

日本衛星通訊發展簡述

一、日本太空與衛星科技發展概述

1969年10月，根據《宇宙開發事業團法》，日本政府成立宇宙開發事業團(National Space Development Agency of Japan, NASDA)，進行衛星與火箭研製與發射。1970年，使用固體火箭發射的民用衛星-「大隅號」(1970年發射後15小時停止運作，至2003年引導落入大氣層中焚毀)，初露日本於太空科技的實力。2003年，因擴展整體太空與衛星發展所需，將宇宙開發事業團、宇宙科學研究所 (Institute of Space and Astronautical Science, ISAS)，以及航空宇宙技術研究所 (NAL)合併，成立獨立法人-宇宙航空研究開發機構 (Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA)，隸屬文部科學省(統籌教育、科學、學術、文化與體育事務)。

在2008年日本政府通過《宇宙基本法》，調整太空開發的基本原則，目的為活絡漸走下坡的日本太空產業，並再進一步制定《宇宙基本計畫》、《宇宙活動法》、《衛星遙測法》、《宇宙資源法》與《宇宙技術戰略》等法規，規範火箭與衛星發射任務的實施許可、規範標準，以及推動民間參與太空開發。

日本內閣府於2023年所公布的「宇宙基本計畫」¹中，提及四大目標，分別為「確保太空安全保障」、「強化國土韌性、應對全球課題與實現創新」、「在太空科學與探索中創造新知識與新產業」、「強化支撐太空活動的綜合基礎」，透過衛星與星系 (constellation) 進行情報蒐集，並建立太空領域掌握 (Space Domain Awareness, SDA) 體系，有助於維護太空中的安全，同時促進安全保障與太空產業的良性循環。其次，國土韌性與全球安全課題的解決需要整合太空技術。在通訊領域，實現陸、海、空與太空的無縫連接，加強基礎設施的穩定性。災害管理方面，利用遙測技術快速掌握災情，以提升急救災效率。而透過準天頂衛星系統

(Quasi-Zenith Satellite System, QZSS)的公分 (cm) 級定位技術，推動自動化與無人化發展，有效緩解勞動力不足的挑戰。在太空科學與探索方面，透過探索生命的可能性與擴展人類活動範圍至月球以外的深太空，為人類創造新的共同知識。同時，促進月球探索與地球低軌道衛星的商業化發展，推動民間企業進入太空領域。並重視次世代人才培育，提升國際影響力。最後，強化綜合基礎建設是確保太空活動可持續發展的關鍵。維持自主太空進入能力，避免依賴他國，確保資訊共享與太空碎片管理，並建立完善的技術、產業與人才基礎，為未來的太空活動奠定穩固根基。

根據「宇宙機械產業實態調查報告書」²，2022年日本太空產業產值達 3980 億日圓，其中約有 97%產值來自內需貢獻，其中最終需求(如 JAXA 等政府機構及衛星公司)占內需的 68%，中間需求(如火箭及衛星製造商)占內需的 32%，著重的重點仍為火箭及遙測類衛星。

而在「宇宙基本計畫」中宣示希望透過政策推動，將太空產業市場規模從 2020 年的 4 兆日圓，能在 2030 年代初期擴大至 2 倍，即 8 兆日圓。將以六大基本立場進行整體產業生態系建構，分別為「推動安全保障與宇宙科學、探測等任務的實施及商業化的政策」，制定政策時考慮到任務的執行與未來商業化的潛力、「基於宇宙技術戰略強化技術開發」，橫跨安全保障和民生領域進行全面檢討，同時強化供應鏈的穩定性、「加強與志同道合國家的國際合作」，積極參與制定國際規範和規則，發揮日本的技術優勢，推動合作、「具備國際競爭力企業的戰略性培育與支援」、「強化作為宇宙開發核心機構的 JAXA 的角色與功能，提升 JAXA 的戰略性和彈性資金供應能力，促進產、學、官之間的連結與合作」以及「有效且高效地運用人力、資金等資源」等。

為進一步落實，日本政府於 2024 年 2 月成立「宇宙戰略基金」，為期 10 年，額度為 1 兆日圓 (約 2160 億新臺幣)，並已於 2025 年度編列 3000 億日圓(約 650 億新臺幣)預算落實以上規劃³。

二、 日本衛星通訊發展

衛星通訊列入日本國家太空政策發展目標之一，惟偏重國安網路韌性。當前切入低軌寬頻衛星布局形式採策略合作，而非自建衛星星系，為積極引入國際星系營運商，除原《電波法》第 5 條即規定若為以進行電信業務為目的開設之無線電臺、為控制搭載以進行電信業務為目的之無線電臺的人工衛星位置、姿態等，於陸地上開設之無線電臺等，則不受外資限制外，於 2021 年 8 月修訂低軌衛星相關之 14.0-14.5GHz 地球電臺頻率使用、審查基準及設備技術條件等法規，再於 2022 年 6 月修訂《電波法》，全面廢除船舶與航空器無線電臺外資限制。

