



[ericsson.com/
mobility-report](https://ericsson.com/mobility-report)

愛立信 行動趨勢報告

2020年11月

用戶數

預計至2026年，5G用戶將達到35億，占行動用戶總數40%

關鍵物聯網

5G網路部署帶來關鍵物聯網概念，短時延將為消費者及企業提供需要網路快速回應

AT&T合作專題

2020年出現的多項挑戰，讓AT&T建置及管理的美國專用急救網路FirstNet面臨考驗

發行人的話

5G到來並初露鋒芒

今年勢必將在歷史上留下深刻印記，新冠肺炎大流行對所有經濟體都帶來強烈震撼，嚴重影響人們的日常生活，在全球造成廣泛(的破壞)?。無論您生活於世界何處，都同樣感受到此一巨大壓力。

雖然各國控制病毒的方法可能有所不同，但所有人的未來生活及工作方式都已經發生不可逆轉的變化。將來回首2020年，會發現整體社會在數位化旅程中，已經取得了重大的躍進。

覆蓋良好的行動通訊網路是該轉變的基礎，本期《愛立信行動趨勢報告》清楚反映了此一狀況，我們看到對行動網路容量及覆蓋範圍的需求正在持續成長。5G不再只是一項新鮮事物，相反的，它正進入下一個階段。一方面許多新裝置及終端用戶應用將充分利用它的技術優勢，另一方面全球通訊營運商則繼續建設5G。到今年底，將有超過10億人（占全球人口15%）生活於5G覆蓋區域。

對應用於公共安全的行動網路來說，2020年也是非常特殊的一年。我們與AT&T合作研究為美國急救人員服務的全國網路FirstNet，如何經歷今年新冠流行、最活躍颶風季節、嚴重的森林大火等緊急事件的重重考驗。

隨著社會的快速變化，行動網路顯然是一項關鍵基礎建設，並將持續支援我們日常生活的各個層面。

希望這份報告能引發您的關注，並提供您更多有用的訊息！

發行人

Fredrik Jejdling

愛立信全球執行副總裁暨網路事業部總經理

重要貢獻者

執行編輯： Patrik Cerwall
 專案經理： Anette Lundvall
 編輯： Peter Jonsson, Stephen Carson
 預測分析： Richard Möller
 文章作者： Peter Jonsson, Steven Davis, Peter Linder, Amir Gomroki, Ali Zaidi, Anders Carlsson P, Miljenko Opsenica, Ida Sorlie, Sebastian Elmgren, Greger Blennerud, Harald Baur, Ritva Svenningsson, Brian Heath
 合作專題作者： Jim Bugel, Suja John, Stacy Schwartz, AT&T (美國)

目錄

預測

04	行動用戶數展望
06	各地區用戶數展望
08	無線固網接入展望
10	5G裝置發展趨勢
11	語音及通訊服務發展趨勢與展望
12	2020年第三季行動網路流量
13	行動數據流量發展趨勢
15	物聯網連結發展趨勢
16	5G網路的短時延通訊
17	網路覆蓋率

專題

18	2020：FirstNet的極限壓力測試
22	聯網化、工業化的企業
25	行動雲端遊戲 — 商業前景看好
29	營運商面對成功的三種途徑

32	研究方法
33	名詞對照
34	全球及區域關鍵數據

本文件的內容含多項理論條件及假設，對於本文陳述、說明、疏漏，愛立信並不受任何聲明約束或承擔責任。愛立信可自行決定隨時更正本文內容，且無須對此改變承擔任何責任。

10億

到2020年底，5G人口覆蓋率預計將達到15%，相當於超過10億人。

第 17 頁

35億

預計到2026年5G用戶數將達到35億。

第 4 頁

200

無線固網接入 (FWA) 正在興起，目前已有200家營運商推出無線固網接入服務。

第 8 頁



在5G裝置中導入新功能的速度正在加快。

第 10 頁

69%

目前，69%以品質為導向的營運商，已經推出了5G智慧型手機應用服務。

20ms

快速的多人互動遊戲，需要20-30毫秒(20-30ms)的端到端網路低延遲，在上下行鏈路都提供極高的可靠度。

第 29 頁



170萬

截至2020年第三季，由AT&T建置及管理的FirstNet為全美170萬連結提供服務。

第 18 頁

工業4.0有助於建立更智慧的企業，打造更具包容性、互連的世界。

第 22 頁

第 25 頁

行動用戶數展望

2020年底，5G用戶預估將達2.2億

新冠肺炎的傳播，持續對社會造成巨大的衝擊。儘管病毒的肆虐帶來不確定性，但營運商的5G建置活動並未停止，超過100家營運商已經宣布推出5G商用服務。¹第一個5G獨立組網（SA）網路也已開通。

2020年第三季，行動用戶新增1100萬人，數量不算太多，可能是疫情流行及相關封鎖限制所致。長期來看，行動用戶數的估計值略有下修，因為同一簽約用戶的多個不活躍帳戶將被刪除。我們現在預測到2026年底，行動用戶將達到88億。

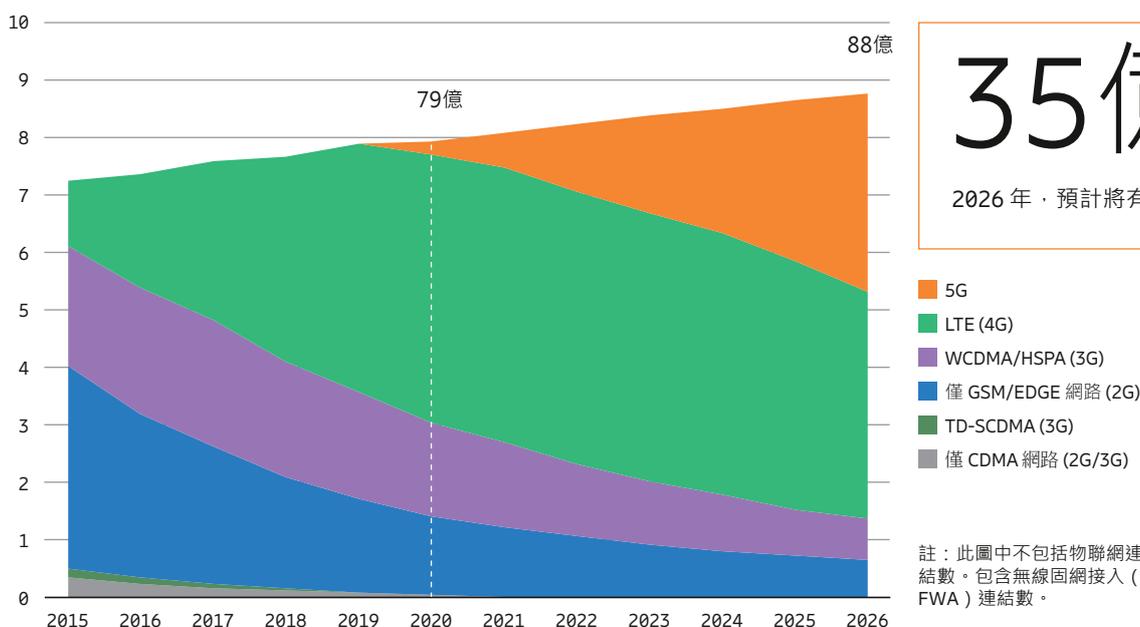
本季，使用5G裝置的5G用戶增加約5000萬，達到1.5億左右。

我們提高了對5G用戶數的估計值²，現在預估2020年底將達到2.2億。主要是因為中國的成長速度超過先前預期，此種快速成長，可歸因於中國調整了國家策略重點、營運商之間競爭較為激烈，以及多家供應商提供價格更實惠的5G智慧型手機等因素。針對北美地區，我們的預測維持不變。目前，東北亞是5G普及率最高的地區，然而預估到2026年，北美將是5G用戶比例最高的地區，可望達到80%。

在本預測期內，5G用戶數的成長速度預期將明顯快於2009年4G（LTE）上市時的成長水準。主要是因為與4G（LTE）相比，中國更早參與5G服務，並且有數家供應商即時推出5G裝置。我們預測到2026年底，全球5G用戶將達到35億，約占行動用戶總數的40%。

在本預測期內，以用戶數計算，LTE仍會是主流行動接取技術。在2020年第三季，LTE用戶增加了大約7000萬，達到了45億左右，占行動用戶總數的57%。預估2021年將達到高峰，用戶數可望達到48億，隨著更多的用戶轉向5G，到2026年底時，此一數字將下降至39億左右。

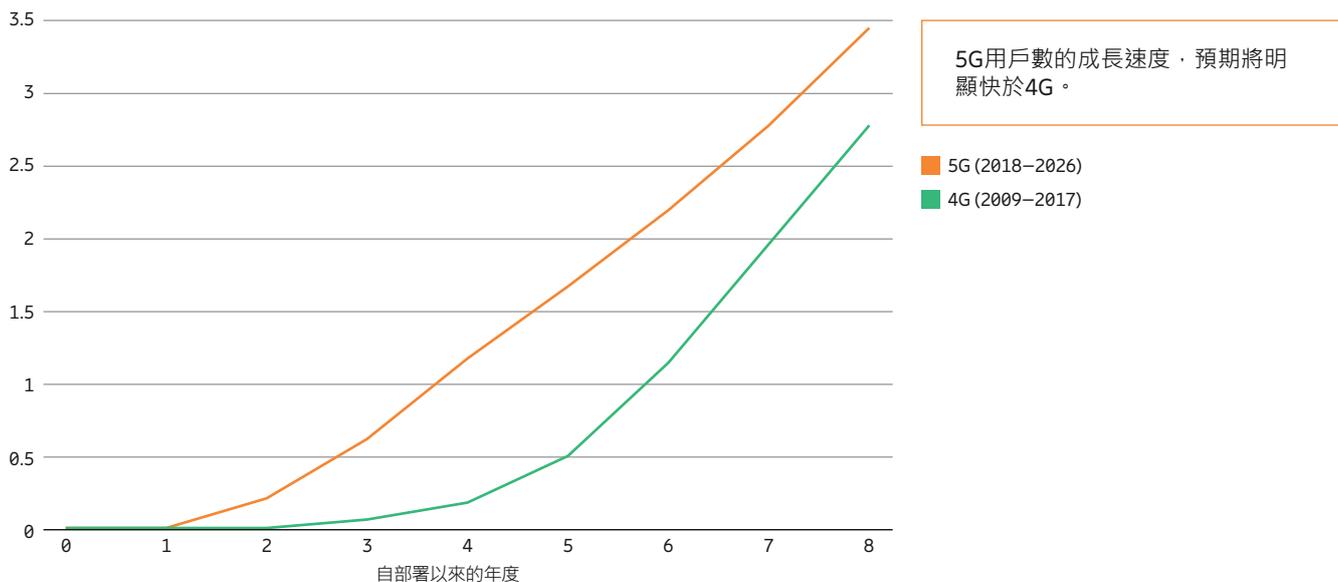
圖1：依技術區分的行動用戶數（億）



¹ 愛立信及GSA，2020年10月。

² 根據3GPP第15版的規定，如果用戶使用的裝置支援新版無線電標準（NR），並且能連結到5G網路，則將計為5G用戶。

圖2：5G及4G部署前幾年的用戶年成長率對比（億）



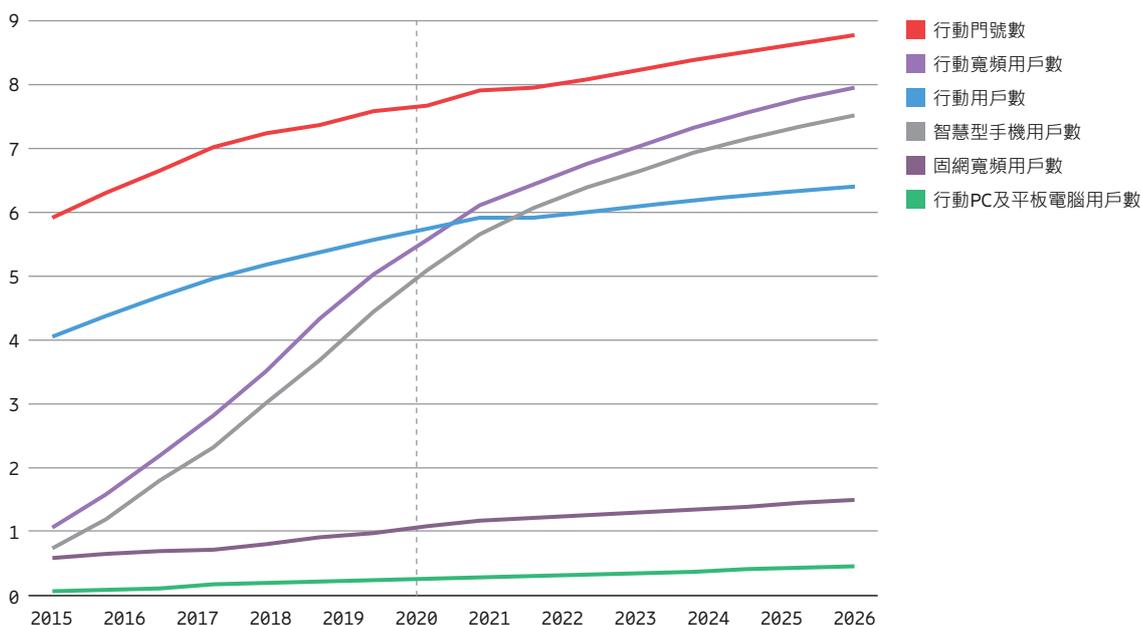
2026年，預計行動寬頻門號數將占用戶總數 91%

目前，行動用戶數約為79億。我們預估到2026年底將成長至88億，其中大約91%是行動寬頻用戶。到本預測期結束時，純行動用戶數可望達到64億。

智慧型手機普及率持續上升，智慧型手機用戶數占手機用戶總數約75%。預計到2020年底，智慧型手機用戶將達到61億。

預估到2026年，智慧型手機用戶將達到75億，占手機用戶總數的85%。預測從現在起到2026年，固網寬頻用戶數可望達到年成長率4%的有限成長。³預估行動PC及平板電腦的用戶數，將保持適度的同期成長，2026年時可望達到4.5億。

圖3：門號及用戶數（億）

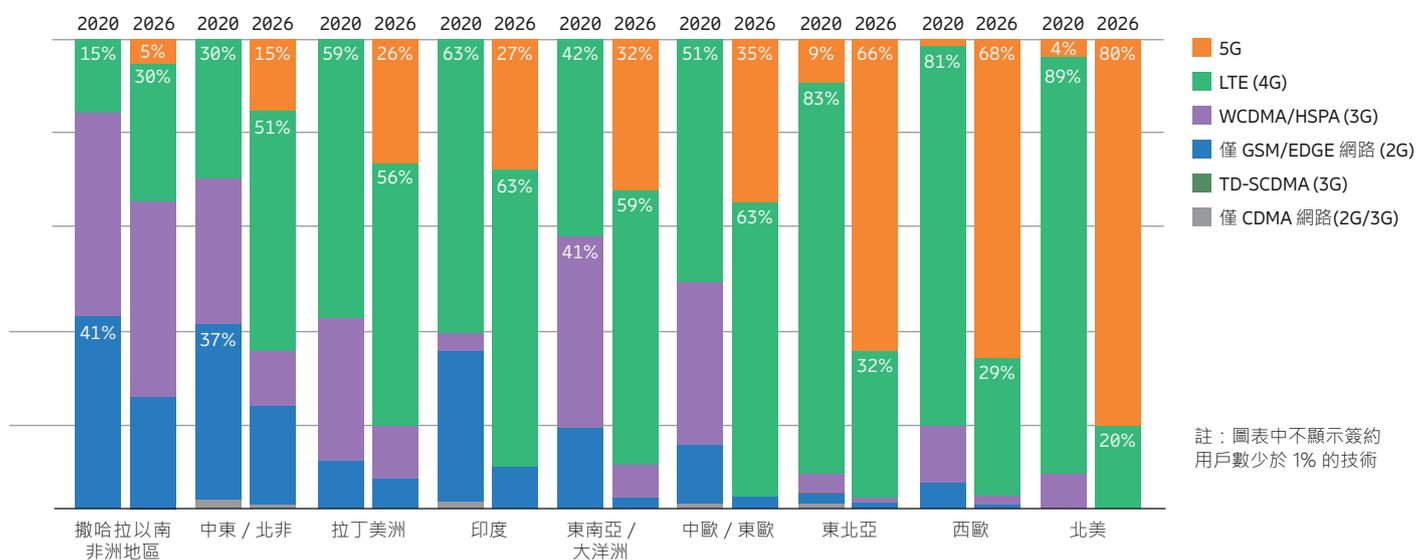


³由於家庭、企業及公共上網點往往都是多人使用，因此固網寬頻用戶數，至少是固網寬頻連網數量的3倍。這與行動電話的情況剛好相反，行動電話的簽約用戶數要多於它的實際用戶數。固網寬頻簽約用戶數預測不包括FWA簽約用戶數。

各地區用戶數展望

行動寬頻門號數，目前占行動用戶總數的 81%。

圖 4：依地區及技術區分的行動用戶數 (百分比)



撒哈拉以南非洲地區

在撒哈拉以南非洲地區，由於行動用戶普及率（84%）低於全球平均水準，因此在本預測期內，行動用戶將持續成長。預計到2020年底，LTE比例可望達到用戶總數15%左右。在本預測期內，行動寬頻¹用戶數預計將有所增加，占行動用戶總數76%。雖然5G及LTE的用戶數量在未來6年內將繼續成長，但到2026年時，HSPA仍將是主導技術，比例約為40%。行動寬頻用戶數成長背後的推動因素，包括年輕族群數量的持續增加、他們掌握的數位能力與日俱增、以及智慧型手機價格下降等。依據本預測期，預估5G用戶數將在2022年達到可觀數量，到2026年約占行動門號總數5%。

中東及北非

在中東及北非地區，預計到2020年底，約30%的行動用戶使用LTE。預期該地區在本預測期內將會持續發展，到2026年，約有近80%的用戶使用行動寬頻，LTE將成為主導技術，用戶數將占行動用戶總數超過50%。2019年至2020年期間，領導營運商開始進行商用5G部署，2020年底，5G用戶數將達到近140萬，主要分佈於海灣國家。預估2021年5G服務將大幅成長，到2026年，該地區的5G用戶數可望達到1.3億左右，約占行動用戶總數15%。

