

108 年委託研究報告

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期末報告

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會

中華民國 108 年 12 月

108 年委託研究報告

PG10805-0073

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、簡文祥、鄭弘仰、薛茂呈、

鄧信豪、楊智鈞、林家寧

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 108 年 12 月

目錄

表目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
執行摘要.....	VIII
Abstract	IX
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.....	7
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.....	25
三、量測可信度.....	25
四、量測數據統計分析.....	26
第二節 小結.....	40
第三章 第一階段測速.....	41
第一節 定點量測分析.....	41
一、上網速率量測.....	43
二、網頁開啟時間量測.....	53
第二節 移動式量測分析.....	56
一、全部區域速率平均值.....	56

二、縣市速率平均值	57
三、國道或快速道路速率平均值	57
四、大眾運輸速率平均值	61
五、通信中斷率分析	63
六、載波聚合(CA)使用比例	69
第三節 小結	76
第四章 第二階段測速	78
第一節 定點量測分析	78
一、上網速率量測及分析	80
二、網頁開啟時間量測及分析	91
三、捷運尖離峰上網速率分析	94
第二節 移動式量測分析	97
一、全部區域速率平均值量測及分析	97
二、縣市速率平均值量測及分析	98
三、快速道路速率平均值量測及分析	99
四、大眾運輸速率平均值量測及分析	101
五、通信中斷率量測及分析	102
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	118
第五章 業者上網速率自主評量辦法(草案)	120
第一節 法源依據	120
第二節 評量實施辦法及說明	120
第三節 評量規劃	120
第四節 數據計算方式	122
第五節 量測時間及週期	123
第六節 量測執行	123
第七節 量測資料、報告及公告資訊	123
第八節 資料驗證機制	125
第九節 小結	126

第六章 結論與建議.....	127
附錄.....	133

表目錄

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.....	8
表 2.1 定點量測終端設備.....	18
表 2.2 定點量測時程規劃.....	20
表 2.3 移動式量測時程規劃.....	24
表 2.4 LTE 單載波頻寬大小.....	35
表 3.1 108 年度第一階段定點量測點數.....	41
表 3.2 108 年度第一階段定點量測各鄉鎮市區平均下載及上傳速率.....	48
表 3.3 國道及高速鐵路經過的縣市上網速率.....	58
表 3.4 國道語音中斷及語音撥通率.....	64
表 3.5 高鐵及高雄捷運語音中斷率及通話撥通率.....	66
表 3.6 數據中斷率.....	67
表 3.7 各業者載波聚合使用比例.....	70
表 3.8 業者 A 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	71
表 3.9 業者 B 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	72
表 3.10 業者 C 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	73
表 3.11 業者 D 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	74
表 3.12 業者 E 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	75
表 4.1 108 年度第二階段定點量測數量統計.....	78
表 4.2 第二階段定點量測各鄉鎮市區平均下載及上傳速率.....	85
表 4.3 快速道路及台鐵經過縣市上網速率.....	100
表 4.4 快速道路語音中斷及語音撥通率.....	103
表 4.5 台鐵、台北捷運及桃園捷運語音中斷率及通話撥通率.....	105
表 4.6 快速道路、台鐵、臺北及桃園捷運數據中斷率.....	107
表 4.7 第二階段移動式量測各業者載波聚合啟動比例.....	111
表 4.8 業者 A 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	112
表 4.9 業者 B 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	113
表 4.10 業者 C 在各區域使用不同 CA 組合比例.....	114

表 4.11 業者 D 在各區域使用不同 CA 組合比例	115
表 4.12 業者 E 在各區域使用不同 CA 組合比例	116

圖目錄

圖 2.1 量測系統架構圖	12
圖 2.2 專案執行流程	13
圖 2.3 專案時程規劃甘特圖	14
圖 2.4 定點測試量測流程	19
圖 2.5 移動式量測自動化測試流程	22
圖 2.6 量測數據儲存程序示意圖	25
圖 2.7 移動式量測傳輸速率計算說明	27
圖 2.8 手機連網動作示意圖	28
圖 2.9 數據通信連線動作示意圖	31
圖 2.10 用戶通話系統信令流程	32
圖 2.11 用戶通話斷話信令流程	33
圖 2.12 用戶通話中斷話定義圖	33
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	36
圖 2.14 用戶移動中 CA 彈性啟動與關閉	37
圖 2.15 載波聚合 RRC 建立機制與流程圖	39
圖 3.1 定點量測-全國速率平均值	43
圖 3.2 定點量測-北區各縣市速率平均值	44
圖 3.3 定點量測-中區各縣市速率平均值	45
圖 3.4 定點量測-南區各縣市速率平均值	46
圖 3.5 定點量測-東區及離島各縣市速率平均值	47
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 移動式量測 (4G) -縣市速率平均值	57
圖 3.12 移動式量測 (4G) -國道速率平均值	57
圖 3.13 國道 1 沿線各縣市上網速率	60

圖 3.14 國道 3 沿線各縣市上網速率	60
圖 3.15 移動式量測-大眾運輸（高鐵及捷運）4G 上網速率	61
圖 3.16 高速鐵路沿線各縣市上網速率	62
圖 4.1 第二階段定點量測-全國速率平均值	80
圖 4.2 第二階段定點量測-北區各縣市速率平均值	81
圖 4.3 第二階段定點量測-中區各縣市速率平均值	82
圖 4.4 第二階段定點量測-南區各縣市速率平均值	83
圖 4.5 第二階段定點量測-東區及離島各縣市速率平均值	84
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	91
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	92
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	92
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	93
圖 4.10 第二階段定點量測-捷運尖離峰(台北捷運)上網速率比較.....	94
圖 4.11 第二階段定點量測-捷運尖離峰上網速率比較.....	95
圖 4.12 第二階段定點量測-捷運尖離峰三大網頁開啟平均時間	96
圖 4.13 第二階段定點量測-捷運尖離峰三大網頁開啟平均時間	97
圖 4.14 第二階段移動式量測-全部區域速率平均值.....	98
圖 4.15 第二階段移動式量測（4G）-縣市速率平均值	98
圖 4.16 第二階段移動式量測（4G）-快速道路速率平均值	99
圖 4.17 第二階段移動式量測-大眾運輸（台鐵及捷運）4G 上網速率	101
圖 6.1 106~108 年度下載最高速率比較.....	127
圖 6.2 107 年業者機房端下載速率與雲端下載速率趨勢.....	128
圖 6.3 臺北捷運、機場捷運及高雄捷運尖離峰速率比較.....	129
圖 6.4 臺鐵環島道、內灣線、平溪線及集集線通話中斷率.....	130

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。

108 年共分兩階段(第一階段為 108 年 5~7 月，第二階段為 108 年 8~10 月)辦理，今年度定點量測除了村里長辦公室外，還另新增加警察局、郵局、百貨公司及火車站等不同量測點，擴大量測範圍以了解業者在各種不同區域的上網環境為何；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。全年度定點量測的機房端平均下載速率 108.33 Mbps、上傳速率為 27.18Mbps、雲端機房下載平均速率 95.64 Mbps。移動式量測各縣市下載速率 38.71Mbps~69.03Mbps，國道 48.69Mbps ~87.81Mbps，快速道路 40.77 Mbps ~79.18 Mbps，大眾運輸 8.36 Mbps ~19.6 Mbps；平均上傳速率最低為 8.33Mbps。

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，以國人常搭乘的高鐵及臺鐵語音中斷率分別為 0.58%，1.93%，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

Helping to improve mobile coverage and quality of service of 4G services, NCC has commissioned Telecom Technology Center (TTC) to assist it 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 give consumers an insight to choose services they need, while also delivering effective competition in which the operators have raced to deploy 4G networks.

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-based and drive-based 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-based measurements have been extent to various sites, such as policy offices, post offices and train stations. The drive-based measurements as well as the voice call testing have been performed in the freeway, highway and railway transportation situation.

The hotspot-based average download speed from the mobile operators' IDC was 108.33Mbps while the average upload speed was 27.18Mbps and the average download speed from Google Cloud was 95.64 Nbps.

The drive-based average download speeds tested at city traffic, freeway, highway and railway transportation were 38.71~69.03, 48.69~87.81, 40.77~79.18 and 8.36~19.6 Mbps respectively, while the averaged-lowest upload speed was 8.33 Mbps.

As 4G coverage is more extensive, the fastest average download speeds of 4G technology had more than 100Mbps hotspot-based tests. With the popularity of CA-capable cell phones and more mobile bandwidth, consumers with 4G enjoy their improving user experience with faster and diversified services in the digital world, while those with before can feel frustration with long waits for web pages to load, connection failures and slow download speeds.

The voice call is the most basic service in mobile network. We found the call-drop rates in high-speed railway and regular railway were 0.58% and 1.93% this year, respectively. The railway around Taiwan is inevitably passing through outskirts areas or tunnels where the calls are easily dropped, causing the drop rate of regular railway higher than which of MRT or high-speed railway. Nevertheless the drop rate has been reduced comparing to past year due to the improvement of mobile network coverage.

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，並於次年陸續開台營運，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，移動量測則增加了國道、快速道路、高鐵及台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	2018 年 6 月 ~2018 年 9 月	95.42	26.43	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	2018 年 1 月 ~2018 年 6 月	27.33 ^註	8.63 ^註	FCC Speed Test
法國	2018 年 3 月 ~2018 年 6 月	39 ^註	8.6 ^註	Http/Https Speed Test
日本	2015 年 2 月	27.3 ^註 14.1~37.6 (25%~75%)	9.1 ^註 4.6~11.4 (25%~75%)	含 3G
新加坡	2017 年 7 月 ~2017 年 12 月	42.8 (中位數)		含 3G MyConnection SG APP
韓國	2018	LTE: 150.68 ^註	LTE: 43.93 ^註	

註：(平均值)

(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。

104 年度第二階段消費者端量測期間從 105 年 3 月 31 日至 105 年 6 月 30 止，實際參加量測者為 3,166 人；其中 3G 有效樣本數有 1,952 人，4G 有效樣本數為 2,451 人。在 3G 下載速率部分，消費者端量測平均下載速率 9.15Mbps 較高，其他依序為定點量測 8.83Mbps 及移動式量測 5.96Mbps；定點量測的平均上傳速率 1.59Mbps 較消費者端量測 1.37Mbps 及移動式量測 0.83Mbps 高。4G 以消費者端量測的平均下載速率 49.96Mbps 高於定點量測 49.44Mbps、監控盒量測 38.71Mbps 及移動式量測 29.47Mbps；平均上傳速率以定點量測 20.44Mbps 優於消費者端量測 19.39Mbps、監控盒量測 15.25Mbps 及移動式量測 10.36Mbps。移動式量測因行駛於道路上進行測試，移動過程中基地台不斷進行交遞，系統會依照當時的上網環境給予適當的上網速率，使得上網環境條件不如消費者端及定點量測穩定，且部分偏遠區域道路亦可能因為網路涵蓋不足，使得整體的平均速率下降，導致上網速率較慢。

105 年度第一階段（105 年 11~12 月）量測成果在 3G 下載速率部分，消費者端平均下載速率 9.60Mbps 較高，其他依序為定點量測 9.53Mbps 及移動式量測 6.32Mbps；定點量測的平均上傳速率 1.72Mbps 較消費者端量測 1.42Mbps 及移動式量測 1.06Mbps 高。4G 以定點量測的平均下載速率 52.43Mbps 高於消費者端量測 51.85Mbps、監控盒量測 41.56Mbps 及移動式量測 33.34Mbps；平均上傳速率以定點量測 21.73Mbps 優於消費者端量測 19.68Mbps、監控盒量測 15.68Mbps 及移動式量測 12.75Mbps。

105 年度第二階段（106 年 2~3 月）量測成果在 3G 下載速率部分，消費者端量測平均下載速率 9.38Mbps 較高，其他依序為定點量測 9.16Mbps 及移動式量測 6.03Mbps；定點量測的平均上傳速率 1.62Mbps 較消費者端量測 1.49Mbps 及移動式量測 1.04Mbps 高。4G 定點量測的平均下載速率為 52.35Mbps、消費者端量測 56.04Mbps、監測盒量測 42.16Mbps 及移動式量測 32.21Mbps；平均上傳速率以消費者端量測 20.46Mbps 優於定點量測 20.35Mbps、監測盒量測 15.15Mbps 及移動式量測 12.71Mbps。

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 年度第二階段（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。

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%。

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後蒐集資料進行分析，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 2018 年上半年以 Ookla Speed Test 測速的各業者全國 4G 下載平均速率為 27.33Mbps（與 2017 同期 22.69Mbps 增加 20.4%），上傳平均速率為 8.67Mbps（與 2017 同期 8.51Mbps 增加 1.4%）。

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。2017年6月21日公布法國行動通訊品質報告「La QUALITÉ des services mobiles 2017 : rapport / communiqué de presse」，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

全國總平均下載速率為 29.6Mbps、上傳速率為 8.6Mbps；網頁瀏覽時間低於 5 秒以內為 68.1%，低於 10 秒以內為 78.1%；影音服務測試達優良等平均為 74.4%；大眾運輸工具網頁瀏覽時間低於 5 秒以內為 35.6%（捷運）~69.1%（一般道路），低於 10 秒以內 39.5%（捷運）~78.9%（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）成立網路服務品質測試研究會（インターネットのサービス品質計測等の在り方に関する研究会），經多次會議後，2014 年 4 月完成第一次網路服務品質測試報告書（インターネットのサービス品質計測等）該報告內容即針對網路服務品質的量測計畫進行說明，並於 2015 年 4 月 6 日公布實測結果，在 10 個受測城市中，對三個電信業者取樣 26,983 點，以 iOS 6 使用 APP 的方式，所測得平均下載速率(含 3G)27.3Mbps，平均上傳速率為 9.1Mbps。以 Andriod 手機測得平均下載速率(含 3G)27.2Mbps，平均上傳速率為 9Mbps。

六、新加坡

新加坡資通訊發展局（InfocommMidia 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 2017 年 1 月至 6 月期間，4G 上網速度的中位數為 45.6Mbps，3G 上網速度的中位數為 6.8Mbps。3G 最高下載速率為 25.9Mbps，4G 最高下載速率為 262Mbps。

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 2016 年 12 月 28 日公布 2016 年度通信服務品質評量報告「161229 조건 (보도) 2016 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 2018 年測試期間，4G LTE 的服務下載速率為 150.68Mbps 相較於 2017 年的 133.43Mbps 增加 12.93%；上傳速率為 43.93Mbps 相較 2017 年的 34.04Mbps 增加 29.05%。WIFI 無線網路的下載速率為 305.88Mbps 相較 2017 年的 264.86Mbps，提升 15.49%。

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 484.34Mbps，上傳速率為 486.40Mbps，於 1Gbps 級有線上網平均下載速率為 913.83Mbps，上傳速率為 907.1Mbps 以及 VoLTE、3G 及 2G 的撥打語音通話的成功率，分別為 VoLTE 99.89% 及 3G 的 99.4% 及 2G 的 97.35%。

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 107 年度評量結果之精進措施，於各縣市進行定點行動寬頻上網速率及網頁開啟時間量測。移動量測則以正常車速行駛，辦理縣道以上主要道路之行動上網速率量測、國道高速公路及省道快速道路上網速率移動量測及語音通話中斷率測試。並搭乘高鐵、臺鐵、捷運等鐵道運輸系統，使用專業工程用手持量測設備進行上網速率移動量測及語音通話中斷率測試；將網路效能量測結果、通話過程中斷訊息等行動服務環境相關數據，使用專業可靠的評量與分析機制產生量測報告，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，研擬由業者自行辦理量測所須之量測機制及資料驗證方式，作為未來通傳會執行監理政策時的選擇方案之一。

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 102~107 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、測試平台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。

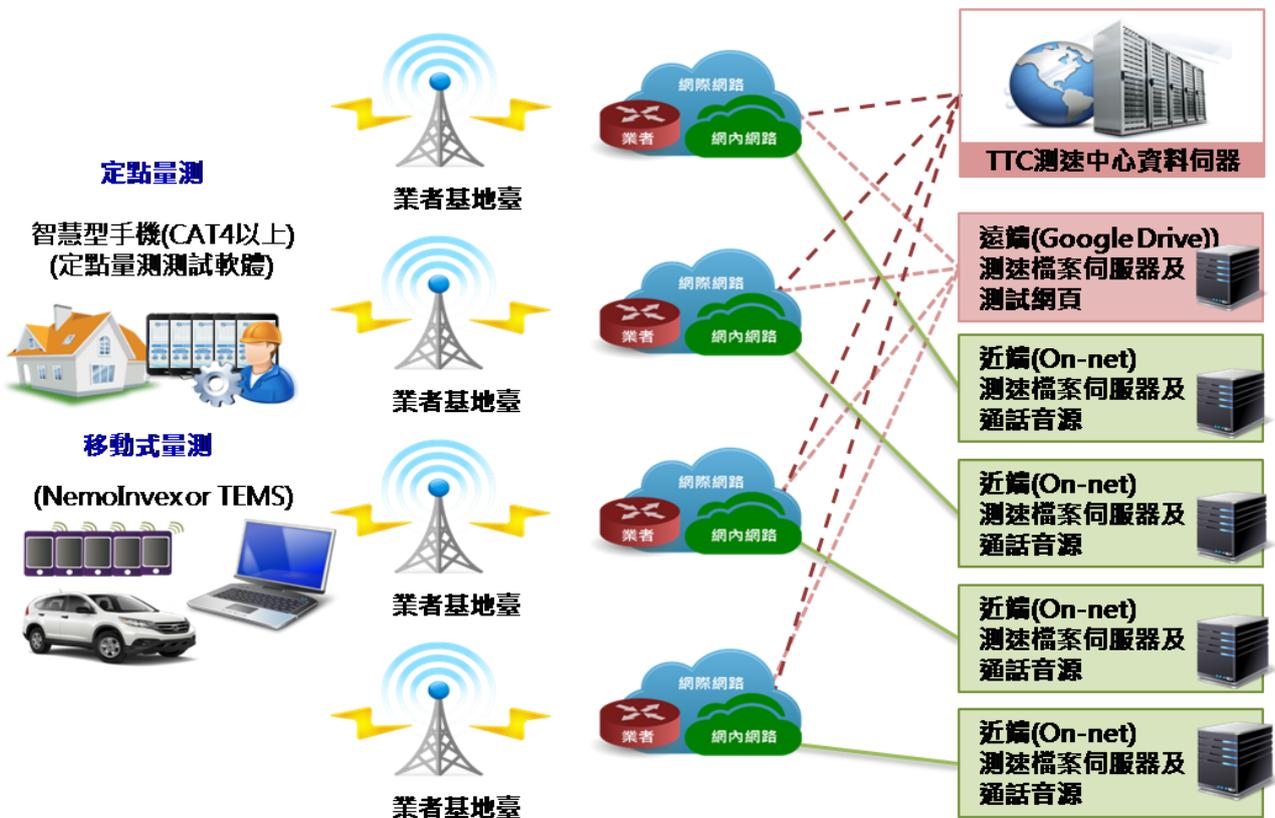


圖 2.1 量測系統架構圖

(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，本計畫規劃之執行流程，如圖 2.2。

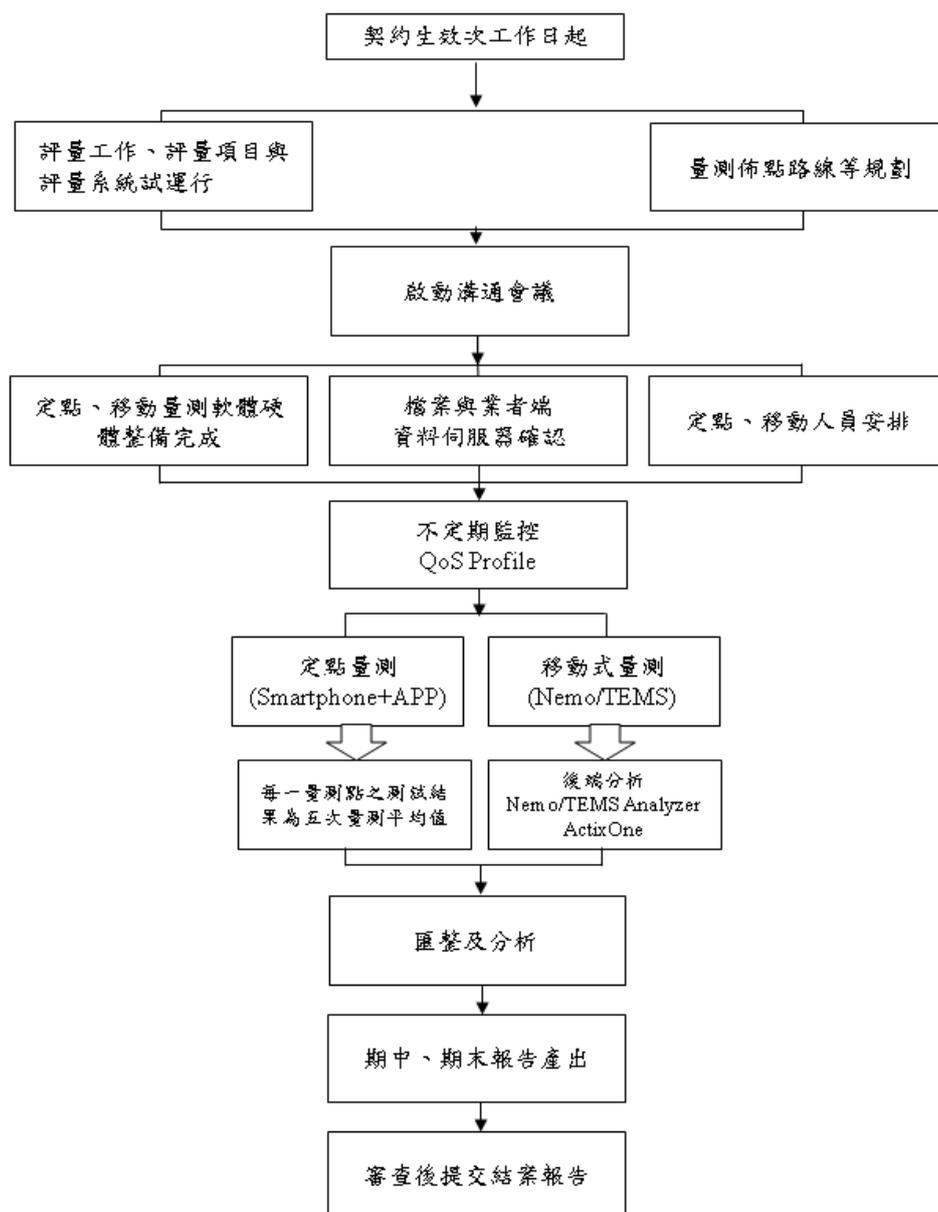


圖 2.2 專案執行流程

(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，規劃各階段工作時程，以供通傳會瞭解本計畫各階段資訊，時程規劃如圖 2.3 所示。

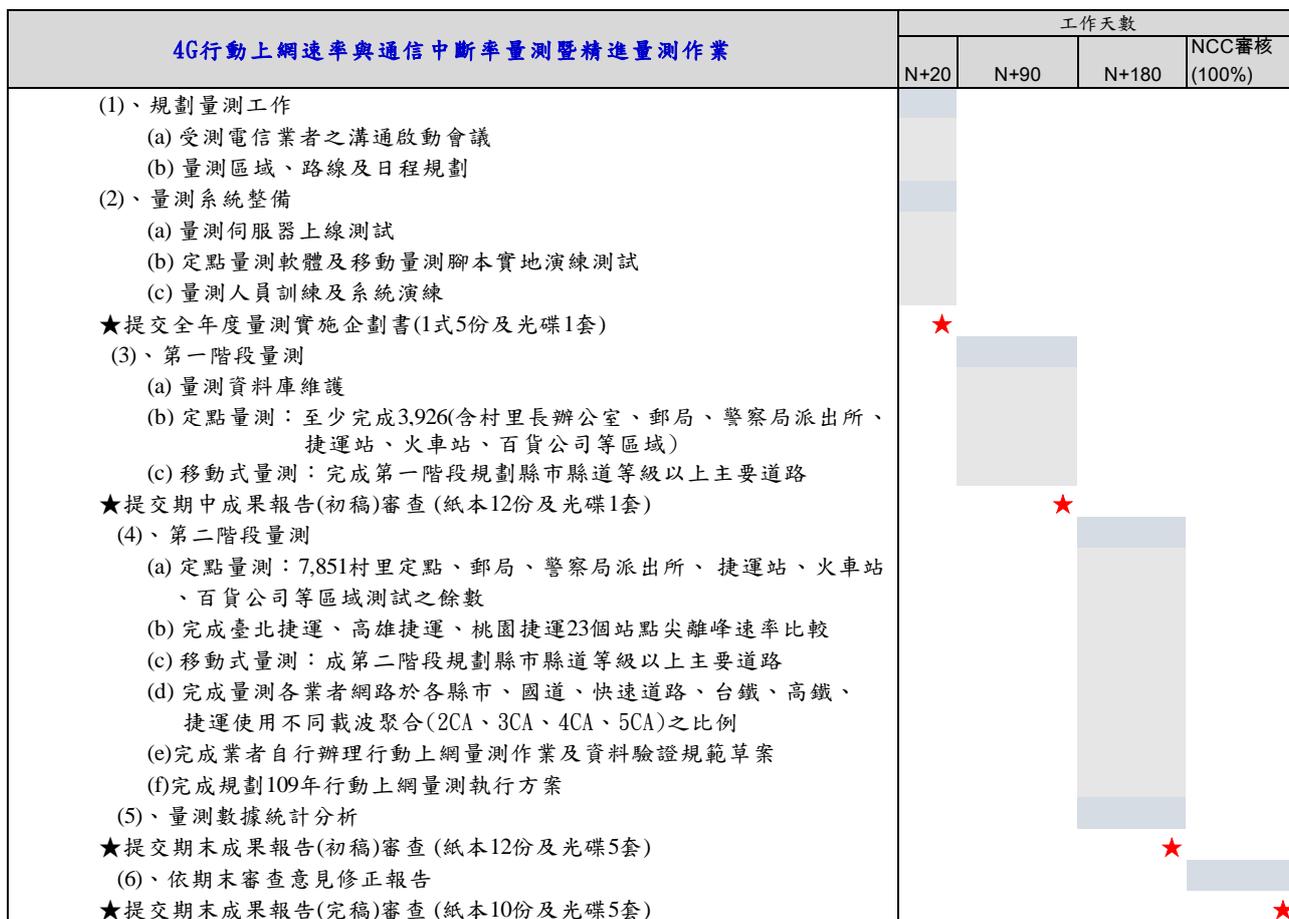


圖 2.3 專案時程規劃甘特圖

(資料來源：本計畫整理)

一、評量項目

以下為本計畫針對定點量測及移動式量測所規劃的量測方法說明。

(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、火車站、百貨公司等區域）	LTE-A CAT9 等級以上商用手機

（資料來源：本計畫整理）

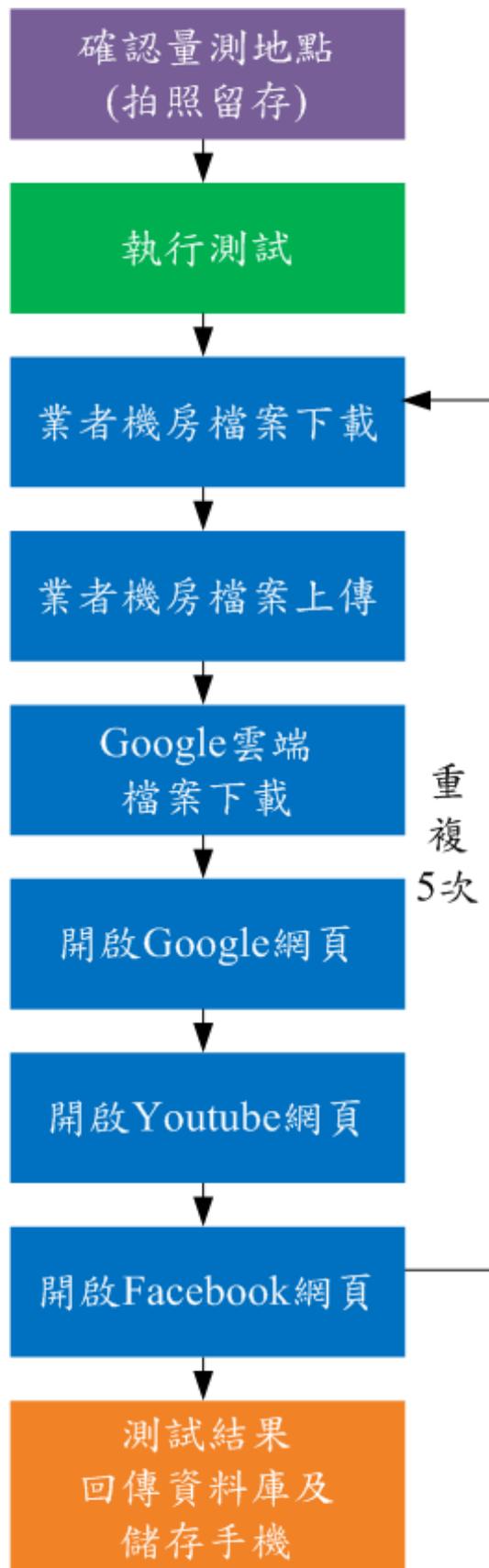


圖 2.4 定點測試量測流程

(資料來源：本計畫整理)

4. 量測範圍與時程規劃

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、火車站、百貨公司等區域，共 11,061 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 定點量測時程規劃

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	157	79/78	4	75
	台北市	471	236/235	13	
	新北市	1,047	523/524	29	
	桃園市	519	260/259	14	
	新竹市	122	61/61	3	
	新竹縣	193	97/96	5	
	宜蘭縣	233	116/117	6	
	連江縣	22	11/11	1	
中區	花蓮縣	176	88/88	5	74
	苗栗縣	275	137/138	8	
	台中市	640	320/320	17	
	彰化縣	589	295/294	16	
	南投縣	262	131/131	7	
	雲林縣	390	195/195	11	
	嘉義縣	357	178/179	10	
	嘉義市	84	42/42	2	
南區	台南市	664	332/332	21	69
	高雄市	907	454/453	25	
	屏東縣	463	231/232	13	
	台東縣	147	73/74	4	
	金門縣	37	19/18	1	
	澎湖縣	96	48/48	3	
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。

(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一秒後繼續下一次檔案上傳；下載檔案完成後一樣等待一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。

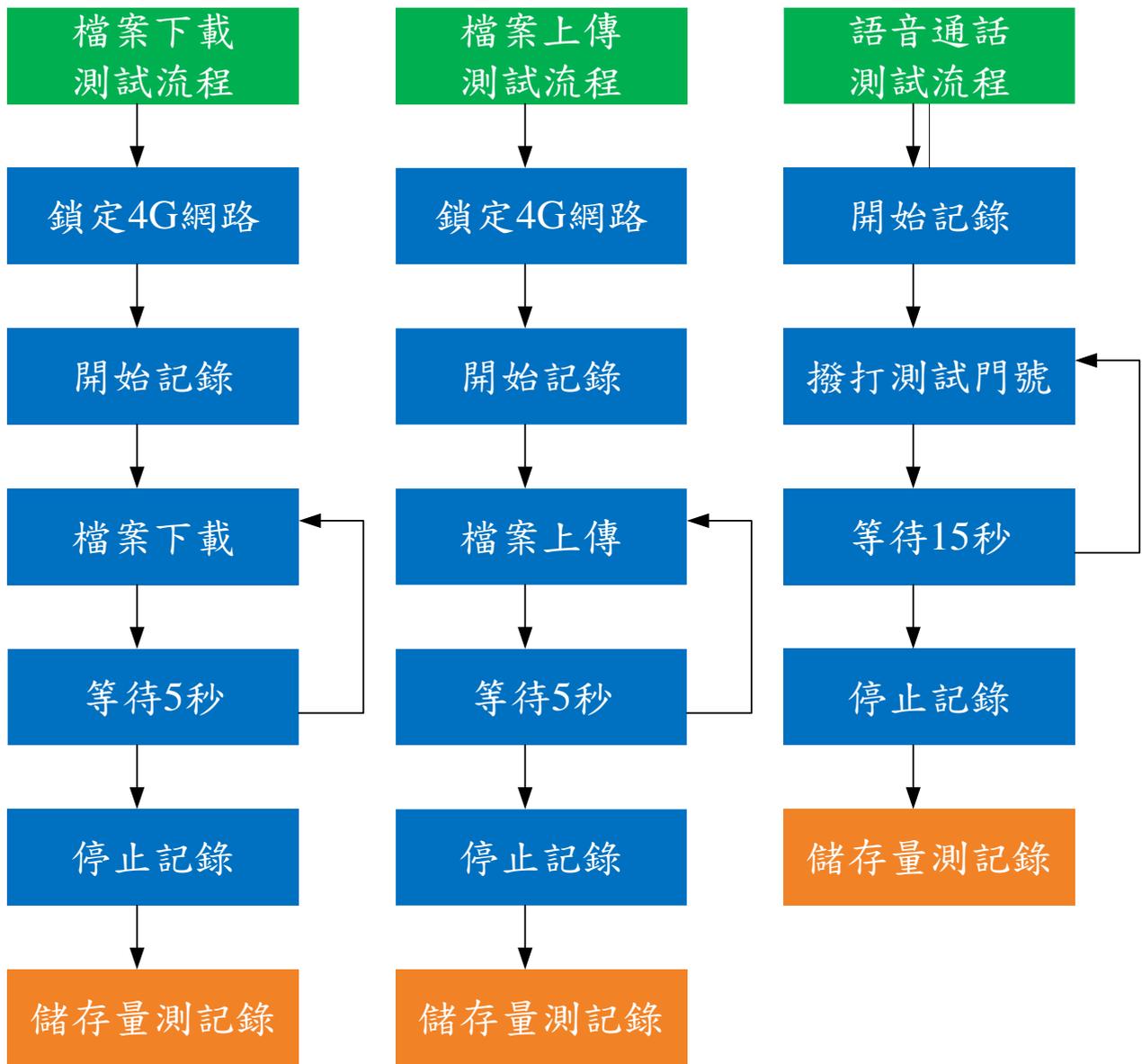


圖 2.5 移動式量測自動化測試流程

(資料來源：本計畫整理)

