

日本太空產業發展動向 與臺日合作展望

◎魏聰哲／中華經濟研究院第三（臺灣經濟）研究所 副研究員兼副所長

日本近年的太空科技發展目標從以「科學探索」為契機的科技供給思維轉變為以「拓展民間市場需求與建立商業模式」的需求驅動創新方向發展，各界開始意識到太空產業發展的重要性。本文從產業範疇與市場規模、商業生態系之轉變，及產業發展政策等三個面向，來探討日本太空產業發展策略內涵，並提出臺日合作建議。

關鍵詞：太空產業範疇、太空科技商業生態系、太空產業發展政策、臺日合作

Keywords: The Scope of Space Industry, Space Technology Business Ecosystem, Space Industry Development Policy, Taiwan-Japan Cooperation

日本領先亞洲各國、於 1970 年 2 月首度發射國產人造衛星「大隅」至離地 5,140 公里的高空軌道，進行地球環繞與人造衛星工學驗證任務，開啟日本發展太空科技的新時代。之後，「日本宇宙開發事業團」（NASDA）與「宇宙科學研究所」（ISAS），以及在 2003 年整併前述兩個機構與「航空宇宙技術研究所」（NAL）所成立的「宇宙航空研究開發機構」（JAXA），積極整合民間企業與學研機構的研發能量，主導推動各項運載火箭與人造衛星開發計畫與太空探測任務（見表 1），帶動日本太空科技相關供應鏈

的成形發展。

邁入 2000 年以後，運載火箭、人造衛星、太空站及探測船等太空科技經過半世紀以上的發展，其發展目標從以科學探索為主的實驗性任務逐步延伸到「解決社會問題」與「發掘科技應用市場」等產業發展層面，這使得「太空產業」成為主要國家推動新興產業科技發展的關注領域。對此，日本政府持續提出有助於太空產業發展的重要政策，包括：於 2008 年公布〈宇宙基本法〉¹，明訂應促進太空科技研發成果的企業化發展；在 2009 年提出「宇宙基本計畫」²，強調將太空產業作

為 21 世紀戰略產業並提升其國際競爭力的重要性；2024 年則提出「宇宙戰略基金基本方針」³，預計投入 1 兆日圓的預算來加速太空科技產學合作成果的商业化與新創企業發展，進而擴大國內太空市場規模等。

本文從太空產業範疇與市場規模、太空科技商業生態系轉變，及太空產業發展政策等三個面向，來探討日本太空產業發展策略內涵，並提出臺日產業在此領域之合作建議。

附表 日本推動太空科技發展主要成果

直接給付型式	符合的生產者/產品
1970	成功發射第一顆國產人造衛星「大隅」至中地球軌道
1975	成功發射國產N-I火箭1號機並搭載技術實驗衛星技術試 衛星「Kiku 1號機」(ETS-1)至離地1,000公里的低地球軌道
1977	成功發射N-I火箭3號機並搭載日本首顆國產地球同步技術實驗衛星「Kiku 2號機」(ETS-2)至36,000公里的高地球軌道
1981	於種子島宇宙中心成功發射N-II火箭2號機並搭載國產地球同步氣象衛星「Himawari 2號」(GMS-2)至36,000公里的高地球軌道
1983	於種子島宇宙中心成功發射N-II火箭3號機並搭載國產地球同步通信衛星「Sakura 2號機a」(CS-2a)至36,000公里的高地球軌道
1984	於種子島宇宙中心成功發射N-II火箭5號機並搭載國產地球同步放送廣播衛星「Yuri 2號機a」(BS-2a)至離地36,000公里的高地球軌道
1986	於種子島宇宙中心成功發射完全國產化H-I火箭實驗1號機並搭載測地實驗衛星「Ajisai」(EGS)至1,500公里的低地球軌道
1994	於種子島宇宙中心成功發射H-II火箭實驗機2號機並搭載技術實驗衛星「Kiku 6號」(ETS-VI)至8,600公里的中地球軌道
1997	於內之浦宇宙中心成功發射M-V火箭1號機並搭載電磁波天文觀測衛星「Haruka」至560公里的低地球軌道
2003	於內之浦宇宙中心成功發射M-V火箭5號機並搭載小行星探測機「Hayabusa」至小行星「Itokawa」採集物質樣本並帶回地球
2008-2009	與美國太空總署合作成功將日本「希望號實驗艙」相關實驗室模組與平台設施發射到離地400公里的國際太空站(ISS)，並由日本太空人進行組裝
2010	成功發射H-IIA火箭18號機並搭載準天頂定位衛星一號機「Michibiki」至離地32,000~40,000公里的高地球軌道
2023	於種子島宇宙中心成功發射H-IIA火箭47號機並搭載小型登月探測器(SLIM)進入月球軌道，並於2024年初登陸月球地面進行探測任務

