%	91.92%
快速道路	台 78	93.89%	98.07%	59.64%	0.97%	96.93%

區域	縣市	中華電信	台灣大哥大	台灣之星	亞太電信	遠傳電信
快速道路	台 82	97.98%	96.54%	54.15%	0.79%	99.08%
快速道路	台 84	97.67%	93.32%	71.94%	2.59%	97.33%
快速道路	台 86	97.93%	98.25%	86.41%	32.63%	98.95%
快速道路	台 88	97.24%	97.00%	79.04%	14.65%	99.62%
大眾運輸	臺鐵主線	96.05%	84.26%	56.13%	26.64%	86.22%
大眾運輸	臺鐵內灣線	97.96%	86.75%	62.76%	33.33%	88.60%
大眾運輸	臺鐵平溪線	96.97%	90.99%	59.28%	3.58%	92.92%
大眾運輸	臺鐵集集線	90.33%	89.76%	17.69%	10.52%	83.09%
大眾運輸	板南線	99.83%	99.21%	99.06%	0.00%	99.80%
大眾運輸	淡水信義線	99.01%	98.15%	97.34%	33.38%	99.85%
大眾運輸	中和新蘆線	99.51%	98.92%	89.66%	0.00%	99.39%
大眾運輸	文湖線	97.70%	97.21%	93.85%	38.80%	99.65%
大眾運輸	松山新店線	99.76%	99.14%	94.50%	0.00%	99.84%
大眾運輸	桃機線	99.37%	97.33%	78.39%	15.36%	99.70%
大眾運輸	環狀線	97.84%	97.21%	97.53%	32.43%	99.02%

從表 4.10~4.14 可以知道各家業者其不同 CA 組合使用比例，越多的 CA 組合(例如 5CA)，代表網路的建設及優化成果，可使用的資源越多，速率相對也能更快速。

以中華電信為例，第二階段全部區域都已經完成 5CA 的建設，提供民眾優質的上網環境，中華電信在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.10 所列。

表 4.10 第二階段移動量測中華電信在各區域使用不同 CA 組合比例

中華電信					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	16.47%	23.94%	21.08%	29.49%
北區	臺北市	6.66%	12.04%	22.18%	51.74%
北區	桃園市	13.47%	35.18%	19.96%	26.36%
北區	新竹縣	24.81%	30.43%	11.06%	27.74%
中區	苗栗縣	15.38%	10.35%	3.03%	65.23%
中區	臺中市	12.24%	12.33%	3.75%	68.56%
南區	臺南市	17.99%	14.22%	6.79%	57.25%
南區	屏東縣	23.25%	19.27%	8.06%	45.09%
東區及離島地區	臺東縣	23.66%	20.83%	6.07%	46.89%
快速道路	台 61	10.24%	15.39%	6.42%	64.21%
快速道路	台 62	0.00%	71.06%	7.75%	20.54%
快速道路	台 63	22.37%	10.87%	1.96%	61.76%
快速道路	台 64	6.62%	22.59%	31.03%	39.35%
快速道路	台 65	3.69%	10.78%	12.79%	70.10%
快速道路	台 66	12.60%	71.40%	0.50%	7.60%
快速道路	台 68	6.10%	42.87%	7.41%	42.58%
快速道路	台 72	7.03%	8.39%	0.13%	79.63%
快速道路	台 74	5.77%	10.41%	1.54%	75.05%
快速道路	台 76	5.32%	9.36%	0.45%	79.25%
快速道路	台 78	3.96%	8.48%	10.50%	70.95%
快速道路	台 82	0.09%	17.68%	2.58%	77.62%
快速道路	台 84	0.35%	3.04%	1.50%	92.78%
快速道路	台 86	0.91%	1.67%	4.80%	90.56%
快速道路	台 88	5.17%	7.50%	4.31%	80.26%
大眾運輸	臺鐵主線	12.86%	29.01%	24.68%	29.49%
大眾運輸	臺鐵內灣線	4.99%	31.45%	16.63%	44.88%
大眾運輸	臺鐵平溪線	22.75%	25.68%	12.35%	36.18%
大眾運輸	臺鐵集集線	20.46%	22.83%	7.20%	39.85%
大眾運輸	板南線	0.02%	0.00%	0.07%	56.70%
大眾運輸	淡水信義線	1.57%	0.60%	7.21%	46.62%
大眾運輸	中和新蘆線	0.32%	0.41%	3.31%	95.47%
大眾運輸	文湖線	2.46%	1.20%	10.30%	42.67%
大眾運輸	松山新店線	0.31%	0.45%	0.78%	98.22%
大眾運輸	桃機線	0.82%	8.10%	12.22%	34.88%
大眾運輸	環狀線	3.64%	5.09%	10.44%	38.44%

台灣大哥大最高載波聚合數為 3CA，在第二階段量測區域內，可發現全部區域均已出現可使用 3CA 環境，尤其在大眾運輸部分在量測時 3CA 比例最高達到 99.19%，台灣大哥大在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.11 所列。

表 4.11 第二階段移動量測台灣大哥大在各區域使用不同 CA 組合比例

台灣大哥大					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	66.57%	23.01%		
北區	臺北市	15.30%	80.03%		
北區	桃園市	62.31%	31.09%		
北區	新竹縣	78.18%	9.38%		
中區	苗栗縣	36.19%	57.06%		
中區	臺中市	21.93%	74.76%		
南區	臺南市	31.34%	64.78%		
南區	屏東縣	45.26%	47.73%		
東區及離島地區	臺東縣	41.55%	31.87%		
快速道路	台 61	36.69%	58.90%		
快速道路	台 62	83.33%	10.40%		
快速道路	台 63	33.91%	61.88%		
快速道路	台 64	31.62%	66.50%		
快速道路	台 65	29.24%	68.33%		
快速道路	台 66	89.63%	6.70%		
快速道路	台 68	94.11%	0.90%		
快速道路	台 72	33.85%	61.77%		
快速道路	台 74	24.88%	69.62%		
快速道路	台 76	41.45%	57.80%		
快速道路	台 78	39.58%	58.49%		
快速道路	台 82	41.41%	55.12%		
快速道路	台 84	43.81%	49.51%		
快速道路	台 86	16.33%	81.92%		
快速道路	台 88	18.26%	78.73%		
大眾運輸	臺鐵主線	50.03%	34.23%		
大眾運輸	臺鐵內灣線	64.98%	21.77%		
大眾運輸	臺鐵平溪線	38.50%	52.48%		
大眾運輸	臺鐵集集線	76.98%	12.78%		
大眾運輸	板南線	0.03%	99.19%		
大眾運輸	淡水信義線	4.65%	93.50%		
大眾運輸	中和新蘆線	0.08%	98.84%		
大眾運輸	文湖線	6.37%	90.83%		
大眾運輸	松山新店線	0.11%	99.04%		
大眾運輸	桃機線	19.25%	78.09%		
大眾運輸	環狀線	1.75%	95.45%		

台灣之星最高載波聚合數為 2CA，但由於仍需要保留 5MHz 作為語音服務使用，因此在本階段量測區域內，可發現全部區域還是與去年一樣維持使用 2CA 環境，臺鐵集集線僅能使用 17.69%，表示臺鐵集集線目前網路資源相對比較不足，其餘臺北捷運相對基礎建設較佳，使用 2CA 比例較高，台灣之星在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.12 所列。

表 4.12 第二階段移動量測台灣之星在各區域使用不同 CA 組合比例

台灣之星					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	73.75%			
北區	臺北市	90.98%			
北區	桃園市	72.63%			
北區	新竹縣	40.58%			
中區	苗栗縣	64.21%			
中區	臺中市	89.71%			
南區	臺南市	75.43%			
南區	屏東縣	67.63%			
東區及離島地區	臺東縣	59.90%			
快速道路	台 61	64.06%			
快速道路	台 62	32.40%			
快速道路	台 63	89.45%			
快速道路	台 64	75.76%			
快速道路	台 65	82.50%			
快速道路	台 66	40.81%			
快速道路	台 68	65.84%			
快速道路	台 72	56.99%			
快速道路	台 74	83.82%			
快速道路	台 76	90.89%			
快速道路	台 78	59.64%			
快速道路	台 82	54.15%			
快速道路	台 84	71.94%			
快速道路	台 86	86.41%			
快速道路	台 88	79.04%			
大眾運輸	臺鐵主線	56.13%			
大眾運輸	臺鐵內灣線	62.76%			
大眾運輸	臺鐵平溪線	59.28%			
大眾運輸	臺鐵集集線	17.69%			
大眾運輸	板南線	99.06%			
大眾運輸	淡水信義線	97.34%			
大眾運輸	中和新蘆線	89.66%			
大眾運輸	文湖線	93.85%			
大眾運輸	松山新店線	94.50%			
大眾運輸	桃機線	78.39%			
大眾運輸	環狀線	97.53%			

亞太電信最高載波聚合數雖為 2CA，但因各公司有不同的政策考量，可發現全部區域還是與去年一樣維持使用 2CA 環境，台 72、76、78、82 及臺北捷運部份路線尚無法使用 CA 上網，表示這些區域目前網路建設僅能單一頻段服務，或是已經建設 2CA 環境但尚未完成優化也可能是其中一個因素，亞太電信在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.13 所列，於臺北市 CA 啟動比例有較往年下降。

表 4.13 第二階段移動量測亞太電信在各區域使用不同 CA 組合比例

亞太電信					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	62.82%			
北區	臺北市	70.75%			
北區	桃園市	42.98%			
北區	新竹縣	12.50%			
中區	苗栗縣	7.71%			
中區	臺中市	40.73%			
南區	臺南市	18.03%			
南區	屏東縣	5.74%			
東區及離島地區	臺東縣	21.07%			
快速道路	台 61	10.99%			
快速道路	台 62	12.72%			
快速道路	台 63	22.40%			
快速道路	台 64	36.30%			
快速道路	台 65	79.39%			
快速道路	台 66	13.67%			
快速道路	台 68	30.49%			
快速道路	台 72	0.17%			
快速道路	台 74	33.64%			
快速道路	台 76	0.56%			
快速道路	台 78	0.97%			
快速道路	台 82	0.79%			
快速道路	台 84	2.59%			
快速道路	台 86	32.63%			
快速道路	台 88	14.65%			
大眾運輸	臺鐵主線	26.64%			
大眾運輸	臺鐵內灣線	33.33%			
大眾運輸	臺鐵平溪線	3.58%			
大眾運輸	臺鐵集集線	10.52%			
大眾運輸	板南線	0.00%			
大眾運輸	淡水信義線	33.38%			
大眾運輸	中和新蘆線	0.00%			
大眾運輸	文湖線	38.80%			
大眾運輸	松山新店線	0.00%			
大眾運輸	桃機線	15.36%			
大眾運輸	環狀線	32.43%			

遠傳電信最高載波聚合數為 4CA，在本階段量測區域內，可發現大部分區域均已出現可使用 4CA 環境，尤其在臺北捷運及桃機捷運沿線部分，4CA 比例較高。台 62、台 65、台 66 以及基隆市僅可使用 3CA 外，其他地區使用載波聚合已經可使用 4CA，遠傳電信在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.14 所列。

表 4.14 第二階段移動量測遠傳電信在各區域使用不同 CA 組合比例

遠傳電信					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	36.32%	53.61%	5.10%	
北區	臺北市	26.04%	48.58%	23.40%	
北區	桃園市	23.07%	43.33%	31.09%	
北區	新竹縣	40.90%	48.50%	2.10%	
中區	苗栗縣	20.66%	23.24%	50.74%	
中區	臺中市	13.55%	23.66%	60.84%	
南區	臺南市	13.11%	27.36%	55.98%	
南區	屏東縣	21.48%	30.80%	43.73%	
東區及離島地區	臺東縣	22.00%	28.64%	40.19%	
快速道路	台 61	15.65%	23.70%	58.48%	
快速道路	台 62	39.20%	42.20%	2.70%	
快速道路	台 63	21.16%	22.36%	55.98%	
快速道路	台 64	15.67%	64.07%	17.03%	
快速道路	台 65	4.01%	48.88%	46.36%	
快速道路	台 66	50.00%	42.82%	6.85%	
快速道路	台 68	37.92%	59.04%	1.92%	
快速道路	台 72	14.42%	32.18%	51.87%	
快速道路	台 74	17.98%	25.48%	51.48%	
快速道路	台 76	8.44%	30.70%	52.77%	
快速道路	台 78	19.51%	25.52%	51.90%	
快速道路	台 82	8.34%	36.45%	54.29%	
快速道路	台 84	7.57%	40.35%	49.40%	
快速道路	台 86	13.04%	44.41%	41.50%	
快速道路	臺 88	7.37%	36.52%	55.73%	
大眾運輸	臺鐵主線	31.63%	38.68%	15.90%	
大眾運輸	臺鐵內灣線	42.41%	25.87%	20.31%	
大眾運輸	臺鐵平溪線	18.85%	51.07%	23.00%	
大眾運輸	臺鐵集集線	38.76%	36.46%	7.87%	
大眾運輸	板南線	0.53%	9.01%	45.70%	
大眾運輸	淡水信義線	10.33%	13.31%	29.76%	
大眾運輸	中和新蘆線	0.22%	0.21%	51.63%	
大眾運輸	文湖線	8.29%	15.15%	30.26%	
大眾運輸	松山新店線	0.47%	2.14%	50.71%	
大眾運輸	桃機線	8.58%	17.35%	27.01%	
大眾運輸	環狀線	8.26%	32.33%	11.38%	