拉丁美洲

在拉丁美洲，LTE在本預測期內仍是主流無線接入技術，用戶數在2020年底約占行動用戶總數的59%，預估2026年將降至56%。考慮到用戶逐漸轉移到LTE及5G，我們將WCDMA/HSPA比例的推估值從30%大幅調修到11%。到目前為止，巴西及哥倫比亞已經推出了商用5G服務，阿根廷、智利及墨西哥等國也正在投資及部署5G。2026年底，5G用戶數將占總行動用戶數的26%。

印度

在印度地區，預估LTE用戶數將從2020年的7.1億增加到2026年的8.2億，複合年成長率（CAGR）為2%。2020年，LTE仍是主導技術，占行動用戶總數63%。

¹ 行動寬頻包括 HSPA (3G)、LTE (4G)、5G、CDMA2000 EV-DO、TD-SCDMA 及 Mobile WiMAX 等無線接入技術。

到2026年，LTE將持續占有主導地位，預計用戶數將是行動用戶總數的63%，屆時3G將逐步被淘汰。到2026年底，5G用戶數將占印度行動用戶總數的27%左右。2020年，行動寬頻用戶數占行動用戶總數的67%，預計到2026年，此一比例可望達到91%。到2026年時，行動寬頻用戶數將接近12億。2020年，智慧型手機用戶數已增加到7.6億，依預估的7%複合年成長率來計算，2026年時將達到12億。

東南亞及大洋洲

2020年下半年，東南亞及大洋洲地區已部署多個商用5G網路，目前澳洲、紐西蘭、泰國、新加坡及菲律賓都已有5G網路商用，動態頻譜（共享技術）。越南及馬來西亞等國，計畫於2021年舉行頻譜拍賣，將推動營運商在2022年部署更多5G網路。儘管該地區目前的商用5G網路大多部署於中頻段，但市場對高頻頻譜的興趣，帶動了毫米波（mmWave）在澳洲的成功實驗，展示了突破性的速度。

該地區的多個國家也已經部署動態頻譜共用，讓行動營運商能隨著大規模部署，快速增加5G覆蓋範圍。除了行動寬頻部署外，無線固網接入（FWA）部署也越來越強力，澳洲及菲律賓已經開通了5G即時網路。

預計2026年，5G將成為該地區第二大主流技術，僅次於LTE，用戶數將超過3.8億，占行動用戶總數超過30%。

中歐及東歐

在中歐及東歐LTE是主流技術，現已占用戶總數51%。到目前為止，該地區已有超過10個5G網路進入商用。到2026年，LTE仍將是主流技術，預計將占行動用戶數的63%，而5G用戶預計將為35%。在本預測期內，隨著用戶轉向LTE及5G，WCDMA/HSPA用戶數在總數中的比例，將由36%下降至近0%。

中歐及東歐原來計劃在2020年底及2021年初，進一步拍賣700MHz、3.4-3.8GHz及4.7GHz等關鍵頻段頻譜，但其中部分國家已延後。因此，5G在某些國家的部署將受到短期影響。

東北亞

東北亞2020年期間5G部署速度持續加快，該地區所有主要營運商現在都已推出5G商業服務。韓國5G網路覆蓋率持續提高，目標是到2021年達成全國覆蓋。中國三大營運商正在致力擴大5G覆蓋範圍，預計2020年底，中國5G用戶數將達到1.75億。日本領導營運商已經推出商用5G服務，但受到東京夏季奧運延後及疫情影響，預期5G用戶數仍然較低。不過，目前日本營運商正在加速5G部署以及動態頻譜共用，隨著5G裝置日益成長，5G用戶數可望大幅成長。

預估到2020年底，該地區的5G用戶數將超過1.9億，推估在本預測期結束時，5G用戶滲透率將達到66%。

80%

2026年，北美地區5G用戶數將占該地區行動用戶總數的80%。

西歐

在西歐，LTE是主流接入技術，占用戶總數的81%。隨著用戶轉向5G，到2026年，LTE比例將下降到29%，WCDMA/HSPA占比則將減少到僅有2%。到2020年底，約有35家營運商在該地區推出5G服務，為大約650萬名使用者提供服務。2020年間，西歐計畫進一步拍賣700MHz及3.4-3.8GHz頻段的頻譜，但其中一些國家已經延後，這將對5G在該地區的部署及覆蓋率產生短期影響。預計到2026年底，5G用戶的滲透率將達到68%。

北美

在北美，5G商用正快速發展。該地區的營運商已經推出了主要鎖定行動寬頻的商用5G服務。該地區推出了支援所有（三頻段的5G智慧型手機），2021年將看到大量5G早期用戶採取行動。無線固網接入將對消弭數位落差發揮重要作用，因為疫情流行突顯了教育、遠端辦公及小型企業存在的巨大缺口。到2026年底，我們預期該地區將有近3.4億名5G用戶，占行動用戶總數的80%。

無線固網接入展望

預估到2026年底，無線固網接入（FWA）連結數量將成長3倍，接近1.8億，占全球行動網路數據總流量的25%。

更多營運商提供FWA服務

人們普遍認為，疫情流行加速了數位化轉型，同時也提升了快速穩定的家庭寬頻連線重要性及需求。在許多狀況下，FWA是營運商滿足此一需求的最快替代方案。

2020年10月，愛立信更新了對全球營運商提供FWA零售方案的研究。在調查的311家營運商中，有200家提供FWA服務，占全球平均64%。

由2018年12月首次評量以來，到2020年10月，營運商對FWA產品的採用率增加了一倍。

由地區分類來看，自2020年2月以來，除了亞太地區外，所有地區都有所成長。西歐是FWA採用率最高的國家，為93%，其次是北美有80%。中歐、拉丁美洲及北美，在2020年2月到10月期間成長了約10%。

FWA的定義

FWA被定義為，透過支援行動網路的用戶端設備（CPE），提供寬頻接入的連結。包括各種形態的CPE，如室內（桌面及窗戶）及室外（屋頂及壁掛式用戶端設備）。不包括電池式的可攜Wi-Fi路由器或擴充卡。

圖5：全球提供FWA的營運商數量

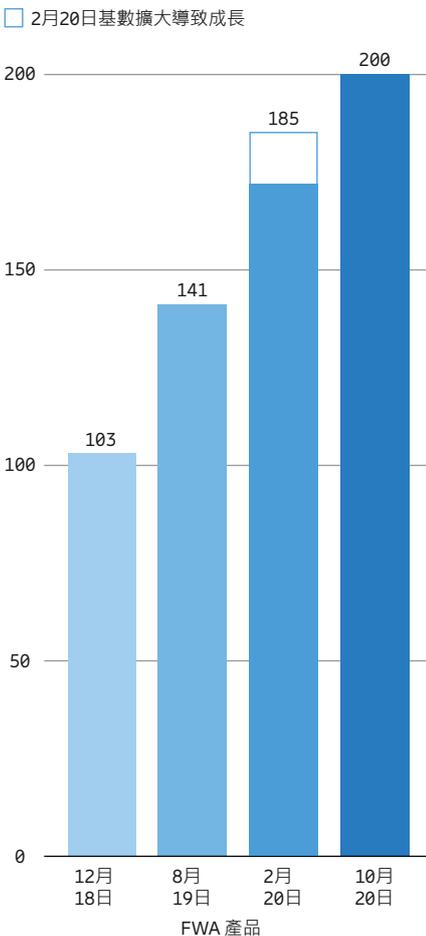


圖6：各地區提供FWA的營運商百分比

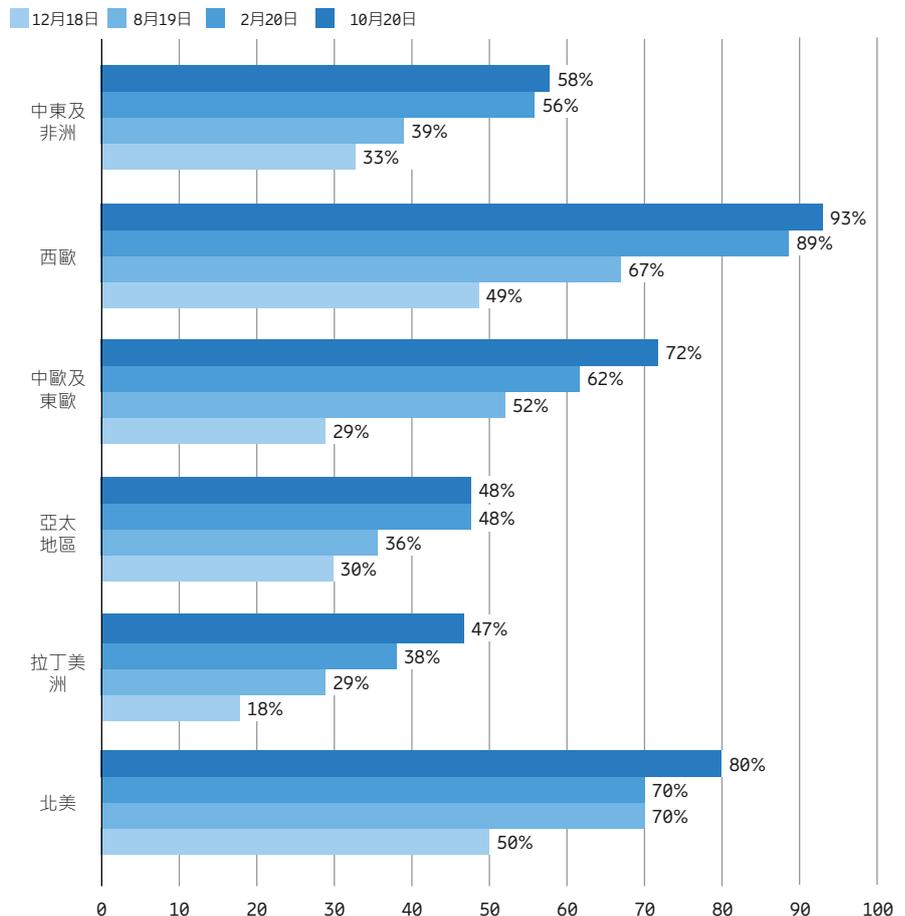
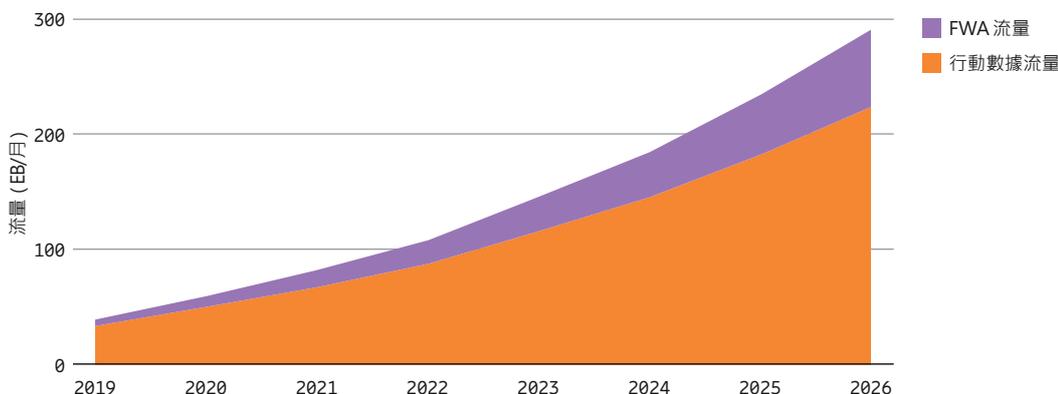


圖 7：FWA 連結



圖 8：行動數據及FWA流量



FWA全球連結數量出現成長

除了疫情流行帶動的需求外，推動FWA連結數量成長的因素主要有三項：首先，消費者及企業持續成長的數位服務需求，推動寬頻連線需求成長。其次，在DSL、電纜或光纖等固定服務覆蓋面有限的地區，4G或5G的FWA成為越來越高經濟效益的寬頻替代方案。隨著4G及5G網路分配到頻譜更多且技術持續進步，其容量也在不斷增加，推升網路資源使用效率，帶動數據資料的單位成本 (gigabyte) 大幅下降。第三，由於寬頻連線對於數位化工作及經濟成長非常重要，政府因此透過計畫及補貼的方式來促進寬頻連線。

由於來自營運商及監管機構的FWA報告數據有限，再加上FWA定義的不同，導致全球報告的連結數量有所差異。但我們估計到2020年底，FWA連結數大約為6000萬。預計到2026年，此一數字將成長三倍，超過1.8億。預計到2026年，5G FWA連結將成長到7000萬，約占FWA連結總數的40%。

預估2020年底，FWA數據流量約占全球行動網路數據總流量的15%左右。預計到2026年，此一數字將成長約7倍，達到67EB，占全球行動網路數據總流量的25%。

中東及非洲FWA連接出現成長

中東及非洲地區的寬頻連線數量有限。我們預計到2020年底，該地區的寬頻連結數將達到約6500萬，相當於家庭總普及率約為18%。在這些寬頻連線中，FWA預計占20%左右。

在該地區，有幾家營運商成功滿足對寬頻連線的大量需求。舉例來說，從2019年第二季到2020年第二季，土耳其一家領導營運商的用戶數成長了3.5倍，FWA用戶連結數量在2020年7月達到了50萬。

該地區的大多數FWA產品都以4G網路為基礎。然而，在中東，5G FWA產品越來越多，補充了4G FWA產品。例如，截至2020年第二季，阿曼某家領導營運商的4G及5G FWA連結的年成長率為171%，占2020年第二季固網寬頻連線的12%。

FWA連接預計將成長三倍以上，到2026年，可望達到約3500萬，占該地區寬頻連線總數的35%左右。

寬頻背景下的FWA

全球約有20億戶家庭。到2019年底，將有12億戶家庭 (60%) 擁有固網寬頻連線，預計到2026年底，該數字將達到15億 (70%左右)。屆時，FWA將占固網寬頻連線總數的12%。不過值得一提的是，FWA也被視為是現有約3億DSL連結的替代選項。

FWA在社會中實際的影響，大於FWA連結的數量，根據地區人口統計情況，一個FWA能為一個家庭中的3到5人提供連結。預估到2026年底，FWA連結數將超過1.8億，相當於大約6.5億人使用無線寬頻連線。

5G 裝置發展趨勢

正在加速導入新版無線電標準 (NR) 功能。

5G在網路及裝置設備領域的發展越來越強勁：

- 目前已有超過150種型號商用5G裝置，包括支援iOS的裝置多款裝置支援5G頻分雙工 (FDD)，其中大多數也支援動態頻譜分享 (DSS) 技術
- 亞洲及北美推出首批獨立組網 (SA) 5G網路
- 首批具備新版無線電標準 (NR) 載波聚合 (CA) 能力的晶片組及裝置已推出
- 美國推出了零售價為400美元，支援毫米波的5G裝置；美國推出了零售價為400美元，支援毫米波的5G裝置
- 支援毫米波頻段的新裝置晶片組，將可降低5G裝置的價格

2020是5G NR元年

2020年，5G導入的步伐持續加快，網路建設出現許多新發展成果：

- 導入FDD頻段，提高5G覆蓋範圍
- 獨立組網 (SA) 的5G網路進入商用
- 部署支持非獨立5G網 (NSA) 及獨立5G網 (SA) 的DSS，在同一載波上分享LTE及5G
- 部署CA，在下行鏈路中組合兩個NR載波，均支持獨立組網 (SA) 及非獨立組網 (NSA) 5G

毫米波

毫米波領域的競爭日益激烈，讓第一批毫米波裝置的零售價格降到400美元左右。隨著晶片領域的競爭加劇，支援這些頻段的裝置也將出現新的入門機型。目前，超過5家領導智慧型手機供應商推出了支援毫米波功能的手機。此外，裝置及網路在毫米波領域擴大覆蓋範圍，增強了無線固網接入 (FWA) 應用。

非獨立組網 (NSA)5G 不再孤單

目前北美及中國已經開通獨立組網 (SA) 5G網路。裝置已透過軟體更新進行升級，在可用市場中達成獨立組網功能。由於網路能在同一個基地台中，同時為非獨立及獨立組網用戶服務，因此裝置能在非獨立及獨立組網接入間進行選擇。根據預測，已部署的非獨立及獨立組網仍會共同存在好幾年。

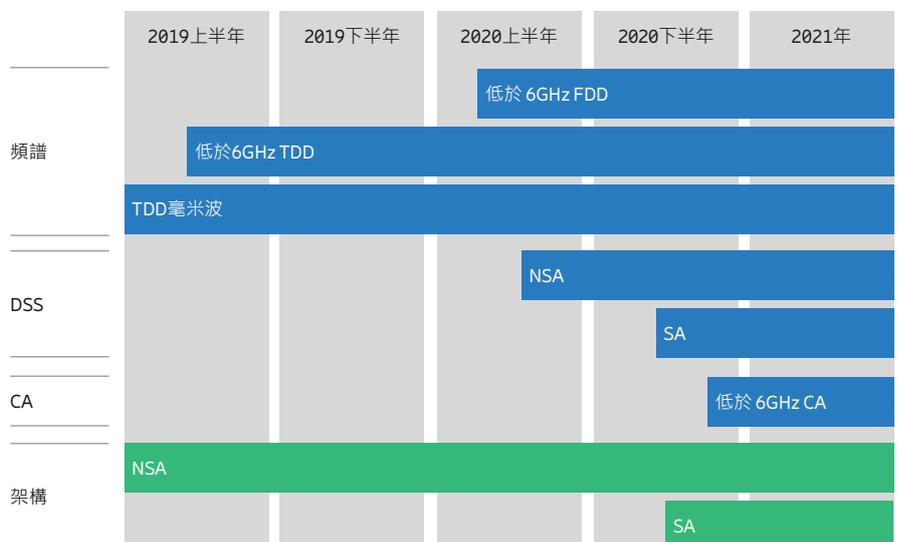
NR 上的 CA

在非獨立組網中，結合LTE與NR承載相，將能達成第一個等級的聚合。下一步是結合兩個或多個NR載波，此功能將顯著增加時分雙工 (TDD) 的覆蓋範圍。因此，如果有額外的TDD頻譜可用，就能進一步提高行動寬頻數據速率。與此功能搭配的是新晶片的快速推出，讓裝置供應商能將新晶片安裝在5G手機中上市。

5G 裝置產業生態合作體系日益擴大

不同價位及作業系統的裝置，對5G的普及非常重要，現在iOS用戶也能使用5G。晶片供應商藉由更具吸引力的晶片型號來爭奪市場，推動大規模裝置部署。在中國以外地區，已經推出價格低至300美元的5G手機，預計到2021年時，某些5G裝置甚至會低於此一價位。