資料來源：作者整理自JAXA官網及新聞資料。

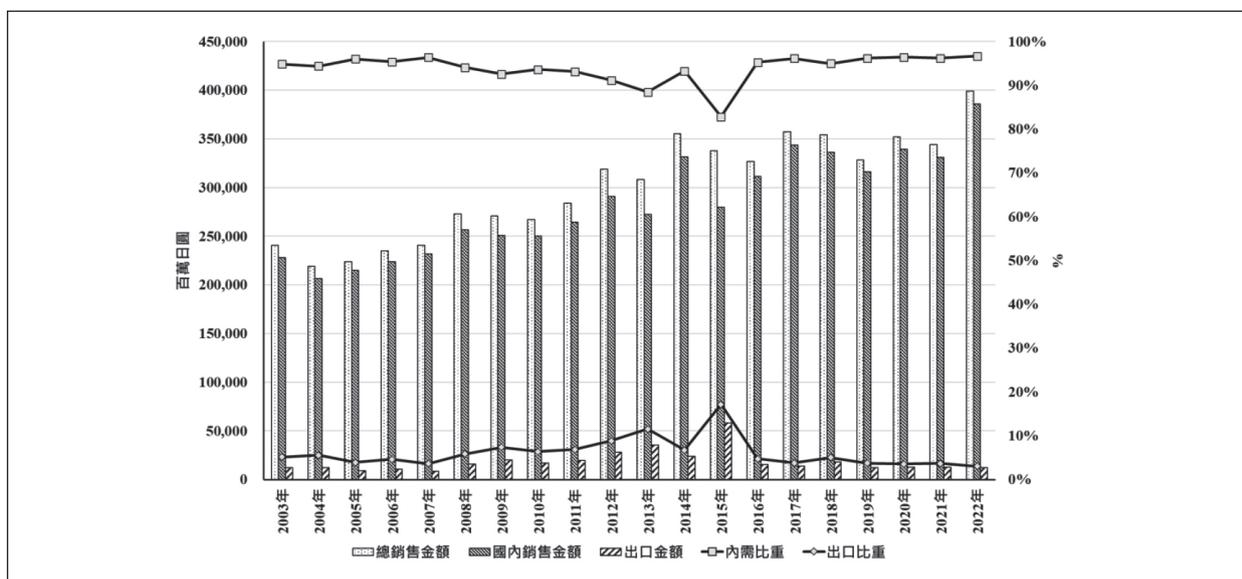


日本太空產業發展範疇與市場規模

依「宇宙航空研究開發機構」(JAXA)的定義⁴，廣義性的宇宙產業其結構有如一個金字塔型態，由上而下可區分為太空機器產業、太空利用服務產業、太空相關民生機器產業，及使用者產業。「太空機器產業」意指人造衛星、火箭、地面設備等太空科技相關設備或裝置的製造產業，其廠商成員涵蓋系統整合商、零件製造商、材料加工廠、軟體及材料開發商等；「太空利用服務產業」意指利用通訊與廣播衛星等太空基礎設施來提供服務的產業；「太空相關民生機器產業」是GPS汽車導航系統與接收衛星廣播訊號天線等設備的製造產業；「使用者產業」則是應用太空利用服務產業與太空相關民生機器產業提供的服務與設備來建立本身事業差異化優勢與效率的產業群。

