



本期內容

- 專題報導：衛星物聯網新創發展觀察、COVID-19 肺炎對全球太空發展的影響、評 OneWeb 太空網路公司破產、國際太空站邁向新紀元-各國力推商業化轉型
- 活動報導：Satellite 2020
- 活動預告：第一屆國際太空站 KIBO 機器人程式設計挑戰賽

發行人：林俊良

編輯群：黃楓台、梁尹綺

專題報導

衛星物聯網新創發展觀察 文/資策會分析師顧馨文

一、前言

近年隨著物聯網、雲端運算及巨量資料等技術進步，以及受到標竿案例啟發，愈來愈多企業欲運用物聯網等技術來提升產品 / 服務價值或營運效率，帶動相關商機起飛。一般網路建置及服務範圍，以陸地人口稠密地區為主，但在偏遠地區及海洋，如農業、物流及重要資產或環境監測等領域，仍有不少物聯網應用需求卻缺乏可用網路，成為衛星通訊產業重點關注及布局之新市場。

既有衛星通訊營運商，如 Iridium、Inmarsat 及 Intelsat 等，多基於已部署的衛星等資產，積極發展物聯網相關服務。與此同時，全球也興起以衛星物聯網為主要應用的衛星星系建置計畫熱潮，許多是由低軌道奈米級衛星(Nano Satellite)組成，企圖以「建置成本低」及「通訊功耗低」之優勢，在未來立足市場。

根據 NewSpace Index 統計，目前以 IoT/M2M 為主要應用的低軌道奈米級衛星星系計畫已啟動至少 25 個。多間新創企業衍生自前述計畫，不僅是衛星通訊市場潛力生力軍，亦可謂產業典範轉移的觀察指標。本文從中

挑選進展相對領先的 11 家廠商（名單如表一）作為代表性業者，並觀察其星系、服務等規劃及進度，提供關注本議題者之參考。

二、募資進度

參考表一，這 11 家新創業者，其中 5 家來自歐洲（瑞士、荷蘭、英國、法國）、3 家來自北美（加拿大、美國）、2 家來自澳洲及 1 家來自中國。整體而言，有較高比例其國土具有偏遠、人煙稀少（如高山、沙漠、極北等）特色，業者較能貼近在地需求。

在產品及服務原型已驗證可行之下，Astrocast 等 5 家業者已達 A 輪募資，據以提升星系完成度及拓展業務，Myriota 更進展至 B 輪，將進一步擴大營運規模。就募資規模而言，以 Kineis 取得 1 億歐元資金最受矚目，該公司衍生自法國衛星營運商 CLS 之衛星物聯網計畫，已集結 Thales Alenia Space、HEMERIA、Suez 等供應端與客戶端合作夥伴及政府與民間資金，使其在後續商業拓展上具一定優勢。

表一：代表性衛星物聯網新創業者募資進度

廠商	成立時間	總部	募資階段	募資規模
Astrocast	2014	瑞士	A 輪 (2019.9)	CHF13.7M，另將引進策略客戶投資
Fleet Space	2015	澳洲	A 輪 (2019.9)	USD11.1M
國電高科	2015	中國	N/A	N/A (取得卓正控股投資)
Helios Wire	2016	加拿大	Seed	USD6M
Hiber	2016	荷蘭	A 輪 (2018.10)	USD14.5M，另取得歐盟創新計畫補助
Kepler Communications	2015	加拿大	A 輪 (2018.10)	USD21.1M
Kineis	2018	法國	N/A	EUR100M
Lacuna Space	2016	英國	N/A	N/A (部分資金來自 ESA 及英國太空署)
Myriota	2015	澳洲	B 輪 (2020.3)	USD32.1M
Sky and Space	2015	英國	IPO (澳洲, 2016.5)	AUD47M
Swarm Technologies	2016	美國	A 輪 (2019.1)	USD27.7M

備註：Helios Wire 已於 2019.10 被衛星通訊營運服務廠商 Echostar 併購
資料來源：各公司，Crunchbase，作者整理(2020/4)

三、衛星星系規劃與建置進度

參見表二，自 2017 年以來各業者陸續發射少量衛星（含 prototype），並完成相關功能測試驗證。觀察其建置進度，以國電高科、Swarm Technologies 較為領先，唯完成度仍屬初期。依據各業者計畫，首個低軌道奈米級衛星物聯網星系（即國電高科之星系）可望於 2020 年建置完成，其他星系則多設定在 2022~2023 年建置完成，唯籌資順利與否仍是目標實現之關鍵。

在衛星構型方面，這些星系主要以 3U 或 6U 立方衛星組成，最小者尺寸僅 0.25U (10cm x 10cm x 2.8cm)，為 Swarm Technologies 所設計製作。服務使用頻段方面，除了既有商用通訊衛星的 L-band、S-band 及 Ku-band，半數以上的星系使用 VHF 及 UHF 之數百 MHz 頻段，藉此可提供 L-band 等相對高頻頻段無法企及的低功耗（低數據傳輸量）服務，與既有衛星通訊廠商區隔，以建構在適合低數據傳輸量特定應用（參見表三）的競爭優勢。服務覆蓋範圍方面，除了 Sky and Space 星系以南北緯 15 度間為目標，其他業者之星系規劃皆是全球覆蓋。

表二：代表性衛星物聯網新創業者衛星星系建置規劃與進度

廠商	在軌數/規劃總數	首次發射時間	預計建置完成時間	衛星構型	通訊服務使用頻段
Astrocast	2 / 100	2018 年	2023 年	3U	L-band
Fleet Space	4 / 100	2018 年	N/A	1.5U, 3U, 6U	L-band, S-band
國電高科	6 / 38	2018 年	2020 年	6U	UHF
Helios Wire	2 / 30	2017 年	恐不再建置	6U, 16U	S-band
Hiber	2 / 48	2018 年	2022 年	3U, 6U	UHF, S-band
Kepler Communications	2 / 140	2018 年	2022 年	3U, 6U	Ku-band, S-band
Kineis	1 / 25	2019 年	2022 年	12U	UHF, L-band
Lacuna Space	1 / 36	2019 年	2022 年	3U, 6U	UHF
Myriota	1 / 50	2018 年	預計 2022 年在軌 25 顆	N/A	VHF, UHF
Sky and Space	3 / 200	2017 年	N/A	3U, 6U, 8U	S-band
Swarm Technologies	9 / 150	2018 年	N/A	0.25U, 1U	VHF

