

試析新太空時代日本軍民兩用衛星的發展

鄭子真

(中國文化大學政治學系教授)

摘要

本文探討新太空時代日本衛星的發展，爬梳國際貢獻論、太空治理、軍民兩用衛星等相關文獻，認為日本衛星從早期以科研的國際貢獻，受到後冷戰國際環境和區域結構轉變，呈現軍民兩用趨勢。進一步，以新制度主義觀點剖析規範日本衛星發展相關制度的《宇宙活動法》、《衛星遙測法》和《宇宙資源法》，以及鑲嵌其中重要行為者日本宇宙航空研究開發機構(JAXA)的動作。最終，在制度與行為者互動過程中，由中美太空競賽和美日太空合作，檢證日本衛星軍民兩用的趨勢。

關鍵詞：日本衛星、軍民兩用、新太空時代、國際貢獻、日本宇宙航空研究開發機構

壹、前言

戰敗後的日本和德國被限制發展航太，¹連帶地無法積極進行太空

1. 日本因為戰敗關係，自 1945 年至 1951 年被限制發展航太，直到 1951 年 9 月簽訂舊金山和約後才解除相關限制。戰後德國發展航太受限的理由也類似，主要是 1945 年波茲坦會議決定讓戰敗的德國「去納粹化」、「非武裝化」、「脫產業化」等方針。因此在「非武裝化」面向上，禁止德國開發或生產火箭，也嚴格管制其在機械業、金屬業、化學工業等發展。

發展。冷戰時期的太空競賽，形成以美國爲主的太空經濟生態圈，對抗以蘇聯爲首的太空工業生態圈之兩極關係。此一局勢發展到 80 年代，兩極對峙升高到緊張，美國雷根總統公布「戰略防衛構想」(Strategic Defense Initiative, SDI)，卻促使日本基於和平憲法強調自身太空運用的「一般化理論」及與美國的「衛星調度」事宜，大幅緊扣住其太空發展。

後冷戰初期美軍在波灣戰爭的勝利，取決於軍事科技進步與太空系統運用，諸如從全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 發展到飛彈系統的開發、太空狀況覺知 (Space Situation Aware, SSA) 等。此時期日本的太空發展依舊遲緩，1998 年北韓首度朝日本方向發射大浦洞 1 號飛彈後，日本驚覺必須急起直追發展太空應用以進行相關防衛。但日本仍受限於和平憲法，當時的自衛隊或防衛廳無法持有軍事衛星，必須借用民間衛星或是與美國衛星企業簽訂契約，以獲取軍事防衛上更多的資訊。換言之，此時日本在太空層次的防衛仍相當被動，無法建構迅速的事前防範機制。

另一方面，因冷戰時期太空屬於美蘇的軍備競賽一環，而非現今包含了商業民生用途。1998 年美國通過《商業太空法》，事隔十年後（2008 年）法國也通過《太空活動法》，意味著各國政府積極推動太空產業的發展，造就軍民兩用衛星的趨勢。伴隨跨越千禧年，新世紀開展人類新的一頁，新太空時代儼然到來。在和平憲法限制與缺乏迅速的事前防範機制，日本鑑於太空競賽的政治化、資本密集、軍民兩用趨勢等，在防衛經費與國際商機考量，逐漸朝向自主性火箭發射和改革衛星技術等發展，並且推動民間企業共同參與太空發展。

鈴木一人認爲太空發展的重要性有科研、技術發展、國際競爭力、安全保障、提高自主性。² 2003 年日本整合各太空單位成立

直到 1954 年德國加入北約後，才逐步解禁德國的太空研發。

2. 鈴木一人，〈外交・國際關係の視点から見た国家基盤としての宇宙開

日本宇宙航空研究開發機構 (Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA)、2008 年通過《宇宙基本法》、2009 年「宇宙基本計畫」、2016 年宇宙二法、2021 年《促進探索和開發太空資源商業活動法》(簡稱《宇宙資源法》) 等。這些法源意味著日本試圖跳脫和平憲法框架, 採取積極的太空防衛態勢, 更加重視太空發展和建制等。而整體太空系統當中運用最多者實屬衛星, 2017 年防衛省首度擁有自己的軍事監視衛星。就此, 本文意在研究新太空時代日本衛星的發展沿革, 透過國際貢獻論、太空治理、軍民兩用趨勢的文獻爬梳, 探討日本太空法源、JAXA 功能、軍民兩用衛星階段性發展等。

貳、衛星運用的三種思路

衛星的運用對現今人類生活有著密不可分的關係, 以下就國際貢獻論、太空安全、軍民兩用探討相關論點。

一、國際貢獻論

有關太空的國際貢獻論, 由五大國際太空條約即可明瞭, 分別為 1967 年《外太空條約》(全名:《關於各國探索和利用包括月球和其他天體的外太空活動所應遵守原則的條約》, *Treaty on Principles Governing the Activities of State in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, 簡稱 *Outer Space Treaty*)、1968 年《太空救助返還協定》、1972 年《太空損

毀利用》, 日本經濟連合會編, 《国の基盤としての宇宙》(東京: 日本經濟連合會, 2005 年), 頁 1-11。鈴木目前為東京大學公共政策大學院教授, 2013 年至 2015 年擔任聯合國安理會制裁伊朗專家委員, 2022 年起為日本內閣宇宙政策委員會委員。2012 年《宇宙開發和國際政治》一書, 獲得日本第三十四屆 Suntory 學藝賞, 其學術和實務經驗對日本太空發展具有精闢見解和重要性。

害責任條約》、1976年《太空物體登記條約》，以及1979年的《月球協定》。³國際太空條約禁止各國主張太空主權，而是屬於全人類共享。太空發展與人類生活最息息相關的是衛星技術，中川智治認為發展衛星與相關的遙測技術，有助於改善人類生活和預防災害發生的可能，諸如運用遙測在勘查地形、觀測氣象、星球探勘等。國際社會針對該如何適切進行衛星遙測和管理，出現多方辯論。有關國際條約規範衛星之內容，如1967年聯合國《外太空條約》第8條規定，國家擁有發射於外太空物體的管轄權、所有權，卻沒有規定衛星遙測的相關內容。⁴