(一) 衛星通訊技術早期發展

1977 年，首顆商用通訊衛星「Sakura」搭乘 N-1 火箭發射入空，提升了日本在偏遠地區(離島和山區)的通訊覆蓋能力。隨後陸續發射了「Superbird」、「Yuri」等一系列通訊衛星，提供了電視廣播、數據通訊以及企業專用網路服務。

(二) Beyond 5G/6G 衛星通訊中的發展策略

根據「宇宙基本計畫」³規劃，隨著全球在 Beyond 5G (B5G) 次世代通訊技術上的競爭日趨激烈，日本將致力於率先開發、實施並推動非地面網路 (Non-Terrestrial Networks, NTN) 的應用，實現陸、海、空及太空的無縫連接。這不僅能夠覆蓋目前缺乏網路基礎設施的偏遠地區，也能為無人機等飛行載具提供穩定的通訊服務。該技術亦將強化網路的韌性，提高應對地緣政治風險及災害風險的量能。

非地面網路技術的實現將依賴於一系列基礎技術的開發與實證，包括全數位化、通訊衛星與物聯網(IoT)的整合、Beyond 5G 和非地面網路相關技術，以及衛星光通訊技術等。日本將大力推動這些技術的本土開發，使通訊衛星本體開發趨近小型化及降低成本，並同時提供必要的海外市場支援。在海外推廣時，將考慮到衛星通訊技術的軍民兩用性，通過官民合作有效開拓市場。此外，非地面網路對於離島、海上和山區的高覆蓋至關重要，可在自然災害等緊急狀況下確保網路通暢。因此，日本將推動相關技術的開發及實證支援，同時完善法規制度，以促進服務的導入和應用。此項工作將由內閣府、總務省、外務省、文部科學省、經濟產業省及防衛省等部門共同推動。

在全球通訊衛星的迅速發展的背景下，日本將致力於建立高傳輸量衛星通訊技術，以靈活應對變化的通訊需求。為此，日本計畫於 2025 年度發射實驗衛星 9 號(ETS-9)，並在持續開發的基礎上推動該技術的落地和海外市場的擴展，從而提升在此領域的國際競爭力。

此外，為了加速社會對日本具有優勢的衛星量子加密通訊技術的應用，並在未來市場中取得技術領先地位，日本將推動全球範圍內不受距離限制的量子加密網路的研究開發。

(三) 與國際星系布局合作

以下分述日本各大電信公司與國際星系商合作的情況：

1. 日本軟體銀行於自 2016 年起陸續投資英國 OneWeb 公司開發低軌寬頻衛星計畫，但於 2020 年受疫情影響撤資，其後英國政府與印度財團巴帝全球(Bharti Global)挹

注 Oneweb 後，Oneweb 又在 2022 年被法國業者 Eutelsat 收購。故在 2024 年 9 月，軟銀與 Oneweb 重新簽署新的合作協議，軟銀將利用 OneWeb 的連接服務，為包括企業和政府機構在內的客戶提供高頻寬和高速度的服務，並將其與軟銀的專屬網路服務 SmartVPN 直接互聯，增強通訊安全性。

2. KDDI 在 2021 年第 3 季開始與 SpaceX 旗下公司 Starlink Service 合作，運用 KDDI 旗下的 au 基地台與 Starlink 衛星訊號收發整合，先以實驗性質(PoC)進行落地，於 2022 年下半年陸續導入日本 1,200 個偏鄉地區 (如山區、島嶼等)，以改善當前基地台難以完整覆蓋至偏鄉地區的難處。同時進行修法解除外資限制，故 Starlink Japan 公司亦取得已取得電信事業者執照，自 2022 年底開放一般民眾申請連網服務，日本法人企業及地方政府則由 KDDI 介接提供服務。
3. Rakuten Mobile 為拓展行動網路覆蓋範圍及促進數位化策略，與英國 Vodafone 自 2020 年起聯合投資美國 AST & Science 新創公司的 Space Mobile 計畫，目標為手機直連衛星通訊網路，且不需專用硬體。

(四) 地面設備

日本地面設備發展主要聚焦於國內軍事、政府需求及自建的準天頂衛星系統，形成硬體整合供應鏈。整體產業由三大集團(三菱電機、IHI 株式會社、NEC)主導，涵蓋從太空到地面的硬體製造及系統開發，且多數產品以內需市場為主，專注於遙測與科研衛星所需的大型地面站和操控系統⁴。

在射頻(Radio Frequency, RF)晶片領域，日本的瑞薩電子(Renesas Electronics) 提供適用於低軌寬頻衛星地面相位陣列天線的解決方案。瑞薩電子的主要股東包括三菱電機與 NEC，顯示該領域的關鍵資源亦掌握在兩大集團手中。此外，日本無線株式會社 (Japan Radio Co., Ltd., JRC) 在海事衛星通訊設備的系統整合中扮演重要角色，其硬體製造多數委外進行，如韓國 Intellian 即是其天線系統的供應商之一⁴。