圖9：5G 技術市場就緒情況



註：圖中顯示網路功能及裝置的支援情況。

語音及通訊服務 趨勢與展望

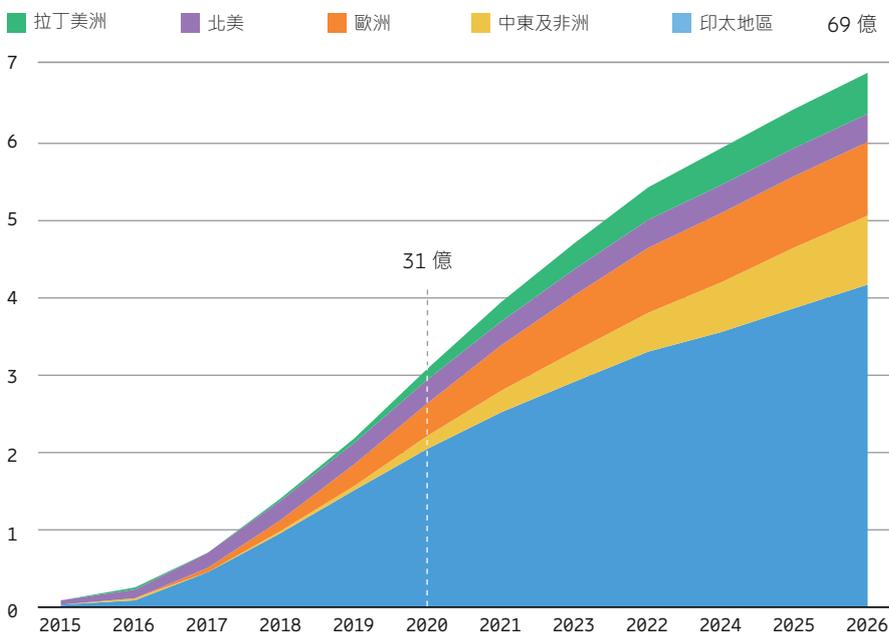
VoLTE 是在 4G 及 5G 裝置上，實現語音及通訊服務的全球互連基礎。

營運商持續發展網路以支援VoLTE服務，超過100個國家的220多個網路都已開通VoLTE。為了達成更具成本效益的網路部署及營運，營運商開始使用雲端技術部署VoLTE服務。

2020年底，VoLTE用戶數預估將達到30億，到2026年底時，VoLTE用戶數預計則將達到69億，占LTE及5G用戶總數的近90%。2G及3G網路的關閉，將加速VoLTE的部署及VoLTE漫遊協議，目前普遍運用CSFB技術退回3G來承接語音服務的方式，到時候將無法繼續使用。

VoLTE（使用IP多媒體子系統，IMS）還是可以在5G裝置上實現5G語音通訊、SMS、多媒體通訊服務（RCS）及全新通訊服務的基礎。IMS是唯一針對5G的標準化語音解決方案，5G不支援電路交換回退。5G語音將使用LTE-NR雙連結、演進分組系統回退（EPS fallback）及新版5G語音（VoNR）等多款解決方案，部署至5G網路。第一個EPS回退語音網路，將在2020下半年在北美投入使用。跨越網路基礎建設及裝置產業生態合作體系的端到端5G語音（VoNR）與5G視訊通訊測試，已經成功完成。

圖 10：依地區劃分的VoLTE用戶數（億）



現在，營運商提供的最新產品是具有語音通訊功能的智慧型音箱，使用與智慧型手機相同的行動電話號碼。該產品以VoLTE多裝置網路功能為基礎，可以將多個裝置（例如電話、智慧型手錶及智慧型音箱）綁定到同一個電話號碼。目前，已有100多家營運商網路推出了智慧手錶語音服務。可獨立開通門號服務（包括語音通話）的行動穿戴式裝置，正在針對兒童及老年人新用戶族群推出。

其他VoLTE服務，包括一組電話使用多個電話線路、分享電話線路、使用行動電話高音質語音功能的企業協作服務，以及物聯網裝置語音服務等。

他們還在探索5G相關創新服務，包括結合5G與擴增及虛擬實境。新的3GPP標準化功能，將支援5G互動式通訊，也就是結合5G語音通訊與即時內容分享，例如在5G智慧型手機上進行共同網路瀏覽，或在不同裝置及終端間分享服務及企業媒體，未來將成為主流的5G語音服務。

2020年第三季行動網路流量

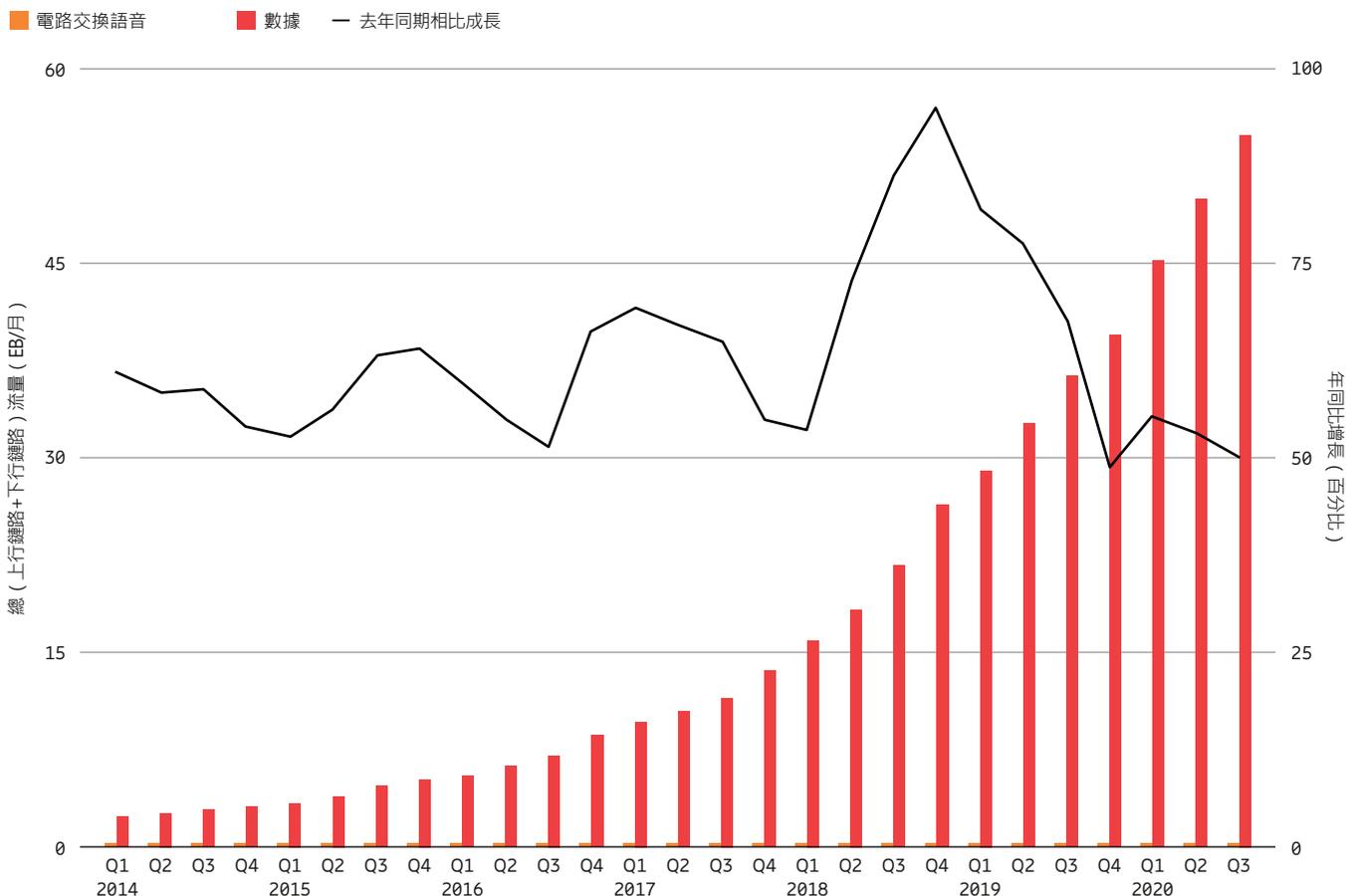
2019年第三季到2020年第三季，行動網路流量成長50%。

與2020年第二季相同，繼2018年及2019年上半年出現流量成長超高峰之後，2020年第三季年成長率，已經恢復到較為正常的水準為50%左右，與上一季相比成長了10%。疫情爆發迫使各國實施了多項限制措施，例如封城及外出限制，這些狀況持續反映於人們的通訊方式。然而，行動流量及行動性正在逐步恢復到正常水準。

在許多國家及地區，行動流量在一定程度上，仍然從公共及辦公地點，轉移到家庭及遠端工作地點。部分國家地區的行動寬頻數據流量有所增加，而另一些國家地區則因為出色的固網寬頻連線，推動家中Wi-Fi分流了部分流量，導致數據流量出現下降。如果出現新的疫情衝擊，這些流量模式可能會再次改變。

從長期來看，流量¹成長一方面是因為智慧型手機用戶數的增加，另一方面則是因為觀看更多的視訊內容，導致每位用戶平均數據流量的成長。圖11顯示了從2014年第一季到2020年第三季，全球每月網路數據及語音流量的整體情況，以及行動網路數據流量的去年同期變化狀況。

圖 11：全球行動網路數據流量及年同期成長率 (EB/月)



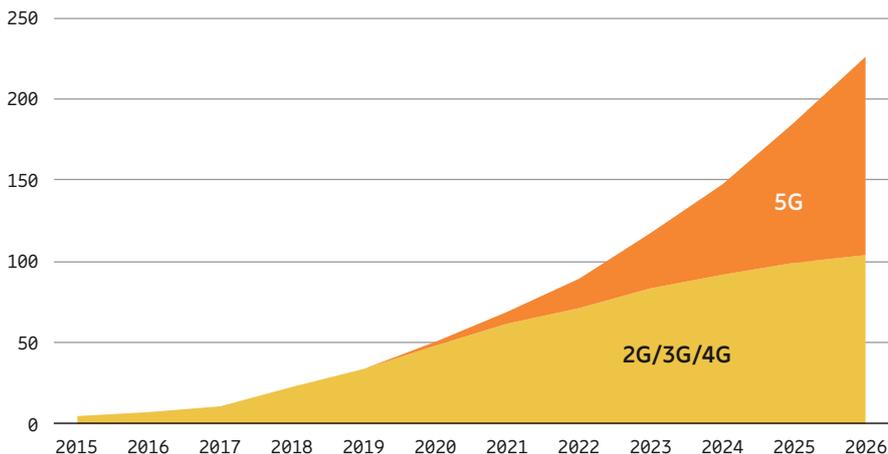
註：行動網路數據流量還包括無線固網接入 (FWA) 服務產生的流量。

¹ 流量中不包括DVB-H、Wi-Fi或Mobile WiMAX，包含VoIP流量。

行動數據流量發展趨勢

到 2026 年，超過 50% 的全球行動數據流量將由 5G 網路承載。

圖 12：全球行動數據流量 (EB/月)



54%

到 2026 年，5G 將占行動數據總量 54%。

註：此圖不包括無線固網接入 (FWA) 服務產生的流量。

全球行動數據總流量持續成長，到2020年底預計將達到51EB/月，2026年時可望增加近4.5倍，達到226EB/月。這將是60多億人，使用智慧型手機、筆記型電腦及大量新型裝置消費的行動數據量。

視訊流量目前占行動數據總流量的66%，預計到2026年該比例將增加到77%。

智慧型手機持續成為推動此一趨勢的主力，是行動數據流量的主要產生者 - 目前占比為約95%，此一比例預估在本預測期內將有所成長。

在本預測期內，高人口密度的5G早期部署地區，可能會引領流量成長。到2026年，我們預計54%的行動數據總流量將由5G網路承載。

各地區流量成長差異巨大

各年度的流量成長可能非常不穩定，各國之間可能也有很大的差異，具體取決於當地市場的發展動態。我們大幅提高了對東北亞、東南亞及大洋洲的預估，因為我們已經發現，在每用戶平均收入 (ARPU) 較低的市場，數據消耗量高於先前的預期。以印度為例，流量持續成長，並且仍然是智慧型手機月平均用量最高的地區，達到15.7GB。

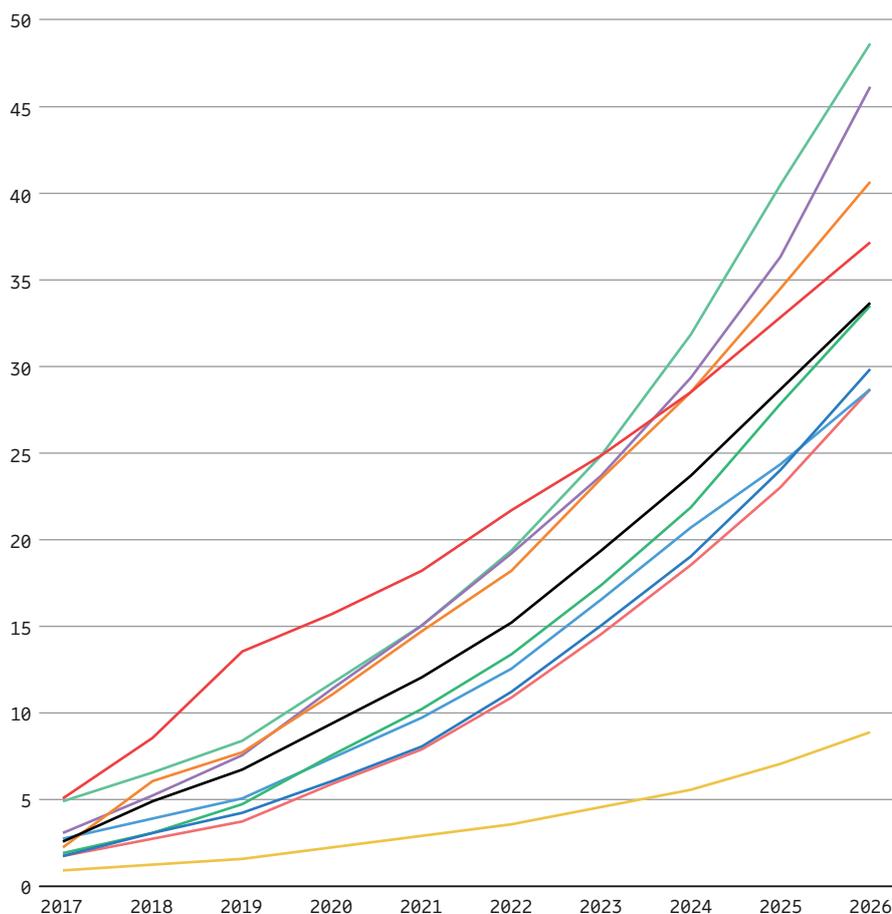
綜觀全球，每部智慧型手機行動數據流量的增加，主要歸功於三項驅動因素：裝置功能的改進、數據密集型內容的增加、以及新一代網路技術帶來的更多數據傳送量。

2026年印度智慧型手機用戶可望達到約12億

在印度地區，智慧型手機行動數據月平均用量，持續呈現強勁的成長態勢，主要歸因於4G的快速導入及疫情期間許多人在家工作。人們依靠行動網路保持聯繫並在家辦公，這使得每位智慧型手機用戶的平均流量，從2019年的13.5GB/月，增加到2020年的15.7GB/月。預計到2026年，每部智慧型手機平均流量將進一步增加到37GB/月。行動寬頻服務價格低廉、智慧型手機價格適中、人們上網時間增加，都有助於該地區月用量的成長。

印度總流量預計將增加4倍，到2026年將達到35EB/月。其中有兩項因素：智慧型手機用戶數的快速成長 (包括鄉村地區的成長) 及智慧型手機平均用量的增加。在本預測期內，印度將新增3.9億智慧型手機用戶，到2026年時，印度智慧型手機用戶數將會接近12億。

圖 13：每支智慧型手機產生的行動數據流量 (GB/月)



地區	2020	2026	CAGR 2020-2026
北美	11.8	49	27%
西歐	11.3	46	26%
東北亞	11.1	41	24%
印度	15.7	37	15%
全球平均	9.4	34	24%
東南亞及大洋洲	7.6	33	28%
中東及北非	6.0	30	30%
中歐及東歐	7.3	29	26%
拉丁美洲	5.8	29	30%
撒哈拉以南非洲	2.2	8.9	26%

北美未來的每月GB成長取決於5G服務的採用

預計到2026年，北美行動數據月平均用量，將達到每部智慧型手機每月49GB。熟悉智慧型手機的用戶群，以及視訊內容豐富的應用程式，再加上具吸引力的流量資費方案，將共同推動流量成長。雖然智慧型手機平均流量在短期內，已具備強勁成長的可能，但使用VR及AR的沉浸式消費者服務可望在長期帶來更高的成長率。到2026年，5G用戶普及率將達到80%，為所有地區中最高。

西歐的流量成長方式與北美相似。然而，市場情況卻更加分散，導致5G在大眾市場的普及將更為緩慢，但到了2026年時，西歐的智慧型手機平均流量將達到46GB/月，與北美地區數字接近。

東北亞月行動數據用量持續保持高速成長

總體而言，東北亞的行動數據使用量持續成長。疫情導致遠距辦公普及，成為推動該地區2020年流量成長的一項重要因素。預計到今年底，智慧型手機平均月行動數據用量，將從2019年底的7.8GB成長到11.1GB。隨著5G吸引許多早期用戶，我們持續預期該地區會有高成長。在領先的5G市場韓國，5G用戶平均數據用量將超過25GB/月。預計2026年智慧型手機平均數據用量，將達到41GB/月。

在本預測期內，中東及北非地區預期是成長率最高的地區之一，在2020年至2026年間，行動數據總流量將增加近7倍。2026年時，該地區智慧型手機平均數據流量，可望將達到30GB/月。

撒哈拉以南非洲地區的成長率也很高，但基數相對較小，到2026年，總流量將從每月0.87EB，成長到每月5.6EB。在本預測期內，智慧型手機平均流量預期將達到8.9GB/月。

在東南亞及大洋洲，行動數據總流量繼續穩定成長，本預測期內複合年成長率(CAGR)為33%。預計2026年將達到每月32EB，相當於每部智慧型手機每月33GB。行動數據消費的成長，促使不同地區的行動營運商提供更多樣化及划算的流量資費方案。

在本預測期內，拉丁美洲的發展趨勢與東南亞類似，而各個國家及地區的智慧型手機流量，平均成長率將有很大不同，流量成長是由覆蓋範圍的擴大，以及4G(最終是5G)的持續採用推動，這與智慧型手機用戶及智慧型手機平均數據用量的增加有關。2026年，智慧型手機平均數據流量預計將達到每月29GB。

