



本期內容

- 理事長的話
- 專題報導：朝向太空強國邁進-韓國太空發展現況
太空雷射光通訊趨勢(Part II)
- 會務報告：第二屆秘書長簡介

發行人：吳宗信

編輯群：黃楓台、梁尹綺

理事長的話

各位協會的夥伴們大家好，

今年三月很榮幸獲得會員與各位理事的支持，擔任本協會第二屆理事長的職務。本協會在前任理事長林俊良教授的帶領下，協會在 2019 年草創之初從僅有二十餘個團體會員開始，逐漸成長茁壯，至今已經超過四十個團體會員數。去年蔡英文總統在她 520 就職典禮公開宣布太空產業是我國六大戰略產業後，加快了台灣太空發展的腳步，除了 2019 年核定的第三期國家太空科技發展長程計畫外，台灣第一個低地球軌道 B5G 通訊衛星計畫，也在今年初正式啟動，這個計畫整合科技部與經濟部轄下兩個法人機構共同來執行，不僅要發展一顆實驗性通訊衛星，衛星通訊地面設備的開發亦是重點項目之一，可說是台灣太空發展史上頭一次。於此同時，為奠定台灣太空發展的法制基礎，今年 2 月行政院提出太空發展法草案，也已通過立法院教育及文化委員會審查通過，預計這個會期會三讀通過。在此要感謝一些協會會員在公聽會的發言支持，讓立法委員們了解這個法案的重要性與迫切性。在這個台灣太空發展的關鍵時刻，我們協會勢必要扮演一個政府與廠商間的重要橋樑，除了要適時向政府反映業者心聲外，更要協助會員夥伴們拓展全球商機。為此，除了秘書處外，今年開始也要增設各種委員會以強化協會的功能。舉例來說，設立國際合作委員會，辦理各項線上或實體研討會，銜通國內外人脈，鏈結國外廠商與會員廠家等，另依據不同太空次產業別，設置不同委員會舉辦各種活動以服務會員。

太空產業發展協會是台灣有志於參與太空領域技術發展和服務共同的一個大家庭，希望未來兩年能與各位會員夥伴們共同努力，為台灣的太空經濟貢獻一分心力，並共享其發展的成果。

專題報導

朝向太空強國邁進-韓國太空發展現況

文/國家太空中心黃楓台

一、前言

作為新興太空國家發展的典範，韓國是台灣必須長期關注的對象。近期韓國幾個太空發展的事件，不論是在機構太空或是商業太空，值得我們注意並持續追蹤。韓國對於 2030 年的太空想像，他們不單只是要做一個新興太空國家的領頭羊，而是要擠身進入太空強國。

二、韓國近期太空的發展

2.1 機構太空發展

• 登月計畫

西元 2012 年韓國前總統朴槿惠在她競選總統時的電視辯論公開表示：我們會在 2020 年讓韓國太極旗飄揚在月球上。隔年(2013 年)韓國教育科學技術部展開相關技術研究，規劃 2017 年試射環繞月球的軌道飛行器，2020 年發射由軌道飛行器和登月太空船組成的探測船，以實現朴槿惠總統的競選承諾。2017 年文在寅贏得總統大選，不像朴槿惠前總統對於韓國太空發展展現強烈企圖心，他對太空的想法並不明朗。直到今年(2021 年)3 月，文在寅總統到韓國羅老太空中心巡視發表演說時誓言：要在 2030 年之前用國產火箭發射該國第一架月球登陸器登陸月球。這是文在寅總統上任後，第一次對韓國的太空發展公開發表看法，也引起了各界的關注。

• 發射載具計畫

事實上，韓國衛星發射載具計畫正在如火如荼的進行，雖然韓國在 2013 年與俄羅斯合作首次發射 KSLV-1 火箭將一顆衛星送入軌道，使得韓國成為全世界第 12 個具備衛星發射能力的國家。很顯然韓國並不因此為滿，建立全面自主的衛星發射載具才是其最終目標，KSLV-2 第一節火箭於今年 1 月 27 日成功的完成 101 秒的靜試測試，顯示韓國正順利朝向 2022 年正式攜帶衛星發射的目標前進。

• 太空組織的轉型

除了在太空探索與衛星發射載具展現雄心外，韓國在太空商業化也持續推進，由國家支持的研究

機構擁有的太空技術將分階段逐步轉移到私部門，並按計畫進行體制改造，以建立太空產業群聚，同時振興太空服務業。文在寅體認到私部門對於韓國太空開發能力的功能，在 2021 年 3 月的演說中也特別強調：韓國政府將加緊努力，建立一個創新的產業生態系，以培育像 SpaceX 這樣的全球太空公司。韓國政府在 2021 年將投入 6150 億韓元 (5.531 億美元) 用於太空發展，以強化韓國在衛星與火箭生產以及其他關鍵設備的能力。