2. 量測範圍與時程規劃

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），規劃時程如表 2.3。該規劃時程得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 移動式量測時程規劃

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	48	
		嘉義市	130	3		
		高雄市	1,308	26		
		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	
二	縣市	北區	基隆市	165	3	46
			台北市	381	8	
			桃園市	825	16	
			新竹縣	347	7	
			苗栗縣	587	12	
		中區	台中市	958	19	19
		南區	台南市	1,210	24	52
			屏東縣	826	17	
			台東縣	495	10	
			金門縣	40	1	
	快速道路	全區	台 61、61 甲、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) 台北捷運全線 (134.4) 桃園捷運 (51.03)	1,431.4	10	10	

(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，如期程規劃依序執行，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 點或是下午 5~7 點辦理，離峰時段則除了這兩個時段以外進行量測，捷運尖離峰量測將於第二階段(108/8 以後辦理量測)。

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. 捷運尖離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尖離峰平均值。

(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。

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

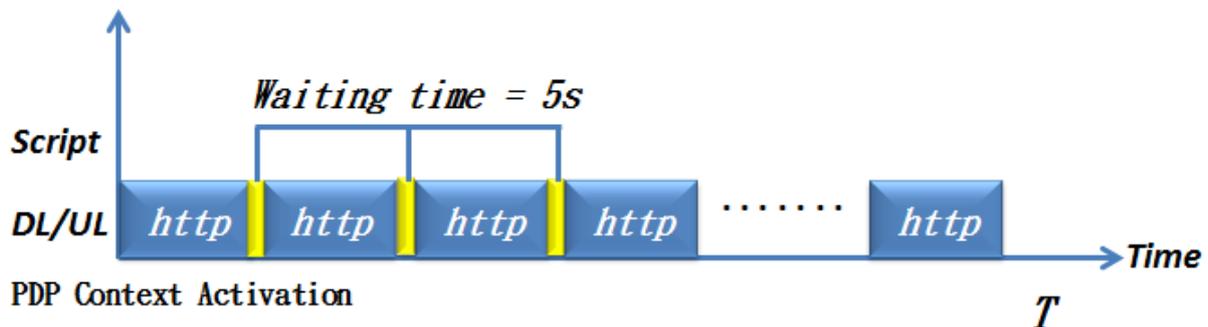


圖 2.7 移動式量測傳輸速率計算說明

(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台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台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。

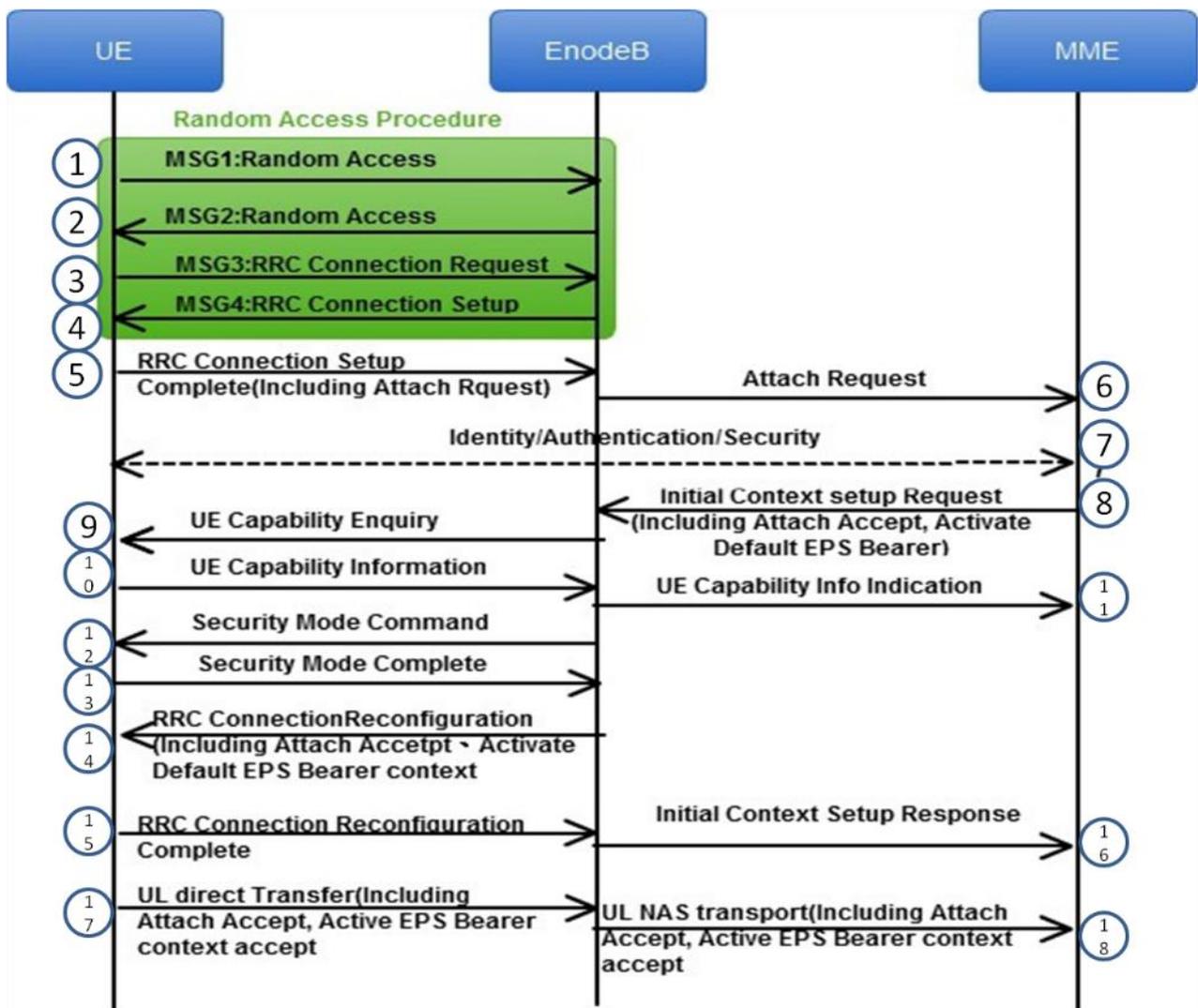


圖 2.8 手機連網動作示意圖

(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。
- 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台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)。

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

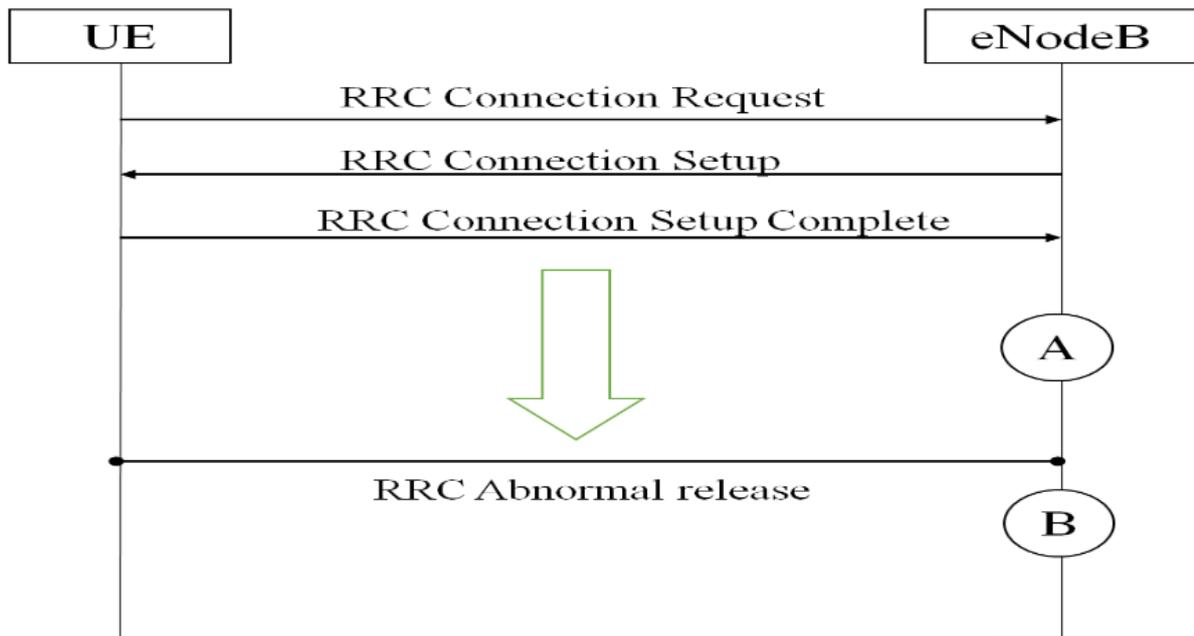


圖 2.9 數據通信連線動作示意圖

(資料來源：3GPP)

- RRC Connection Setup Complete 計算於基地台(eNodeB)上，當 UE 送出 RRC Connection 成功時，基地台(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台(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台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)。

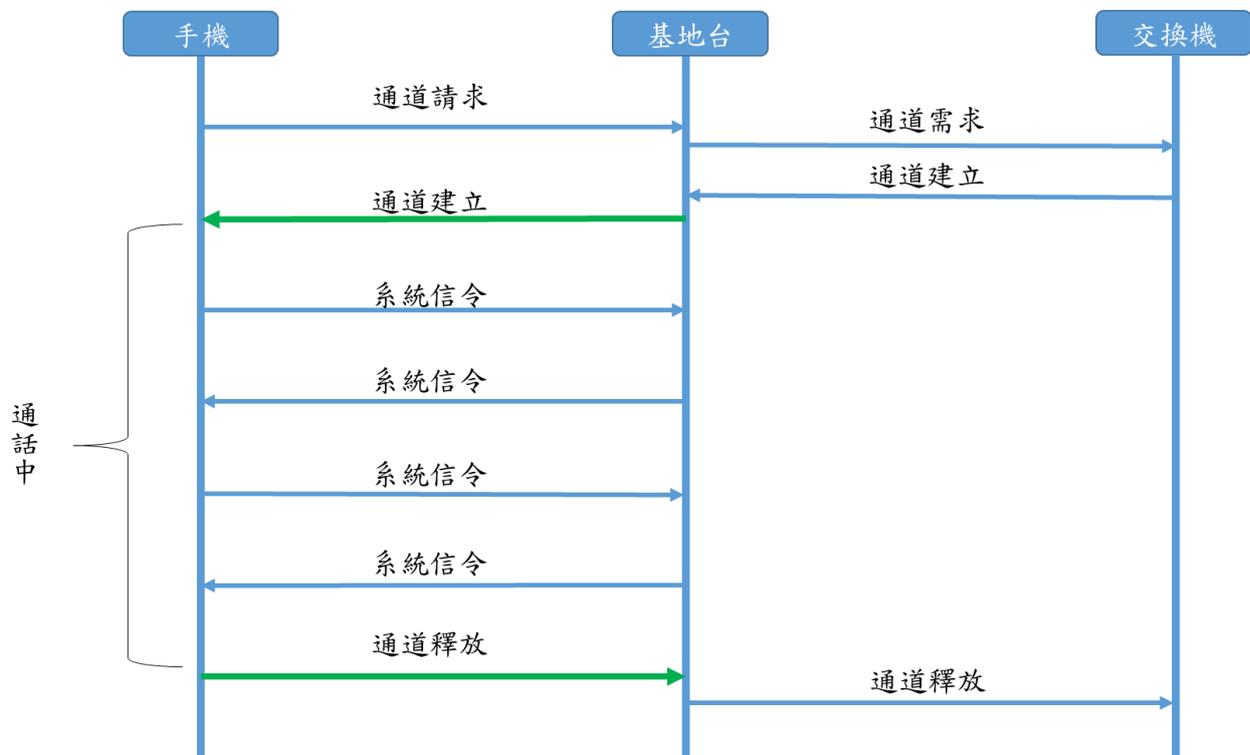


圖 2.10 用戶通話系統信令流程

(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、斷話時所在基地台、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。

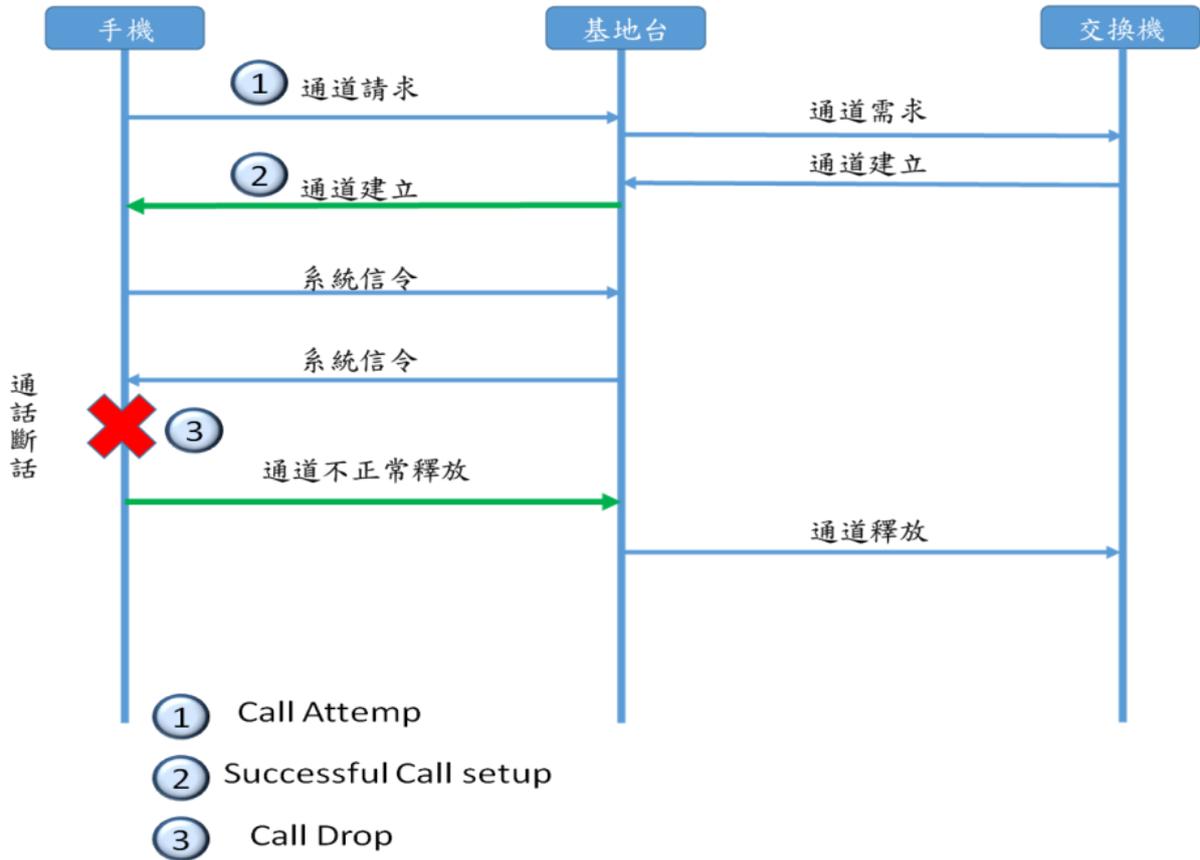


圖 2.11 用戶通話斷話信令流程

(資料來源：本計畫整理)

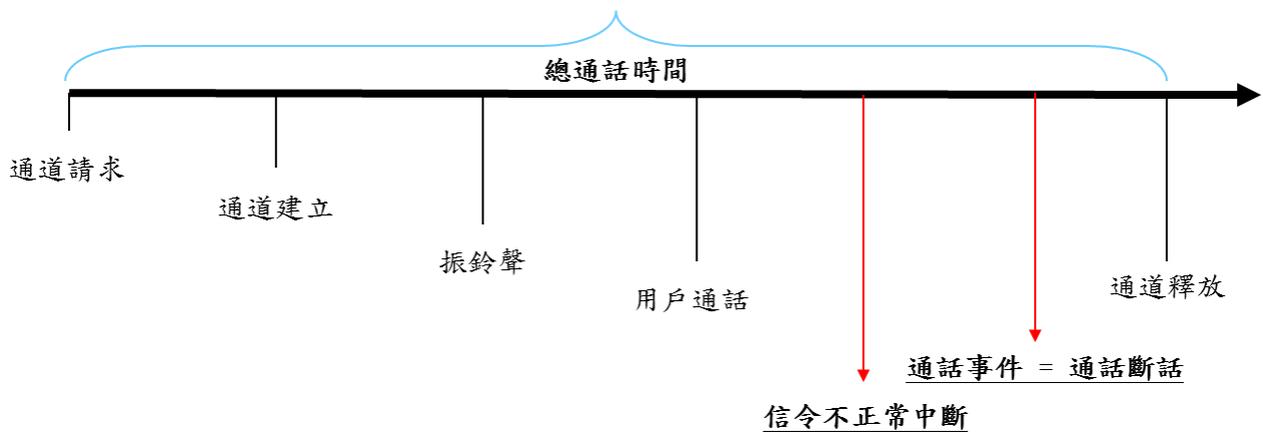


圖 2.12 用戶通話中斷話定義圖

(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。

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

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。基地台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台來配置，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，即使為同一基地台服務之用戶，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台服務情況下，也可能因為位置不同，有不同的載波元件組合。由基地台的觀點而言，他可能有多個載波元件能提供用戶使用，但在用戶角度上，並非所屬基地台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，一個較靠近基地台，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。

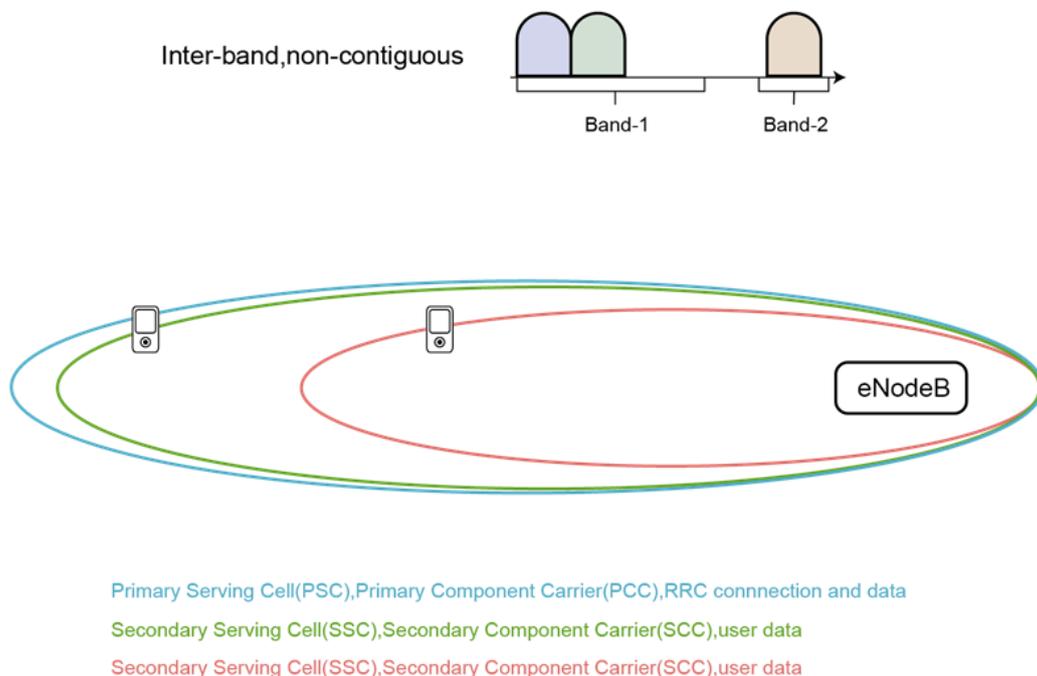


圖 2.13 載波特性與用戶位置造成載波聚合組合不同示意圖

(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。

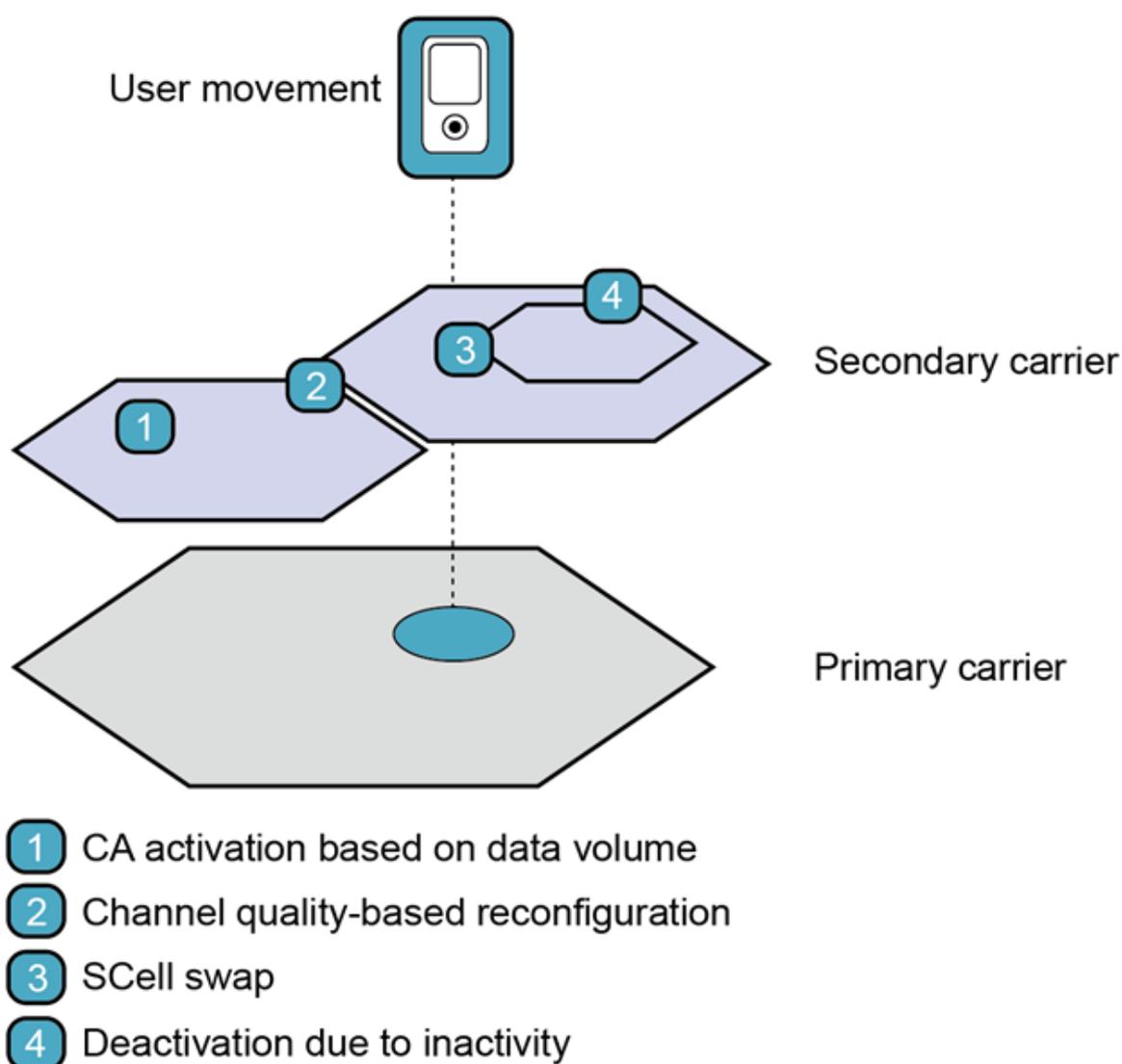


圖 2.14 用戶移動中 CA 彈性啟動與關閉

(資料參考來源：Nokia)

載波聚合流程 (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台進行載波聚合服務，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：一、CA 交遞到 CA 環境。二、CA 交遞到 Non-CA 環境。三、Non-CA 交遞到 CA 環境。四、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，基地台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。

$$\text{各 CA 使用比例 (CA rate)} = \frac{\sum CA_x}{\sum_{x=2}^5 CA_x} \quad \dots (6)$$

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

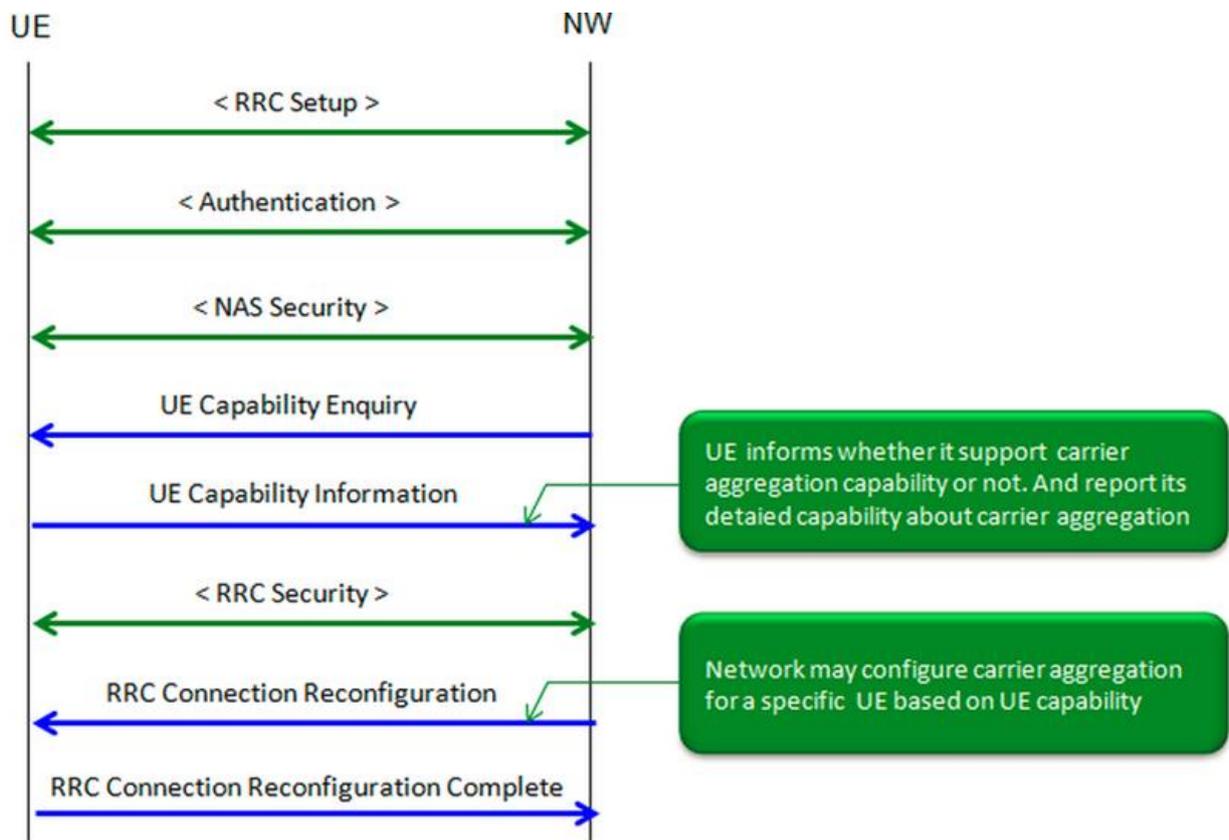


圖 2.15 載波聚合 RRC 建立機制與流程圖

(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、台北捷運、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、臺鐵台北捷運、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 102~107 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、測試平台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、方法再量測前會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（108）年度第一階段 5 月至 7 月定點量測完成 22 縣市內的 168 鄉鎮市區，總共 3,926 個量測點（含村里辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、火車站、百貨公司等區域），如表 3.1。

表 3.1 108 年度第一階段定點量測點數

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
台北市	235	235	中山區 43、中正區 34、內湖區 39、文山區 43、信義區 44、南港區 21、萬華區 11
新北市	525	525	土城區 47、中和區 94、永和區 62、汐止區 50、板橋區 94、貢寮區 11、深坑區 9、新店區 69、新莊區 84、烏來區 5
基隆市	80	80	中正區 25、仁愛區 30、安樂區 25
宜蘭縣	119	119	三星鄉 18、大同鄉 10、五結鄉 15、冬山鄉 2、宜蘭市 40、南澳鄉 7、蘇澳鎮 27
桃園市	254	254	大園區 18、中壢區 86、平鎮區 38、桃園區 81、龍潭區 31
新竹縣	97	97	竹北市 31、竹東鎮 25、芎林鄉 5、新埔鎮 19、新豐鄉 17
新竹市	62	62	北區 45、香山區 17
連江縣	11	11	北竿鄉 6、南竿鄉 5
苗栗縣	139	139	三義鄉 7、大湖鄉 12、公館鄉 19、西湖鄉 9、苑裡鎮 25、苗栗市 25、通霄鎮 24、銅鑼鄉 10、頭屋鄉 8
臺中市	315	315	大肚區 17、中區 9、北屯區 42、北區 36、石岡區 10、后里區 18、西屯區 40、西區 25、東區 17、南屯區 25、南區 22、神岡區 16、豐原區 37
彰化縣	296	296	北斗鎮 9、田中鎮 22、和美鎮 32、社頭鄉 24、芬園鄉 15、花壇鄉 18、員林市 42、鹿港鎮 29、彰化市 75、福興鄉 22、線西鄉 8
南投縣	132	132	名間鄉 23、竹山鎮 28、南投市 29、草屯鎮 28、鹿谷鄉 13、集集鎮 11
金門縣	19	19	金沙鎮 8、金湖鎮 8、金寧鄉 3
花蓮縣	90	90	吉安鄉 18、秀林鄉 9、花蓮市 45、新城鄉 8、壽豐鄉 5、豐濱鄉 5
雲林縣	197	197	二崙鄉 18、土庫鎮 17、元長鄉 21、水林鄉 24、四湖鄉 21、西螺鎮 28、東勢鄉 12、崙背鄉 14、麥寮鄉 13、莿桐鄉 14、臺西鄉 15

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
嘉義縣	179	179	大埔鄉 5、中埔鄉 22、太保市 18、水上鄉 26、 民雄鄉 15、朴子市 28、竹崎鄉 24、阿里山鄉 12、梅山 鄉 18、番路鄉 11
嘉義市	43	43	西區 4、東區 39
台南市	328	328	北區 33、永康區 43、安定區 13、安南區 51、東區 39、 南區 38、柳營區 13、麻豆區 20、善化區 20、新營區 24、 歸仁區 21、鹽水區 13
高雄市	449	449	三民區 87、大社區 9、大樹區 18、仁武區 16、岡山區 34、阿蓮區 12、苓雅區 69、茄苳區 15、梓官區 15、烏 松區 7、湖內區 14、楠梓區 37、路竹區 21、鼓山區 38、 旗津區 13、橋頭區 17、燕巢區 11、彌陀區 12、鹽埕區 4
屏東縣	234	234	九如鄉 11、內埔鄉 23、東港鎮 22、長治鄉 16、南州鄉 10、屏東市 73、新園鄉 15、萬丹鄉 30、潮州鎮 22、鹽 埔鄉 12
台東縣	74	74	臺東市 21、池上鄉 10、卑南鄉 10、延平鄉 5、海端鄉 6、 鹿野鄉 7、綠島鄉 3、關山鎮 7、蘭嶼鄉 4
澎湖縣	48	48	七美鄉 6、白沙鄉 14、西嶼鄉 11、馬公市 2、望安鄉 9、 湖西鄉 6
總計	3,926	3,926	