註 1：Kineis 另有 7 個 payload 已置於母公司 CLS 之 Argos 衛星系統運行中
註 2：2020 年 3 月 Myriota 向 exactEarth 收購 4 顆衛星等資產用於其服務
資料來源：各公司，NewSpace Index，作者整理(2020/4)

四、服務規劃與進度

雖然目前各星系建置完成度仍低，大部分業者已藉少量在軌衛星提供服務給早期客戶或策略合作夥伴，進行商用測試驗證；其中，Kineis 除了獨立發射的 1 枚衛星，並利用置於母公司 CLS Argos 衛星系統的 7 個酬載，共同提供測試服務。Fleet Space 及 Myriota 正建置自有星系，但其運用既有衛星營運商 Iridium、Inmarsat 及 exactEarth 之衛星網路設施，已提供正式商用服務。

參見表三，依據業者規劃的目標應用，這些星系搭配地面設備所提供的數據傳輸服務，傳輸資料量高至 Gigabyte 等級(Kelper)，低至每次 20~200Byte(如 Astrocast、Hiber、Myriota)。大部分星系設計規劃為：建置完成時約每 10 分鐘可通訊一次，但因各星系在軌衛星數目仍少，目前一天可通訊次數最低者僅有 2 次。

對於低數據量、低功耗之物聯網應用，業者多自行開發與其衛星搭配的地面設備解決方案，提供給客戶或合作夥伴。地面設備主要有二種型態：1)能與衛星直接通訊(Direct to Satellite)的數據傳輸模組；2)能連結大量物聯網裝置的閘道器(Gateway)，亦可發現多數業者選擇支援的低功耗廣域網路技術為使用成本最低的 LoRa。兩家已經正式商用的廠商 Fleet Space 及 Myriota，營收模式主要是對客戶銷售產品(閘道器、數據傳輸模組)及收取數據傳送服務費(月費)。

表三：代表性衛星物聯網新創業者產品/服務規劃與進度

廠商	營運階段	產品/服務概要	早期客戶(應用)
Astrocast	商用測試	◆ 提供 Direct to Satellite 數據傳輸模組，上鏈(每次)160 Bytes、下鏈 8 或 40 Bytes	Marine Instruments(浮標/海洋資訊監測)...
Fleet Space	正式商用	◆ 提供閘道器，可在 15 公里半徑範圍內連結最多 1000 個裝置，支援 LoRa 技術	N/A
國電高科	N/A	N/A	山西煤電(煤礦監測)、中集集團(貨櫃追蹤)...
Hiber	商用測試	◆ 提供 Direct to Satellite 數據傳輸設備開發工具，上鏈(每次)144 Bytes ◆ 提供閘道器，可連結最多 500 個裝置，支援 LoRa 技術	Boskalis(浮標/海洋資訊監測)、Unidata(地下水監測)、Profyta(智慧農業)...
Kepler Communications	正式商用(加拿大北極區)(Ku-band)	◆ 與地面設備業者 C-COM、Intellian、Kymeta 及 Cobham 合作，提供寬頻 store and forward 數據服務，傳輸速率 30Mbps 以上	MOSAIC 科學探險隊、Polarstern 破冰船
	尚無(S-band)	◆ 預計提供 Direct to Satellite 數據傳輸模組	將透過合作夥伴電信營運商 Telefonica 推展業務
Kineis	商用測試(即將商用)	◆ 提供 Direct to Satellite 數據傳輸服務，支援 Wize technology	Suez(智慧水表)等，並透過 Wize 聯盟及電信營運商 Bouygues Telecom 推展業務
Lacuna Space	商用測試	◆ 提供 Direct to Satellite 數據傳輸設備開發工具 ◆ 提供閘道器，支援 LoRa 技術	將透過合作夥伴 LoRaWAN 網路服務廠商 The Things Industries 推展業務
Myriota	正式商用	◆ 提供 Direct to Satellite 數據傳輸模組，上鏈(每次)20 Bytes，一天約可傳 8-24 次	SAGE Automation(車隊追蹤)、Goanna Ag(水位監測)等，並透過合作夥伴電信營運商 Optus Business 推展業務
Sky and Space	尚無	◆ 預計提供 IoT/M2M、資產追蹤及電信語音共三類服務	將透過電信營運商如 Telefonica 推展業務
Swarm Technologies	商用測試	◆ 提供 Direct to Satellite 數據傳輸模組 ◆ 提供閘道器，支援 LoRa 及 WiFi 技術	Ford(車聯網)，並透過合作夥伴 IoT 服務業者 SweetSense 推展業務

備註：Wize technology 為 Wize Alliance 倡議之種低功耗廣域網路技術

資料來源：各公司，作者整理(2020/4)

五、結語

綜整而言，衛星物聯網新創企業在星系建置及相關應用服務仍在初期發展階段，但已具體展示低軌道奈米級衛

星物聯網星系及應用服務雛型，並往規模化部署衛星及正式商用營運邁進中，對於衛星通訊新興發展，豎立一里程

碑。然而，這些新創業者欲存活於市場並成為典範轉移成功案例，仍有諸多挑戰，包括如何與同樣看好物聯網市場的衛星通訊營運商、行動通訊營運商競爭或合作，如何挖掘未滿足需求、開發潛力客戶及提供解決方案，如何建立能夠長期營運的商業模式等，值得持續關注。在此過程中也將形成包括衛星、地面設備之系統製造商、零組件供應商及應用服務提供者，並與雲端運算、資料分析等業者交接之生態系，台灣產業可評估其中之機會及適合扮演的角色。