1973年聯合國大會通過3182號決議(XXVIII)，探討使用衛星遙測是否有助於地球資源探勘之法律性質。⁵這是由於美國當時使用地球資源技術衛星(Earth Resource Technology Satellite)發射「Landsat 1」號衛星，解析度僅為80m。雖然解析度不高，但國際社會開始討論遙測後的數據是否應該由全人類共享，卻被開發中國家反對，理由為可能拍攝到國家機密或不想為人所知的事物。最終，1986年聯合國第四十一次大會決議通過「從太空進行地球遙測原則」(Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space)，該原則對於遙測的定義為：「為管理天然資源、改善土地利用和環境保

3. 鄭子真，《咫尺光年：日本的新太空發展與戰略》（臺北：五南圖書，2022年），頁72；廖立文，〈試論台灣在新國際太空賽局與全球太空複合治理體系中的定位與挑戰〉，《台灣國際研究季刊》，第14卷第2期，2018年6月，頁159。

4. United Nations Office for Outer Space Affairs, “Outer Space Treaty,” May 3, 2023, Accessed, *United Nations Office for Outer Space Affairs*, <http://www.unoosa.org/oosa/zh/SpaceLaw/gares/html/gares_34_0068.html>.

5. United Nations, *Resolutions and Decisions Adopted by the General Assembly During Its 28th Session*, Vol. 1, September-December 1974, pp. 19-21.

護為目的，利用探勘對象物放射 (emitted)、反射 (reflected)、繞射 (diffracted) 的電磁波特性的電磁波特性，從太空探查地球表面。」然而能夠獲得 10m 以下解析數據的超高度分析功能 (Very High Resolution, VHR)，卻被排除在聯合國的衛星遙測限制之外，導致太空大國依然可運用其領先的衛星圖像解析技術，進行曖昧性質的軍事監視用途等。

渡邊浩崇認為 1968 年日本內閣府的「宇宙開發委員會」，向總理提出四個答申和一個建議，決定往後其太空發展的自主路線和國際合作原則，係形成日本對國際的貢獻。⁶如果國際社會規範外太空資源屬於全人類，則太空超大國者應當讓其成果讓全球共享。然而從現實主義觀點來看，一國太空發展與科技和資安息息相關，不可能讓全人類共享，遑論分享給假想敵或敵國。從戰略觀點來看，太空開發可形成外交、安保、國際貢獻的戰略組合，以往日本只注重太空科研和衛星運用，但往後太空開發已變成國家利益的中樞點。⁷

二、太空安全 / 太空治理

聯合國通過的外太空條約，開宗明義地表示人類使用太空必須基於和平目的，不能運用於軍事目的。然而隨著科技日益進步，人類也運用太空科技於軍事武器的研發，太空的運用是否屬於和平性質的科研，或是夾雜在曖昧的軍事試驗當中不易分辨。廖立文從太空安全和治理觀點分析，認為在新太空時代衛星運用性質轉向軍民兩用，無論是火箭發射、通訊、定位等，已經萌生出全球太空經濟生態。聯合國裁軍研究所 (UN Institute for Disarmament Research, UNIDIR) 定義中型太空強國為：「高度依賴以太空為基礎 (space-based) 科技應用系

6. 渡邊浩崇，〈日本の宇宙政策の歴史と現状—自主路線と国際協力〉，
《國際問題》，第 684 號，2019 年 9 月，頁 35-38。

7. 鈴木一人，〈外交・国際関係の視点から見た国家基盤としての宇宙開発利用〉，頁 14。

統，且具有限的自主太空力量；在太空科技領域享有高端經濟資源；在太空領域具體從事太空外交。」如 21 世紀初期的中國、日本、印度、阿拉伯國家等，約有六十餘國可稱之。面對蜂擁群起的太空競賽，在科技發展與管制之間、太空資源取得與運用、國與國之間的太空外交等，無一不對全球治理產生新範疇和衝擊，形成「全球太空政治」(global astropolitics) 場域。⁸

衛星數量日益暴增，鍾銘泰於〈國際低軌衛星發展與太空新秩序概覽〉一文中提及衛星與太空治理的重要性，認為「衛星具有國土延伸與國力展現之戰略縱深意涵，各國政府視其為國際競爭之一環」。⁹透過衛星延伸出去的科技運用，有太空狀況覺知、太空管制系統、太空交通管制等，從全球治理觀點來看，各國追求太空領域的國家利益，既競爭且合作，以求永續發展太空和使用資源。多爾曼 (Everett C. Dolman) 的地緣太空政治和戰略觀點，認為作為太空超大國的中美，需在太空競賽和安全作出一定的管理。¹⁰ 尤其當各國競相發射火箭、衛星，造成的太空碎片或是實驗性衛星等，都有可能產生擦撞或衝突，因此事前登錄和預防，以及事後的責任歸屬等都日益重要。2018 年 NASA 指出，位在地球軌道上有 18,835 個物體，當中有 95% 為太空垃圾。¹¹

8. 廖立文，〈試論台灣在新國際太空賽局與全球太空複合治理體系中的定位與挑戰〉，頁 150-151。

9. 鍾銘泰，〈國際低軌衛星發展與太空新秩序概覽〉，《台灣經濟研究月刊》，第 45 卷第 4 期，2022 年 4 月，頁 113。

10. Everett C. Dolman, "Geostrategy in the Space Age: An Astropolitical Analysis," in Colin S. Gray & Geoffrey Sloan, eds., *Geopolitics, Geography and Strategy* (London: Frank Cass, 1999), pp. 83-106; Everett C. Dolman, *Astropolitik: Classical Geopolitics in the Space Age* (London: Frank Cass, 2002), pp. 1-224.