針對日本「太空機器產業」的市場規模，

日本航空宇宙工業會有較為詳盡的統計。依日本航空宇宙工業會於2024年4月公布《2023年度宇宙機器產業實態調查報告書》⁵，日本太空機器設備相關企業(飛翔體、地面設備、軟體)的銷售金額從2003年度的2,406億日圓逐步提升到2022年度的3,990億日圓，其中，日本國內市場銷售金額從2,282億日圓提升到3,858億日圓，出口金額則從124億日圓微幅減少到121億日圓，而內需占比從94.8%提升到96.7%。更進一步分析內需銷售對象，在2022年度日本太空機器設備相關企業對JAXA的銷售金額達到2,108億日圓，而對其他政府單位則為441億日圓，對兩者銷售金額占總銷售金額的比率高達63.9%。由此可知，日本太空機器產業營收的大部分來自日本國內市場需求，且以協助JAXA達成國家太空科技發任務展為主要目標，但在拓展民用市場上仍處於起步階段。

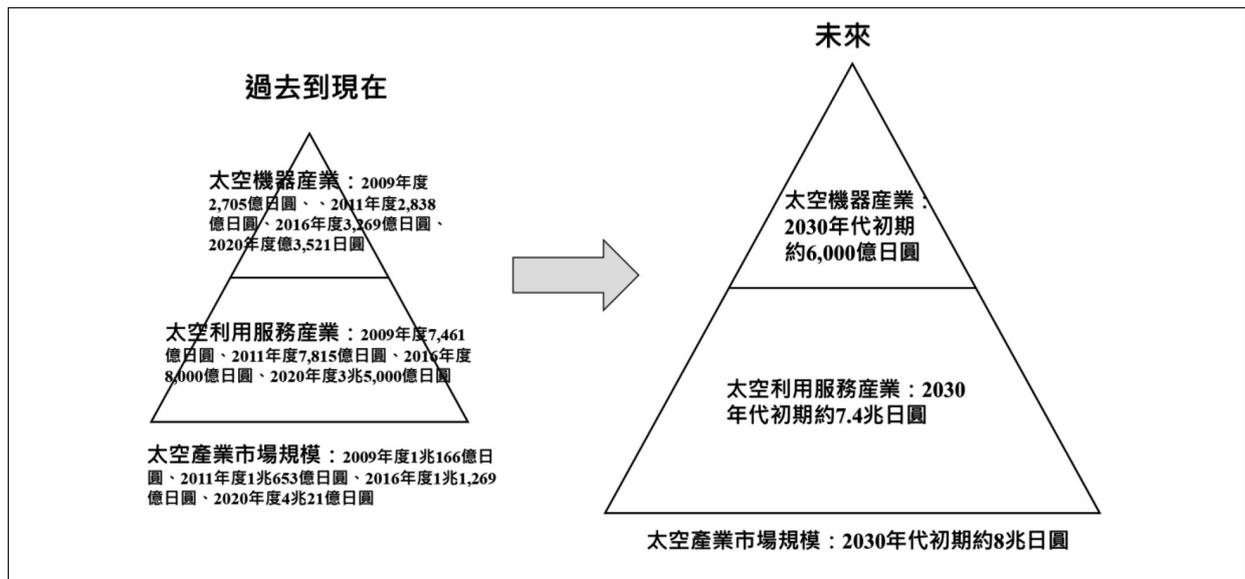


資料來源：作者繪製；參考《2023年度宇宙機器產業實態調查報告書》數據統計。

圖1 日本太空機器產業市場規模變化

有關日本「太空利用服務產業」的市場規模，日本內閣府依據日本航空宇宙工業會統計資料庫進行推估，其市場規模從 2009 年度的 7,461 億日圓提升到 2011 年度與 2016 年度的 7,815 億日圓與 8,000 億日圓，到了 2020 年度更大幅提升到 3 兆 5,000 億日圓。日本內閣於 2023 年所公布的「改訂版宇宙基本計畫」⁶中，也進一步提出太空產業政策的推動目標，將積極強化人造衛星與火箭等太空機器產業