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。

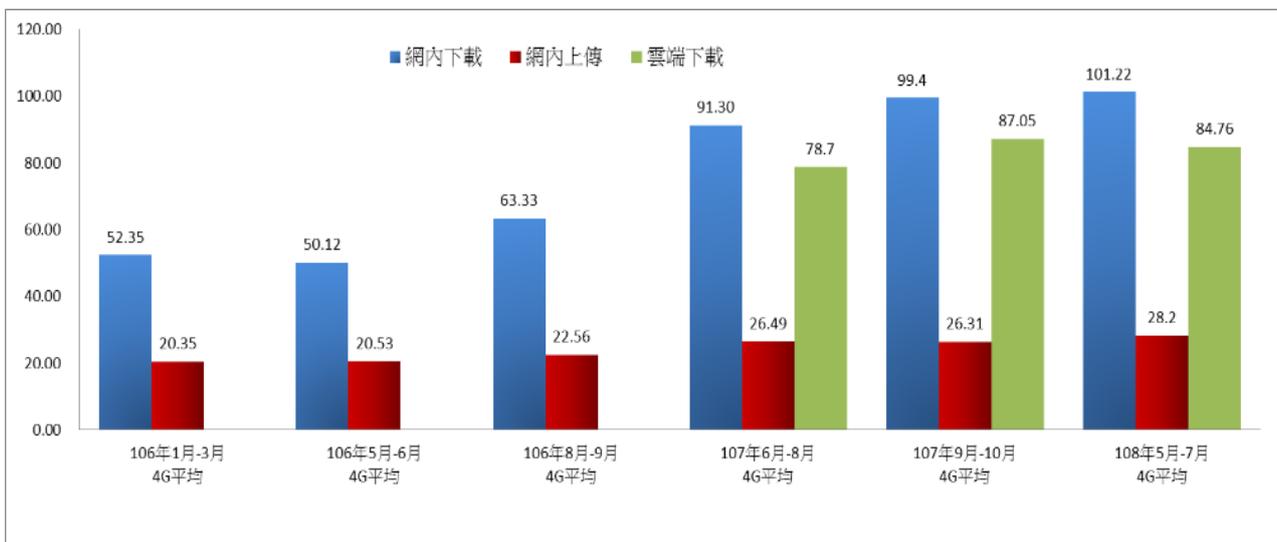
備註 2：量測不包含天災不可抗力因素無法到達之村里。

一、上網速率量測

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 101.22Mbps，網內上傳平均速率為 28.2Mbps，雲端下載測項平均速率為 84.76Mbps，相較於上階段^{註 1}(107 年 6 月-8 月)之量測結果(下載平均速率為 91.3Mbps，網內上傳平均速率為 26.49 Mbps，雲端下載測項平均速率為 78.7Mbps)網內下載平均速率提升約 10.86%、平均上傳速率上升 6.45%，雲端下載平均速率上升 7.7%，如圖 3.1 所示。



註 1:108 年 5~7 月與 107 年 6~8 月量測村里大致相同

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 發現各縣市連線電信業者機房網內下載平均速率皆高於 89.44Mbps；其中最高平均下載速率為金門縣的 142.73Mbps，最低平均下載速率為屏東縣的 89.44Mbps；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 21.28Mbps 以上，其中網內上傳平均速率最高為基隆市的 31.99Mbps，最低平均速率為澎湖縣的 21.28Mbps；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 75.54Mbps 以上，其中最高平均速率為金門縣的 121.7Mbps，最低平均速率為桃園市的 75.54Mbps。

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基隆市的 105.45Mbps，網內下載最低平均速率為桃園市的 94.72Mbps；網內上傳最高平均速率為基隆市 31.99Mbps，網內上傳最低平均速率為新北市的 27.12Mbps；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 83.29Mbps，最低平均下載速率為桃園市的 75.54Mbps。

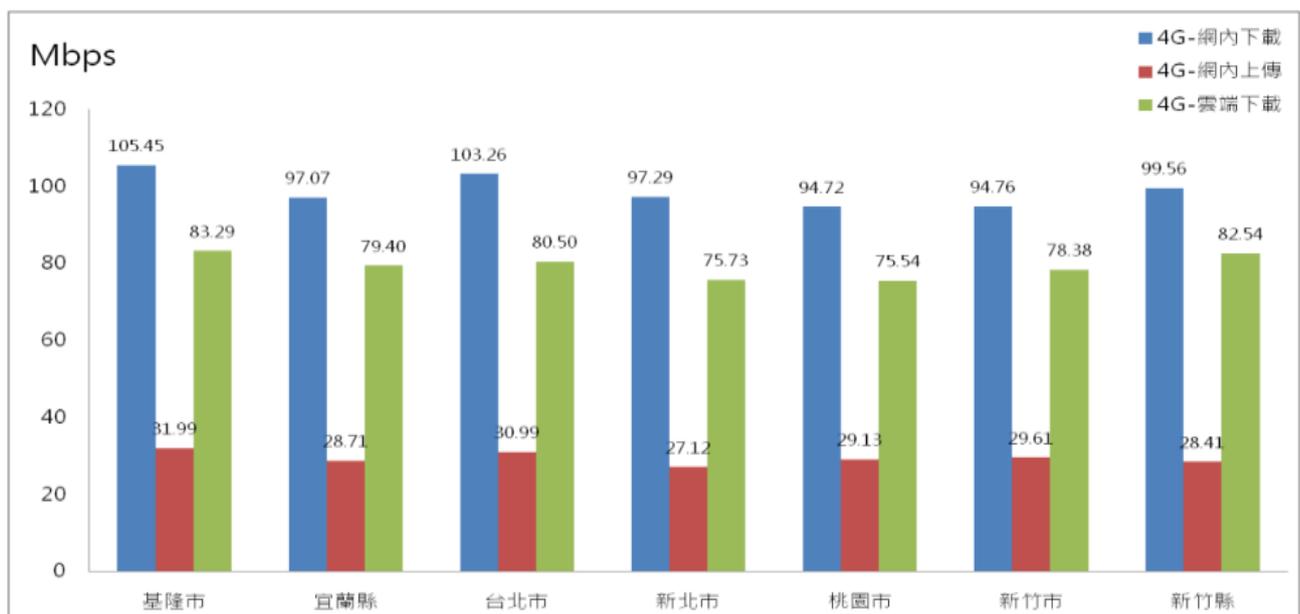


圖 3.2 定點量測-北區各縣市速率平均值

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 132.05Mbps，網內下載最低平均速率為雲林縣的 103.04Mbps；網內上傳最高平均速率為臺中市 31.71Mbps，網內上傳最低平均速率為雲林縣的 22.95Mbps；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 110.96Mbps，最低平均下載速率為彰化縣的 87.13Mbps。

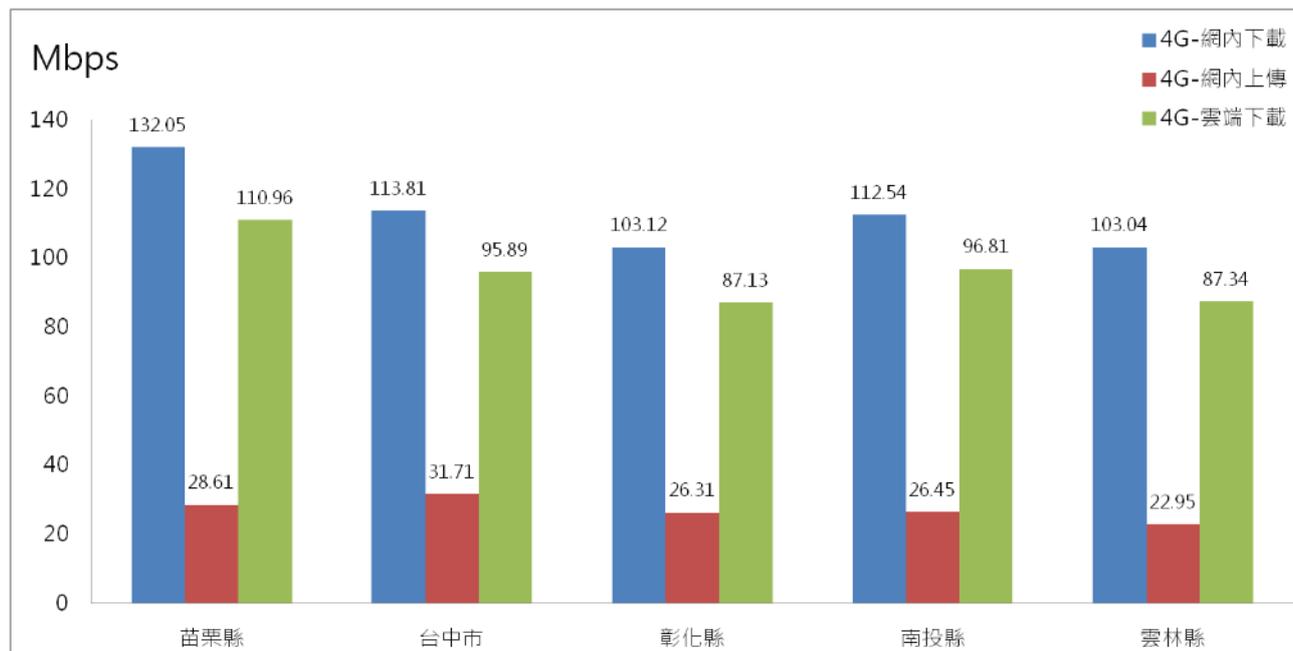


圖 3.3 定點量測-中區各縣市速率平均值

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 104.04Mbps，網內下載最低平均速率為屏東縣的 89.44Mbps；網內上傳最高平均速率為嘉義市 31.23Mbps，網內上傳最低平均速率為屏東縣的 26.17Mbps；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縣的 91.83Mbps，最低平均下載速率為屏東縣的 78.74Mbps。

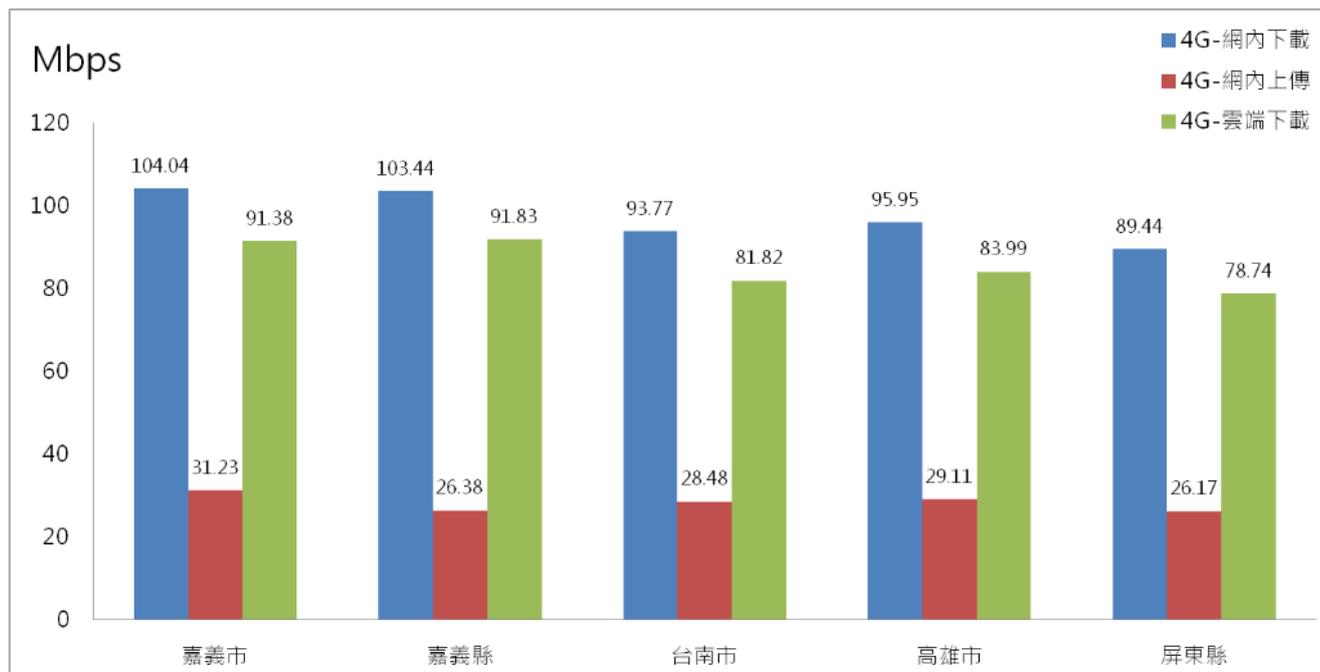


圖 3.4 定點量測-南區各縣市速率平均值

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 142.73Mbps，網內下載最低平均速率為澎湖縣的 91.76Mbps；網內上傳最高平均速率為花蓮縣 30.92Mbps，網內上傳最低平均速率為澎湖縣的 21.28Mbps；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金門縣的 121.70Mbps，最低平均下載速率為澎湖縣的 80.35Mbps。

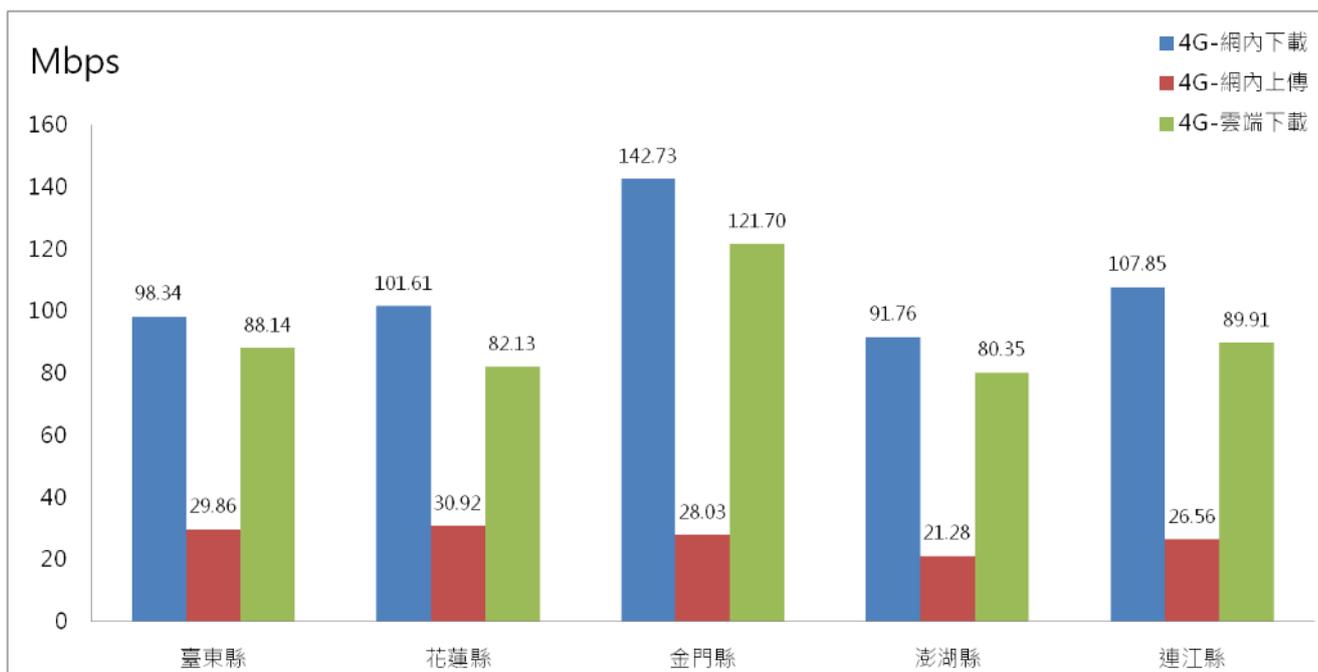


圖 3.5 定點量測-東區及離島各縣市速率平均值

(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 168 個鄉鎮市區進行 3,926 個量測點(含村里辦公室)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 3.2 108 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	安樂區	102.95	29.93	81.01
基隆市	仁愛區	112.71	34.4	91.29
基隆市	中正區	99.25	31.17	75.96
宜蘭縣	五結鄉	100.74	27.08	80.78
宜蘭縣	宜蘭市	90.33	30.58	76.09
宜蘭縣	冬山鄉	99.34	30.55	76.74
宜蘭縣	蘇澳鎮	103.55	30.65	81.73
宜蘭縣	大同鄉	83.25	25.59	64.23
宜蘭縣	南澳鄉	91.88	25.96	79.04
宜蘭縣	三星鄉	108.72	25.58	90.98
台北市	中山區	98.99	30.36	74.64
台北市	萬華區	113.8	35.18	90.27
台北市	文山區	106.92	30.77	84.54
台北市	南港區	115.82	33.23	88.83
台北市	內湖區	110.67	34.73	89.12
台北市	信義區	93.63	27.69	72.41
台北市	中正區	96.86	29.34	75.1
新北市	貢寮區	114.1	27.63	90.34
新北市	永和區	94.67	25.55	74.39
新北市	烏來區	137.38	30.42	110.59
新北市	深坑區	120.95	32.33	94.61
新北市	汐止區	108.87	28.69	86.5
新北市	板橋區	95.86	25.76	73.88
新北市	新莊區	95.49	26.61	71.29
新北市	新店區	100.61	27.66	79.6
新北市	土城區	84.92	25.94	66.11
新北市	中和區	93.3	28.61	73.31
桃園市	中壢區	100.84	30.67	79.78
桃園市	大園區	87.38	22.98	71.35
桃園市	平鎮區	81.9	27.15	69.2
桃園市	桃園區	92.74	29.05	72.35

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)
桃園市	龍潭區	102.89	31.09	82.33
新竹市	北區	94.54	29.45	79.08
新竹市	香山區	95.34	30.05	76.52
新竹縣	竹北市	95.73	30.99	76.87
新竹縣	新埔鎮	105.91	24.72	89.5
新竹縣	新豐鄉	91.24	28.02	74.79
新竹縣	芎林鄉	137.58	31.26	114.01
新竹縣	竹東鎮	97.53	27.71	83.27
苗栗縣	苑裡鎮	124.33	24.27	100.82
苗栗縣	大湖鄉	133.88	27.33	114.39
苗栗縣	公館鄉	128.65	28.06	109.43
苗栗縣	苗栗市	123.75	34.98	105.51
苗栗縣	頭屋鄉	110.64	22.74	96.97
苗栗縣	銅鑼鄉	113.38	20.6	93.68
苗栗縣	通霄鎮	154.29	31.43	127.77
苗栗縣	三義鄉	151.47	34.43	133.57
苗栗縣	西湖鄉	146.6	27.93	122.21
台中市	南區	123.49	34.92	102.51
台中市	中區	104.57	36.96	88.22
台中市	北區	119.43	34.73	98.37
台中市	北屯區	110.77	31.85	94.04
台中市	后里區	86.6	23.09	74.43
台中市	南屯區	110.26	30.92	91.4
台中市	大肚區	110.86	31.01	94.57
台中市	東區	124.68	35.53	106.11
台中市	石岡區	113	21.59	96.09
台中市	西區	108.66	33.26	91.36
台中市	西屯區	106.39	31.49	90.24
台中市	豐原區	125.07	31.5	106.51
台中市	神岡區	129.24	29.43	107.85
彰化縣	彰化市	107.76	28.97	90.91
彰化縣	田中鎮	92.88	24.58	81.19
彰化縣	員林市	107.41	29.4	93.32
彰化縣	社頭鄉	108.27	23.32	90.21
彰化縣	福興鄉	73.44	18.28	62.72
彰化縣	線西鄉	122.75	26.89	102.76
彰化縣	芬園鄉	99.62	22.11	81.39

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	花壇鄉	100.34	24.6	83.72
彰化縣	鹿港鎮	109.89	29.09	90.67
彰化縣	北斗鎮	97.84	27.86	85.46
彰化縣	和美鎮	103.87	24.76	86.65
南投縣	名間鄉	124.97	26.79	105.13
南投縣	南投市	120.99	27.97	101
南投縣	草屯鎮	100.24	29.99	90.45
南投縣	集集鎮	107.63	22.41	91.6
南投縣	鹿谷鄉	103.99	18.43	87.76
南投縣	竹山鎮	111.76	26.35	98.25
雲林縣	麥寮鄉	92.3	24.04	78.2
雲林縣	莿桐鄉	84.95	21.48	75.73
雲林縣	臺西鄉	95.43	21.49	78.99
雲林縣	水林鄉	109.68	17.89	91.86
雲林縣	東勢鄉	96.06	23.18	81.58
雲林縣	崙背鄉	129.49	29.39	109.37
雲林縣	土庫鎮	108.2	24.67	89.32
雲林縣	四湖鄉	106.47	21.61	88.32
雲林縣	元長鄉	103.46	23.29	89.34
雲林縣	西螺鎮	106.76	25.18	93.26
雲林縣	二崙鄉	94.63	23.23	79.96
嘉義市	東區	102.57	31.01	90.31
嘉義市	西區	118.41	33.38	101.88
嘉義縣	民雄鄉	98.15	27.58	86.36
嘉義縣	梅山鄉	110.85	27.83	97.78
嘉義縣	阿里山鄉	116.87	32.4	110.65
嘉義縣	竹崎鄉	84.33	21.04	76.37
嘉義縣	中埔鄉	91.68	21.08	80.12
嘉義縣	番路鄉	129.71	29.43	109.35
嘉義縣	大埔鄉	106.03	31.64	95.11
嘉義縣	太保市	109.69	27.78	93.21
嘉義縣	朴子市	95.86	25.83	86.85
嘉義縣	水上鄉	114.99	28.63	102.76
台南市	永康區	92.91	31.82	79.68
台南市	新營區	99.16	29.01	88.92
台南市	東區	91.17	31.24	77.47
台南市	柳營區	88.95	19.52	80.1

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)
台南市	歸仁區	114.85	28.67	98.97
台南市	北區	82.95	30.62	72.4
台南市	鹽水區	96.39	25.89	83.34
台南市	麻豆區	91.25	25.42	80.05
台南市	南區	89.86	30.36	80.63
台南市	善化區	78.69	25.98	70.37
台南市	安南區	101.39	26.14	87.85
台南市	安定區	98.72	26.11	85.49
高雄市	鼓山區	96.6	31.25	85.16
高雄市	三民區	91.58	32.31	81.59
高雄市	燕巢區	101.33	24.66	86.83
高雄市	鹽埕區	92.31	37.87	84.14
高雄市	鳥松區	115.35	30.79	98.3
高雄市	阿蓮區	76.02	22.77	69.19
高雄市	路竹區	88.84	26.75	76.61
高雄市	茄萣區	97.21	27.48	82.93
高雄市	苓雅區	93.74	30.81	82.09
高雄市	湖內區	93.63	25.98	82.58
高雄市	仁武區	119.42	33.08	100.25
高雄市	橋頭區	97.97	26.72	83.67
高雄市	楠梓區	96.75	28.48	84.21
高雄市	梓官區	106.28	23.08	87.66
高雄市	旗津區	115.82	30.38	115.49
高雄市	彌陀區	104.39	29.3	91.3
高雄市	岡山區	81.82	25.33	70.7
高雄市	大社區	107.15	28.98	89.56
高雄市	大樹區	106.1	25	92.25
屏東縣	東港鎮	82.34	25.12	74.19
屏東縣	內埔鄉	89.1	25.25	79.93
屏東縣	萬丹鄉	93.25	23.79	82
屏東縣	長治鄉	98.72	28.78	84.61
屏東縣	鹽埔鄉	93.46	25.61	79.59
屏東縣	新園鄉	72.48	20.27	62.9
屏東縣	屏東市	89.11	28.72	79.19
屏東縣	潮州鎮	92.79	27.19	80.95
屏東縣	南州鄉	89.48	17.95	75.42
屏東縣	九如鄉	94.55	30.03	84.22

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)
台東縣	綠島鄉	19.41	19.22	18.15
台東縣	池上鄉	87.74	27.8	80.46
台東縣	海端鄉	102.6	27.15	89.29
台東縣	卑南鄉	108.44	31.21	95.49
台東縣	蘭嶼鄉	3.62	17.46	10.73
台東縣	關山鎮	136.08	32.26	119.68
台東縣	鹿野鄉	123.77	35.45	113.32
台東縣	台東市	102.72	33.34	91.38
台東縣	延平鄉	109.7	24.37	97.69
花蓮縣	秀林鄉	124.04	34.68	100.54
花蓮縣	壽豐鄉	151.33	33.07	123.18
花蓮縣	吉安鄉	90.02	26.98	72.64
花蓮縣	新城鄉	93.02	28.72	77.44
花蓮縣	花蓮市	93.33	31.33	74.47
花蓮縣	豐濱鄉	141.52	35.98	118.54
金門縣	金湖鎮	130.03	30.05	109.56
金門縣	金沙鎮	148.02	26.38	129.16
金門縣	金寧鄉	162.46	27.04	134.2
澎湖縣	七美鄉	65.92	23.13	60.78
澎湖縣	望安鄉	48.21	15.25	45.76
澎湖縣	湖西鄉	124.07	26.06	102.32
澎湖縣	白沙鄉	95.1	20.94	85.79
澎湖縣	西嶼鄉	113.72	22.65	98.04
澎湖縣	馬公市	124.21	23.41	93.47
連江縣	南竿鄉	123.85	28.48	94.74
連江縣	北竿鄉	94.51	24.96	85.89

二、網頁開啟時間量測

本計畫之 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 發現各縣市以 4G 網路開啟三大網頁的平均時間約 0.74~1.33 秒；其中開啟 Google 網頁最快的為花蓮縣及基隆市的 0.79 秒，最慢的為金門縣的 1.23 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為花蓮縣的 0.74 秒，最慢的為澎湖縣的 1.07 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為基隆市的 0.84 秒，最慢的為澎湖縣的 1.33 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 網頁最快的為基隆市的 0.79 秒，最慢的為新竹縣的 0.92 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為基隆市的 0.75 秒，最慢的為新竹縣的 0.86 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為基隆市的 0.93 秒，最慢的為新竹縣的 1.12 秒。

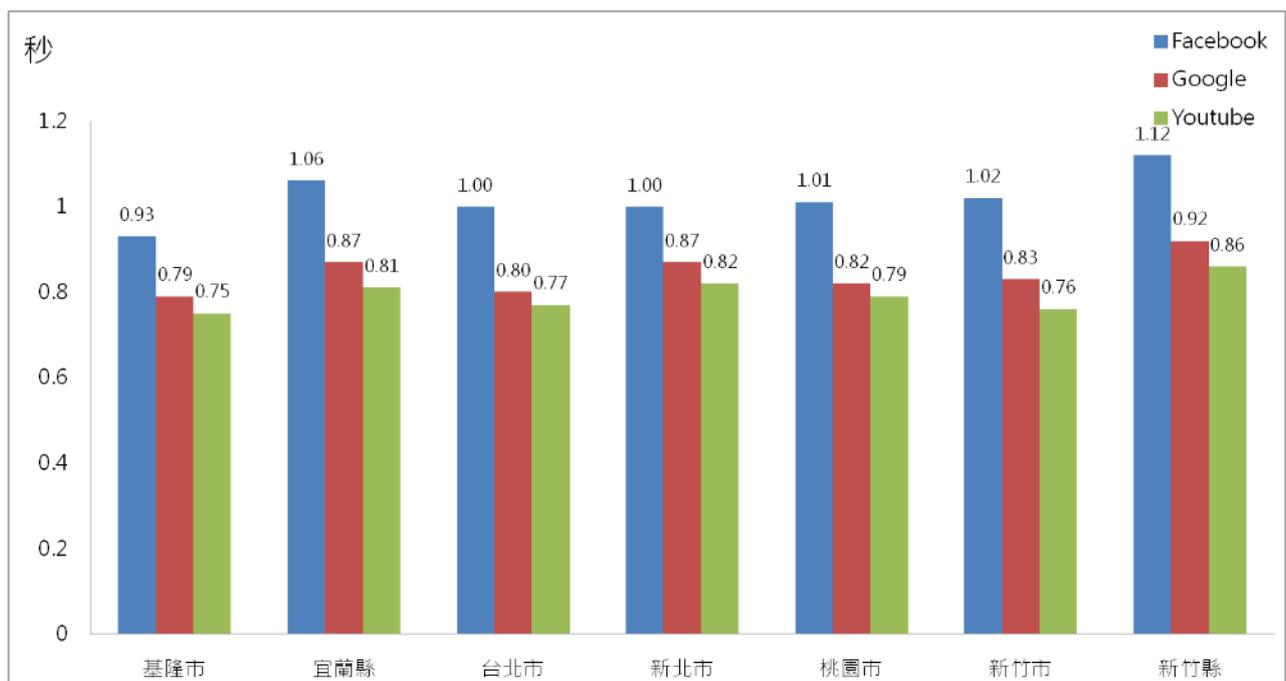


圖 3.6 定點量測-北區各縣市三大網頁開啟平均時間

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 網頁最快的為台中市的 0.89 秒，最慢的為雲林縣的 1.13 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為臺中市、彰化縣的 0.86 秒，最慢的為雲林縣的 1.04 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為彰化縣的 1 秒，最慢的為雲林縣的 1.27 秒。

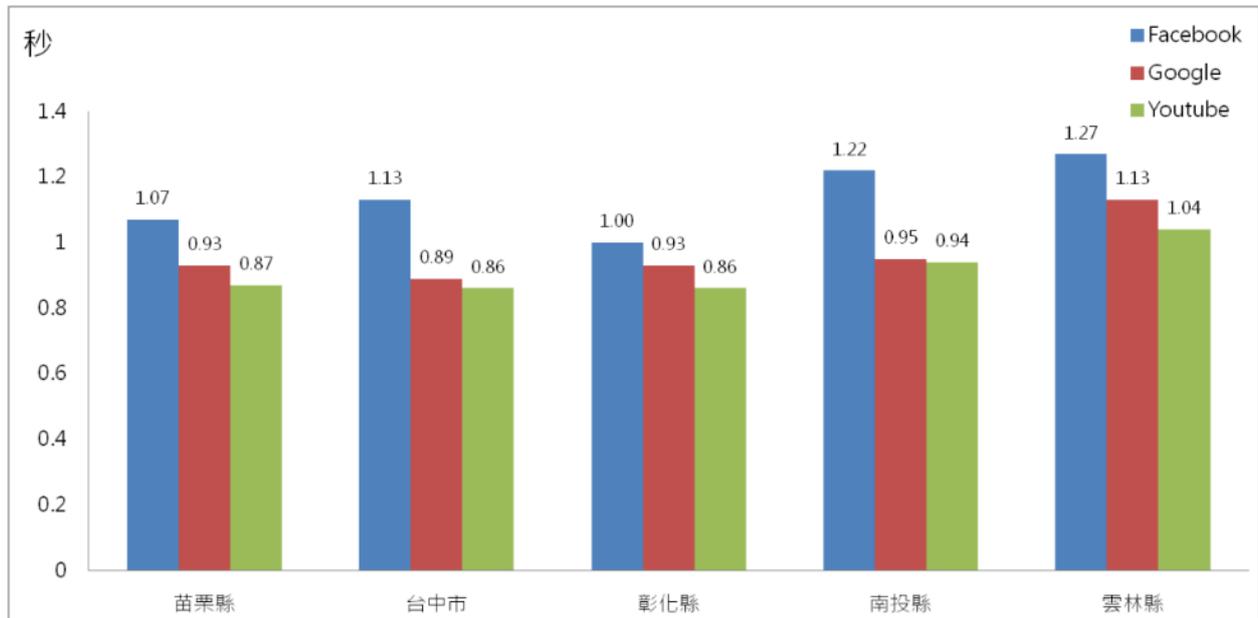


圖 3.7 定點量測-中區各縣市三大網頁開啟平均時間

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 0.96 秒，最慢的為嘉義縣的 1.07 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為嘉義市的 0.88 秒，最慢的為台南市的 0.96 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為嘉義市的 1.1 秒，最慢的為台南市的 1.21 秒。

