

產業研究報告

國際低軌衛星應用與營運商發展動態

前言

隨衛星相關技術演進與突破，帶動高通量衛星發展、火箭發射成本降低，並隨著衛星小型與簡單化發展，衛星產業與市場再次受到關注。其中低軌衛星可提供高速傳輸、低延遲等優勢，使國際大型科技公司與新創公司相繼投入，加速低軌衛星通訊應用發展。

曾巧靈

目錄

人造衛星的種類與應用類型	1
低軌衛星關鍵應用發展趨勢	3
主要低軌衛星營運商發展動態	9
結論	14
附錄	15

圖目錄

圖一、Orbcomm 智慧卡車解決方案	8
---------------------	---

表目錄

表一、Globalstar 行動衛星語音服務資費方案	4
表二、3GPP 之 5G 與衛星網路整合布建情境	5
表三、Starlink 低軌衛星星系規劃	10
表四、Oneweb 低軌衛星星系規劃	11

人造衛星的種類與應用類型

人造衛星之種類

隨衛星相關技術演進與突破，帶動高通量衛星發展、火箭發射成本降低，並隨著衛星小型與簡單化發展，衛星產業與市場再次受到關注。衛星依照運行軌道的高度，可分為地球同步軌道衛星 (Geostationary Orbit, GSO) 及非地球同步軌道衛星 (Non-Geostationary Orbit, NGSO) ；其中 NGSO 又可細分為中地球軌道衛星 (Medium Earth Orbit, MEO) 及低地球軌道衛星 (Low Earth Orbit, LEO) 。

GSO 為配合地球自轉速度，須在距離赤道上方 35,786 公里的軌道上運行，因此可始終保持在地球上方一個特定位置。也由於距離地球距離較遠，故單顆衛星即可覆蓋較大範圍之地球表面，因此三顆等距之 GSO 衛星，就可提供幾乎全球範圍的覆蓋。

MEO 為距離地球 2,000-35,786 公里高度運行的衛星，常用於導航，如作為歐洲全球衛星導航系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 的伽利略 (Galileo) 衛星，主要在距離地球表面 23,222 公里上的軌道運作。至於 LEO 則在距離地球表面約 500-2,000 公里高度的軌道上運作。

MEO 及 LEO 衛星與 GEO 衛星不同，不須沿著地球赤道運行，故其軌道平面可以是傾斜的，所以會有更多軌道路徑可以使用，在應用上具備更多彈性。而 LEO 因具備較低的衛星製造成本、且發射至軌道運作的成本也較低等優勢，因此 LEO 逐漸成為各種不同衛星應用經常使用的衛星類型。

根據美國非營利科學組織憂思科學家聯盟 (Union of Concerned Scientists, USC) 之統計，至 2020 年底為止，全球共有 3,372 顆衛星正在運行，其中 GSO 有 562 顆，MEO 有 139 顆，LEO 則有 2,612 顆，LEO 衛星占整體比重超過七成。

人造衛星主要應用類型

由於衛星系統在太空中運作，因此較地面通訊具備不受地形阻礙之優勢，可以覆蓋地球表面大部分地區，接收與傳輸大範圍的數據與訊息。根據衛星產業協會 (Satellite Industry Association, SIA) 指出，衛星可提供之應用服務大致可分為以下數種類型：

遙測與成像 (Remote Sensing and Imaging) : 遙感衛星可偵測用於照片的可見光，亦可偵測微波、紫外線、紅外線、無線電及其他類型感測的電磁輻射。這些資訊應用於氣象預報、農業、天然資源相關企業、地質學及其他科學用途。

行動通訊 (Mobile Communications)：行動通訊衛星的覆蓋範圍大於蜂巢網路 (Cellular network)或其他地面通訊系統，可提供用戶無處不在的語音及數據服務。

寬頻連結 (Broadband Connectivity)：許多通訊衛星提供高速寬頻服務，近期如美國 SpaceX、英國 Oneweb 等低軌衛星營運商正積極規劃與發射更多低軌衛星，形成衛星星系網路。衛星寬頻連結應用服務將有助於減緩偏遠地區與都會地區的數位落差，並為陸地、海洋及空中用戶提供連接。