❖ 作者：顧馨文為資策會資深分析師，具 10 年以上產業研究經驗，專業於資通訊及智慧科技跨域領域。

COVID-19 肺炎對全球太空發展的影響

文/國家太空中心黃楓台

一、前言

在美國華府舉辦的衛星通訊產業大展 Satellite 2020 原本為期兩天半的展會在第二天(3 月 11 日)下午無預警地的突然宣布，因受到 COVID-19 肺炎疫情的影響，展期提前結束。而在兩個多禮拜之後(3 月 27 日)，全球知名低地球軌道衛星通訊新創公司 OneWeb 宣告破產重整，據該公司說法，COVID-19 肺炎全球肆掠是壓倒 OneWeb 的最後一根稻草。截至目前為止(4 月 25 日)這次 COVID-19 肺炎已經造成全世界感染人數超過 280 萬人，而死亡人數則是已逾 20 萬人。此次肺炎重創全球經濟的發展，四年一度的奧運因而延期舉辦，太空產業也受到不小的衝擊，全球太空大國，包含美國、法國、中國等都是重災區。本文主要是綜整媒體與網頁有關 COVID-19 肺炎對全球太空發展影響的報導，讓大家進一步了解我們目前所處的太空產業情勢，以做好各項後續的因應準備。

二、COVID-19 肺炎疫情對太空發展的影響

2.1 國際研討會/展會時程

國際太空研討會是全球太空專業人士聚會交流、洽談合作與建立人脈的重要場合，由於避免 COVID-19 肺炎擴散，許多國家紛紛採取緊縮外國人進入以及限制大型集會的措施，也因此許多重要的國際太空會議紛紛取消或是延後。首先原定在 3 月 30 日至 4 月 2 日在美國科羅拉多州舉行的太空研討會(Space Symposium)目前確定延到 10 月 31 日至 11 月 2 日舉行¹，太空研討會被認為是美國最重要的太空政策和太空計畫論壇，也是太空各個部門互動與獲得訊息的必參加(Must Attend)會議，近年來該會議吸引上萬人參加。而原本預計在 10 月 12 日到 16 日

在阿拉伯聯合大公國(UAE)杜拜舉辦的國際宇航大會(International Astronautic Congress，簡稱 IAC)，主辦單位國際宇航聯盟(International Astronautic Federation，簡稱 IAF)在半年前的 4 月 10 日就已經公告，今年 IAC 將會延到明年舉辦，具體時程會在近幾周內宣布²。IAC 可以說是全球最大的綜合型國際太空會議之一，它除了有學術研討會外，也有大型展覽會，每年吸引全球學術界、產業界以及各國太空機構人員數千名與會。另外，兩年舉辦全球最大的太空科學會議之一第 43 屆 COSPAR 科學大會，國際太空研究委員會 (Committee on Space Research，簡稱 COSPAR) 宣布，原定於 8 月 15 日至 22 日在澳大利亞雪梨舉行，推遲到 2021 年 1 月 28 日至 2 月 28 日舉辦³。

而另一個重要的研討會，每年在美國猶他州舉行的小衛星會議(Small Satellite Conference)，目前仍規劃在 8 月 1 日至 6 日如期舉行，所採取的措施是將早鳥註冊由 5 月 5 日延後到 6 月 15 日⁴。由於美國的疫情尚未見到和緩的趨勢，小衛星會議是否會按時舉行仍有待觀察。其他幾個重要的國際太空研討會/展會的動態，如表一所列。

表一：幾個國際太空研討會/展會狀態

會議/展會	地點	原定日期	更新日期
International Conference on Space Operations	南非 開普敦	5/18-5/22	5/3/2021-5/7/2021
Global Space Exploration Conference (GLEX)	俄羅斯 聖彼得堡	6/9-6/11	2021 (TBA)
CommunicAsia	新加坡	6/9-6/11	9/29-10/1

編者按：根據 IAF 最新公布會議時程，今年會議依原定時間改成虛擬會議，原在杜拜舉行的實體會議改成在明年 10 月 25 日至 29 日。

2.2 衛星發射服務時程

受到政府限制非必要活動或是為避免眾多操作人員聚集提高感染風險，全球的衛星發射活動「部分」推遲進行。首先法國政府為因應日趨嚴重 COVID-19 肺炎的流行，限制國內的非必要活動，3 月 16 日亞利安太空(Arianespace)暫停在南美洲發射基地的發射活動⁵，位在紐西蘭的火箭實驗室(Rocket Labs)也因相同原因於 3 月 24 日表示，原規劃 Electron 火箭發射在 3 月 30 日也延後舉行⁶。印度遙測衛星 GISAT-1 原定於 3 月初發射，但

¹ 太空研討會網頁 <http://www.spacesymposium.org/>

² 國際宇航聯盟網頁 <http://www.iafastro.org/events/iac/iac-2020/>

³ 國際太空研究委員會網頁 <https://cosparhq.cnes.fr/>

⁴ 小衛星研討會網頁 <https://smallsat.org/>

⁵ Arianespace suspends French Guiana launches amid coronavirus response <https://spacenews.com/arianespace-suspends-french-guiana-launches-amid-coronavirus-response/>

⁶ Rocket Lab postpones launch because of coronavirus pandemic

ISRO 因技術問題而延後，現因印度進行全國實行封鎖，因此發射作業仍處於暫停狀態⁷。美國太空部隊則是為了要最大程度地降低發射與早期軌道的操作人員暴露在 COVID-19 肺炎感染的風險，宣布新的 GPS 導航衛星至少推遲到 6 月才發射⁸。而俄羅斯聯盟號火箭製造商，則是宣布暫時停止火箭的生產，以確保工作人員的安全⁹。

