

5G 接入網、核心網分段演進，NR 只是第一步！

三大應用場景非一蹴可幾！ 「變現力」亦有待發掘

■文：任苙萍

首個 5G NR 的獨立組網 (Standalone, SA) 標準終於問世！但為何，關於 5G「純屬炒作」的雜音仍時有所聞？市調機構 Ovum 分析原因不外乎：1. 物聯網 (IoT) 雖被視為 5G 主要應用之一，可惜低功耗廣域網路 (LPWAN) 的大量機器連接標準並未列入 5G 標準制訂的初始階段——若營運商持續使用 Cat-M 和 NB-IoT，2022 年之前，或有望看到 5G LPWAN 商用技術；2.「固定無線接入」(FWA) 適用性受限，而「增強型行動寬頻」(eMBB) 短期內無法為營運商開啓新服務；3. 目前多數人的 5G 初體驗並未感受到 1Gbps 吞吐率的快

感。

有別於 3G 到 4G 的整體演進，5G 為同時應對 eMBB、超可靠低延遲通訊 (uRLLC) 和大規模機器通訊 (mMTC) 三大應用場景，3GPP 決定將接入網與核心網分段實施、各自獨立演進，亦衍生多種網路部署選項。第一期是今年底以前先就 NR 發佈 Release 15 (R15)，主要參考依據為南韓奧運和美國 FWA 試行結果；第二期是明年底前訂定 R16，將包括核心網路在內的完整 5G 架構全面標準化。Ovum 相信，大部分營運商將等到 2020 年後、待兩階段工作都完成，才會開始部署商用網路；因

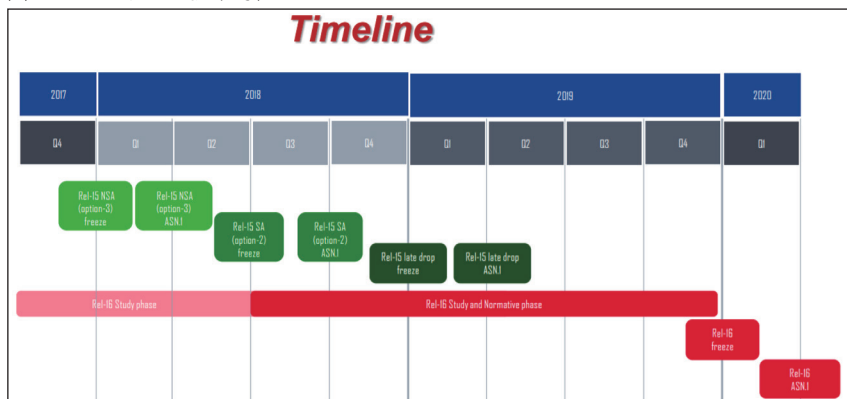
為 R16 底定前，恐有標準不相容的問題。

5G 引動光學網路升級循環，Small Cells 螞蟻雄兵助威

話雖如此，Verizon、韓國電信等營運商仍搶先釋出自己的 5G 規格，至於是否能「步入正軌」？今年下半年將見分曉。其中，愛立信 (Ericsson) 因與眾多無線團體都有合作，可能最接近正確答案。Ovum 主張，5G 發揮效益的前提是：1. 在發展新服務模式前，成功形塑商用示例；2. 證明無線電與核心技術的改變，將帶來令人驚艷的效率表現；3. 由技術商與營運商共同建立平台，提供範圍更廣、距離更長的傳輸。他們強調，5G 需要創造新的服務模式和市場，如果只著眼於速度較快的手機網路，將不具誘因、流於空談。