導航應用：如全球導航定位系統 (Global Positioning System, GPS) 衛星為包含一般智慧型手機、汽車導航等導航設備，提供以位置資訊為基礎的服務。同時，導航衛星為包含行動通訊、金融網路、電網、天氣雷達等提供關鍵的時序資訊。

緊急應變與救災 (Emergency Response & Disaster Relief)：由於衛星運行在距離地球表面很遠的太空中，當地面網路受颱風、地震等天然災害導致斷線情形下，衛星系統可提供緊急應變人員所需的語音、數據與寬頻服務。災害過後，衛星亦可作為災區重建地面網路時的替代網路。

廣播 (Broadcast)：衛星電視與電台經由廣播衛星對全世界的觀眾或聽眾傳輸即時新聞、體育賽事、天氣、娛樂節目等影音。

衛星物聯網 (Internet of Things, IoT)：IoT 指將裝置連結到網際網路，這些裝置可以是筆記型電腦、平板電腦或手機，亦包含自動販賣機、定位標籤、連網汽車或採油機器等各式設備。在地面網路覆蓋範圍外運作的 IoT 設備，可經由衛星連結並傳輸資訊。

衛星遠距醫療 (Satellite Telehealth)：遠程醫療服務利用網際網路將患者連結至遠端的醫療人員，使醫療人員不需親自至現場，就能遠端監測患者狀況；衛星可提供偏鄉地區、無地面網路區域的患者進行遠距醫療數據傳輸。

由於衛星相關技術研發與硬體製造需要投入大量時間與資金成本，過去多為以政府為主導的發展模式；但隨著愈來愈多的民間企業投入後，透過向資本市場籌措資金，用於市場開發、製造硬體等，提供成本透明、低執行成本、加速商用時程等優勢，使衛星產業發展日益活絡，相關應用服務發展亦更多元。

觀察現階段主要的衛星應用類型，根據美國調研機構 Bryce 的統計，2020 年全球發射火箭任務中，有約 79%載運的為通訊衛星，其次為遙測衛星占 10.9%。

低軌衛星關鍵應用發展趨勢

遙測與成像應用

低軌衛星因距離地球表面較近，運用於遙測與成像應用上，具備可在較近距離拍攝高畫質影像之優勢。近年如合成孔徑雷達 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 等技術朝向高解析度發展，使衛星拍攝之影像在測繪、農業調查、自然資源開發、環保與救災等領域應用更為廣泛。

以美國地球成像公司 Planet Labs 為例，該公司擁有二個星系，分別為近 200 顆立方衛星的 Dove 星系，提供 3-5 公尺解析度衛星影像，及 21 顆規模的 SkySat 星系，提供 50 公分之高解析度衛星影像。Planet Labs 將拍攝之影像輸入至公司之圖庫供客戶搜索與使用，目前主要應用領域以民用、農業與國防情報為主，測繪約占營收 17%。

美國 Maxar Technologies 亦為衛星成像公司，主要提供政府、企業衛星影像與分析服務，2021 年取得美國國防部約 4,830 萬美元之契約，將提供美國軍方地理空間資訊蒐集與分析服務；其新一代衛星 WorldView Legion 預計於 2021 年 9 月發射，將提供解析度達 30 公分之衛星影像。

低軌衛星通訊應用

低軌衛星通訊應用在近年國際科技公司與新創業者積極推動下發展迅速，主要可分為行動衛星通訊、衛星寬頻服務與衛星物聯網等三大應用領域。

行動衛星通訊服務

行動衛星通訊可在全球提供行動語音服務、簡訊、窄頻數據傳輸等服務，較地面網路更具備國際漫遊的優勢，且在海上、天空等地面通訊無法到達的區域也能提供服務。根據國際電信聯盟 (International Telecommunications Union, ITU) 的統計，在 1997-2000 年間全球已約有近 20 家行動衛星通訊業者。目前主要低軌衛星行動通訊業者包含 Iridium、Globalstar 等。

行動衛星通訊多需要特製的衛星電話才可使用服務，但亦有可同時接取衛星訊號及 2G/3G/4G 行動網路訊號的雙模衛星手機。由於需使用衛星電話，因此目前採用行動衛星通訊服務之客戶主要為企業與政府等。服務費用方面，依照用戶需求，提供預付