11. 篠原秀俊，〈宇宙利用の課題〉，日本防衛省航空研究中心主編，《第 1 部 宇宙》（東京：日本防衛省航空研究中心，2020 年），頁 26。

圖 1 為人類每年發射到太空的物體數量，2010 年後可以觀察出發射數量急遽增加，2022 年中國躍居全球第二、僅次於美國，但 2023 年中國發射火箭次數已經超越美國。¹²

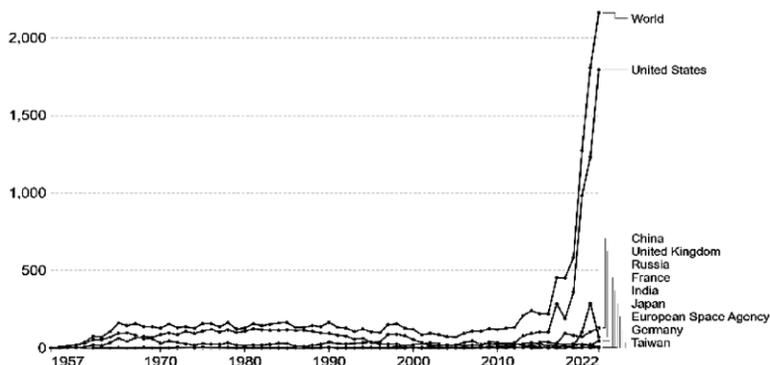


圖 1 人類每年發射到太空的物體數量（1957 年至 2022 年）

資料來源：United Nations Office for Outer Space Affairs, “Annual Number of Objects Launched into Space (2023)”。

從表 1 也可看出各國持有衛星狀況（截至 2019 年 12 月），擁有衛星數最多的是美國的 1,007 個，幾乎為全球一半數量；位居第二的是中國，擁有 323 個，占 15%。¹³ 致力減少太空垃圾的國際組織有「國際間太空垃圾協調委員會」（Inter-Agency Space Debris Coordination

¹²United Nations Office for Outer Space Affairs, “Annual Number of Objects Launched into Space (2023),” July 17, 2023, Accessed, *Our World in Data*, <<https://ourworldindata.org/grapher/yearly-number-of-objects-launched-into-outer-space>>.

¹³United Nations Office for Outer Space Affairs, “Annual Number of Objects Launched into Space,” July 17, 2023, Accessed, *Our World in Data*, <<https://ourworldindata.org/grapher/yearly-number-of-objects-launched-into-outer-space?tab=table&facet=entity>>.

Committee, IADC)、「聯合國和平利用太空委員會」(Committee On the Peaceful Uses of Outer Space, COPUOS)、太空交通管制 (Space Traffic Management, STM) 等。目前國際社會對於追蹤太空碎片的相關系統為太空狀況覺知，其係所有太空安全和太空交通管理活動的基礎，同時也是建構太空監視網絡 (Space Surveillance Network, SSN) 之系統。

表 1 各國持有衛星狀況 (2019 年 12 月)

國家	衛星數	比率
美國	1,007	45%
中國	323	15%
俄羅斯	164	7%
日本	79	4%
其他	645	29%
合計	2,218	100%

資料來源：United Nations Office for Outer Space Affairs, “Annual Number of Objects Launched into Space”。

2020 年 9 月美國公共政策智庫戰略暨國際研究中心 (Center for Strategic and International Studies, CSIS) 發布《太空關鍵治理議題》(Key Governance Issues in Space) 報告，以 (一) 太空的持續性與太空碎片問題；(二) 太空會合與近旁操作；(三) 太空保險為主要探討課題，希冀推動太空治理避免衝突產生，以及形成往後國際可遵守的太空秩序。¹⁴ 新谷美保子和小林佳奈子認為，當人類建構衛星星座群時代來臨之際，管理衛星運作的電磁波通訊上必須有國際頻率規範

14. 小塚莊一郎、笹岡愛美編，《世界の宇宙ビジネス法》(東京：商事法務，2021 年)，頁 170-174。

等，在亞太則有「亞太電信組織」(Asia-Pacific Telecommunity, APT) 進行區域性提案。¹⁵

三、軍民兩用衛星的趨勢

1984年美國通過《商業太空發射法》(*Commercial Space Launch Act*) 允許民間企業發射火箭，以及1990年《發射服務購買法案》(*Launch Services Purchase Act*)、1994年《商業遙感法案》(*Commercial Remote Sensing Policy*)、1998年《商業太空法》(*Commercial Space Act*) 等，¹⁶ 2008年法國也通過《太空活動法》(*Projet de loi portant sur les activités spatiales*)，規定太空活動的損害賠償責任及民間產業無法負擔之範圍須由國家代償等內容，激發民間太空產業的蓬勃發展，21世紀起人類可謂邁入「新太空」(*New Space*) 時代。¹⁷

人類的太空發展從以往冷戰主要的軍事用途，開始蔓延到各層面，甚至在軍事功能上，太空系統已經形成新型態的作戰方式，無論是軍艦或是戰鬥機，都可以透過衛星遙測或定位等功能，進行遠方攻擊。¹⁸ 取得制太空權可謂取得戰勝先機，但制太空權並非單方面強調太空權或空權的重要性，而是結合陸權和海權的綜合軍事力，達成「由制空權達成的和平維持」(*Pax Airpowerina*)。¹⁹ 諸如精密誘導

15. 鍾銘泰，〈國際低軌衛星發展與太空新秩序概覽〉，頁118；Kaitlyn Johnson, “Key Governance Issues in Space,” September 1, 2020, CSIS, <<https://www.csis.org/analysis/key-governance-issues-space>>。

16. 吳宗信，〈探討國家太空法立法與臺灣太空的未來發展〉，2020年6月12日，《科學月刊》，<<https://www.scimonth.com.tw/archives/4073>>。

17. 鄭子真，《咫尺光年：日本的新太空發展與戰略》，頁149。

18. Norman Friedman 著，余忠勇、吳福生、黃俊彥、楊永生、廖埔生譯，《海權與太空》(*Seapower and Space: From the Dawn of the Missile Age to Net-Centric Warfare*) (臺北：國防部史政編譯局，2001年)，頁1。