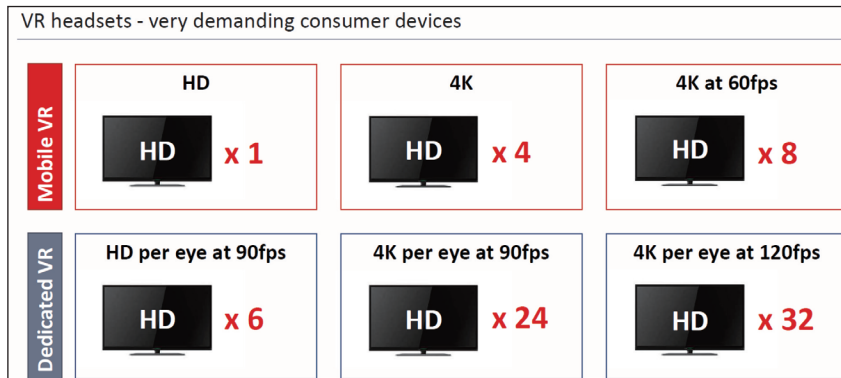
那麼，5G 對於普羅大眾的意義究竟為何？Ovum 認為將體現在下列面向：寬頻接入、擴增實境 (AR)／虛擬實境 (VR) 等沉浸

圖 1：3GPP 之 5G 提案時程



資料來源：[http://www.3gpp.org/ftp/Information/presentations/presentations_2018/RAN80_webinar_summary\(brighttalk\)extended.pdf](http://www.3gpp.org/ftp/Information/presentations/presentations_2018/RAN80_webinar_summary(brighttalk)extended.pdf)

圖 2：5G 可增進 VR 頭戴裝置的體驗品質 (QoE)



資料來源：Ovum 提供

式行動娛樂、低延遲的即時社交體驗、4K 超高清 (UHD) 媒體串流和下載、遠距醫療保健以及 IoT 大量機器通訊。他們指出，早期較高調的營運商，多放眼今年南韓平昌冬奧、澳洲英聯邦運動會，以及 2020 東京奧運和 2022 卡達世界盃等大型體育賽事而來，但美國電信商卻志在藉 5G 為 FWA 創造新營收，以 Verizon 最積極；AT&T 屬意 eMBB 優先，雖曾試行 FWA 卻未公告商用訊息。

T-Mobile 將使用 600MHz 頻率，重視覆蓋率甚於容量；Sprint 則選定 2.5GHz 發展大規模多輸入多輸出 (Massive MIMO) 技術，從 LTE 轉向 5G。為加速 5G 進展，「5G 公開試驗規範聯盟」(5G Open Trial Specification Alliance) 亦動作頻頻；除了擬訂 5G 技術規格的通用協議，還與晶片、裝置及網路廠商合作，快馬加鞭催生商用解決方案並發展、驗證用例。Ovum 認為，5G 具有類似蝴蝶效應的乘數效果，將引動光學網路 (Optical Networking) 升級循環；透過「小型蜂巢基地台」(Small

Cells) 的大量部署，最終將把 5G 擴展至全球所有角落。

大陸傾力發展 5G 核心架構，Microsemi 搶頭香

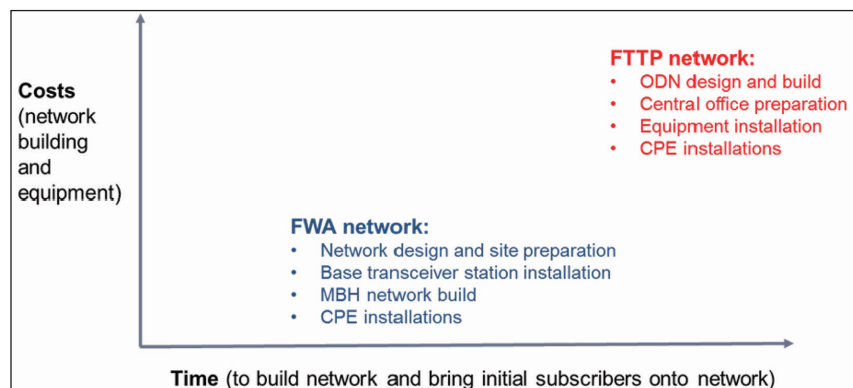
與此同時，雲端解決方案供應商 (CSP) 亦有借助光學網路擴大市場的壓力，加上行動及專用 VR 的推波助瀾，中、美兩國的光學網路設備支出不斷上升，中國大陸近年表現尤為突出：2015 ~ 2016 年成長 14%、2016 ~ 2017 年更成長 17%，為市場主要動能。Ovum 分析，eMBB 為營運商提供額外網路容量，以支援更高傳輸率並服務更多使用者，可望因新用戶