(五) 衛星通訊相關服務

日本的衛星服務業者相對較少，主要包括傳統衛星通訊與廣播服務商如 Sky Perfect JSAT 和 B-SAT，另外也有多元新創企業進入此領域，例如 Infostellar 與 Archangel Lightworks 共同研發光衛星通訊技術，目標是開發可接收衛星數據的地面站系統，讓衛星運營商透過一次設定即可連接全球各地的地面站。該系統提供彈性，使用戶能按需求使用不同地點的地面站，降低多站點擁有或租賃的成本，同時保證通訊穩定性。對於地面站擁有者而言，非運營時段可出租站點給其他業者，增加收入來源。其他衛星通訊相關服務則有待開發。

三、 與臺灣合作關係

(一) 現況

根據現有的資料，日本與臺灣在衛星通訊技術和相關領域的合作不如與其他國際夥伴那麼密切，但仍具備發展潛力。地面設備廠商與晶片製造，或有機會可加強合作關係。目前經濟部透過日本辦公室(由中經院執行該項計畫)，於 2024 年 7 月與太空中心組團拜會約 20 家廠商，已建立與日本太空產業之初步連結。

(二) 行政院衛星通訊產業策略(SRB)會議宣示加強與日本等國合作

1. 為形成國家衛星通訊政策與發展藍圖。行政院於 2024 年 10 月 14 日舉行衛星通訊產業策略 SRB 會議，邀請國際專家與國內產學研各界專家於會議中聚焦議題研討，並與關聯主責部會互動，凝聚共識，以期完善衛星通訊基礎環境建置、加速衛星通訊於百工百業落地應用、發展衛星通訊自主研發技術，達國際領先程度，提升產業競爭力。會議中以四大主題：「臺灣衛星通訊發展現況與願景」、「衛星通訊服務與應用」、「衛星通訊技術發展」及「產業生態系建構」展開討論。除聚焦臺灣目前在衛星通訊技術研發中的優勢和挑戰，探討臺灣在國際星鏈合作與應用技術發展中的角色，並審視如何通過技術發展和政策支持來促進臺灣在全球衛星通訊市場的定位。
2. 會議邀請日本 NEC 三好弘晃院士進行專題演講，並邀請經濟部與太空中心曾拜會之廠商參與，共計出席 1 家公司，iSpace。
3. 會議結論包含政府將扮演良好的串接角色，由應用服務切入，與國際鏈結，加強與我國友好國家進行國際合作，發展完整的衛星通訊的網路與多元服務整合介面，確保技術發展滿足國內外市場需求，並且優先補助國內自主供應鏈，希望透過推動政策，使產業界能夠優先發展高價值、具市場區隔，能夠開拓國內需求市場的產品，特別是在海事、航空、防災等關鍵設施的需求上。
4. 透過會議與產官學研凝聚共識，以期加強與日本等國之合作關係。

四、 結語

日本在衛星通訊技術發展上展現了強大的技術實力與國際競爭力，特別是在低軌衛星、非地面網路(NTN)、高空通訊平臺(HAPS)等領域的研究中居全球領先地位。隨著 5G/6G 技術的推進，日本不僅在國內市場展開部署，積極參與全球通訊技術標準的制定，為全球通訊基礎設施的發展貢獻重要力量。

未來，隨著 6G 技術及衛星通訊技術的進一步發展，日本將繼續加強與國際夥伴的合作，推動技術創新與應用拓展。透過與其他國家在技術轉移、標準制定和應用場景上的合作，日本的衛星通訊技術將在全球通訊市場中扮演更重要的角色。臺灣應積極加強與日本合作，不僅將促進亞太地區的技术進步，也將推動全球通訊技術和應用的蓬勃發展。

於行政院 SRB 會議結束後，國科會後續將進行「次世代通訊科技發展方案」研擬，它山之石，可以為錯，可進一步研析日本相關策略，於策略相同處共同協作。

五、 參考資料

1. 宇宙開發戰略本部(2023)。宇宙基本計畫(令和 5 年 6 月改定)。日本政府內閣府。
2. 日本航空宇宙工業會，2024，航空と宇宙：日本航空宇宙工業會會報，日本航空宇宙工業會編 (844):2024.4
3. Japan creates multibillion-dollar space strategic fund to boost space industry. Space News, 2024/03/12.
4. 呂珮如，2023。日本衛星產業概述，工研院。
5. 宇宙航空研究開發機構，2022，JAXA 要覽 2022-2023
6. 魏聰哲，2022。日本太空產業發展動向與台日合作展望。產業瞭望，(215)，133-140。
7. 國研院，2022。日本 6G 技術動態與產業布局分析，Outlook 國研院產業報告。