在中歐及東歐，4G及5G的採用也推動了成長，但該地區每部智慧型手機的基礎流量也有所增加。在本預測期內，智慧型手機月平均流量，預計將從每月7.3GB增加到29GB。

需要注意的是，各地區月數據消費量存在很大差異，一些國家地區及營運商的月消耗量，要比區域平均水準高出許多。

物聯網連結發展趨勢

2026年，NB-IoT及Cat-M技術預計將占所有行動物聯網連結的45%。

2020年，大規模物聯網 (Massive IoT) 技術NB-IoT及Cat-M1持續部署於全球，但受到新冠疫情影響，速度略低於先前的預期。2G及3G連結仍然支援多數物聯網應用，但是在2020年，大規模物聯網連結的數量預期會加倍，達到近2億的規模。

大規模物聯網主要由廣域應用組成，連結大量具有長效電池壽命且較低傳輸量的低複雜度、低成本裝置。目前已確定約110家營運商啟用了NB-IoT，近50家營運商啟用Cat-M。NB-IoT及Cat-M技術相輔相成，部分營運商同時使用了這兩項技術。到2026年底，NB-IoT及Cat-M預估將占所有行動物聯網連結的45%。Cat-M及NB-IoT沿著平順的路徑演進到5G網路，即使導入了5G，也可以像現在一樣持續部署在相同頻段。用於大規模物聯網的商用裝置，包括各種類型儀表、感應

器、追蹤器及穿戴式裝置。

寬頻物聯網主要包括需要更高傳輸量、更低延遲及更大數據量的廣域應用，是大規模物聯網技術所無法支援。LTE已經支援此市場中的許多應用。到2026年底，行動物聯網連結中有44%將是寬頻物聯網，而大多數寬頻物聯網將採用4G技術連結。隨著5G新版無線電標準 (NR) 被同時導入新舊頻譜中，該領域的數據速率將普遍大幅提升。

關鍵型物聯網適用於廣域及區域應用中，需要透過規定延遲目標來保證數據交付的短時延通信。藉由5G NR先進的短時延通訊能力，關鍵型物聯網將會部署於5G網路。它將為消費者、各領域企業提供廣泛的短時延服務。典型應用包括，雲端式的AR/VR、雲端機器人、自動駕駛汽車、進階雲端遊戲以及

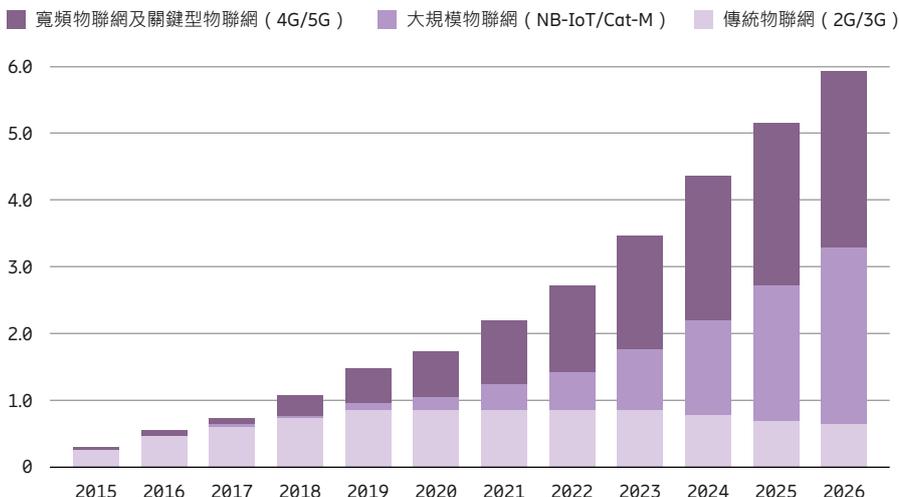
機器及流程的即時協調與控制等。支援關鍵型物聯網應用的首批模組，預計將於2021年進行部署。

東北亞在行動物聯網連結數量方面占領先優勢。2020年底，該地區預期將達到所有行動物聯網連結的64%，此一數字在2026年可望增加到69%。

物聯網裝置

首批具有5G NR功能的物聯網平台，已經在近期發表。許多廠商都推出此類模組，還提供針對PC及進階可穿戴設備的客製平台。預計在2020下半年及2021年，此類裝置的適用範圍將會進一步擴大，涵蓋個人及商用車輛、監視器、工業路由器及遊戲等應用。這些裝置最初將支援行動寬頻功能，但預期可在必要時透過裝置及網路上的軟體升級，提供短時延通訊功能。

圖 14：依領域及技術區分的行動物聯網連結 (億)



¹ Cat-M 同時包括Cat-M1及Cat-M2。現在只支援Cat-M1。

² 這些數字也包含在廣域物聯網數字中。

圖 15：物聯網連結 (億)

物聯網	2020	2026	CAGR
廣域物聯網	1.9	6.3	22%
行動物聯網 ²	1.7	5.9	23%
短距物聯網	10.7	20.6	12%
物聯網連結總數	12.6	26.9	13%

5G 網路的 短時延通訊

關鍵型物聯網將會部署在 5G 網路中，透過 5G 公共及私人網路，為消費者、各領域企業提供多樣的短時延服務。

關鍵型物聯網適用於，需要在一定程度上保證在特定時間內，完成數據傳遞的短時延應用。例如，要求以99.9%的確定性（可靠性），在50毫秒內完成數據交付。基本上有別於增強型行動寬頻連線，後者可以最大限度提高數據速率，無需在延遲方面有任何保證。遠端控制與即時媒體應用，透過公共及私人網路，預期將率先採用短時延通信。

短時延通訊支援新應用

短時延應用有四大基本類別，它們在各垂直產業很常見。

即時媒體 — 短時延通訊能將處理及運算等工作轉移到雲端，進而改善用戶體驗，企業及消費者也藉此可以在互動式雲端遊戲與雲端AR/VR中，採用輕量級裝置。

遠端控制是指對機器、設備、飛行器及地面車輛的遠距離控制。遠端控制將人們從危險的地方解放出來，並讓更多樣的勞動力獲得此功能，進而顯著改善工作環境。它是自動駕駛汽車的一項重要功能，能在自動駕駛功能失效時可靠地進行臨時控制。

工業控制包括即時過程監控、控制器之間的通訊、智慧電網的控制、機器人視覺及運動控制。

行動自動化是指車輛及行動機器人的控制迴路自動化。包括自動導向車（AGV）、車輛協同操控及先進的路口安全技術。

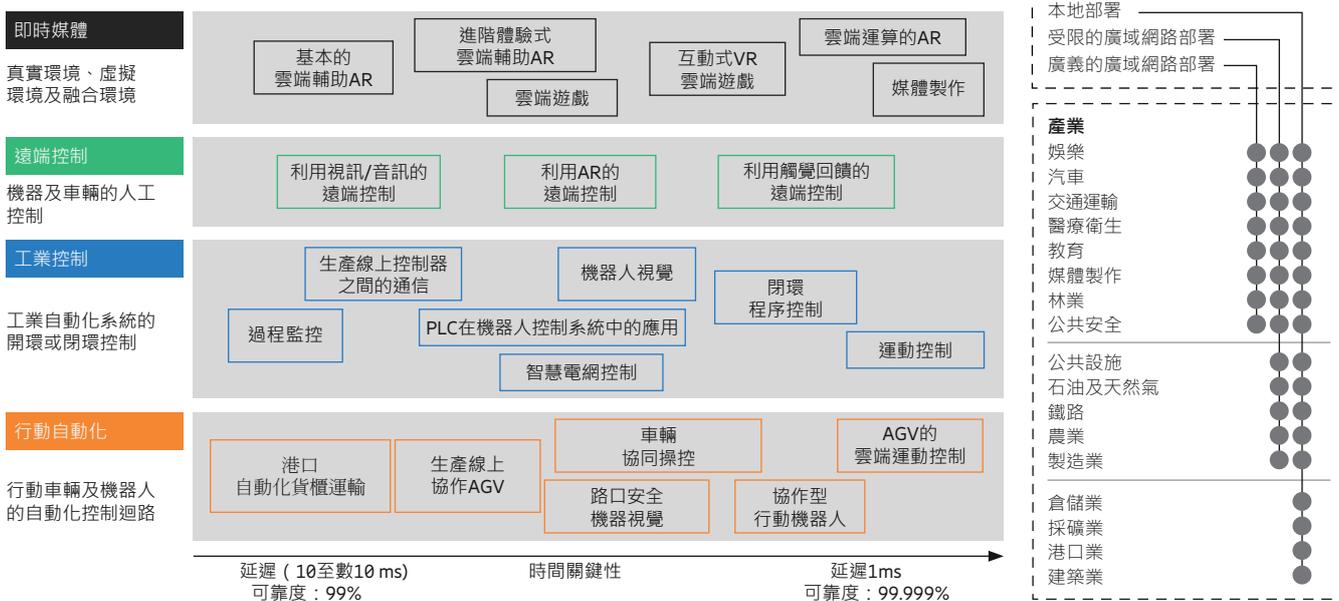
網路部署策略取決於覆蓋需求

網路部署方案主要有三種，本地部署包括

對小範圍地理區域（如工廠、港口或礦場）的室內及室外覆蓋。受限的廣域網路部署適用於事先界定的地理區域，如高速公路或市中心。廣義的廣域網路部署，是指幾乎在任何地方為裝置提供服務。

營運商可以透過升級，在NR載波中加入對關鍵型物聯網連結的支援，以實現短時延廣域應用（如娛樂、醫療、公共安全及教育領域）。更高的要求則需要網路密集化、邊緣運算及核心網路功能的進一步分配及複製。在受限的廣域網路部署中，相對較高的要求可以透過投資基礎建設（例如，汽車、鐵路及公共事業領域的基礎建設）來解決。在本地部署方案中，只要建立端到端生態系統，就可以支援極高的要求。

圖16：各領域常見的短時延應用



網路覆蓋率

2026年，5G預計將覆蓋全球60%人口。

4G (LTE)網路的建設進程仍在持續。截至2020年底，全球4G人口覆蓋率將超過80%，預計2026年將達到95%左右。4G網路也在不斷發展，以提供更高的網路容量及更快的數據速率。目前已經部署795個商用4G網路，其中324個已升級為LTE-Advanced，另有41個商用Gigabit LTE網路已經問世。

2019年底推出及部署5G狀況

2019年底，全球5G人口覆蓋率約為5%，網路建置主要集中在較大的城市。覆蓋範圍最廣的是美國、中國、韓國及瑞士。在韓國，營運商迅速建立了覆蓋大部分人口的5G網路。瑞士5G人口覆蓋率，在2019年底達到90%以上。

預計2020年底，5G將覆蓋超過10億人

到目前為止，全球已發表超過100個5G商用服務。5G人口覆蓋率，預估到2020年底約為15%，相當於超過10億人。

5G覆蓋擴展，可分為以下三大類頻段的建置：

1. 6GHz以下新頻段
2. 毫米波頻段
3. 現有的LTE頻段

從營運商已採用的5G建置方式來看，各國之間有很大的差異。在美國，上述三種類型都有採用，因此5G覆蓋了極大部分人口。在歐洲，德國及西班牙等國家，採用在現有頻段進行部署的方式以取得相當高的覆蓋率。而中國主要採用新頻段進行5G部署，以實現廣泛的人口覆蓋。

2026年，5G預計將覆蓋約60%人口

有多項全球性因素影響該預測；最顯而易見的短期因素，就是疫情及地緣政治局勢，這些因素對5G人口覆蓋預測的確切影響仍有待觀察。5G仍可望成為歷史上部署速度最快的行動通訊技術，並預計將在2026年覆蓋全球約60%人口。

圖17：依技術區分的全球人口覆蓋率¹

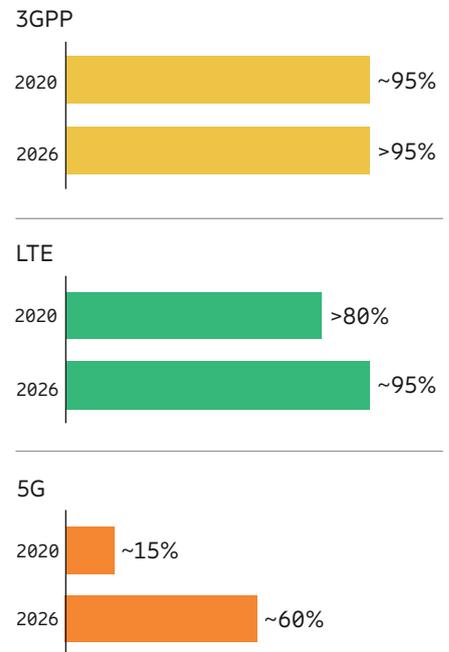
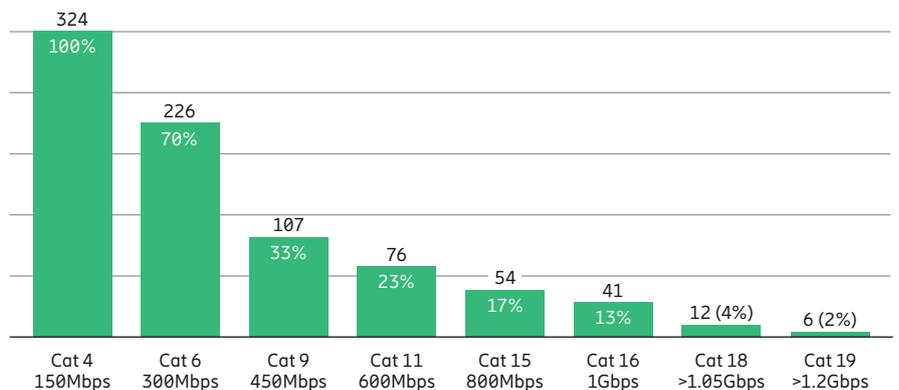


圖18：支援各類裝置的LTE-Advanced網路百分比及數量



資料來源：愛立信及GSA (2020年11月)。

¹這些數字是指每項技術的人口覆蓋率。使用該項技術的能力，取決於接入設備及用戶等諸多因素。

2020：FirstNet的 極限壓力測試

可靠的關鍵任務網路，對成功展開公共安全行動非常重要 - 拯救生命並保護財產。

事實證明，對於為美國一線緊急救難服務人員的全國性FirstNet專網來說，2020是一個特殊的考驗年度。這是因為美國不僅遇到疫情帶來激增的緊急狀況，同時還遇上有史以來最活躍的颶風季節及嚴重的森林大火。本文探討了FirstNet（唯一專為一線緊急救難服務人員服務的全國性專網）的作用，並分析將行動網路用於公共安全的廣泛趨勢。FirstNet是AT&T（美國電話電報公司），在美國建置及營運的第一個此類型公共與私人企業合作專案。

公共安全機構偏好行動網路

全球公共安全機構都表示，需要改進連接一線急救人員的網路服務。由於4G及5G提供豐富的進階功能（例如安全且即時分享資訊、圖像及視訊），他們越來越轉向採用3GPP解決方案以滿足這一需求。

公共安全機構面臨的一項更大機會，是改善及協調不同類型急救人員間的通訊能力。有了3GPP的互動操作通訊系統（如全國公共安全寬頻網路），就能有效地在急救人員、不同部門及相關的機構間建立跨部門通訊，以便在緊急情況下做出更靈活的回應。

營運商可以將關鍵任務能力添加到網路中，同時支援消費者、企業及急救人員，一切都透過同一個網路來實現。隨著時間的推移，公共安全應用的網路可能有完全不同的要求。網路容量必須足以處理最壞情況，並在事件發生時提供高可用及可靠性。各種緊急事件正在變得越來越複雜，分享的連結網路，讓所有急救人員能在現場有效協調。沒有發生緊急情況時，空間容量可以用於增強同一網路上消費者及企業的行動寬頻服務。

FirstNet誕生於911事件，處於隨時待命狀態

FirstNet是由美國當局發起的一項計畫，歷史可追溯到2001年的911恐怖攻擊。經過多年調查，2004年完成關於這次攻擊的事後報告¹，報告指出了兩項關鍵的通訊缺失。首先，由於依賴無線電系統進行通訊，員警、消防員及醫護人員的協作受到阻礙，這些系統沒有為協同工作而優化。其次，消費者及急救人員對網路資源的需求同時激增，讓網路瞬間超過負荷，反而損及通訊。

在報告發布後的幾年內，公共安全倡議組織及協會合作敦促美國國會透過立法，為一線緊急救難服務人員建立可靠、專用及全國性的高速網路。FirstNet管理局（FirstNet Authority）2012年應運而生，授權建立FirstNet管理局的相關法律，要求FirstNet管理局與聯邦、州、部落及地方公共安全實體進行協商，以確保FirstNet的設計滿足全國公共安全的需要。

本文是與AT&T合作撰寫，該公司是市場領導全球營運商，提供系列創新行動及固網通訊服務，幫助消費者、企業及急救人員保持聯繫。



與FirstNet管理局成立相關的法律，還授權在全國分配20MHz頻譜，並以70億美元支援FirstNet的建設。在與各州、地區、部落及各級公共安全機構協商後，FirstNet管理局尋求與一家全國性的營運商，建立這項公私合作專案。

¹ “911委員會報告”（2004年7月）。

圖19：FirstNet 連結公共安全社區



高度安全及交互連結 - 跨越所有公共安全機構與司法管轄區

針對公共安全的產業生態合作體系

FirstNet專為急救人員，以及為這些性命攸關工作提供支援（包括執法、緊急醫療服務、消防服務、緊急事件（911）通訊調度、政府公共安全諮詢處及緊急規劃管理辦公室等重要配套服務）的人們所打造。在緊急情況發生之前、期間及之後，支援急救人員的其他必要人員，也可以使用FirstNet。這些組織在事故期間或之後，負責提供醫療護理、紓解、補救、整修、清理、恢復或其他此類服務。

2017年，FirstNet管理局選擇AT&T建置及管理FirstNet 網路，為期25年。FirstNet是致力於公共安全的產業生態合作體系，擁有以下特點：

- 分享的無線網路，可利用所有AT&T LTE 商用頻譜頻段，同時在700MHz頻段中還分配了20MHz 用於全國覆蓋，專為急救人員提供，公共安全機構不使用時可供商業用戶應用
- 從頭開始設計且高度安全的私人網路核心網，為公共安全部門服務
- 網路具有4G LTE功能，目前正在升級到5G