2.3 火星任務發射時程

能夠使用最小能量進行火星探索的太空船發射窗口間隔大約是 26 個月，距離最近一次的發射窗口是在 2020 年 7 月中至 8 月上旬，若是因為 COVID-19 疫情或是其他因素影響，錯失此次發射機會就要再等兩年多。目前全球規劃要利用這次發射窗口的火星探測任務共有三個，包括 NASA 的 Mars 2020 任務預計 7 月 17 日由 Atlas 5 火箭在卡納維爾角基地發射¹⁰、UAE 希望號太空船規劃在 7 月 14 日委由日本 H2A 火箭在種子島發射場發射¹¹以及中國的天問太空船計劃在 7 月由長征五號於文昌發射基地發射。截至目前訊息，這三個火星任務將會如期發射，Mars 2020 探測器正在進行最後準備工作¹²，UAE 太空船希望號已經運抵日本種子島發射場¹³，而中國航天局則是在為火星登陸器揭露名稱時，表示該任務將會如期發射¹⁴。這顯示即便是疫情嚴峻情況下，這三個國家都不願意放棄這次發射窗口發射的機會。

2.4 太空廠家營運

毫無疑問地，這次流行病已對全球太空產業產生一定的衝擊，特別是在歐美地區，這些衝擊小至供應鏈暫時斷鏈、產品交付延遲，嚴重的則是公司裁員、破產或倒閉。全球太空大廠 Maxar 公司由於在美國加州工廠員工居家上班影響，已經向其客戶提出警告，衛星的交付可能會延遲¹⁵。空中巴士公司在西班牙的亞利安衛星發射載具和哥白尼地球觀測平台工廠，則是因為西班牙政府 3 月 29 日宣布新的管制措施後，空中巴士公司已經暫停在西班牙的大部分生產工作¹⁶。負責開發 NASA 授權的可擴展模組技

術開發商業太空棲息地的 Bigelow Aerospace 公司，由於公司所在地內華達州下令關閉所有非必要業務，因而解雇全部員工¹⁷。

對於許多太空新創公司面對這次疫情，則是面臨到資金窘迫的危機。維珍銀河公司董事長在接受電台採訪中表示，COVID-19 大流行，新創公司的資金將枯竭。疫情大流行所引發的經濟危機，將使得任何產業的新創公司都難以籌集更多資金¹⁸，OneWeb 公司宣布破產即是一例。衛星產業協會(Satellite Industry Association)在 3 月 26 日發表聲明呼籲美國立法與監管機構：認識到衛星在 COVID-19 爆發期間發揮的重要作用，並在出現可能損害它們向政府、國防、企業和消費者客戶提供重要服務能力的問題時協助衛星產業¹⁹。事實上美國五角大廈認為這波疫情對於向美國國防部提供設備和服務的國內產業中，以航空、造船和小型發射載具領域的供應商受到 COVID-19 大流行的影響最大²⁰。另外小衛星聯盟(SmallSat Alliance)也已經向美國政府五角大樓和情報社群求助，希望能夠增加對小衛星計畫的投資到數億美元²¹。

而在衛星通訊產業方面，美國市場調查公司 Northern Sky Research (NSR)估計，COVID-19 疫情將持續至少二到三財務季，這個負面影響將使衛星通訊產業股票受到重創，特別是關注於與飛機、輪船以及石油和天然氣站點間衛星通訊的企業，將因 COVID-19 而受到更大的財務壓力，但是提供衛星電視、消費者寬頻和 Cellar Backhaul 的衛星通訊，則可能會出現更多的需求²²。

三、在疫情籠罩中持續前進的太空發展

在全球太空產業受到衝擊的此刻也有振奮人的好消息傳出，首先 SpaceX 第七批 60 顆 Starlink 衛星於 4 月 22 日成功發射，而 NASA 則是宣布在 5 月份 SpaceX 火箭將搭載 2 名美國太空人至國際太空站，這是美國在太空梭退役後，將近 10 年首次載人的太空飛行任務。目前全球 COVID-19 的疫情仍在延燒，最後對全球太空產業以

<https://spacenews.com/rocket-lab-postpones-launch-because-of-coronavirus-pandemic/>

⁷ ISRO Said to Postpone Launch of GISAT-1 Imaging Satellite Further

<https://www.defenceaviationpost.com/2020/04/isro-said-to-postpone-launch-of-gisat-1-imaging-satellite-further/>

⁸ Starlink mission scheduled for next week at Kennedy Space Center

<https://spacenews.com/starlink-mission-scheduled-for-next-week-at-kennedy-space-center/>

⁹ Russia suspends Soyuz rocket production amid coronavirus

<https://spacenews.com/russia-suspends-soyuz-rocket-production-amid-coronavirus/>

¹⁰ See <https://spaceflightnow.com/launch-schedule/> April 27, 2020 Access

¹¹ See <https://www.rocketaunch.live/?filter=h-2a> April 27, 2020 Access

¹² Mars 2020 remains on track for July launch <https://spacenews.com/mars-2020-remains-on-track-for-july-launch/>

¹³ UAE-built Mars orbiter arrives at launch site ahead of July liftoff

<https://www.nasaspaceflight.com/2020/04/uae-mars-orbiter-arrives-launch-site/>

¹⁴ China reveals name of Mars mission, which will take place in 'coming months'

<https://edition.cnn.com/2020/04/24/china/china-mars-mission-intl-scli-scn/index.html>

¹⁵ <https://d18m0p25nwr6d.cloudfront.net/CIK-0001121142/e76da390-746c-4429-bcac-510b0af687a9.pdf>

¹⁶ Airbus to pause majority of production in Spain until 9 April in COVID-19 environment

<https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2020/03/airbus-to-pause-majority-of-production-in-spain-until-9-april-in-covid19-environment.html>

¹⁷ Bigelow Aerospace lays off entire workforce

<https://spacenews.com/bigelow-aerospace-lays-off-entire-workforce/>

¹⁸ <https://spacenews.com/coronavirus-space-impacts/> March 26

¹⁹ <https://sia.org/wp-content/uploads/2020/03/Pdf-Copy-of-PR20-Satellites-and-Covid-19-.pdf>