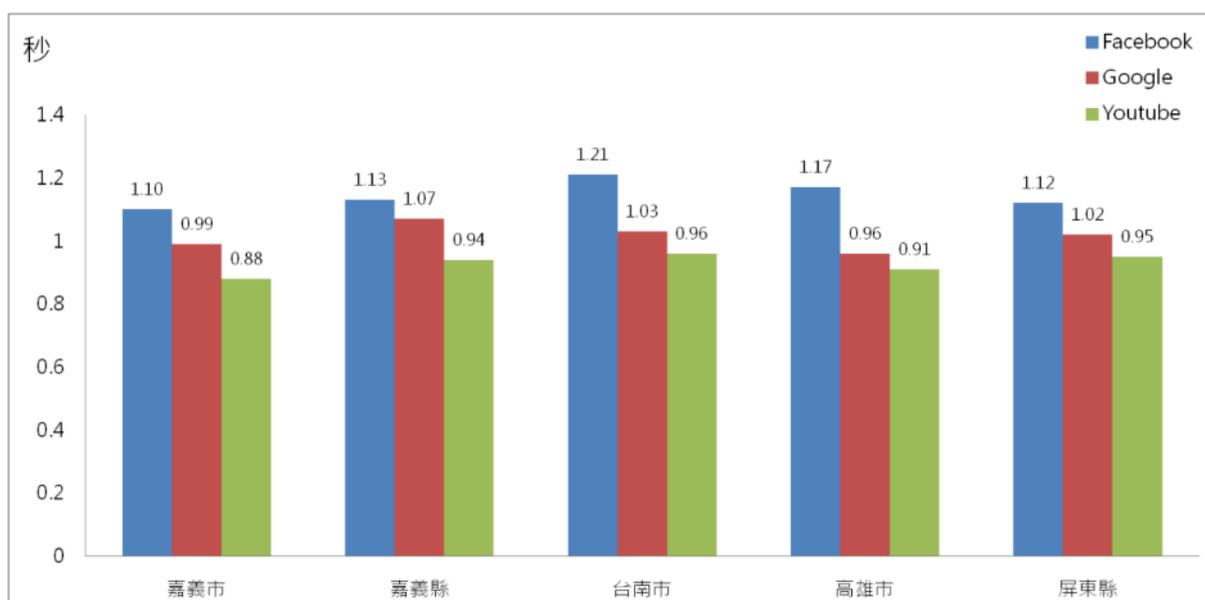


圖 3.8 定點量測-南區各縣市三大網頁開啟平均時間

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 網頁最快的為花蓮縣的 0.79 秒，最慢的為金門的 1.23 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為花蓮縣的 0.74 秒，最慢的為澎湖縣的 1.07 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為花蓮縣的 0.84 秒，最慢的為澎湖縣的 1.33 秒。

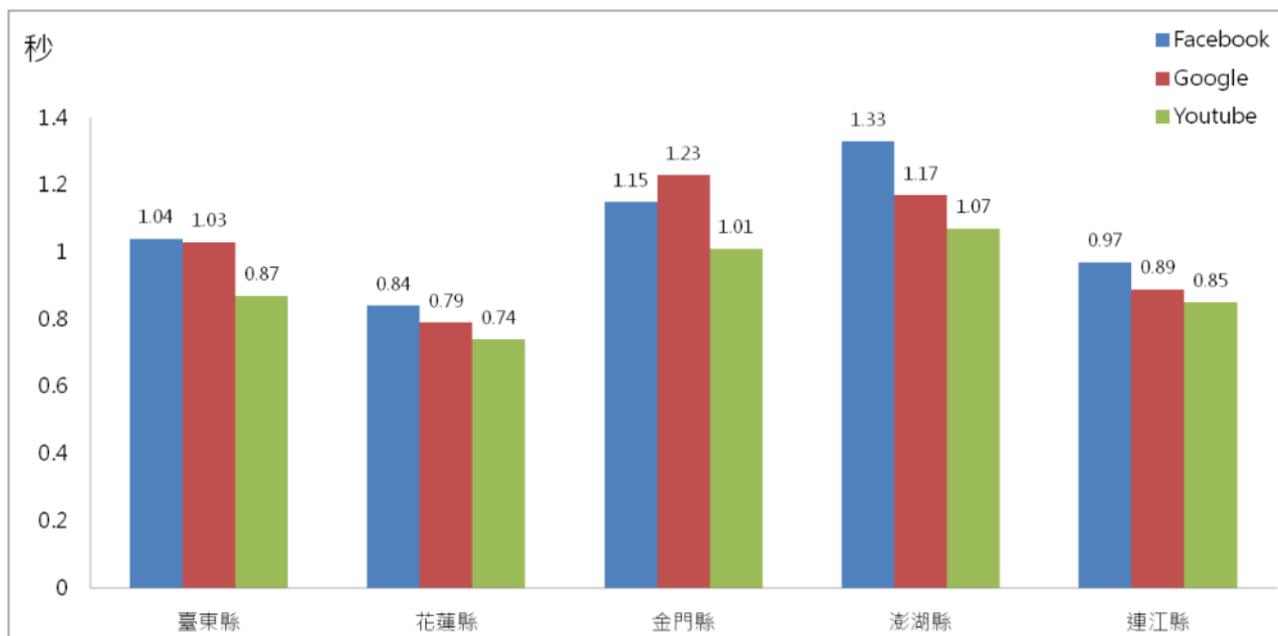


圖 3.9 定點量測-東區及離島各縣市三大網頁開啟平均時間

第二節 移動式量測分析

一、全部區域速率平均值

本（108）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、澎湖縣及連江縣等十二個縣市；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一。

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）請參閱附錄二。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 53.48Mbps，平均上傳速率為 14.86Mbps，相較於 107 年度 6 月至 8 月的量測結果，4G 平均下載速率有微幅成長，平均上傳速率則小幅下降，主要原因為今年度業者進行仍持續進行系統功能性擴充，將頻寬使用率大幅提升。

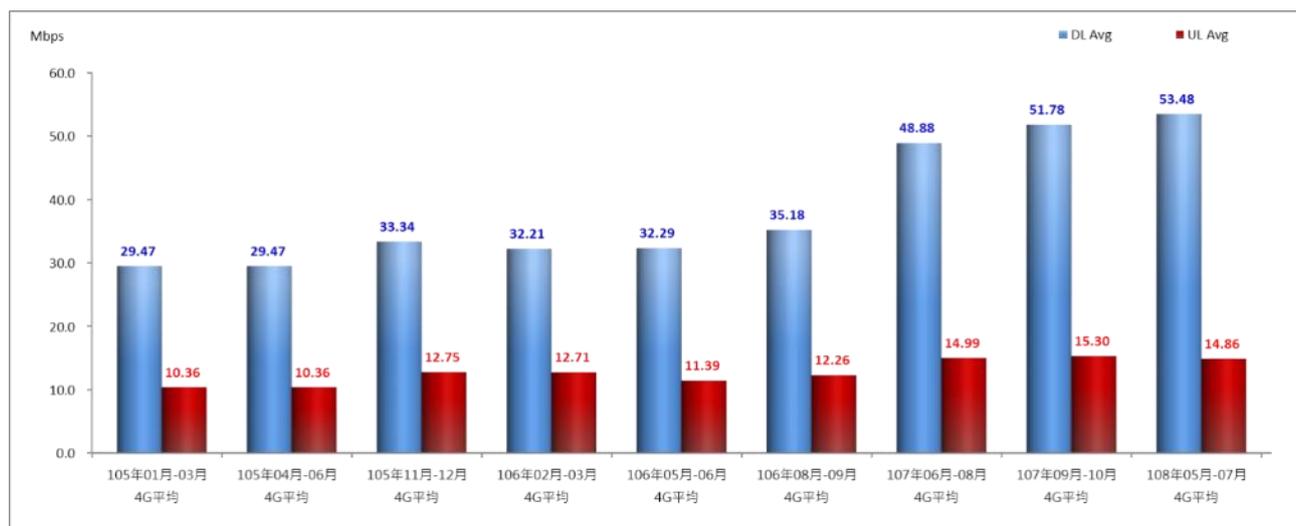


圖 3.10 移動式量測-全部區域速率平均值

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 38.71Mbps~65.54Mbps 之間，其中最高平均下載速率為澎湖縣的 65.54Mbps，最低平均下載速率為連江縣的 38.71Mbps。4G 平均上傳速率部分，各縣市的平均上傳速率值皆高於 8.33Mbps 以上，其中最高平均上傳速率為台南市的 20.01Mbps，最低平均上傳速率為連江縣 8.33Mbps。

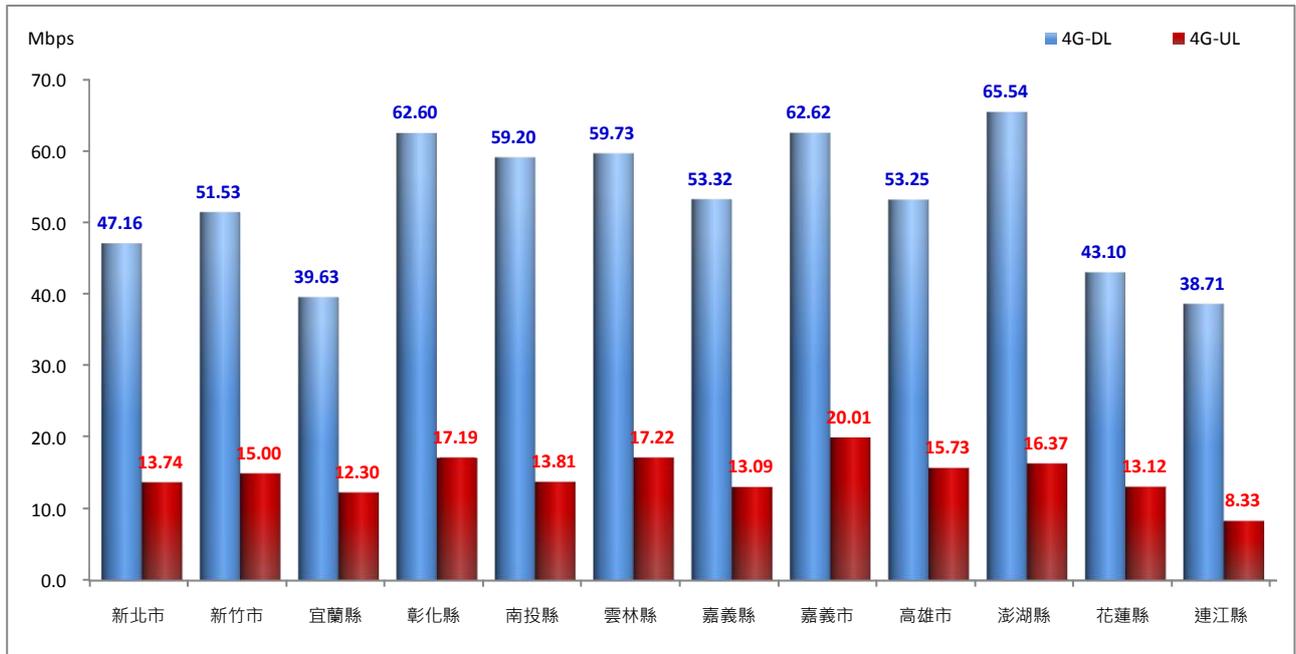


圖 3.11 移動式量測 (4G) - 縣市速率平均值

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 87.81Mbps，最低平均下載速率為國道 2 號的 48.69Mbps；最高平均上傳速率為國道 6 的 19.42Mbps，最低平均上傳速率為國道 5 號 15.16Mbps。

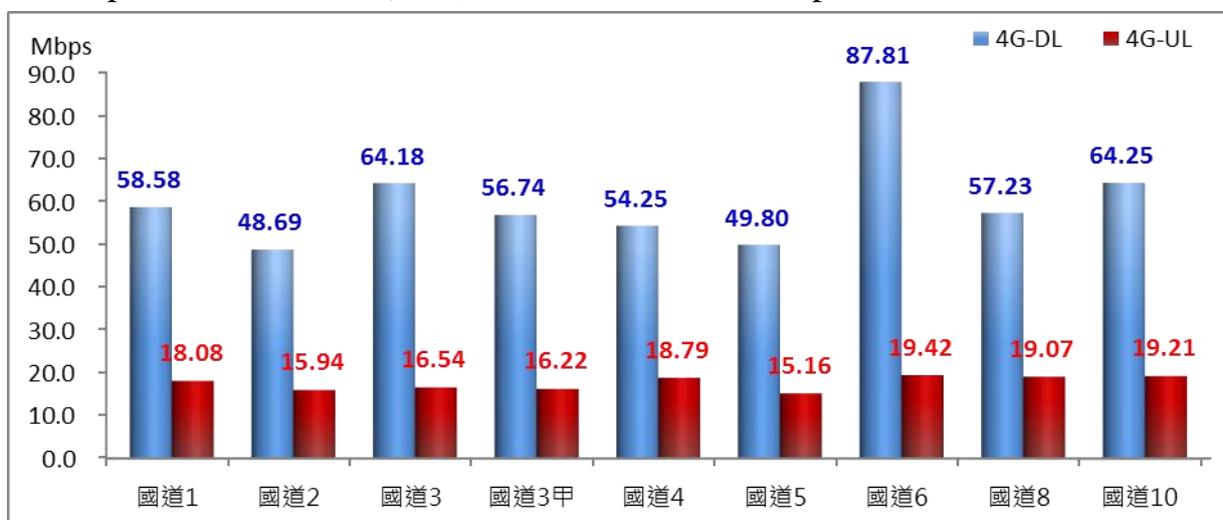


圖 3.12 移動式量測 (4G) - 國道速率平均值

本研究團隊將國道及高速鐵路經過的縣市分開統計其上網速率，部分縣市因為經過的時間非常短，有少部分的縣市經過時，剛好尚未啟動量測程序，因此無法取得量測數據，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)	備註 (缺)	區域	縣市	4G-DL 全國 (Mbps)	4G-UL 全國 (Mbps)	備註 (缺)
國道 1 號	基隆市	64.00	19.48		國道 3 號	基隆市	64.34	17.51	
	台北市	58.44	20.01			台北市	72.86	17.52	
	新北市	57.62	19.33			新北市	58.59	16.28	
	桃園市	51.44	17.85			桃園市	66.92	19.40	
	新竹縣	64.70	16.58			新竹縣	66.40	15.16	
	新竹市	59.70	17.46			新竹市	70.12	18.61	
	苗栗縣	71.55	17.81			苗栗縣	70.36	13.65	
	台中市	54.38	16.93			台中市	56.37	15.91	
	彰化縣	59.60	18.66			彰化縣	43.13	13.33	
	雲林縣	59.37	18.77			南投縣	59.63	15.02	
	嘉義縣	64.48	19.25			雲林縣	76.69	18.14	
	嘉義市	57.72	17.71	亞太電信		嘉義縣	89.76	20.38	
	台南市	52.70	17.74			嘉義市	113.90	21.30	亞太電信
高雄市	52.30	18.81		台南市	65.58	18.55			
國道 2 號	新北市	28.75	7.69		高雄市	84.32	14.07		
	桃園市	49.73	16.08		屏東縣	49.89	17.98		
國道 3 甲	台北市	58.34	15.92		高鐵	台北市	57.28	10.61	
	新北市	39.21	38.75	台灣大哥大		新北市	57.04	9.77	

區域	縣市	4G-DL 全國 (Mbps)	4G-UL 全國 (Mbps)	備註 (缺)	區域	縣市	4G-DL 全國 (Mbps)	4G-UL 全國 (Mbps)	備註 (缺)
國道 4 號	台中市	54.27	18.80			桃園市	29.35	7.39	
國道 5 號	宜蘭縣	41.94	14.99			新竹縣	26.17	7.56	
	台北市	58.42	14.37			新竹市	33.15	7.63	台星之星 亞太電信
	新北市	46.49	9.23			苗栗縣	32.24	5.59	
國道 6 號	台中市	58.06	18.25			台中市	27.40	8.19	
	南投縣	86.77	18.56			彰化縣	33.71	8.31	
國道 8 號	台南市	57.42	19.03			雲林縣	31.76	11.08	
國道 10 號	高雄市	60.98	18.50			嘉義縣	36.67	9.94	
	屏東縣	66.69	18.27			台南市	27.72	10.27	
						高雄市	55.7	8.08	

國道 1 及國道 3 行經的縣市，透過專業的後分析平臺，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。國道 1 因為經過嘉義市的距離甚短，因此部分業者資訊因當下經過時間太短無法收錄有效量測資料，嘉義市的數據僅供參考，其餘縣市則均取得五家業者量測資訊進行統計。

以統計數據來看，國道一沿線各縣市的平均下載速率均在 51Mbps 以上，最慢下載速率為桃園市 51.44Mbps，最高為苗栗縣 71.55Mbps。上傳速率則在 16Mbps 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。

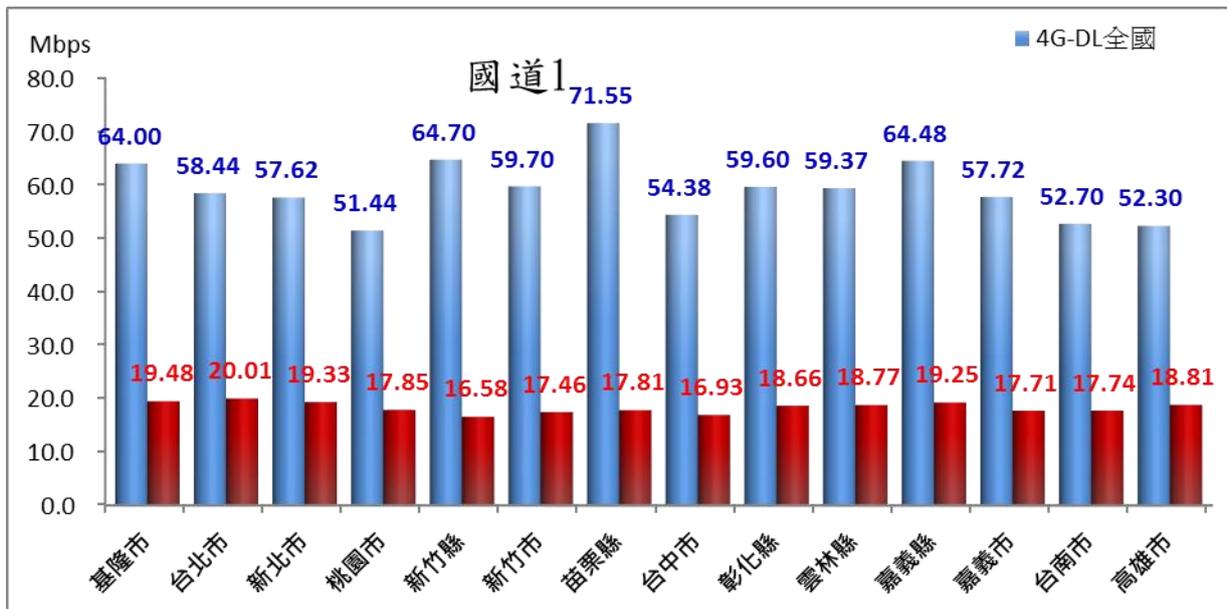


圖 3.13 國道 1 沿線各縣市上網速率

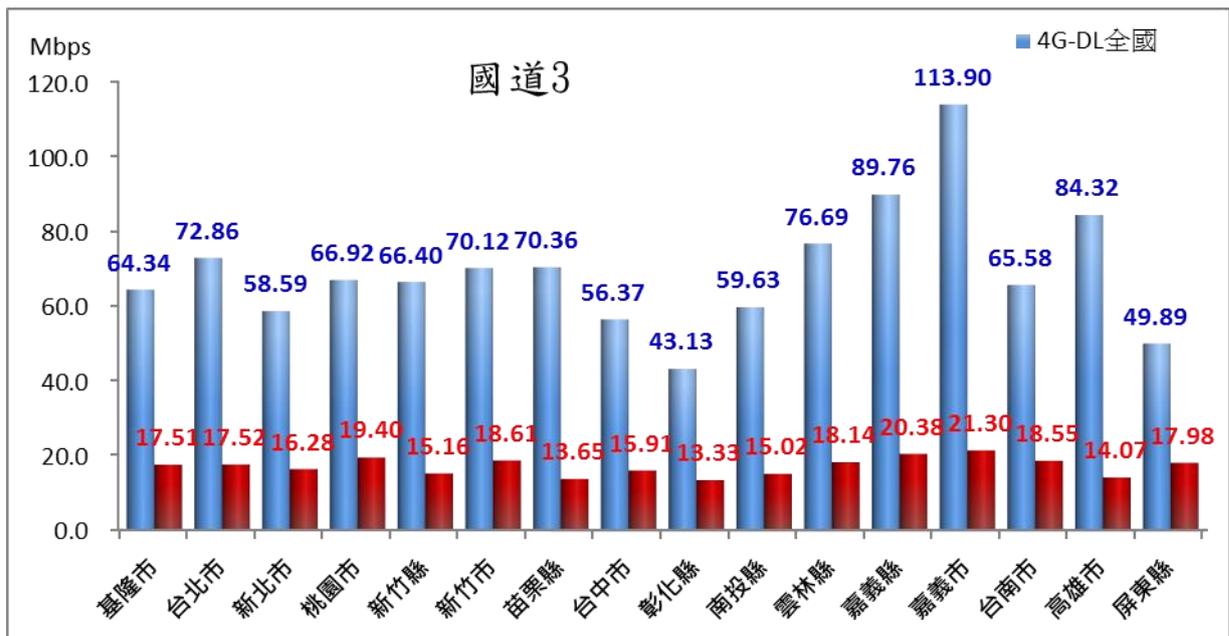


圖 3.14 國道 3 沿線各縣市上網速率

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，最低的下載速率為彰化縣的 43.13Mbps，最高為嘉義市的 113.9Mbps，上傳速率則在 13Mbps 以上。

四、大眾運輸速率平均值

圖 3.15 是本（108）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 124.77Mbps，最低平均下載速率為高鐵的 36.46Mbps；最高平均上傳速率為高雄捷運（橘線）的 19.6Mbps，最低平均上傳速率為高鐵的 8.36Mbps。

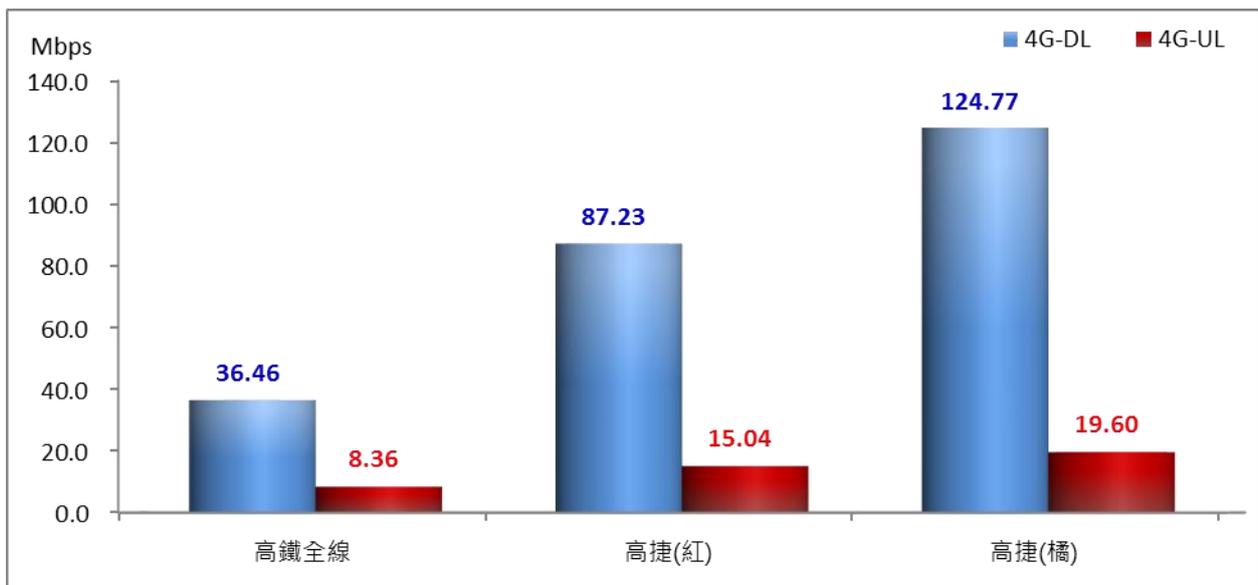


圖 3.15 移動式量測-大眾運輸（高鐵及捷運）4G 上網速率

本研究團隊將高鐵行經的縣市，透過專業的後分析平臺，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。高鐵沿線縣市上網速率最低為新竹縣的 26.17Mbps，最高為新北市 57.04Mbps，上傳速率則都在 5.59Mbps~11.08Mbps。

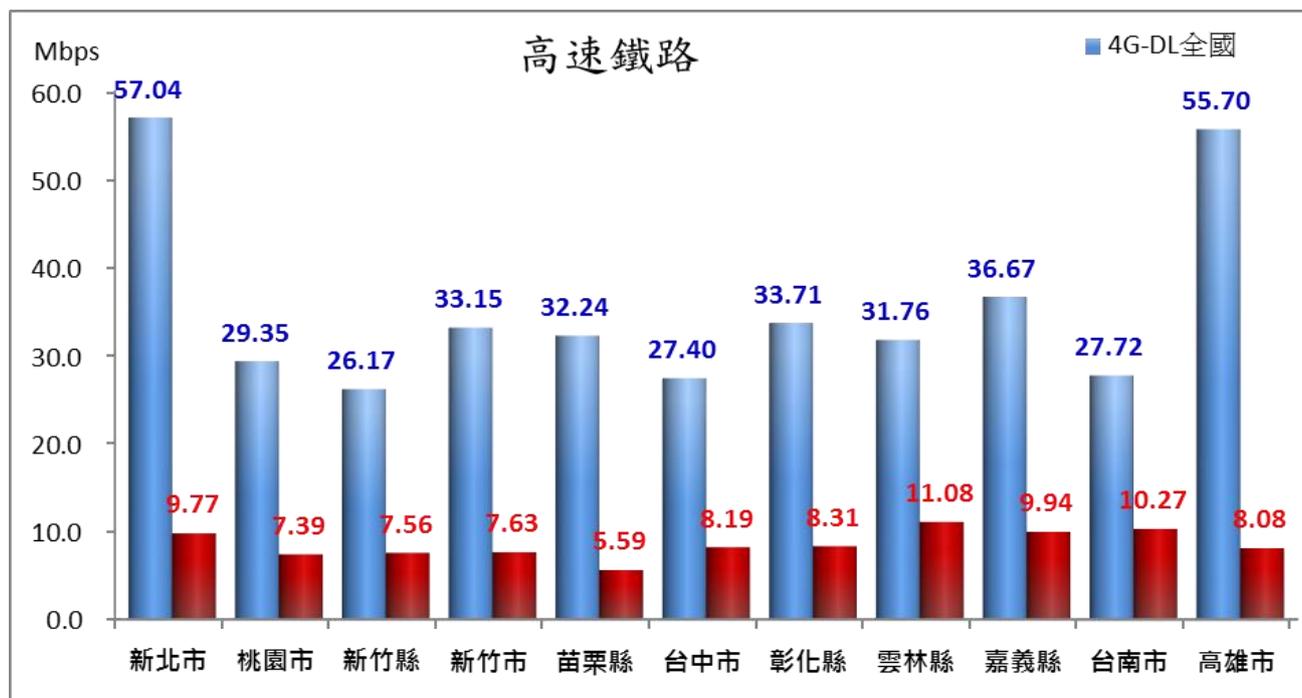


圖 3.16 高速鐵路沿線各縣市上網速率

五、通信中斷率分析

本（108）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。

(一) 國道通話中斷率及撥通成功率

國道語音通話中斷率及撥通成功率，如表 3.4，第一階段語音量測過程中，東西向的國道因為路徑較短，且各業者提供語音服務已經超過 10 年以上，像國道如此重要道路，均為各電信業者日常觀察指標。五家業者斷話率最高出現在國道 5 為 8.33%，其他國道的斷話機率均甚低。國道語音撥通率均高於 85.71%，顯見上述兩條南北向國道的訊號涵蓋相當良好。

表 3.4 國道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
國道 1	A	CSFB	150	0	100.00%	150	1	0.67%
	B	VoLTE	150	0	100.00%	150	0	0.00%
	C	CSFB	149	0	100.00%	149	3	2.01%
	D	VoLTE	153	0	100.00%	153	0	0.00%
	E	CSFB	150	1	99.33%	149	0	0.00%
國道 2	A	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	B	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	C	CSFB	11	1	90.91%	10	0	0.00%
	D	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	E	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
國道 3	A	CSFB	174	3	98.28%	171	2	1.17%
	B	VoLTE	172	0	100.00%	172	0	0.00%
	C	CSFB	172	0	100.00%	172	1	0.58%
	D	VoLTE	175	0	100.00%	175	0	0.00%
	E	CSFB	174	2	98.85%	172	1	0.58%
國道 3 甲	A	CSFB	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	B	VoLTE	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	C	CSFB	4	0	100.00%	4	0	0.00%
	D	VoLTE	5	0	100.00%	5	0	0.00%
	E	CSFB	4	0	100.00%	4	0	0.00%
國道 4	A	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	B	VoLTE	8	0	100.00%	8	0	0.00%
	C	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	D	VoLTE	8	0	100.00%	8	0	0.00%
	E	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
國道 5	A	CSFB	23	0	100.00%	23	0	0.00%
	B	VoLTE	24	0	100.00%	24	0	0.00%
	C	CSFB	24	0	100.00%	24	1	4.17%
	D	VoLTE	28	4	85.71%	24	2	8.33%
	E	CSFB	23	0	100.00%	23	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
國道6	A	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	B	VoLTE	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	C	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	D	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	E	CSFB	19	1	94.74%	18	0	0.00%
國道8	A	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	B	VoLTE	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	C	CSFB	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	D	VoLTE	7	0	100.00%	7	0	0.00%
	E	CSFB	8	1	87.50%	7	0	0.00%
國道10	A	CSFB	17	0	100.00%	17	1	5.88%
	B	VoLTE	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	C	CSFB	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	D	VoLTE	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	E	CSFB	17	0	100.00%	17	0	0.00%

(二) 高鐵及高雄捷運

表 3.5 為高鐵及高雄捷運語音中斷率及通話撥通率，最佳通話中斷率為高雄捷運橘線未發生斷話，最差通話中斷率為高鐵的 4.19%；最佳撥話成功率為高雄捷運的 100%，高鐵由於高速行駛及部分路段有多處隧道，撥打電話時較容易受速度及地形的影響，因此導致語音撥通率較低，但撥通率也達 97.66%。

表 3.5 高鐵及高雄捷運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	A	CSFB	169	1	99.41%	168	1	0.60%
	B	VoLTE	161	1	99.38%	160	0	0.00%
	C	CSFB	171	4	97.66%	167	7	4.19%
	D	VoLTE	165	2	98.79%	163	1	0.61%
	E	CSFB	159	2	98.74%	157	0	0.00%
高雄捷運 (紅線)	A	CSFB	27	0	100.00%	27	0	0.00%
	B	VoLTE	27	0	100.00%	27	0	0.00%
	C	CSFB	27	0	100.00%	27	0	0.00%
	D	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	E	CSFB	27	0	100.00%	27	0	0.00%
高雄捷運 (橘線)	A	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	B	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	C	CSFB	15	0	100.00%	15	1	6.67%
	D	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	E	CSFB	15	0	100.00%	15	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

(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。這一次本研究團隊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 3.6。

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，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 3.6 數據中斷率

區域	業者	數據通訊 斷訊次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
國道 1	A	0	17	0.00%
	B	0	3	0.00%
	C	3	24	12.50%
	D	7	16	43.75%
	E	1	5	20.00%
國道 2	A	1	19	5.26%
	B	0	12	0.00%
	C	0	10	0.00%
	D	0	2	0.00%
	E	0	0	0.00%
國道 3	A	2	40	5.00%
	B	1	23	4.35%
	C	9	45	20.00%
	D	14	35	40.00%
	E	2	16	12.50%

區域	業者	數據通訊 斷訊次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
國道 3 甲	A	0	4	0.00%
	B	0	3	0.00%
	C	0	9	0.00%
	D	0	3	0.00%
	E	0	4	0.00%
國道 4	A	0	4	0.00%
	B	0	1	0.00%
	C	0	1	0.00%
	D	0	1	0.00%
	E	0	1	0.00%
國道 5	A	1	39	2.56%
	B	0	21	0.00%
	C	1	10	10.00%
	D	1	3	33.33%
	E	0	0	0.00%
國道 6	A	0	1	0.00%
	B	0	1	0.00%
	C	2	8	25.00%
	D	0	2	0.00%
	E	0	0	0.00%
國道 8	A	0	1	0.00%
	B	0	1	0.00%
	C	0	1	0.00%
	D	3	5	60.00%
	E	1	3	33.33%
國道 10	A	0	3	0.00%
	B	0	1	0.00%
	C	0	0	0.00%
	D	4	5	80.00%
	E	0	0	0.00%
高鐵	A	21	251	8.37%
	B	5	354	1.41%
	C	12	93	12.90%
	D	64	180	35.56%
	E	32	82	39.02%
高捷 (紅)	A	0	104	0.00%
	B	1	4	25.00%
	C	0	2	0.00%
	D	0	3	0.00%
	E	0	2	0.00%

區域	業者	數據通訊 斷訊次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
高捷(橘)	A	0	70	0.00%
	B	0	3	0.00%
	C	0	1	0.00%
	D	0	1	0.00%
	E	0	1	0.00%

六、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。本研究團隊將移動量測中的各種不同區域進行 CA 統計，詳如表 3.7 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。A 業者在第一階段量測區域平均使用 CA 超過 90% 比例最多，業者 B 及業者 E 則相近，三家業者的建設涵蓋比較均勻分布。業者 C 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%，業者 D 目前 CA 使用比例較為落後，顯示投入資源較少。

