

誰能獲取 5G Future X 網路時代的新價值？

採取量化致勝策略，創造並獲取新價值

Abdol Saleh、Subra Prakash、Fuad Siddiqui

諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部

2018 年 12 月

1 導言

想像一個新的世界：隨著第四次工業革命到來，企業生存法則將重新定義，新市場競爭模式也將重新組合。我們將看到機器興起、以及控制和自動化新世代的開創過程中，衍生全新類型的數位化企業和消費者服務，大幅改善我們的生活和工作方式。ICT (資訊和通信科技) 產業積極擁抱並以 5G 為基礎的推動技術，協助營運商¹ 滿足這些新興需求。然而，營運商若要善加利用新的契機，商業模式就必須徹底轉變，從原本的通信服務供應商 (communication service provider) 角色，轉型成為全新型態的數位價值提供者。

諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部建立了一套技術經濟模型，可量化評估各種自動化和 5G 端到端技術的轉型成果和影響。我們的模型預測，雖然網路流量持續急遽增長，但 CSP 採用預整合端到端自動化網路解決方案，可降低總體 TCO 並顯著縮短產品上市時程。我們的模型也顯示，CSP 除了原有的傳統連網服務以外，還可提供數位價值服務，提升整體獲利能力。

而 CSP 選用的架構、商業模式策略和轉型腳步，都決定了他們的未來發展和市場優勢。本文將會探討相關的策略性決策，及其挑戰、契機和潛在成本。我們使用「經濟賽局理論」(economic game theory) 的模型表述來分析比較不同 CSP 的相對市場地位，條件因子包括對於「部署端到端預整合自動化網路」(deploying an end-to-end pre-integrated automated network) 和「供應數位價值服務」的積極程度，以及在高度競爭市場中發展出未來獲利模式的可能性。

¹ 通信服務供應商的定義是一種營運商，自己擁有網路設施，並向客戶提供通信和連網服務。

2 重新評估策略商業價值

隨著傳統營運模式面臨數位轉型、5G 和自動化的挑戰，CSP 也亟需制定策略性決策，才能跟上時代的腳步。企業必須評估未來的變化和抉擇，審慎考量當前的挑戰和兩項核心要務，據此預測市場競爭模式和未來的致勝關鍵。

CSP 的挑戰：傳輸流量激增、獲利能力降低、價值轉向至數位服務

CSP 的要務 1：規劃徹底革新的網路架構

CSP 的要務 2：改變商業模式，實現最佳化數位價值

2.1 CSP 的挑戰：傳輸流量激增、獲利能力降低

過去十年來，CSP 承載的流量大幅增加。行動數據流量從 2006 年的每月 4PB 成長到 2016 年每月 7,201 PB，增幅高達 1800 倍。同期全球 IP 流量增長 24 倍，來到 1.1 ZB。隨著消費端的智慧型裝置、內容豐富的沉浸式應用、高畫質視訊串流用量攀升，資訊流量也將持續成長。在企業方面，不僅沉浸式應用程式逐漸普及，大規模採用物聯網和工業自動化技術也催生新的服務、帶動新的數據需求，因為這些互連物件會與雲端應用程式和系統彼此通訊，達到監測、儲存、數據分析和控制等目的。諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部預測，到 2025 年無線數據需求將成長 25 倍至 82 倍，全球 IP 流量將增加 7 倍至 15 倍 (圖 1)。但從圖 2 可看出，雖然數據 ARPU (單位用戶平均營收) 有所成長，仍無法彌補語音 ARPU 的衰退，表示營運商未能從這波增長趨勢中充分獲利。營收成長的主要原因是行動電話和智慧型手機的用量增加。

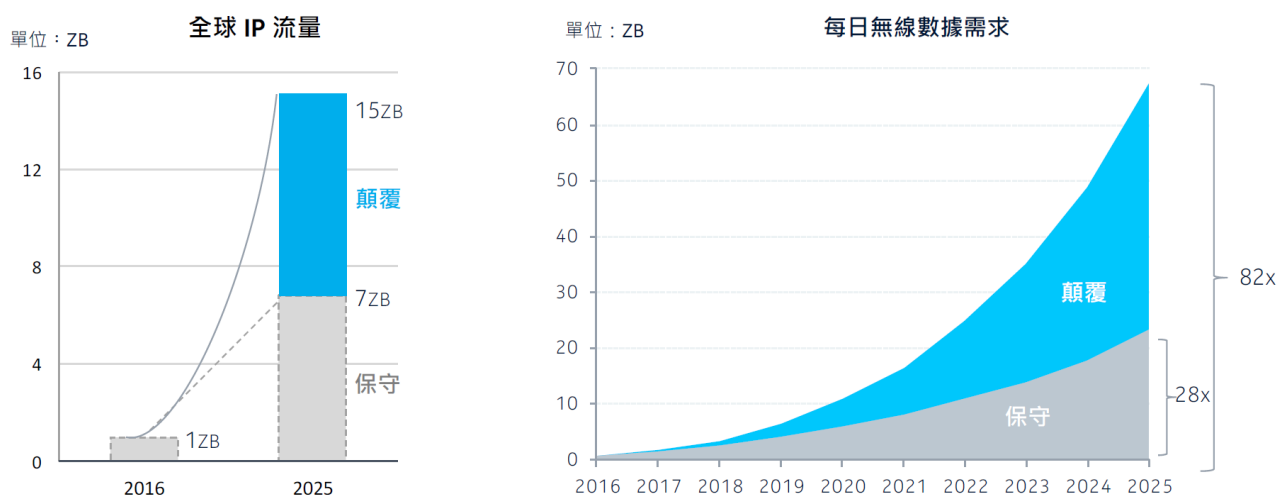
圖1：全球 IP 流量成長和無線數據需求 2016-2025²

圖2：主要市場的行動語音和數據 ARPU 趨勢

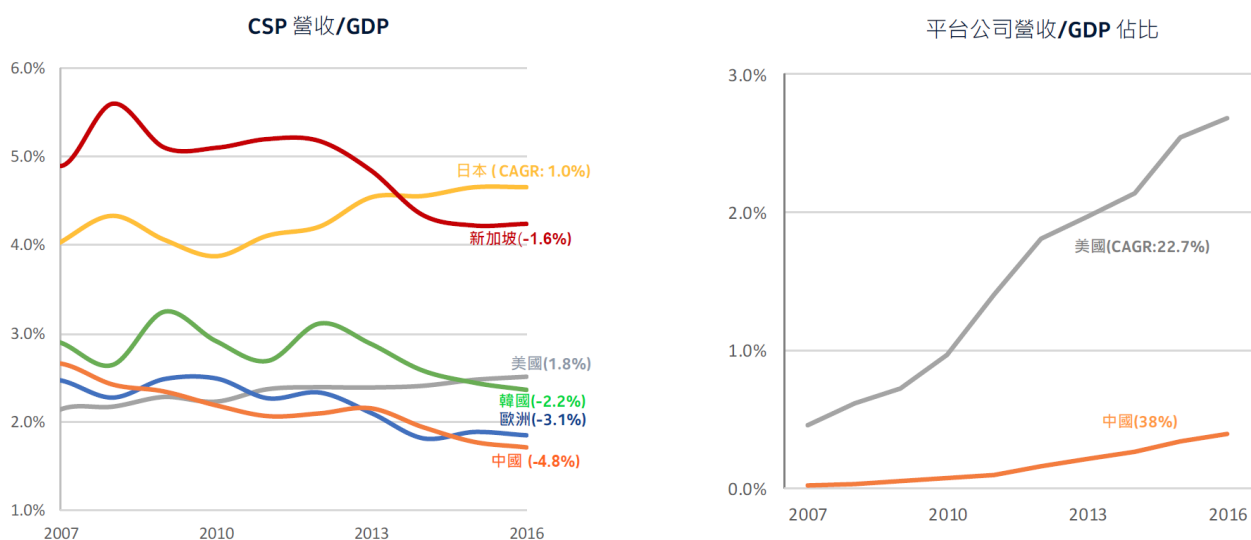


CSP 面臨的另一項挑戰則是十年來的價值轉向趨勢，內容逐漸取代連網服務，成為營運重點。平台公司³提供各種內容豐富的應用程式和加值型服務，在市場上形成一股強大的力量，導致傳統 CSP 的連網導向商業模式衰微，獲取價值能力日趨減弱，這一點已反映在 CSP 產值於 GDP 佔比持平或下降的表現 (圖 3)。