- 永久連線，語音及數據服務24/7全天候高優先順序及先占特權，擁有多項優先順序，急救人員用戶可根據需要，分配這些優先順序，以保護通訊免受商用流量壅塞的影響
- 在全國建立專門的陸基及機載可攜式行動基地台服務隊，幫助在偏遠地區或災難發生後立即提供覆蓋
- 以任務為中心的加強型行動設備、應用及功能，包括關鍵任務一鍵通，對現有的傳統無線網路通訊服務提供補充

FirstNet管理局已經根據公共安全部門回應的資訊，制定了全面的路線圖，以確保執行關鍵任務時的行動寬頻通訊能力，包括：

- 專用核心網路，以提供關鍵任務能力
- 足夠的頻譜容量及覆蓋範圍
- 提高狀態感知能力（如三維定位服務）
- 關鍵任務語音通訊服務
- 高資訊安全性及完整性
- 改善急救人員用戶體驗

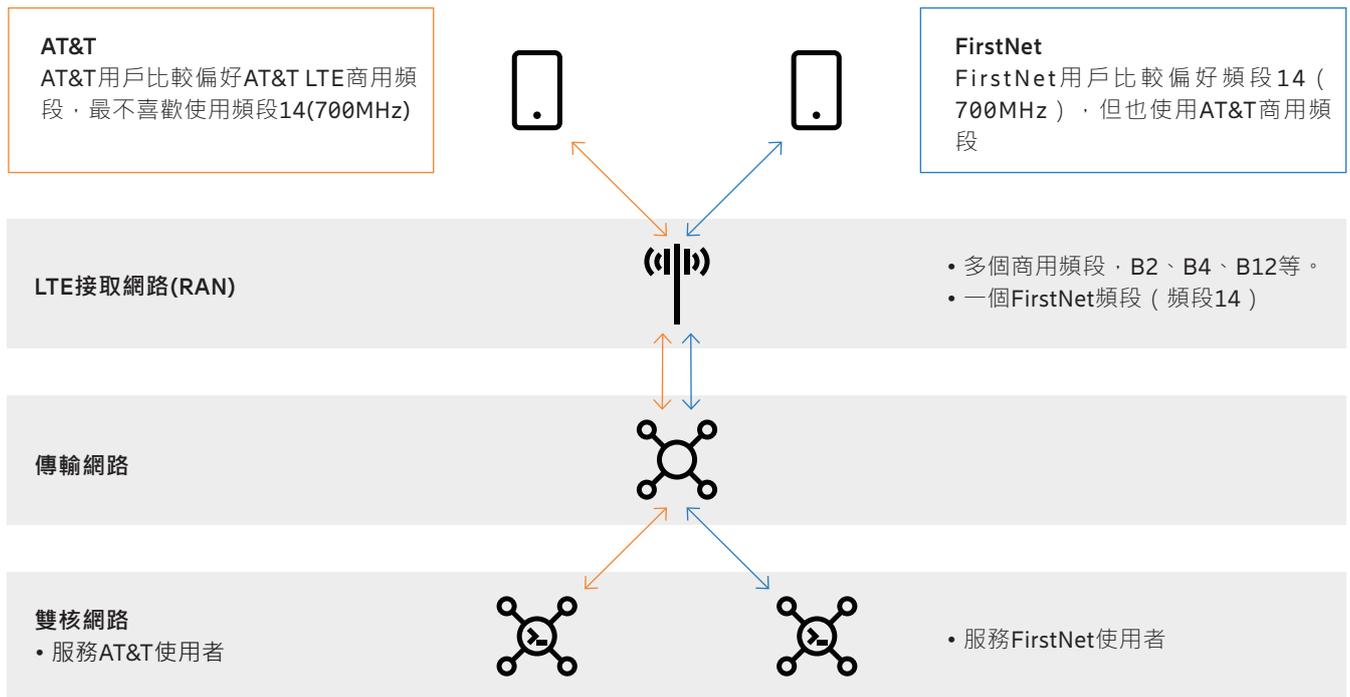
用戶體驗是FirstNet願景的重要組成部分。一旦完全部署，網路的價值就在於如何讓急救人員集中精力完成主要任務。FirstNet已經覆蓋美國超過99%的人口，到2020年中期，FirstNet的初始建設完工率將超過80%，為全美14000多個機構的170多萬個連結用戶提供服務。幸運的是，FirstNet的初期建設已經達到了足夠的完工水準，用以應對美國今年遇到的各種緊急情況。

除了FirstNet管理局為擴建專案提撥的65億美元初始投資外，AT&T還投資約400億美元，進行建設、營運及維護網路。這種共同投資及公私合作的方式，被證明是公共安全通訊網路服務的成功模式。

170萬

截至2020年第三季，FirstNet已擴大支援超過170萬個連結，供急救人員及延伸的公共安全社區使用。

圖21: FirstNet網路架構



在疫情期間管理持續變化的流量需求

2020年美國遇到的突發事件，讓消費者、企業流量水準及模式產生了重大變化。在疫情的前六個月（即3月中到9月中旬），從AT&T網路觀察到消費者及企業產生的行動流量出現以下變化：

- 與疫情前相比，整體流量成長了20%。
- 行動通訊從公共場所/辦公室，轉移到家庭/遠端辦公地點，因為有60%的美國人遠距工作。
- 行動數據流量持平或略有下降，這是因為固網寬頻連線良好的家庭中，Wi-Fi分流了部分流量。
- 行動語音流量增加近40%。

關於FirstNet，公共安全機構針對臨時網路覆蓋解決方案，提出了超過450項建議，如行動部署行動通訊車（COW）、內建解決方案及大規模網路增強，以支援計劃內或緊急事件。涵蓋了從免下車新冠肺炎核酸檢測點，到颶風及森林大火等自然災害方面。一項有趣的數字顯示，在整個疫情期間，急救人員平均消費的行動數據是普通消費者的兩倍多，這突顯了擁有專門針對公共安全網路服務的重要性，尤其是在危機時期。

緊急情況下需要彈性的覆蓋解決方案

在各種不同的緊急情況下，需要為急救人員提供臨時覆蓋解決方案，這說明FirstNet需要支援高度的靈活性：

- 配備了1000張病床及12個手術室的醫療船已經部署到位，用於分流受疫情影響嚴重的大型都市地區醫院壓力。抵達港口後，醫療船需要能立即為船上的急救人員提供支援。
- 颶風登陸區域FirstNet One是一個17米長的小型飛船，飛行高度可達500公尺，任務是搭載基地台到需要緊急復原通訊覆蓋的區域，使其提供優於行動通訊車（COW）的覆蓋能力。
- 遇到森林大火時，地面部隊需要即時瞭解火勢。專業飛機執行偵察任務，並向有車載行動覆蓋的地面急救人員提供即時資訊，這些車載行動基地台可以隨著消防地點的變化迅速行動。

整體來說，在緊急情況下，流量模式從已知/可預測，轉變為更動態的情況。支援這些類型轉換的能力，是FirstNet的一項關鍵特性。即使在企業及消費者流量激增的狀況下，急救人員的通訊也受到保護，在需要時頻譜會專用於公共安全，並在所有AT&T LTE商用頻譜頻段擁有高優先順序。這使得公共安全機構能立即取得網路連結、更大的覆蓋範圍及容量。此外，AT&T在構建專用的FirstNet網路核心網的同時，使用分享的網路基礎建設，讓急救人員能立即取得FirstNet的早期優勢及能力，專用的FirstNet網路核心網採用縱深防禦方式，有助於維護各個級別的安全。

20%

20%的緊急情況，對行動流量產生直接影響。在新冠肺炎疫情的前6個月，行動流量成長了20%。

5G能力演進之路

FirstNet以及在2020年特殊挑戰期間，為急救人員提供服務此一任務，證明了關鍵任務網路對公共安全應用的價值。數位化轉型的需求不只限於企業，還延伸到公共安全部門及急救人員的需求。醫護人員從接觸患者的那一刻起，就可以與接收醫院直接聯繫，協助進行遠端診斷及治療。快速部署臨時網路覆蓋，加速了颶風過後當地社區及社會的立即恢復與重建。消防隊員能更妥善瞭解失控森林大火的性質，拯救自己及他人的生命。

2020年6月，FirstNet管理局委員會批准了2.18億美元（第一批投

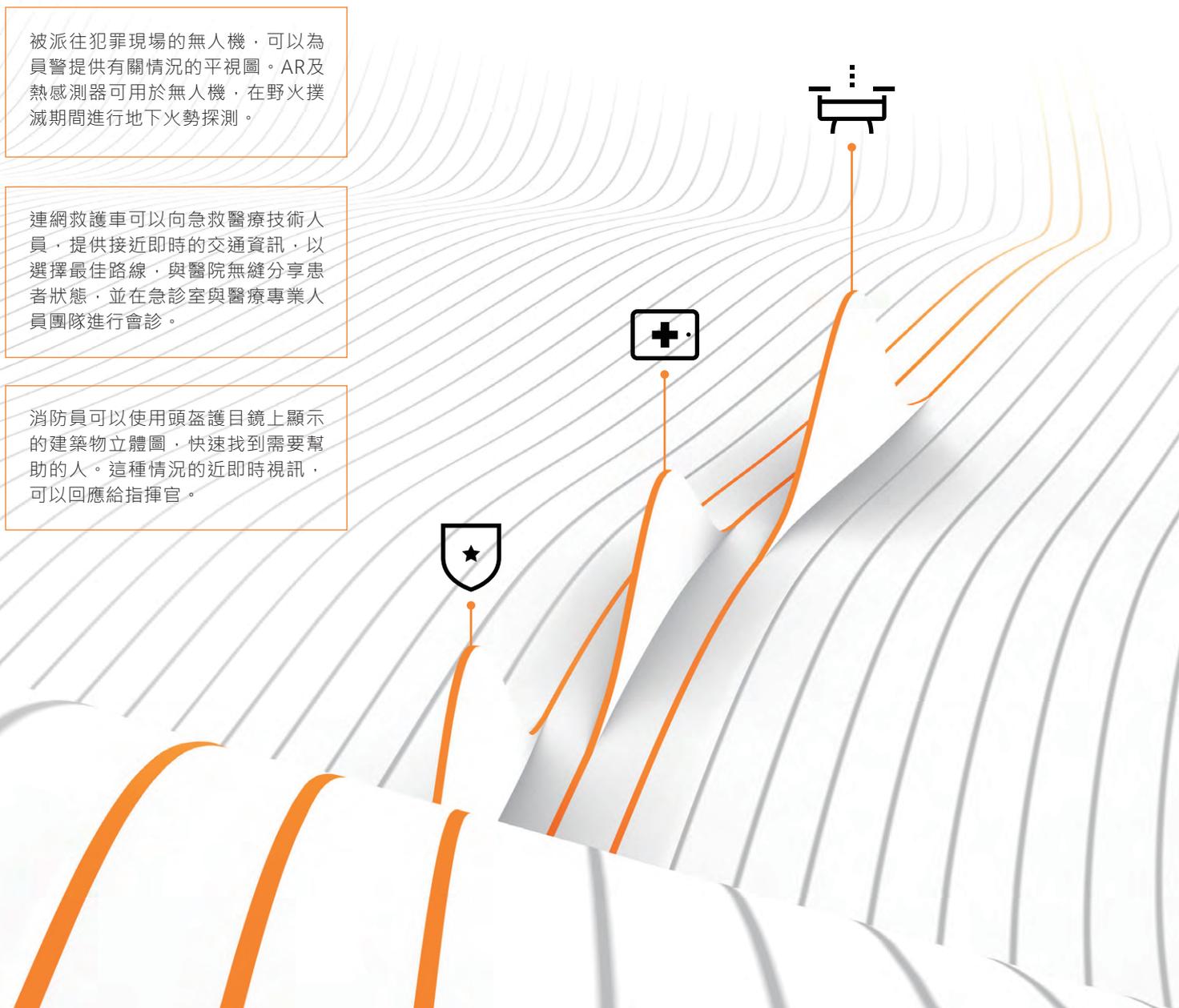
資），用於AT&T將FirstNet核心網路升級到5G技術，並擴展可部署網路資產。這開啟了FirstNet的多階段、多年期5G全功能改造之旅，以確保能為公共安全提供堅實的基礎。未來幾年，5G技術將在網路效能上帶來一系列明顯改進，包括低延遲（可預測）及容量增強，進而為關鍵任務網路及公共安全應用提供新的能力。

目前，高效率管理LTE無線電及網路資源所採用的許多高優先順序及優先功能，還不存在於5G中，但相關工作仍在當中。因此，LTE是當前的關鍵任務行動的寬頻平台，並將在未來幾年持續保持此一地位。關鍵任務功能的創新仍在開發及測試中，然而FirstNet管理局的投資，為美國急救人員享用安全可靠的5G網路奠定了基礎。

這將確保5G可用於這些領域，公共安全服務能利用5G的潛力。與目前所做的相同，FirstNet的設計初衷是管理流量，進而使公共安全領域擁有最適用的終端用戶體驗 - 透過最佳路徑發送資料。這可以透過具有高優先順序及優先功能的5G或4G實現，但這是一個持續演進的過程，4G LTE及5G將共存一段時間。

如圖21所示，5G技術可以實現廣泛的產業生態合作體系，在未來達成更多應用。5G最終將進一步提高急救人員的指揮、控制及通訊能力，並成為其他技術創新的催化劑，為緊急應變提供強大支援，提高取得積極成效及拯救生命的機率。

圖21: 5G可以為急救人員解鎖的應用及範例



聯網化、工業化的企業

供應商及製造商在設計時，必須考量價值鏈的抗風險能力及彈性。邁向工業4.0，將仰賴本地及全球高度互連的營運網路，以支援智慧製造及生命週期管理。

今日約有**70%**的國際貿易，與全球價值鏈（GVC）有關。這些價值鏈由國內及國際企業所組成，從事材料、貨物及服務的交易及轉口貿易。

為了在全球經濟中競爭，企業變得越來越專業化，導致在整個價值鏈中的個別增值分工越細，從設計、製程工程、生產，到售後服務各有所司。過去，成本導向所推動的全球價值鏈，如今變得非常分散及複雜，管理非常具有挑戰性，讓企業更容易受到破壞性衝擊。根據最近的一項研究顯示，**60%**的高階管理人員對於一級供應商之外的廠商完全不了解。¹ 汽車產業就是一項例子，說明了複雜度，有公布的一級供應商大約有**250**家，由大約**850**家的製造上提供所需的材料/成品。然而，不公開的二級供應商數量則高達**18000**家。

隨著市場波動的加劇，相對於成本及效率而言，對抗及緩解風險的能力愈發重要。投資改善資訊系統及通訊基礎建設，是消除未優化營運或供需失衡的一種方法。例如，向可靠的供應商更快速採購元件，可以推動即時生產，避免延誤及庫存過剩。

雖然提高製造現場的透明度及可追溯性，將改善許多內部指標。但企業不是孤島，它還需要在受地區及地緣政治力量動態影響的市場上交換資源、資本及能力。

互連性的強弱是適應性的關鍵

跨國企業（MNE）主導著價值鏈的區塊化分布，根據不同的商業標準及成本條件改變活動。它們在國內及國際範圍內承包產品及服務，但接單及離岸外包仍然是主導趨勢。中小型企業（SME）是經濟的主體，擔任合作夥伴、供應商及分銷商的角色。它們在社會的包容性成長中發揮重要的作用。³

無論規模及範圍如何，適應性的關鍵在於加強企業之間的互連，這不僅會優化供應鏈及物料規格，並且最終會在價值鏈的各環節為客戶創造最大價值。但通常缺乏的是，在統一通用平台上同時連結產品、人員及流程的網路能力。

全球價值鏈內的區塊化分布及相互依賴性，使得互連性成為成長更重要的基礎。互連不僅提高了企業內外部的協作及透明度，同時也提升了企業自身在價值鏈中的地位。

工業4.0

第四次工業革命（工業4.0），改變了產品的製造及消費方式。它透過工業物聯網（IIoT）及擴增實境（AR）等技術的結合，將實體世界及虛擬世界整合起來，創造前所未有的自動化、合規性及效能。這不僅適合工廠級的智慧操作，同時也適用於整個供應鏈。

根據經濟合作與發展組織（OECD）的資料，許多中小企業難以參與全球價值鏈，而且大多數中小企業無法在當地市場之外提供產品及服務。降低全球市場的壁壘及加強專業化，可以幫助純本地中小企業擴大買家族群、增加出口，並最終提高國家的GDP。

成功參與全球價值鏈，需要三項關鍵能力：

- 獨特的產品及服務
- 強大的管理及營運能力
- 可以靈活適應持續變化的需求

這些能力是顯著的競爭優勢，可以透過工業4.0加以釋放。

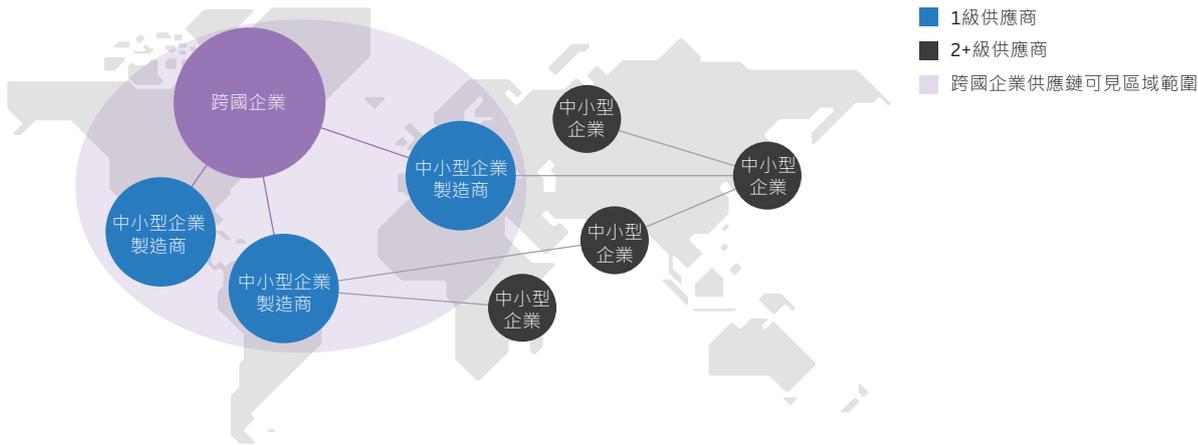
然而，許多中小企業缺乏能力及投資以執行工業4.0解決方案（例如IIoT、進階自動化、AR及預測性維護），無法充分實現這些目標。另一方面，跨國企業在管理及改善其價值鏈時面臨挑戰，因為它們很少真正集中或專業進行協調。