的國際競爭力，同時推動衛星通訊、數據提供及遙測等宇宙解決方案產業的發展，期待使太空產業（涵蓋太空機器產業與太空利用服務產業的日本國內市場規模）的國內市場規模從 2020 年度約 4 兆日圓提升到 2030 年代初期的 8 兆日圓。由此可知，日本太空機器產業所延伸發展的太空利用服務產業，將成為擴大日本太空產業的市場規模的重要動力。日本太空產業的市場規模可整理如下圖所示。



資料來源：作者繪製；參考內閣府依據日本航空宇宙工業會統計資料庫推估內容。

圖2 日本太空產業市場規模變化與展望

日本太空產業發展模式與商業生態圈之形成

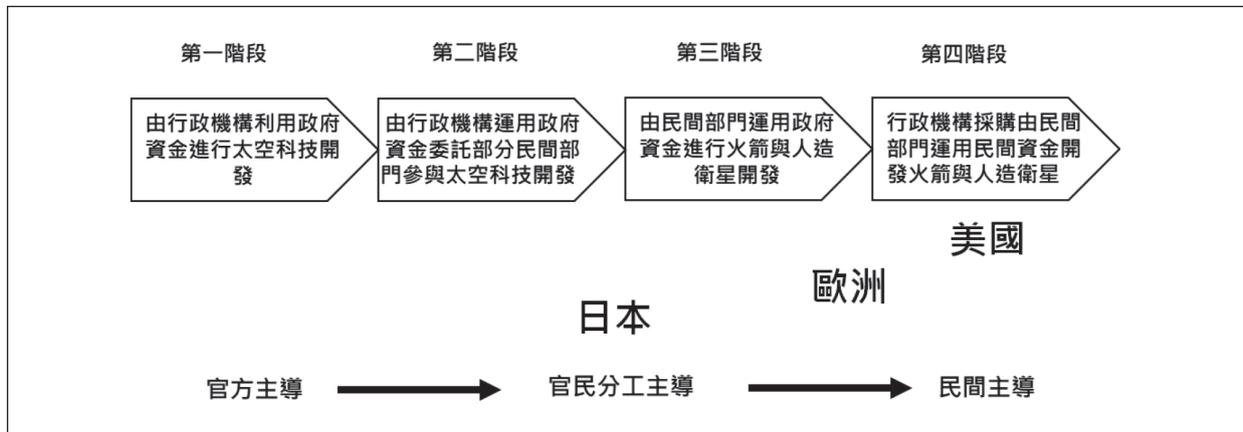
依東京大學中須賀真一教授提出的概念⁷，太空產業發展階段可區分成四大階段，分別為：第一階段「由國家行政機構利用政府資金進行太空科技開發的時期」、第二階段「由

國家行政機構運用政府資金委託部分民間部門參與太空科技之開發時期」、第三階段「由民間部門運用政府資金進行火箭與人造衛星之開發時期」，及第四階段「國家行政機構採購由民間部門運用民間資金開發火箭與人造衛星之時期」。如圖 3 所示，野村總合研究所則基於此概念指出⁸，美國的太空產業發