2.2 商業太空發展

韓國知名飛機發動機生產商-韓華航太集團 (Hanwha Aerospace)，以下簡稱韓華，為進軍太空產業正在加快腳步，韓華於今年 1 月以 1090 億韓元 (約 9680 萬美元) 獲得了韓國衛星製造商 Satrec Initiative (簡稱 SI) 30% 股權。SI 是一家由 KAIST 分拆 (spin off) 的衛星製造公司，主要研製中小型地球觀測衛星、光學遙測酬載以及其他地面系統，該公司的衛星已經銷售到馬來西亞、阿聯酋等國。獲得韓華支持，SI 公司未來將會擴展業務，除了在光學遙測衛星外，也會投入合成孔徑雷達衛星以及紅外線衛星的開發與市場。

韓華對於太空領域的企圖心，不僅止於地球觀測衛星，對於目前全球方興未艾的低地球軌道衛星通訊市場，他們也是躍躍欲試。根據媒體報導，韓華於 2020 年 6 月收購英國衛星天線開發商 Phasor Solutions，這項交易將使得韓華獲得最先進的衛星通訊天線技術，可在陸海空實現高速通訊。在同年 12 月，韓華也與美國衛星通訊設備公司 Kymeta 建立戰略合作夥伴關係，將投資 3000 萬美元支持 Kymeta 下一代解決方案的開發，藉此得到在低地球軌道衛星天線市場站穩腳步的機會。此外，韓華也宣布將投資：1900 億韓元於發展通訊技術和衛星發射；1200 億韓元於獲得啟動衛星通訊服務所需的技術資產 1100 億韓元於建立製造設施；800 億韓元於衛星通訊技術。韓華第一批衛星預計將在 2023 年開始試營運，2025 年將提供常規服務，目標是到 2030 年前發射 2000 顆衛星，達到 5 兆 (萬億) 韓元的年營業額。

三、結語

太空已經是全球主要國家競爭的新場域，韓國的太空發展，不論是在機構太空與商業太空，皆有很大的進展，可以看出韓國在太空領域的企圖心是如此的

巨大。台灣的太空發展近年來也有很大轉變，在公部門方面，首先在 2019 年通過的第三期國家太空計畫所要發展的遙測衛星，將採取全面自製的獲取方式，2021 年政府則是再投入額外經費研製低地球軌道實驗型通訊衛星，攸關台灣太空發展法制基礎的「太空發展法」草案，日前也在立法院委員會審議通過。而在私部門方面，國內有越來越多廠家以及數家新創公司，投入太空產業的發展。台灣已經具備太空領域優秀的支撐產業，如何善用這些基礎，整合國內產官學研各界力量，在 2030 年前，成為全球新興太空國家當中另一隻領頭羊，是我們共同努力的目標。

◆參考資料：

[1] Park Si-soo, South Korean leader vows

‘landing on the moon by 2030’ Space News, Space News, March 26, 2021.

<https://spacenews.com/south-korean-leader-vows-landing-on-the-moon-by-2030/>

[2] Park Si-soo, South Korea to spend \$553 million on space projects in 2021, Space News, February 25, 2021

<https://spacenews.com/south-korea-to-spend-553-million-on-space-projects-in-2021/>

[3] Park Si-soo, Hanwha Aerospace bets big on space business, Space News, March 1, 2021.

<https://spacenews.com/hanwha-aerospace-bets-big-on-space-business/>

[4] Park Si-soo, Hanwha Systems to launch 2,000 LEO communications satellites by 2030, Space News, March 30, 2021.

<https://spacenews.com/hanwha-systems-to-launch-2000-leo-communications-satellites-by-2030/>

太空雷射光通訊趨勢(Part II)