¹ www.weforum.org/agenda/2020/09/4-ways-industry-make-supply-chains-sustainable

² www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/why-now-is-the-time-to-stress-test-your-industrial-supply-chain

³ oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/6062/SMEs_are_key_for_more_inclusive_growth.html

圖22: 全球價值鏈管理的挑戰



降低互連障礙

全球價值鏈中的進階協同合作，將依賴覆蓋廣泛的高效能網路。產業所選擇的連結解決方案，決定了數位基礎的彈性、品質及提升營運的可能性。然而，目前還沒有標準的“隨插即用”模式，可以滿足所有跨國及中小企業的需求。行動網路能滿足企業的全球及本地需求，但無論是技術、經濟還是組織需求，行動網路部署的障礙都必須降低。其中一種方法是為中小企業提供更簡單的組合式連結解決方案，甚至為跨國企業提供公用及專用混合的解決方案。

為了加快企業的工業4.0轉型，各地建立了卓越中心，期望在具有新技術能力的協作環境（例如位於德國亞琛的歐洲5G工業園區）中測試新的基礎建設。⁴

透過更開放及更緊密的夥伴關係，可以加速企業營運技術與資通訊技術（ICT）的融合，進階營運也是如此。為了在價值鏈中培養真正的彈性，必須透過系統整合來協調供應、製造及商業標準。這是提供智慧進階營運的唯一方法。事實上，企業營運模式的這種轉變，還意味著從供應鏈及價值鏈的傳統線性順序，轉向虛實互連的緊密網路，以便更妥善管理與系統相關的輸出與輸入因素，而能有更即時且全面的決策。

數位化整合 - 產業新基準

智慧製造流程分為四個不同的階段：設備連網（connected device）、製程連網（connected lines on shop floor）、整個工廠的連網及數位化connecting and digitalizing a whole factory），最後建立「工廠網路（network of factories）」。

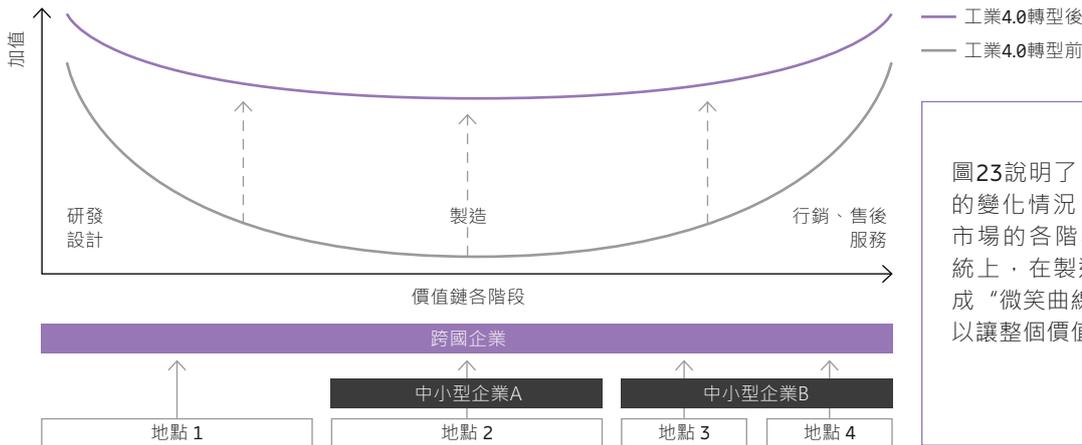
過去，跨國企業透過縱向或橫向整合併購其他企業與供應商，以提高在價值鏈中的地位。未來，「數位化整合」可能成為新的競爭基準。互連的企業可以透過網路完成更智慧的營運，而不是透過直接擁有來達成擴充，冒著過度擴張的風險。

在許多情況下，高達80%的供應鏈成本，是由工廠位置及這些場所之間的材料與產品流動所決定。追蹤相關資產、交換即時分析，以及繪製供應商、分銷商及買家動態圖的能力，可以大幅降低風險。因此，數位化供應網路具有競爭優勢，尤其是在日益複雜的全球商業環境中。

愛立信在全球的製造及供應足跡，包含4家工廠、8家代工廠（EMS）及8家供應中心。透過投資一項通用的愛立信工廠網路，這些基地可以藉由內部協作，及連結到設備供應商的產業生態合作體系，更快速部署智慧製造。數位供應網路擺脫傳統孤島式流程，能結合業務與營運需求，更快速回應變化及新客戶的需求。做為跨國企業，愛立信的優勢是更高的品質、更好的資源管理、更快的產品推出及精準的供貨。

⁴ www.5g-industry-campus.com

圖 23: 工業4.0轉型如何影響經濟模式



多重SIM卡降低漫遊障礙

想要提升全球價值鏈，就需要不同的連結解決方案。為了協助中央及地方對製造業及物流業執行決策，有幾種網路方案可供位於不同價值階段及不同地點的跨國企業與中小型企业使用。私人網路在本地執行關鍵應用，因此敏感資訊不會離廠，這是大多數製造商的基本要求。另一方面，公用網路在客戶場所及運輸過程中的連結，需要廣域覆蓋的網站及資產，以達成更智慧的物流。數位供應網路或是擴充企業，可能需要同時部署私人網路及公用網路，連結專用網站、產品流程及服務。

為了支援營運互連，工廠資產（如 OEM 機器）可以透過多重 SIM 卡技術，在整個生命週期間進行連結。由於能儲存多卡或雙卡，資產可以輕鬆地在公用網路及私人網路間切換。由於 SIM 卡切換通常需要 20-30 秒，所以這個方法不支援無縫漫遊，但也不需要重新開機設備。自動導引車（AGV）或自主移動機器人（AMR）等應用，在園區的私人網路及公用網路之間持續行動，所以不適合這種解決方案。但是，許多應用可以接受身份保存時所產生的短暫連結中斷。

例如，當產品在多個工廠組裝時，從一個工廠到另一個工廠的可追溯性非常重要，無論是在快速找出故障，還是為了便於即時製造。為了改進管制及客戶管理，新的連網工業資產可以將“角色”由發貨切換到部署，甚至是服務模式。每個階段可能都有特定的連結要求及規則，以確定設備何時應該切換 SIM 卡。

互連企業轉變經濟模式

在圖 23 中，無論企業是端到端控制整個價值鏈（MNE），或是價值鏈中的貢獻者（中小型企业 A 及中小型企业 B），製造業及商業的智慧整合，都會導致傳統經濟模式的轉變。製造階段提供大量標準化的產品，歷來被視為在價值鏈及供應鏈中加值最少的階段，而加值最高的階段是研發、行銷及售後服務。隨著數位工廠在工業 4.0 環境下的發展，製造階段的加值將隨著先進工業自動化及重組的發展而增加。研發階段也將意味著更高的加值，因為工業 4.0 代表在先進工業自動化、人工智慧（AI）、提高勞動力技能及（與客戶共同創造方面的投資。增加與製造業的互連，將帶來更快的原型設計及創新部署。

數位工廠的目標，是透過先進的資訊系統有效協調業務需求及營運流程。這些都可以透過行動解決方案妥善支援，行動解決方案可以連結分散在全球的企業。整合資訊流透過更智慧、更即時的決策來限制過度消耗。即使目前大多數應用都集中在優化生產現場，但潛在的優點，遠超出了製造現場的範圍。智慧製造在具有反饋迴路的地點之間進行，例如使用孿生分身（digital twins）技術加強產品的設計及品質，或者更快速向供應商處採購零件，更靈活應對突發事件。能變更或訂製在進行中的訂單，透過行銷分析持續整合客戶需求，這種能力可以更妥善平衡實際需求及供應。加強及利用這些類型的相互聯繫，無論在價值鏈中的位置或參與程度為何，都能為企業提升效率及價值。透過降低合作障礙，實際的網路可以幫助減輕工業管理及交易的部分波動性、不確定性及複雜度，而這又會激勵數位化整合及建立連網企業。

新技術持續推動全球化的浪潮。工業 4.0 可以催生網路化產業，實現更智慧的跨界協同合作，推動更具包容性及互連的世界。

行動雲端遊戲 — 商業前景看好

通訊營運商及遊戲公司，致力於為忠誠遊戲玩家提供一致且無延遲的行動遊戲體驗，進以掌握更多商機。

首批遊戲串流媒體服務在幾年前推出，最初針對的受眾是遊戲主機及PC遊戲玩家。如今，隨著5G網路及雲端遊戲服務在智慧型手機及平板電腦上的普及，拓展行動遊戲市場及進一步增強遊戲體驗的新機會也因應而生。5G網路結合邊緣運算技術，將使智慧型手機上的遊戲串流媒體服務，擁有與PC或遊戲主機相同的體驗品質（QoE），也為行動裝置的創新型沉浸式行動遊戲開啟大門。

過去三年，最新一代遊戲主機的全球年銷量為4,000萬台到5,000萬台。而在同一時期，4G用戶量年平均成長了6.85億。此外，預期到2026年底，5G智慧型手機用戶數量，將從2020年的約2億人增加到超過30億人。智慧型手機用戶的強勁成長，以及4G及5G網路功能的持續發展，將顯著擴大行動遊戲串流媒體服務的市場規模。

5G營運商加入提供行動雲端遊戲服務

在已經開始供應商用5G服務的106家通訊營運商中，⁴ 有22家已經宣布提供單獨訂閱或加值型5G方案套裝提供的行動雲端遊戲服務。大多數服務（來自19家通訊營運商）都是通訊營運商與雲端遊戲供應商合作提供的訂閱遊戲服務，其中包含的遊戲數量通常從30到100多個不等。訂閱月費因遊戲營運商而異，通常在6-18美元之間。此外，部分通訊營運商還在某些加值型方案中提供免費遊戲服務。⁵ 目前該類別所包含的遊戲種類多樣，從休閒遊戲到更複雜的多人遊戲都有，偶爾也被標榜為5G雲端遊戲。許多遊戲都能在4G網路上使用，無需5G即可獲得良好的遊戲體驗。然而，因為需要更高頻寬及更低（可預測的）延遲，沉浸式遊戲在5G上的體驗會更好。通訊營運商及雲端遊戲供應商建立合作的主要目標之一，就是探索如何同時管理及優化5G及4G網路，以提供卓越的體驗品質。

智慧型手機導致遊戲主機銷量驟減

雖然行動雲端遊戲市場仍處於起步階段，但整體手機遊戲市場已經相當龐大。目前，全球有超過24億手遊玩家，其中亞洲是最大的市場，營收超過410億美元。手機遊戲約占全球遊戲產業總營收的50%。² 2019年，全球33%的應用程式下載與手機遊戲有關，占Android及iOS作業系統這兩大數位平台上所有消費支出的74%。³

行動遊戲串流媒體服務的市場驅動因素包括：

- 智慧型手機用戶的持續強力成長
- 即將全面部署的5G網路，帶來高數據流量、網路容量及新短時延通訊或超可靠的低延遲通訊（URLLC）
- 提供大量運算及儲存資源（中央及邊緣）的雲端資料中心的增加
- 通訊營運商、邊緣雲端供應商及雲端遊戲營運商之間合作夥伴關係的強化
- 新舊（遊戲主機）遊戲營運商，相繼推出新的雲端遊戲服務
- 通訊營運商推出自己的服務
- AR、VR及XR等新型裝置發展前景樂觀

¹ www.statista.com

² www.dotcominfoway.com

³ App Annie，「2019年行動市場現況」（“The state of mobile 2019”）。

⁴ 愛立信分析，2020年10月。

⁵ 遊戲服務產生的流量，不計入用戶的每月流量方案中。

串流媒體遊戲深受韓國5G用戶青睞

韓國遊戲市場的演進歷程頗為引人注目。韓國是僅次於美國、中國及日本的第四大手遊市場，擁有強大的遊戲文化，專業玩家在國際電競賽中占有主導地位。做為全球普及率最高的平台之一，智慧型手機現已成為最受歡迎的遊戲裝置。根據一份2020年韓國遊戲用戶報告指出，超過88%的手機遊戲玩家每週至少有2-3天會玩遊戲，而有44%的玩家每天都進行遊戲。這些玩家在工作日玩手遊時間是每天平均96分鐘，週末是每天平均121分鐘。韓國三大通訊營運商都與主要的國際遊戲營運商建立合作關係，提供訂閱的行動雲端遊戲串流媒體服務，其中有兩項服務訂閱不要求用戶必須是特定通訊營運商的行動用戶。此外，這三家通訊營運商都在自主研發的平台上提供串流媒體及可下載遊戲組合，包括透過頭戴式裝置與智慧型手機

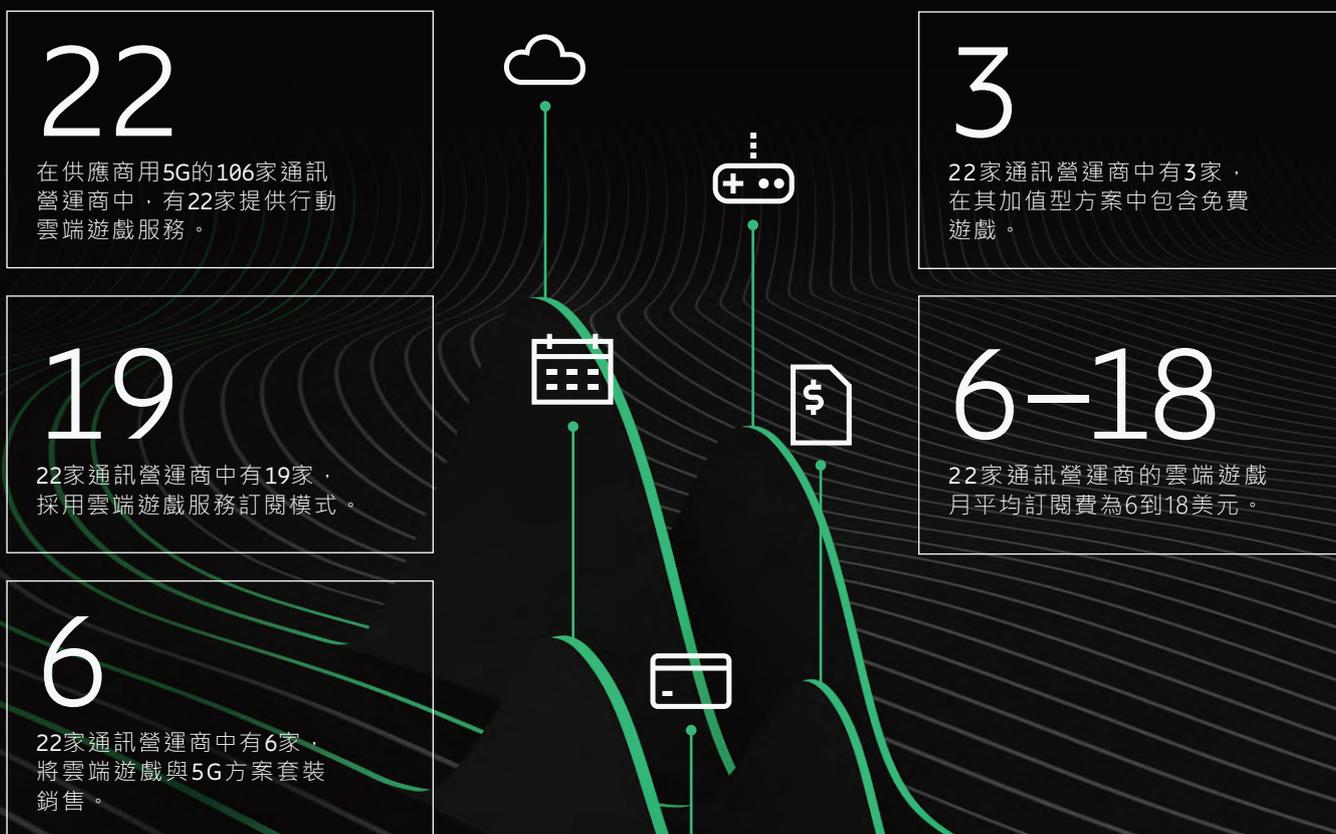
連結的串流媒體VR以及可下載的AR版本。這些服務都免費提供給5G加值型流量方案用戶。據SK電信表示⁶，5G用戶使用遊戲的頻率是4G使用者的2.7倍。在SK電信自主研發的雲端遊戲平台上玩遊戲的智慧型手遊玩家，有55%使用Wi-Fi連結，45%使用行動連結。

雲端遊戲訂閱模式占有主導地位

如今，行動遊戲玩家主要以休閒遊戲玩家為主，但是，隨著遊戲發行商及通訊營運商開始提供無需專用昂貴硬體，或是透過PC即可取得卓越體驗的加值型遊戲，新的細分市場很有可能因應而生。達成此一目標需要面對的市場挑戰之一，是將休閒玩家轉換為遊戲付費訂閱用戶。作為一種服務模式，訂閱式數位音訊及視訊串流媒體已經在產業中脫穎

而出，數百萬人願意為擺脫DVD或CD，而按月支付服務費，這將為串流媒體營運商帶來營收及現金流的可預測性。數位化客戶互動及參與，有助於增強對客戶的了解，從而能為每名使用者（而不是一群客戶）量身訂製產品。現在，許多遊戲營運商都提供各類遊戲產品的訂閱服務。通訊營運商與遊戲營運商之間的協議因市場而異，具體取決於合作範圍。例如，通訊營運商可能根據雲端遊戲營運商的外包解決方案來開發自有品牌遊戲產品，或者跟他們簽訂行銷及通路合作協議。這些協議的簽署可能是為了收益分享，但贏得並留住新客戶，以及透過與眾不同的價值主張來促使用戶轉移到5G，也是主要意圖之一。通訊營運商還透過其他方法提供自有品牌遊戲服務，其中某些服務僅限訂閱使用者，而另一些則開放給市場上的所有行動用戶。

圖24: 106家5G營運商的行動雲端遊戲現況



⁶ KOCCA，韓國創意內容行銷處。

⁷ 二月 2020。

進階遊戲的效能需求帶來新商機

有強大網路效能需求的進階遊戲，將需要卓越的連線及邊緣運算功能。這些功能可由通訊營運商直接提供給遊戲供應商，也可透過全託管/合作方式由合作夥伴間接提供。然而，這將需要建立新型合作關係，以便共同把握未來的行動遊戲應用商機。遊戲產業生態合作體系中，夥伴關係需要高度靈活，以便在擁有不同需求及興趣的諸多遊戲夥伴之間，實現具有成本效益的合作。