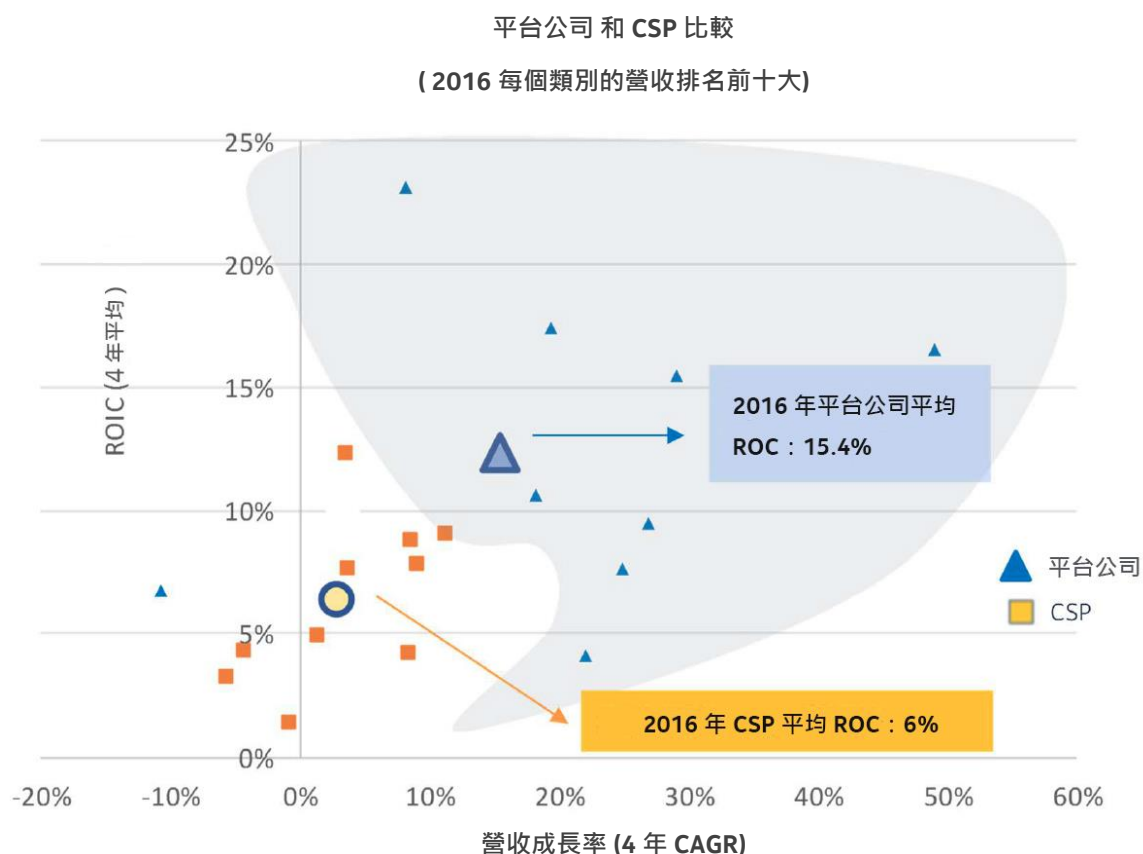
² 諾基亞貝爾實驗室 2018 年內部白皮書《網路傳輸的未來：傳輸技術革新的顛覆性轉變將重塑通訊產業面貌》

³ 「平台公司」(Platform Company) 是埃森哲 (Accenture) 在《2016 平台 - 技術 - 願景 - 趨勢》專文中使用的術語，意指一類「原生數位型」的科技公司，而這些組織的營運特別倚重平台技術。

圖 3：CSP 及平台公司營收佔 GDP 占比



事實上，CSP 必須持續投資升級擴充連網容量，但整體營收並未相應成長，導致資本報酬率 (ROC) 低落。根據諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部分析，在 2012 - 2016 年期間，前十大平台公司的平均 ROC 是前十大 CSP 的 2 倍 (圖 4)。

圖 4：CSP⁴ 和平台公司⁵ ROC* 比較

* CAGR 和 ROC 計算期間為 2012-2016 年。資料來源：Capital IQ、諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部分分析資料

然而唯有充足的投資報酬，CSP 才能有效投資於新的容量和服務方案，因此必須革新營運模式，否則「投資需求增加」而「獲利持續減少」的惡性循環就不會結束；這需要網路基礎架構、營運基礎架構和商業模式的徹底轉變，方可在日新月異的動態市場中永續獲利。

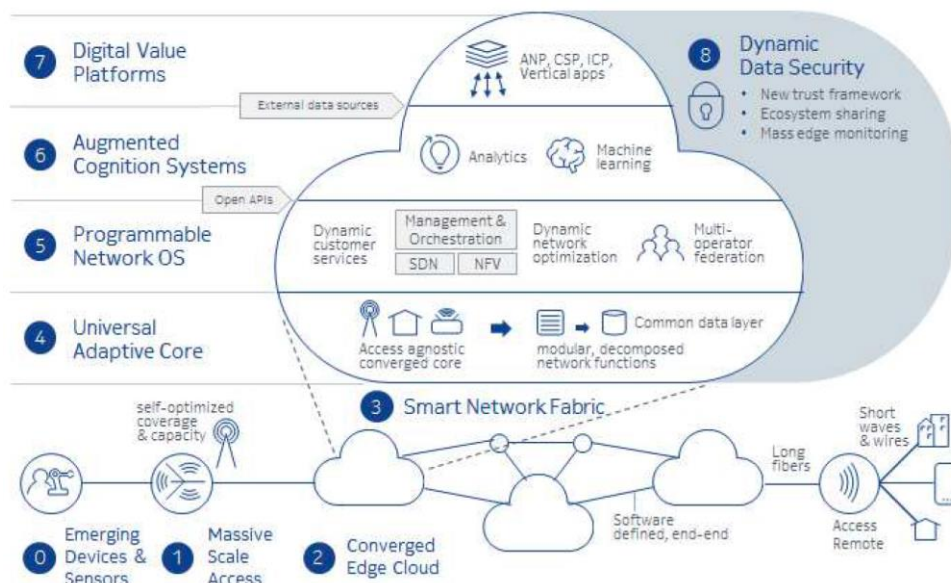
⁴ 2016 年營收排名前十 CSP：AT&T、Verizon、中國移動、DTAG、軟銀、Vodafone、America Móvil、中國電信、Telefonica

⁵ 2016 年營收排名前十平台公司：Apple、Amazon、Google、Facebook、騰訊、阿里巴巴、Priceline、百度、eBay、Netflix

2.2 CSP 的要務 1：規劃徹底革新的網路架構

在網路時代，CSP 擁有愈來愈多容量密集型的應用程式，其使用量也不斷增加；但是今後的重點在於網路方面的不同需求。首先，資通訊應用的性質日漸廣泛，包括簡易的低功率感測器，乃至於對延遲和可靠度要求都極為嚴苛的任務關鍵型應用程式；再則，5G 網路標準的目標在於滿足各種新興需求，包括支援增強型行動寬頻通訊 (eMBB)、超可靠度和低延遲通訊 (URLLC) 和大規模機器連線 (mMTC) 等架構。圖 5 展示諾基亞貝爾實驗室構思 Future X 網路⁶ 運用於 5G 時代的願景，並提出未來的基本價值架構，其動力源自網路、系統和平台技術，旨在支援必要的動態擴充、彈性、頻寬和延遲表現，以及自動化、可編程性、安全性和營運效率等需求。