第三節 小結

本（109）年度第二階段 8 月至 10 月定點量測完成 22 縣市內的 223 鄉鎮市區，總共 3,925 個量測點（含村里長辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、全部臺鐵火車站、百貨公司、國家風景區遊客中心、衛生所等區域。

上述 3,925 個量測點 4G 網路網內下載平均速率為 20.41Mbps、網內上傳平均速率為 26.1Mbps 及雲端下載平均速 112.1Mbps，相較於上階段（108 年 8 月-9 月）之量測結果（平均下載速率 108.69 Mbps、平均上傳速率 27.21Mbps 及雲端下載測項平均速率為 96Mbps）網內下載平均速率提升約 10.87%、平均上傳速率小幅下降 4.08%及雲端下載平均速率提升約 16.77%。

第二階段移動式量測總共完成基隆市、臺北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、臺南市、屏東縣及臺東縣等 9 個縣市；快速道路量測完成台 61、台 62、台 63、台 64、台 65、台 66、台 68、台 72、台 74、台 76、台 78、台 82、台 84、台 86 及台 88；大眾運輸完成臺鐵、臺北及桃園捷運之量測，本階段各區域 4G 平均下載及上傳速率請參閱附錄二。

從移動式量測可以得知本階段量測區域全國 4G 平均下載速率為 65.25Mbps，平均上傳速率為 14.88Mbps，相較於 108 年度 8 月至 9 月的量測結果，4G 平均下載速率明顯提升。

一、速率提升的主要原因

（一）各業者持續建設

速率的提升主要原因經瞭解為各業者今年度仍持續投入基地臺建設，加上其他業者逐步擴充無線端使用頻段，例如台灣大哥大今年度在部分地區投入建設 2100MHz 頻段，台灣之星及遠傳電信也繼續增加 2600MHz 頻段，亞太電信開始增加 900MHz 頻段及 2600MHz 的分時雙工(Time Division Duplex； TDD)頻段等，業者均努力擴充無線端頻寬，是速率提升的重要因素之一。

(二) 通訊傳輸新技術使用

除了基地臺建設及頻譜的擴增之外，以下是目前透過分析及訪談到業者新增提升速率的通訊技術，這些技術有些需要變更硬體，有些則僅是軟體的功能開啟，但都能有效且快速的提供更好的上網速率。

(三) 256QAM 正交振幅調變

除了頻寬的陸續啟動使用外，隨著通訊技術的演進，正交振幅調變 (Quadrature Amplitude Modulation; QAM)，QAM 是數位信號的一種調變方式，在調變過程中，同時以載波信號的幅度和相位來代表不同的數位位元編碼，把多進位與正交載波技術結合起來，進一步提高頻譜利用率。業者基地臺若將 64QAM 升級為 256QAM，下載速率可以提升 33%。此方法是業者在提升速率上最容易使用的一種技術，只需要開啟這個功能即可，但因為開啟這個功能需要向設備供應商付出額外的費用，因此若考慮到成本管控，通常在只會在都會區開啟，且要有非常乾淨的無線環境才能達到 256QAM 的效能，目前三大業者應該已經全面開啟，但效果各不同，其他兩家業者則選擇性的開啟。

(四) 改善天線送收能力(4*4MIMO)

多輸入多輸出 (Multi-input Multi-output; MIMO) 技術是在基地臺的發射端和(或)接收端使用多支天線，以創造多維度空間，因此如果妥善運用，將可大幅提高系統效能。在 MIMO 這個用語中，「輸入」和「輸出」指的是無線通道。在發射端配置多支天線代表會有多個訊號源發射訊號到無線通道中，而在接收端配置多支天線則代表無線通道會輸出多個訊號。

各業者目前在天線端送收技術上也已經有部分換裝成 4*4 MIMO 天線，加上手機端若也支援 4*4 MIMO 天線送收能力，可以達到最好的效果，這種天線技術屬硬體效能，因此若要使用這種功能，須更換天線，且天線的面積較為寬大，須要視現場的空間來衡量是否能換裝，MIMO 技術目前也是業者用來提升速率的重要技術之一。

(五) 多頻段載波聚合功能

載波聚合(Carrier Aggregation; CA)一直是行動寬頻網路非常重要的技術之一，因此各業者在頻譜釋照的時候均希望在有限資金下的取得更多或更適合的頻譜資源，再整合已掌握的頻段來進行載波聚合，將頻寬效能提升到最大。從量測的資料中可以觀察到三大電信業者彼此間非常競爭，在各縣市的 2CA 以上的使用比例都接近或超過 90%，顯示三大業者持續投資並將頻譜效能持續提升當中，CA 啟動須要搭配良好的無線端品質及資源上可調度才能增加 CA 的使用比例，其他兩家業者在布建及投資時有不一樣的考量，因此暫時都以人口密集區作為主要啟動 CA 的地區。除了分頻雙工(Frequency Division Duplex;FDD)的載波聚合之外，亞太電信也開始在少數地區啟動(FDD-TDD)的載波聚合能力，是目前唯一啟動這兩種技術載波聚合的業者，但因終端設備並不普遍，因此需要有支援(FDD-TDD)的載波聚合能力的手機用戶才能感受到速率提升。

(六) 業者優化

歷經這幾年的量測，電信業者對量測結果極度重視，因此各業者也會在量測前進行自評，再針對量測結果評估是否符合建設成果；行動上網的瓶頸主要在無線端的資源，但若其他網路節點設備的軟硬體及設定未進行優化時，即使無線端資源非常充足，上網速率也將出現無法達到最大應用效能。因此，各業者為使量測結果達到預期建設效果，會集合無線端部門、傳輸設備部門及核心網路部門憶起討論網路的瓶頸可能出現的地方，並嘗試找到問題的關鍵，舉例來說，台灣大哥大在今年度確實找到以往沒有發現的網路速率問題癥結所在，因此在進行設備擴充及參數優化後，確實也提高了上網速率，顯見本計畫對各業者的確實達到提升網路效能的目的。

第五章 本年度下載速率與去年(108 年)之比較

第一節 定點量測

定點量測數據取決量測時間、量測涵蓋基地臺當天服務人數以及網路維護狀況等因素，且無法重現每一次量測的狀況，本章節僅能針對今年度第二階段(8 月以後)量測數據與去年同期比較，並非在同樣的條件下的比較，因此僅能作為該地區同期抽樣的比較參考。

本節比較定點量測全臺六都(臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市與高雄市)量測點 109 年與 108 年的下載速率，(圖 5.1、圖 5.2)為今年六都定點量測的下載速率與去年之比較，其中今年第一階段的量測日期在 6 月到 7 月，第二階段的量測日期在 8 月到 10 月。圖 5.1 為第一階段的下載速率與去年比較表，國內五大業者都有成長，各業者連線電信業者機房網內下載平均速率皆比去年第一階段高 1.92Mbps 以上；其中速率增加最多的為中華電信在臺中市的 39.31 Mbps(網內上傳平均速率值 166.18 Mbps)，速率增加最少的為亞太電信在臺北市的 1.92 Mbps(網內上傳平均速率值 23.92 Mbps)。

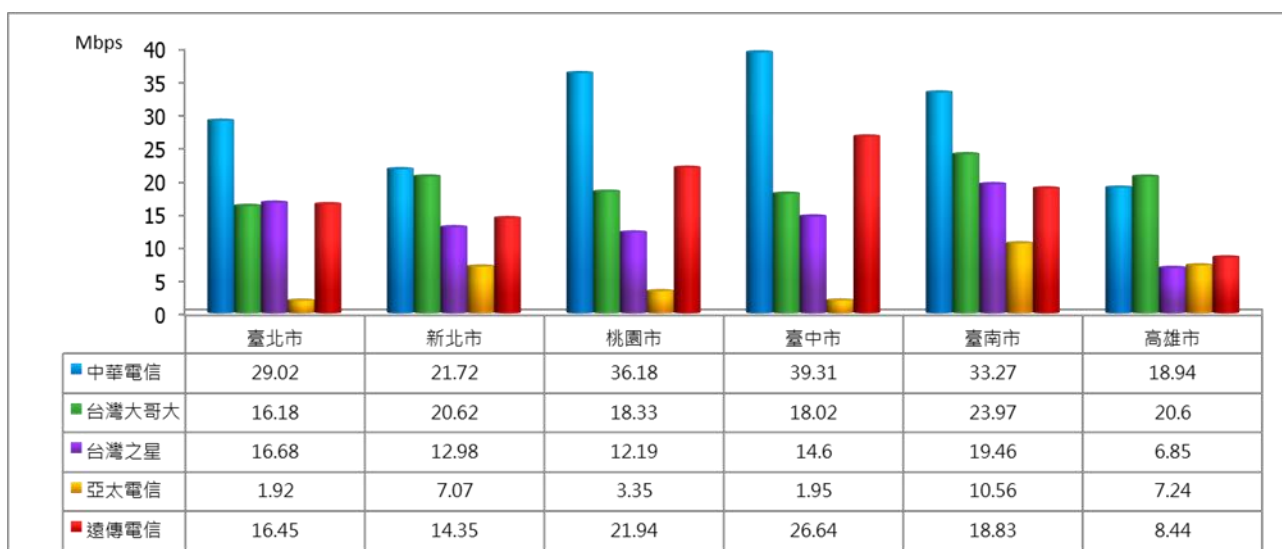


圖 5.1 第一階段定點量測-六都下載速率與去年比較表

圖 5.2 為第二階段的下載速率與去年比較表，國內五大業者在連線電信業者機房網內下載平均速率對比去年第二階段則互有增減；其中速率增加最多的為中華電信在臺中市的 40 Mbps(網內下載平均速率值 168.94 Mbps)，速率降幅最高的為遠傳電信在桃園市的 16.7 Mbps(網內下載平均速率值 114.48 Mbps)。

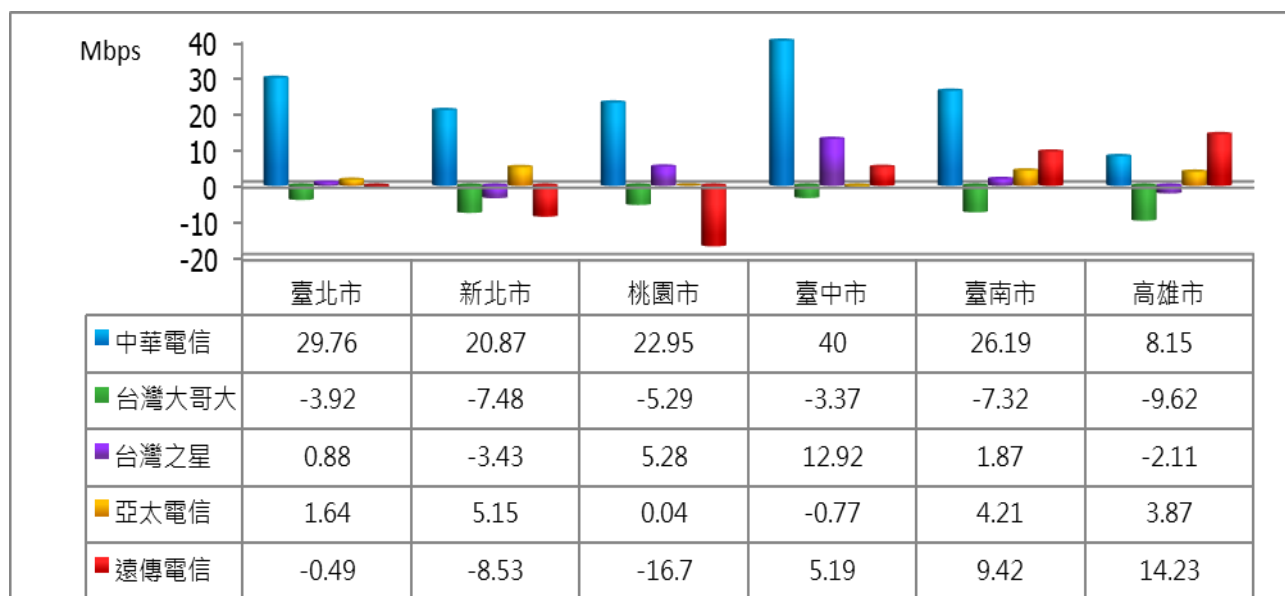


圖 5.2 第二階段定點量測-六都下載速率與去年比較表

一、臺北市分析

第二階段的量測區域包含北投區、士林區、萬華區、大同區、大安區及松山如圖 5.3。遠傳電信除在大安區與去年比較有比較明顯的差異(16Mbps)外，其他區仍舊維持不錯的速率並較去年略增。中華電信則在各行政區速率均有提升。台灣哥大速率明顯下降行政區分別在大同區(10Mbps)及大安區(16Mbps)，士林區及萬華區僅微幅下降，應可視為無明顯差異。台灣之星及亞太電信在這幾個行政區並沒有太多變化，可視為持平。