展模式已經進入第四階段，歐洲主要國家正從第三階段邁入第四階段，而日本則處於第二階段邁入第三階段的時期。由此可知，日本太空產業發展模式，正從「以 JAXA 主導

科研計畫帶動民間企業發展」的研究探索思維，轉向以「JAXA 與民間企業分工合作開發太空科技並帶動相關加值服務產業發展」的商業普及方向發展。



資料來源：作者繪製；參考中須賀真一（2015）與佐藤 史（2016）內容分析整理。

圖3 日本太空產業現階段發展模式

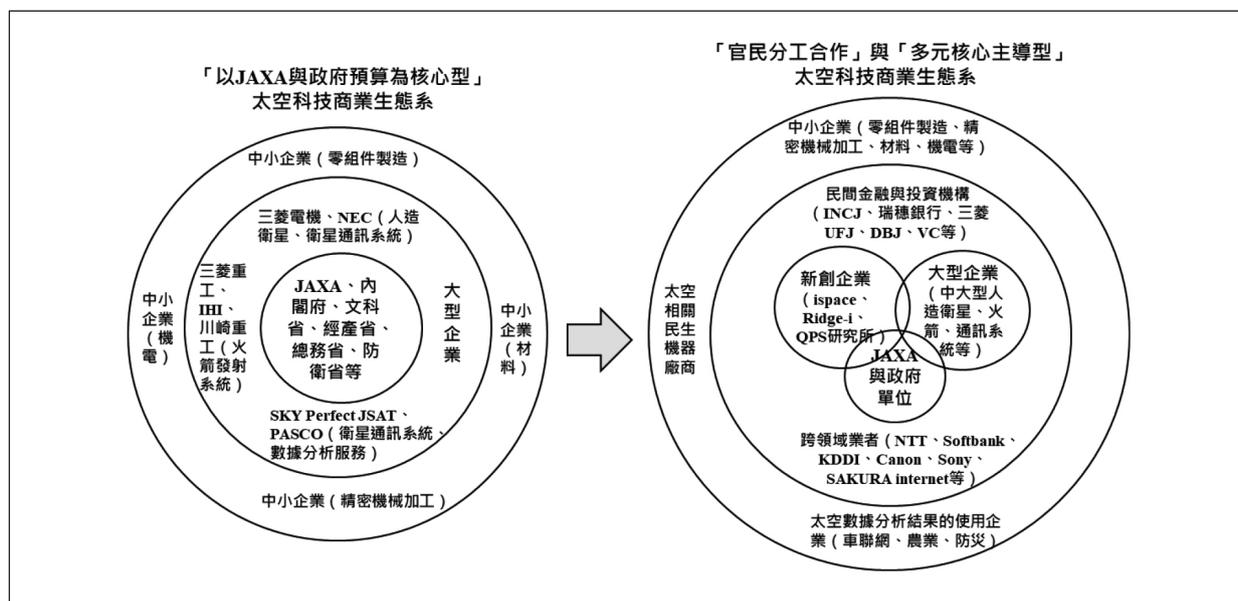
隨著太空產業發展模式的轉變，太空科技發展衍生的「商業生態系」(Business ecosystem) 也將隨之產生變化，其運作機制朝向更能符合市場需求的方向發展。依 James F. Moore 的定義^{9,10}，「商業生態系」是一個由供應商、主要生產廠商、競爭對手與其他利害關係者等、基於創造顧客價值的共同目的所組成的「經濟共同體」(economic community)，其發展都會歷經誕生 (birth)、擴張 (expansion)、形成領導中心 (leadership) 及自我更新 (self-renewal) 等四個階段；而在此過程當中，生態系參加成員的能力與角色將不斷變化，並傾向於與一個或多個成員設定的策略願景保持一致

性，持續維持一個穩定運作機制。其中，能夠在商業生態系中扮演領導角色 (Leadership roles) 的成員相當重要，必須引導其他成員朝向共同願景邁進、調整投資方向，及相互支持。

觀察過去日本太空科技商業生態系的發展特徵，主要是以政府單位提供給 JAXA 預算經費，再由 JAXA 主導太空科技發展方向，並與大型企業合作開發各種軌道造衛星、探測器、火箭與發射系統等裝置，同時帶動相關中小型零組件供應廠商的營運發展，形成一個「以 JAXA 與政府預算為核心」的官方主導型商業生態系。然而，邁入 2000 年代以後，基於網際網路、數位工具及物聯網的成