型或月 / 年付型之付款方式，亦有語音吃到飽之資費方案，可提供用戶語音通話、收發簡訊、語音信箱、上網等服務。

表一、Globalstar 行動衛星語音服務資費方案

	月付型			年付型		
方案名稱	Orbit 150	Orbit 200	Orbit Unlimited	Galaxy 1800	Galaxy 2400	Galaxy Unlimited
資費 (美元)	79.99	99.99	199.99	960	1,200	2,400
語音 (分鐘)	150	200	無限制	1,800	2,400	無限制
簡訊	可	可	可	可	可	可

資料來源：Globalstar · MIC 整理 · 2021 年 7 月

此外，在全球 5G 行動通訊的商用發展下，ITU 及 3GPP 等標準組織開始進行下一代行動通訊技術的應用情境、技術規格等研究與制定。4G/5G 時代藉由行動通訊連結各種設備及裝置的物聯網應用，是目前行動通訊網路關鍵應用場景之一，而下世代行動通訊應用場景，目標則將提供陸、海、空等三維網路之連結。因此，3GPP 自 Release 15 標準制定時開始，即針對包含為衛星系統的非陸域網路 (Non-Terrestrial Network, NTN) 如何整合在 5G NR 架構下並進行運用，展開相關研究。

3GPP 於 TR 38.913 名稱為「下世代接取技術情境與需求研究技術」報告中，提出在公路、偏鄉等地區地面通訊難以到達之區域，可以衛星作為地面網路的延伸；該衛星不僅可提供語音及數據之傳輸，亦可進行 IoT、廣播及其他延遲容忍度較高之服務所用。也因此，針對衛星網路作為地面網路的延伸，提出三種布建情境，並針對不同布建情境提出可能使用頻段、頻寬與衛星架構等。

表二、3GPP 之 5G 與衛星網路整合布建情境

	布建情境 1	布建情境 2	布建情境 3
使用頻段	DL 及 UL 皆使用 1.5 or 2 GHz 頻段	DL 使用 20 GHz 附近頻段 UL 使用 30 GHz 附近頻段	使用 40 or 50 GHz
雙工	FDD	FDD	FDD
衛星架構	Bent-pipe	Bent-pipe, On-Board Processing	Bent-pipe, On-Board Processing
於 5G 架構下之 衛星系統位置	接取網路	回傳網路	回傳網路
系統頻寬 (DL + UL)	最多 2*10 MHz	最多 2*250 MHz	最多 2 * 1000 MHz
衛星軌道高度	GEO, LEO	LEO, MEO, GEO	LEO, MEO, GEO
終端分布	100% 室外	100% 室外	100% 室外
終端移動性	固定、手持、行動	固定、手持、行動	固定、手持、行動

資料來源：3GPP，MIC 整理，2021 年 7 月

在 3GPP 等標準組織積極推動衛星與行動網路之整合發展下，亦有業者展開相關技術與產品服務之開發。如美國新創業者 Lynk Global 目標將衛星網路作為地面網路的延伸，讓用戶可在一般的行動電話上接收自衛星發送的 5G 等行動通訊網路訊號；對地面電信營運商而言，則可在不增加額外的地面網路建設情形下，透過與衛星網路之整合，就可提升與擴大訊號與服務涵蓋範圍。

衛星寬頻應用

隨材料、射頻等相關技術的持續演進，衛星系統朝向高頻發展等，同時高通量衛星系統 (High Throughput Satellite, HTS) 透過頻率重複使用，顯著地將頻寬容量提升，代表每顆衛星頻寬都可大幅增加，並能以更低成本，提供更高的網路效能，進而使單位傳輸成本下降。

在應用方面，因為頻寬與傳輸速度增加，使更多數據應用可透過衛星通訊系統實現，如高畫質影音傳輸、多方視訊會議、即時互動式地圖分享等，皆大幅提升衛星寬頻應用之商用潛力。故近年無論是 GSO 或是 NGSO 衛星系統，皆致力朝向高通量衛星發展，提供衛星寬頻應用服務。