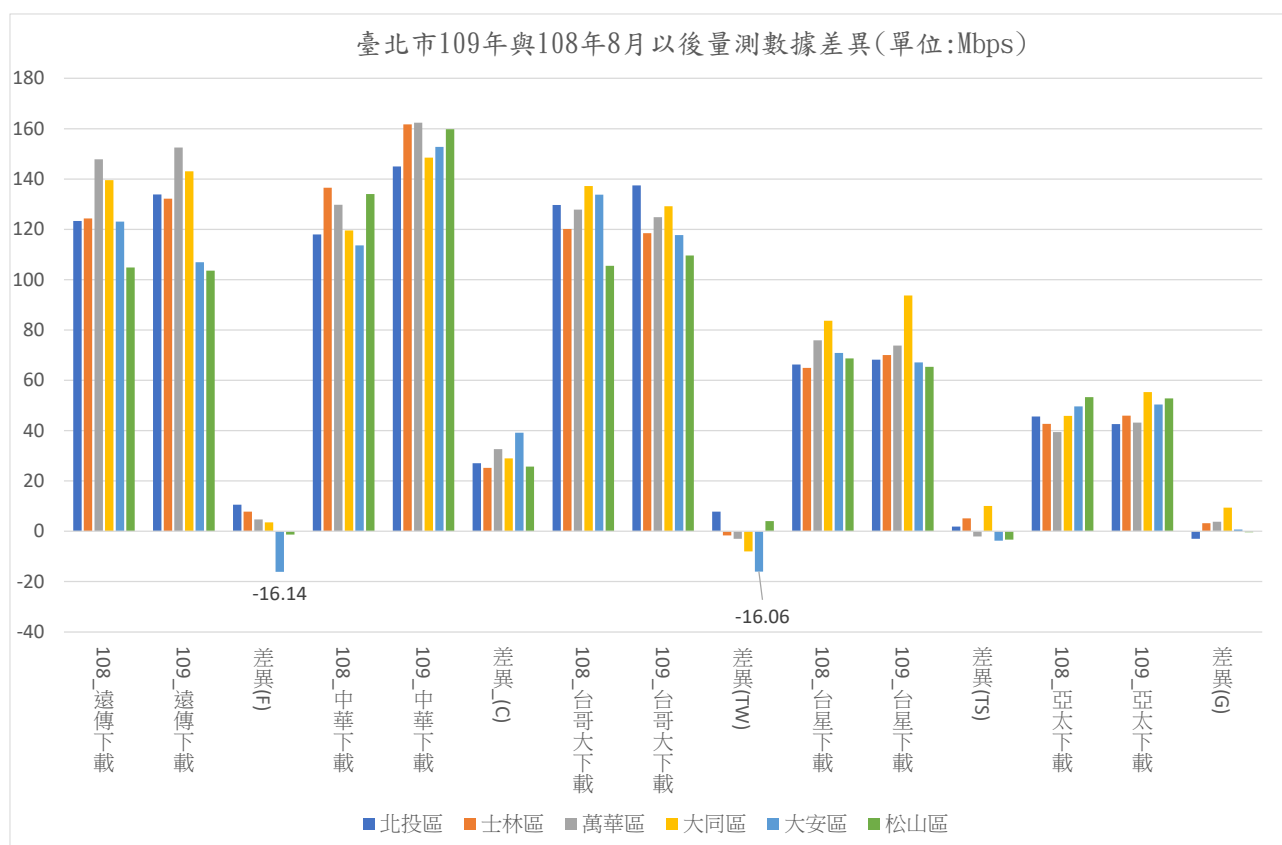


圖 5.3 臺北市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較

二、新北市分析

圖 5.4 為新北市瑞芳區、三峽區、林口區、三芝區、石碇區、三重區、坪林區、五股區、石門區及八里區 109 年與 108 年上網速率量測差異比較。這些行政區大多在新北市山區或是較為外圍的區域，遠傳電信及台灣大哥大普遍在這些區域有較明顯的降低；三大在八里區都較去年降低 18~34Mbps，該地區應尚無 5G 建設，上網速率的變動應該屬於量測時間當下使用網路的人數的變動導致，或是共構站台的異動導致；台灣之星及亞太電信的變動幅度並不大。圖 5.5 為平溪區、樹林區、泰山區、鶯歌區、淡水區、蘆洲區、雙溪區及金山區差異比較。金山區遠傳電信及台灣大哥大在該地區均有比較明顯的降幅，評估應該是量測時間在暑假，遊客人數增多所影響。中華電信在這些地區速率均較去年提升，台灣之星及亞太電信增減幅度均不大，可視為持平。

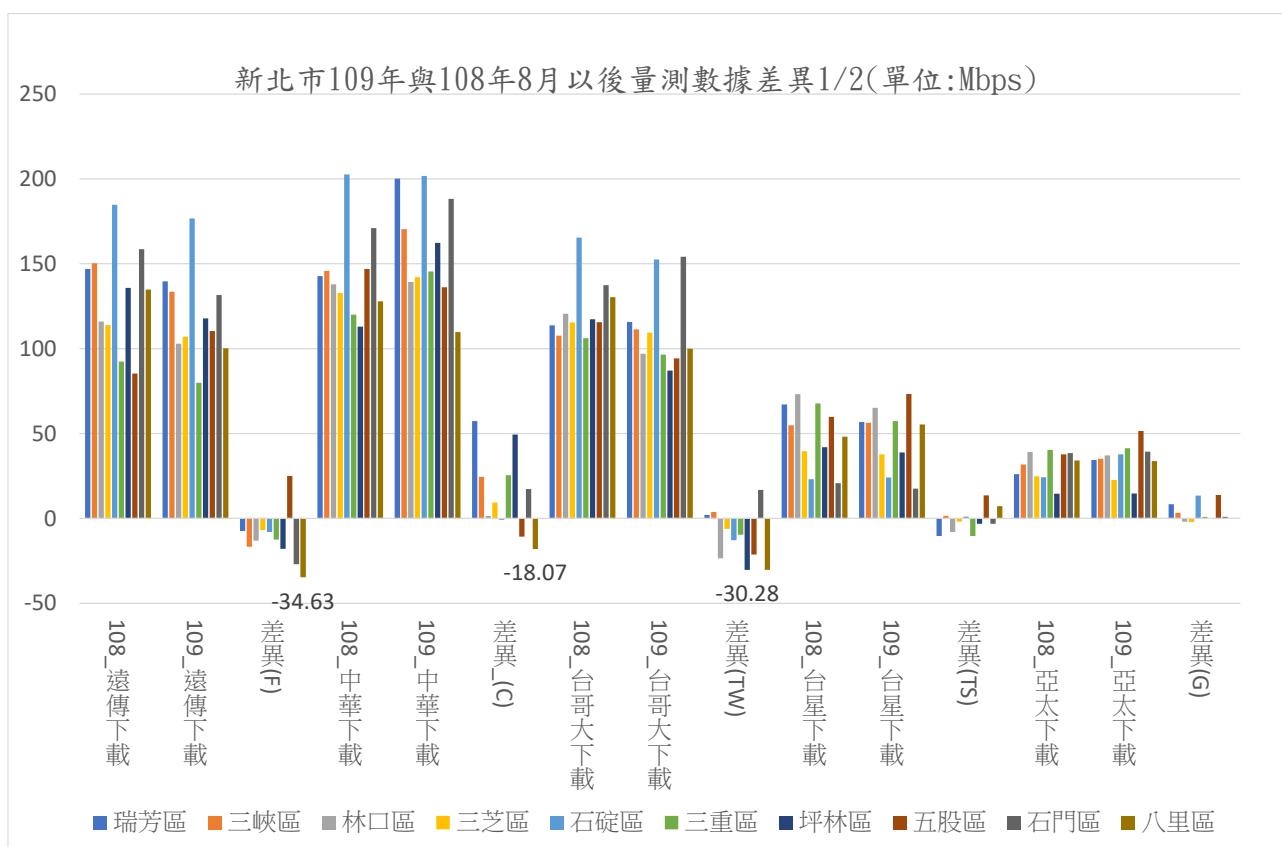


圖 5.4 新北市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較(1/2)

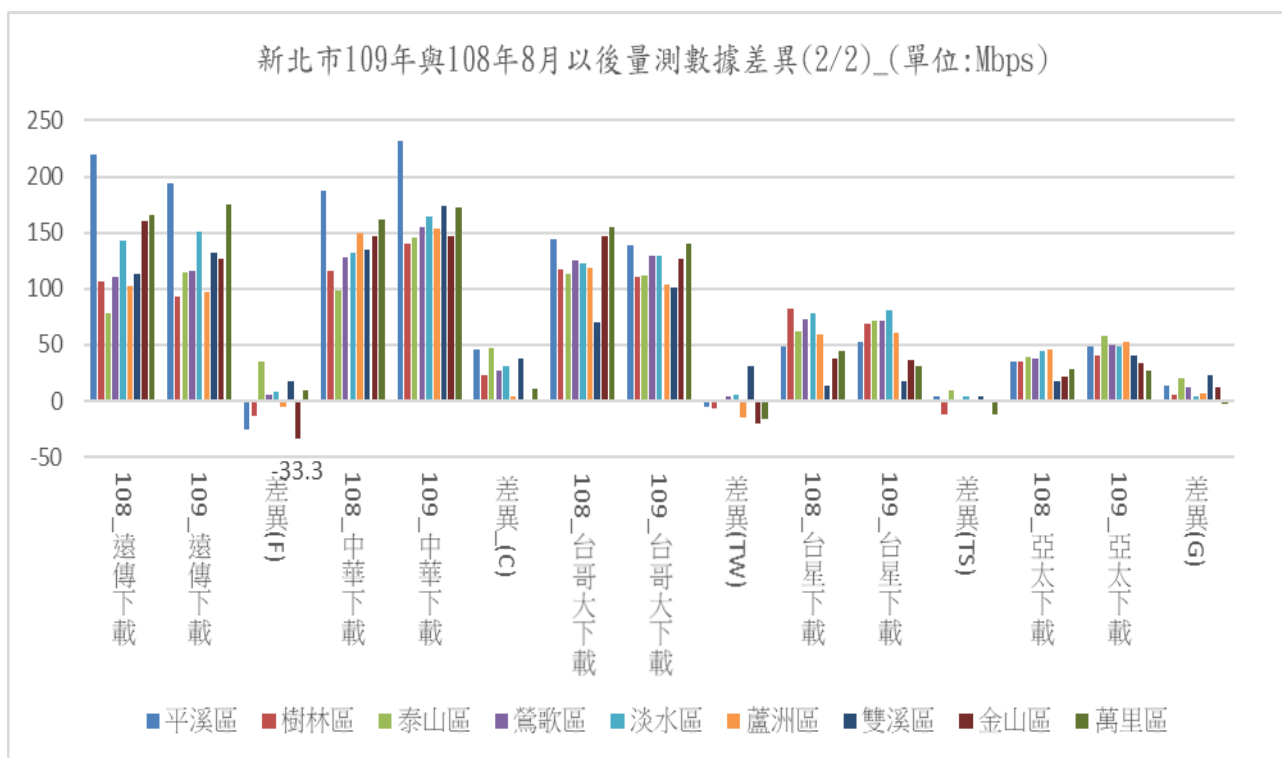


圖 5.5 新北市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較(2/2)

三、桃園市行政區分析

桃園市 8 月以後量測區域也多落在郊外的行政區，如復興區、楊梅區、八德區、蘆竹區、大溪區、龜山區、平鎮區、新屋區及觀音區；這些行政區。

中遠傳電信在復興區數據較去年降低 52.49Mbps，台灣大哥大降低 23.41Mbps，這與新北市的狀況雷同，量測時間點也都在暑假期間，因此速率下降可能是疫情關係，暑假旅遊旺季帶來人潮，導致速率變動；不過遠傳電信速率可達 200Mbps 以上，台灣大哥大也在 100Mbps 以上，使用上應不會有太明顯的差異感受。中華電信在這些地區速率均較去年提升，台灣之星及亞太電信增減幅度均不大，可視為持平。