及裝置規模挹注而提升短期營收，FWA 則有機會創造新營收；在某些特定場域，FWA 較光纖到府 (FTTP) 更具成本優勢且容易部署，惟受限於經濟狀況或營運商本身特性，並非所有市場皆適用。

Ovum 指出，如何更好運作、供更多人使用是 FWA 的新任務，而有線、無線營運商未整合是 5G FWA 前行的最大障礙，業者應多思考：FWA 是否只供住宅區的消費者使用？當使用者越來越多，升級途徑為何？最後是如何確保使用者的體驗品質 (QoE)？值得關注的是，中國大陸正傾力發展 5G 核心架構；以中國電信為首的「下一代光傳輸網路論壇」(NGOF) 聯盟，旨在定義符合 5G 部署需求的融合光傳輸網路 (OTN)。同為創始會員的美高森美公司 (Microsemi)，日前宣佈與中國電信北京研究院合作開發下一代 OTN 處理器——DIGI-G5。

有鑑於針對 5G 射頻拉遠單元 (RRH) 規劃的 25/50/100Gbps 埠速率，會顯著增加射頻單元到行動邊緣的流量；而光傳輸網路最

圖 3：FWA vs. FTTP 的適用座標落點



資料來源：Ovum 提供

多可將端至端延遲降低 50 倍，對自駕車等 uRLLC 應用至關重要。DIGI-G5 可將單跳 (single hop) 總延遲減少至 1 微秒左右，並整合近 2T 位元的片上光通路數據單元 (ODUk) 交換功能，實現「剛性流量隔離」(Hard Traffic Isolation)、進一步增強網路切片，把 OTN 從都會區網路擴展到接入網、作為 5G 分組光學拓撲，融合同步、延遲和網路切片等關鍵技術，協助營運商建立規模經濟，將於今年下半年供樣。

「多接取邊緣運算」力求超低延遲

另為滿足原始設備製造商 (OEM) 對精密時間協議 (PTP) 的 C 類要求，DIGI-G5 還提供奈秒級時間戳記精度、以及 OTN 攜帶關鍵時間資訊的機制。Ovum 表示，隨著 5G 商用時程逼近，電信營運商為免落後、將加快競逐腳步；新生態正在興起，在無線電接取網路 (RAN)、光纖、交換器和路由器

驅動下，光學元件亦將受惠於 5G 資本支出增加而成長。Ovum 亦留意到「多接取邊緣運算」(Multi-access Edge Computing, MEC) 的崛起——在網路邊緣分散化雲端運算，由本地產生、主持並處理應用和內容，「超低延遲」為其優點。

「多接取邊緣運算」適合網路切片並趨於虛擬化，惟須克服標準多元、實施成本、資源分配及與銜接開發者社群的問題，有些組織現正利用 LTE 及 AWS Greengrass 進行初期商業應用的概念驗證 (POC)，5G 標準制訂的第二階段擬針對 MEC 具體定義。此外，軟體定義網路 (SDN) 與網路功能虛擬化 (NFV) 將為有線寬頻市場產生推力和拉力，許多營運商正將光學網路設備管理及控制介面 (OMCI) 移至雲端。藉由控管 SDN /NFV 零碎容量，為不同應用、用戶創建網路切片，既可透過自動化省成本、又便於及時推出新方案增加營收。

預估 2017 ~ 2022 年，SDN

/ NFV 市值將從 96 億美元成長至 340 億美元，年複合成長率 (CAGR) 達 28%，供應商也不再限於傳統電信設備商。另一方面，5G 行動通訊回程網路 (MBH) 與前網網路 (MFH) 將面臨以下挑戰：