19. 林吉永，〈エア・パワーの将来と日本—歴史的視点から〉，2005年，

武器 (Precision Guided Munitions, PGM)、無人偵察機、無人航空載具 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV)、飛彈防禦系統 (Ballistic Missile Defenses, BMD) 等，都須透過太空系統的定位、導航等功能發揮，從以往僅是「點」的設定，升級成以方程式計算出誤差值內的精準打擊。除了可達成精準打擊敵人，也可避免以往傳統陸戰造成的大規模死傷情形。²⁰

然而日常生活並非時時刻刻備戰中，耗資龐大的軍用衛星及平時維修費用等，相當損耗一國防衛經費。就此，從財政考量若是能夠平時將衛星運用於民生，且能獲得相關財源來援助軍用，將為一舉兩得之事。冷戰期間國際間的太空發展，主要是由美蘇領軍的軍備競賽下產生。後冷戰時期隨著意識形態對立瓦解，人類運用太空的性質開始多樣化。弗里德曼 (Norman Friedman) 指出，國家初期的太空發展都是為了軍事目的，發展至今，商業用途已經成為重心，且以通訊和導航為主。²¹ 太空科研可謂一面兩用，作為國家的戰略思維，也可作為發展民生商業。²² 時任日本內閣委員調查室的長谷悠太認為，無論是太空安保的重要性或是國際太空商機爆發，從 JAXA 改組或是對應國際環境變化，日本從法制面的《宇宙基本法》和宇宙二法等通過，

《防衛研究所》，<https://www.nids.mod.go.jp/event/proceedings/forum/pdf/2005/forum_j2005_02.pdf>。

20. 林吉永，〈エア・パワー—その信仰と落とし穴〉，石津朋之編，〈21世紀のエア・パワー—日本の安全保障を考える〉（東京：芙蓉書房，2006年），頁48。

21. Norman Friedman 著，余忠勇、吳福生、黃俊彥、楊永生、廖埔生譯，〈海權與太空〉 (*Seapower and Space: From the Dawn of the Missile Age to Net-Centric Warfare*)，頁5。

22. 鈴木一人，〈外交・國際關係の視点から見た国家基盤としての宇宙開発利用〉，頁2-4。

都說明朝向衛星軍民兩用的目標發展。²³

參、分析架構

傳統制度主義的始祖來自於韋伯 (Max Weber)，認為須具有：一、對行為的約束 (a regularity of behaviour)；二、有一套規則 (a set of maxims) 以指導行為的規則性；三、產生某程度的機械式 (mechanism) 作用，使規則得以被遵守。²⁴ 制度 (institution) 是具普遍性、持續性的行為規範，而且是「一種制度化的規範」，規範是眾人可接受且用來約束行為者。²⁵

相較之下，新制度主義興起於 80 年代，有別於戰後初期盛行微觀的個人主義研究行為學派，屬於「中層理論」(meso-theory) 架構，介於個體與總體之間的分析框架。因此新制度主義重視制度內涵，但同時也強調制度對個人行為的影響，用以解釋個人採取的行為和總體社會的特性。依據諾斯 (Douglass North) 所定義的制度，係「社會中遊戲的規範 (rules)，或者更正式地說，是人類所發展出的規矩 (constraints)，用來影響人際互動」。克勞佛 (Sue E. S. Crawford) 和

23. 長谷悠太，〈民間事業者の宇宙活動の進展に向けて一宇宙関連 2 法案〉，《立法と調査》，第 381 號，2016 年 10 月，頁 82-83。

24. Jan-Erik Lane & Svante Ersson 著，何景榮譯，《新制度主義政治學》(*The New Institutional Politics: Performance and Outcomes*) (臺北：韋伯文化，2002 年)，頁 49；Claus Wendt, “Introduction to Lepsius’ Concept of Institutional Theory,” in Rainer Lepsius, ed., *Max Weber and Institutional Theory* (Cham: Springer, 2017), pp. 1-21。

25. 林繼文，〈創設、選擇與演化：制度形成的三個理論模式〉，《政治學報》，第 32 期，2001 年 12 月，頁 62；John Ferejohn 著，谷澤正嗣、清水和巳譯，〈政治理論における期待、制度、合理性〉(*Expectations, Institutions and Rationality in Political Theory*)，河野勝編，《期待、制度、グローバル社会》(東京：勁草書房，2009 年)，頁 41。

歐斯壯 (Elinor Ostrom) 更明確定義制度，「能夠塑造人類規律性行為的規章、規範和共用的策略。這些規章、規範和共用的策略，在時常出現或重複的狀況下形成以及再塑」。²⁶

其次，制度如何被建構，從單一制度再聚集成總制度（制度體，institutional body）構成完整體系，而各子制度具有不同功能運作。換言之，制度的結合或整體的構成，導因於無法預測的環境變遷。²⁷ 新制度主義維持自由的重要性，但必須去除自由主義的無效率缺點，提倡制度成爲提高市場效率的「看得見的手」。反之，制度會形成行爲者追求利益的路徑（尋租路徑，rent-seeking），制度在創造之初有可能由掌權者制定，因此制度形成後會成爲「偏好的聚合」（the congealing of tastes）。²⁸ 康德認爲「公眾性」（the publicity principle）成爲評估制度的標準，才能受到眾人支持且得以持續運作。²⁹

新制度主義同時重視制度與行爲者的重要性，但制度結構會形塑個人行爲和限約，並作爲可預測行爲者的制度結果，尋租途徑爲降低交易成本下的最佳抉擇。同樣地，行爲者也會採取行爲對制度回饋，當制度面臨環境變化或制度結果不如預期，則有可能產生制度變遷。本文採取新制度主義的理性抉擇學派，將國家視爲一行爲者 (actor)，探討戰後日本衛星發展首先受到和平憲法的制度限約，即使冷戰期間美國強力要求日本加入 SDI 構想，日本也僅表明作爲「一般化理論」的運用。在北韓朝日本第一次發射飛彈後，日本才驚覺建構防衛與事