圖 5：運用 Future X 網路架構創造未來價值



此架構包含九個領域，在新型態的數位經濟中搭配運作，實現「萬物自動化」的境界，尤其支援 CSP 對於「網路」的下列需求：

1. 幾乎無限的容量 - 可提供個位數毫秒等級的極低延遲服務，且能輕易垂直擴充，同時處理數百萬台裝置。

⁶ 《Future X 網路架構：5G 時代願景》，諾基亞貝爾實驗室 2018 年白皮書

2. 兼具觸及全球的規模和在地傳輸的靈活度，形成完整的 *全球 - 地方價值鏈*。
3. 具備 *人類認知等級的運作能力*，可聰明地預測、自動化並增強人類的決策、任務和營運表現，且能吸收相關資訊，據以實現適當的網路操作和致動功能。
4. 可以大規模提供情境相依型 (context-dependent) 的 *個人化保護功能*。

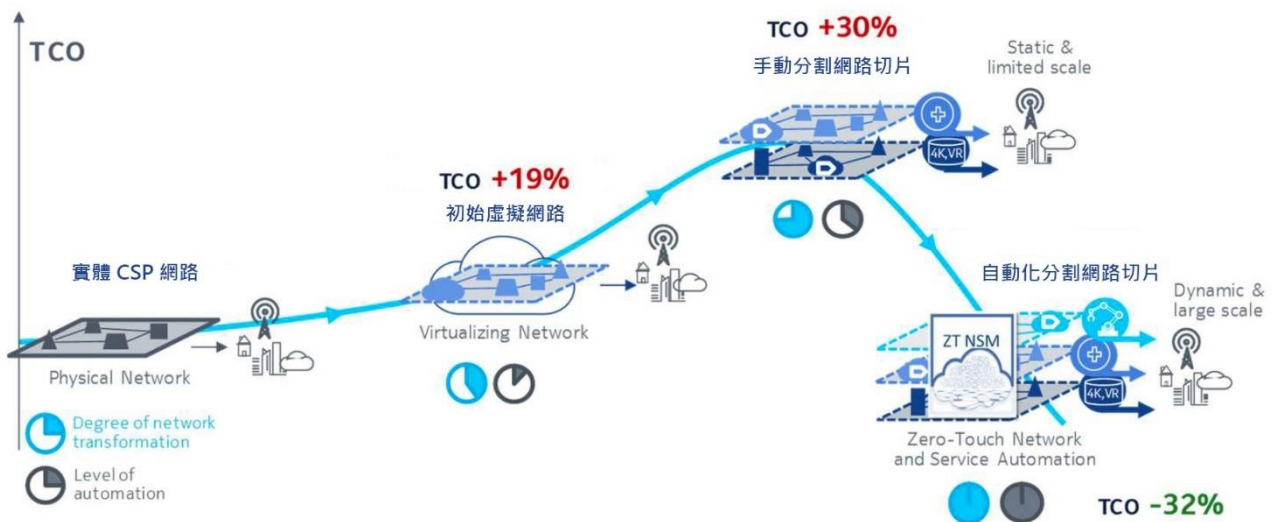
Future X 網路的一項關鍵能力是可以建立客製化的「網路切片」(network slice)，依照個別客戶的特殊需求，量身定製虛擬網路資源和應用程式的執行個體。如此一來，CSP 就能提供客製化的工業自動化和企業級服務，從而創造新的營收，同時充分利用網路資源。

若要轉移至 Future X 架構，投資項目不僅包括網路和自動化營運基礎架構，也必須獲取新的技能，以便管理高度自動化的環境。CSP 必須瞭解這項轉型可能衍生的總成本，探索有助於降低成本的策略。諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部開發了一系列模型，可協助企業瞭解轉型過程對於整體擁有成本 (Total Cost of Ownership) 的可能影響，順利擺脫倚賴人工佈建和操作的靜態網路環境，轉移至高度自動化的智慧型網路，進而實現動態網路切片的靈活架構；我們也評估不同供應商策略，探討其達成最佳 TCO 的效果如何。

2.2.1 Future X 網路：自動化的潛在成本

圖 6 顯示了典型的網路轉型過程，從實體、靜態和單片網路演進到虛擬、動態和最佳化切片架構。CSP 逐漸著手部署虛擬網路功能，以及必要的 NFV 基礎架構和管理平台。在這個階段，由於必須負擔轉型成本，又要在初始虛擬網路中容納兩個平行平台，因此 TCO 會有所增加。隨著更多網路完成虛擬化，CSP 就能以高價向客戶供應一定程度的客製化網路切片 (手動分割網路切片)。然而在完全轉型至端到端網路之前，這些切片仍屬於靜態性質，需要較多手動操作，而且動態協調程度有限，從而提高 TCO，但部分可由增加的營收予以抵銷。轉型的最後步驟是實現「自動化分割網路管理」(Automated Sliced Network Management) 功能，最終可提高自動化程度，改善 TCO 的節約效益。

雖然 TCO 的變化大致符合上述的一般趨勢，但實際的 TCO 值取決於 CSP 具體採用的虛擬化和分割策略。例如，積極的 SDN/NFV 演進計畫通常會增加成本曲線的變化幅度，因為其中間階段的成本耗損較高；但是這類計畫可以更快實現 ASNM 以及相關的 TCO 效益。

圖 6：虛擬化、自動化和網路分割過程中的 TCO 變化趨勢⁷

2.2.2 Future X 網路：滿足預整合端到端解決方案的需求

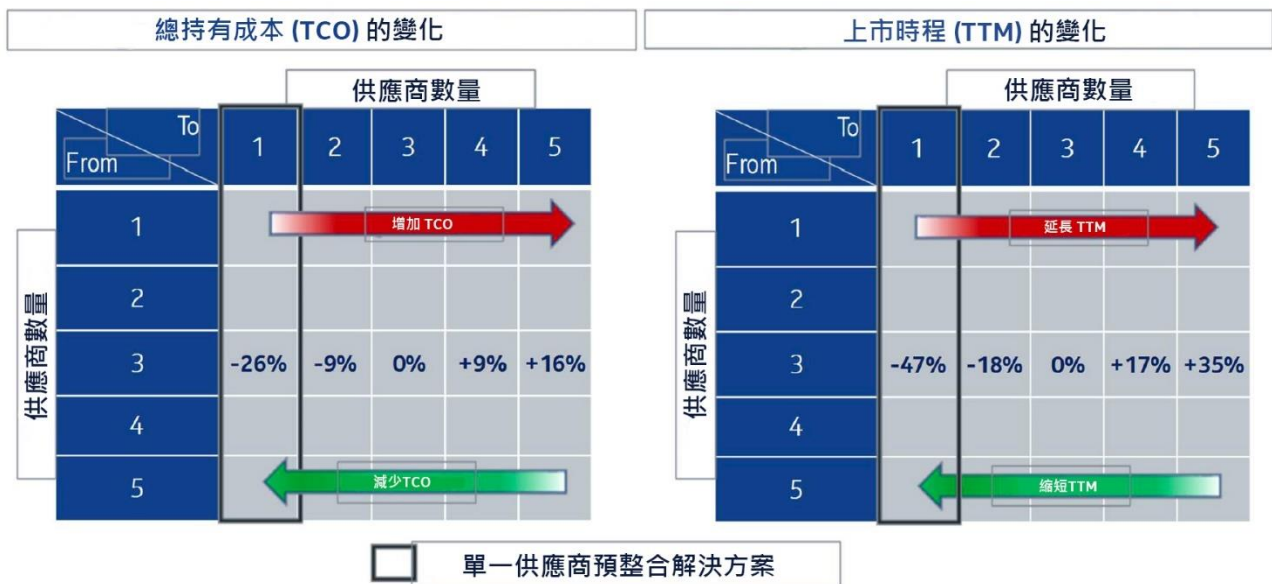
為了實現最佳 TCO 效益，企業必須經歷典範 (paradigm) 轉移過程，從緊密搭配、整合各種軟硬體的網路元件環境出發，轉移到由多元、分解但彼此協調的元件所組成的虛擬化架構。重要的是，雖然可向多家供應商購買不同的網路功能和應用程式，但要順暢整合各種潛在元件並持續管理多重的生命週期，其所衍生的營運支出和複雜度可能是極其艱鉅的挑戰。