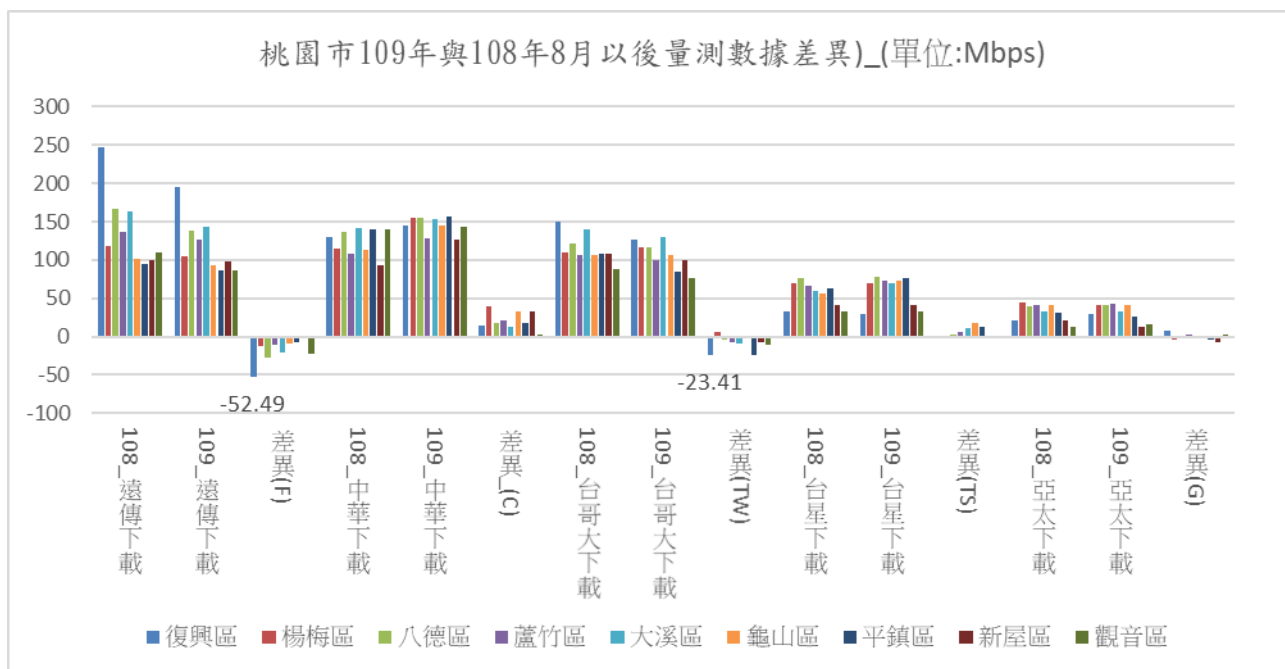


圖 5.6 桃園市 109 年與 108 年 8 月以後上網量測數據比較(1/1)

四、臺中市行政區分析

臺中市第二階段大里區、和平區、龍井區、外埔區、太平區、大安區、霧峰區及大甲區 109 年與 108 年上網速率比較如圖 5.7；均位於臺中市郊區，量測時間也是暑假時間，遠傳電信及台灣大哥大在龍井區速率約降 25~26Mbps，霧峰、太平及外埔區也都有速率略降的狀況，應該暑假旅遊旺季，在這些郊區旅遊使用網路有關；中華電信上網速率則仍然維持成長，台灣之星及亞太電信與去年速率接近。

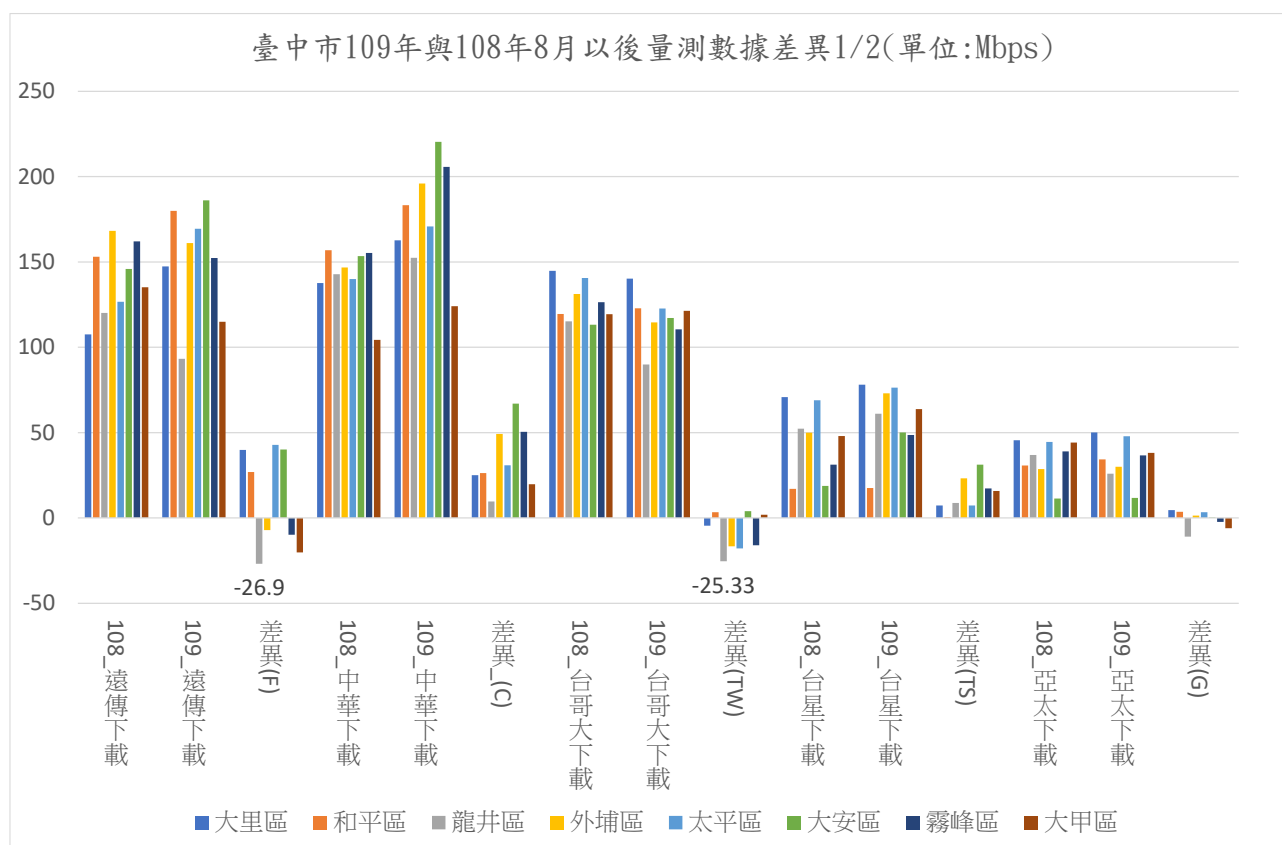


圖 5.7 臺中市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(1/2)

圖 5.8 烏日區、大雅區、新社區、潭子區、東勢區、梧棲區、沙鹿區及清水區有一半在臺中市郊區，遠傳電信在東勢、沙鹿及清水區下降約 15Mbps，台灣大哥大則在烏日及大雅區下降約 11Mbps。中華電信仍維持上升趨勢，台灣之星及亞太電信變化也不大。

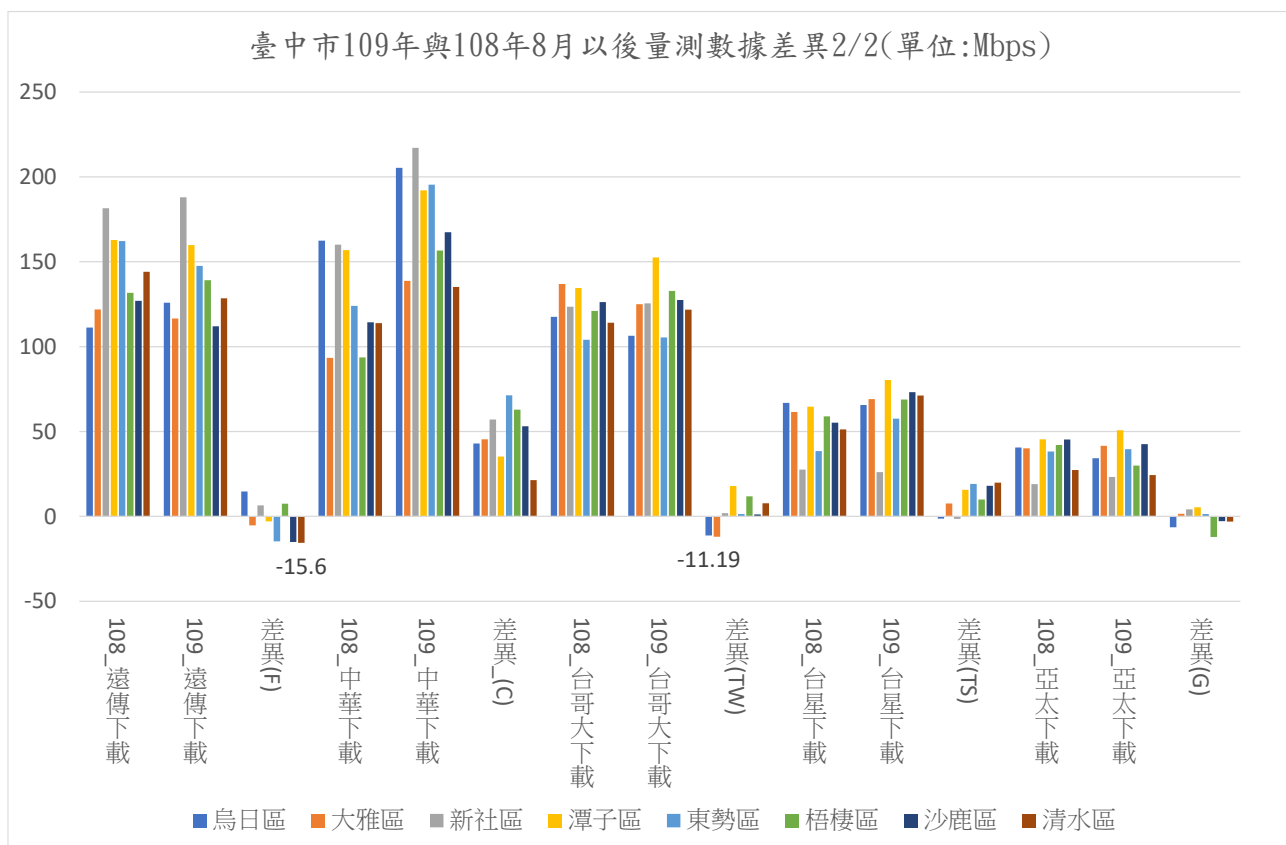


圖 5.8 臺中市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(2/2)

五、臺南市行政區分析

圖 5.9 為第二階段在臺南市中西區、白河區、七股區、新市區、下營區、安平區、東區、仁德區、龍崎區、佳里區、關廟區、六甲區及北門區 109 年與 108 年上網速率變化比較，這些區域中遠傳電信在郊區下營區下降 23.54Mbps 較明顯，台灣大哥大則在中西區下降 27.88Mbps，中西區位於臺南市中心，有可能為 5G 建設影響到上網速率也可能 4G 涵蓋有變化導致。台灣之星也在北門區下降 25.37Mbps，但此區應尚無 5G 建設，可能是基地台涵蓋有改變導致。中華電信及亞太電信則大部分呈現速率上升。

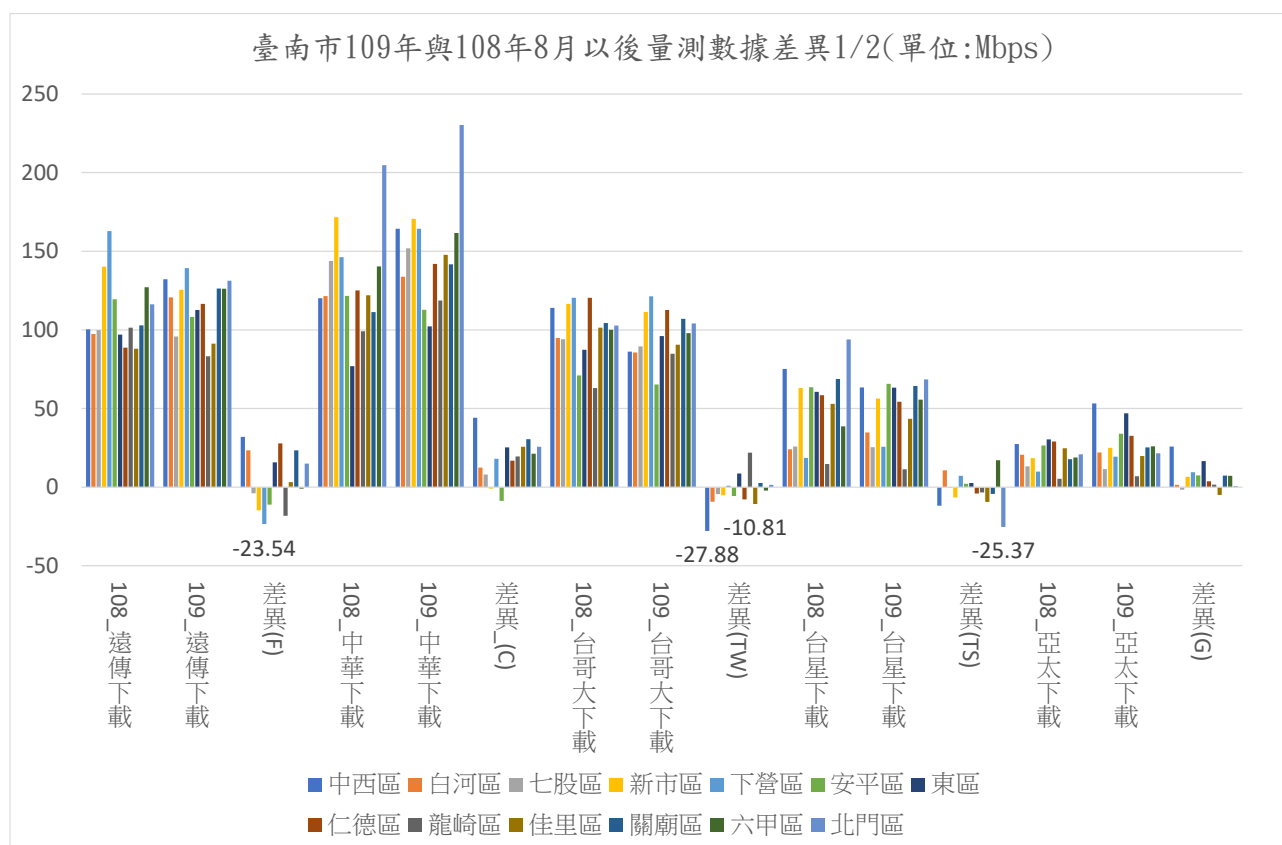


圖 5.9 臺南市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(1/2)