26. 郭承天，〈新制度論與政治經濟學〉，何思因、吳玉山主編，《邁入廿一世紀的政治學》（臺北：中國政治學會，2000年），頁172-174。

27. Jan-Erik Lane & Svante Ersson 著，何景榮譯，《新制度主義政治學》(*The New Institutional Politics: Performance and Outcomes*)，頁5-7。

28. 陳敦源、吳秀光，〈理性選擇、民主制度與「操控遊說」：William H. Riker 新政治經濟學的回顧與評述〉，《政治科學論叢》，第26期，2005年12月，頁195。

29. Jan-Erik Lane & Svante Ersson 著，何景榮譯，《新制度主義政治學》(*The New Institutional Politics: Performance and Outcomes*)，頁41。

前警戒系統之監測衛星的重要性，陸續通過《JAXA 法》和《宇宙基本法》，明確太空與安保的結合。日本太空和衛星發展的制度，在受到環境因素衝擊下，出現新創制度。

而行爲者價值改變會造成制度變遷，³⁰ 又或者當制度被另一制度取代，鑲嵌於其中的行爲者行爲也會改變，³¹ 新制度會改變人的行爲。³² 韋伯認爲個人「行動的意義」受到「理念上的利益」(ideal interest) 和「物質上的利益」(material interest) 影響，而且理念基於利益而來(interest-based)，促成個人達成目標和使用合法性手段。³³ 日本國家的太空行爲，在整體國際環境、防衛理念、國家利益組合下出現變化，新太空時代的來臨，意味著國際社會的太空發展結構正在轉變中；再者，民主國家主要是朝向太空民生運用的發展，而共產國家仍然是以太空軍工爲主，次而擴展至民生運用。對應在國家的衛星發展和永續經營，制度性質、行爲者、制度與行爲者的互動，成爲觀察日本衛星發展的要點。³⁴ 本文無意著墨過多探討新制度主義內涵，而是借用其強調的制度、行爲者、制度與行爲者的互動過程等概念，探討日本衛星階段性發展和軍民兩用趨勢。

日本的衛星運用除了受到制度變遷的影響，主要行爲者的 JAXA

30. 林繼文，〈創設、選擇與演化：制度形成的三個理論模式〉，頁 67。

31. Jan-Erik Lane & Svante Ersson 著，何景榮譯，《新制度主義政治學》(*The New Institutional Politics: Performance and Outcomes*)，頁 5。

32. John Ferejohn 著，谷澤正嗣、清水和巳譯，〈政治理論における期待、制度、合理性〉(*Expectations, Institutions and Rationality in Political Theory*)，頁 41。

33. Rainer Lepsius, "Interest and Ideas. Max Weber Allocation Problem," in Rainer Lepsius, ed., *Max Weber and Institutional Theory* (Cham: Springer, 2017), pp. 23-34.

34. 劉先倫，〈中國大陸太空發展之挑戰與契機：新自由制度主義的觀點〉，《國防雜誌》，第 27 卷第 2 期，2012 年 3 月，頁 98。

也在制度安排下跳脫傳統研發角色，轉而更積極與防衛省合作，進而在制度與行為者互動過程，呈現衛星軍民兩用趨勢。甚者，美國政府的「阿提米絲計畫」（月神協定，Artemis Accords）和商用月球輸送服務 (Commercial Lunar Payload Services, CLPS) 密切與日本合作，雙方積極在軍事防衛以外的面向上協力，賦予衛星運用更多不同任務。此點可視為日本追求國家利益之際，在共同價值觀或理念下之慣有尋租路徑，透過制度形成的一種「偏好的聚合」。

2008 年日本通過《宇宙基本法》作為發展太空的母法，2016 年宇宙二法、2021 年《宇宙資源法》更是聚焦於衛星運用的重要法案。以下就新世紀日本衛星發展之重要法源：宇宙二法、《宇宙資源法》；日本衛星發展與官民合作的關鍵：JAXA；日本軍民兩用衛星的相互依存進行文章安排，從而說明日本作為追趕型太空發展國家的背景及對應到現實中地緣政治的運用等。圖 2 為本文的分析架構。

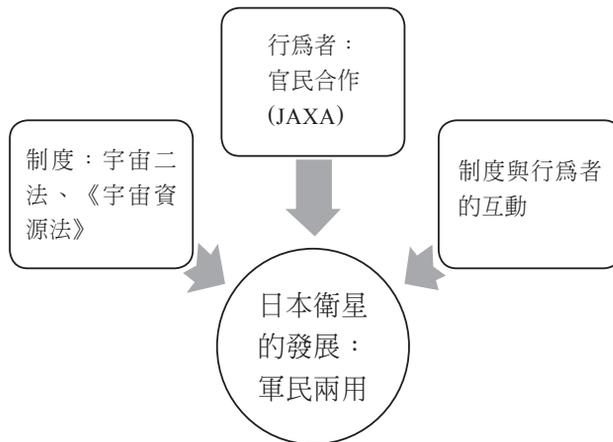


圖 2 本文分析架構

資料來源：作者自行繪製。

肆、新世紀日本衛星發展之重要制度：宇宙二法、《宇宙資源法》

作為日本發展太空的母法，《宇宙基本法》除了規範太空與安保相關事項之外，也涉及太空商業的開發。2010年日本發射首顆準天頂衛星「引路號」（みちびき），進行衛星定位試驗，此系統與美國發射的30顆衛星系統之GPS相搭配。³⁵另一方面，JAXA雖進行火箭升空或是發射衛星，但僅由國家主導太空運用，仍不敷未來發展及太空科技的民生應用。傳統太空發展的成本龐大且市場性低，屬於典型的「市場失敗」（market failure theory）。³⁶戰後日本衛星運用起自於科研和商業需求，但1998年北韓發射飛彈後，日本開始轉向強調衛星的監視功能。就此，為推廣民間運用和擴大商機，2016年日本通過宇宙二法，分別是《衛星遙測法》和《宇宙活動法》（人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律；人造衛星升空及管理之相關法律，簡稱宇宙活動法）。新太空時代的太空產業，在民間參與和資金挹注之下，發射火箭或衛星的成本大幅下降，不再是以往少數企業所提供壟斷性的寡占價格。³⁷