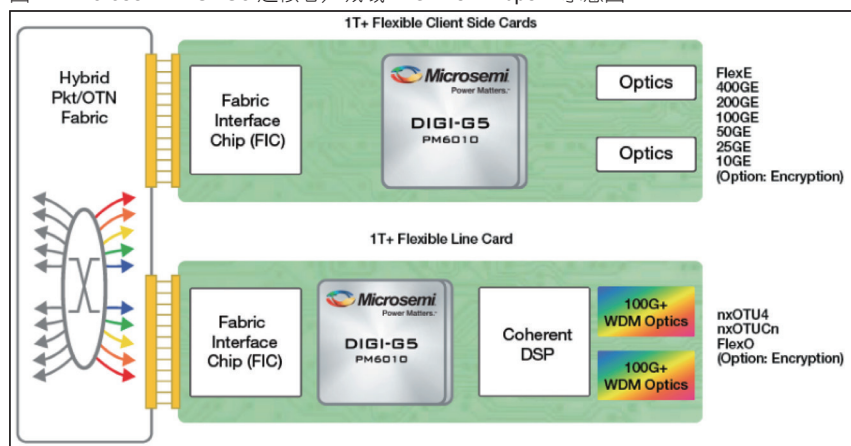
1. 大規模網路規劃技術的優化；
2. 產業構面優化；
3. 產業須在應用時機和方案推出、商業模式和損益目標，以及技術取向須有更寬廣的視野；
4. CSP 須開始建置網路資產、獲取光網資源並針對部署目標做差異化。現階段當務之急是：將「用例」轉換成能創造實際現金流的商業典範。

NR 出線後，5G 啟動新一輪競賽

Ovum 預估，在連接汽車和工業的帶領下，大頻寬 IoT 應用很快就能見到，但眾所矚目的指標門檻：10Gbps 吞吐量或延遲時間 < 1 毫秒，短期內難以實現。不過為爭取更多可用頻段，3GPP 採高頻及窄頻分頭並進，新定義兩個區間：一是位於 24 GHz 和 39 GHz 之間的毫米波頻段——n257 / n258 / n260，二是涵蓋 6 GHz 以下的頻率 (Sub-6GHz)、包括 3 GHz 以上的新頻段，如 n77 / n78 / n79，以及重新定義的 LTE 頻段 n41，而 3.5 GHz 是當中最熱門者。此外，即使 5G 時代到來，NB-IoT 也不會消失、數據機仍有 10 年的產品生命週期。

Ovum 說明，5G 最初是藉設計更強大且優化的正交頻分多工

圖 4：Microsemi DIGI-G5 之核心／城域 P-OTPs 1 Tbps + 示意圖



資料來源：<https://www.microsemi.com/product-directory/multi-service-otn-processors/5056-pm6010-digi-g5-otn-processor#applications>

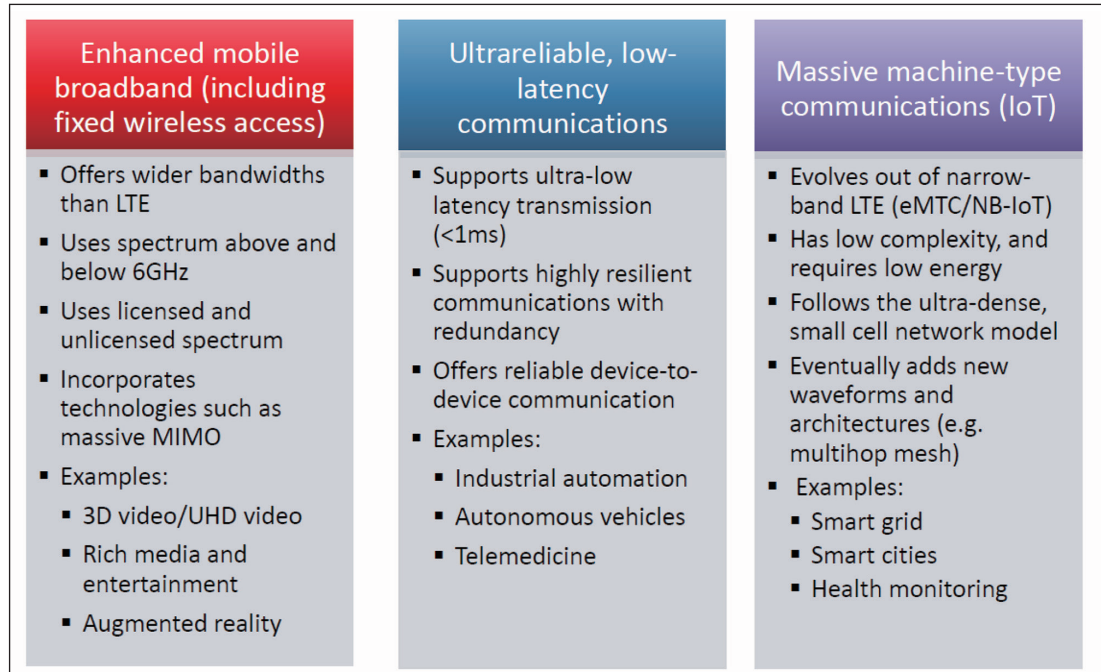
(OFDM) 空中
介面支援 5G
行動寬頻，獲
3GPP 在 2017
年正式採用成
為 NSA NR 標
準，今年 6 月
再拍板 SA NR
標準，具有以
下特性：1. 為
不同用例支援
多接入；2. 支
援時分雙工
(TDD) 和頻分
雙工 (FDD)；
3. 與 Massive