而消費者衛星寬頻服務指的是針對一般消費者，提供以衛星通訊系統為基礎的寬頻服務。透過衛星連接到網際網路，通常需要用戶在住家、建築物外固定地點，讓消費者自行裝設，或由專業人員安裝一個小型衛星天線，以負責衛星訊號的接收與傳輸；用戶可藉由提供接近固網寬頻的連線服務品質的衛星寬頻通訊，進行如上網、發送電子郵件、網路電話 (Voice over Internet Protocol, VoIP)、使用社群軟體或影音串流等服務。

然而，衛星寬頻服務雖發展已久，但過去因設備與資費較高，因此使用者多為企業與政府用戶，或是一般地面網路不易到達的偏鄉地區；隨衛星布建與裝置成本下滑，更多業者投入消費型用戶的衛星寬頻服務市場如美國太空科技公司 SpaceX 的 Starlink，預期亦會帶動全球消費性衛星寬頻用戶市場的成長。

針對企業、政府的衛星寬頻連網服務，同樣藉由在辦公大樓、工廠、旅館等特定位置安裝衛星天線以接收與傳輸衛星訊號，提供電子郵件收發、VoIP、連結雲端應用等寬頻上網服務。如加拿大 Telesat 目標將以 LEO 衛星提供社區、企業與政府等寬頻服務。

此外，衛星系統亦可作為支援電信營運商回傳網路之用。觀察行動通訊與衛星通訊系統的長期發展態勢，行動寬頻通訊主要提供人口密集區域的大量連網服務，而衛星寬頻通訊系統則專注偏遠地區的連結需求。隨個人化設備多元、數位匯流等趨勢推動，行動數據流量呈現爆炸式成長，意味行動通訊網路的傳輸率亦須有所提升；而衛星通訊系統在高通量衛星發展下，逐漸可提供更可靠、快速的回傳傳輸機制，並在如偏鄉、農村、山區等用戶數少、地理位置偏遠，地面網路基礎建設不易之區域，利用衛星系統作為地面行動通訊網路之回傳網路，在整體網路部署建設上更具成本效益。

例如，加拿大衛星服務商 Telesat 於 2021 年 5 月與義大利電信之巴西子公司 TIM Brasil 完成利用 Telesat 第一階段的 LEO 衛星實現 4G 行動數據回傳之測試作業。該測試在巴西里約熱內盧的傳送點進行，使用 85mm 的 Intellian 天線進行衛星與地面

站的上下行鏈路傳輸，來回延遲時間平均約 38 毫秒，驗證了包含 1080p 畫質的 YouTube 影音串流、視訊會議、WhatsApp LTE 語音服務等應用，皆能有效運作。

衛星物聯網應用

現階段越來越多企業與機構透過物聯網來實現數據收集與分析，以協助企業追蹤、監控與管理資產、確保員工人身安全及優化遠距操作流程。例如，可即時監控運送易腐貨物的卡車、確保靠港商船的安全駕駛等。而一般網路建置及服務範圍，主要在陸地人口稠密地區，目前地面物聯網服務在陸地的覆蓋率僅 20%，在海洋的覆蓋率更不到 5%。由於偏遠地區及海上也存在通訊需求，如農業、海上物流、環境監測等，但因在偏鄉、海上或山區等地的行動通訊基地台和光纖有線線路鋪設不易且成本高昂，以至於網路覆蓋率及低、實難以真正實現萬物聯網目標。而衛星部署與覆蓋較不受地面各類地理因素影響，使得衛星物聯網則成為未來物聯網應用發展的突破口，更成為衛星通訊產業重點關注及布局之新市場。

衛星物聯網服務可運用於從海運、物流、農業、能源及公用事業與建築等各種垂直領域。衛星系統提供物聯網服務的方式有二，一種為直連衛星 (Direct to Satellite) 方式，指其地面裝置搭載衛星數據通訊模組為主。另一種則作為物聯網之回傳網路，經由地面網路蒐集感測器數據後，透過衛星網路回傳進行數據彙整、分析與應用。