事實上，諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部最近一項分析顯示，凡涉及多家供應商產品的現場整合解決方案 (field-integrated solutions)，其初始資本支出、例行作業和生命週期管理成本都可能顯著提高。相對而言，預整合解決方案經過調校和最佳化處理之後，將有助於降低部署和生命週期成本，以及提高資產利用率。此外，透過預整合解決方案，可降低整體履行、服務保證和供應商管理成本。如此一來，由於供應商遴選、客製化設計和部署的時間皆可縮短，CSP 也將大幅加快上市時程。

⁷ 《Future X 的成本經濟學：營運商在虛擬化、自動化和網路分割過程中的 TCO 變化趨勢》，諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部 2018 年白皮書

圖 7 顯示在 1600 萬人口的典型中大型都會區中的融合式 CSP 部署 Future X 網路時，TCO 和上市時程 (time to market) 隨供應商數量而變化的情形。建模的網路預設 CSP 同時具有 4G 和 5G，以提供足夠的無線覆蓋和容量。此外，營運商還擁有 GPON 網路，可為 200 萬戶家庭提供 FTTH 連線。模型也預設 CSP 具有雲端 RAN 架構，部署了最佳化的分散式邊緣雲端，可有效搭配集中化的核心雲端有效率地處理使用者控制台功能，提供管理台和控制台處理、端到端服務協調、雲端協調和 SDN 控制等各種功能。

圖 7：單一供應商預整合解決方案 vs CSP 自行整合多家供應商解決方案



隨著每個領域的供應商數量減少，TCO 和 TTM 都會降低與縮短。例如，作為整合了三家供應商現場解決方案的基準(線)對照網路，單一供應商預整合解決方案的網路 TCO 可降低 26%，TTM 則縮短 30%。

多供應商解決方案的複雜性較高，不僅會在中間階段產生更大的整合工作量和更高的 TCO，還會延緩實現高效 ASN 網路並削弱收益表現。

2.3 CSP 的要務 2：改變商業模式，實現最佳化數位價值

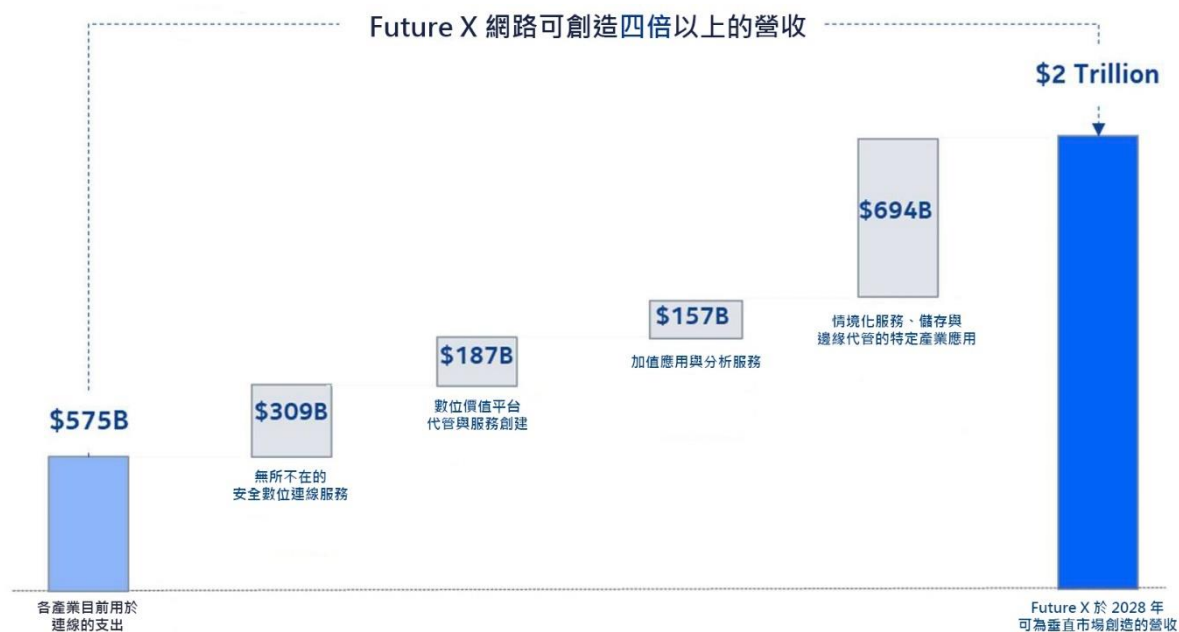
隨著雲端數位服務問世、連網服務營收持平或下降，CSP 必須擺脫消費者和連網導向的傳統營運模式，轉而注重消費者和企業雙方的數位價值。未來消費者的需求包括情境化視訊、智慧家居服務、高度互動遊戲應用程式、高畫質沉浸式內容，而這一切的流量都從雲端傳輸。透過 Future X 網路，營運商可在邊緣雲端部署支援平台，隨需提供新型態的服務。在企業和工業方面，各家業者都處於數位化轉型的不同階段，但所有「實體」產業都會藉由自動化和虛擬化 (不再仰賴實體空間和基礎架構) 的能力，進行大規模的轉變。然而，任務關鍵型營運技術 (mission-critical operations technologies) 將以空前嚴苛的標準要求延遲、效能、可靠性和安全性的表現。

Future X 網路有助於 CSP 利用這項嶄新的價值契機，隨需提供效能卓越的新型跨產業服務。「超大規模分散式雲端架構」將功能和應用程式部署在邊緣雲端節點，支援網路提供高頻寬或超低延遲效能 (~1ms)、高度互動和時間關鍵型應用，採用專屬安全網路切片，可隨需實例化多元件應用服務，靈活滿足消費者、企業或工業客戶的要求。

隨著產業的轉型，傳統營運和 OT 也必須改變，包括修改當前的商業模式、調整投資重點，轉移資本以促進新的需求，甚至完全捨棄舊有架構，以提高部門生產力和經濟產值。因此，產業有兩種選擇：(1) 使用專屬解決方案的傳統「內部」方法；或 (2) 由可信賴的合作夥伴推動轉型和自動化需求。後者為 CSP 提供了巨大的潛在機會，透過連網服務推出更多增值服務，並為企業提供支援 (網路衍生) 分析、安全平台及應用程式。諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部分析估計，如果 CSP 完全轉型成為數位服務供應商 (Digital Service Providers)，企業/工業市場商機規模將從現在的 500 億美元擴大到 2028 年的 2 兆美元。在這新一波的價值浪潮中，有 75% 歸功於數位平台、平台託管和加值應用的實現，其中 25% 的增幅來自於傳統和安全連網服務的成長。