表 3.7 各業者載波聚合使用比例

區域	縣市	業者 A	業者 B	業者 C	業者 D	業者 E
北區	新北市	86.00%	93.28%	72.06%	57.44%	91.36%
北區	新竹市	92.92%	93.32%	62.67%	36.17%	91.63%
北區	宜蘭縣	95.37%	85.21%	25.01%	70.02%	86.40%
中區	彰化縣	92.01%	91.88%	44.34%	15.84%	92.27%
中區	南投縣	93.71%	91.36%	24.48%	14.98%	80.22%
中區	雲林縣	90.54%	93.58%	22.10%	12.89%	92.39%
南區	嘉義縣	94.85%	78.77%	20.84%	3.35%	86.14%
南區	嘉義市	93.02%	93.77%	81.59%	6.09%	96.46%
南區	高雄市	89.95%	85.33%	68.94%	31.06%	89.53%
東區及離島地區	花蓮縣	93.55%	83.90%	16.19%	51.64%	90.02%
東區及離島地區	澎湖縣	89.84%	80.16%	54.32%	0.00%	93.63%
東區及離島地區	連江縣	89.18%	59.99%	34.84%	0.00%	89.77%
國道	國道 1	94.74%	98.85%	73.44%	23.24%	98.08%
國道	國道 2	100.00%	96.27%	70.10%	100.00%	94.63%
國道	國道 3	95.78%	97.09%	60.87%	16.92%	97.49%
國道	國道 3 甲	100.00%	95.72%	60.48%	100.00%	80.74%
國道	國道 4	94.32%	99.36%	90.47%	33.86%	99.36%
國道	國道 5	100.00%	87.79%	0.55%	100.00%	84.57%
國道	國道 6	95.85%	98.88%	61.13%	5.58%	99.33%
國道	國道 8	91.39%	99.33%	61.88%	0.00%	93.53%
國道	國道 10	96.30%	99.40%	71.33%	6.35%	98.84%
大眾運輸	高鐵全線	99.99%	91.58%	38.57%	99.77%	81.97%
大眾運輸	高捷(紅)	92.75%	98.89%	69.98%	5.73%	99.29%
大眾運輸	高捷(橘)	92.90%	99.19%	47.89%	0.00%	97.41%

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。

以業者 A 為例，除了連江縣，國道 3 甲兩個地區之外，其他區域都已經完成 5CA 的建設，連江縣，國道 3 甲兩個地區也已達 4CA 上網環境，提供離島民眾優質的上網環境。

表 3.8 業者 A 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 A					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	15.35%	22.49%	29.58%	18.57%
北區	新竹市	6.01%	35.21%	13.96%	37.75%
北區	宜蘭縣	32.56%	35.59%	13.96%	13.27%
中區	彰化縣	17.46%	14.97%	29.82%	29.77%
中區	南投縣	32.68%	17.39%	26.10%	17.55%
中區	雲林縣	16.43%	19.91%	21.24%	32.96%
南區	嘉義縣	31.29%	22.30%	23.83%	17.43%
南區	嘉義市	6.52%	23.10%	23.66%	39.74%
南區	高雄市	29.42%	17.99%	29.91%	12.63%
東區及離島地區	花蓮縣	26.11%	47.01%	13.83%	6.60%
東區及離島地區	澎湖縣	15.70%	7.47%	42.71%	23.96%
東區及離島地區	連江縣	13.39%	30.36%	45.42%	0.00%
國道	國道 1	8.12%	24.59%	27.27%	34.76%
國道	國道 2	5.81%	30.12%	40.55%	23.51%
國道	國道 3	11.44%	28.23%	17.07%	39.04%
國道	國道 3 甲	26.30%	34.86%	38.83%	0.00%
國道	國道 4	2.17%	19.32%	15.11%	57.73%
國道	國道 5	14.10%	38.55%	37.13%	10.22%
國道	國道 6	3.84%	19.55%	24.35%	48.11%
國道	國道 8	2.08%	12.58%	20.24%	56.49%
國道	國道 10	9.50%	21.41%	56.42%	8.97%
大眾運輸	高鐵全線	5.11%	6.33%	28.14%	60.41%
大眾運輸	高捷(紅)	2.40%	2.49%	12.27%	75.60%
大眾運輸	高捷(橘)	0.95%	0.42%	2.64%	88.88%

業者 B 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 96.5%，大部分縣市及國道上網環境，使用載波聚合還是以 2CA 比例較高。

表 3.9 業者 B 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 B					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	41.37%	51.91%	無	
北區	新竹市	71.50%	21.82%		
北區	宜蘭縣	71.59%	13.62%		
中區	彰化縣	49.94%	41.93%		
中區	南投縣	74.82%	16.54%		
中區	雲林縣	62.66%	30.92%		
南區	嘉義縣	55.59%	23.18%		
南區	嘉義市	57.98%	35.79%		
南區	高雄市	41.93%	43.41%		
東區及離島地區	花蓮縣	78.82%	5.08%		
東區及離島地區	澎湖縣	68.87%	11.29%		
東區及離島地區	連江縣	59.99%	0.00%		
國道	國道 1	28.41%	70.44%		
國道	國道 2	63.32%	32.94%		
國道	國道 3	34.43%	62.65%		
國道	國道 3 甲	39.92%	55.79%		
國道	國道 4	19.34%	80.01%		
國道	國道 5	87.67%	0.11%		
國道	國道 6	48.55%	50.34%		
國道	國道 8	63.91%	35.42%		
國道	國道 10	26.16%	73.25%		
大眾運輸	高鐵全線	43.14%	48.44%		
大眾運輸	高捷(紅)	9.17%	89.73%		
大眾運輸	高捷(橘)	2.69%	96.50%		

業者 C 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 0.55%，表示國道 5 號目前網路資源相對比較不足，其餘國道相對基礎建設較佳，使用 2CA 比例較高。

表 3.10 業者 C 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 C					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	72.06%	無		
北區	新竹市	62.67%			
北區	宜蘭縣	25.01%			
中區	彰化縣	44.34%			
中區	南投縣	24.48%			
中區	雲林縣	22.09%			
南區	嘉義縣	20.83%			
南區	嘉義市	81.59%			
南區	高雄市	68.94%			
東區及離島地區	花蓮縣	16.19%			
東區及離島地區	澎湖縣	54.32%			
東區及離島地區	連江縣	34.84%			
國道	國道 1	73.44%			
國道	國道 2	70.10%			
國道	國道 3	60.87%			
國道	國道 3 甲	60.48%			
國道	國道 4	90.47%			
國道	國道 5	0.55%			
國道	國道 6	61.13%			
國道	國道 8	61.88%			
國道	國道 10	71.33%			
大眾運輸	高鐵全線	38.57%			
大眾運輸	高捷(紅)	69.98%			
大眾運輸	高捷(橘)	47.89%			

業者 D 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 8、高捷橘線及離島連江縣及澎湖縣尚無法使用 CA 上網，表示這兩個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 3.11 業者 D 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 D					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	57.44%	無		
北區	新竹市	36.17%			
北區	宜蘭縣	70.02%			
中區	彰化縣	15.84%			
中區	南投縣	14.98%			
中區	雲林縣	12.89%			
南區	嘉義縣	3.21%			
南區	嘉義市	6.09%			
南區	高雄市	30.33%			
東區及離島地區	花蓮縣	51.64%			
東區及離島地區	澎湖縣	0.00%			
東區及離島地區	連江縣	0.00%			
國道	國道 1	23.24%			
國道	國道 2	100.00%			
國道	國道 3	16.92%			
國道	國道 3 甲	100.00%			
國道	國道 4	33.86%			
國道	國道 5	100.00%			
國道	國道 6	5.58%			
國道	國道 8	0.00%			
國道	國道 10	6.35%			
大眾運輸	高鐵全線	99.77%			
大眾運輸	高捷(紅)	5.73%			
大眾運輸	高捷(橘)	0.00%			

業者 E 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，尤其在國道 1、國道 6 及高捷沿線部分，4CA 比例較高，其他地區使用載波聚合還是以 3CA 比例較高。

表 3.12 業者 E 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 E					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	新北市	29.27%	51.95%	10.14%	無
北區	新竹市	44.31%	44.18%	3.13%	
北區	宜蘭縣	42.09%	44.31%	0.00%	
中區	彰化縣	21.51%	69.75%	1.00%	
中區	南投縣	35.18%	42.54%	2.50%	
中區	雲林縣	36.58%	54.31%	1.50%	
南區	嘉義縣	22.95%	62.52%	0.68%	
南區	嘉義市	31.75%	61.48%	3.22%	
南區	高雄市	34.40%	42.40%	12.73%	
東區及離島地區	花蓮縣	42.58%	47.44%	0.00%	
東區及離島地區	澎湖縣	19.83%	73.80%	0.00%	
東區及離島地區	連江縣	41.68%	48.09%	0.00%	
國道	國道 1	12.88%	32.72%	52.47%	
國道	國道 2	31.85%	56.25%	6.52%	
國道	國道 3	17.01%	46.26%	34.22%	
國道	國道 3 甲	22.21%	58.53%	0.00%	
國道	國道 4	3.83%	65.58%	29.94%	
國道	國道 5	54.37%	30.20%	0.00%	
國道	國道 6	4.55%	45.58%	49.20%	
國道	國道 8	14.69%	78.84%	0.00%	
國道	國道 10	16.48%	40.23%	42.13%	
大眾運輸	高鐵全線	45.51%	34.48%	1.98%	
大眾運輸	高捷(紅)	8.85%	36.91%	53.54%	
大眾運輸	高捷(橘)	0.47%	48.44%	48.50%	

第三節 小結

本（108）年度第一階段 5 月至 7 月定點量測完成 22 縣市內的 169 鄉鎮市區，總共 3,926 個量測點（含村里辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、火車站、百貨公司等區域），移動量測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、澎湖縣及連江縣等十二個縣市；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。

本階段定點量測結果，全國 4G 平均下載速率為 53.48Mbps，平均上傳速率為 14.86Mbps，相較於 107 年度 6 月至 8 月的量測結果，4G 平均下載速率有小幅成長，平均上傳速率則小幅下降，主要因為今年度業者進行仍持續進行系統功能性擴充，將頻寬使用率大幅提升。

各縣市主要道路移動量測的 4G 平均下載速率介於 39.63Mbps~65.54Mbps 之間，其中最高平均下載速率為澎湖縣的 65.54Mbps，最低平均下載速率為宜蘭縣的 39.63Mbps。4G 平均上傳速率部分，各縣市的平均上傳速率值皆高於 12.3Mbps 以上，其中最高平均上傳速率為台南市的 20.01Mbps，最低平均上傳速率為宜蘭縣 12.3Mbps，移動量測由於受車行速度影響，無線通訊服務條件較不穩定，因此上網速率會遠不及定點量測結果。

第一階段語音量測過程中，東西向的國道因為路徑較短，且各業者提供語音服務已經超過 10 年以上，像國道如此重要道路，均為各電信業者日常觀察指標。五家業者斷話率最高出現在國道 5 為 8.33%，其他國道的斷話機率均甚低。國道語音撥通率均高於 85.71%，顯見上述兩條南北向國道的訊號涵蓋相當良好。高鐵及高雄捷運語音中斷率及通話撥通率，最佳通話中斷率為高雄捷運橘線未發生斷話，最差通話中斷率為高鐵的 4.19%；最佳撥話成功率為高雄捷運的 100%，高鐵由於高速行駛及部分路段有多處隧道，撥打電話時較容易受速度及地形的影響，因此導致語音撥通率較低，但撥通率也達 97.66%。

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。A 業者在第一階段量測區域平均使用 CA 超過 90% 比例最多，業者 B 及業者 E 則相近，三家業者的建設涵蓋比較均勻分布。業者 C 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%，業者 D 目前 CA 使用比例較為落後，顯示投入資源較少。

第四章 第二階段測速

第一節 定點量測分析

本(108)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(含村里辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、火車站、百貨公司等區域)，如表4.1。

表 4.1 108 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
台北市	234	234	士林區 52、大同區 25、大安區 54、北投區 42、松山區 35、萬華區 26
新北市	512	512	瑞芳區 35、板橋區 33、林口區 17、石碇區 12、坪林區 7、三芝區 13、石門區 9、八里區 10、平溪區 12、三重區 119、五股區 20、樹林區 43、鶯歌區 20、三峽區 28、蘆洲區 38、雙溪區 12、金山區 15、萬里區 10、淡水區 42、泰山區 17
基隆市	80	80	七堵區 22、中山區 24、中正區 1、信義區 20、暖暖區 13
宜蘭縣	118	118	羅東鎮 23、頭城鎮 25、礁溪鄉 18、壯圍鄉 14、員山鄉 16、冬山鄉 22
桃園市	254	254	復興區 10、楊梅區 41、蘆竹區 40、龜山區 32、八德區 48、平鎮區 8、新屋區 23、觀音區 24、大溪區 28
新竹縣	96	96	關西鎮 21、湖口鄉 20、芎林鄉 7、橫山鄉 11、北埔鄉 9、寶山鄉 11、峨眉鄉 6、尖石鄉 7、五峰鄉 5
新竹市	62	62	東區 55、香山區 7
連江縣	11	11	南竿鄉 4、東引鄉 2、莒光鄉 5
苗栗縣	139	139	三灣鄉 8、苗栗市 4、泰安鄉 8、獅潭鄉 7、卓蘭鎮 11、竹南鎮 26、頭份市 33、後龍鎮 23、南庄鄉 9、造橋鄉 9
臺中市	314	314	大里區 27、和平區 8、龍井區 16、太平區 39、霧峰區 20、烏日區 16、外埔區 11、新社區 13、大雅區 15、潭子區 16、梧棲區 14、沙鹿區 21、清水區 32、大甲區 29、東勢區 25、大安區 12
彰化縣	296	296	溪州鄉 19、秀水鄉 14、伸港鄉 14、溪湖鎮 25、竹塘鄉 14、埔鹽鄉 22、埔心鄉 20、永靖鄉 24、二水鄉 17、北斗鎮 6、二林鎮 27、田尾鄉 20、埤頭鄉 17、芳苑鄉 26、大城鄉 15、大村鄉 16
南投縣	131	131	水里鄉 19、仁愛鄉 16、信義鄉 14、南投市 5、國姓鄉 13、魚池鄉 13、中寮鄉 18、埔里鎮 33

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
金門縣	18	18	金城鎮 8、金寧鄉 3、烈嶼鄉 5、烏坵鄉 2
花蓮縣	89	89	瑞穗鄉 11、卓溪鄉 6、富里鄉 13、萬榮鄉 6、光復鄉 14、玉里鎮 16、鳳林鎮 13、壽豐鄉 10
雲林縣	196	196	古坑鄉 20、斗六市 40、斗南鎮 24、虎尾鎮 29、北港鎮 28、林內鄉 10、大埤鄉 15、褒忠鄉 9、口湖鄉 21、
嘉義縣	179	179	布袋鎮 23、大林鎮、21、溪口鄉 14、新港鄉 23、六腳鄉 25、東石鄉 23、義竹鄉 22、鹿草鄉 15、民雄鄉 13
嘉義市	43	43	西區 43
台南市	327	327	中西區 23、白河區 21、新市區 11、安平區 13、東區 7、龍崎區 8、關廟區 15、仁德區 16、左鎮區 10、南化區 9、楠西區 7、玉井區 10、山上區 7、新化區 16、後壁區 14、北門區 10、將軍區 12、七股區 18、西港區 12、學甲區 13、佳里區 16、大內區 10、官田區 10、六甲區 11、下營區 12、東山區 16
高雄市	448	448	桃源區 8、那瑪夏區 3、茂林區 3、內門區 18、鹽埕區 17、左營區 40、新興區 33、前金區 20、小港區 38、鳳山區 76、前鎮區 60、林園區 24、杉林區 8、田寮區 10、永安區 6、旗山區 21、美濃區 19、六龜區 12、甲仙區 7、大寮區 25
屏東縣	233	233	滿州鄉 8、枋山鄉 4、三地門鄉 10、春日鄉 7、霧臺鄉 6、瑪家鄉 6、泰武鄉 6、來義鄉 7、琉球鄉 8、車城鄉 11、麟洛鄉 7、佳冬鄉 12、林邊鄉 10、崁頂鄉 8、枋寮鄉 15、新埤鄉 7、竹田鄉 15、萬巒鄉 14、高樹鄉 19、里港鄉 14、獅子鄉 8、恆春鎮 17、屏東市 8、牡丹鄉 6
台東縣	74	74	太麻里鄉 9、臺東市 25、卑南鄉 3、東河鄉 7、長濱鄉 6、大武鄉 5、金峰鄉 5、達仁鄉 6、成功鎮 8
澎湖縣	48	48	白沙鄉 1、馬公市 31、湖西鄉 16
捷運	23	23	北捷 16、桃捷 3、高捷 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。

備註 3：金門縣烏坵鄉 2 個村因僅中華電信已完成建設，依據通傳會 108 年 5 月 3 日會議，決議由中華電信協助辦理量測，量測工具由得標單位提供。

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 114.9Mbps、網內上傳平均速率為 25.75Mbps 及雲端下載平均速 105.9Mbps，相較於上階段（108 年 5 月-7 月）之量測結果（平均下載速率 101.22 Mbps、平均上傳速率 28.2Mbps 及雲端下載測項平均速率為 84.76Mbps）網內下載平均速率提升約 13.5%、平均上傳速率小幅下降 8.5%及雲端下載平均速率提升約 24.9%，如圖 4.1 所示，第二階段各縣市分位速率如附錄一。

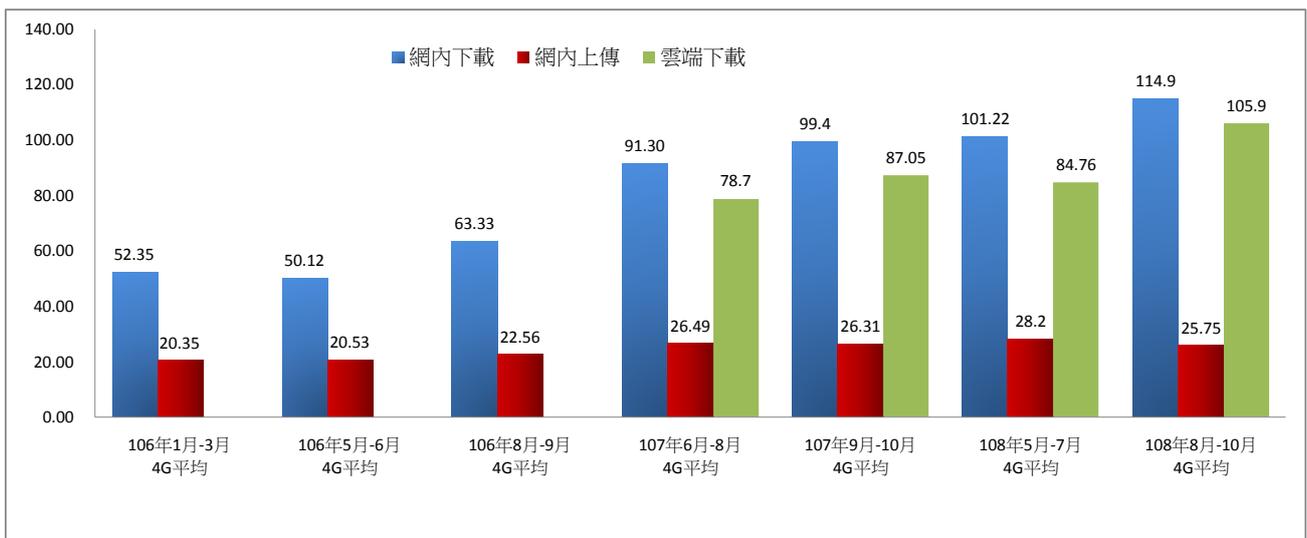


圖 4.1 第二階段定點量測-全國速率平均值

(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 102.11Mbps；其中最高平均下載速率為基隆市的 136.93Mbps，最低平均下載速率為彰化縣的 102.11bps；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 17.28 Mbps 以上，其中網內上傳平均速率最高為台東縣的 31.29 Mbps，最低平均速率為彰化縣的 17.28Mbps；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 92.68Mbps 以上，其中最高平均速率為基隆市的 129.12Mbps，最低平均速率為雲林縣的 92.68Mbps。

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 136.93 Mbps，網內下載最低平均速率為宜蘭縣的 112.48Mbps；網內上傳最高平均速率為台北市 29.44 Mbps，網內上傳最低平均速率為新竹縣的 24.72Mbps；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 129.12Mbps，最低平均下載速率為新竹市的 97.09Mbps。

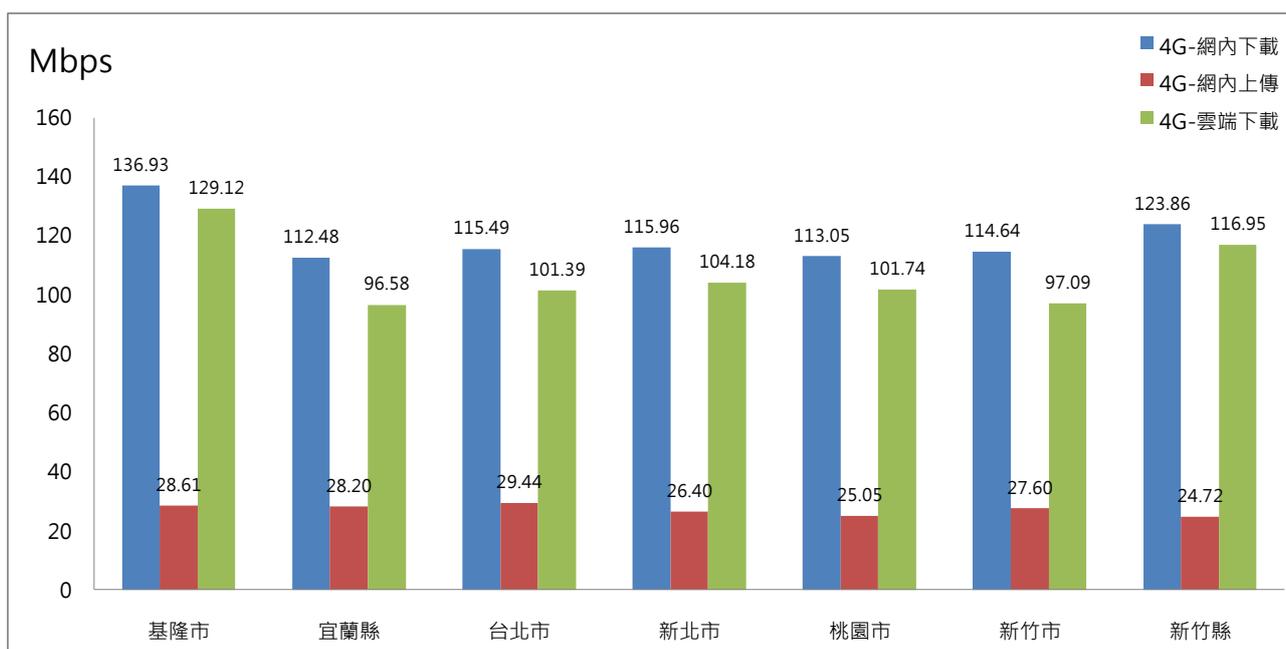


圖 4.2 第二階段定點量測-北區各縣市速率平均值

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 132.17 Mbps，網內下載最低平均速率為彰化縣的 102.11Mbps；網內上傳最高平均速率為雲林縣的 26.15 Mbps，網內上傳最低平均速率為彰化縣的 17.28Mbps；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南投縣的 127.96Mbps，最低平均下載速率為雲林縣的 92.68Mbps。

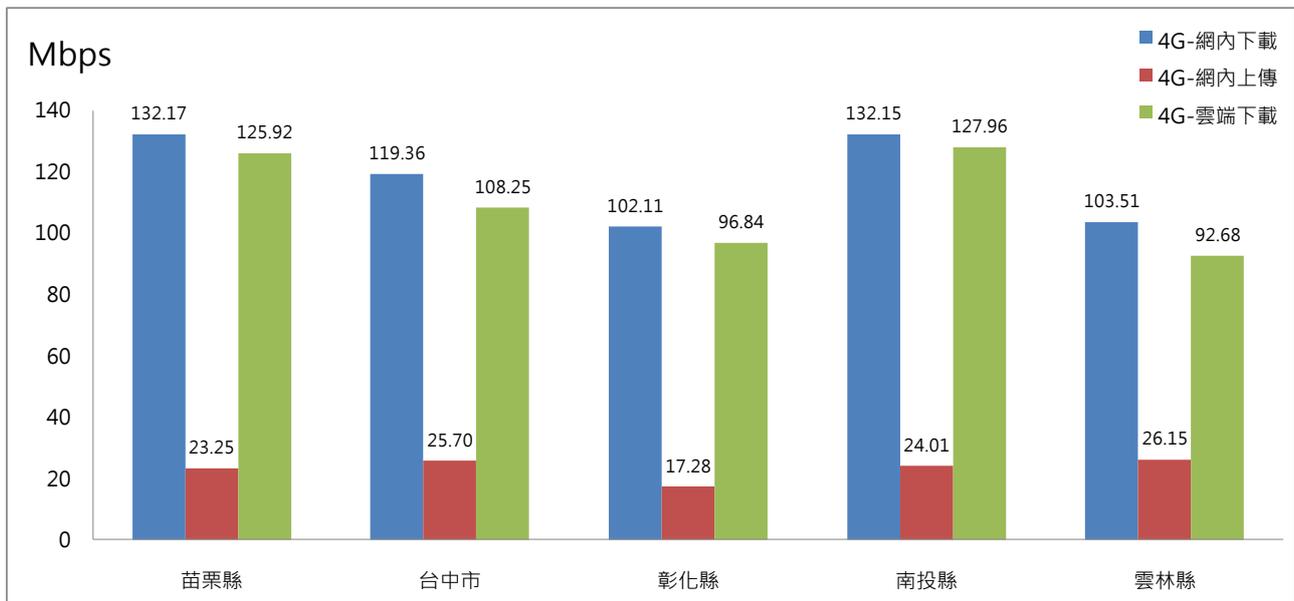


圖 4.3 第二階段定點量測-中區各縣市速率平均值

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屏東縣的 118.02 Mbps，網內下載最低平均速率為嘉義縣的 106.5Mbps；網內上傳最高平均速率為嘉義市的 29.3Mbps，網內上傳最低平均速率為嘉義縣的 22.03Mbps；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屏東縣的 113.25Mbps，最低平均下載速率為高雄市的 101.18Mbps。

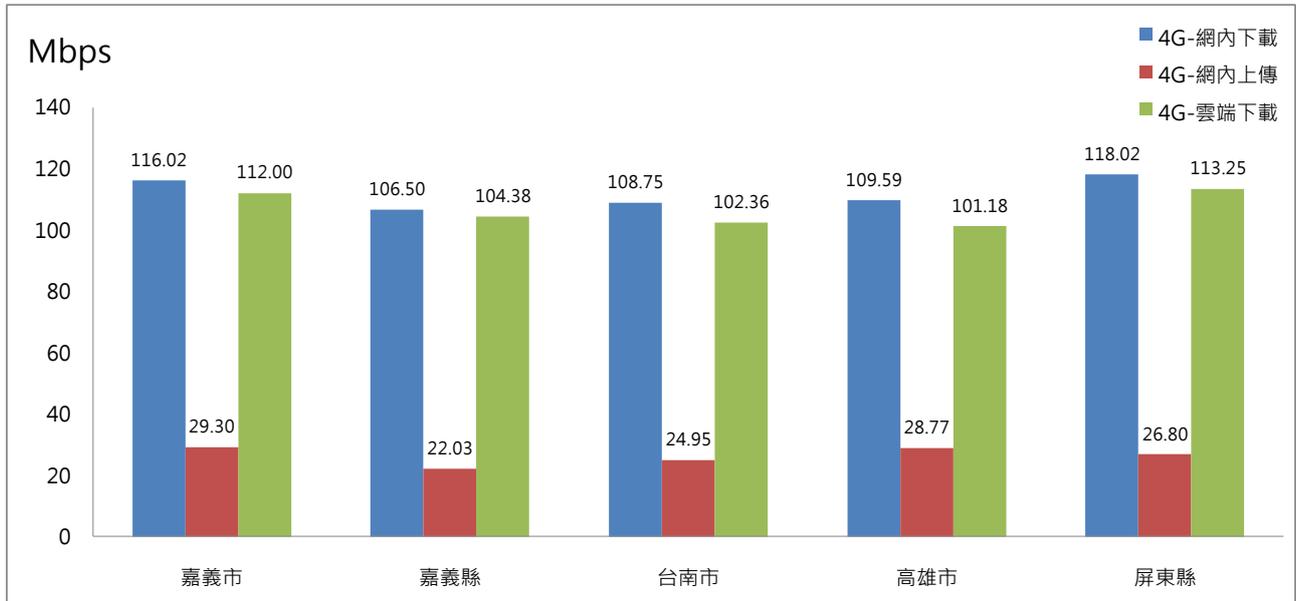


圖 4.4 第二階段定點量測-南區各縣市速率平均值

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 135.58 Mbps，網內下載最低平均速率為澎湖縣的 108.21Mbps；網內上傳最高平均速率為臺東縣 31.9 Mbps，網內上傳最低平均速率為澎湖縣的 22.84Mbps；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連江縣的 122.37Mbps，最低平均下載速率為澎湖縣的 104.49Mbps。

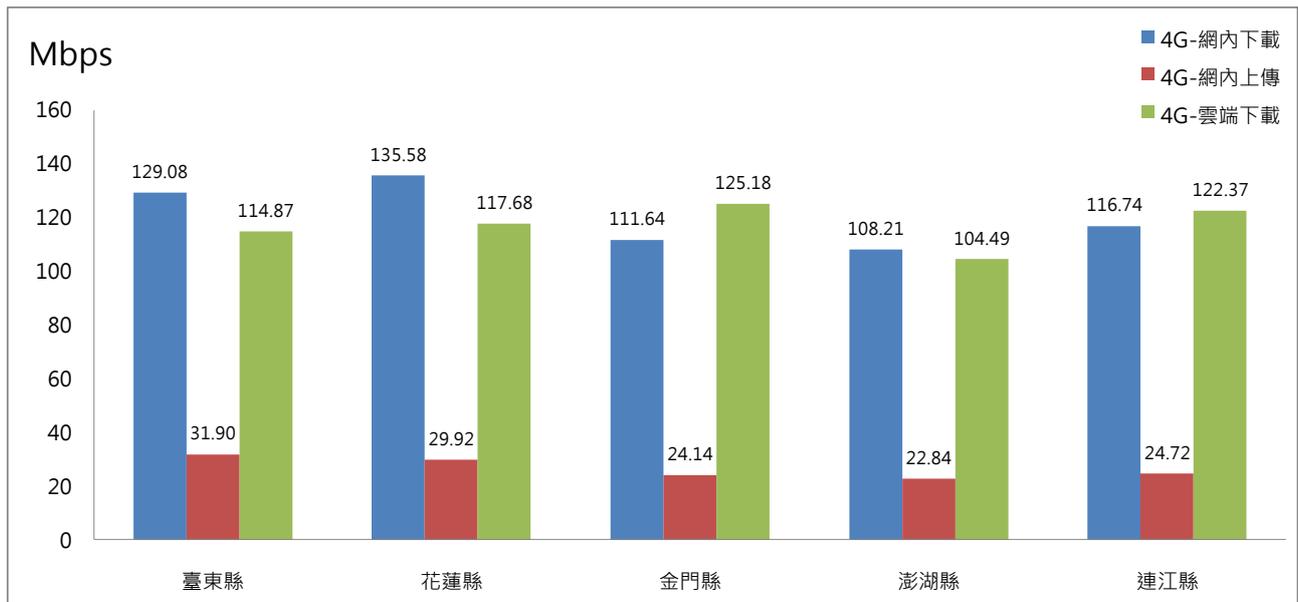


圖 4.5 第二階段定點量測-東區及離島各縣市速率平均值

(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 223 個鄉鎮市區進行 3,925 個量測點 (含村里辦公室) 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 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	暖暖區	153.33	28.19	144.01
基隆市	七堵區	125.95	26.88	119.84
基隆市	信義區	142.6	30.41	134.83
基隆市	中正區	85.79	34.9	83.27
基隆市	中山區	131.33	28.12	122.72
宜蘭縣	頭城鎮	120.51	29.72	100.46
宜蘭縣	羅東鎮	110.92	26.75	101.61
宜蘭縣	礁溪鄉	102.58	29.83	84.49
宜蘭縣	壯圍鄉	136.95	29.56	117.63
宜蘭縣	員山鄉	91.69	23.76	78.47
宜蘭縣	冬山鄉	112.64	29	96.58
台北市	萬華區	123.28	29.85	112.69
台北市	大安區	113.16	26.59	104.69
台北市	松山區	109.23	27.47	100.56
台北市	士林區	117.51	31.65	98.22
台北市	大同區	120.93	30.97	101.42
台北市	北投區	113.15	30.81	94.75
新北市	萬里區	142.84	25.78	134.24
新北市	石門區	138.93	28.25	131.82
新北市	石碇區	162.86	31.05	153.91
新北市	瑞芳區	122.73	25.81	117.85
新北市	淡水區	122.47	24.63	114.89
新北市	蘆洲區	116.52	25.32	95.19
新北市	金山區	132.9	26.31	122.58
新北市	泰山區	90.29	21.22	72.67
新北市	雙溪區	96.3	20.56	91.83
新北市	樹林區	106.09	26.77	98.5
新北市	林口區	116.41	26.19	108.22
新北市	板橋區	109.67	24.82	91.99
新北市	平溪區	163.05	28.43	150.49
新北市	坪林區	107.35	20.85	96.36
新北市	八里區	117.52	26.46	109.4
新北市	五股區	109.84	24.2	90.61