以低軌衛星服務業者 Iridium 為例，該公司協助海上石油和天然氣鑽井平台蒐集維護所需的數據，並進行排放監測。並與無人機公司 Flylogix 合作，透過配備監視器、感測器與記錄設備的無人機，蒐集平台上之運作與環境監測數據。同時，亦提供無人機遠端操控監測，飛行員可監控無人機的引擎狀態、油位、速度、飛行姿態與位置，確保飛機正常飛行，當發生異常時可立即召回無人機，減少無人機設備毀損之機率。

而衛星物聯網營運商 Orbcomm，則提供包含運輸、海事、重工業、能源等垂直領域衛星物聯網解決方案。如運輸方面，Orbcomm 利用車載連網裝置及設備，進行遠程車隊追蹤及管理。負責在美國 29 個州進行生鮮與熟食等食品配送的食品物流公司 Dutch Valley Foods 與 Orbcomm 合作，使用其衛星物聯網應用，在冷鏈物流服務上進行監測貨櫃溫度，當溫度異常時會發出警報，同時每 5 分鐘會提供卡車油槽資訊傳輸，確保可以將食品準時送達指定地點。

圖一、Orbcomm 智慧卡車解決方案



資料來源：Orbcomm · MIC 整理 · 2021 年 7 月

主要低軌衛星營運商發展動態

現今國際主要低軌衛星服務營運商包含美國 SpaceX 旗下之 Starlink、Amazon 旗下的 Kuiper，以及由英國政府與印度最大電信營運商巴蒂電信 (Bharti Airtel) 合資的 OneWeb、衛星寬頻服務業者 Telesat，與主要提供行動衛星通訊服務之美國衛星業者 Iridium 及 Globalstar 等。除上述主要低軌衛星營運商外，如 Viasat 等 GSO 衛星業者亦看好低軌衛星市場商機，預計在下一代衛星發展 LEO 衛星，相關網路部署於 2026 年展開。

Starlink

Starlink 低軌衛星星系布建進度

SpaceX 為電動汽車特斯拉 (Tesla) 創辦人，2021 年富比世全球富豪排行第二的伊隆馬斯克 (Elon Musk) 所創辦太空科技公司，該公司目標為降低太空運輸成本，並且達成載人移民火星的願景；並致力於太空科技之發展，包含衛星製造、火箭回收技術等。

2015 年 SpaceX 啟動其低軌衛星星系計畫 Starlink，目標是透過在地球周圍布建由數萬顆衛星打造的衛星網路，讓全球每一個角落都可以使用高速的衛星寬頻通訊服務。SpaceX 除使用自家火箭發射 Starlink 低軌衛星進入軌道運作外，並使用自行設計的平板衛星及天線等硬體設備與零組件，確保相關研發、製造資源可有效被利用。

根據 SpaceX 的低軌衛星星系建置規劃，可以分為四階段，分別為 2020 年前的大量申請發射許可階段、在 2020-2024 年的密集發射階段、2024-2027 年間為全球網路試營運階段，以及最終目標預計於 2027 年啟動全面商轉階段。Starlink 規劃在 2024 年完成 2,825 枚低軌衛星部署，初步實現全球覆蓋，並開始提供全球用戶試營運；2027 年則預計完成剩下的 7,518 枚衛星部署，總計將實現 12,000 枚低軌衛星之部署建置，並正式進行全球低軌衛星通訊網路商轉。

截至 2020 年底，SpaceX 共發射 955 顆 Starlink 低軌衛星，約 900 顆衛星仍在軌道上，雖僅占 Starlink 全球涵蓋目標的一小部分，但已成為全球擁有衛星數量最多的營運商。至 2021 年 6 月，SpaceX 總共將 1,737 顆 Starlink 衛星送入軌道，雖此統計數字包含原型及已失效的衛星，但基本上已達成 Starlink 第一階段的衛星發射目標。Starlink 表示預計至 2021 年 8 月，可以提供全球覆蓋。

表三、Starlink 低軌衛星星系規劃

	第一階段	第二階段				第三階段		
衛星總數 (顆)	1,584	2,585				7,518		
軌道高度 (公里)	550	1,110	1,130	1,275	1,325	345.9	340.8	335.9
單軌道平面衛星數量 (顆)	66	50	50	75	75	-	-	-
軌道平面數量 (個)	24	32	8	5	6	2,547	2,478	2,493