熟發展，帶動太空探測與地球遙測數據與影像資料的應用商機，這也促使新創企業、非太空科技領域服務業者，及民間資金融通機

構加入商業生態系，讓生態系的運作機制逐步朝向「官民分工合作」與「多元核心主導」的方向發展（見圖4）。



資料來源：作者繪製；參考經產省公布資料與企業官網內容整理。

圖4 日本太空科技商業生態系之轉變

以新創企業為例，在2023年，ispace（探索月球表面資源相關酬載裝置開發、發射服務與資料收集分析）、Ridge-i（活用太空數據的AI分析解決方案）與QPS研究所（開發搭載合成孔徑雷達的小型低軌衛星）等三家太空科技領域的新創企業，達成股票上市的目標，未來這些企業將逐步成長為太空科技商業生態系的領導成員，帶動生態系的更新發展。

日本推動太空產業發展之政策措施

日本太空產業的發展政策主要由經濟產業省主責推動。現階段，該省推動的產業政

策主要區分成「太空機器產業」與「太空解決方案產業」等兩個面向來進行。

首先，在「太空機器產業」方面，受到關注的政策措施包括了「配合宇宙戰略基金設立的執行方針」與「中小企業創新創造促進計畫」（SBIR）的研發補助等。第一，有關「宇宙戰略基金」制度，2024年3月，經濟產業省、內閣府、總務省、文部科學省等政府單位於JAXA設立「宇宙戰略基金」並確立該基金的基本方針，期待透過各項政策工具強化民間企業投入太空科技的發展。基於「宇宙戰略基金基本方針」，經產省依照



省內的產業結構審議會、製造業小組委員會、航太產業小組委員會，及內閣府宇宙政策委員會的討論內容來確立「執行方針」¹¹，針對如何「加速人工衛星星鏈商業化」、「加強民間火箭發射能力」及「促進衛星資料運用服務」等三大議題，設立五大研發主題來強化政策協助措施，分別為「加速商業衛星星鏈系統的建設」、「進行人造衛星零組件研發與示範驗證以建構人造衛星供應鏈」、「強化固態馬達主要材料量產技術之研發」、「強化太空物流系統整合導航設備之研發」及「鼓勵人工衛星資料運用系統的海外示範驗證或可行性研究」等。

第二，日本政府於 2022 年公布「中小企業創新創造促進計畫」（Small and Startup Business Innovation Research）的擴充構想¹²，由經產省設定「透過民間太空活動促進產業發展和強化國際競爭力的技術開發」、「月球表面雷達的開發與實用化驗證」及「人造衛星遙測事業的示範驗證」等主題，募集中小企業或新創企業的提案計畫並由國立研發法人新能源與產業技術總合開發機構（NEDO）進行審查，藉此提供「商業化概念可行性調查」、「實際應用的技術研發」及「尖端科技領域的大規模技術開發與示範驗證」等三個階段的研發補助。

其次，在「太空解決方案產業」方面，經產省為了促進民間業者利用衛星數據創造新商機，於 2018 年委託 SAKURA internet 公司執行為期四年「政府衛星資料開放自由化及資料利用推進計畫」¹³，開發與驗證雲

端環境下的衛星數據平台「Tellus」，並於 2021 年底成立 Tellus 株式會社來對外營運。該平台為各領域使用者提供多樣化服務，包括：政府各類人造衛星數據的開放與免費使用、數據市場交易機制（商業衛星數據、數據處理演算法、應用程式等）、應用程式的開發環境、教育內容及媒體功能等。民間業者運用該平台人造衛星數據來發展的加值服務內容，涵蓋資產調查、預測股價、保險、物流、建設與不動產、掌握地形、監測基礎設施、預測農作物生長、探查魚群與養殖、監測森林、天氣預報、疫情監測及防災等領域。近來，經產省更與 JAXA 合作，將設置於國際太空站「希望號實驗艙」上的高光譜感測器「HISUI」所收集的衛星數據上傳至「Tellus」，並在 2022 年 10 月對外公開使用，期待提升該平台提供的數據品質。