首先，《衛星遙測法》通過的前提是因為民間衛星遙測技術大幅進步，能夠進行高解析、高頻率的圖像，日本政府的目的是在於，推

35. 目前全世界慣用的GPS系統源自美軍而來，早期是為了提高飛彈的命中率而發展，往後演變成全球性公共財的一種，進而被運用在民生上。GPS系統可用來導航、製作精密地圖、美國空軍PNT定位導航衛星、提高飛彈的命中率等，免費提供給全世界民生使用。GPS也被運用在物聯網管理、股票交易等服務，與核能、生化、AI等先端科技產業相比，事實上GPS更常被運用在民生用途。

36. 鈴木一人，〈外交・国際関係の視点から見た国家基盤としての宇宙開発利用〉，頁1。

37. 〈Space X也從NASA挖人 美國商業航天為何越「挖」越繁榮？〉，《鉅亨》，2018年10月3日，〈<https://news.cnyes.com/news/id/4211896>〉。

廣民間活用衛星遙測資料進行新創產業。由於現今人類生活與衛星的定位、導航、授時 (positing, navigation, and timing, PNT) 等功能密不可分，截至 2017 年為止，已有 54 億隻智慧手機具備有該功能。³⁸ 近來尤以發展衛星星座為主要目標，基於衛星升空成本降低、立方衛星或小型衛星體積小、通訊功能日益重要等條件下，從 Space X 的星鏈 (starlink) 計畫，到 Amazon 的 Project Kuiper、英國的 OneWeb 等，都意在未來的雲端服務、物聯網、無人機等搶下山頭。

《衛星遙測法》為降低民間產業在發射衛星或管理時的風險、確保衛星升空時降低公共安全的威脅、發生損害時被害者的保護或賠償等。依據該法第 4 條，成立衛星遙測設施的許可制度及遙測衛星記錄者必須提供相關紀錄等，甚至在首相判斷下，若是認為衛星取得的數據有危國家安保之際，可制定相關範圍和時間，禁止業者發布或提供相關紀錄。³⁹ 因為民間業者為追求商機或達成交易，可能在有意或無意之中販賣牽涉到國家安全或是軍事部署等數據或圖片。因此即使民間業者的衛星遙測能力或解析程度可構成商機，鑑於國安等考量下，也不得任意出售。

而《宇宙活動法》的目的在於，開放民間企業可以發射火箭和使用衛星的許可制度，重點有三：一、衛星升空的許可制度。確保升空路徑周遭的安全、明確施行外太空條約之事前審查；火箭的形式設計、升空設施基準的合適性等事前認定制之導入；二、管理衛星的許可制度。明確實施外太空條約、防止宇宙間的有害污染、確保返回地球；著陸點周邊安全之事前審查；三、第三方損害賠償制度。伴隨衛星的升空或管理，產生於地面的第三方損害視為無過失責任，責任歸

³⁸ 福島康仁，《宇宙と安全保障—軍事利用の潮流とガバナンスの模索》（東京：千倉書房，2020 年），頁 4。

³⁹ 日本国立国会図書館調査及び立法考査局，《宇宙政策の動向》（東京：日本国立国会図書館，2017 年），頁 39-40。

屬於升空實施者；升空實施者為賠償第三方損害，具有保險之義務；上述損害賠償擔保措施，在無法涵蓋的損害範圍，導入由政府締結補償契約的制度。⁴⁰ 比較《宇宙活動法》和《衛星遙測法》的差異，前者在於扶植國內新太空產業者的活動能夠符合聯合國等國際社會的要求，並且從公共安全上確保發射過程不傷及民眾；後者則是從國家安保角度出發，明文規定衛星遙測數據紀錄不得危害國家和同盟國的安全。⁴¹

制度的不明確化會導致行為者降低採取行動的誘因，外太空活動屬於人類的新興產業，在各國仍在摸索發展國內相關產業和外太空的國際合作，「制度設計、技術研發、資金籌措」成為民間產業決定是否參與太空活動的考量。⁴² 2019年日本進行《宇宙活動法》施行規則修法，新設人工衛星管理之許可申請書；2019年6月日本總務省《開拓太空的特遣報告書》（宙を拓くタスクフォース報告書）提及，全球太空商機大爆發當下，日本的太空產業並未有所進展。為推動日本太空產業發展，重點有建構衛星運用基礎、活用衛星服務、外太空勘查、人類太空活動、太空運輸系統、外太空環境等。⁴³ 2020年6月日本公布第四期「宇宙基本計畫」，希冀能夠成立更多的火箭發射中心

40. 日本內閣府，〈宇宙2法の施行（宇宙活動法）〉，2023年1月30日（檢索），《內閣府》，〈<https://www8.cao.go.jp/space/committee/dai65/siryoul-3-1.pdf>〉。

41. 青木節子，〈衛星リモセン法：国内宇宙法、外国法制との比較の視点から〉，《日本リモートセンシング学会誌》，第41卷第2期，2021年5月，頁321-322。

42. 青木節子，〈宇宙活動法案與初創經濟：日本意欲擴大太空商業活動〉，《nippon.com》，2017年6月20日，〈<https://www.nippon.com/hk/currents/d00294/?pnum=2>〉。

43. 宙を拓くタスクフォース事務局，〈「宙を拓くタスクフォース」報告書概要〉，2019年6月7日，《総務省》，〈https://www.soumu.go.jp/main_content/000624306.pdf〉。

以推廣民間太空商機；2020年9月以超黨派型態成立「宇宙基本法補充議員協議會」（宇宙基本法フォローアップ議員協議会），推動承認民間業者可擁有開發太空資源的所有權，並於2021年6月通過《宇宙資源法》。⁴⁴

第一個規範民間進行太空資源開發的國家是美國，其於2015年通過《商業航太發射競爭力法》（*Commercial Space Launch Competitiveness Act*）；盧森堡則是於2017年通過規範民間太空資源開發或勘查的相關法律；2019年阿拉伯聯合大公國也公布外太空勘查等相關的《太空活動法》。2016年日本「宇宙政策委員會宇宙產業振興小委員會」依據「宇宙基本計畫」進度表規劃出「太空產業願景2030」（宇宙産業ビジョン2030），鑑於各國積極發展太空資源開發，日本也必須迎頭趕上，完善整體環境、整備法律制度、相關措施等。爾後日益活絡的全球太空商機及美國提倡的月球計畫，促進日本著手規劃開發太空資源的相關權益與內容，最終於2021年通過《宇宙資源法》。