資料來源：Starlink · MIC 整理 · 2021 年 7 月

Starlink 商用服務進展

Starlink 之首要目標市場為消費者衛星寬頻服務，截至 2021 年 6 月 SpaceX 已於美國、加拿大、澳洲、德國等共計 11 個國家提供 Beta 測試版服務，其方案名稱為「Better than nothing」。根據 SpaceX 的統計顯示，全球已有 1 萬戶啟用 Beta 版，另有 50 萬消費者則已預購 Beta 服務，爾後將陸續提供其衛星連網裝置與服務。

然而，無論是試用或商用，SpaceX 依然需要在各國設置營運據點及閘道器 (Gateway) 以滿足當地法規要求。為此，SpaceX 資深稅務總監 Michael Sylvester，自 2019 年開始在全球 15 個國家以 TIBRO company 名義成立公司，為 Starlink 在當地的銷售據點進行布局。

Starlink 的目標市場雖為消費者寬頻服務，但企業應用亦為未來發展的重點市場之一。因此，Starlink 於 2021 年 5 月宣布與 Google Cloud 合作，將在 Google 既有的資料中心內設置 Starlink 地面站，提供位於網路邊緣或偏鄉地區的企業客戶可更便利地使用雲端服務與應用，預計 2021 年下半年則可開始向 Google 企業用戶提供服務。

Oneweb

Oneweb 低軌衛星星系布建進度

Oneweb 成立於 2012 年，總部位於英國倫敦及美國的維吉尼亞州，2020 年 3 月底在原始投資者 Softbank 等撤資影響下，Oneweb 宣布申請破產保護。隨後，2020 年 7 月，英國政府與印度電信集團 Bharti Global 以 8 億英鎊 (約 10 億美元) 價格

分別取得 Oneweb 約 45% 股份（各 4 億英鎊，約 5 億美元），剩下 10% 股份則屬於 Oneweb 既有的債權人，包括 SoftBank 等。

整體來看，Oneweb 為 SpaceX 的主要競爭對手之一，其初期在星系的通訊性能以及部署速度上，皆緊隨 SpaceX 之後。Oneweb 規劃第一階段發射 716 顆低軌衛星，原預計在 2020 年以每次運載 32-36 顆衛星、每月發射一次實現，然因 Oneweb 在 2020 年 3 月份衛星發射後便宣布破產，而暫停衛星發射事宜；直至 2020 年 12 月 Oneweb 才開始恢復部署，2021 年 5 月隨 Arianespace 發射 36 顆 Oneweb 衛星上空，至目前總計共 218 顆衛星發射完成。在最新的規劃中，Oneweb 縮減了計畫第一階段的衛星發射數量，預計 649 顆衛星即可完成部署，預計 2022 年可完成全球覆蓋。第二階段目前則規劃將分三期分批發射、部署共 6,372 顆衛星。

表四、Oneweb 低軌衛星星系規劃

	第一階段		第二階段		
衛星總數 (顆)	716		6,372		
衛星數量 (顆)	588	128	1,746	2,304	2,304
軌道高度 (公里)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200

資料來源：Oneweb · MIC 整理 · 2021 年 7 月

Oneweb 商用服務進展

Oneweb 低軌通訊衛星服務主要鎖定企業、政府應用等利基型市場，預計於北緯 50 度以上地區提供網路覆蓋，目前已完成包括英國、北歐、格陵蘭島、冰島、及加拿大等地區之覆蓋，規劃 2021 年底提供商用服務。而在印度最大電信集團 Bharti Global 收購 Oneweb 之後，Oneweb 亦將印度納入其最新之全球通訊服務規劃中，預計 2022 年開始提供服務。

Oneweb 所提供的應用場景涵蓋回傳網路、航太、海事應用以及政府使用。其中，海事使用領域是 Oneweb 的布局重點，包含商船、遊艇、渡輪、休閒用船隻、漁業等不同需求的海事應用，期望提供大通量、低延遲的海上衛星通訊服務。