(圖 8)。

圖 8：Future X 網路創造新價值



CSP 的關鍵問題在於實現最佳的 TCO 支出，才能創造這項新價值。在下一節，我們會分析 CSP 可以運用的策略，因應競爭激烈的動態市場，從中獲取最大的效益。

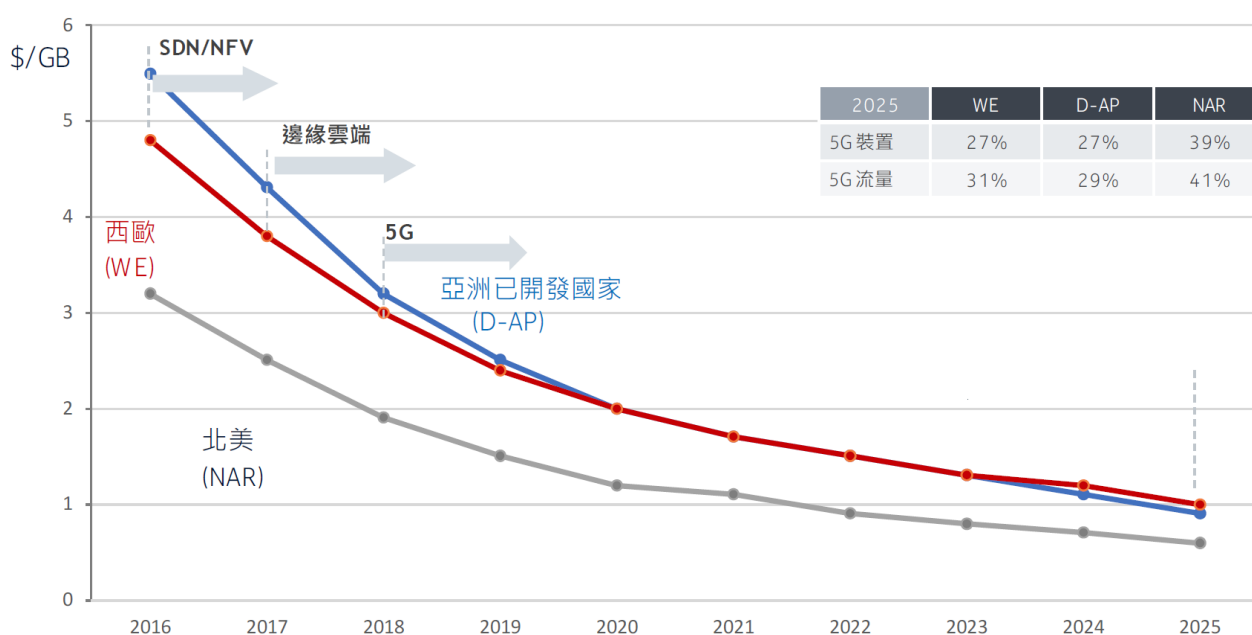
3 使用賽局理論方法預測市場贏家

當原有的典範發生變化，市場趨勢往往變得難以預測，而新的商業模式也逐漸浮現。虛擬化和雲端技術、未授權和共享頻譜以及新的 5G 網路架構都降低了進入市場的門檻，使得平台型業者或數位價值型業者有能力與 CSP 競爭，並提供邊緣雲端基礎架構和服務，甚至包辦必要的連網服務。相對而言，CSP 也可以利用相同的技術套件和架構選項，在新的價值池中取得優勢。

CSP 若想在這個新興市場環境中蓬勃發展，就必須慎選投資目標，不僅要降低成本，還得提供支援新興服務需求的能力。

CSP 採用 Future X 架構，可將更多客戶 (和流量) 遷移到這些網路，預計能大幅降低網路單位現金成本⁸⁹。圖 9 顯示了諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部預測的單位現金成本變化趨勢，這是針對三個已開發市場中 CSP 網路的研究結果。

圖 9：已開發經濟體的 CSP 網路現金成本軌跡



資料來源：諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部

個別 CSP 降低成本的可能性取決於 3 項因素：

- (1) 採用新架構的速度有多快
- (2) 將客戶遷移到新網路的速度有多快；
- (3) 端到端網路擴建策略 (單一整合 vs 多供應商現場整合)

透過 Future X 網路，CSP 可以鞏固客戶關係，成為可信賴的連網供應商，並提供上述的新價值平台和服務；但也需要與特定產業和應用解決方案供應商合作或予以收購。CSP 可以獲取的額外價值，取決於追求這項策略的積極程度、他們能夠收購的對象和合作夥伴的性質。

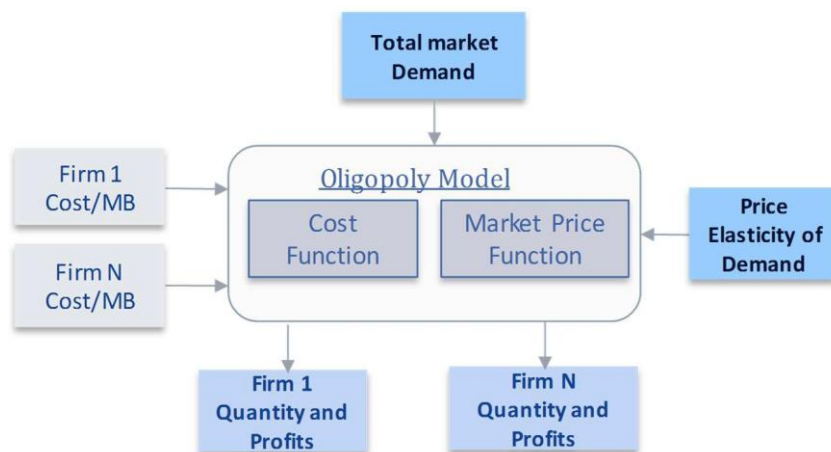
⁸網路單位現金成本 = (攤銷增量資本支出/增量流量) + (總營運支出/總流量)

⁹根據網路演進計畫、預計的流量增長以及不同世代網路的流量組合，我們預計整體網路單位現金成本將在 8 年內下降約 80%

為了深入瞭解這個新興市場的潛在動態，諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部採用賽局理論，並以 Cournot-Nash 三人模型進行分析。在全球大多數市場中，競爭都具有寡占性質，通常由 3-4 家主要服務供應商壟斷。隨著新的數位服務商業模式興起，這種寡占模式仍可能持續存在；但是，傳統 CSP 與特定產業和應用服務供應商之間可能形成新的合作夥伴關係。

寡占模型方法預設沒有任何 CSP 處於市場主導地位，因此每家營運商都無法充分最大化利潤。在此情況下，每家 CSP 的獲利能力取決於均衡市價和各別 CSP 的成本效率，從而達到市場均衡寡占賽局理論的建模架構如圖 10 所示，該方法在附錄中有更詳細的說明。

圖 10：寡頭賽局理論的建模架構



這項分析比較了特定市場中主要 CSP 可能考慮的合理策略：

1. Future X 網路的採用速度：加速演進到更自動化的平台，使服務形成顯著的差異化優勢，無論在服務可靠性、延遲、傳輸量，並符合新興數位服務的需求。
2. 部署單一預整合解決方案：透過智慧自動化 DevOps 方法支援的預整合平台，可大幅提升 5G 和雲端網路的端到端自動化效率，進而降低 TCO 並縮短上市時程。
3. 數位價值平台策略：將工業和應用平台整合至自有或合作夥伴資產，實現新的價值服務並獲取更高的數位價值，積極落實數位價值平台策略。

在預設的市場競爭情境中，賽局理論方法依據每名參與者在各時期的均衡市占率、價格和利潤等表現，來識別致勝策略。

具體來說，3 人賽局考慮兩種情況：

1. 三家現有 CSP 對 Future X 網路和數位服務及平台採取不同策略，
2. 兩家現有的 CSP 面臨一名新進數位價值型業者，其擁有大量數位資產 (投入同樣的數位業務中)，透過 Future X 網路解決方案進入成熟市場。

我們將在以下幾節分析這些方案。

3.1 情境 1：三家現有的 CSP 各具不同的 5G/Future X 網路策略

我們預設現有的 CSP 目前同時擁有 3G 和 4G 網路，並已開始部署 5G Future X 網路。此外，由於他們主要經營連網業務，因此必須與生態系統中的其他參與者建立合作關係，才能獲取新的價值。但是，視他們積極改變和承擔風險的能力而定，策略也可能有所不同。在此分析中，我們考量許多市場中常見的三種 CSP：