²⁰ Pentagon identifies small launch industry as one of the most impacted by

pandemic <https://spacenews.com/pentagon-identifies-small-launch-industry-as-one-of-the-most-impacted-by-pandemic/>

²¹ Small satellite industry seeks stimulus as pandemic hits commercial

investment <https://spacenews.com/small-satellite-industry-seeks-stimulus-as-pandemic-hits-commercial-investment/>

²² https://www.nsr.com/powering-satcom-through-distressed-financial-markets/?utm_source=NSR+Email+List&utm_campaign=84e54cddb9-SCPI6.BL1&utm_medium=email&utm_term=0_524993cda3-84e54cddb9-259553241

至於太空發展的影響仍有待評估，也值得我們持續關注與追蹤。

❖作者：黃楓台，美國俄亥俄州立大學工程力學博士，國家太空中心系統工程師，目前亦負責台灣太空產業推動相關事宜。

評 OneWeb 太空網路公司破產 文/國家太空中心黃正中研究員

今年(2020) 3 月 27 日 OneWeb 宣布破產保護(Bankruptcy)，影響到全球低軌道通訊衛星發展，OneWeb 計畫所募集的資金，如今因實際燒錢速度，超出了原先預估因而破產，目前計畫將部分業務出售^{註1}。加上今年 2 月俄羅斯聯盟號火箭發射的 34 顆 OneWeb 衛星，迄今已經發射了 74 顆衛星^{註1}。然而計畫趕不上變化，新冠肺炎(COVID-19)來勢洶洶，衛星網路系統的建構成本太高，OneWeb 公司聲稱受到疫情影響，募資不順利，資金用罄導致破產。在申請破產之前，解雇了 531 名員工中約 85%^{註1}。

OneWeb 的前四名股東分別是日本軟體銀行(Softbank)投資大約 20 億美元佔 37.41%股份，高通(Qualcomm)佔 15.93%，格雷格·威勒投資公司(Greg Wyler's 1110 Ventures LLC)佔 11.94%和空中巴士(Airbus)佔 8.5%^{註1}，其他投資者還包括可口可樂、維珍集團以及非洲國家盧安達^{註2}等。目前 OneWeb 公司正和投資者商議破產後資產出售事宜，其中最有價值的可能是向國際電信聯盟(ITU)申請用於太空的 Ku 和 Ka 波段以及 V 波段和 E 波段頻譜通訊的使用權核可文件^{註2}。

成本遠較競爭對手高

依據美國 Spaceflight Now 網站報導，OneWeb 的衛星在國際供應鏈中，大約有一半的零件來自北美，另一半來自歐洲^{註3}，不包括 10 顆在法國製造測試的原型通訊衛星，在美國佛羅里達州建立的衛星量產工廠，每顆衛星的成本約 1 百萬美元^{註4}。比較起來 Starlink 的衛星價格因為大量生產，每顆衛星的價格壓低到 25 萬美元，因此 Starlink 衛星成本比 OneWeb 的衛星價格便宜多了^{註4}。

Starlink 和 OneWeb 使用的火箭發射的成本相差極大；Starlink 衛星使用自家可重複使用的 Falcon 9 火箭發射價格，最低可以到 1,500 萬美元^{註5}，雖然 OneWeb 公司與代理俄羅斯聯盟號 (Soyuz) 火箭的空中巴士(Airbus)公司簽訂了 22 項發射合同^{註4}，用以降低發射費用；但是，根據俄羅斯發射服務提供商格拉夫科莫斯發射服務公司 (Glavkosmos Launch Services) 2018 年在不來梅舉行的國際宇航大會(IAC)表示，Soyuz 運載火箭的

基本發射價格約為 4,850 萬美元^{註6}，比較起來 OneWeb 衛星的發射成本，還是比 Starlink 貴了 3 倍。

Starlink 衛星快速部署搶佔市場先機

OneWeb 在佛羅里達的工廠，破產前每日可以出廠兩顆衛星，若是沒有破產，最後將建立起一個在 1,200 公里高，650 顆衛星的衛星星系，平均部署在 18 個軌道面，以傾角 87.9 度圍繞地球，構建成涵蓋全球的衛星網際網路系統^{註7}。將衛星調整到可營運的地點的地面操控相當複雜，若其中有衛星故障，維護成本還會更高。OneWeb 星離開火箭以後，還需要時間調整衛星到 18 個軌道面，整個系統才會佈置完成，發揮網路不間斷的營運目標。

比較起來，Starlink 衛星網際網路系統，目前 SpaceX 已將計畫中近 12,000 顆衛星中的 422 顆送入太空軌道^{註8}。SpaceX 老闆伊隆·馬斯克 (Elon Musk) 表示，其實僅需要大約 400 顆衛星即可提供初步網路，再來只需將 800 顆衛星部署完成即可達到營運的目標^{註9}可以開始搶佔市場提供優質的網路連線服務，第一個占有市場，對於新創公司而言相當重要。

結論

新創公司為了籌募資金，在初期所揭露的訊息，常常太過樂觀；2014 年總部位於英國的 OneWeb 公司提供的投資訊息，從歐美衛星系統製造商、火箭發射公司、創投公司投資、日本軟體銀行籌集了 34 億美元，如今資金用罄。分析師估計 OneWeb 的衛星系統，需要 75 億美元的投入才能完成，目前還有 41 億美元的資金缺口。因為新冠肺炎導致全球疫情，影響航太產業資金緊張，原始股東轉趨保守，OneWeb 公司籌資不易，因此 OneWeb 破產不令人意外。

低地球軌道衛星通訊產業初期投資金額龐大，包括銓計畫、全球之星以及 Teledesic 公司，全部都宣告過破產保護，OneWeb 公司也難逃此一宿命。雖然 Starlink 計畫的總成本約為 100 億美元，或許憑藉 SpaceX 老闆 Elon Musk 的個人魅力，Starlink 公司仍持續推動，建造和部署低軌太空網路通訊衛星，目前規劃在 2021 年末或 2022 年末提供近乎全球的服務。