Telesat

Telesat 低軌衛星星系布建進度

加拿大商 Telesat 是傳統衛星通訊營運商，挾過往衛星部署經驗以及龐大的客戶基礎，其在公司整體發展策略上也開始積極投入低軌衛星系統建置。2018 年 Telesat 發射其第一階段 LEO 衛星(Phase 1 LEO satellite)，正式開啟新一代寬頻衛星系統。

Telesat 早於 2016 年 11 月 15 日即提交 117 顆衛星系統計畫，2017 年 11 月 3 日 FCC 同意於第一階段再增加 181 顆衛星，使其第一階段規劃發射之衛星總數達到 298 顆衛星。在計畫的第二階段，Telesat 將增加 1,373 顆衛星，使第二階段結束時的總數達到 1,671 顆衛星。

Telesat 第一階段的低軌衛星於 2018 年 1 月 12 日成功發射第 1 顆試驗通訊衛星 LEO Vantage 1; 而第一批 Lightspeed 衛星預計在 2023 年內發射，隨後將進行客戶 Beta 測試，預計 2023 年下半年開始商轉，2024 年提供全球服務。

Telesat 商用服務進展

Telesat 衛星網路業務主要將針對航空、海事和固定通訊等三個市場，其中固定通訊市場包含回傳網路訊號強化，另外也針對企業用戶、特定行業的應用，比如銀行、礦山等通訊應用需求。此一服務範疇設定直接與 SpaceX、OneWeb 及 Amazon 鎖定的終端消費者市場有所區隔，因此在發展策略上，Telesat 也為不同的應用市場會使用到的接收設備及天線做區隔、並進行相應的開發作業。Telesat 希望衛星網路服務商轉時，各應用市場配置的天線將能夠以最合適的價位和正確的性能點服務於每個垂直領域。

由於 Telesat 的 Lightspeed 主要目標市場為政府、社區與企業用戶。該公司計畫針對加拿大與全球偏遠和農村地區或通訊基礎設施布建不足之處，透過低軌衛星提供上述區域經濟實惠的寬頻連接。現階段 Telesat 的 Lightspeed 衛星系統承諾將提供至少 50 Mbps 的下載速度、10 Mbps 的上傳速度，以讓用戶擁有更優質寬頻連網服務。

Kuiper

Kuiper 低軌衛星星系布建進度

Kuiper Systems 是 Amazon 的子公司，其低軌衛星方案 Project Kuiper 於 2019 年 7 月向 FCC 提出 3,236 顆 Ka 波段衛星之申請並取得許可，將發射時程規劃為 5 階段；

其星系規劃則包含 784 顆位於 590 公里、1,290 顆位於 610 公里、1,156 顆位於 630 公里，訊號將涵蓋北緯 56 度-南緯 56 度。許可中，FCC 允許 Kuiper Systems 於 2019 年 8 月至 2020 年 2 月展開為期 6 個月的服務測試工作，期望向全球低經濟效益地區提供寬頻網路覆蓋。

直至今日 Kuiper Systems 仍處於規劃期間，原本預計將以 Amazon 創辦人 Jeff Bezos 創辦的 Blue Origin 公司進行火箭發射，但鑒於 2026 年須達成 FCC 之星系布建要求，因此於 2021 年與發射公司 United Launch Alliance 簽訂合約，由該公司為 Kuiper 低軌衛星提供發射服務。

Kuiper 商用服務進展

Kuiper 旨在為全球尚未有寬頻服務和服務不足之地區，提供低延遲、高速寬頻連接。目前雖未有在軌衛星運作，但 Kuiper 目標在第 1 階段總計發射 578 顆衛星後，開始提供商用服務，並在 2026 年的中期完成一半以上衛星發射完成，並開始提供試營運。

Kuiper 雖目前服務尚未商用，但 Amazon 旗下之 Amazon Web Services，已於 2018 年底宣布提供 AWS Ground Station 衛星營運商地面站營運服務，且 AWS 已在全球六個地點建置地面站，各地面站將連結鄰近的 Amazon 資料中心，以確保衛星營運商的營運管理、數據分析等服務，Kuiper 亦表示未來將與 AWS 地面站服務進行合作。