文/國家太空中心方振洲

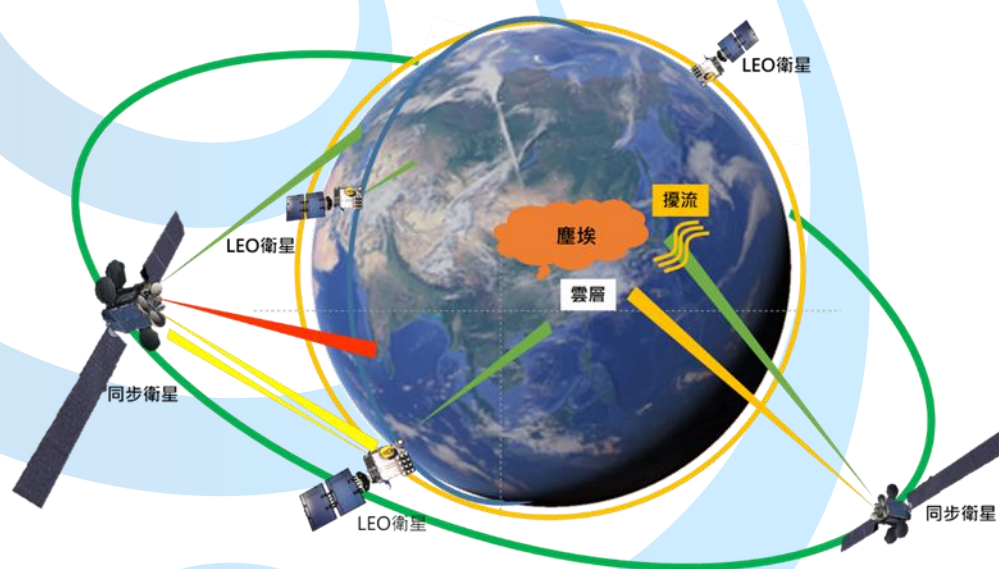
一、前言

今(2021)年 1 月 24 日，SpaceX 首次公開其星鏈(Starlink)衛星間雷射光通訊(Optical Intersatellite Link，簡稱 OISL)的任務，首批的 10 顆具備雷射光通訊終端設備(Laser Communicational Terminal，簡

稱 LCT)的星鏈衛星發射升空到太陽同步軌道(SSO)。SpaceX 的創始人埃隆·馬斯克 (Elon Musk) 在 Twitter 發推文說，除了這些衛星之外，所有明年的下世代星鏈衛星也將配置 LCT [1]。目前截至 2021 年 5 月 9 日的統計，已有 1,625 顆星鏈衛星在軌運行，全球訂戶突破 50 萬筆，並將擴大星鏈網路服務，卡車、飛機、輪船都能連。SpaceX 初期計劃部署 12,000 顆衛星，整個計畫預計發費約 100 億美元[2]。

二、衛星光通訊的主要太空應用領域

由於光通訊的容量大、抗干擾能力強，並且不需要任何國際頻率協調的監管限制，因此使用光通訊將成為一重要趨勢。但是，自由空間的光訊號傳播時會受到雲層和光學擾流的影響，以及大氣中懸浮微粒子的散射影響。圖一所示為衛星從太空對地面光通訊所經歷的大氣影響示意圖，圖中顯示了同步軌道(GEO)和低地球軌道(LEO)衛星與大氣的交互作用使得訊號傳輸惡化。如何克服這些大氣影響的挑戰，是目前與未來技術發展所面臨的課題[3]。



圖一太空對地面光通訊所經歷的大氣影響示意圖 [3]

雷射光衛星通訊的主要太空應用領域，包括：1. 短時程光通訊實驗技術展示任務，2. 資料中繼衛星通訊，3. 深太空光通訊，4. 先進的光通訊技術，以及 5. 衛星量子通訊。前 4 項應用領域，作者在 Part I 一文中有介紹過。

第 4 項的主要計劃代表是日本國家情報通信研究機構(NICT)正在開發的工程測試衛星 9 號(ETS-9)上的混合高通量衛星(HTS)通訊系統酬載，此系統具有 100Mbps 射頻 Ka 波段用戶鏈路，Ka 波段饋線鏈路和光饋線鏈路。ETS-9 預定於 2022 年發射升空。NICT 正在開發光饋線鏈路，建立波長為 1.5μm 10Gbps DPSK 的雷射光通訊鏈路[4]。另外，NICT 與國研院

正在進行相關太空雷射光通訊之國際合作計畫，今年開始執行。另外，歐洲 ESA 最近也啟動了一個稱為保密和雷射光通訊技術(ScyLight)計畫，資料傳輸率將 >0.1Tbps，2021 年將啟動 3 個酬載進行關鍵技術，例如：光饋線鏈路、高資料速率分波多工(Wavelength Division Multiplexing，簡稱 WDM)衛星間光鏈路、以及光訊號的星載路由/交換器的開發。