低軌道衛星星系，與地面網絡相比，還具有兩個主要優勢。首先，它幾乎可以連接到地球表面任何地方。其次，真空中的光速比光纖通訊快 47%^{註10}。因此開始營運以後，未來太空網路比使用光纖連接，能提供更優質的網路服務維持和運營的資金來源將容易多了。因此，Elon Musk 在美國最大的衛星通訊大展 Satellite 2020 會議上演講時提到，只要 Starlink 衛星太空網路不破產，就是締造衛星產業紀錄^{註11}；的確，新產業雖然風險大，但是只要

成功了，回報就會相當豐厚。

編者按：目前已有幾家公司，包括亞馬遜有興趣收購 One Web。

◆參考資料

- 1.Space News: <https://spacenews.com/oneweb-files-for-chapter-11-bankruptcy/>
- 2.Space News: <https://spacenews.com/softbank-spearheads-oneweb-loan-offer-to-complete-spectrum-sale/>
- 3.Spaceflightnow 網站：
<https://spaceflightnow.com/2020/02/07/successful-soyuz-launch-deploys-34-satellites-for-oneweb-network/>
- 4.Nextbig Future:
<https://www.nextbigfuture.com/2019/12/spacex-starlink-satellites-cost-well-below-500000-each-and-falcon-9-launches-less-than-30-million.html>
- 5.SpaceNews: <https://spacenews.com/soyuz-launches-34-oneweb-satellites/>
- 6.Russian Aviation:
<https://www.ruaviation.com/news/2018/10/3/12074/?h>
- 7.維基網頁：
https://en.wikipedia.org/wiki/OneWeb_satellite_constellation
- 8.維基網頁：<https://en.wikipedia.org/wiki/Starlink>
- 9.UDN News: <https://udn.com/news/story/7086/4513885>
- 10.Nextbig Future:
<https://www.nextbigfuture.com/2018/11/spacex-low-latency-starlink-satellite-network-will-be-massively-profitable.html>
- 11.財訊: <https://www.wealth.com.tw/home/articles/24991>

❖作者：黃正中，研究員，美國聖荷西州立大學機械工程碩士，服務國家太空中心服務 30 年，目前服務於企推組台灣太空產業推動小組。

國際太空站邁向新紀元 各國力推商業化轉型 文/國家太空中心 吳珮琳

為了推進深空探索計畫，美國已宣布將於 2024 年停止資助美國航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration，NASA)運作國際太空站(International Space Station，ISS)，並提出商業化經營 ISS 的一系列方案。為了維持 ISS 的研究工作和實現商業化的目標，包括 NASA 在內的一共 6 個單位-俄羅斯聯邦太空總署、歐洲太空總署、義大利太空總署、加拿大太空總署、日本宇宙航空研究開發機構也徵求其國內業者的意願，逐步改變 ISS 的營運方式。作為 ISS 的主要營運單位，NASA 提出下面兩項方案，希望 ISS 能夠成為的商業太空市場以及低軌道(low earth orbit，LEO)活動的永續經營基礎。

REMIS 契約(Research, Engineering, Mission Integration Services Contract)REMIS 契約為具有不確定交期/不確定數量(Indefinite Delivery/ Indefinite Quantity，IDIQ)的多項授予合約(multi-award contract)，包括 5 種契約條款(Contract Line Item Number，CLIN)，內容涵蓋酬載任務整合和操作(payload Mission Integration and Operations，MI&O)、軟硬體設計和開發、工程分析和服務。

為了滿足 ISS 的研發和服務需求，NASA 已與 16 家公司簽訂 REMIS 契約，將大幅減少政府干涉並以商業效益為基礎，由私人企業來發展太空和地面軟硬體。這些獲得 REMIS 契約的企業將有機會爭取任務訂單，以支持 NASA 的 ISS 計畫，甚至獲得其他潛在的組織或聯邦政府的合作機會。

商業 LEO 開發計畫 (Commercial LEO Development)

NASA 在 2019 年發布此計畫的近期實施策略，包含 5 個部分：(1)為 ISS 建立商業應用和價格政策，使私人企業能購買 ISS 的資源來進行商業活動；(2)允許透過商用發射載具將私人太空人送往 ISS，以執行商業任務。目前，已與波音和 SpaceX 合作開發中；(3)協助私人企業開發一個或多個商業目的(commercial destination)，以滿足未來 NASA 在 LEO 方面的長期需求，同時為了降低開發風險和不確定性，將提供這些私人企業 NASA 的資源、未來的服務需求以及開發所需資金；(4)在 ISS 退役之前，開發可長期擴展和盈利的研究開發市場，範圍涵蓋太空製造、再生醫學/生物工程等，以作為 LEO 商業平台的收入來源；(5)量化 NASA 對 LEO 活動的長期需求。

俄羅斯聯邦太空總署 (ROSCOSMOS State Corporation for Space Activities，ROSCOSMOS)

預計建立一個營運組織，來提供俄羅斯艙段的使用服務。未來也將與該營運組織展開合作關係，吸引使用者投入資金。目前，ROSCOSMOS 正與私人企業合作開發 3D 列印技術(additive manufacturing)，並為生物醫學實驗開發新的研究設施，例如 3D 生物列印，以期推動更進一步地國際合作實驗，促使對此有興趣的科研機構和私人企業參與。未來，也將持續研究 LEO 對人類生命支持、植物、材料和燃燒過程、以及衛星軌道部署的影響。

歐洲太空總署(European Space Agency，ESA)

依據 Space 4.0 策略，ESA 逐漸將 LEO 活動的重心從「專注於把 ISS 作為政府營運的實驗室」轉變為「刺激 LEO 經濟」和「提供加值服務給 ESA 或其他機構」。並且，永久