1. **優勢保守者**：目前佔領導地位的 CSP，對自己的市場地位充滿信心，因此變革腳步緩慢。
2. **謹慎跟進者**：目前在市場居次的 CSP，願意承擔中等風險以爭取領導地位，但通常只敢採用成為「標準」的新技術和商業模式。
3. **積極挑戰者**：目前在市場居末的 CSP，需要搶攻市占率來提高投資報酬率，願意以「先行者」的姿態採用新技術和商業模式。

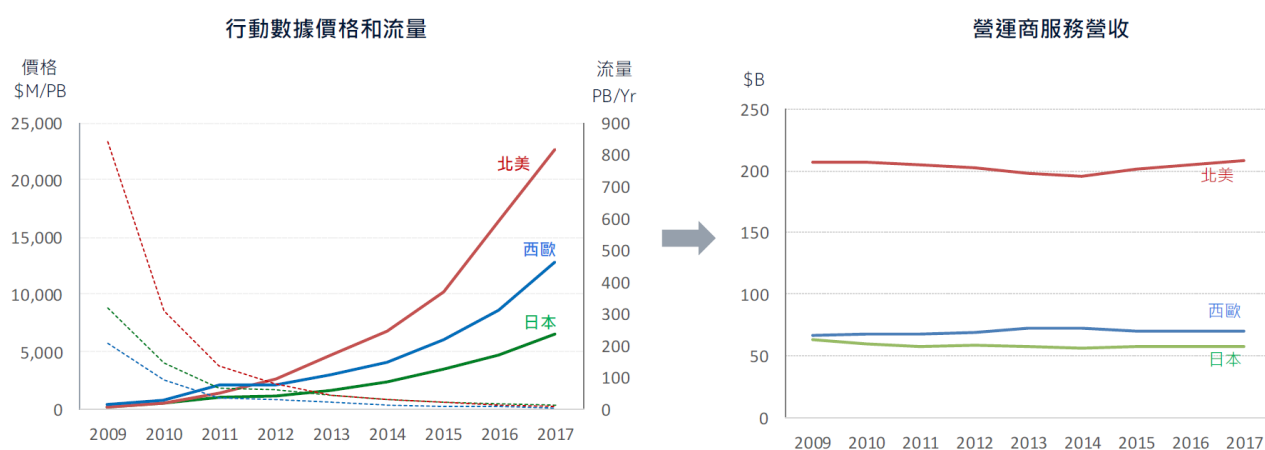
賽局模型的主要驅動因素是每 Giga Byte 的單位成本(cost/GB)和價格-需求的彈性。Future X 部署速度越快，單位成本就節省越多，如果 CSP 能部署端到端預整合解決方案，將享有更高的單位成本節約效益。擷取新數位價值服務相關利潤，做為建模所用的成本沖銷因子，降低這些營運商的有效單位成本。下列表格總結不同營運商的策略和預期成本變化趨勢。

表 1：情境 1 的 CSP 競爭屬性

CSP (通訊服務供應商)	初始市占率	FUTURE X 網路部署	FUTURE X 建置方式	DSP 策略	有效單位成本 (Effective cost/GB)
優勢保守者	46%	緩慢 (2025: 5G部署比例22%)	現場整合	少量數位價值服務 · 營收未提升	\$2.35(2019)→ \$0.56(2028)
謹慎跟進者	31%	中等 (2025: 5G部署比例27%)	現場整合	中量數位價值服務 · 營收提升最高 可達：~ 7%	\$2.19(2019)→ \$0.52(2028)
積極挑戰者	23%	積極 (2025: 5G部署比例70%)	預整合	大量數位價值服務 · 營收提升最高 可達：~ 14%	\$2.37(2019)→ \$0.37(2028)

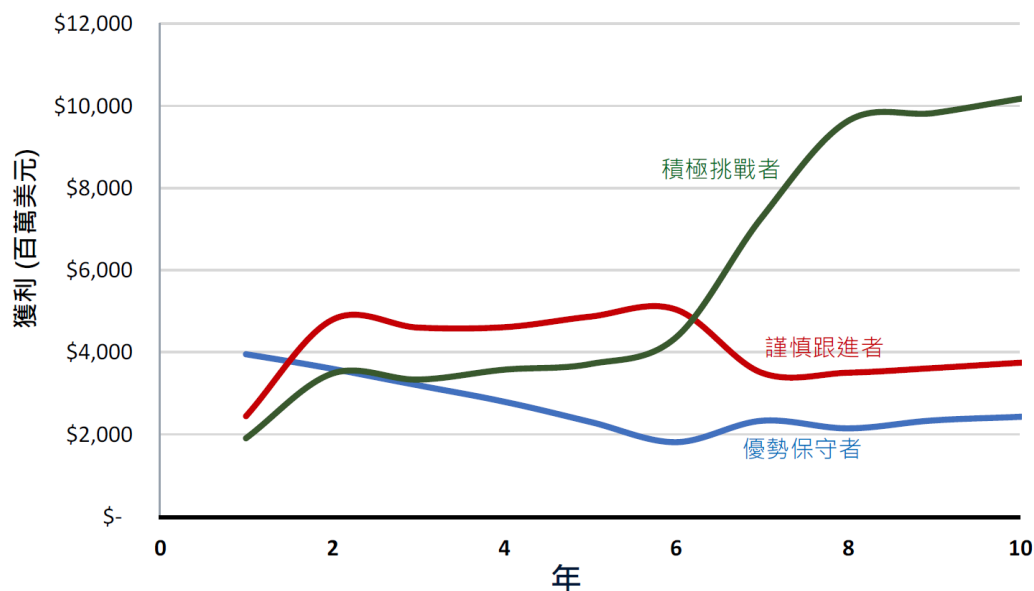
賽局模型第二項主要驅動因素是價格-需求彈性。市場在逐漸飽和的同時，也會變得沒有彈性，而單位價格持續下降，流量隨之攀升，但不足以增加總營收。這種現象解釋了 CSP 行動事業營收的持平現象。圖 11 顯示北美、西歐和日本市場 9 年間的價格下降和流量成長趨勢。

圖 11：2009 - 2017 年主要經濟體的行動數據流量增長、價格和營收趨勢



資料來源：GSMA 資料的 BLC 分析

圖 12：3 人賽局市場的獲利演變趨勢



綜上所述，圖 12 顯示：

- 「積極挑戰者」若能及早採用預整合構建方法部署 5G，則可提供必要的平台功能，加快啟動數位服務並提高利潤率，取得更高的市占率和獲利能力，並在第 7 年超過其他兩家 CSP。

- 「優勢保守者」採取保守策略，導致市占率急遽流失。
- 「優勢保守者」和「謹慎跟進者」的收益源自單位利潤率提升，表示他們將舊服務移到新的網路平台後，取得更先進且具成本效益的基礎架構技術，進而提供更高利潤的服務，並由此形成差異化優勢。

情境 2：兩家既有業者和一家新進業者，分別採用不同的 5G 採用策略

此情境探討兩家現有 CSP 各有不同的 Future X 網路導入和數位價值經營策略，他們同時面臨具備成熟數位價值經營企業的新進業者。其中一家既有業者採用溫和策略，另一家則是積極地導入 Future X 網路並經營數位價值事業。新進業者沒有傳統網路的負擔，從一開始就採用 Future X 網路：剛起步就擁有極高效率、敏捷、可擴充以及最佳化效能的優勢。除了初始創業成本以外，新進業者的網路單位成本遠低於現有業者，後者必須處理多個世代的網路、並存的平台和各種轉型議題。