衛星量子通訊的主要代表任務，屬中國科學技術大學於 2016 年 6 月發射的墨子號量子科學實驗衛星任務，此任務首次展示了 LEO 衛星與光學地面站之間的量子密鑰分配(QKD)實驗。更多的 QKD 實驗相繼在許多國家展開[4]。在台灣也有一個太空的量子通訊模組相關研發實驗，它是國立陽明交大的「具飛行軌跡控制功能之雙節混合式火箭系統與微型量子通訊模組研發」三年研發計畫，該團隊將發展一枚立方衛星大小之兆赫波量子通訊模組酬載[5]。

三、太空雷射光通訊市場趨勢

在不久將來太空中飛行的衛星數量將超過數萬，如果集中在 500 公斤以下的小衛星，依據 Euroconsult 的小衛星市場報告，預測未來十年將發射約 1 萬 3 千顆小衛星[6]。隨著 SpaceX 利用 OISL 進行星鏈衛星星系部署，Northern Sky Research (NSR)市調公司預測，到 2030 年止，太空和星載市場的 LCT 將有 30 億美元的市場。NSR 預測接下來的 3 年中，將計劃進行 15 到 20 個不同的在軌雷射光技術展示任務。NSR 預測到 2025 年將有 1,000 多個 OISL LCT 用於衛星應用[7-8]。

四、太空雷射光通訊在衛星星系任務的應用[4]

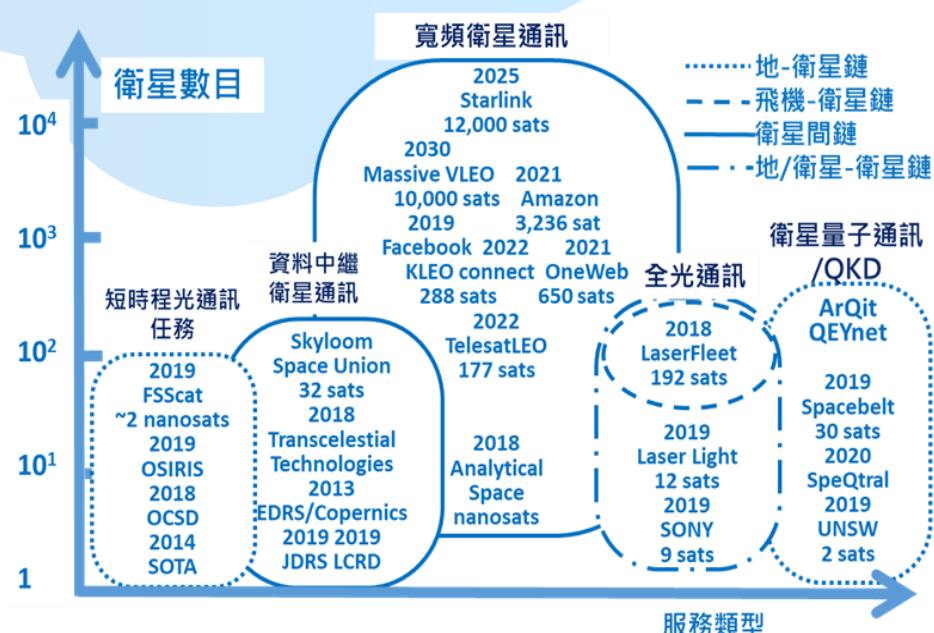
除了美國 SpaceX 公司的星鏈計畫以外，許多國家也開始規劃並啟動了大型衛星星系計畫，以通過非地球靜止軌道(NGSO)衛星系統提供全球衛星通訊服務。與 GEO 衛星相比，NGSO (LEO & MEO)衛星星系的優勢是因為較短的近地距離，從而有較短的資料延遲時間，因此降低了對功率的需求，從而使得設備小型化。RF 衛星通訊系統需要在 RF 頻帶中分配頻率，而頻譜的使用必須在國際頻率協調會議上進行協商，需要耗時並付出很多的努力。可預期未來大型星系系統將會使用太空雷射光通訊。大型星系系統在準備好進行衛星通訊服務之前，衛星交貨期很長，且必須有足夠數量的在軌衛星運行才能商轉。因此，財務的支撐是該領域的關鍵因素之一。有些星系公司如：Leosat 公司和 Sky & Space 公司因此解散。

唯一網(OneWeb)公司於去年從破產谷底大翻身，在一年內浴火重生。一網是英國衛星公司成立於 2012 年，首期計畫在太空佈署 650 顆衛星，未來將擴增到 7,000 顆，藉以提供全球客戶高速、低延遲的通訊服務。一網將於今(2021)年 5 月再發射 36 顆衛星到太空後，累積完成 182 顆衛星的架設，有望在今年底開始提供商用服務，並於 2022 年將服務範圍完整擴及到全球，逐步完成佈署 650 顆衛星的首期目標。