MIMO、毫米
波、先進頻道
編碼和以裝置
為中心的移動
性等無線技術
結合；4. 延遲
性遠較 LTE 低；
5. 與現有空中
介面技術共存。
雖然包括授權
／非授權／共
享的高、低頻
正式頻譜，要
到 2019 世界
廣播與電

視會議 (WRTC) 才會定案，但營運商不會枯坐乾等。

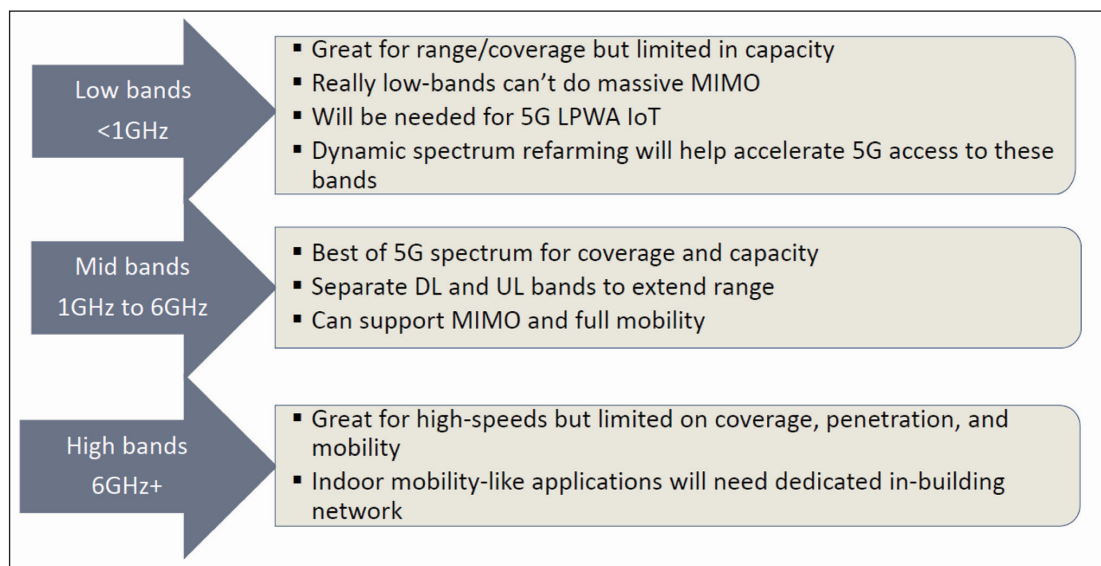
由於 2G 和 3G 的頻率可重新分配給 LTE，且營運商考慮到現有消費者基礎，需持續投資 LTE 和 LTE-Advanced Pro——LTE-A (R10、R11、R12) 讓營運商接觸

圖 5：5G 三大應用領域



資料來源：Ovum 提供

圖 6：5G 低頻、中頻和高頻側重點



資料來源：Ovum 提供

到多重空中介面／高順位聚合，以及共享／非授權頻譜等 5G 技術，而傳輸率達 2Gbps 的 LTE-A Pro (R13、R14)，可能作為 5G 備援網路；它將繼續演進，以符合國際電信聯盟 (ITU) 5G 需求，但日後或會更名。Ovum 提醒，5G 核心的

啟動需有完整的 5G 服務效益說服營運商和消費者，而 5G NR SA 整體架構最快要 2020 年才能就緒，有利於新進營運商衝刺覆蓋率。

CTA