表 2：情境2 的 CSP 競爭屬性

CSP	初始市占率	FUTURE X 網路部署	FUTURE X 建置方式	DSP 策略	有效單位成本
溫和的現有業者	46%	中等 (2025: 5G 部署比例27%)	現場整合	少量數位價值服務，營收提升最高可達 ~ 7%	\$2.33(2019)→ \$0.53(2028)
積極的現有業者	51%	中等 (2025: 5G 部署比例70%)	現場整合	中量數位價值服務，營收提升最高可達：~ 14%	\$2.13(2019)→ \$0.43(2028)
新進業者	23%	積極 (Y1 的 5G 部署比例 100%)	現場整合 /預整合	大量數位價值服務，營收提升最高可達：~ 22%	\$1.51(2019)→ \$0.32(2028)/ \$1.19(2019)→ \$0.25(2028)

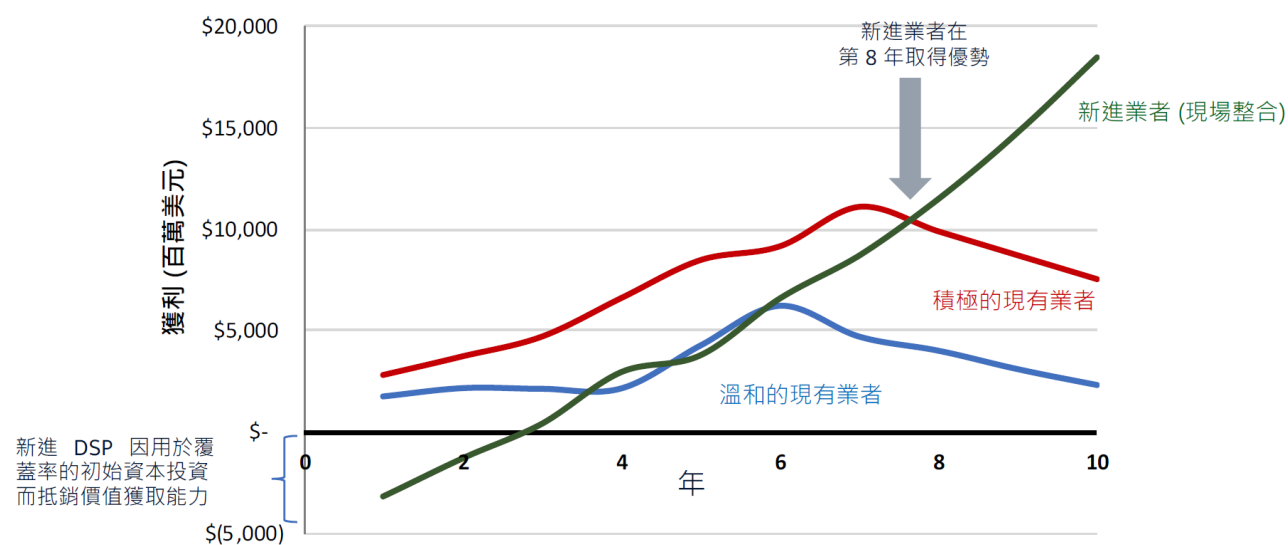
新進業者必須先投資新的基礎架構，但終將取得優勢地位。兩家既有業者必須將客戶從效率較低的 3G 和 4G 網路移至 5G Future X 網路後，才能降低整體網路單位成本；但新進業者的營運總成本始終遠低於他們。此外，數位價值型業者進入市場時，憑藉強大的數位價值主張，而攻佔了相關的連網事業版圖。

因此相較於現有的 CSP，新進業者一開始就可以從數位價值賽局中搶得優勢，前者則必須建立適當的合作關係，並將自己定位為數位服務供應商。

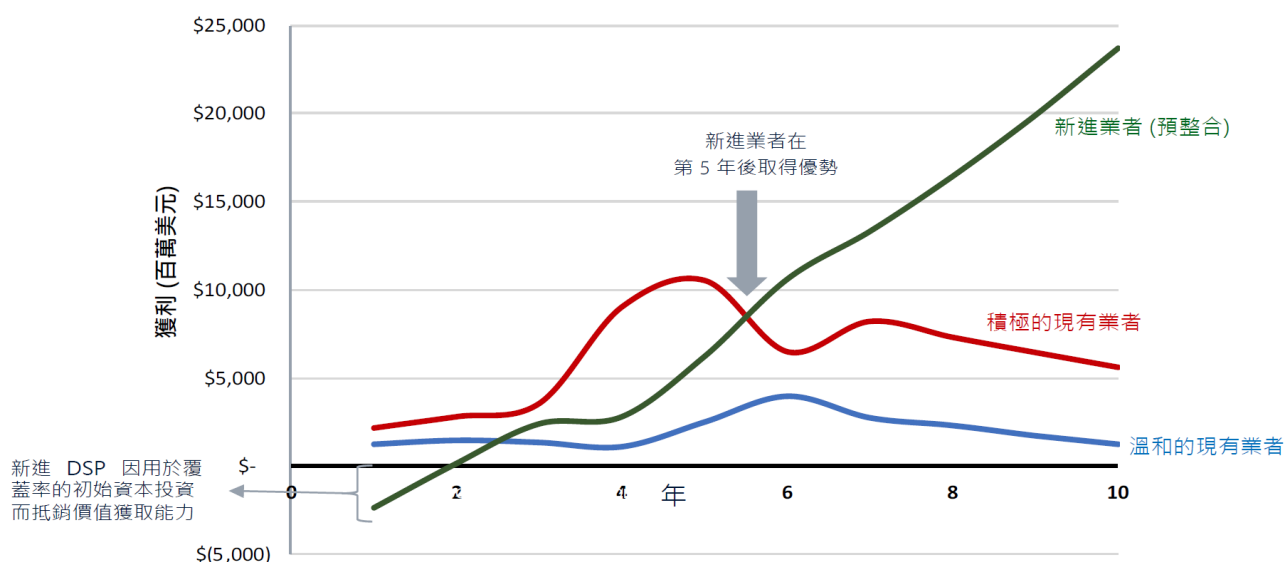
圖 13 顯示了新進業者的兩種可能策略和潛在結果。圖 13a 顯示，採用多供應商現場整合策略的新進業者，將在第 8 年取得優勢地位。然而，採用預整合解決方案可提升成本節約效益和部署效率，使數位價值型業者的獲利能力提早兩年半就領先市場 (圖 13b)。

圖 13：雙人賽局市場加入新進業者後的利潤演變

(a) 採用多供應商現場整合解決方案的新進業者



(b) 採用單一預整合端到端解決方案的新進業者



4 結論

本文著眼於 CSP 轉型為 DSP 的策略，探討這些企業創造新價值的潛力。為了最大化創造價值的成效，他們必須審慎制定市場競爭策略，妥善顧及網路平台革新、商業模式和合作或收購等各個層面。CSP 轉移至 Future X 網路架構的速度和效率、高度的預整合、虛擬化和分散式雲端基礎架構、動態端到端自動化、採用新商業模式的積極程度等因素，都將直接決定最終的市場地位和長期財務結果。

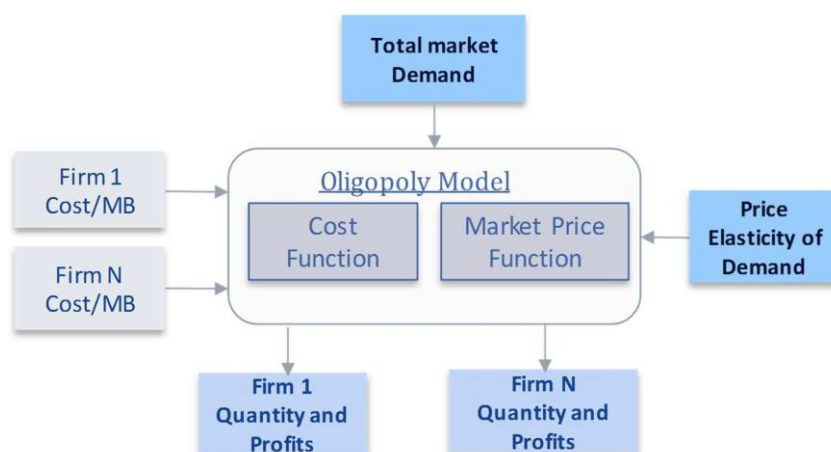
致謝

感謝 Chris Jones 對於本文的撰寫提供寶貴的建議和見解。本文也參考了諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢團隊的多項研究成果。