圖 5.10 為第二階段左鎮區、南化區、大內區、楠西區、學甲區、玉井區、山上區、官田區、新化區、將軍區、後壁區、西港區及東山區 109 年與 108 年上網速率變化比較，這些行政區都屬於郊區。遠傳電信在山上區下降 43.3Mbps，中華電信下降 23.78Mbps，但其餘地區速率均有提升；台灣大哥大在山上區也下降 51.82Mbps 且在圖中大部分行政區速率都有下降，此地區應該是暑假出遊，上網人數增加導致下降許多，台灣之星在大部分的行政區上網速率有提升，亞太電信則持平。

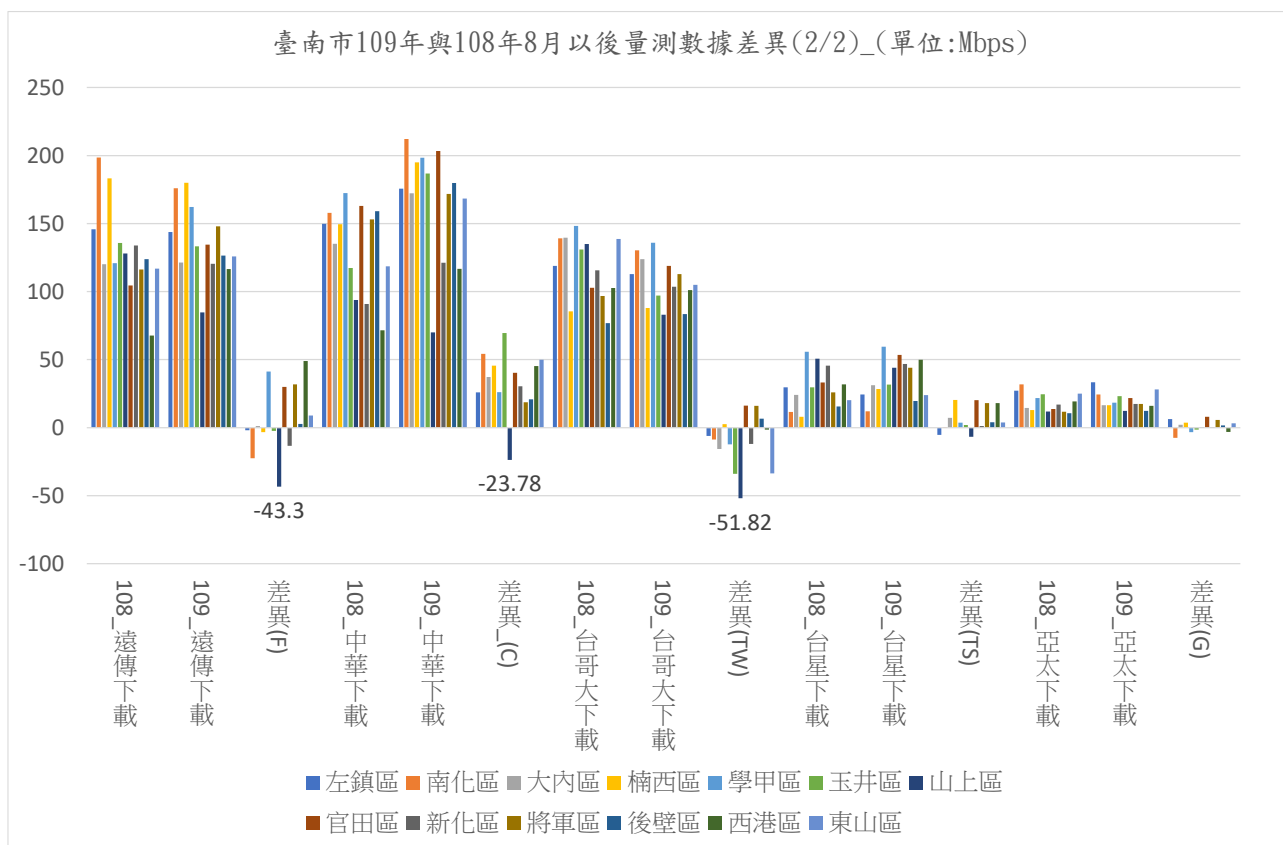


圖 5.10 臺南市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(2/2)

六、高雄市行政區分析

圖 5.11 為第二階段桃源區、內門區、前金區、六龜區、茂林區、鳳山區、前鎮區及大寮區 109 年與 108 年上網速率比較，除前金、前鎮及鳳山區外，其他區域較不在 5G 建設範圍內且屬高雄市郊區，台灣大哥大在這幾個郊外行政區約下降 10Mbps 以內，遠傳電信則在茂林區及六龜區下降約 29Mbps；台灣之星及亞太電信則略提升或持平。

遠傳電信在六龜、茂林分別下降 25~29Mbps；中華電信則在左營區下降約 8Mbps；台灣大哥大在鳳山下下降約 16Mbps；雖然速率呈現下降，但中華電信及台灣大哥大的上網速率都還是維持在 100Mbps 以上。

高雄市109年與108年8月以後量測數據差異1/2)_(單位:Mbps)

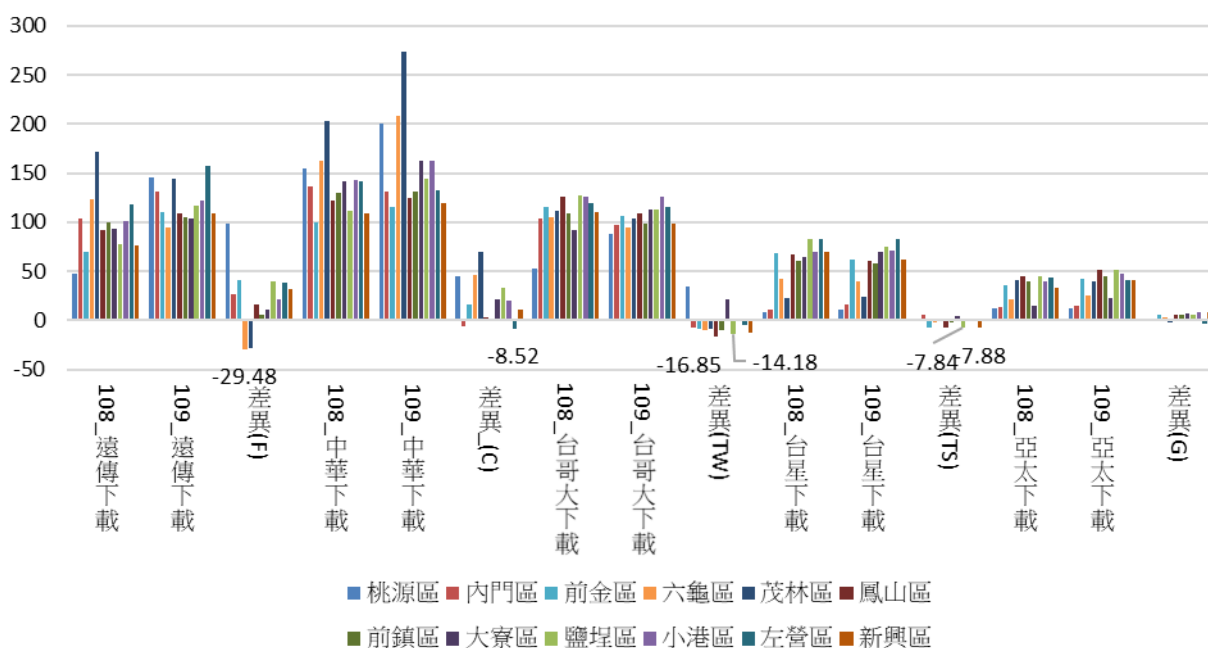


圖 5.11 高雄市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(1/2)

高雄市109年與108年8月以後量測數據差

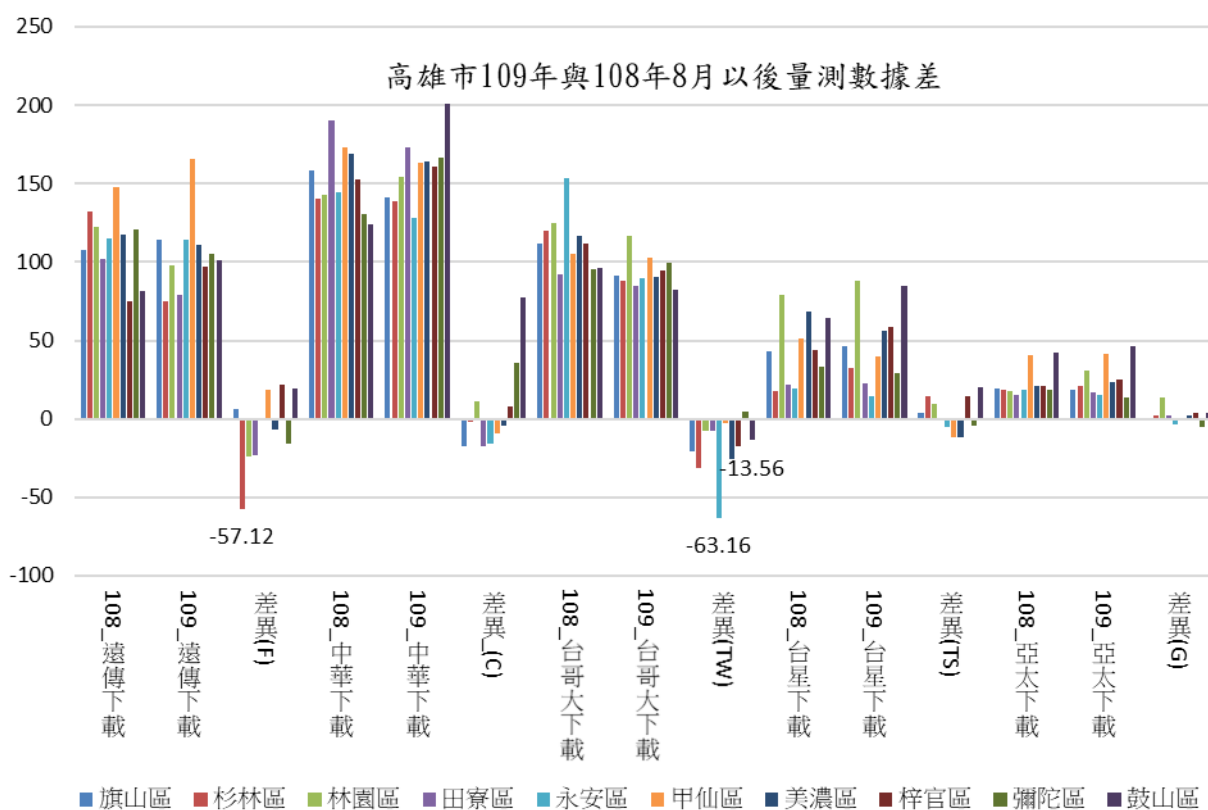


圖 5.12 高雄市 109 年與 108 年 8 月以後量測數據差異(2/2)

圖 5.12 為第二階段鹽埕區小港區、左營區、新興區、旗山區、杉林區、林園區、田寮區、永安區、甲仙區及美濃區 109 年與 108 年上網速率差異比較。在這些行政區中，遠傳電信在杉林區 57.12Mbps；台灣大哥大在永安區下降 63.16Mbps，其他區也有呈現下降；中華電信在旗山區下降 17.65Mbps；以上區域均屬於郊區，旅遊人數容易影響到這三家業者上網速率；台灣之星在美濃區及甲仙區約下降 10Mbps，亞太電信則持平。

七、小結

第二階段六都大部分量測的行政區大多位於郊區為主，量測時間大多落在暑假，由於新冠疫情關係，全球經濟、生活習慣全部受到影響，遠距視訊會議需求估計成長 1~2 倍，利用網際網路服務的人越來越多，因為減少外出或是在家上班等都需要網路服務；數據使用量估計應該成長 30%甚至更高；無法出國也導致旅遊的人潮都往郊區移動，遠傳電信及台灣大哥大可以很明顯的看出在郊區的建設資源比較有限，在暑假期間，六都的郊區的上網速率與去年同期比較，確實呈現下降的狀況，應該與疫情有直接的相關；但速率大部分還是可以維持在 100Mbps 附近或更高。

另外我們從通傳會公開資訊中取得行動寬頻用戶每用數據平均用量，這份資料中有每一家電信業者 4G 使用量、用戶數及平均每月每人使用量。我們整理成表格後資訊及分析如下：