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	三峽區	122.6	27.37	115.2
新北市	三芝區	109.25	22.6	103.64
新北市	鶯歌區	112.49	27.99	105.9
新北市	三重區	100.28	24.78	85.16
桃園市	大溪區	132.73	28.25	118.5
桃園市	八德區	128.52	27.95	118.45
桃園市	蘆竹區	106.89	24.62	91.42
桃園市	平鎮區	107.48	27.93	103.39
桃園市	復興區	148.51	29.83	136.57
桃園市	新屋區	89.48	17.65	83.36
桃園市	楊梅區	106	24.32	94.12
桃園市	觀音區	102.61	18.99	93.9
桃園市	龜山區	98.94	25.48	86.02
新竹市	東區	116.24	28.93	96.97
新竹市	香山區	102.11	17.15	92.74
新竹縣	五峰鄉	116.93	31.17	118.82
新竹縣	北埔鄉	122.42	15.24	117.95
新竹縣	湖口鄉	107.93	27.59	101.07
新竹縣	尖石鄉	107.89	18.58	102.98
新竹縣	峨眉鄉	135.3	23.88	124.54
新竹縣	橫山鄉	111.22	21	104.32
新竹縣	寶山鄉	103.68	18.83	90.92
新竹縣	芎林鄉	105.65	19.5	98.05
新竹縣	關西鎮	121.19	21.93	106.86
苗栗縣	造橋鄉	139.97	23.73	133.18
苗栗縣	竹南鎮	112.15	17.78	102.44
苗栗縣	頭份市	129.83	22.66	123.2
苗栗縣	泰安鄉	132.01	20.39	129.54
苗栗縣	獅潭鄉	163.34	22.82	156.03
苗栗縣	南庄鄉	147.22	22.41	139.87
苗栗縣	後龍鎮	128.71	28.13	124.93
苗栗縣	卓蘭鎮	145.43	24.49	135.64
苗栗縣	三灣鄉	141.54	23.97	135.11
苗栗縣	苗栗市	110.42	26.95	106.54
台中市	大里區	120.5	30.35	106.14
台中市	和平區	127.24	20.34	124.5
台中市	外埔區	132.54	27.98	130.02
台中市	大安區	121.48	18.88	113.21
台中市	大甲區	107.09	21.15	100

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)
台中市	東勢區	115.93	21.42	108.14
台中市	大雅區	104.95	26.27	93.45
台中市	太平區	124.78	32.6	109.21
台中市	新社區	136.33	20.49	128.01
台中市	梧棲區	103.5	23.93	90.7
台中市	清水區	110.5	20.31	102.76
台中市	潭子區	137.99	32.24	121.76
台中市	烏日區	123.04	27.53	108.23
台中市	霧峰區	132.25	26.57	116.28
台中市	龍井區	116.16	25.55	102.95
台中市	沙鹿區	111.06	26.54	100.45
彰化縣	埔鹽鄉	98.08	15.62	92.93
彰化縣	埤頭鄉	106.68	14.97	97.81
彰化縣	伸港鄉	109.33	17.23	104.06
彰化縣	埔心鄉	79.29	13.47	74.47
彰化縣	北斗鎮	102.83	24.65	95.24
彰化縣	大村鄉	96.51	18.14	88.35
彰化縣	大城鄉	119.1	19.19	112.93
彰化縣	二水鄉	117.65	22.78	115
彰化縣	永靖鄉	90.57	16.2	88.13
彰化縣	溪州鄉	122.6	19.27	115.4
彰化縣	溪湖鎮	98.93	17.28	93.88
彰化縣	田尾鄉	89.52	15.98	87.57
彰化縣	秀水鄉	99.22	19.68	95.24
彰化縣	竹塘鄉	74.28	9.13	73.24
彰化縣	芳苑鄉	112.21	16.57	107.22
彰化縣	二林鎮	112.57	19.17	103.28
南投縣	仁愛鄉	140.52	23.32	134.12
南投縣	中寮鄉	143.61	21.49	143.44
南投縣	國姓鄉	129.97	24.64	125.52
南投縣	南投市	138	27.55	125.42
南投縣	魚池鄉	120.1	22.89	114.72
南投縣	水里鄉	122.79	23.97	115.94
南投縣	信義鄉	130.29	23.5	136.11
南投縣	埔里鎮	121.57	22.99	114.02
雲林縣	斗六市	99.26	26.58	90.47
雲林縣	褒忠鄉	107.48	30.17	96.25
雲林縣	北港鎮	100.49	27.79	90.37
雲林縣	口湖鄉	118.74	24.23	104.8

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	古坑鄉	114	25.45	101.27
雲林縣	大埤鄉	73.6	23.06	66.45
雲林縣	斗南鎮	103.51	23.94	91.46
雲林縣	林內鄉	107.25	24.25	93.2
雲林縣	虎尾鎮	106.97	28.35	96.52
嘉義市	西區	116.02	29.3	112
嘉義縣	義竹鄉	107.75	19.89	103.23
嘉義縣	六腳鄉	108.16	20.25	105.54
嘉義縣	大林鎮	121.82	26.21	117.35
嘉義縣	新港鄉	115.74	23.03	111.6
嘉義縣	東石鄉	89.73	18.22	87.96
嘉義縣	民雄鄉	114.46	25.13	113.48
嘉義縣	溪口鄉	87.59	18.47	86.96
嘉義縣	布袋鎮	108.53	21.01	104.89
嘉義縣	鹿草鄉	91.59	14.04	90.55
台南市	東山區	109.04	19.02	104.97
台南市	大內區	115.63	25.64	119.89
台南市	北門區	136.65	26.14	120.29
台南市	六甲區	110.94	25	109.23
台南市	佳里區	96.57	23.85	89.37
台南市	七股區	102.65	19.18	94.67
台南市	學甲區	134.4	32.15	118.28
台南市	下營區	124.68	19.38	113.95
台南市	楠西區	121.61	27.22	116.58
台南市	山上區	103.31	13.93	95.26
台南市	安平區	97.52	30.13	87.98
台南市	左鎮區	123.43	20.77	115.95
台南市	官田區	113.47	27.02	111.27
台南市	白河區	94.52	21.86	91.66
台南市	將軍區	110.55	25.44	98.74
台南市	東區	79.91	26.67	72.6
台南市	新市區	131.36	31.26	126.29
台南市	新化區	98.87	17.99	92.56
台南市	後壁區	108.84	21.7	107.89
台南市	玉井區	111.99	21.2	110.62
台南市	南化區	143.18	24.05	138.68
台南市	西港區	71.57	19.73	66.4
台南市	關廟區	97.75	21.6	86.76
台南市	中西區	103.9	34.57	92.9

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)
台南市	仁德區	103.27	28.52	93.37
台南市	龍崎區	77.78	14.41	77.54
高雄市	桃源區	82.71	19.04	81
高雄市	鳳山區	105.48	30.88	95.04
高雄市	那瑪夏區	101.21	36.56	98.81
高雄市	茂林區	147.94	32.33	136.29
高雄市	美濃區	125.37	26.21	123.22
高雄市	甲仙區	131.57	30.46	126.27
高雄市	田寮區	119.25	18.05	102.64
高雄市	永安區	121.03	28.05	110.14
高雄市	杉林區	115.4	24.65	109.92
高雄市	林園區	119.62	23.16	118.27
高雄市	內門區	102.4	20.58	93.38
高雄市	新興區	92.95	32.08	85.62
高雄市	左營區	119.22	30.4	106.16
高雄市	小港區	115.71	29.06	105.13
高雄市	大寮區	102.88	26.87	95.75
高雄市	前鎮區	105.7	28.99	94.64
高雄市	前金區	89.34	28.62	81.89
高雄市	六龜區	119.78	27.76	117.86
高雄市	旗山區	116.01	25.09	104.34
高雄市	鹽埕區	100.21	32.59	95.09
屏東縣	琉球鄉	90.24	20.16	98.16
屏東縣	泰武鄉	110.34	26.62	105.05
屏東縣	佳冬鄉	83.16	17.46	82.45
屏東縣	來義鄉	116.18	26.82	113.78
屏東縣	屏東市	91.2	30.54	93.92
屏東縣	崁頂鄉	104.12	23.73	105.52
屏東縣	恆春鎮	114.87	23.44	98.71
屏東縣	新埤鄉	98.39	15.86	94.42
屏東縣	春日鄉	132.43	36.07	135.42
屏東縣	枋寮鄉	119.39	25.09	116.65
屏東縣	枋山鄉	167.54	36.84	152.52
屏東縣	林邊鄉	94.86	19.1	91.1
屏東縣	滿州鄉	145.41	34.41	134.14
屏東縣	瑪家鄉	157.08	34.55	155.14
屏東縣	牡丹鄉	151.04	30.03	133.62
屏東縣	獅子鄉	137.81	30.56	122.27
屏東縣	麟洛鄉	128.26	24.85	121.5

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	高樹鄉	103.66	22.22	99.8
屏東縣	霧臺鄉	111.33	24.68	115.65
屏東縣	里港鄉	123.6	22.66	113.19
屏東縣	車城鄉	146.36	31.37	120.9
屏東縣	萬巒鄉	102.26	24.4	99.32
屏東縣	竹田鄉	114.36	23.52	120.62
屏東縣	三地門鄉	104.96	27.65	97.16
台東縣	長濱鄉	145.26	33.83	128.83
台東縣	達仁鄉	115.66	25.46	106
台東縣	金峰鄉	111.63	29.54	103.41
台東縣	台東市	106.9	30.88	95.36
台東縣	卑南鄉	173.34	31.44	143.81
台東縣	大武鄉	132.59	31.43	122.15
台東縣	太麻里鄉	98.33	30.23	89.27
台東縣	成功鎮	136.34	29.69	122.72
台東縣	東河鄉	188.72	34.06	158.47
花蓮縣	富里鄉	138.11	32.13	121.52
花蓮縣	光復鄉	145.05	30.18	123.72
花蓮縣	瑞穗鄉	155.85	29.3	131.95
花蓮縣	萬榮鄉	148.7	28.02	129.56
花蓮縣	鳳林鎮	130.93	28.69	114.4
花蓮縣	玉里鎮	121.17	27.4	103.48
花蓮縣	壽豐鄉	122.37	26.88	106.4
花蓮縣	卓溪鄉	116.83	30.66	102.36
金門縣	烏坵鄉	15.22	7.29	25.18
金門縣	烈嶼鄉	106.78	18.9	128.8
金門縣	金寧鄉	131.14	20.51	130.35
金門縣	金城鎮	112.77	20.79	111.06
澎湖縣	馬公市	109.93	22.13	105.69
澎湖縣	湖西鄉	106.13	16.77	101.47
澎湖縣	白沙鄉	55.55	20.78	50.69
連江縣	南竿鄉	119.93	19.06	122.69
連江縣	東引鄉	103.69	34.86	109.07
連江縣	莒光鄉	74.58	15.6	78.11

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 0.59~1.22 秒；其中開啟 Google 網頁最快的為新北市的 0.65 秒，最慢的為金門縣的 1.19 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為新竹市的 0.59 秒，最慢的為嘉義縣的 1.01 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為新北市的 0.63 秒，最慢的為金門縣的 1.22 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 網頁最快的為新北市的 0.65 秒，最慢的為新竹縣的 0.97 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為新竹市的 0.59 秒，最慢的為基隆市的 0.82 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為新竹市的 0.74 秒，最慢的為新竹縣的 0.96 秒。

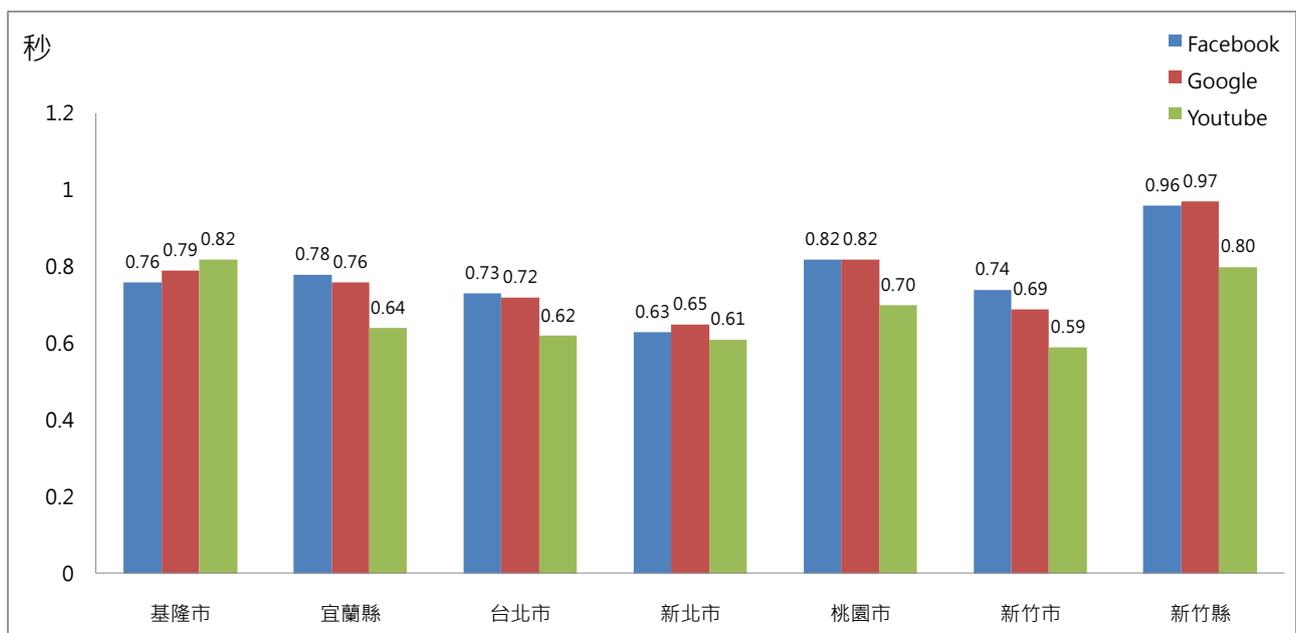


圖 4.6 第二階段定點量測-北區各縣市三大網頁開啟平均時間

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 網頁最快的為台中市的 0.79 秒，最慢的為彰化縣的 0.95 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為台中市的 0.7 秒，最慢的為彰化縣的 0.96 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為台中市的 0.81 秒，最慢的為彰化縣的 0.97 秒。

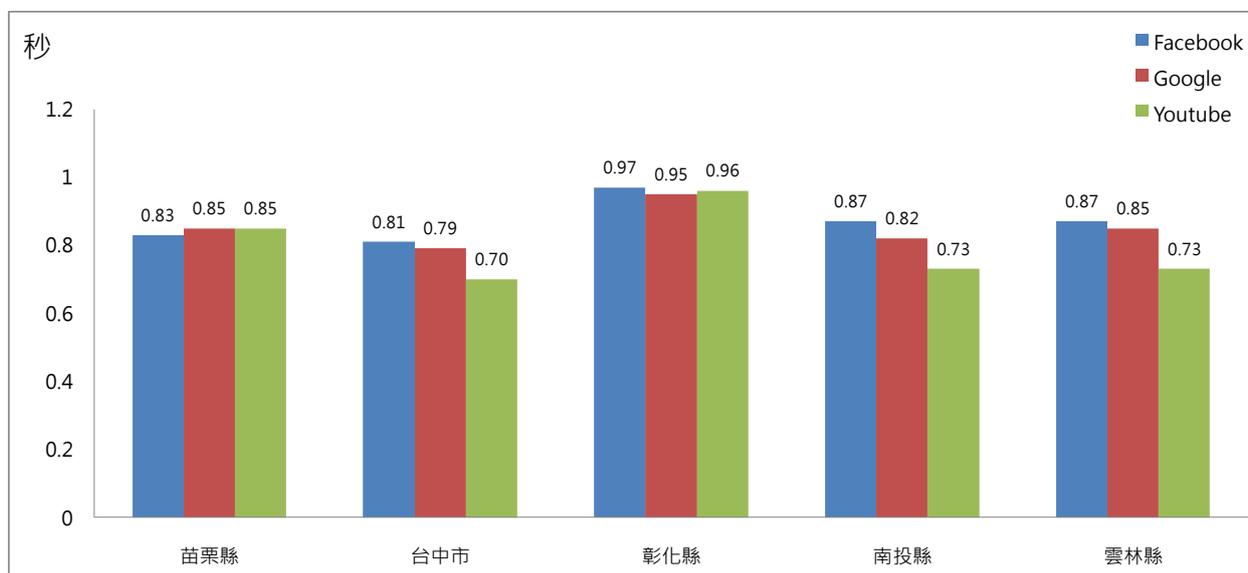


圖 4.7 第二階段定點量測-中區各縣市三大網頁開啟平均時間

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 0.89 秒，最慢的為嘉義縣的 1.14 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為高雄市的 0.77 秒，最慢的為嘉義縣的 1.01 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為嘉義市的 0.86 秒，最慢的為嘉義縣的 1.06 秒。

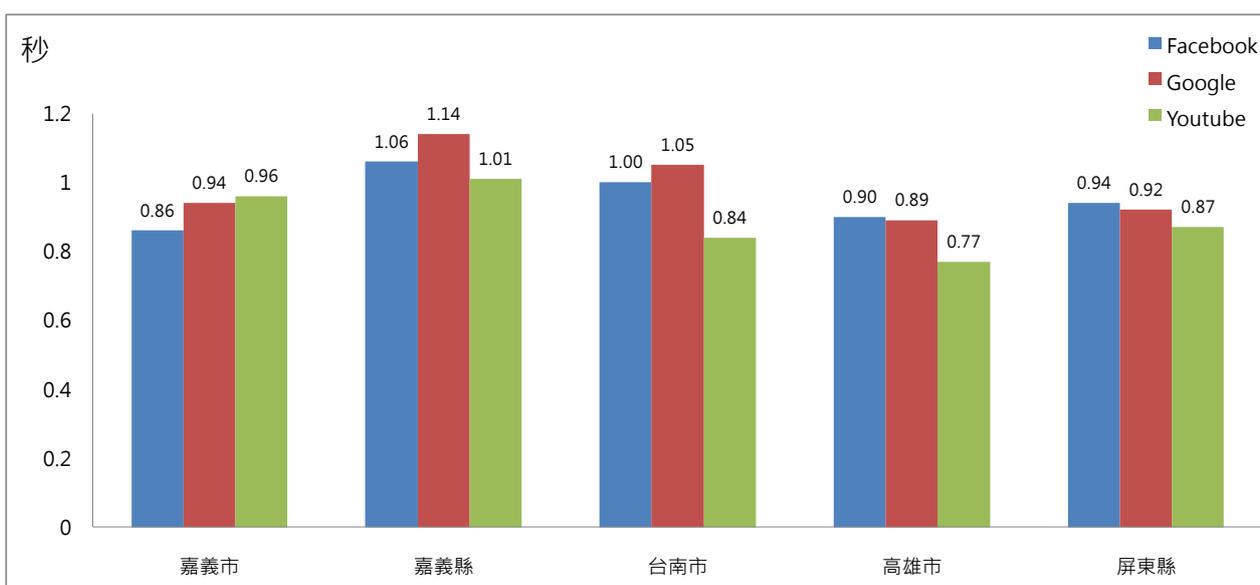


圖 4.8 第二階段定點量測-南區各縣市三大網頁開啟平均時間

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 網頁最快的為花蓮縣的 0.74 秒，最慢的為金門縣的 1.19 秒；開啟 Youtube 網頁最快的為花蓮縣的 0.61 秒，最慢的為金門縣的 0.99 秒；開啟 Facebook 網頁最快的為花蓮縣的 0.76 秒，最慢的為金門縣的 1.22 秒。

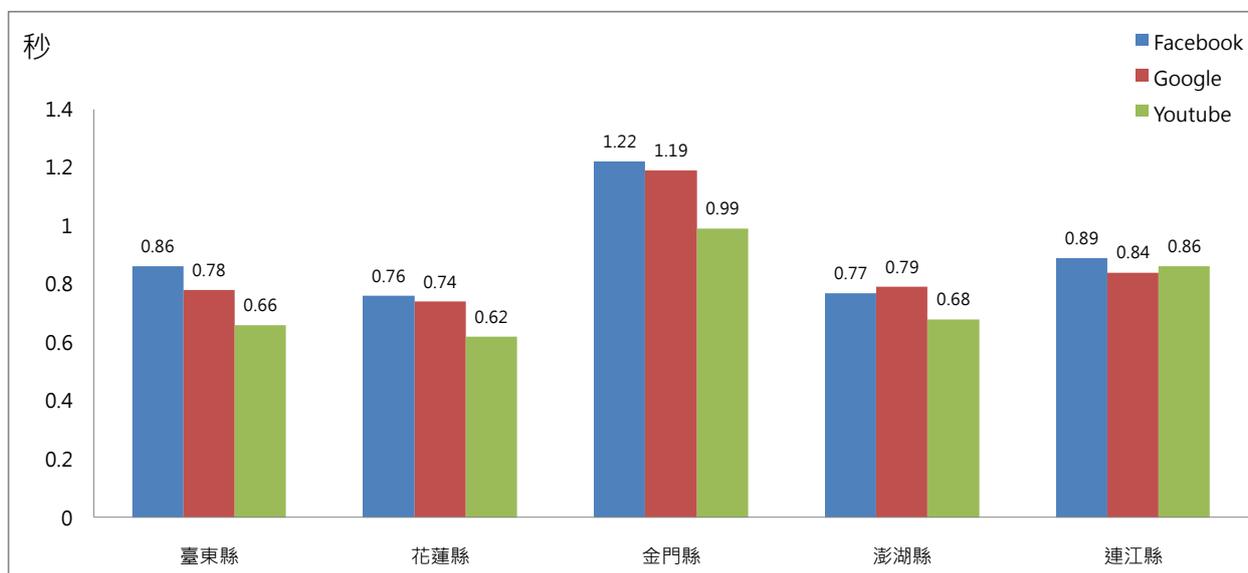


圖 4.9 第二階段定點量測-東區及離島各縣市三大網頁開啟平均時間

三、捷運尖離峰上網速率分析

為了解民眾上網速率及三大網頁開啟平均時間在捷運尖離峰時段的差異，本計畫第二階段在北捷、桃捷、高捷共挑選了 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。

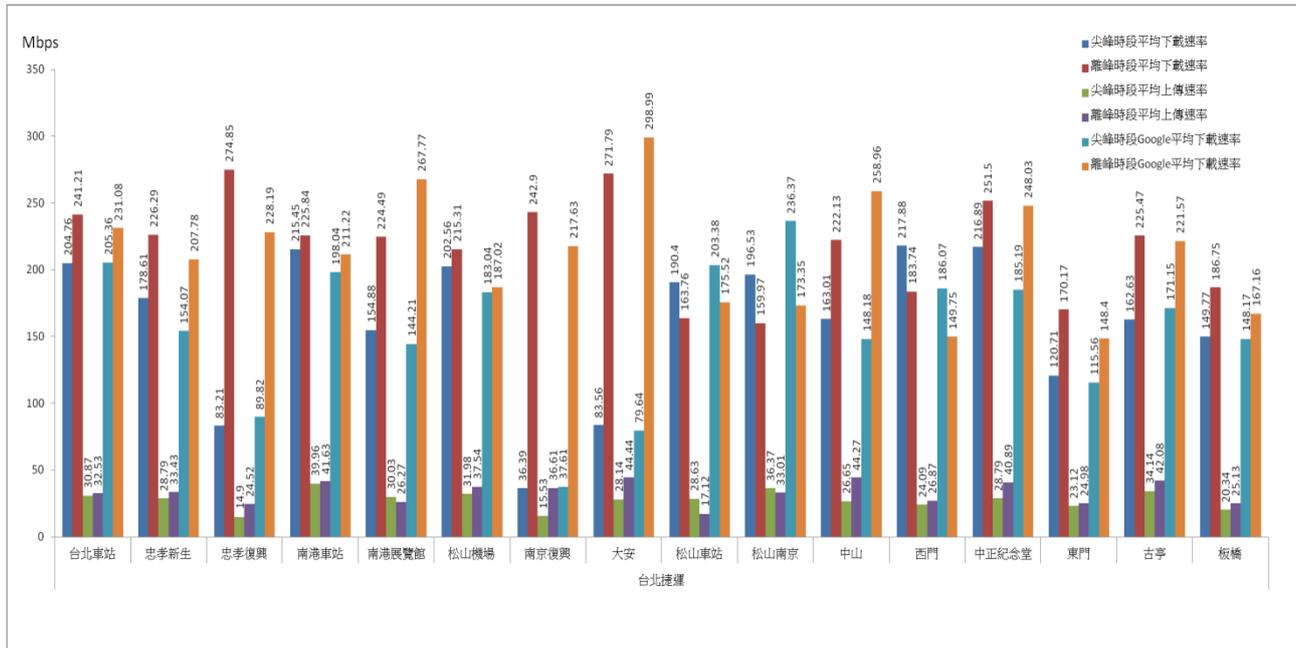


圖 4.10 第二階段定點量測-捷運尖離峰(台北捷運)上網速率比較

圖 4.10 為台北捷運尖峰網內下載最高速率為 217.88Mbps，最低速率為 36.39Mbps，離峰網內下載最高速率為 274.85Mbps，最低速率為 159.97Mbps；尖峰網內上傳最高速率為 39.96Mbps，最低速率為 14.9Mbps，離峰網內上傳最高速率為 44.44Mbps，最低速率為 17.12Mbps；連線到網際網路 Google 雲端下載速率尖峰時段最高速率為 236.37Mbps，最低速率為 37.61Mbps，離峰時段最高速率為 298.99Mbps，最低速率為 148.4Mbps。

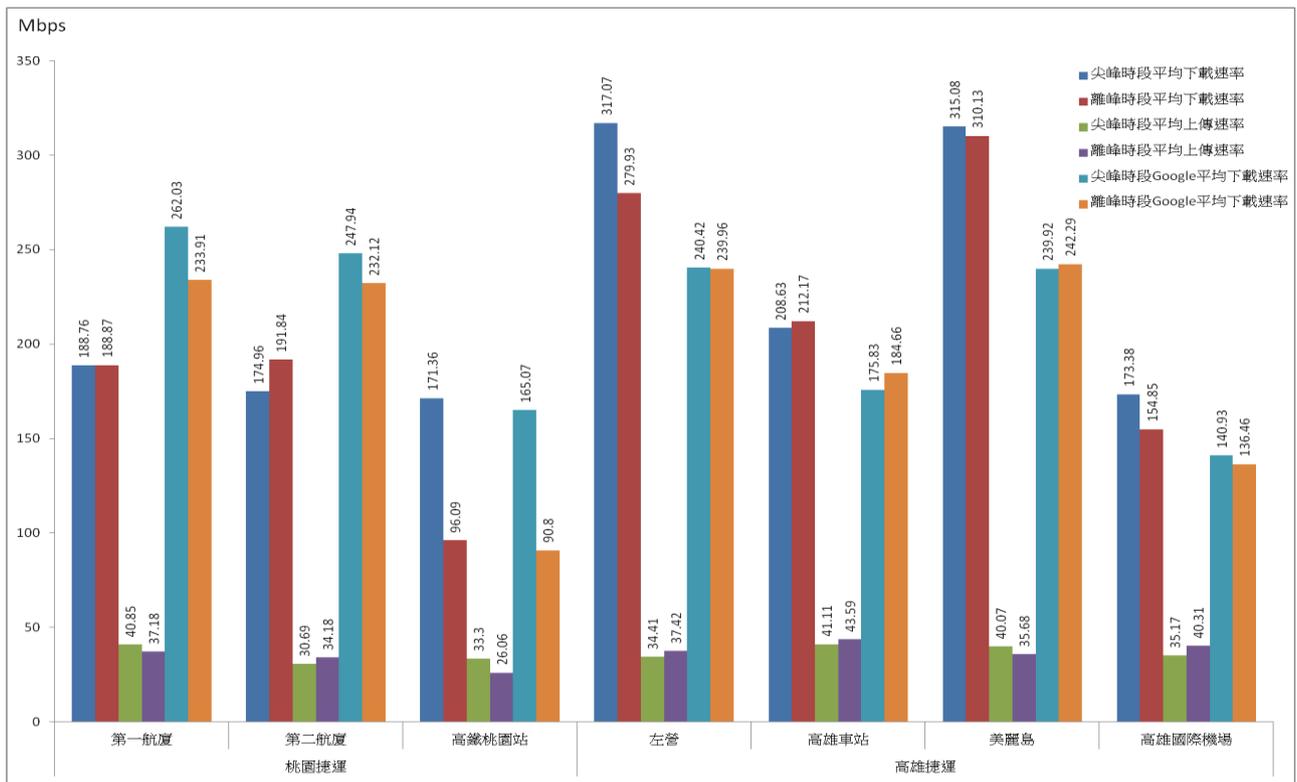


圖 4.11 第二階段定點量測-捷運尖離峰上網速率比較(桃園捷運、高雄捷運)

圖 4.11 為桃園捷運尖峰網內下載最高速率為 188.76Mbps，最低速率為 171.36Mbps，離峰網內下載最高速率為 191.84Mbps，最低速率為 96.09Mbps；尖峰網內上傳最高速率為 40.85Mbps，最低速率為 30.69Mbps，離峰網內上傳最高速率為 37.18Mbps，最低速率為 26.06Mbps；連線到網際網路 Google 雲端下載速率尖峰時段最高速率為 262.03Mbps，最低速率為 165.07Mbps，離峰時段最高速率為 233.91Mbps，最低速率為 90.8Mbps。

高雄捷運尖峰網內下載最高速率為 317.07Mbps，最低速率為 173.38Mbps，離峰網內下載最高速率為 310.13Mbps，最低速率為 154.85Mbps；尖峰網內上傳最高速率為 41.11Mbps，最低速率為 34.41Mbps，離峰網內上傳最高速率為 43.59Mbps，最低速率為 35.68Mbps；連線到網際網路 Google 雲端下載速率尖峰時段最高速率為 240.42Mbps，最低速率為 140.93Mbps，離峰時段最高速率為 242.29Mbps，最低速率為 136.46Mbps。

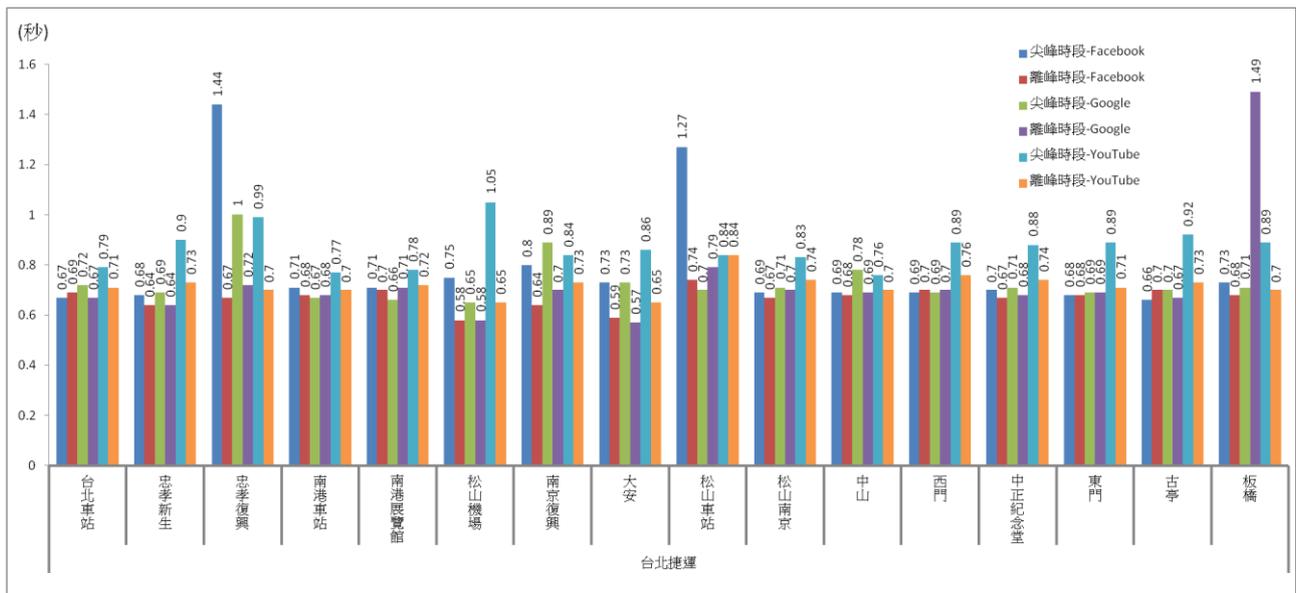


圖 4.12 第二階段定點量測-捷運尖離峰三大網頁開啟平均時間(台北捷運)