性的公開徵求商業夥伴，藉以提供互補的 ISS 功能和服務、刺激歐洲科學發展、同時開發和擴展多樣化的使用者。ICE Cubes 和 Bartolomeo 便是透過此公開徵求而產生的。

ICE Cubes (International Commercial Experiment Cubes service)

歐洲在 ISS 上的第一個商業研究設施，合作夥伴為比利時太空應用服務公司。ICE Cubes 可為立方大小(1U)的實驗提供即插即用的安裝，實驗立方體插入設施中即可工作。該服務於 2018 年 5 月啟動，使用者可以透過網路連線到實驗，以讀取數據或發送指令。

Bartolomeo

可提供整合(all-in-one)性的太空商業服務，合作夥伴為 Airbus 公司。Bartolomeo 服務統包任務所需的所有必要因素，包括任務準備、酬載發射、酬載在軌安裝/功能測試/操作、酬載資料處理和傳輸。Bartolomeo 安裝在哥倫布實驗艙的外部，能提供開闊的地球和外太空觀測視野。除此之外，亦可用於機器人學、材料科學或天體物理學等領域。

ESA 更組織 Space Exploration Masters 競賽以支持創新和商業導向的應用。這項競賽一年舉辦一次，並與傑出的夥伴合作，廣邀新創公司、私人企業和研究團隊參與，藉此激發發展太空產業所面臨挑戰的解決方案和開闢具有商業潛力的產品和服務，希望能促進 ISS 的商業利用和新創公司參與外太空探索活動。

義大利太空總署(Italian Space Agency, ASI)

在 2015 年，ASI 與 Hypatia 財團簽署了合作架構協議，並在羅馬總部創建關鍵促成技術實驗室(Key Enabling Technology Laboratory, KET-LAB)。在 2017 年更合作成立 Amaldi 基金會，旨在促進和維持技術轉移的太空科學研究，最終目標是促進太空產業以外的產業創新，進而為提升義大利經濟發展和競爭力做出貢獻。

ASI 期待透過技術轉移促進新加值服務的發展以及獲得未來 LEO 太空經濟的成長機會。因為，技術轉移意味著知識資產的增值，可以將在 ISS 上所得到的知識，透過推廣促成技術轉移，隨著這些知識的使用及其後所建立的合作關係，將能夠促進研究機構、專家學者和產業之間的協同作用。ASI 在未來也將持續利用 ISS，以取得足夠的知識和技術來支持深空探索活動。

加拿大太空總署(Canadian Space Agency, CSA)

加拿大自加入 ISS 計畫以來，一直為機械手臂系統提供必要的專業知識和技術支持，同時也持續執行機器手臂的維護和操作，並在 ISS 上進行開創性的研究。CSA 的科學研究重點在於人類研究(human research)，以使人類能夠在深空飛行更長的時間，同時將地球上的利益

(terrestrial benefits)最大化。

例如，透過技術轉移帶來經濟成長，使相關產業得以開拓新市場，進而創造優質的就業機會與財富。為了未來的深空探索計畫，CSA 尚在研擬可能的方案，以期成為深空探索的關鍵力量。

日本宇宙航空研究開發機構(Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA)

JAXA 的 Kibo 實驗室專注於進行藥物設計、老化研究、小衛星軌道部署以及太空環境暴露實驗，其目標是在 2024 年之前實現這些項目 30%至 50%的商業利用服務。JAXA 的策略是強化和私人企業的合作，以在 Kibo 實驗室上建立商用研發測試平台。像是和 PeptiDream 公司簽訂新的協議，展開優質蛋白質晶體生長實驗(high-quality protein crystal growth experiment)，除了增加研究的蛋白質樣品數量(增加 6 倍)，還將發射頻率由每年 2 次提高為 4 次，以加速新藥開發時程。JAXA 與該公司的研究成果還間接促成其與默克(Merck)、阿斯特捷利康(AstraZeneca)等領先製藥公司的合作關係。

另外，透過太空探索創新計畫(space exploration innovation hub program)，JAXA 也成功與索尼電腦科學實驗室(Sony Computer Science Laboratories, Sony CSL)建立夥伴關係，共同為遠距雷射通訊努力，將可用於衛星之間或衛星與地面之間的巨量通訊。此一合作，促進了太空雷射光通訊的研究和開發，不論地球上的電信業或未來的深空探索任務都能受惠。

日本是亞洲唯一參加 ISS 的國家，其透過亞太區域太空機構論壇(Asia-Pacific Regional Space Agency Forum, APRSAF)底下的 Kibo-ABC (Asian Beneficial Collaboration through "Kibo" Utilization)倡議活動，邀請其他亞太國家參與 Kibo 實驗室的使用，藉此增加 Kibo 的使用率並建立多樣化的夥伴關係。詳細而言，加入 Kibo-ABC 的國家可參與討論 Kibo 實驗室的利用計畫，還有機會參與 Kibo 實驗室的實驗計畫，甚至有可能拓展和其他國家在太空科學領域的合作關係。國家太空中心也於今年 2 月 3 日申請加入 Kibo-ABC 倡議，並於 3 月 16 日正式成為其中的成員，希望為我國太空科技發展累積經驗、增強實力。

綜上所述，要將 ISS 完全交付給私人企業營運是一項重大的工作，因為市場的高度不確定性和高營運成本，過渡期間必定需要原有營運組織的支持。目前，參與 ISS 計畫的所有太空組織皆努力和私人企業持續建立長久的合作關係，透過深化合作模式，逐漸移轉營運技術，同時催化和培育新的商業市場，從而降低商業開發的不確定性和風險。有鑑於此，台灣或許也能趁著 ISS 轉型的過渡時期，

與這些私人企業合作建立合太空規的技術和產品，提升產業競爭力並拓展業務版圖。再者，台灣目前已有業者代理立方衛星發射服務，將可透過立方衛星挑戰太空科學或商業任務。因此，這或許也是台灣加入太空微重力實驗的契機。