表 5.1 4G 使用量、用戶數及平均每月每人使用量

公司名稱	108/7~8 平均每一用戶 4G 數據傳輸量 (GBytes)	109/7~8 平均每一用戶 4G 數據傳輸量 (GBytes)	最大下載使用頻寬	市佔率 (%)
中華電信	16.515	20.53	70MHz	36.2
台灣大哥大	22.14	25.58	55MHz	24.32
遠傳電信	23.115	26.84	60MHz	24.18
台灣之星	24.87	28.26	35MHz	8.32
亞太電信	10.675	12.66	25MHz	6.98
數據量/每人每月	19.75	23.38		

1. 109 年 7~8(23.38GB)月相較 108 年同期(19.75GB)增加 3.63GB，行動上網數據用量持續增加。
2. 各家業者每月每人的數據使用量，台灣之星 28.26GB 最高，遠傳電信 26.84GB，台灣大哥大 25.58GB，中華電信 20.53GB，亞太電信 12.66GB、
3. 中華有最大的頻寬，但數據使用量低於全台平均使用量，無線端資源上相較遠傳及台灣大寬裕許多，相對較不容易影響到上網速率。
4. 台灣之星及亞太電信由於建設大多集中在蛋黃區，郊區建設以涵蓋為主，且市佔率較低，上網速率下降的現象會出現在少數區域(新北市、高雄市及台南市)，中華電信在郊區可以看出與上述兩家業者的狀況略有不同，其上網速率僅在高雄市郊區有下降，其他區域均較去年提升，推估今年在郊區有擴增基地台無線端資源，提升基礎建設的上網效能，且中華電信頻寬最大，應能應付疫情後增加之訊務量。台灣大哥大及遠傳電信兩家用戶通常屬於年輕族群及重度上網用戶，三大業者在郊區基站建設數量差距應該不大，但由於頻寬較少，在同一個地方上網速率很容易因為使用人數的關係產生明顯的變化。台灣之星及亞太電信也有小幅的下降，但由於市佔率較小，下降比例較台哥大及遠傳相對小一些。

從上述的資訊來判斷，疫情應該是影響整體網速的主要關鍵之一，5G 建設所帶來的影響，應該是在整合 4G 時需要短暫的關站，導致原本涵蓋有變弱，速率會在建設期有短暫性 1~2 天的影響，且 5G 用戶尚屬少數，尚不至於使用到太多 4G 的網路資源。

第二節 移動量測

一、六都分析

本節比較移動量測全臺六都主要道路 109 年與 108 年的下載速率，圖 5.13 為今年六都移動量測的下載速率與去年之比較，其中今年新北市與高雄市的量測日期在 6 月到 7 月，臺北市、桃園市、臺中市與臺南市則於 8 月到 9 月量測。本年度的下載速率除了臺南市的台灣大哥大與台灣之星(較去年下降 2.56Mbps 及 1.8Mbps)，以及高雄市的台灣之星有非常微小的下降，但下降速率都非常微小；其中在臺南市速率略降的台灣大哥大以及台灣之星，其今年的下載速率分別有 71 Mbps 及 23Mbps，仍在可觀賞 HD 高畫質之 YouTube 影片建議之網路需求之內，其餘都有成長。

中華電信在都會區推估今年在建設上有擴增基地台無線端資源，提升基礎建設的上網效能。台灣大哥大在技術上找出網路各節點的瓶頸，擴充機房段設備及調整及持續優化網路參數，今年上網速率明顯提升。遠傳電信啟動 4CA 的比例較 108 年成長，因此在可用頻寬提升情況下，網路能提供較多的 Radio resource(RB)以滿足用戶需求，因而速率也有明顯的提升。台灣之星及亞太電信並未發現有太明顯的改變，與去年的速率增減幅變化不大，網路均維持在穩定的狀況。

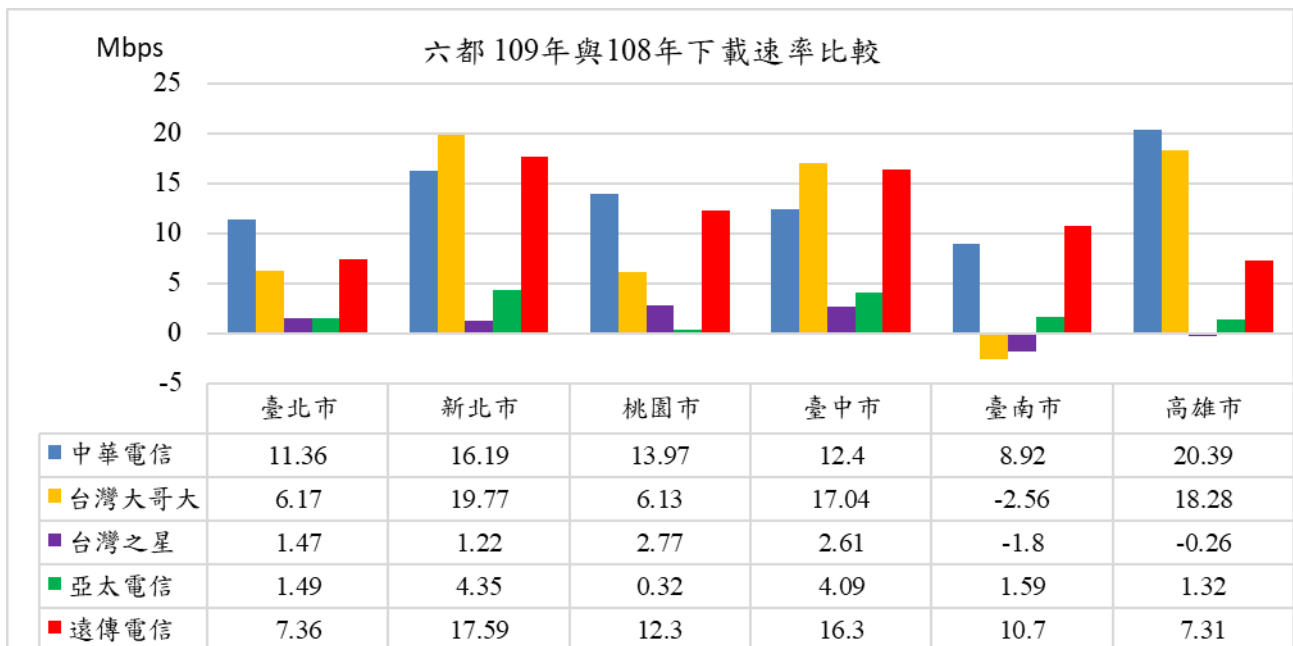


圖 5.13 六都移動量測下載速率與去年比較表

二、臺北捷運比較

圖 5.14 為今年臺北捷運移動量測的下載速率與去年之比較，兩年度的下載速率所有業者於臺北捷各線均有顯著成長，其中中華電信於中和新蘆線測得下載速率 278Mbps，為今年移動量測項目中最高速，其餘業者也均有明顯進步。由此項數據可知各家業者今年於臺北捷的基礎建設有明顯提升，並未因為 5G 建設影響到 4G 的上網速率。

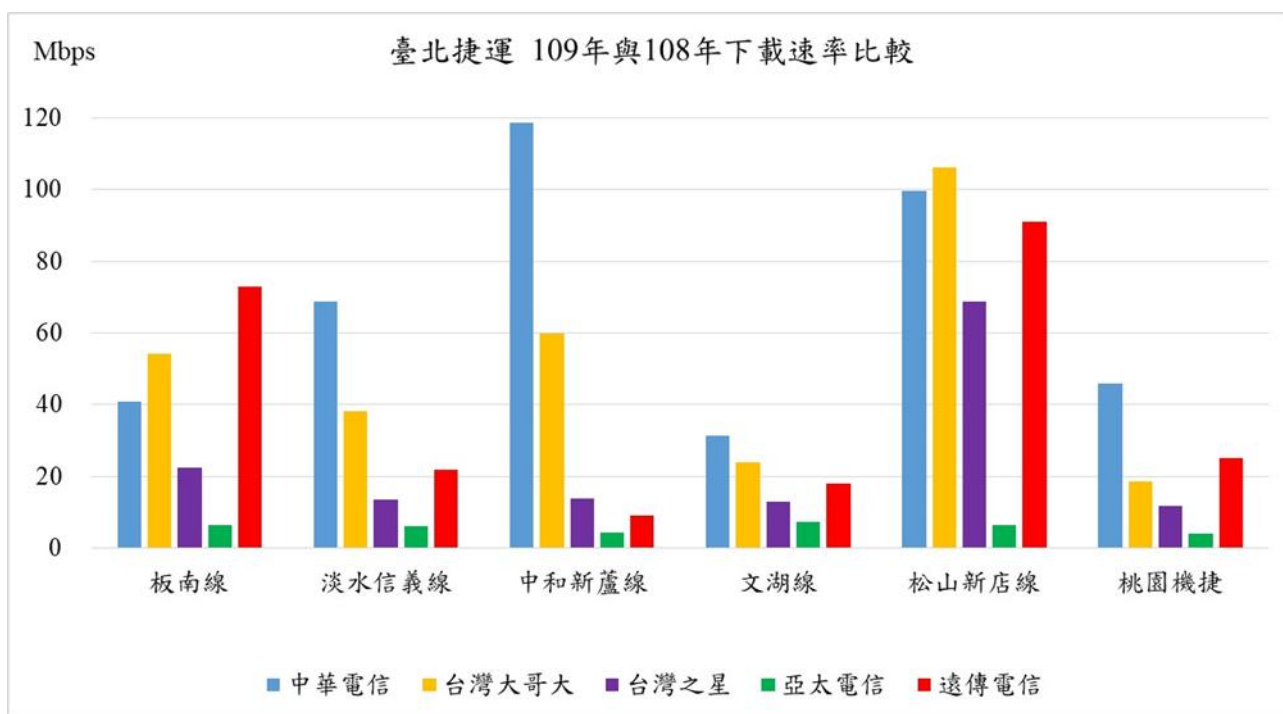


圖 5.14 臺北捷運移動量測下載速率與去年比較表

小結

綜合以上六都及臺北捷運數據分析，六都中臺南市雖有微幅的下降，但可視為持平；以臺北市、桃園市及臺中市應該為 5G 建設重點區域，各家業者速率仍然持續提升，臺北捷運據了解也已經部屬 5G 服務，但由於用戶並不多，使用到 4G 的資源應該相當有限，因此以 4G 速率數據來看目前尚無明顯受影響。

另外，國際相當知名的 Youtube 網站在疫情期間也由於使用量爆發性成長，因此在瀏覽影片時有刻意調整用戶的觀賞解析度，以減少頻寬使用量，或許這也是民眾有感覺到服務變差的原因之一。

第六章 移動量測弱訊區分析研究

本研究整理臺灣五家電信業者於今年度移動量測共 22 個縣市之主要道路所涵蓋之弱訊區。當該路段測得參考信號強度(RSRP)小於-112dBm，將視之為弱訊號區，代表該區域或路段由於地理限制因素或其他原因導致電信業者建設不易或不完全，使用者在經過該區域或路段時可能會暫時失去數據服務。

表 6.1 及 6.2 表示台灣高鐵與臺鐵主線之取樣點比較，由於距離較長且移動速度較快，弱訊區的定義為參考信號強度小於等於-120dBm 之取樣點區域，由兩表可知三大業者在高鐵的弱訊區情形較為相似，而各家業者於臺鐵主線弱訊程度比高鐵嚴重。

表 6.1 台灣高鐵取樣點比較

台灣高鐵取樣點數	CHT	TWM	TST	GT	FET
> -120dBm	48967	55936	53469	56761	60124
≤ -120dBm	38	39	367	204	67

表 6.2 臺鐵主線取樣點比較

臺鐵主線取樣點數	CHT	TWM	TST	GT	FET
> -120dBm	101441	99315	98688	104988	97623
≤ -120dBm	1056	1169	807	3587	1470

表內訊號強度(RSRP)取樣點說明：

如第二章專案執行規劃所述，進行移動量測時量測設備會依照劇本執行量測行為，下載每個檔案間有五秒等待時間，而下載指令從送達業者機房到真正下載速率之間會有一段系統溝通時間。等待時間及系統溝通時間均不會產生取樣點，因此量測設備僅會於下載時錄製訊號強度取樣。各業者在相同量測路程下，下載速率高的業者由於下載次數多，下載間等待次數也會增加，因此取樣值較少。反之，下載速率低的業者相對等待時間也比較少，取樣值會增加。而下載開始前的系統溝通時間則是時間越短代表網路效能佳，亦會增加訊號強度取樣點數量。

比較附錄四中各縣市中各業者的弱訊區分布，可以得知到目前為止臺灣各家電信業者的建設概況，各家業者於各縣市的弱訊區分布不盡相同，但造成該路段訊號不佳的因素大致可歸納出幾個共同點，包含偏遠山區、海拔高低落差、河川或水庫周圍、人口不集中區域以及抗爭區。

圖 6.1、6.2 表示第一階段與第二階段各縣市中各家業者之弱訊區分布比率，其中以屏東縣、離島、宜蘭縣、花東及南投縣之弱訊區比率較高，其他西部縣市除了嘉義縣、新北市、新竹縣、苗栗縣及高雄市有涵蓋較多山區面積外，弱訊區比率均極低，表示目前為止臺灣的都會區數據涵蓋大致良好。