遊戲越複雜所需網路效能越高

與串流視訊相同，很大一部分雲端遊戲是透過固網傳輸。但5G行動網路及無線固網接入（FWA）網路，也可望承載大量的未來雲端遊戲流量。為了促進雲端遊戲服務的普及，遊戲營運商必須在保證體驗品質的同時，適應行動網路及行動裝置的功能。這意味著透過固網連結到大螢幕的4K高畫質即時視訊遊戲，可以透過行動網路縮小為720p視訊遊戲串流，但不會降低智慧型手機上的多人遊戲體驗品質。串流媒體遊戲需要更快的視訊編碼，以便在遊戲過程中維持滿足低延遲及高數據速率的需求。一些雲端的遊戲平台供應商，建議將穩定地的每秒下行鏈路10Mbps資料傳輸速度設為當前在行動網路遊戲的最低要求，以確保能在智慧型手機上取得良好的體驗品質。

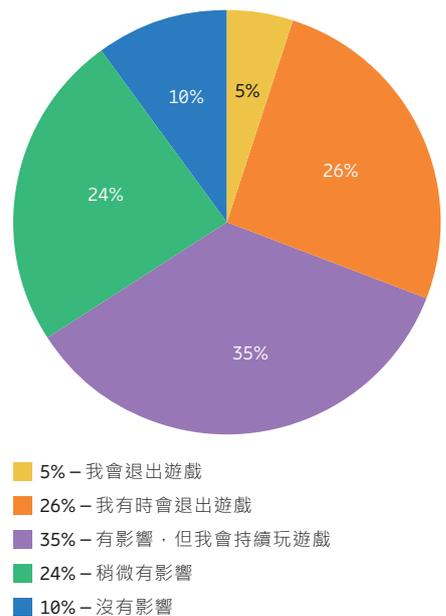
然而，播放具有複雜圖形快節奏遊戲的其他雲端遊戲平台，則需要15Mbps的平均傳輸量及25Mbps或更高的峰值傳輸量。隨著遊戲的速度及複雜度不斷提高，它們將需要更低的網路延遲及更高的頻寬。對低延遲要求更高的雲端遊戲，如第一人稱射擊遊戲及快速多人互動遊戲，極有可能需要20-30毫秒的端到端網路延遲，以及大約99.9%的上行及下行鏈路可靠性，才能提供卓越的體驗品質。沉浸式VR遊戲，對延遲及可靠性的要求甚至更高。

體驗品質是改變遊戲規則的要素

不同類型的遊戲對行動網路的數據傳輸速率、延遲及可靠性有著不同的要求。快速行動的第一人稱射擊遊戲需要高可靠性、低延遲（短時延）通訊，而慢速行動的策略類遊戲則只需要行動寬頻服務平常的延遲性。根據遊戲類型的不同，玩家對體驗品質的期望也有所差異。一般情況下，第一及第三人稱射擊遊戲相對更注重畫面播放速率而非解析度，而那些無需快速做出反應的幻想類型遊戲，則更加注重高解析度而非畫面播放速率。

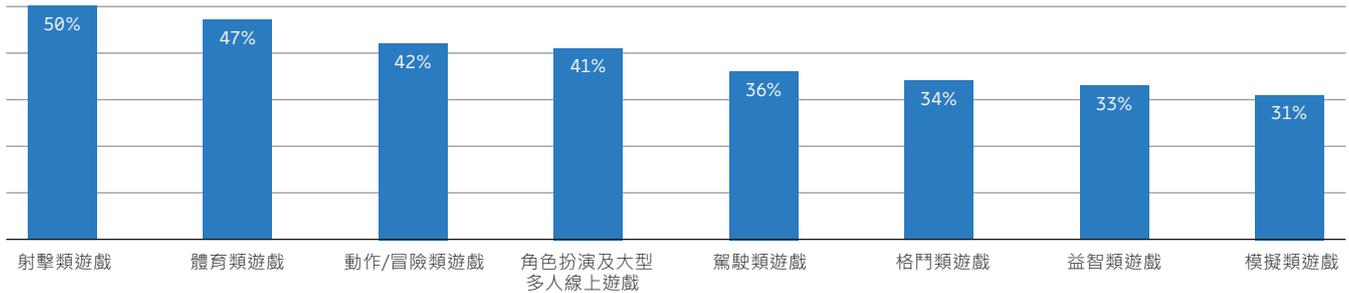
考慮到行動網路品質的自然變化，遊戲視訊串流必須能適應無線網路條件、行動性（切換）及緩衝等方面的變化，以確保各類遊戲都能獲得良好的體驗品質。對於視訊串流，用戶端裝置的數據緩衝可以支援連結變化；但在遊戲串流，遊戲輸入及觀看之間的延遲很重要，因此不允許在用戶端進行緩衝。遊戲串流媒體服務具有自我調整品質的調節能力，但是如果沒有大規模的媒體緩衝區，則不穩定的網路連結將影響到體驗品質。遊戲服務的具體延遲需求，取決於遊戲類型、玩家個人技能及對延遲的接受度等多個因素。

圖25: 玩家對遊戲遲延（網路延遲）的反應



資料來源：愛立信消費者行為研究室（2019年）。研究對象：巴西、中國、法國、日本、韓國、英國及美國，年齡在15到69歲之間，每週至少玩一次遊戲的玩家（7,000名受訪者）。

圖26: 體驗到遊戲遲延 (網路延遲) 的玩家比例, 依遊戲類型區分



資料來源: 愛立信消費者行為研究室 (2019年)。

研究對象: 巴西、中國、法國、日本、韓國、英國及美國, 年齡在15到69歲之間, 每週至少玩一次遊戲的玩家 (7,000名受訪者)。

Lag遲延 (網路延遲), 是線上遊戲最常見的問題之一, 對遊戲體驗的滿意度造成很大的影響。愛立信消費者行為研究室針對7,000名消費者展開的一項線上調查顯示, 在每週至少玩一次視訊遊戲的玩家中, 有90%在遊戲期間受到過延遲的影響, 至少三分之一的玩家有時會因此退出遊戲。遊戲玩家對延遲的感知體驗, 取決於所玩的遊戲類型; 相較於其他類型, 那些需要快速做反應的遊戲, 更容易讓玩家感受到延遲。

5G 成就下一代遊戲

如同針對視訊串流媒體, 營運商也在為其使用者開發原創內容。雲端遊戲供應商可望開發出“5G原創”雲端流媒體遊戲, 這些遊戲既能適應行動裝置的具體情況 (例如, 小螢幕及有限的輸入選項), 同時又能適應行動遊戲玩家所處的環境 (新型VR及AR遊戲)。透過利用行動裝置上的各種感測器 (如鏡頭、光感測器、GPS、加速度計及聲音感測器), 可以感知環境並將其情境化, 進而對應產生新的遊戲內容, 豐富遊戲的體驗。

玩家對新遊戲及遊戲平台的要求越來越高, 適用於日常視訊串流的解決方案, 並不足以滿足進階遊戲應用的需求。隨著網路向5G演進, 延遲時間縮短將推動雲端遊戲進入下一個階段。短時延通訊的目標, 是在指定的延遲內傳輸數據並保證速度; 例如, 50毫秒的網路延遲及99.9%的可靠性。它與行動寬頻有著根本的不同, 行動寬頻在一般網路狀態下提供網路資源中最高數據傳輸速率, 但不提供任何延遲保證。

通訊營運商可以透過軟體升級, 為5G NR營運商添加對短時延通訊的支援。5G網路中的切片框架, 可以同時跨越無線、傳輸及核心網路, 來配置及連結運算與網路資源, 進而為遊戲預留專用資源。隨著網路的原生雲設計程度持續提升, 網路功能 (NF) 的佈局及部署將變得越來越靈活, NF可以搭配部分遊戲工作負載, 以確保滿足遊戲效能需求。

短時延通訊產業生態合作體系從2021年開始發展, 具有端到端網路切片及邊緣運算特色。預計到2021年後, 短時延通訊領域的主要功能成長, 可望超越獨立的5G網路。

雲端遊戲突顯出5G對消費者及企業的全部潛力 - 遊戲玩家將受益於豐富的體驗, 包括更輕便實惠的遊戲裝置, 更長的電池壽命, 以及煥然一新的沉浸式遊戲體驗, 而通訊營運商則可以獲得大量的新商機。

在無線接入網路中, 實現短時延通訊/URLLC所需的主要功能包括:

- 網路切片
- 高可靠度鏈路調整及調度
- 上行鏈路配置授權
- RAN速率建議
- 多重發送及接收點
- 冗餘傳輸 (redundant transmissions)
- 穩定的訊號傳輸格式
- QoS基礎的許可及負載控制
- 即時搶占及優先排序機制
- 有條件切換
- 雙啟動協議切換 (dual active protocol stack)
- 快速重傳協議
- 插槽聚合

營運商面對成功的三種途徑

根據他們決定引領、挑戰或是追隨市場，營運商面對三種不同的策略選擇。而所選擇的策略，直接與市場績效有關。

制定可執行的策略，是所有企業取得成功的關鍵。根據企業資產、市場狀況及競爭格局選擇正確的策略非常重要。愛立信曾針對全球 300 多家營運商進行調查，以瞭解他們的策略有哪些相似及不同之處，並可以確定，透過成功執行策略，取得最大回饋，是一流營運商的主要特徵。

營運商以不同策略競爭

這次調查將營運商採用的三種策略分別稱為：品質導向策略、產品導向策略及產業導向策略。¹ 雖然這些策略的重點及具體特徵各不相同，但制定基礎卻是有幾項相同的關鍵要素，營運商根據自身優勢及所選業務目標，對這些要素重視程度不一。

19%

19%的營運商部署了品質導向策略 – 他們的網路效能處於領先地位。

品質導向

市場領導者通常採用品質導向策略，他們一般都是老牌的領導營運商，因此傾向於在網路覆蓋範圍及品質方面保持領先優勢。該策略的關注點及投資，主要集中在網路轉型、網站、頻譜、以及率先部署最新技術，來保持品質領先。這些營運商的市場宣傳，通常以突顯網路效能優勢為主。品質導向營運商通常比競爭對手擁有更多的資源及選擇，因此幾乎沒有策略合作夥伴。

28%

28%的營運商部署了產品導向策略 – 他們透過新服務來挑戰競爭對手。

產品導向

產品導向策略主要由挑戰者部署，其目的是率先推出新產品。該策略的主要特徵，是保持高水準的市場創新以獲取市占比例，通常採取通用產品及定制版本結合的形式。這些挑戰者透過大量的廣告及促銷活動為產品造勢，並利用“先發優勢”。產品導向營運商還與多個合作夥伴，在產品及服務領域展開合作。他們在營運中通常使用現代技術（如AI），並廣泛使用全通路（omni-channel）客戶體驗管理策略。

38%

38%的營運商部署了產業導向策略 – 他們專注於物超所值的提案。

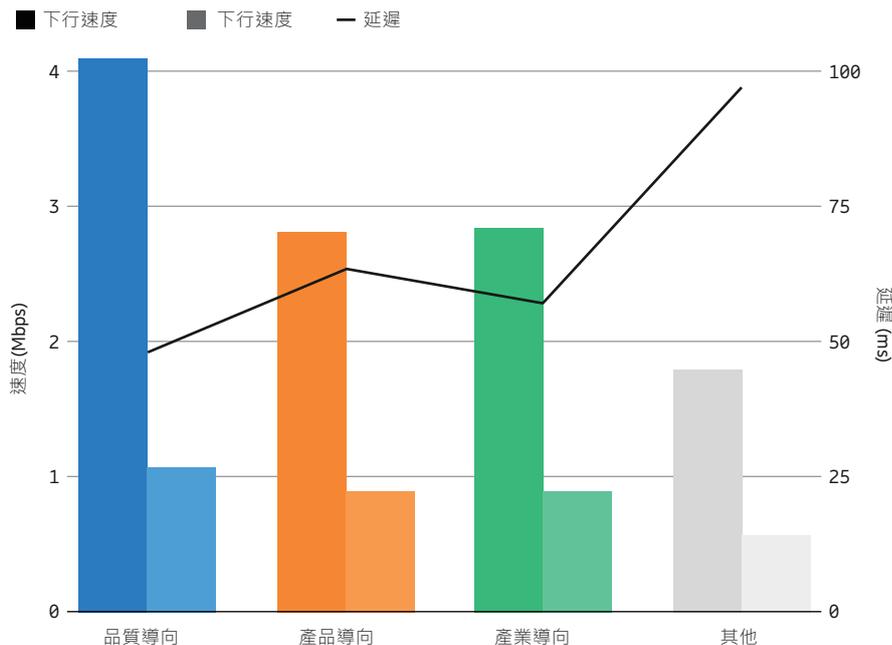
產業導向

大多數營運商遵循一般市場趨勢，這裡稱之為產業導向策略。這些營運商很少或永遠不會率先推出新產品，從他們對網路品質的態度便可見一斑。產業導向策略與品質導向策略相似，但採用該策略的營運商沒有成為領導者的野心或潛力。這些營運商對其服務產品的上市、配銷、廣告活動及子品牌使用，也採用產業導向策略。產業導向營運商可以做為快速跟進者而取得成功，關注以物超所值的基礎來滿足客戶群的需求，每用戶平均收入（ARPU）通常較低。

¹ 15%的營運商在我們所分析的策略要素中得分較低，因此不清楚他們在執行哪種策略，我們將其歸類為“其他”。

方法

這項愛立信研究，使用公開訊息對全球 121 個國家/地區的 308 家營運商進行了研究及分析。應用並修訂了最初由麻省理工學院 C.Campbell-Hunt 開發的策略分析架構，以使其適用於電信產業。透過將研究結果與其他內部研究或外部來源進行交叉比較，擴展了對營運商的財務績效、服務產品及網路效能的分析。資料來自 2020 年第一季至第三季。

圖 27: 全球網路效能

69%

目前，69%的品質導向營運商已推出針對智慧型手機的5G商用服務。

憑藉永續網路效能領導力脫穎而出

網路效能資料²顯示，調查樣本傳輸量達標概率為90%，這意味著90%的樣本都能提供優於圖27顯示的網路效能。這說明，採用品質導向方法的營運商成功執行策略，在網路效能方面與其他營運商拉開差距，在加快下行及上行速度，以及降低延遲方面都取得了顯著成果。產品導向及產業導向營運商只希望擁有“足夠好”的網路效能，雖然比不上品質導向營運商，但卻無需在網路轉型方面投入太多資金。

如今，69%的品質導向營運商推出了針對智慧型手機的5G商用服務，目的在利用5G進行適度的產品溢價，進一步鞏固自身地位。只有31%的產品導向及16%的產業導向營運商推出了5G商用服務。儘管產品導向營運商選擇的價格定位，與品質導向營運商非常接近，但產業導向營運商的溢價卻比

他們高出50%以上。這顯示產業導向策略是以早期用戶為目標的短期掠取策略，而不是一邊推動市場部署率、一邊等待市場就緒。同樣，品質導向營運商在無線固網接入(FWA)領域更為活躍，目的是利用網路效能輔助固網或與之直接競爭。80%的品質導向營運商在市場上提供FWA產品，高於65%的全球平均水準，品質導向營運商設法保持領先地位。產品導向營運商在改進產品以支援創新型5G服務方面存在壓力，如雲端遊戲，因為這些服務的低延遲及高頻寬要求，都是此類營運商目前所無法滿足。³

透過對服務產品進行分析⁴，我們發現產品導向營運商往往會將網路效能，與特定應用及最終用戶期望做結合，例如推廣面向視訊流的最佳網路。而品質導向供應商則主要關注覆蓋範圍及效能，在進行產品推廣時更有可能側重於網路效能及現有優質客戶群。

具體策略選擇取決於各地區市場條件

在中東地區，品質導向營運商比例最高，約為45%，這是因為該策略的實施需要對網路進行大量投資。若依市場區分，則各種策略所占比例差異最大的似乎是西歐地區。

45%

中東地區的品質導向營運商比例最高，為45%。

在非洲，產品導向策略最為常見，營運商頻繁提供與行動數據使用者相關的各項服務，如遊戲、網路銀行及保險等。與中美洲及南美洲相似，本次調查並未在非洲發現品質導向營運商。

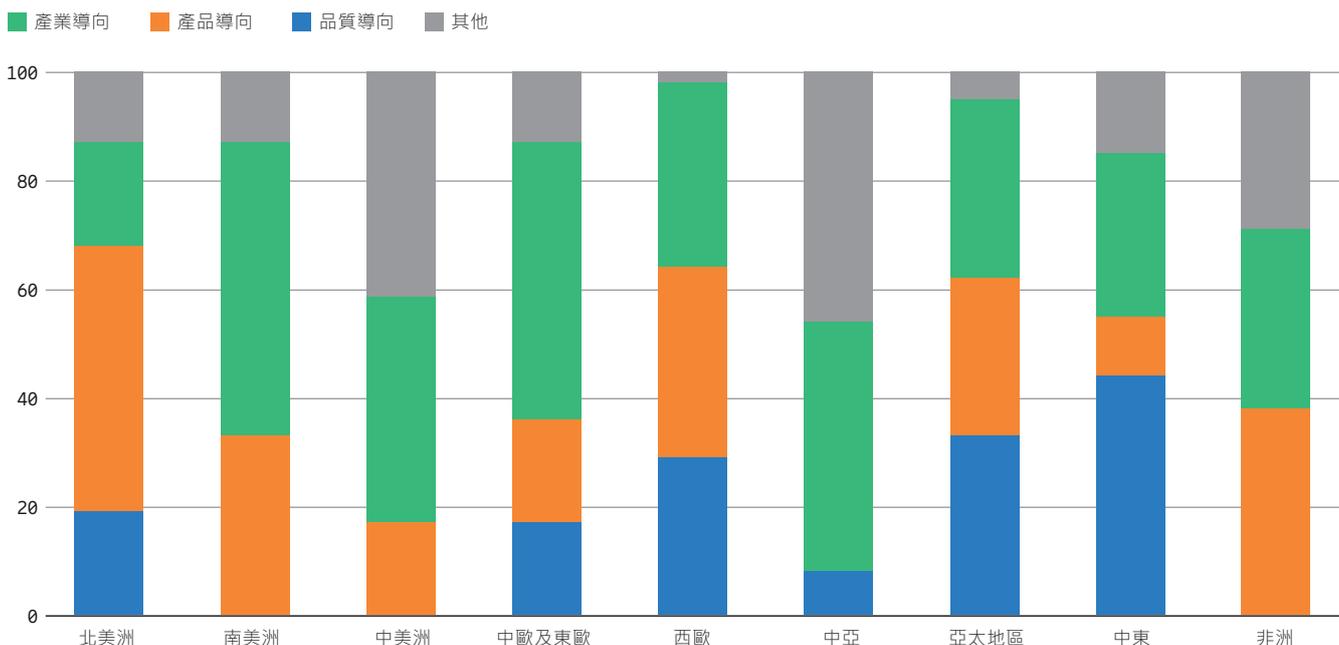
中歐及東歐偏離了全球平均水準，產業導向營運商所占比例，明顯高於全球平均水準，而品質導向營運商所占比例則明顯低於全球平均。以前，中歐及東歐的國有老牌營運商在品質導向策略方面的比例，基本位居全球首位。但在本次調查中，該地區品質導向營運商所占比例卻位於全球較低水準，這顯示該地區的老牌公司對網路轉型的關注度，不如其他地區的同業，投資水準也沒有跟上，因此未能在我們的分析中獲得高分。同時，在全球其他地區（尤其是西歐），許多領域的營運商都在頻繁收購排名第二或第三的公司。有了額外的財政支援，他們就能持續提升地位，進而在網路效能方面達到甚至超過中歐及東歐同業的水準。