亞馬遜(Amazon)公司於 2019 年 5 月宣佈計劃發射 3,236 顆 LEO 衛星，稱為柯伊伯系統(Kuiper Systems)將提供低延遲的寬頻網際網路連接服務。它也將採用雷射光通訊技術。臉書(Facebook)公司正計劃與一家 PointViewTech 新創公司合作，執行一個名為雅典娜(Athena)的小型衛星任務，計劃進行 E 頻段(71-86GHz)衛星通訊實驗。E 頻段頻率的申請已向聯邦通訊委員會(FCC)提交。當雅典娜任務商轉時，其資料傳輸率將比 SpaceX 的星鏈網際網路衛星快十倍。

雷射光通訊(Laser Light Communications)公司計劃創造一個 12-MEO 衛星星系，並在 1.5μm 波長和 100Gbps 級資料速率下實現 7.2Tbps 的總容量。衛星和地面系統是由澳大利亞 Optus 電信公司負責。該公司在將建立一個地面光纖系統和衛星系統之間的全球網路。

BridgeComm 公司(前身為 BridgeSat)計劃發展一個波長為 1.5μm 的小型衛星的 10Gbps LEO 衛星星系，配合全球光學地面站網路來提供雷射光通訊服務。50 個帶有軟體定義調變解調器的光學地面站將分佈在世界各地，以提供雷射光通訊服務，包括小型衛星和無人機飛行器。圖二顯示更多的太空雷射光通訊的大型衛星星系應用和鏈接計畫。



圖二 大型太空雷射光通訊的衛星星系應用和鏈接計畫[4]

五、結論

從在軌驗證和規劃中的太空雷射光通訊計畫的資料速率趨勢顯示，從 1994 年到 2004 年，資料傳輸速率增加了 1000 倍。儘管此後資料速率沒有像以前那樣顯著提高，但微衛星在軌展示的總數已增加了一倍。未來，WDM 技術將進一步提高資料傳輸率。隨著許多國家也開始啟動大型衛星星系計畫，以及太空中越來越尖端的超高解析度的遙測設備使用，太空將被迫移至更高的 RF 使用頻率或直接進入雷射光通訊波段。

◆參考文獻:

- [1] Elon Musk' s Twitter for lasercom Starlink, <https://twitter.com/elonmusk/status/1353574169288396800>.
- [2] 星鏈維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/星鏈>，資料擷取日期：2021-5-12。
- [3]CCSDS 140.1-G-1, Real-Time Weather and Atmospheric Characterization Data, Green Book, May 2017,CCSDS.
<https://public.ccsds.org/Pubs/140x1g1.pdf>
- [4] M. Toyoshima (豐嶋守生), "Recent Trends in Space Laser Communications for Small Satellites and Constellations," in Journal of Lightwave Technology, vol. 39, no. 3, pp. 693-699, 1 Feb.1, 2021, doi: 10.1109/JLT.2020.3009505.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9141375/>
- [5] 政府研究資訊系統(GRB)·具飛行軌跡控制功能之雙節混合式火箭系統與微型量子通訊模組研發(1/3)·2018 年 8 月。
<https://www.grb.gov.tw/search/planDetail?id=12683037>
- [6] A Euroconsult Report, "Prospects for the Small Satellite Market - An extract · <<A global supply and demand analysis of government and commercial satellites up to 500 kg>>," April 2021, 7th Edition. Euroconsult.
<https://news.satnews.com/2021/04/07/euroconsult-report-covid-19-smallsat-market-updated/>

[7] NSR: Satellite Constellations Drive \$3 Billion Optical Satcom Market, Feb. 5, 2021,
<https://www.nsr.com/nsr-satellite-constellations-drive-3-billion-optical-satcom-market/>

[8] Arthur Van Eeckhout, "Finally Time For Optical Satcom?," Mar. 11, 2021, Northern Sky Research (NSR), <https://www.nsr.com/finally-time-for-optical-satcom/>

會務報告

協會第二屆秘書長簡介

朱崇惠



現任本職

- 國家太空中心代理副主任

學歷

- 美國賓州州立大學氣象研究所碩士
- 臺灣大學大氣科學學系學士台大機械工程學士

經歷

- 財團法人國家實驗研究院國家太空中心系工組組長
- 財團法人國家實驗研究院福爾摩沙七號計畫主持人
- 財團法人國家實驗研究院國家太空中心研究員