2021年日本為推動太空資源的開發和利用，在國會「議員立法」提案下於6月通過《宇宙資源法》。⁴⁵ 透過《宇宙資源法》制度效果，日本希冀能夠從2016年88,528億日圓的太空產業規模，到2050年成長為592,991億日圓，若要在35年內成長到6.7倍規模，勢必需要民間企業的創新、合作等。⁴⁶ 該法重點在於允許國內民間產業可著手探勘、開發外太空的相關資源，若是有新發現，則該成果或探勘所

44 小塚莊一郎、笹岡愛美編著，《世界の宇宙ビジネス法》，頁251、258。

45 日本眾議院，〈宇宙資源の探査及び開発に関する事業活動の促進に関する法律〉，令和三年法律第八十三号，2021年12月23日，《e-GOV》，〈https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=503AC0000000083_20211223_0000000000000000〉。

46 宙を拓くタスクフォース事務局，〈「宙を拓くタスクフォース」報告書概要〉。

得之礦石等，屬於該企業擁有。以此法律的制度誘因，日本政府試圖推動或吸引民間產業的參與。⁴⁷

表 2 日本衛星發展之《衛星遙測法》、《宇宙活動法》、《宇宙資源法》

	《衛星遙測法》	《宇宙活動法》	《宇宙資源法》
時間	2016 年	2016 年	2021 年
背景	民間衛星遙測技術大幅進步	日本衛星升空數量激增	各國積極發展太空資源開發，擴大太空產業規模
目的	太空新創商機	開放民間企業可以發射火箭和使用衛星的許可制度	民間業者可擁有開發太空資源的所有權
內容	成立衛星遙測設施的許可制度，以及遙測衛星記錄者必須提供相關紀錄等	衛星升空的許可制度、管理衛星的許可制度、第三方損害賠償制度	允許國內民間產業可著手探勘、開發外太空的相關資源

資料來源：作者自行製作。

面對日益增加的衛星升空情況，為避免衛星或火箭升空過程產生掉落、損害等情形影響到他國權益，政府也必須要求民間業者肩負起國際責任和遵守國際法。同時為降低民間業者的火箭或衛星升空產生的風險和巨大賠償，而導致減少外太空活動的誘因，政府設立第三方賠償的強制責任險。其次，民間業者也具有承擔公共安全和保護環境的標準，這些都是日本通過宇宙二法的主因。但是太空法制的性質複雜且多元，包含有國際法、國內法、商業法、專利法等，而國際社會或聯合國規定全人類可共享使用太空資源的前提下，禁止國家於宇宙或地球上主張主權，卻允許企業開發的所有權；不允許任一國家主張

47. 稻波紀明，《よくわかる宇宙ビジネス》（東京：新海社，2022 年），頁 126。

在其他星球的主權，卻允許企業進行開採星球資源，這其中充滿許多矛盾與現行制度尚未提出的解決之道。⁴⁸

李正瑄認為日本未來太空產業發展的重點有：成立更多火箭發射中心、建立小型衛星群、太空太陽能發電、太空運輸系統、亞洲太空商業中心等。⁴⁹ 因應新太空時代日本企業發展衛星的可能性，宇宙二法及《宇宙資源法》成爲國家接應企業提升至太空場域的商機，和突破國家不允許壟斷外太空資源的原則。規範日本企業參與太空的國內法相繼出現，意味著太空治理的重要性日益急迫。從太空治理觀點來看，無論主權國家於外太空活動，或是企業參與的相關行爲等，均代表國際社會爲維持一定的太空秩序，必須有一套基準得以遵循。

伍、日本衛星發展與官民合作的關鍵：JAXA

2003年日本施行《JAXA法》，重點之一是JAXA獨立行政法人化，希冀該機關的太空科技活用和靈活對應、與其他單位進行合作等。⁵⁰ 2006年執政的自民黨提出太空三支箭方針，分別爲：一、太空安保，《宇宙基本法》和「宇宙基本計畫」以安保爲出發點制定；二、太空產業，需要龐大資金挹注與創新性，亦需要更多民間產業和跨領域的人才參與；三、太空研發，重點在於創新。

JAXA作爲日本國家重要的太空發展中心，其重要任務有太空狀況覺知、衛星技術改革、國家太空發展願景等。第一，太空狀況覺知方面，JAXA承載美日太空合作在太空狀況覺知的任務分擔，最基本

48. 青木節子，〈宇宙活動法案與初創經濟：日本意欲擴大太空商業活動〉。

49. 李正瑄，〈各國太空產業商業化趨勢分析〉，《台灣經濟研究月刊》，第45卷第11期，2022年11月，頁41。

50. 日本眾議院，〈国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法〉，平成十四年法律第百六十一号，2022年6月17日，《e-GOV》，〈<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=414AC0000000161>〉。

的工作則是在天氣預報、災害監視、定位系統等各種面向上運用衛星功能；第二，衛星技術改革方面，2025年日本預計升空的技術試驗衛星9號機(ETS-9)可進行情報高度處理，是JAXA著手創新的衛星技術改革，屬於高通量衛星(High Throughput Satellite, HTS)系列的衛星；⁵¹第三，國家太空發展願景方面，對於日本太空未來發展的課題，JAXA聚焦於民生利用、安全保障、科技和產業基礎等。太空科技的創新和研發需要經費和資金的挹注，觀察圖3，2014年起JAXA的預算並無太大變化，約為1,500億日圓左右。然而自2020年起在追加預算上，開始增加573億日圓、686億日圓(2021年)、639億日圓(2022年)，說明日本調高JAXA的經費和重視其功能的發揮。