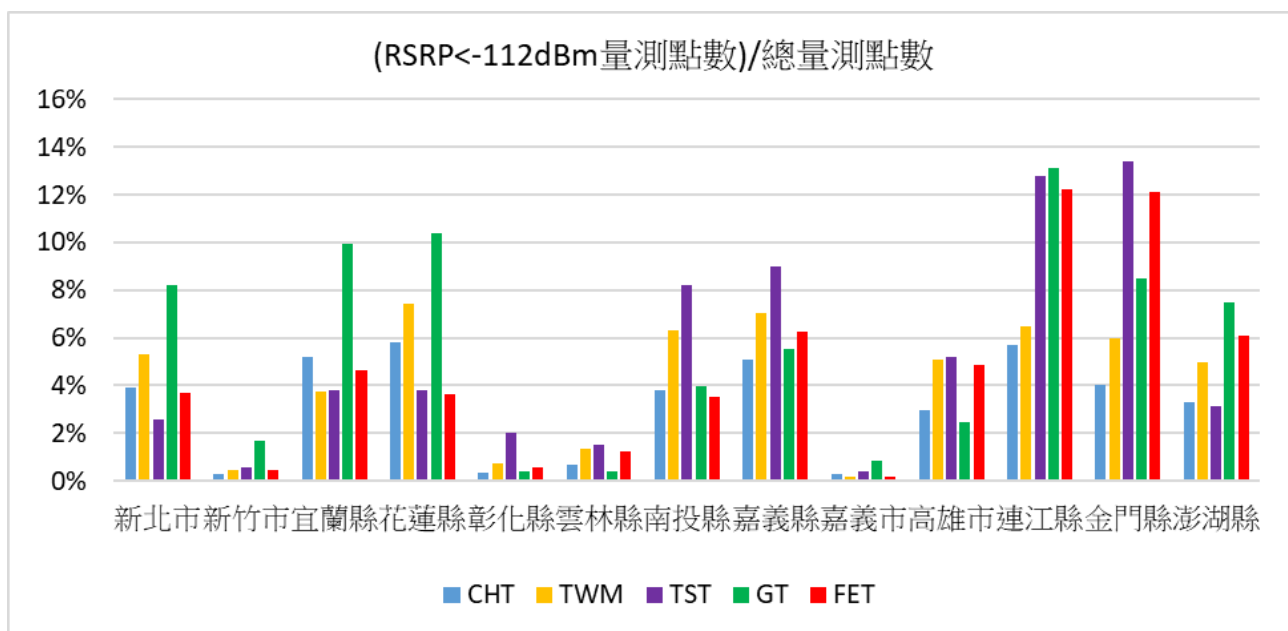


圖 6.1 第一階段各縣市弱訊區比例

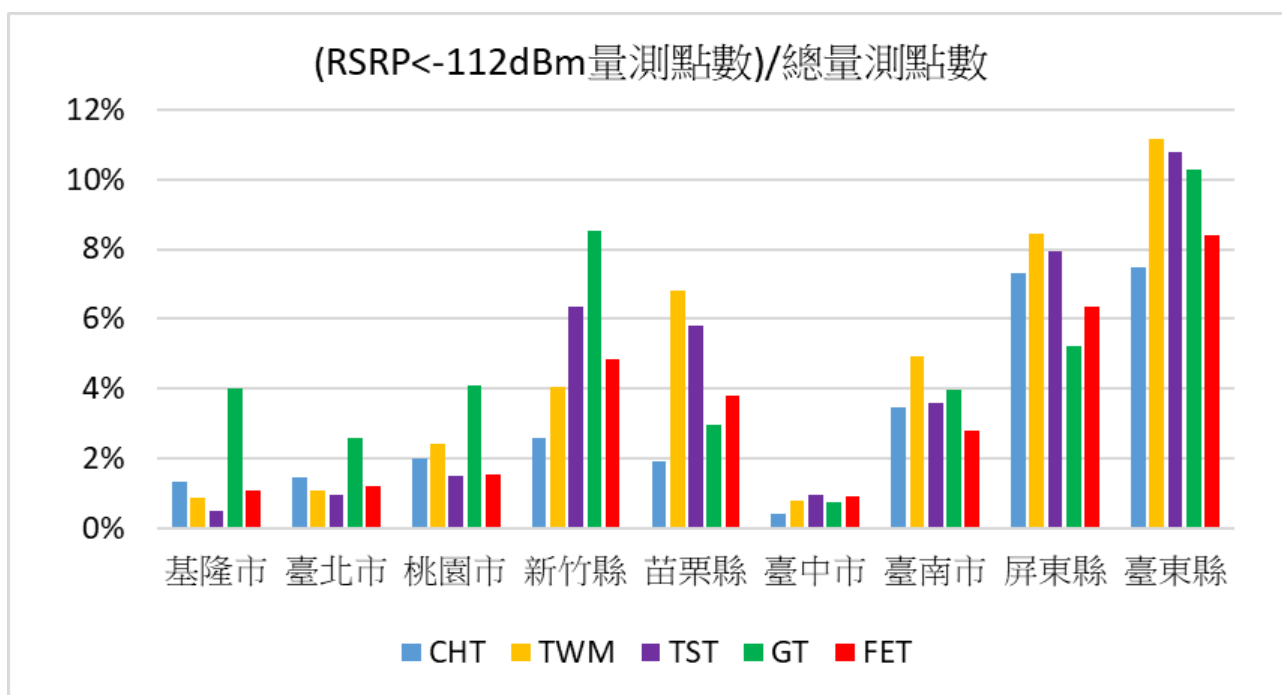


圖 6.2 第二階段各縣市弱訊區比例

三大電信業者在人口密集的主要縣市，都是主要的建設重點，相對量測時弱訊區分析都表現良好，但在較多山區的縣市因地形關係，訊號容易被地形遮蔽，或是屬於非人口居住地的關係，建設就像對比較少，弱訊區域出現的機會較多；建設通常與地形及人口稠密比例有關，應該郊區的弱訊比例較高也算合理。台灣之星除了金門縣及宜蘭縣弱訊區域較多外，其餘縣市表現良好。亞太電信基站數量明顯較少的條件下，弱訊區域明顯較其他業者多。

要降低郊區弱訊區比例需要通傳會透過政策減免或補助，來提升郊區的涵蓋，另外加上疫情的關係，出外旅遊的人數也明顯增多，涵蓋比例提升也能讓消費者感受到上網速率的順暢，出外旅遊也能更安心。

第七章 結論與建議

歷年來通傳會透過全國性的上網速率評量，促進電信營運商積極建設及優化網路，導入新技術，網內下載速率從 105 年度(第二階段)52.35Mbps，到今年 109 年度網內及網外的 Google 雲端下載速率均已經超越 100Mbps，以歷年趨勢可以明顯看出業者確實提供消費者更佳優質化的行動上網環境。以下為本計畫今年度量測結果變化進一步分析與說明，以及未來上網速率評量建議。另外，在辦理評量的過程中可以明顯感受業者對量測的關注，對網路可用性提供了很高的維護能量，這也是另外一個收穫。

一、量測結果分析及說明：

(一) 上網速率與使用頻寬成正比關係

各業者因取得的頻寬不同，最大可使用到 5 個載波聚合(CA)，頻寬可達 90MHz，另外也有 4CA、3CA、2CA 或單一載波的狀況。即使釋照的時候取得很大的頻寬，但若沒有積極建設或進行優化時，上網的速率都無法達最佳化。今年增加了各業者不同 CA 組合使用比例，經分析後，各業者均已有各種不同 CA 服務。但因各家建置策略不同，會依照需求來布署。今年定點量測上網速率中最高速率為 484.33Mbps，相較 108 年度最高速率為 429.67Mbps 如圖 7.1，仍持續的進步。

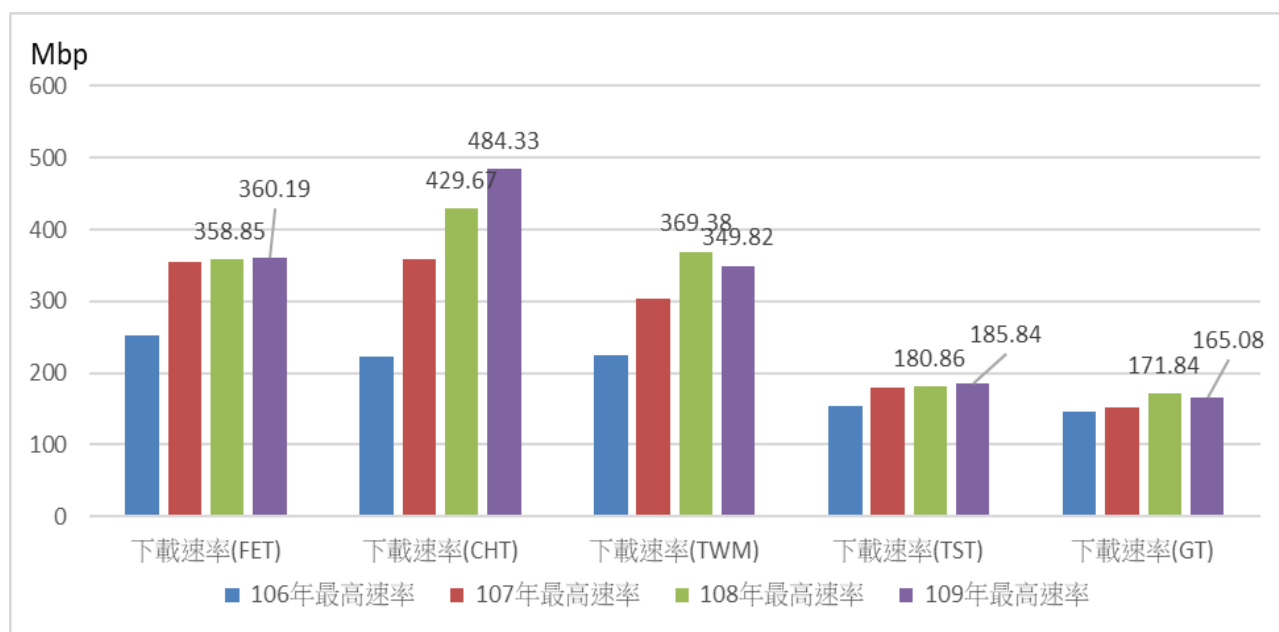


圖 7.1 106~109 年度定點量測下載最高速率比較

(二) 使用網內及網外伺服器的上網下載速率差異

本計畫今年度定點量測網外雲端伺服器的下載速率測項，共使用網內伺服器進行測試的上網速率與使用架設在彰濱工業區內 Google 雲端機房的網外伺服器，各縣市定點量測結果網內的上網速率約略高於網外 7.6Mbps 如圖 7.2，兩者差距不大，代表各業者提供相當充裕的連外頻寬，今年度 Google 雲端下載速率也呈現大幅進步。

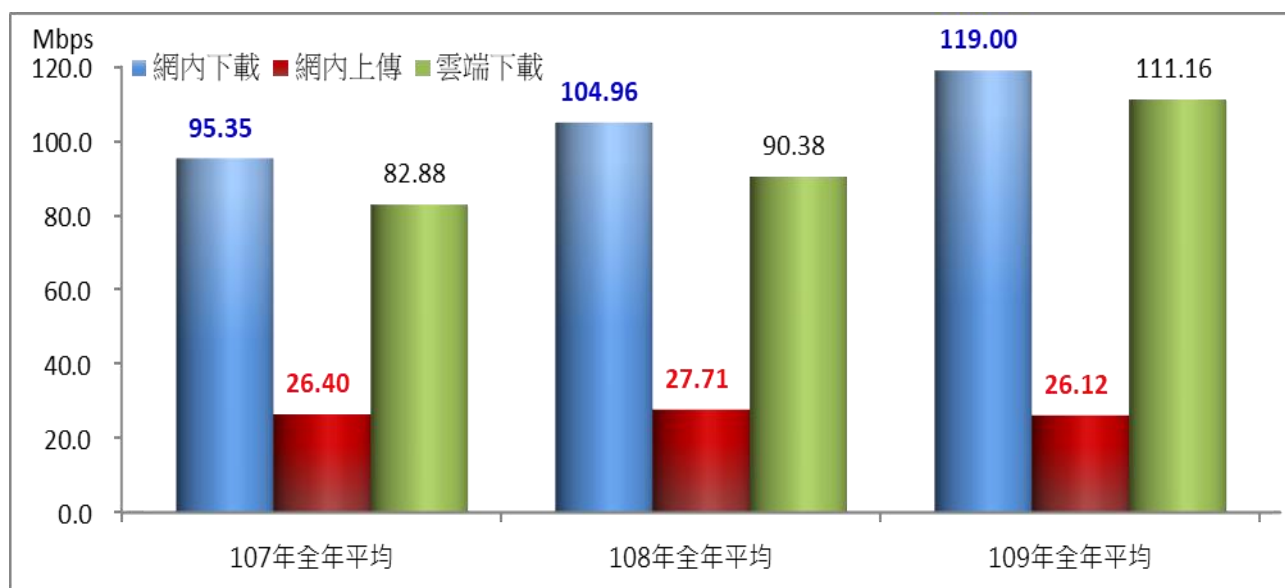


圖 7.2 107~109 年業者機房端下載速率與雲端下載速率差異

(三) 捷運離尖峰速率比較

本計畫今年度定點量測辦理捷運轉運站離尖峰速率量測，以臺北捷運、桃園捷運及高雄捷運主要轉運站為量測地點，量測結果顯示臺北捷運忠孝復興、中正紀念堂及松山南京站離尖峰速率差異達 127.2~175.66Mbps 之間，不過尖峰時段速率網內最低為 69.58Mbps，尚能維持穩定的上網服務。高雄捷運量測時間為 9 月初國、高中學生已開學多了學生通勤族，桃園捷運則因高鐵桃園站為地面站速率受附近用戶使用狀況影響較大，第一航廈、第二航廈站受班機到離站時間影響較大，今年度離尖峰量測數據差異較明顯離峰速率高於尖峰速率最高達 175.7Mbps，各捷運系統量測點離尖峰速率比較如圖 7.3。