附錄

A.1 Cournot-Nash 模型詳細資訊

Cournot-Nash 模型採用供給量競爭情境，預設每間公司都試圖最佳化各自的利潤，並依據經濟賽局理論的表述進行分析。在這樣的表述中，每間公司各有自己的成本模型，價格則取決於市場的總供應量。每個參與者的成本函數取決於供應量，市價則取決於市場中所有參與者提供的總量。



模型的輸出結果是每家服務供應商可供應流量的均衡數量 (equilibrium quantity)。依據這些數量可以計算每個市場參與者的市場價格和利潤。在此分析中，我們使用線性成本函數和彈性供給曲線來表示數量和價格之間的關係。

A.2 成本模型

此函數表示參與者提供特定數量商品的成本。我們預設線性成本函數，來表示服務供應商交付特定數量數據的所需成本。公司 i 的成本函數如下：

$$C_i(q_i) = b_{0,i} + b_{1,i}q_i \quad (1)$$

$b_{0,i}$ 表示導入特定技術的相關成本，例如服務供應商 i 的 4G 網路； $b_{1,i}$ 表示提供單位數據流量的增量成本 (例如 Pb)，此數值是計算自單位流量相關的攤銷資本支出以及流量驅動型營運支出。成本模型已將服務供應商的差異納入考量

A.3 成本係數的推導

等式 1 中的成本係數，是使用諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部開發的基準測試方法計算得出。 $b_{1,i}$ 係數稱為「網路現金成本」，計算根據為攤銷網路容量投資金額 (即資本支出) 和由年度通信量驅動的網路營運費用 (即網路營運支出) 的總和。係數 $b_{0,i}$ 表示增建基地台的相關投資。

A.4 價格模型

價格函數取決於彈性供應曲線和市場所有營運商提供的總通信量，如下所示：

$$P(Q) = \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \quad (2)$$

其中 $Q = \sum q_i$ 和 ε 是行動數據需求的市價彈性，而 Q_0 則是校準係數。

A.5 服務供應商在市場均衡狀態中的獲利

市場價格取決於通信量的總供應量，而且每家服務供應商會嘗試調整供應量，來獲取最大的利潤。如此將導致零和賽局的結果，從而確立均衡數量，並計算均衡市場價格。在市場均衡狀態下，每家服務供應商的利潤為：

$$\pi_i^*(Q^*) = q_i P(Q^*) - C_i(q_i^*) \quad (3)$$

諾基亞貝爾實驗室研究所提供了均衡值的推導方法¹⁰。

¹⁰ 《Stackelberg 和 Nash Games 的理論和數值分析》，Milan Bradonjic 和 Marty Reiman，諾基亞貝爾實驗室研究所，2015 年 1 月 16 日

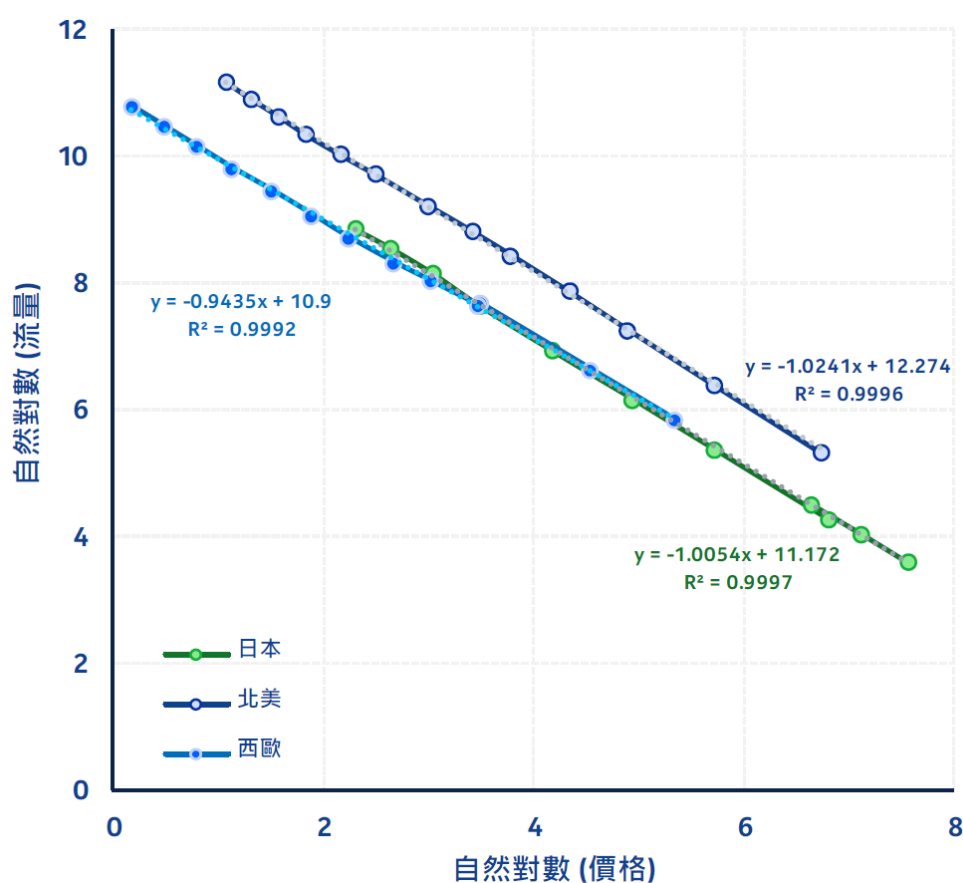
A.6 已開發市場的需求價格彈性

依照實證統計的市場數據，可以推導出需求價格彈性，如圖 14 所示。透過 (2) 列出的流量和市場價格的自然對數，需求價格彈性將是斜率的負值，

$$\ln(Q) = -\varepsilon \ln(P) + \ln(Q_0) \quad (4)$$

圖 A1 統計自日本、北美、西歐的行動市場數據。這些市場的價格彈性分別為 1.005、1.0241 和 0.9435。結果表明行動數據市場相對缺乏彈性。本文的競爭分析使用了日本市場數據。

圖 A1：已開發經濟體對 CSP 行動服務的需求價格彈性



資料來源：GSMA Intelligence、BLC Analysis、Cisco VNI

關於作者

Abdol Saleh 任職於紐澤西州梅山 (Murray Hill) 的諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部，擁有首席和傑出主任工程師的職銜。他的專長領域是分析和機器學習技術的應用、電信網路自動化的計量分析、產業計量經濟學、客戶選擇和體驗分析、電信競爭市場分析。Abdol 擁有理海大學的資訊工程和運籌學博士學位。

Subra Prakash 是諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部旗下「經濟學和新商業模式實務團隊」的合夥人兼負責人。他的專長領域是未來趨勢預測、總體經濟學、新興技術經濟學、新興服務及新商業模式。他擁有德州農工大學的博士學位和哥倫比亞大學的 MBA 學位。

Fuad Siddiqui 是諾基亞貝爾實驗室顧問諮詢部的高級合夥人，專注於商業策略和未來價值創造等業務。他帶來 20 多年的全球經驗，制定產業發展計畫，並向 ICT 產業客戶提供諮詢服務，提供市場多元化策略方面的建議。他專注於研究自動化導向的新商業模式，並撰寫《諾基亞貝爾實驗室 Future X 網路》的「企業的未來」一章，在文中強調數位化的 AI 時代改寫了顛覆性創新的定義，並指出這項趨勢對於競爭力和價值力量有何影響。