圖 4.12 為台北捷運 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Facebook 網頁尖峰時刻最快的為 0.66 秒，最慢的為 1.44 秒，離峰時刻最快的為 0.58 秒，最慢的為 0.74 秒；開啟 Google 網頁尖峰時刻最快的為 0.65 秒，最慢的為 1 秒，離峰時刻最快的為 0.57 秒，最慢的為 1.49 秒；開啟 Youtube 網頁尖峰時刻最快的為 0.76 秒，最慢的為 1.05 秒，離峰時刻最快的為 0.65 秒，最慢的為 0.84 秒。

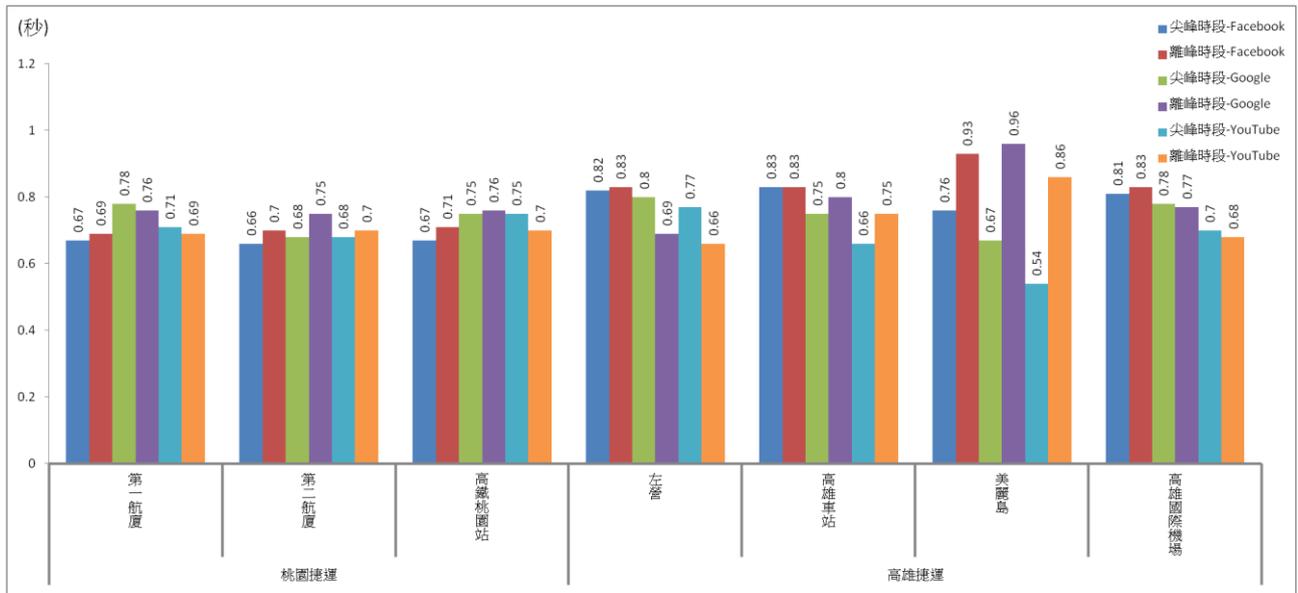


圖 4.13 第二階段定點量測-捷運尖離峰三大網頁開啟平均時間(桃園捷運、高雄捷運)

圖 4.13 為桃園捷運 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Facebook 網頁尖峰時刻最快的為 0.66 秒，最慢的為 0.67 秒，離峰時刻最快的為 0.69 秒，最慢的為 0.71 秒；開啟 Google 網頁尖峰時刻最快的為 0.68 秒，最慢的為 0.78 秒，離峰時刻最快的為 0.75 秒，最慢的為 0.79 秒；開啟 Youtube 網頁尖峰時刻最快的為 0.68 秒，最慢的為 0.75 秒，離峰時刻最快的為 0.69 秒，最慢的為 0.7 秒。

高雄捷運 4G 網路開啟三大網站量測結果，其中開啟 Facebook 網頁尖峰時刻最快的為 0.76 秒，最慢的為 0.83 秒，離峰時刻最快的為 0.83 秒，最慢的為 0.93 秒；開啟 Google 網頁尖峰時刻最快的為 0.67 秒，最慢的為 0.8 秒，離峰時刻最快的為 0.69 秒，最慢的為 0.96 秒；開啟 Youtube 網頁尖峰時刻最快的為 0.54 秒，最慢的為 0.77 秒，離峰時刻最快的為 0.66 秒，最慢的為 0.86 秒。

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、台北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、台中市、台南市、屏東縣、台東縣及金門縣等 10 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；大眾運輸完成台鐵、台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 4.14 可以得知本階段量測區域全國 4G 平均下載速率為 59Mbps，平均上傳速率為 15.25Mbps，相較於 108 年度 5 月至 7 月的量測結果，4G 平均下載速率明顯提升。

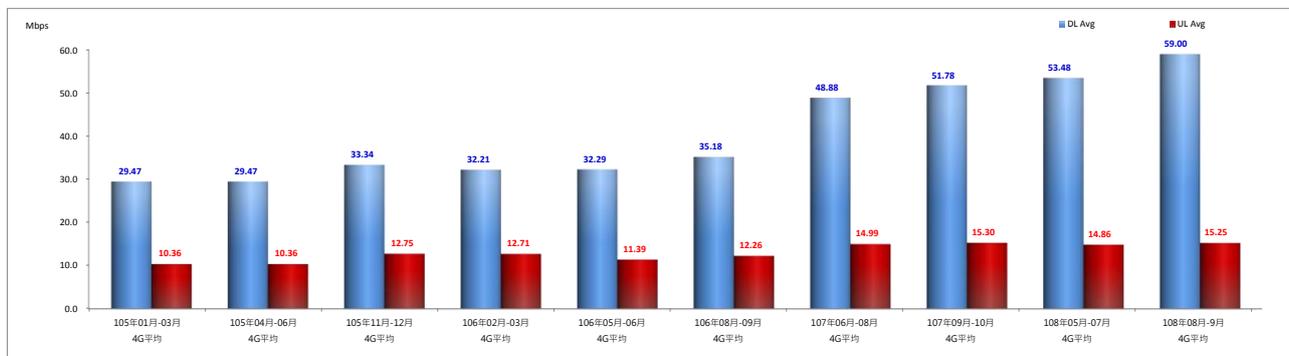


圖 4.14 第二階段移動式量測-全部區域速率平均值

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 4.15 市主要道路的 4G 平均下載速率介於 48.78 Mbps~69.03Mbps 之間，其中最高平均下載速率為苗栗縣的 69.03Mbps，最低平均下載速率為桃園市的 48.78Mbps。4G 平均上傳速率部分，各縣市的平均上傳速率值皆高於 11.35 Mbps 以上，其中最高平均上傳速率為台中市的 20.52Mbps，最低平均上傳速率為金門縣 11.35 Mbps。

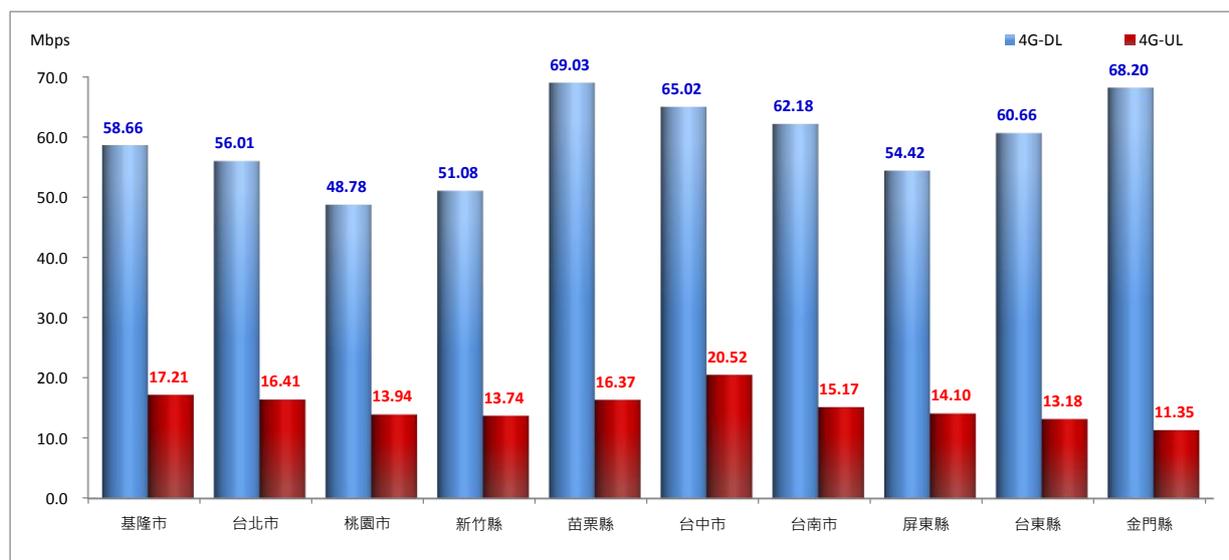


圖 4.15 第二階段移動式量測（4G）-縣市速率平均值

三、快速道路速率平均值量測及分析

圖 4.16 4G 上網速率，最高平均下載速率為台 84 的 79.18Mbps，最低平均下載速率為台 66 的 40.77Mbps；最高平均上傳速率為台 63 的 23.42 Mbps，最低平均上傳速率為台 66 的 11.85 Mbps。

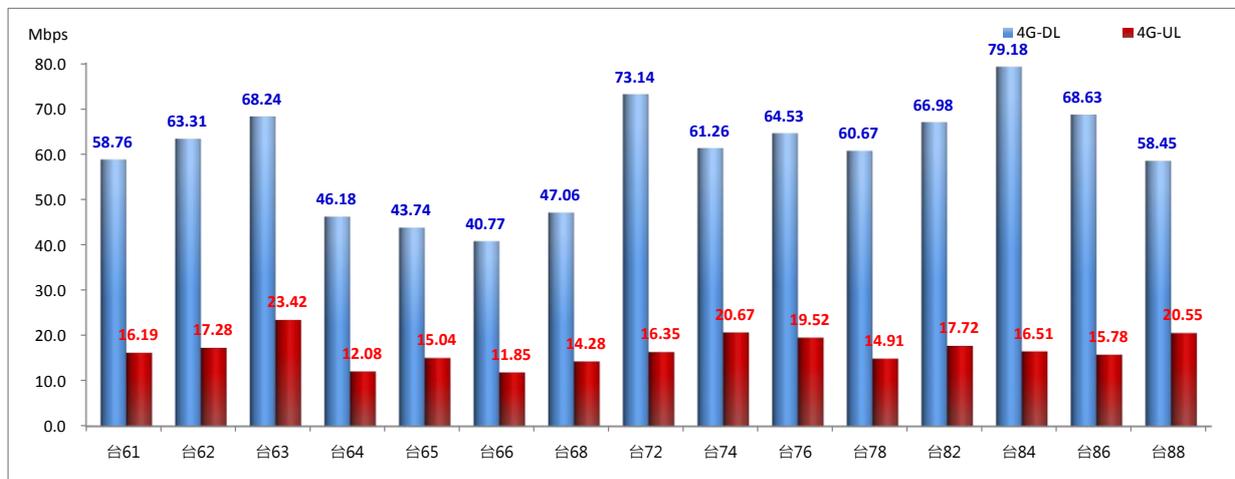


圖 4.16 第二階段移動式量測 (4G) -快速道路速率平均值

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

表 4.3 快速道路及台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	73.37	15.52	86 快速道路	台南市	67.86	15.68
	桃園市	50.81	13.01	88 快速道路	高雄市	69.60	21.70
	新竹縣	60.55	13.38		屏東縣	49.14	18.78
	新竹市	64.27	17.09	台鐵主線	基隆市	51.84	15.62
	苗栗縣	72.12	16.33		宜蘭縣	41.78	9.87
	台中市	54.88	20.38		台北市	55.72	12.17
	彰化縣	47.75	14.93		新北市	39.65	8.85
	雲林縣	65.20	18.31		花蓮縣	46.12	11.01
	嘉義縣	57.54	17.21		桃園市	35.73	11.75
	台南市	57.08	13.79		新竹縣	30.13	8.48
62 快速道路	基隆市	58.08	16.45		新竹市	44.49	11.73
	新北市	65.49	16.90		苗栗縣	46.19	8.92
63 快速道路	南投縣	51.75	19.66		台中市	42.90	11.92
	台中市	76.37	24.23	彰化縣	56.20	15.48	
64 快速道路	新北市	46.24	12.43	雲林縣	55.51	13.30	
65 快速道路	新北市	43.82	13.91	嘉義縣	51.71	13.90	
66 快速道路	桃園市	40.88	11.86	嘉義市	53.69	19.42	
68 快速道路	新竹市	45.61	14.91	台南市	47.50	13.46	
	新竹縣	49.65	14.28	屏東縣	34.69	8.63	
72 快速道路	苗栗縣	72.65	16.32	高雄市	65.84	13.31	
74 快速道路	台中市	58.76	20.38	台東縣	37.70	8.21	
	彰化縣	110.99	24.37	台鐵內灣線	新竹市	40.40	13.48
76 快速道路	南投縣	76.85	10.10		新竹縣	47.54	13.46
	彰化縣	66.70	19.03	台鐵平溪線	基隆市	54.16	10.69
78 快速道路	雲林縣	60.69	14.73		新北市	59.90	11.73
82 快速道路	嘉義縣	68.14	17.15	台鐵集集線	南投縣	47.10	7.46
84 快速道路	台南市	78.75	16.47		彰化縣	43.41	9.15

四、大眾運輸速率平均值量測及分析

圖 4.17 大眾運輸（台鐵及捷運）4G 上網速率，最高平均下載速率為台北捷運中和新蘆線的 118.65Mbps，最低平均下載速率為台鐵主線的 44.62 Mbps；最高平均上傳速率為台北捷運中和新蘆線的 17.62 Mbps，最低平均上傳速率為台鐵集集線的 7.97 Mbps。

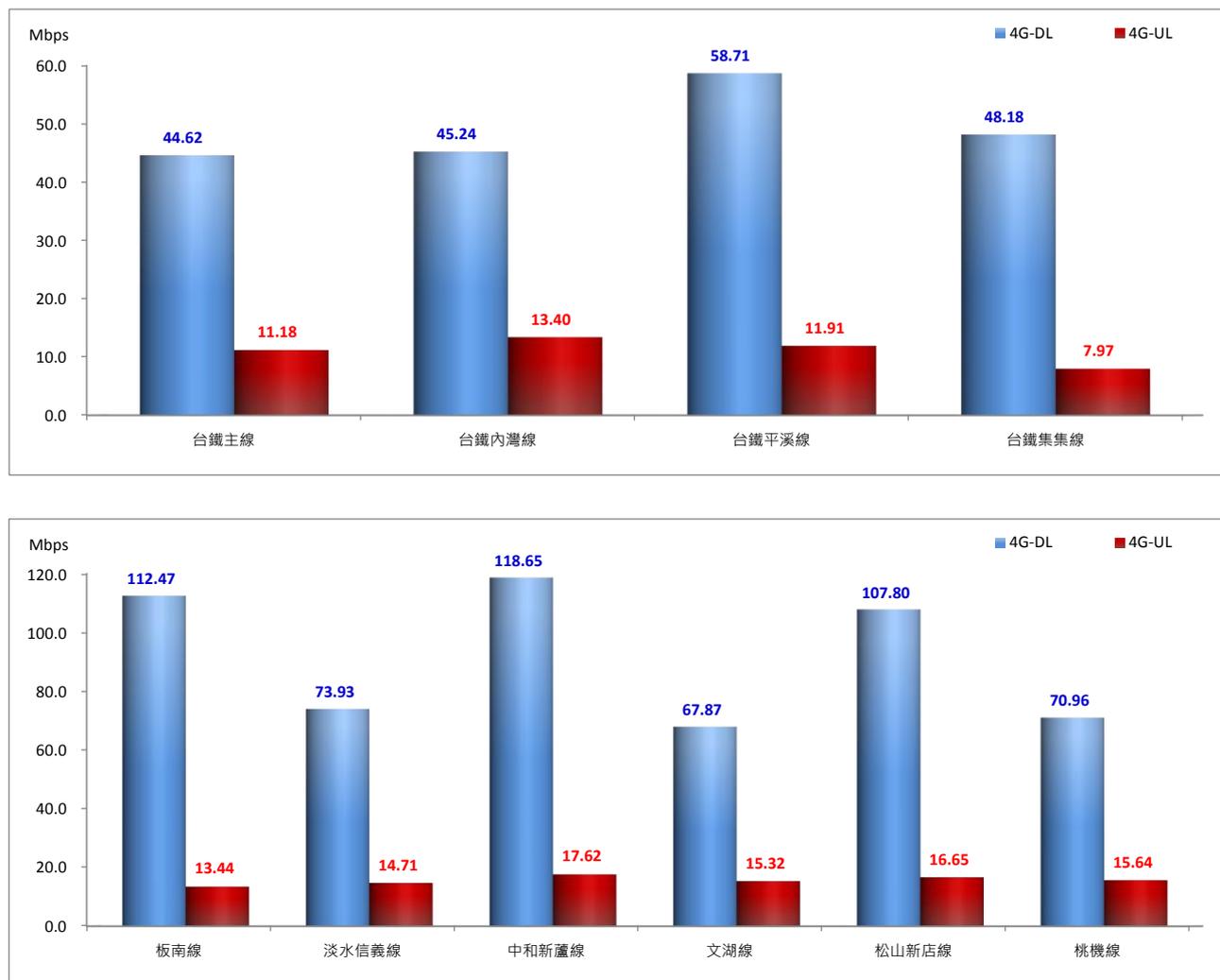


圖 4.17 第階段移動式量測-大眾運輸（台鐵及捷運）4G 上網速率

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；台鐵(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的訊號突然中斷等，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 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。

表 4.4 快速道路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	A	CSFB	151	0	100.00%	151	0	0.00%
	B	VoLTE	152	0	100.00%	152	0	0.00%
	C	CSFB	143	2	98.60%	141	0	0.00%
	D	VoLTE	149	0	100.00%	149	0	0.00%
	E	CSFB	152	0	100.00%	152	0	0.00%
台 62	A	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	B	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	C	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	D	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	E	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
台 63	A	CSFB	14	0	100.00%	14	1	7.14%
	B	VoLTE	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	C	CSFB	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	D	VoLTE	14	0	100.00%	14	0	0.00%
	E	CSFB	14	0	100.00%	14	0	0.00%
台 64	A	CSFB	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	B	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	C	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	D	VoLTE	20	0	100.00%	20	0	0.00%
	E	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
台 65	A	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	B	VoLTE	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	C	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	D	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	E	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
台 66	A	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	B	VoLTE	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	C	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	D	VoLTE	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	E	CSFB	16	0	100.00%	16	0	0.00%
台 68	A	CSFB	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	B	VoLTE	12	0	100.00%	12	0	0.00%
	C	CSFB	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	D	VoLTE	13	0	100.00%	13	0	0.00%
	E	CSFB	12	0	100.00%	12	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 72	A	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	B	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	C	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	D	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	E	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
台 74	A	CSFB	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	B	VoLTE	19	0	100.00%	19	0	0.00%
	C	CSFB	18	0	100.00%	18	0	0.00%
	D	VoLTE	20	0	100.00%	20	0	0.00%
	E	CSFB	19	0	100.00%	19	0	0.00%
台 76	A	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	B	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	C	CSFB	9	0	100.00%	9	0	0.00%
	D	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	E	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
台 78	A	CSFB	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	B	VoLTE	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	C	CSFB	16	1	93.75%	15	0	0.00%
	D	VoLTE	17	0	100.00%	17	0	0.00%
	E	CSFB	17	0	100.00%	17	0	0.00%
台 82	A	CSFB	11	1	90.91%	10	0	0.00%
	B	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	C	CSFB	11	1	90.91%	10	0	0.00%
	D	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	E	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
台 84	A	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	B	VoLTE	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	C	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
	D	VoLTE	16	0	100.00%	16	0	0.00%
	E	CSFB	15	0	100.00%	15	0	0.00%
台 86	A	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	B	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	C	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	D	VoLTE	11	0	100.00%	11	0	0.00%
	E	CSFB	11	0	100.00%	11	0	0.00%
台 88	A	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	B	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	C	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	D	VoLTE	10	0	100.00%	10	0	0.00%
	E	CSFB	10	0	100.00%	10	0	0.00%

(二)台鐵及捷運

表 4.5 臺北捷運及桃園捷運語音中斷率及通話撥通率，最佳通話中斷率部份除了淡水信義線以外均未發生斷話，最差通話中斷率為台鐵平溪線的 10%；最佳撥話成功率為中和新蘆線、桃機線的 100%，台鐵主線、台鐵平溪線由於環島運行及部分路段有多處隧道，撥打電話時較容易受地形及地物的影響，因此導致語音撥通率較低，撥通率為 83.85%及 89.19%。

表 4.5 台鐵、台北捷運及桃園捷運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
台鐵主線	A	CSFB	482	3	99.38%	479	9	1.88%
	B	VoLTE	448	1	99.78%	447	7	1.57%
	C	CSFB	490	4	99.18%	486	15	3.09%
	D	VoLTE	582	94	83.85%	488	17	3.48%
	E	CSFB	455	10	97.80%	445	7	1.57%
台鐵內灣線	A	CSFB	32	0	100.00%	32	0	0.00%
	B	VoLTE	31	0	100.00%	31	0	0.00%
	C	CSFB	32	0	100.00%	32	0	0.00%
	D	VoLTE	27	2	92.59%	25	1	4.00%
	E	CSFB	31	0	100.00%	31	0	0.00%
台鐵平溪線	A	CSFB	39	0	100.00%	39	1	2.56%
	B	VoLTE	38	0	100.00%	38	2	5.26%
	C	CSFB	37	4	89.19%	33	2	6.06%
	D	VoLTE	40	0	100.00%	40	4	10.00%
	E	CSFB	36	0	100.00%	36	2	5.56%
台鐵集集線	A	CSFB	57	0	100.00%	57	3	5.26%
	B	VoLTE	55	1	98.18%	54	1	1.85%
	C	CSFB	59	2	96.61%	57	2	3.51%
	D	VoLTE	50	1	98.00%	49	3	6.12%
	E	CSFB	54	0	100.00%	54	4	7.41%
板南線	A	CSFB	27	1	96.30%	26	0	0.00%
	B	VoLTE	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	C	CSFB	28	0	100.00%	28	0	0.00%
	D	VoLTE	29	0	100.00%	29	0	0.00%
	E	CSFB	27	0	100.00%	27	0	0.00%
淡水信義線	A	CSFB	30	0	100.00%	30	0	0.00%
	B	VoLTE	31	0	100.00%	31	0	0.00%
	C	CSFB	30	0	100.00%	30	1	3.33%
	D	VoLTE	31	0	100.00%	31	0	0.00%
	E	CSFB	31	1	96.77%	30	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
中和 新蘆 線	A	CSFB	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	B	VoLTE	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	C	CSFB	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	D	VoLTE	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	E	CSFB	36	0	100.00%	36	0	0.00%
文湖 線	A	CSFB	26	0	100.00%	26	0	0.00%
	B	VoLTE	27	0	100.00%	27	0	0.00%
	C	CSFB	26	1	96.15%	25	0	0.00%
	D	VoLTE	27	0	100.00%	27	0	0.00%
	E	CSFB	26	0	100.00%	26	0	0.00%
松山 新店 線	A	CSFB	22	1	95.45%	21	0	0.00%
	B	VoLTE	21	0	100.00%	21	0	0.00%
	C	CSFB	21	1	95.24%	20	0	0.00%
	D	VoLTE	22	0	100.00%	22	0	0.00%
	E	CSFB	21	0	100.00%	21	0	0.00%
桃機 線	A	CSFB	37	0	100.00%	37	0	0.00%
	B	VoLTE	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	C	CSFB	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	D	VoLTE	38	0	100.00%	38	0	0.00%
	E	CSFB	36	0	100.00%	36	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，在國道、高鐵及捷運分別統計如下表 4.6

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，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 4.6 快速道路、台鐵、臺北及桃園捷運數據中斷率

區域	業者	數據通訊 斷訊次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
台 61	A	0	5	0%
	B	2	8	25%
	C	10	17	59%
	D	5	34	15%
	E	0	5	0%
台 62	A	0	0	0%
	B	0	28	0%
	C	0	1	0%
	D	0	6	0%
	E	0	2	0%
台 63	A	0	15	0%
	B	0	1	0%
	C	2	2	100%
	D	0	1	0%
	E	0	0	0%
台 64	A	0	0	0%
	B	0	27	0%
	C	2	5	40%
	D	3	9	33%
	E	0	1	0%

區域	業者	數據通訊 斷訊次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
台 65	A	0	0	0%
	B	1	13	8%
	C	0	1	0%
	D	0	5	0%
	E	0	0	0%
台 66	A	0	0	0%
	B	0	38	0%
	C	0	8	0%
	D	1	15	7%
	E	0	4	0%
台 68	A	0	0	0%
	B	0	18	0%
	C	0	0	0%
	D	1	6	17%
	E	0	1	0%
台 72	A	0	3	0%
	B	0	3	0%
	C	2	3	67%
	D	2	4	50%
	E	0	1	0%
台 74	A	0	17	0%
	B	0	0	0%
	C	2	3	67%
	D	0	0	0%
	E	0	0	0%
台 76	A	2	4	50%
	B	0	1	0%
	C	1	5	20%
	D	0	0	0%
	E	0	0	0%
台 78	A	0	0	0%
	B	0	0	0%
	C	2	2	100%
	D	1	2	50%
	E	0	0	0%
台 82	A	1	4	25%
	B	0	1	0%
	C	11	16	69%
	D	0	0	0%
	E	0	0	0%
台 84	A	0	1	0%
	B	0	0	0%
	C	1	1	100%
	D	1	3	33%
	E	0	0	0%

區域	業者	數據通訊 斷訊次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
台 86	A	0	1	0%
	B	2	3	67%
	C	5	10	50%
	D	1	3	33%
	E	0	1	0%
台 88	A	0	0	0%
	B	0	0	0%
	C	1	2	50%
	D	0	0	0%
	E	0	0	0%
台鐵主線	A	23	746	3%
	B	14	844	2%
	C	60	223	27%
	D	44	348	13%
	E	15	72	21%
台鐵內灣線	A	1	66	2%
	B	1	68	1%
	C	3	4	75%
	D	2	24	8%
	E	3	4	75%
台鐵平溪線	A	6	133	5%
	B	3	44	7%
	C	4	32	13%
	D	3	45	7%
	E	2	5	40%
台鐵集集線	A	8	66	12%
	B	5	144	3%
	C	10	26	38%
	D	6	45	13%
	E	3	8	38%
板南線	A	0	2	0%
	B	0	5	0%
	C	0	27	0%
	D	0	9	0%
	E	2	3	67%
淡水信義線	A	0	2	0%
	B	0	2	0%
	C	4	26	15%
	D	0	2	0%
	E	0	5	0%
中和新蘆線	A	0	2	0%
	B	0	2	0%
	C	0	1	0%
	D	1	4	25%
	E	1	4	25%

區域	業者	數據通訊 斷訊次數	數據通訊 建立成功次數	數據服務中斷率
文湖線	A	0	3	0%
	B	0	4	0%
	C	1	67	1%
	D	0	8	0%
	E	0	7	0%
松山新店線	A	0	1	0%
	B	0	1	0%
	C	0	0	0%
	D	0	3	0%
	E	0	2	0%
桃機線	A	3	7	43%
	B	0	7	0%
	C	2	106	2%
	D	1	6	17%
	E	0	1	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 4.7 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。A 業者在第二階段量測區域平均啟動 CA 比例最高，業者 B 及業者 E 則相近，業者 C 及 D 則最低，但相較於上階段有顯著提升。

表 4.7 第二階段移動式量測各業者載波聚合啟動比例

區域	縣市	業者 A	業者 B	業者 C	業者 D	業者 E
北區	基隆市	99.14%	94.31%	75.70%	97.24%	93.82%
北區	台北市	99.68%	95.40%	87.08%	98.91%	92.69%
北區	桃園市	99.86%	90.56%	69.22%	99.14%	91.79%
北區	新竹縣	100.00%	86.19%	45.00%	100.00%	87.99%
中區	苗栗縣	94.20%	94.79%	62.21%	7.17%	94.66%
中區	台中市	96.07%	97.94%	86.39%	40.77%	98.11%
南區	台南市	95.21%	97.09%	76.15%	10.45%	96.12%
南區	屏東縣	95.87%	93.90%	71.91%	5.16%	97.74%
東區及 離島地區	台東縣	96.81%	73.92%	55.80%	22.84%	92.07%
東區及 離島地區	金門縣	95.83%	92.76%	61.32%	0.00%	86.63%
快速道路	台 61	94.51%	97.69%	58.04%	9.58%	98.09%
快速道路	台 62	100.00%	85.02%	45.59%	100.00%	83.07%
快速道路	台 63	94.98%	99.48%	86.50%	28.30%	99.73%
快速道路	台 64	100.00%	96.32%	65.66%	100.00%	83.64%
快速道路	台 65	100.00%	91.68%	73.87%	100.00%	92.83%
快速道路	台 66	100.00%	89.62%	29.80%	100.00%	91.06%
快速道路	台 68	100.00%	90.70%	56.38%	92.70%	86.77%
快速道路	台 72	93.71%	98.45%	61.59%	0.29%	97.66%
快速道路	台 74	93.90%	98.87%	92.44%	40.84%	98.71%
快速道路	台 76	94.73%	99.61%	67.56%	0.00%	89.14%
快速道路	台 78	89.92%	99.00%	53.88%	1.57%	96.61%
快速道路	台 82	96.13%	99.33%	52.98%	5.95%	99.76%
快速道路	台 84	97.44%	99.47%	50.41%	1.59%	99.56%
快速道路	台 86	95.92%	99.17%	77.62%	20.28%	98.55%
快速道路	台 88	95.05%	99.09%	82.69%	22.18%	99.79%
大眾運輸	台鐵主線	100.00%	86.11%	52.13%	100.00%	84.90%
大眾運輸	台鐵內灣線	100.00%	87.01%	60.05%	100.00%	83.23%
大眾運輸	台鐵平溪線	100.00%	86.13%	67.68%	100.00%	92.81%
大眾運輸	台鐵集集線	100.00%	87.75%	15.79%	100.00%	83.06%
大眾運輸	板南線	99.21%	98.91%	98.83%	0.00%	99.53%
大眾運輸	淡水信義線	98.91%	97.97%	98.68%	33.04%	99.12%
大眾運輸	中和新蘆線	98.92%	99.49%	68.66%	0.00%	99.68%
大眾運輸	文湖線	94.79%	97.65%	93.95%	39.15%	98.90%
大眾運輸	松山新店線	99.45%	99.47%	92.53%	0.00%	99.67%
大眾運輸	桃機線	98.92%	98.96%	70.45%	28.54%	99.52%

從表 4.8~4.12 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。

以業者 A 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，業者 A 在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.8 所列。

表 4.8 業者 A 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 A					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	14.79%	31.59%	21.87%	30.90%
北區	台北市	12.72%	18.51%	24.91%	43.54%
北區	桃園市	19.74%	34.67%	20.64%	24.81%
北區	新竹縣	30.42%	29.76%	14.28%	25.53%
中區	苗栗縣	22.48%	13.42%	20.41%	37.89%
中區	台中市	17.70%	19.75%	21.18%	37.44%
南區	台南市	24.62%	21.67%	20.91%	28.01%
南區	屏東縣	29.25%	31.22%	17.39%	18.01%
東區及離島地區	台東縣	32.92%	31.98%	16.63%	15.29%
東區及離島地區	金門縣	16.31%	13.40%	20.90%	45.22%
快速道路	台 61	22.94%	29.16%	20.45%	21.96%
快速道路	台 62	8.66%	56.37%	17.22%	17.75%
快速道路	台 63	13.23%	26.61%	14.17%	40.97%
快速道路	台 64	27.32%	30.08%	17.62%	24.97%
快速道路	台 65	11.73%	34.11%	20.87%	33.29%
快速道路	台 66	17.96%	68.22%	8.47%	5.34%
快速道路	台 68	10.57%	48.20%	34.45%	6.79%
快速道路	台 72	8.33%	12.17%	25.49%	47.72%
快速道路	台 74	1.83%	15.40%	15.99%	60.68%
快速道路	台 76	3.70%	17.69%	7.25%	66.09%
快速道路	台 78	12.15%	11.17%	21.63%	44.97%
快速道路	台 82	1.38%	34.99%	50.25%	9.50%
快速道路	台 84	3.79%	1.88%	10.69%	81.07%
快速道路	台 86	3.00%	4.71%	47.85%	40.36%
快速道路	台 88	10.48%	14.05%	30.61%	39.92%
大眾運輸	台鐵主線	17.48%	30.80%	25.69%	26.04%
大眾運輸	台鐵內灣線	18.32%	40.61%	15.49%	25.58%
大眾運輸	台鐵平溪線	18.52%	37.60%	10.94%	32.94%
大眾運輸	台鐵集集線	15.17%	22.64%	17.68%	44.51%
大眾運輸	板南線	3.57%	3.35%	19.35%	72.95%
大眾運輸	淡水信義線	5.56%	7.98%	31.52%	53.85%
大眾運輸	中和新蘆線	1.91%	3.13%	18.49%	75.39%
大眾運輸	文湖線	3.13%	9.74%	33.95%	47.97%
大眾運輸	松山新店線	5.54%	10.28%	24.23%	59.39%
大眾運輸	桃機線	6.64%	18.63%	28.63%	45.02%