結語與建議

基於以上內容可了解到，日本太空產業近年發展動向具備幾項特徵，包括了產業範疇從「太空機器裝置的研發生產」延伸到「運用太空數據的加值服務」乃至於多元化的 B2C 相關業者、商業生態系運作模式從「官方主導帶動大型企業發展」的單一核心領導階段逐步進入到「官民分工合作帶動新創企業與異業共創發展」的多核心自我更新階段，及強化民間企業投入太空科技與數據加值服務發展的政策工具等。由此可知，日本太空科技發展目標已經跟上美歐主要國家發展模式，從過去以「科學探索」為契機的科技供

給思維轉變為以「拓展民間市場需求與建立商業模式」為主流思維的方向發展。

我國自 1990 年代開始推動三期的「國家太空科技發展長程計畫」，已具備人造衛星、酬載裝置、中小型火箭，及地面通訊設備的國產化能力。我國立法院也在 2021 年三讀通過〈太空發展法〉，加速推動太空科技產業化之發展。而甫改組為行政法人的「國家太空中心」（Taiwan Space Agency, TASA），除了持續推動科學探測任務導向的氣象衛星與遙測技術之外，更將結合民間企業共同建構低軌通訊衛星供應鏈體系，加速太空科技與地面定位數據在 B5G 商用領域的應用發展。

對此，我國與日本在太空科技發展上，也可摸索幾個產業合作方向。第一，由於我國近年籌組太空科技發展的國家隊，邀集國內航太與電子領域相關廠商參與，使得國內廠商已經具備人造衛星與火箭發射系統相關零組件的初步生產能力，未來可強化與日本大型企業的交流合作機會，爭取太空科技領域零組件的合作商機。第二，由於臺日雙方皆積極推動低軌衛星與通訊網路的商業化發展，未來可推動具有地面通訊設備與晶片設計與生產能力優勢的臺灣廠商，與擅長發展太空軌道端人造衛星酬載技術的日本廠商進行整合，加速臺日合作拓展 B5G 商機的進程。第三，近年我國運用氣象衛星數據提供服務的業者開始萌芽發展，加上低軌商用衛星計畫的推動，勢必帶動數據加值分析服務產業的蓬勃發展，未來我國相關單位可進一步協助民間業者與日本衛星數據平台「Tellus」進

行交流，獲得日本衛星數據共享的機會，藉此提升我國衛星數據服務業者的分析品質並建立更多應用領域的商業模式。第四，隨著太空科技商業生態系的進化，將有更多新創企業加入太空產業發展的行列，並逐步成為核心成員，因而可促進臺日新創企業在太空科技領域的交流與互助合作，營造跨國鏈結的「太空科技創新創業雨林環境」，衍生更多臺日太空科技發展成果的應用商機。

附注

1. 內閣府（2008）。宇宙基本法。內閣府。
2. 宇宙開發戰略本部（2009）。宇宙基本計畫。內閣府。
3. 內閣府（2024）。宇宙戰略基金基本方針。內閣府。
4. JAXA（July. 19, 2024）。JAXAと産業。<https://aerospacebiz.jaxa.jp/partner/>
5. 日本航空宇宙工業會（2024）。2023年度宇宙機器産業実態調査報告書。日本航空宇宙工業會。
6. 宇宙開發戰略本部（2023）。宇宙基本計畫（令和5年6月改定）。內閣府。
7. 中須賀真一（2015）。S-NETが拓く新しい宇宙利用の期待。東京大學。
8. 佐藤将史（2016）。宇宙産業の現状と最前線～世界で進む新しい宇宙産業の形成～。株式会社野村総合研究所コンサルティング事業本部。
9. Moore, James F. (1993). Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, pp. 75-86.
10. Moore, James F. (1996). *The Death of Competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems*. New York: Harper Business.
11. 經濟產業省（2024）。宇宙戰略基金実施方針（經濟産業省計上分）。經濟産業省。
12. 經濟產業省（2023）。令和4年度第2次補正予算「中小企業イノベーション創出推進事業」の公募について。<https://www.meti.go.jp/information/publicoffer/kobo/2023/k230714001.html>
13. 經濟産業省製造産業局宇宙産業室（2022）。「政府衛星データのオープンアンドフリー化・データ活用促進事業」プロジェクト評価用資料。經濟産業省。