²資料來源：愛立信對Ookla®的Speedtest Intelligence®資料的分析（2020年第三季）。資料代表網路效能最差的10%樣本。

³愛立信行動趨勢報告《行動雲端遊戲 — 商業前景看好》，第25-28頁（2020年11月）。

⁴針對消費者的更多服務產品選項：www.ericsson.com/en/mobility-report/articles/service-offering-choices-for-the-consumer。

圖 28: 各地區策略分布 (百分比)



不同的策略擁有不同的財務KPI

對照績效指標進行交叉分析發現，不同的策略會產生不同的結果，顯示出這些策略支援營運商實現不同業務目標的表現。在全球市場，產業導向營運商的營收成長為領先，多數這類營運商都位於全球 50 大行列。

另一方面，品質導向營運商在EBITDA (稅前息前折舊攤銷前獲利)、市場比例及 ARPU 方面處於領先地位。從資本支出占銷售額的比率來看也是如此，由於品質導向策略側重於網路轉型及品質，因此這樣的表現也不足為奇。

在六項KPI中，品質導向營運商有四項指標在本地市場表現最佳

我們所研究的每一個市場，至少都具有兩家或兩家以上的營運商的財務資料，並根據各種策略在每個財務KPI中的表現，對他們進行排名，因此能找出其策略在每個市場中處於什麼位置。

第1名

以五年營收成長KPI來衡量，產品導向營運商通常拔得頭籌。

當以五年營收成長來衡量時，產品導向策略通常占有首位。在大多數市場中，品質導向營運商都擁有最高的市占比例及最佳現金流，他們還擁有最高的 ARPU，緊跟在後的是產品導向營運商。產業導向策略在 EBITDA 方面位居第一，品質導向策略則緊隨其後。

做為KPI之一，市占率在本次調查中最為突出：品質導向營運商在我們所分析的超過一半的市場中佔據首位，產品導向營運商則位居第三。

這可能是市場領導者通常選擇品質導向策略，而挑戰者則傾向於產品導向策略的自然結果。

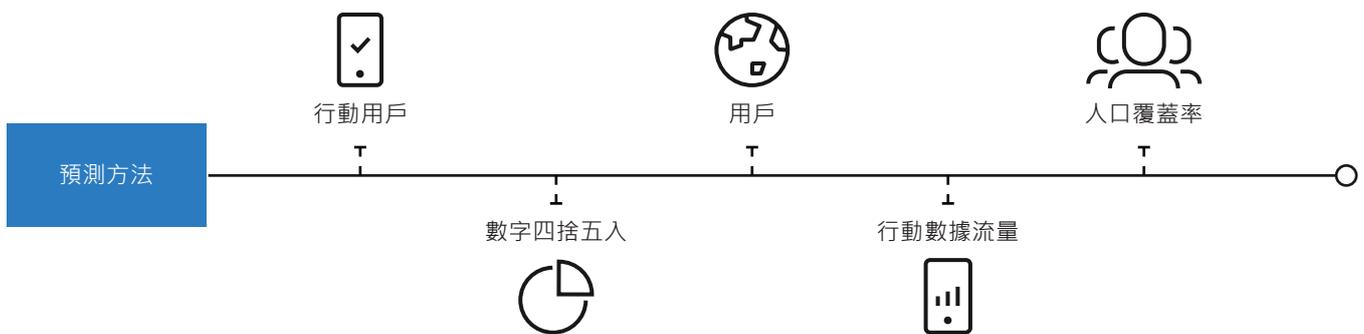
正確的策略選擇及執行能力是成功關鍵

營運商採用不同的策略參與競爭，進而獲得不同的回報。透過了解當地市場狀況及商業資產，一流的營運商可以充分運用競爭優勢來挑戰市場，並且優化報酬率。品質導向供應商，在網路效能方面建立並保持永續競爭差距；產品導向供應商提供創新型服務產品及客戶體驗管理；產業導向供應商則是快速跟進者。這些策略都各有利弊，營運商應該根據自己的具體情況慎重選擇。

圖 29: 在各自的本地市場中，領先KPI的營運商排名



研究方法



預測方法

愛立信定期進行預測，以支援內部決策規劃及市場行銷。本《行動趨勢報告》的預測期為6年，並在每年11月份的報告為起點向後推測6年。本報告中的用戶數及流量預測是以各種來源的歷史數據為基礎，並透過愛立信的內部數據來驗證，包括客戶網路中的大量測量數據。對未來發展的評估是以宏觀經濟趨勢、用戶趨勢、市場成熟度、技術發展預期以及各種其他資料，如產業分析報告及內部假設分析等。

如果基礎資料有所變更，例如營運商報告更新用戶數字時，愛立信可能會修改相關歷史數據。

行動用戶

行動用戶包括所有行動技術。愛立信根據手機及網路能提供的最先進技術區分用戶。我們依技術劃分的行動用戶，根據他們能使用的最高階技術進行區隔。在大多數情況下，LTE用戶還包括能接入3G (WCDMA/HSPA) 及2G (GSM 或 CDMA) 網路的使用者。如果用戶與支援3GPP R15中指定的NR裝置相關聯並連結至5G網路，則將其計為5G用戶。行動寬頻包括無線接入技術HSPA(3G)、LTE(4G)、5G、CDMA 2000 EV-DO、TD-SCDMA 及 Mobile WiMAX。不包括不含 HSPA及GPRS/EDGE 的WCDMA用戶。

無線固網接入 (FWA)，是透過支援行動網路的用戶端設備 (CPE) 提供寬頻接入的連結，包括室內 (桌面及窗口) 及室外 (屋頂及壁掛式) CPE，不包括使用電池的可攜式Wi-Fi路由器或介面卡。

數字四捨五入

數據進行了四捨五入，因此可能與實際總數略有不同。關鍵數據表中的用戶數已四捨五入至十萬單位。然而，為了更清楚的表達，本文的用戶數通常以十億或億為單位。複合年增長率 (CAGR) 根據基礎以未四捨五入的數據計算，然後被四捨五入為整數百分比，流量則以兩位或三位數來表示。

用戶

簽約數和用戶數之間存在較大差異，這是因為許多用戶同時有多項服務。造成此情況的原因可能包括消費者本身對不同類型的行動電話服務及資費作區隔，以擴大行動通訊覆蓋範圍，及針對行動PC/平板電腦與手機使用不同的合約，以降低流量費用。此外，從營運商資料庫刪除非活躍用戶需要一些時間。因此行動通訊普及率可能超過100%，如今在許多國家都是如此。

然而，在一些發展中國家和地區，多人共享一個門號也屢見不鮮，例如透過家庭或社區分享電話。

行動網路流量

愛立信定期測量全球所有主要區域 100多個現網的流量，並將這些測量結果做為計算全球總行動流量的代表性基礎。針對一些選定的商用網路，還會進行詳細的流量測量，目的在了解行動數據流量是如何發展的。這些測量不包括用戶數據。

人口覆蓋率

人口覆蓋率，是使用區域人口及領土分布資料庫，以人口密度為基礎估算得出。我們結合這些數字與無線基地台 (RBS) 裝機的特定數據，估算出每個基地台對六類人口密度群 (從都市到鄉村共分為六類) 的覆蓋率。基於該數據，我們能估算出某項技術對每個區域的覆蓋率，以及其代表的人口百分比。透過總計區域及全球等級的數字，我們將能計算出每項技術的全球人口覆蓋率。

名詞對照

2G: 第二代行動網路 (GSM, CDMA 1x)	FDD: 頻分雙工	行動路由器: 具備行動網路連網能力的裝置，該裝置可透過 Wi-Fi 或乙太網路，連結一個或多個用戶端 (如PC或平板電腦)
3G: 第三代行動網路 (WCDMA/HSPA, TD-SCDMA, CDMA EV-DO, Mobile WiMAX)	GB: 10 ⁹ 位元組	NB-IoT: 用於物聯網連結的3GPP標準化低功率廣域 (LPWA) 行動技術
3GPP: 第三代合作夥伴計畫	Gbps: 千兆比特每秒	NFV: 網路功能虛擬化
4G: 第四代行動網路 (LTE, LTE-A)	GHz: 千赫茲 · 10 ⁹ 赫茲 (頻率單位)	NR: 3GPP Release 15定義的New Radio
4K: 在視訊中，水準顯示解析度為4000像素。3840 × 2160 (4K UHD) 解析度在電視及消費媒體中使用。在電影產業，4096 × 2160 (DCI 4K) 占主導地位	GSA: 全球行動供應商協會	OEM: 原始設備製造商
5G: 第五代行動網路 (IMT-2020)	GSM: 全球行動通訊系統	OT: 營運技術
App: 可下載並在智慧型手機或平板電腦上執行的軟體應用程式	GSMA: GSM 協會	PB: 10 ¹⁵ 位元組
AR: 擴增實境。現實環境的互動式體驗，透過電腦產生的感知資訊，“增強”停留在現實世界的物件上	HSPA: 高速分組接入	Short-range IoT: 主要由透過免執照無線技術互連的設備組成，範圍一般不超過100公尺，如Wi-Fi、藍牙及Zigbee
CAGR: 複合年成長率	Kbps: 千比特/秒	SLA: 服務層級協議
Cat-M1: 用於物聯網連結的3GPP標準化低功率廣域 (LPWA) 行動技術	LTE: 長期演進	Smartphone: 擁有作業系統的手機，能下載及執行應用程式，例如iPhones、Android作業系統手機、Windows手機，此外還包括Symbian及Blackberry作業系統
CDMA: 碼分多工存取	MB: 百萬位元組 · 10 ⁶ 位元組	TD-SCDMA: 時分同步碼分多工存取
dB: 在無線傳輸中，分貝是一個對數單位，可用於輕鬆總計媒體從發射器傳輸至接收器的訊號增益或損耗	Mbps: 兆比特/秒	TDD: 時分雙工
EB: 10 ¹⁸ 位元組	MHz: 兆赫茲 · 10 ⁶ 赫茲 (頻率單位)	VoIP: IP語音 (國際網路協定)
EBITDA: 稅前息前折舊攤銷前獲利	MIMO: 多輸入多輸出，是指在無線設備上使用多個發射器及接收器 (多個天線) 以提高效能	VoLTE: GSMA IR.92規範所定義的LTE語音系統
EDGE: GSM演進增強型資料速率	mmWave: 毫米波是極高頻率範圍 (30-300GHz) 內的無線電波，波長在10mm至1mm之間。在5G環境中，毫米波指24至71GHz之間的頻率	WCDMA: 寬頻碼分多址
	行動寬頻: 採用5G、LTE、HSPA、CDMA2000 EV-DO、行動WiMAX及TD-SCDMA等無線接入技術的行動數據服務	Wide-area IoT: 由使用行動連結的設備，以及免執照低功耗技術 (如Sigfox及LoRa等) 所組成
	Mobile PC: 定義為帶有內置行動晶片或外部USB加密狗的筆記型電腦或臺式PC裝置	

全球及區域關鍵資料

愛立信行動市場展示平台 Ericsson Mobility Visualizer

利用愛立信最新的互動式Web應用程式，可以探索本《行動趨勢報告》中的實際及預測數據。其中包含系列數據類型，包括行動用戶數、行動寬頻用戶數、行動數據流量、各項應用類型流量、VoLTE統計、每台裝置每月數據用量、以及物聯網裝置預測。您可以匯出數據，在其他出版品中使用所產生的圖表，只需要註明愛立信為資訊來源。

如需了解更多資訊
請掃描QR碼，或造訪
www.ericsson.com/en/mobility-report/mobility-visualizer



全球關鍵數據

行動用戶	2019	2020	2026 預測值	CAGR* 2020–2026	單位
全球行動用戶數	7,900	7,940	8,770	2%	百萬
• 智慧型手機用戶數	5,640	6,060	7,520	4%	百萬
• 行動PC、平板電腦極行動路由器的用戶數	270	290	450	8%	百萬
• 行動寬頻用戶數	6,100	6,420	7,950	4%	百萬
• 行動用戶數，僅使用GSM/EDGE	1,650	1,370	650	-12%	百萬
• 行動用戶數，WCDMA/HSPA	1,860	1,630	700	-13%	百萬
• 行動用戶數，LTE	4,290	4,670	3,940	-3%	百萬
• 行動用戶數，5G	-	220	3,470	59%	百萬
• 無線固網接入連結	51	62	180	20%	百萬
固網寬頻連線	1,160	1,200	1,500	4%	百萬
行動流量					
• 每支智慧型手機產生的數據流量	6.7	9.4	34	24%	GB/月
• 每台行動PC產傷的數據流量	15	17	29	9%	GB/月
• 每台平板電腦產生的數據流量	6.9	8.2	18	14%	GB/月
總流量					
行動數據總流量	34	51	226	28%	EB/月
• 智慧型手機	32	49	220	29%	EB/月
• 行動PC及路由器	0.8	1.0	1.6	9%	EB/月
• 平板電腦	0.9	1.1	3.9	23%	EB/月
無線固網接入	6.2	9.3	67	39%	EB/月
固網數據總流量	140	170	490	19%	EB/月

區域關鍵數據

行動用戶數	2019	2020	2026 預測值	CAGR* 2020–2026	單位
北美	380	390	430	2%	百萬
拉丁美洲	660	650	700	1%	百萬
西歐	510	510	520	0%	百萬
中歐及東歐	570	550	560	0%	百萬
東北亞	2,040	2,080	2,230	1%	百萬
中國 ¹	1,600	1,620	1,710	1%	百萬
東南亞及大洋洲	1,130	1,110	1,200	1%	百萬
印度、尼泊爾及不丹	1,120	1,130	1,290	2%	百萬
中東及北非	710	710	850	3%	百萬
撒哈拉以南非洲	770	800	990	4%	百萬

¹ 這些數據也包含在東北亞地區的區域性數字中

區域關鍵數據

智慧型手機用戶數	2019	2020	2026 預測	CAGR* 2020–2026	單位
北美	310	320	350	2%	百萬
拉丁美洲	500	510	560	2%	百萬
西歐	420	420	430	0%	百萬
中歐及東歐	380	390	430	2%	百萬
東北亞	1,810	1,910	2,110	2%	百萬
中國 ¹	1,440	1,510	1,640	1%	百萬
東南亞及大洋洲	770	810	1,050	4%	百萬
印度、尼泊爾及不丹	620	760	1,150	7%	百萬
中東及北非	440	500	710	6%	百萬
撒哈拉以南非洲	390	450	720	8%	百萬
LTE 用戶數					
北美	350	350	80	-21%	百萬
拉丁美洲	340	390	390	0%	百萬
西歐	380	410	150	-15%	百萬
中歐及東歐	240	280	350	4%	百萬
東北亞	1,800	1,730	700	-14%	百萬
中國 ¹	1,230	1,410	530	-15%	百萬
東南亞及大洋洲	390	470	700	7%	百萬
印度、尼泊爾及不丹	550	710	820	2%	百萬
中東及北非	170	210	440	13%	百萬
撒哈拉以南非洲	90	120	290	15%	百萬
5G 用戶數					
北美	1	14	340	-	百萬
拉丁美洲	0	1	180	-	百萬
西歐	1	6	350	-	百萬
中歐及東歐	0	0	200	-	百萬
東北亞	9	193	1,470	-	百萬
中國 ¹	5	175	1,220	-	百萬
東南亞及大洋洲	0	2	380	-	百萬
印度、尼泊爾及不丹	0	0	350	-	百萬
中東及北非	1	1	130	-	百萬
撒哈拉以南非洲	0	0	50	-	百萬
每支智慧型手機產生的數據流量					
北美	8.4	11.8	49	27%	GB/月
拉丁美洲	3.8	5.8	29	30%	GB/月
西歐	7.6	11.3	46	26%	GB/月
中歐及東歐	5.1	7.3	29	26%	GB/月
東北亞	7.8	11.1	41	24%	GB/月
中國 ¹	7.8	11.0	39	24%	GB/月
東南亞及大洋洲	4.7	7.6	33	28%	GB/月
印度、尼泊爾及不丹	13.5	15.7	37	15%	GB/月
中東及北非	4.2	6.0	30	30%	GB/月
撒哈拉以南非洲	1.6	2.2	8.9	26%	GB/月
行動數據總流量					
北美	2.8	3.9	17	28%	EB/月
拉丁美洲	1.6	2.5	14	33%	EB/月
西歐	3.1	4.4	17	25%	EB/月
中歐及東歐	1.5	2.2	10	27%	EB/月
東北亞	12.7	19	78	27%	EB/月
中國 ¹	10.2	15	59	25%	EB/月
東南亞及大洋洲	3.3	5.6	32	33%	EB/月
印度、尼泊爾及不丹	6.7	9.6	35	24%	EB/月
中東及北非	1.6	2.6	18	38%	EB/月
撒哈拉以南非洲	0.55	0.87	5.6	36%	EB/月

* CAGR依據未四捨五入的數字計算。

** 數字按照四捨五入計算 (參見方法) · 因此而計算出的綜合數字 · 可能及實際數位有些許差距。

愛立信協助通訊營運商掌握連結的全方位價值。我們的事業領域跨越網路、數位服務、管理服務及創新業務，能幫助我們的客戶提高效率，實現數位轉型，並贏得嶄新營收來源。愛立信持續投資創新，從傳統電話到行動寬頻領域，致力服務全球數十億用戶。愛立信在斯德哥爾摩及紐約 NASDAQ (那斯達克) 上市。

如需更多資訊請造訪 www.ericsson.com