此外，有別於 Starlink、Oneweb 等低軌衛星營運商，Kuiper 除向 FCC 申請固定衛星服務外，另亦申請行動衛星通訊服務，未來在衛星行動通訊服務上之布局亦值得持續關注。

結論

低軌衛星可提供高速、低延遲等優勢，帶動通訊領域之運用

衛星因須投入大量資本進行研發、製造與部署，因此產業過去多為政府、大型航太業者所寡占。在民營企業陸續投入衛星產業後，提供成本透明、執行成本低、進入市場速度快等效率優勢，使衛星產品、應用服務能加速且多元發展。在衛星通訊應用之下，以行動衛星通訊、衛星寬頻服務與衛星物聯網為主要三大領域。行動衛星通訊受到異質網路的整合趨勢下，產業與標準組織積極推動行動網路與衛星系統之整合。

其中，近年最受矚目的低軌衛星主要可應用於遙測、通訊、科技發展等領域，尤其在通訊技術的長足發展下，行動衛星通訊與衛星寬頻服務應用備受關注，且因低軌衛星服務在衛星容量、速度皆大幅提升、具備低延遲等優勢下，除提供消費者寬頻連線外，在企業應用部分，亦可提供需要全球覆蓋的企業關鍵網路涵蓋，同時並可支援行動、無線網路的回傳機制，故有愈來愈多廠商投入發展。

而在衛星物聯網應用部分，由於更多企業欲藉由數據資訊之蒐集，作為企業決策之參考依據，或改善作業效率，衛星通訊系統可提供全球覆蓋優勢，進而滿足跨國企業、海事、航空等領域之企業對物聯網應用之需求。

四大營運商主導下，加速低軌衛星寬頻服務市場發展

盤點各大低軌衛星網路營運業者近況，各業者商轉時程進程不一，且各有主要目標市場。在商用進程部分，SpaceX 已發射 1,434 顆 Starlink 衛星，提供部分地區 Beta 服務，預計 2021 年中正式商轉；而 OneWeb 計畫，已發射 218 顆衛星，預計 2022 年提供全球服務；Telesat 的 Lightspeed 計畫則發射原型衛星供測試之用，與後進者 Amazon 的 Kuiper 計畫，相對落後其他衛星服務業者之進度。按目前主要低軌衛星服務業者之發展進行，預估 2024 年這些業者將相繼正式投入全球商用服務。

觀察其商業模式，則各家皆強調未來將提供山區、海上、偏鄉等地區高速率、低延遲之連接服務。但就目標市場而言，各業者則仍存在差異，大致可區分為消費者市場與企業應用市場；如 Starlink 與 Kuiper 主要以消費者寬頻服務為主要市場，其他如 Telesat、Oneweb 則以企業、政府應用市場為目標。

隨低軌衛星應用多元發展，相關商機潛力受到關注，除上述低軌衛星營運商外，亦已有許多新創公司及 GSO 衛星業者規劃投入，因此相關業者布局與發展日後亦值得持續關注。

附錄

英文名詞縮寫對照表

GNSS	Global Navigation Satellite System
GSO	Geostationary Orbit
GPS	Global Positioning System
HTS	High Throughput Satellite
IoT	Internet of Things
LEO	Low Earth Orbit
MEO	Medium Earth Orbit
NGSO	Non- Geostationary Orbit
NTN	Non-Terrestrial Network
SAR	Synthetic Aperture Radar
VoIP	Voice over Internet Protocol



發行所	財團法人資訊工業策進會 產業情報研究所(MIC)
地址	台北市 106 敦化南路二段 216 號 19 樓
電話	(02)2735-6070
傳真	(02)2732-1353
全球資訊網	https://mic.iii.org.tw
會員服務專線	(02)2378-2306
會員傳真專線	(02)2732-8943
E-mail	members@micmail.iii.org.tw
AISP 會員網站	https://mic.iii.org.tw/aisp

以上研究報告經 MIC 整理分析所得，由於產業變動快速，並不保證上述報告於未來仍維持正確與完整，引用時請注意發佈日期，及立論之假設或當時情境。
著作權所有，非經 MIC 書面同意，不得翻印或轉載