尖峰時段:上午 7 點~9 點、下午 17~19 點，離峰時段:除尖峰時間以外

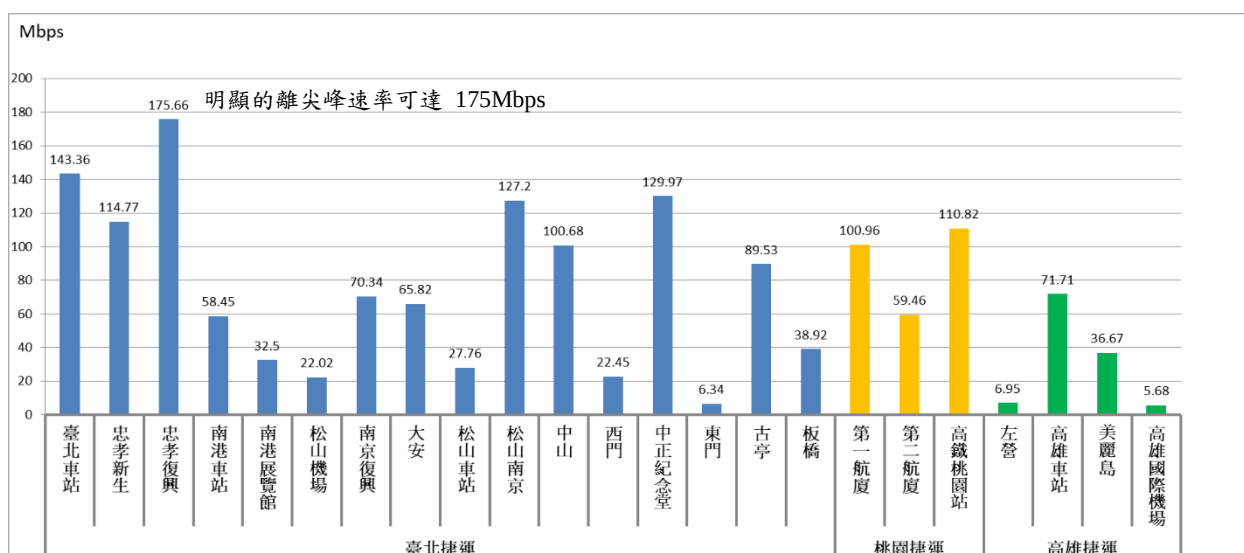


圖 7.3 臺北捷運、機場捷運及高雄捷運離尖峰速率比較

(四) 大眾運輸的語音通話及數據中斷率測試結果及政策建議

本計畫今年對各業者進行語音通話中斷測試中，對五家業者均測試 CSFB 及 VoLTE 兩種語音服務。語音服務雖然近年使用量逐漸下降，但仍為消費者最基本的服務需求。從量測結果發現大眾運輸中高鐵因速度快，在彰化以北沿線地形以山區為主，雖然大部分的隧道都已完成共構建設，但尚有少部分路段可能因基地臺交遞不順暢或高速行駛導致訊號不穩定極容易造成斷話，但整體來看今年斷話率明顯比去年有改善。臺鐵環島主線在西部地區語音通話較少發生斷話，東部地區宜蘭到花蓮段較長的新觀音隧道訊號涵蓋已改善。但東部尚有部分地區隧道尚未完成，尤其在南迴路段因為很多地方尚未完成涵蓋，較容易發生通話中斷，沿線無法撥話，各業者在臺鐵及各支線的通話中斷率如表 4.6、7 所示。

目前各業者為保留 CSFB 服務，需要保留 3G 頻段少部分頻寬繼續服務用戶，雖然 VoLTE 服務已經建置多年，但業者並未大規模做行銷或推廣 VoLTE 語音服務，以今年度量測的狀況，VoLTE 涵蓋及斷話次數並不明顯，建議通傳會可以與業者進行溝通，讓業者可以提前將 3G CSFB 服務切換到 4G VoLTE 服務。不過這也必須考慮到現有用戶手持裝置是否支援 VoLTE 功能，且在業者配合提供優惠方案的狀況下，將舊手機更換成具有 VoLTE 功能，除可減少一個系統的維護，消費者也能享有更高品質的語音服務。

國道、快速道路及大眾運輸數據服務中斷率部分，因為數據服務屬於非立即性的感受，數據服務中斷有正常與不正常兩種屬性，但這兩種若在訊號涵蓋良好的狀況下，一般民眾並不會有太多不好的感受，除非在訊號或品質不好的地方，數據服務中斷後會停滯一段時間，民眾剛好在使用上網服務，就會感受網路不太順暢。若出現數據中斷次數過於頻繁，上網速率會受到影響，速率會下降。

行動通訊因為移動中訊號需要交遞，系統調度資源時，有可能調度不順或資源不足，導致斷話發生，但發生的機率不高。有時候也可能因涵蓋問題、訊號收干擾造成品質不佳也容易使的通話品質變差甚至斷話。

(五) 移動量測弱訊區結果分析

表內訊號強度(RSRP)取樣點說明：

如第二章 專案執行規劃所述，進行移動量測時量測設備會依照劇本執行量測行為，下載每個檔案間有五秒等待時間，而下載指令從送達業者機房到真正下載速率之間會有一段系統溝通時間。等待時間及系統溝通時間均不會產生取樣點，因此量測設備僅會於下載時錄製訊號強度取樣。

各業者在相同量測路程下，下載速率高的業者由於下載次數多，下載間等待次數也會增加，因此取樣值較少。反之，下載速率低的業者相對等待時間也比較少，取樣值會增加。而下載開始前的系統溝通時間則是時間越短代表網路效能佳，亦會增加訊號強度取樣點數量。

表 7.1、7.2 表示今年移動量測第一階段與第二階段各縣市之弱訊與良訊取樣點比較，經由分析軟體將訊號強度依小於-112dBm 標註弱訊取樣，大於等於-112dBm 為良訊取樣，對照附錄四可得知各縣市弱訊分布位置，對照第六章之圖 6.1、6.2 可得知各業者之弱訊差異。

表 7.1 移動量測第一階段各縣市取樣點比較

RSRP	109 第一階段												
弱訊取樣(<-112dBm)	新北市	新竹市	宜蘭縣	花蓮縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	嘉義縣	嘉義市	高雄市	連江縣	金門縣	澎湖縣
CHT	4121	43	2531	3598	202	398	2039	2968	34	2054	165	482	188
TWM	5573	73	1858	4584	411	750	3381	4491	18	3480	188	714	283
TST	2647	93	1709	2254	1109	864	4260	4912	42	3513	341	1173	177
GT	6517	192	2607	4641	207	209	2090	3033	90	1662	327	758	396
FET	3806	67	2002	2186	302	713	1896	3827	21	3354	363	1269	349
良訊取樣(>=-112dBm)	新北市	新竹市	宜蘭縣	花蓮縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	嘉義縣	嘉義市	高雄市	連江縣	金門縣	澎湖縣
CHT	101063	15678	46123	58152	54996	56223	51767	55726	12179	67275	2742	11578	5550
TWM	99617	15756	47903	57104	54803	55852	50369	59353	11356	65143	2717	11181	5421
TST	101219	15815	42965	57086	53978	55510	47626	49807	10978	64006	2326	7568	5501
GT	72832	11337	23681	40057	54620	56022	50789	51801	10876	65887	2162	8195	4910
FET	98874	14681	41349	58108	54902	55908	51740	57366	11003	65287	2603	9207	5379

表 7.2 移動量測第二階段各縣市取樣點比較

RSRP	109 第二階段								
弱訊取樣(<-112dBm)	基隆市	臺北市	桃園市	新竹縣	苗栗縣	臺中市	臺南市	屏東縣	臺東縣
CHT	183	693	1893	1474	1042	255	3282	4079	3510
TWM	121	522	2264	2340	3615	510	4360	4809	5047
TST	67	457	1436	3712	2972	626	3274	4751	4717
GT	438	987	2855	3656	1461	467	3339	3024	4580
FET	151	570	1388	2795	1890	573	2464	3932	3921
良訊取樣(>=-112dBm)	基隆市	臺北市	桃園市	新竹縣	苗栗縣	臺中市	臺南市	屏東縣	臺東縣
CHT	13737	47285	92742	55760	53137	63686	90991	51793	43467
TWM	13836	46940	90759	55314	49434	63884	84008	52183	40098
TST	14056	46991	93410	54731	48274	65390	88163	55158	39002
GT	10464	37191	67100	39197	47484	60483	80682	54858	39896
FET	13557	45928	89302	54631	47769	63463	86024	57802	42639

六都中臺北市各家業者共同於文山區及北投區等山區有弱訊出現。新北市各家業者共同於八里、深坑、萬里及三芝等地區有弱訊出現。桃園市各家業者僅於大溪區共同有弱訊出現，其餘地區各家業者弱訊零星不同。臺中市各家業者僅於新社及霧峰共同有弱訊出現。臺南市各家於楠西區等水庫風景區共同有弱訊出現。高雄市各家於甲仙區、阿蓮區、田寮區等山區均有弱訊出現。比較六都中的弱訊位置，可得知除了地勢險峻、人口不密集以及水庫周圍，三大業者的用戶都能享有不錯的收訊品質，其餘兩家於都會區則有時會有零星弱訊發生。

二、未來建議

(一) 持續進行網路效能評量仍是維護消費者權益最好方式

綜觀國際目前歐美先進國家如英國 Ofcom、美國 FCC、法國 ARCEP，亞洲的日本、韓國及新加坡 IMD 等國家，仍繼續以評量速率或各種測試項目方式辦理，除能了解各業者基礎網路效能之外，也透過對外公開資訊方視讓民眾能了解各家業者網路現況，新加坡以規範各種區域的涵蓋為主，速率及傳遞延遲量測則視為一種業者服務的表現。英國 Ofcom 近年來有朝向服務品質的方向開始進行調查，但比較不屬於基礎網路效能部分，而是以民眾對使用服務的感受度來進行調查，法國 ARCEP 則是所有國家中最持續且已經連續 18 年的進行評量，且建置了全國性大眾運輸的圖資系統，民眾可以上網查詢各種運輸系統的網路表現，算是歐美先進國家中最積極調查行動上網效能的國家。日本主要針對定點進行比較嚴謹的量測，韓國則在已開始針對 5G 僅行量測並提供量測後結果。

(二) 業者提供自有用戶速率量測工具

國內辦理行動上網量測多年，業者雖然感受到頗大的壓力，但也因此投入資源基站建設及網路優化，不斷持續的改善上網環境，讓民眾能更便利的使用更大頻寬需求的服務。由於有很多的資費組合，建議通傳會可在監理政策中，請電信業者提供測試 APP 給網內戶，並讓用戶有基本工具可以量測到上網速率現況，了解本身所處位置上網效能。業者也可以提供分析資料，是否網路異常導致速率下降現象，這些可直接保護到消費者權益。

(三) 大眾運輸系統定期定時量測建議方案

為因應民意代表在質詢大眾運輸的服務時，建議分案定期(如每季)辦理量測作業，並觀察量測結果變化，是否沿線品質都維持穩定。若有計畫經費支持，也可以與高鐵或臺鐵等單位合作，放置常期監測設備，每日回傳量測數據，但需要工程用的量測手機及自動化測試腳本，並規劃好量測位置等專業的設計。

(四) 量測項目及設備須配合國際標準演進繼續與時俱進

藉由持續性的量測計畫，未來除了高速的上網速率需要設計量測方法及開發測試工具外，對於今年已經開台的 5G 網路，架構上是以 4G 基地臺串接 5G 基地臺的方式開始提供服務，以漸進式演進方式到最後實現獨立的 5G 網路，這演進過程都需要經過仔細進行文獻的收集、技術可行性的研究，並逐步的了解基礎網路效能所需的量測指標，才能具體規劃出量測的架構及技術，並投入人力進行定點測速程式的開發、移動量測工具的測試方式的參數設計及後分析平臺的系統開發，才能延續量測技術能量並符合通傳會監理政策的需要。

附錄

附錄一、各縣市定點量測分位速率表

附錄二、各區域移動 4G 平均下載及上傳速率分布

附錄三、移動式量測的路徑、訊號強度（RSRP）及訊號品質的訊雜比（SINR）

附錄四、移動式量測各縣市弱訊區分布