◆參考文獻

1. Michael Johnson. (2019). International Space Station Partner Perspectives. Retrieved from https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/b4h-3rd/ev-iss-ip-perspectives (April 15, 2020)
2. Kathryn Hambleton, Dan Huot. (2017). NASA Awards Research, Engineering, Mission Integration Services Contract. Retrieved from <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-awards-research-engineering-mission-integration-services-contract> (April 15, 2020)
3. NASA 官網，商業 LEO 開發計畫。Retrieved from https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/commleo_devt_plan_6-7-19_final1.pdf (April 15, 2020)
4. ESA 官網，Partners for Space Exploration。Retrieved from http://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/Business_Opportunities/Partners_for_Space_Exploration (April 15, 2020)
5. APRSAF 官網，Kibo-ABC 簡介。Retrieved from https://www.aprsaf.org/initiatives/kibo_abc/ (April 15, 2020)

❖ 作者：吳珮琳，國立交通大學材料科學與工程學系奈米科技碩士，國家太空中心專案佐理研究員，負責辦理台灣太空產業推動相關事務。

活動報導

Satellite 2020

Satellite 2020 於 3 月 9 日至 12 日在美國華盛頓特區沃爾特•華盛頓會議中心舉行，協會與國家太空中心合作組團參與此次展會與參訪團，其中參展成員包括：國家太空中心、芳興科技、廣碩系統、昇達科技四個單位，展示衛星通訊等相關技術產品。而在參訪團方面則有 20 餘人報名參加，本協會安排參加 Satellite 2020 會議並拜訪美國太空廠家，例如：Nanoracks、Trident Space、One Web 等。

透過參與此次展會能夠了解有關太空領域最新技術、並拓展商機。而沒有實際參與此次展會的會員，也透過本協會的單位展出產品型錄，包括光紅建聖、宜特科技、

立創光電、莘茂複合材料、公準精密、均利科技、陽翼先進科技，亦能達到宣傳產品資訊的效益。



Satellite 2020 展場海報-協會會員地區分布圖

Satellite 2020 是引領全球衛星通訊產業的重要指標會議，為衛星相關業者提供一個難得的機會進行交流，而技術和業務都具有前瞻性的主題會議演說，能更了解產業未來的趨勢概況、技術內容，及更創新和開拓性的衛星解決方案。



Satellite 2020 展場海報-協會成員

活動預告

第一屆國際太空站 KIBO 機器人程式設計挑戰賽 文/國

家太空中心 吳珮琳

由 NASA 和 JAXA 聯合舉辦的第一屆 Kibo 機器人程式設計挑戰賽(Kibo Robot Programming Challenge, Kibo RPC)，對象主要鎖定學生族群，以期年輕學子在比賽的過程中，透過和專業的科學家和工程人員合作，進而啟發其追求卓越之心。

比賽分成在各國家舉行的預賽、資格賽和決賽三個階段。從各地區預賽脫穎而出的隊伍將可參加資格賽，資格賽的前六名將進入決賽。不過，如果參賽國少於六隊，則跳過資格賽的程序直接進入決賽。台灣地區的預賽由國家太空中心承辦，MoGaMe 公司、廣碩系統和中央大學太空科學與工程研究所協辦，報名活動將在 5 月 7 日截止，目前已超過 40 餘個隊伍參加比賽，族群涵蓋國中至大學。預計在 6 月 9 日舉辦預賽，配合防疫措施，比賽將採遠端連線的方式進行，依情勢變化可能調整相關作業辦法。

JAXA 為本次挑戰賽創建了一個模擬環境，參賽者需要自行撰寫程式控制 Astrobee 自由飛行機器人(以下簡稱 Astrobee)的移動、定位和取像，並在此模擬環境中完成指定任務。Astrobee 是以電風扇作為推進器，並透過攝影機和感應器的輔助識別環境，還配有機械手臂能抓取物品。因此，可用來執行國際太空站上的例行性工作或微重力實驗。若是有機會晉級決賽，將可前往日本筑波太空中心(Tsukuba Space Center)與國際太空站連線，實際操作站上的 Astrobee。除此之外，為了鼓勵台灣學生參賽角逐最高榮譽，入選決賽的隊伍還可獲得國家太空中心贊助的 12 萬元參賽旅費。

■台灣地區預賽詳情請見

http://www.nspo.narl.org.tw/Kibo_rpc/index.html

■更多關於 Kibo-RPC 請見 <https://jaxa.krpc.jp/>



第一屆 國際太空站 KIBO 機器人程式設計 挑戰賽

利用機器人拯救國際太空站(ISS)計畫!!

緊急警報已被啟動!!

一顆流星撞擊到國際太空站(ISS)，空氣在國際太空站的某處洩漏了。
創建自己的程式來操作機器人Astrobee & Int-Ball並阻止ISS中的漏氣問題。
立即啟動您的程式吧!

活動時間: 1. 報名: 即日起至2020年6月7日截止。
2. 預賽: 2020年5月28日至2020年6月14日之間，國家太空中心辦理台灣的預賽，決賽在日本。
3. 預賽方式: 配合防疫規定，暫定以遠端連線分數競賽，主辦單位將視COVID-19疫情狀況斟酌調整競賽作業方式。
4. 國際太空站決賽: 2020年9月左右，主辦國將於各國家/區域的預賽成績第一名隊伍中選出六隊進入國際決賽，赴日本筑波太空中心與國際太空站實際連線操作在國際太空站的機器人。
台灣隊若入選決賽，太空中心將贊助該隊伍赴日本參賽旅費12萬元整。
更多Kibo-RPC程式設計競賽規則及內容詳見Kibo-RPC HP: 

參賽資格: 1. 各級學生，但不分級組。
2. 團隊須包含3~5位之成員。


活動報名: 請下載填寫報名表，請掃描QR Code

寄至Kibo-RPC台灣聯絡人: 國家太空中心楊先生
Email: krpc@nspo.narl.org.tw

Astrobee (NASA) Int-Ball (Jaxa)

MoGaMe GranSystems NSPO 國家太空中心 NASA JAXA