業者 B 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 99.47%，業者 B 在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.9 所列。

表 4.9 業者 B 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 B					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	70.48%	23.83%	N/A	
北區	台北市	19.04%	76.36%		
北區	桃園市	57.99%	32.57%		
北區	新竹縣	75.65%	10.54%		
中區	苗栗縣	35.72%	59.07%		
中區	台中市	22.76%	75.18%		
南區	台南市	29.94%	67.15%		
南區	屏東縣	37.84%	56.06%		
東區及離島地區	台東縣	56.80%	17.12%		
東區及離島地區	金門縣	51.48%	41.28%		
快速道路	台 61	40.47%	57.23%		
快速道路	台 62	73.12%	11.90%		
快速道路	台 63	31.29%	68.20%		
快速道路	台 64	41.44%	54.88%		
快速道路	台 65	30.39%	61.29%		
快速道路	台 66	60.97%	28.66%		
快速道路	台 68	89.70%	1.00%		
快速道路	台 72	35.65%	62.80%		
快速道路	台 74	19.44%	79.44%		
快速道路	台 76	41.82%	57.79%		
快速道路	台 78	52.79%	46.22%		
快速道路	台 82	36.52%	62.81%		
快速道路	台 84	46.39%	53.08%		
快速道路	台 86	17.27%	81.90%		
快速道路	台 88	26.50%	72.58%		
大眾運輸	台鐵主線	53.60%	32.50%		
大眾運輸	台鐵內灣線	72.57%	14.44%		
大眾運輸	台鐵平溪線	68.50%	17.63%		
大眾運輸	台鐵集集線	78.12%	9.63%		
大眾運輸	板南線	2.24%	96.67%		
大眾運輸	淡水信義線	4.39%	93.57%		
大眾運輸	中和新蘆線	0.03%	99.47%		
大眾運輸	文湖線	9.46%	88.19%		
大眾運輸	松山新店線	0.05%	99.42%		
大眾運輸	桃機線	19.40%	79.56%		

業者 C 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，台鐵集集線僅能使用 15.79%，表示台鐵集集線目前網路資源相對比較不足，其餘台北捷運相對基礎建設較佳，使用 2CA 比例較高，業者 C 在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.10 所列。

表 4.10 業者 C 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 C					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	75.70%			
北區	台北市	87.08%			
北區	桃園市	69.22%			
北區	新竹縣	45.00%			
中區	苗栗縣	62.21%			
中區	台中市	86.39%			
南區	台南市	76.15%			
南區	屏東縣	71.91%			
東區及離島地區	台東縣	55.80%			
東區及離島地區	金門縣	61.32%			
快速道路	台 61	58.04%			
快速道路	台 62	45.59%			
快速道路	台 63	86.50%			
快速道路	台 64	65.66%			
快速道路	台 65	73.87%			
快速道路	台 66	29.80%			
快速道路	台 68	56.38%			
快速道路	台 72	61.59%		N/A	
快速道路	台 74	92.44%			
快速道路	台 76	67.56%			
快速道路	台 78	53.88%			
快速道路	台 82	52.98%			
快速道路	台 84	50.41%			
快速道路	台 86	77.62%			
快速道路	台 88	82.69%			
大眾運輸	台鐵主線	52.13%			
大眾運輸	台鐵內灣線	60.05%			
大眾運輸	台鐵平溪線	67.68%			
大眾運輸	台鐵集集線	15.79%			
大眾運輸	板南線	98.83%			
大眾運輸	淡水信義線	98.68%			
大眾運輸	中和新蘆線	68.66%			
大眾運輸	文湖線	93.95%			
大眾運輸	松山新店線	92.53%			
大眾運輸	桃機線	70.45%			

業者 D 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 76 及離島金門縣及台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，業者 D 在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.11 所列。

表 4.11 業者 D 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 D					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	97.24%			
北區	台北市	98.91%			
北區	桃園市	99.14%			
北區	新竹縣	100.00%			
中區	苗栗縣	7.17%			
中區	台中市	40.77%			
南區	台南市	10.22%			
南區	屏東縣	5.16%			
東區及離島地區	台東縣	22.84%			
東區及離島地區	金門縣	0.00%			
快速道路	台 61	9.58%			
快速道路	台 62	100.00%			
快速道路	台 63	28.30%			
快速道路	台 64	100.00%			
快速道路	台 65	100.00%			
快速道路	台 66	100.00%			
快速道路	台 68	92.70%			
快速道路	台 72	0.29%		N/A	
快速道路	台 74	40.84%			
快速道路	台 76	0.00%			
快速道路	台 78	1.57%			
快速道路	台 82	5.95%			
快速道路	台 84	1.59%			
快速道路	台 86	20.28%			
快速道路	台 88	22.18%			
大眾運輸	台鐵主線	100.00%			
大眾運輸	台鐵內灣線	100.00%			
大眾運輸	台鐵平溪線	100.00%			
大眾運輸	台鐵集集線	100.00%			
大眾運輸	板南線	0.00%			
大眾運輸	淡水信義線	33.04%			
大眾運輸	中和新蘆線	0.00%			
大眾運輸	文湖線	39.15%			
大眾運輸	松山新店線	0.00%			
大眾運輸	桃機線	28.54%			

業者 E 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，尤其在台北捷運及桃機捷運沿線部分，4CA 比例較高。台 62 可使用 3CA 外，其他地區使用載波聚合已經全面可使用 4CA，業者 E 在各區域使用不同 CA 組合比例如表 4.12 所列。

表 4.12 業者 E 在各區域使用不同 CA 組合比例

業者 E					
區域	縣市	2CA%	3CA%	4CA%	5CA%
北區	基隆市	38.54%	54.02%	1.27%	N/A
北區	台北市	31.47%	49.35%	11.88%	
北區	桃園市	28.00%	41.05%	22.73%	
北區	新竹縣	40.88%	44.75%	2.36%	
中區	苗栗縣	19.64%	25.86%	49.16%	
中區	台中市	13.82%	23.18%	61.11%	
南區	台南市	13.00%	25.31%	57.80%	
南區	屏東縣	14.28%	30.74%	52.72%	
東區及離島地區	台東縣	16.34%	47.42%	28.31%	
東區及離島地區	金門縣	19.01%	24.85%	42.77%	
快速道路	台 61	14.45%	23.69%	59.95%	
快速道路	台 62	25.12%	57.95%	0.00%	
快速道路	台 63	12.79%	28.59%	58.34%	
快速道路	台 64	32.27%	36.15%	15.22%	
快速道路	台 65	23.65%	38.48%	30.70%	
快速道路	台 66	36.80%	46.13%	8.13%	
快速道路	台 68	32.21%	43.53%	11.02%	
快速道路	台 72	9.34%	33.40%	54.92%	
快速道路	台 74	17.31%	27.61%	53.79%	
快速道路	台 76	2.42%	22.30%	64.43%	
快速道路	台 78	15.23%	72.02%	9.36%	
快速道路	台 82	6.56%	40.31%	52.89%	
快速道路	台 84	2.37%	43.40%	53.80%	
快速道路	台 86	12.39%	27.48%	58.67%	
快速道路	台 88	6.82%	40.12%	52.85%	
大眾運輸	台鐵主線	33.60%	41.02%	10.28%	
大眾運輸	台鐵內灣線	39.74%	40.52%	2.97%	
大眾運輸	台鐵平溪線	31.68%	50.08%	11.05%	
大眾運輸	台鐵集集線	34.53%	33.49%	15.04%	
大眾運輸	板南線	1.60%	26.48%	71.46%	
大眾運輸	淡水信義線	6.79%	12.31%	80.03%	
大眾運輸	中和新蘆線	0.14%	0.35%	99.20%	
大眾運輸	文湖線	5.04%	22.68%	71.19%	
大眾運輸	松山新店線	0.23%	14.09%	85.35%	
大眾運輸	桃機線	7.61%	20.62%	71.29%	

第三節 小結

本（108）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（含村里辦公室、郵局、警察局派出所、捷運站、火車站、百貨公司等區域）。

上述 3,925 個量測點 4G 網路網內下載平均速率為 114.9Mbps、網內上傳平均速率為 25.75Mbps 及雲端下載平均速 105.9Mbps，相較於上階段（108 年 5 月-7 月）之量測結果（平均下載速率 101.22 Mbps、平均上傳速率 28.2Mbps 及雲端下載測項平均速率為 84.76Mbps）網內下載平均速率提升約 13.5%、平均上傳速率小幅下降 8.5%及雲端下載平均速率提升約 24.9%

第二階段移動式量測總共完成基隆市、台北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、台中市、台南市、屏東縣、台東縣及金門縣等 10 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；大眾運輸完成台鐵、台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 59Mbps，平均上傳速率為 15.25Mbps，相較於 108 年度 5 月至 7 月的量測結果，4G 平均下載速率明顯提升。

臺北捷運及桃園捷運語音中斷率及通話撥通率，最佳通話中斷率部份除了淡水信義線以外均未發生斷話，最差通話中斷率為台鐵平溪線的 10%；最佳撥話成功率為中和新蘆線、桃機線的 100%，台鐵主線、台鐵平溪線由於環島運行及部分路段有多處隧道，撥打電話時較容易受地形及地物的影響，因此導致語音撥通率較低，撥通率為 83.85%及 89.19%。

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。

第五章 業者上網速率自主評量辦法（草案）

第一節 法源依據

○○

第二節 評量實施辦法及說明

- 一、建議循通傳會歷年來建立的量測機制、量測架構、量測方法及量測工具辦理上網效能自評。
- 二、使用同樣的計算方式辦理數據統計及驗證作業，可延續歷年來統一計算基準及比較歷年網路效能。
- 三、量測須由所有業者達成合作共識，共同委託量測機構統一辦理五家業者評量。
- 四、電信業者不可干預量測機構量測規劃及量測活動。

第三節 評量規劃

以目前通傳會實施多年的經驗及量測項目來規範電信業者辦理自評，將有助於持續觀察上網評量項目的數據變化，並長期記錄國內電信業者建設成效。

一、評量項目建議如下

(一) 定點量測

1. 上網速率

上網速率分為機房端下載、上傳檔案測試及雲端檔案下載測試等，藉由不同檔案伺服器比較網內及網外上網速率差異。

2. 網頁開啟時間

網頁開啟時間的測試為評量消費者感受的一環，可持續以開啟 Youtube、Google 及 Facebook 等網頁來進行量測，未來若有其他合適網頁可陸續增加。

3. 未來建議測試項目

可依據監理技術規範設計新的量測項目，例如以後的網路對延遲的要求有一定的技術要求時可列入評量項目

(1) 延遲時間(Latency)

(2) 影片服務品質(video MOS)

(二)移動量測

1. 上網速率

上網速率分為機房端下載、上傳檔案測試，藉由機房端的檔案伺服器可有效評量出各家業者的基礎網路建設及網路效能差異。

2. 語音中斷率

制訂統一量測設定，例如撥通成功後連續通話 90 秒，間隔 15 秒，統計出量測區域通話過程中斷情形。

二、評量伺服器位置

說明：為使評量結果能有統一比較基準，須與通傳會往年辦理之評量機制及測試架構一致。

(一) 檔案伺服器架設於業者機房（如圖 2.1 測試架構示意圖）。

(二) 定點量測資料須回傳到通傳會資料庫供數據計算及驗證。

三、評量範圍及量測時間

(一)定點量測

1. 全國各鄉鎮市區村里辦公室戶外或人潮聚集地如車站（捷運站）、便利超商、百貨公司門口、國家森林遊樂區或經業者及通傳會合議後量測點為量測點資料庫，逐年增加量測點資料庫。

2. 量測點以全國村里總數為基準，再從量測點資料庫中抽出預計量測點辦理量測。

(二)移動式量測

各縣市縣道以上主要道路、大眾運輸（高鐵、臺鐵、高雄捷運、台北捷運及桃園機場捷運）國道及快速道路等。

(三)自主評量時間

依人事行政局公告之上班日辦理，量測時間為 08:00~18:00。

四、量測工具及量測檔案大小

為使量測數據具有統一性，量測工具須使用由通傳會核定之制式評量工具。

- (一)為能進行年度比較，定點量測統一採用通傳會歷年來執行定點測速工具，量測檔案大小另訂之。
- (二)為能進行年度比較，移動量測可參考通傳會歷年評量使用之設備，量測檔案大小另訂之。

第四節 數據計算方式

一、定點量測

- (一)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〇〇MB 或下載時間超過 20 秒時，測試結束。假設 t_0 為第一個執行緒開始下載的時間點， t_s 為測試結束時間點， D 為資料計數器所累積的下載資料量，則平均下載速率為 $D/(t_s-t_0)$ 。
- (二)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〇〇MB 或上傳時間超過 20 秒時，測試結束。假設 t_0 為第一個執行緒開始上傳的時間點， t_s 為測試結束時間點， D 為資料計數器所累積的上傳資料量，則平均上傳速率為 $D/(t_s-t_0)$ 。
- (三)針對台灣前〇大入口網站（例如：Google、YouTube、Facebook），依消費者使用習慣，進行點擊網站到網站頁面完全顯示的總時間測試。

二、移動式量測

移動式量測數據以特殊紀錄檔方式儲存，國際常用移動量測設備，其平均速率 (Default) 僅考慮可進行上網量測的區域，沒有網路涵蓋的區域不入計算，為達公平性，移動量測須依據以下計算程式進行計算，以排除因數據統計方式不同而造成的誤差。傳輸速率計算公式為單位時間內的傳輸數據總量。公式(7) 為傳輸速率計算說明，假設一個量測紀錄檔的總時間為 T 秒、總傳輸量為 DMB、總等待時間 t_w ，下載及上傳速率計算公式為：

$$\text{下載/上傳速率} : \frac{D \times 8}{T - t_w} \dots\dots\dots (7)$$

第五節 量測時間及週期

每年執行一次，分兩階段辦理，每階段量測內容由量測單位送交工作企劃書，經通傳會核可後辦理。

第六節 量測執行

建議量測工作由電信業者協議後委託一家外部量測機構辦理，量測機構以具備公正第三方角色或非營利機構為佳。

第七節 量測資料、報告及公告資訊

一、量測資料

- (一) 定點量測原始資料需妥善保存再回傳資料庫中備查。
- (二) 移動量測需提供路測原始檔，量測機構須確認各受測業者量測紀錄具備一致性及完整性，量測 Log 檔案 row data 資料建議須具備不可修改性。

二、量測數據計算方式

量測數據計算方式，須與通傳會歷年委外辦理數據計算公式一致：

(一) 定點數據計算方式

1. 有訊號涵蓋速率計算

- ✓ 若量測筆數>5 筆，取最高 5 筆進行算數平均
- ✓ 若因現場訊號微弱導致量測筆數<5 筆，擇取實際回傳筆數進行平均

2. 無訊號涵蓋速率計算

- ✓ 量測數據=0

3. 網頁開啟時間計算方式

測試流程將使用特定 URL 進行實際連線測試，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(ts)，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作為 Web Server 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(to)做為時間間距計算的依據，計算方式為(ts-to)。

(二)移動量測

須使用 Actix one 專業移動量測分析平臺，依據移動量測計算方式進行分析。各區域速率及語音指標分析。

三、量測報告

(一)摘要報告

(二)定點量測需提供各縣市、鄉鎮市區平均速率及分位速率（第 10,50 及 90 分位）。

(三)移動量測報告須包含

1. 各縣市平均速率。
2. 國道及快速道路在各縣市平均速率。
3. 台鐵及高鐵在各縣市平均速率。
4. 台北捷運及高雄捷運各路線平均速率。
5. 上述區域分級速率百分比統計。
6. 國道、快速道路、高鐵及台鐵語音中斷率。

四、公告資訊

(一)每年提供自主評量報告及通傳會圖資系統所需格式資料。

(二)自評資料經通傳會審查無誤後，摘要報告公告於各業者官網。

第八節 資料驗證機制

為確保量測數據正確性，除量測時須採用上述量測架構及方法辦理外，資料驗證部分可依據以下步驟辦理：

一、資料驗證

通傳會得辦理量測測試資料驗證，驗證方式如下：

(一)定點：

確認定點回傳資料庫及移動量測檔案完整性

通傳會以相同計算方式進行定點數據計算並驗證是否與量測機構產出各家業者在各縣市、鄉鎮市區平均定點量測及分位數等數據相符。

(二)移動：

使用與各業者相同之路測數據分析平臺 (Actix one)，多年來 TTC 已陸續開發及完成移動量測數據及分析程式，未來可繼續使用同樣的程式，驗證業者自行量測各區域原始路測檔，是否與量測機構產出各業者之各縣市、國道、快速道路及大眾運輸系統數據相符。

二、實地量測上網速率

(一)定點

通傳會得視需要抽查及驗證指定地點之基地臺設定資訊(LAC、Cell id)及訊號強度(RSRP)

1. 驗證工具:使用定點量測工具及測速程式

2. 驗證參數:在同一量測點進行量測，比對數據資料庫內指定地點之基地臺設定網路參數資訊，

- 量測點 GPS
- 手機收訊強度 RSRP、RSSI
- 基地臺網路設定資訊 LAC 及 Cell id

3. 驗證方式:

- (1) 確認回傳資料需是否能重現基地台設定資訊(LAC 及 Cell id)，
- (2) 確認 RSRP 平均數值應與自行量測時回傳資料庫內同一量測點之 RSRP 平均數值差異建議應在 ± 1 倍標準差內。

(3) 上網速率驗證

- 方法一:使用定點測速 APP 到指定地點進行量測(同一地點及同一時段)，執行 3 次量測，量測數據應落在自行量測數據 ± 1 倍標準差內。
- 方法二:使用電信業常用之工程用手機，到指定定點量測位置進行下載及上傳速率測試，實際測試一~三分鐘，觀察上網速率是否出現自評量測速率，若速率等於或大於自評量測速率，則視為合格。

(二) 移動

移動量測訊號強度及上網速率變動性極大，建議僅以資料驗證方式辦理。若兩邊數據比對無法完成驗證時，可採用以下方式辦理實地驗證

使用電信業自行量測時使用之工程用手機，到指定區域執行同樣移動路徑移之下載及上傳速率測試，量測完成後，將檔案輸入數據分析平臺(Actix one)，以相同系統程式計算出該區域上網速率是否為自行量測速率之 ± 1 倍標準差內，則視為合格。

第九節 小結

業者自主評量是監理機關的監理方式之一，所以必須經由良好的評量機制的設計及完善資料驗證的程序，較能與目前委託第三方辦理的量測結果接近。但監理機關仍應繼續投入資源進行量測技術的持續精進，以確保網路基礎效能能繼續以合適的評量方式進行量測及提供資訊的揭露。

第六章 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 108 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 70MHz，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。今年上網速率中最高速率為 429.67Mbps，相較 107 年度最高速率為 359Mbpsb 如圖 6.1，有大幅度的進步。

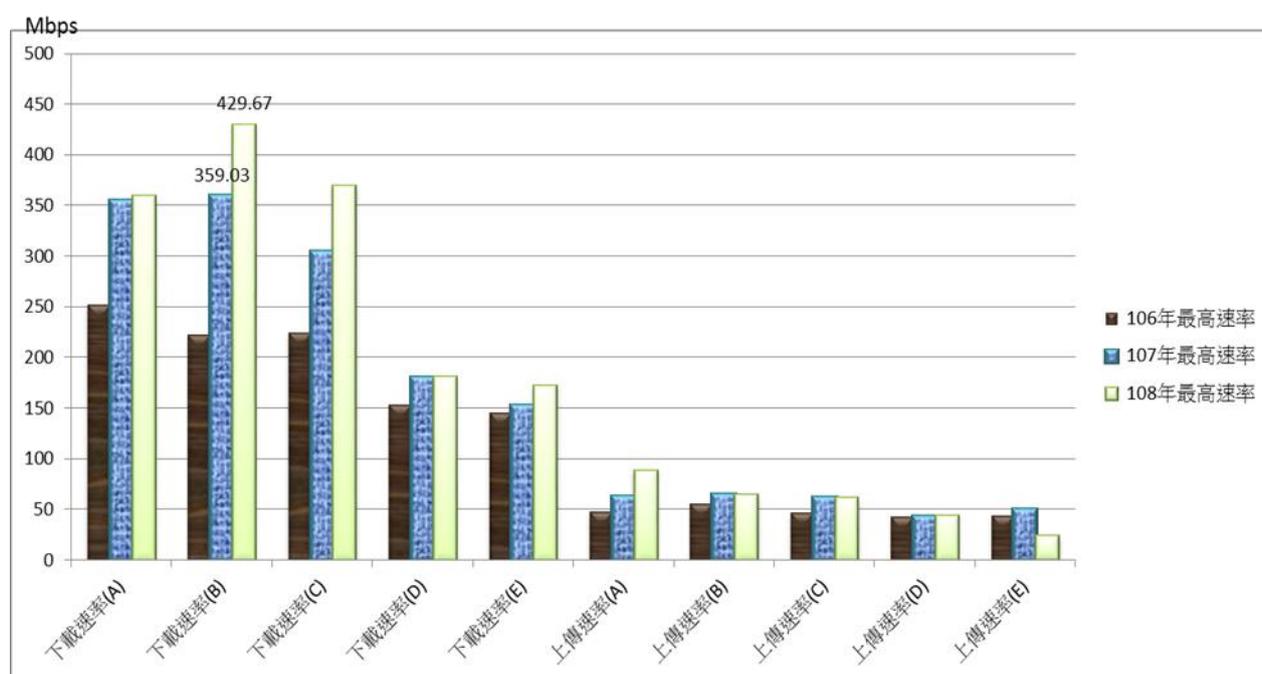


圖 6.1 106~108 年度下載最高速率比較

(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 10Mbps 如圖 6.2，兩者差距不大，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。

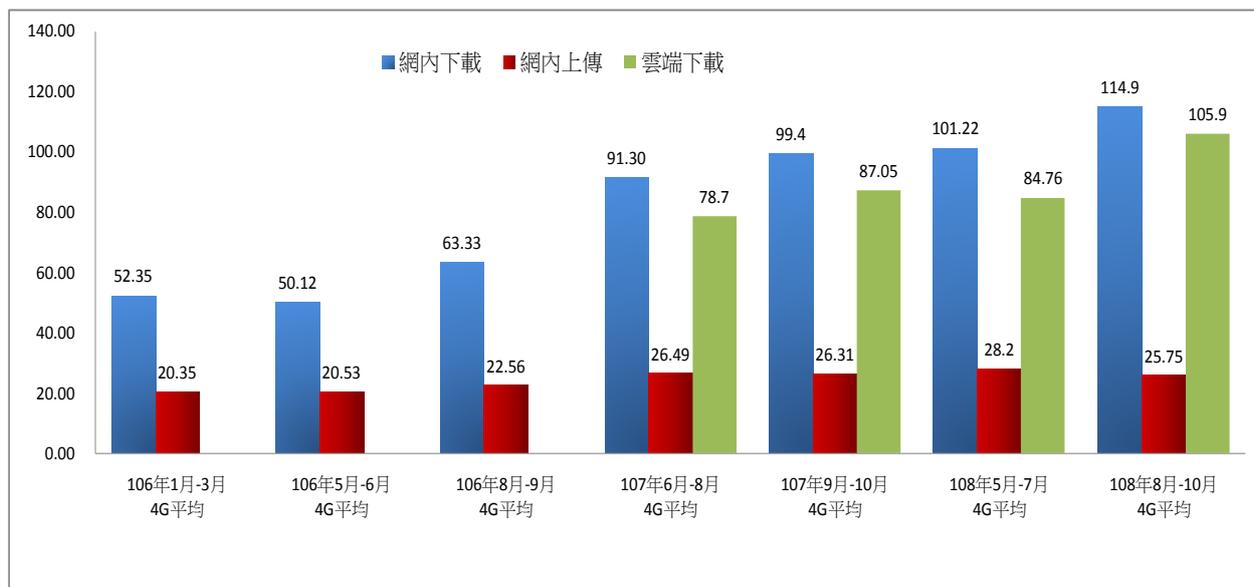


圖 6.2 107 年業者機房端下載速率與雲端下載速率趨勢

(三) 尖離峰速率比較

本計畫今年度定點量測首次辦理捷運轉運站尖離峰速率量測，以台北捷運、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、南京復興及大安站等尖離峰速率差異達 188Mbps 以上，不過尖峰時段速率網內最低為 36.39Mbps，雲端為 37.61Mbps，尚能維持穩定的上網服務。高捷量測時間為暑假期間，無學生通勤，桃捷則因運量不高等因素，因此今年度尖離峰量測數據差異較不明顯或尖峰速率高於離峰速率，也可能與本計畫規劃之尖離峰時段不同導致，各捷運系統量測點尖離峰速率比較如圖 6.3。

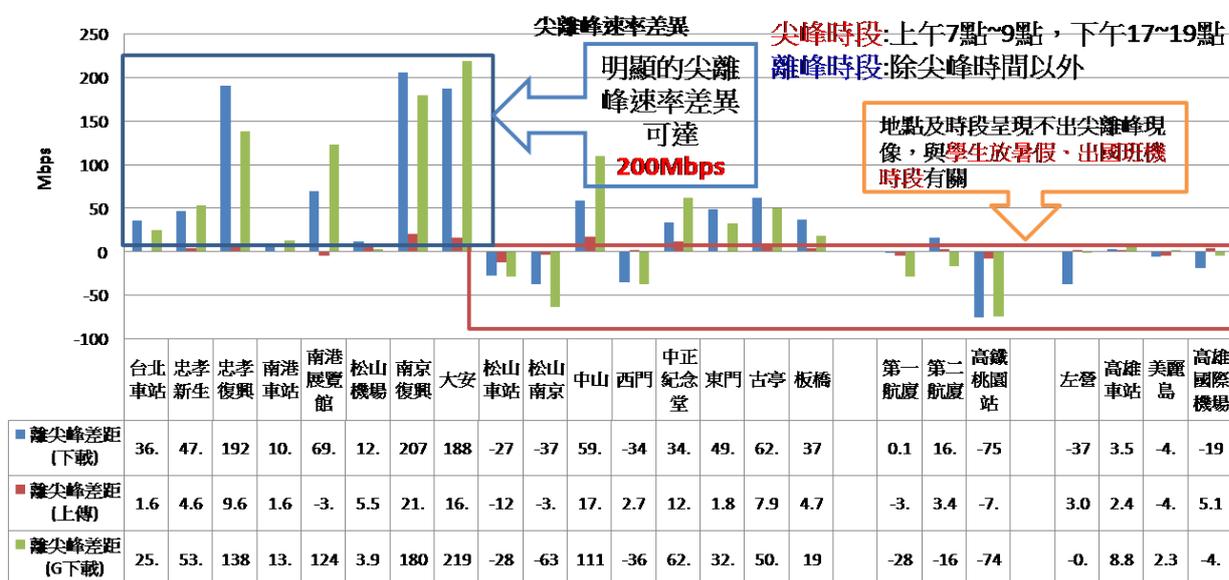


圖 6.3 臺北捷運、機場捷運及高雄捷運尖離峰速率比較

(四) 大眾運輸的語音通話及數據中斷率測試結果

本計畫今年對各業者進行語音通話中斷測試中，有三家業者選擇測試 4G 語音回退到 3G 的 CSFB，有兩家使用 VoLTE 進行語音測試。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。台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圖 6.4 所示。

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。

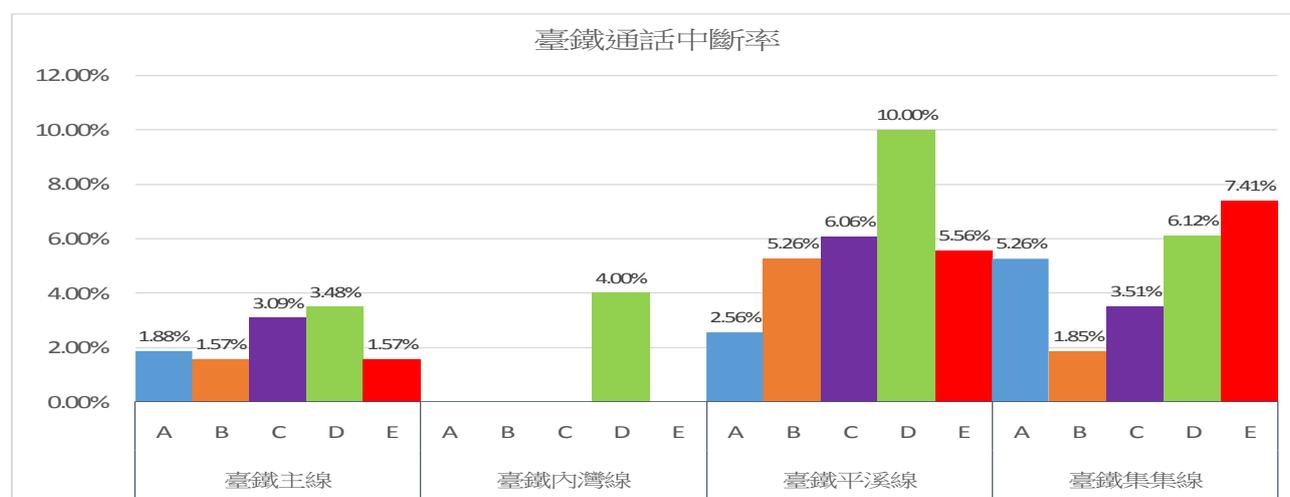


圖 6.4 臺鐵環島道、內灣線、平溪線及集集線通話中斷率

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、新加坡 IMD 及韓國等國家，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，新加坡就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。

(二)檢驗網路效能是否足以提供多元資費方案

國內辦理行動上網量測多年，業者雖然感受到頗大的壓力，但也因此投入資源在建設或優化上，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。雖然各業者在推出 469 元/21M 吃到飽方案，吸引更多的人可以使用上網吃到飽的服務，但從量測的結果來看，因為國內開放的頻寬夠大，加上新技術的投入，使得業者在部署網路時，無線端網路容量還能滿足用戶的需求。

(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，也可以與高鐵或台鐵等單位合作，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，對於即將到來的 5G 網路，目前的演進可能會先以 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，這過程都需要再經過仔細的研究，並投入人力逐步的了解基礎網路所需不同的量測指標。

(五)109 年量測計畫建議

1. 定點量測

目的性:量測各業者在各村里戶外的 4G 訊號涵蓋並進行上網速率量測及網頁開啟時間量測，目前各村里取一點，為避免業者僅針對特定抽測點進行改善，應多增設不同量測場所辦理量測。

(1) 以 7760 村里為主要量測範圍，增加量測場所種類，持續了解各業者對網路建設的成效。

- A. 國家風景區遊客中心
- B. 消防隊、衛生所
- C. 便利超商(7-11、萊爾富、全家等)
- D. 火車站(區間車停靠站)
- E. 區域醫院及教學醫院

(2) 特定區域離尖峰比較

108 年試辦捷運重要轉運站離尖峰比較，建議續辦其他需要驗證區域，例如台鐵大廳或百貨公司假日或中午美食街。

(3) 增加網路端 Latency 或是 RTT 測試研究

未來 5G 強調網路低延遲性，因此建議可增加網路端的延遲性測試，確保網路端的延遲可符合應用服務的需求。

2. 移動量測

移動量測因使用專業工程用手機，可錄製到手機與網路溝通的訊息及參數，量測範圍已遍及全省及鐵公路運輸，建議未來以客制化分析提供數據或找出待改善區域作為本案目標。

(1) 各縣市上網速率

(2) 國道、快速道路、高鐵及台鐵環島(含海線、集集線、平溪線及內灣線)
上網速率其語音通話品質量測。

(3) 取消 108 年指標數據中斷率計算方式，改為數據連現中斷 3 秒以上次數

(4) 計算各業者在各縣市建設 cell 數，逐年觀察各縣市網路建設變化

(5) 各業者弱訊區及待改善區域分析

三、5G 未來影音服務測項研究

開發 VMOS 測試工具並在台北市捷運板南線各轉運站試行測試

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

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)