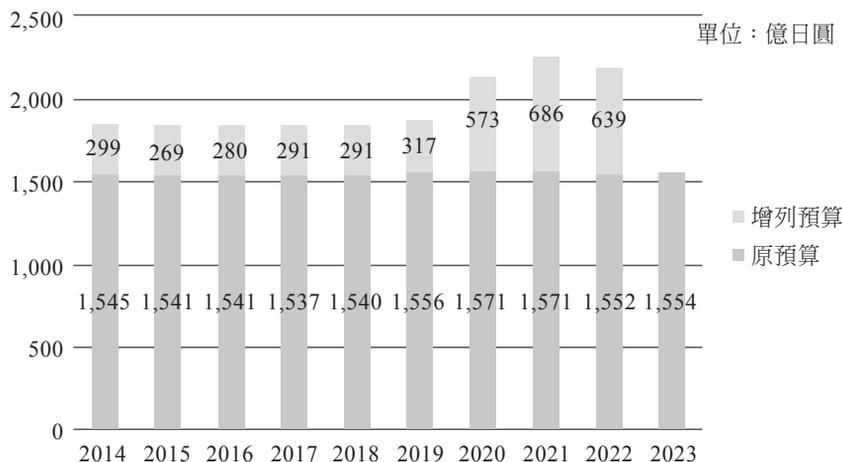


圖3 JAXA年度預算(2014-2023年)

資料來源：宇宙航空研究開發機構，〈預算関連(予算推移、プロジェクト関連)〉，2023年4月1日，《JAXA》，<https://www.jaxa.jp/about/transition/index_j.html>。

51. 宇宙航空研究開發機構，〈技術試驗衛星9号機〉，2023年7月15日(檢索)，《JAXA》，<<https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/project/ets-9/index.html>>。

日本內閣層級的「宇宙開發戰略本部」是領導太空發展和戰略的司令部，JAXA 作為掌管太空科技發展的核心，從太空體制的結構和組織面來看，主管機關為內閣、文部科學省、總務省、經濟產業省，意味著太空發展已經提高到政府最高層級進行推動。其次，其他省廳也可進行太空相關政策的計畫或提案，說明日本除了是垂直式整合太空的開發和運用之外，亦水平式地跨省廳、跨領域全方面提倡太空利用。文部科學省因為管轄國家的科技發展，具有掌管太空專業知識和專利許可等權限；總務省作為整備國家太空發展的基礎建設、公共財貨運用等；而經濟產業省則成為日本欲推動太空商機和謀求國際合作之重要機關。尤以未來經濟產業省對應國際太空商機的爆發、物聯網、無人機、衛星通訊等，必須有更明確的法規和制度以規範民間企業的相關活動，成為推動制度變化的動機之一，也構成官民合作的重要推手。日本政府的太空相關行為者請見圖 4。

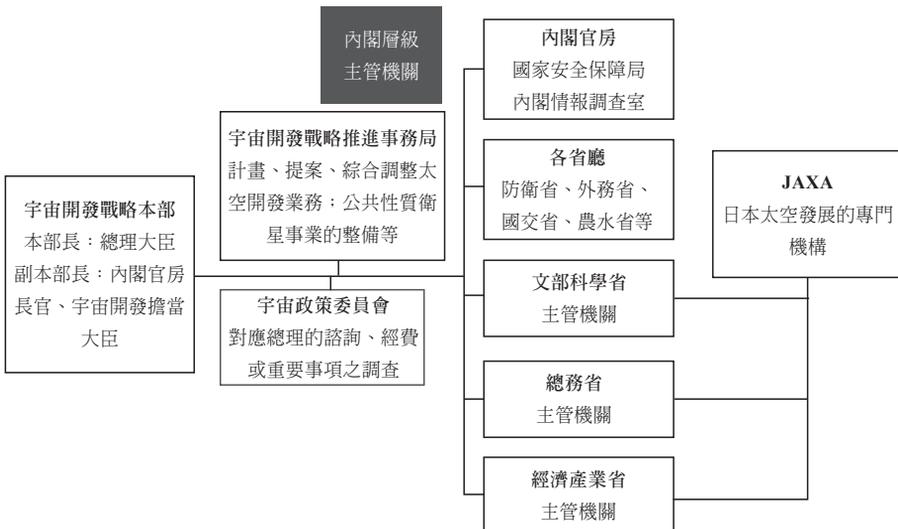


圖 4 日本政府的太空相關行為者

資料來源：日本国国会図書館調査及び立法考査局，《宇宙政策の動向》，頁 35。

2003年《JAXA法》施行、2006年自民黨提出太空三支箭方針、日本內閣層級的「宇宙開發戰略本部」，從制度面到主要行為者的積極活動，JAXA成立的宗旨，係將日本的太空發展與安保結合在一起，宇宙二法、《宇宙資源法》通過後使JAXA的行為產生變化，有自主性火箭升空、衛星技術改革、太空資源開發等，茲說明如下。

一、自主性火箭升空

1984年日本的《宇宙開發政策大綱》修法，意在讓NSADA（JAXA的前身）生產的H-II火箭可自主升空，1994年至1999年使用了液態燃料發動機和固態燃料推助器，成功於種子島太空中心升空七次，試圖追求自主化太空發展。⁵²然而因為日本發射火箭成本（約190億日圓）高於歐美許多，H-IIA火箭試圖降低發射成本，後繼的H3火箭為目前JAXA與三菱重工之官民合作。火箭的升空牽涉到國家是否能夠自我發射衛星、飛彈和太空梭等，尤其是火箭發射費用昂貴，對國家軍事而言，若是能夠自行發射，可以進行飛彈或防禦系統的整備，而不需要倚靠他國；對一國商機而言，則是可替其他太空基礎建設能力上不及的國家或產業進行發射，賺取相關的發射生意，如Space X等。或是對於太空外交，也可替太空能力不足之國家發射衛星，以提供該國的通訊等能力，達成兩國良好互動。

《JAXA法》第18條第3項規定，該機構可進行衛星開發及相關必要之設施和設備；第4項規定可進行衛星升空、追蹤、運用等必要方法、設施及設備開發等。進而同條第6項規定上述相關業務內

⁵²全球主要國家發射火箭場所，美國有兩處：甘迺迪太空中心、范登堡空軍基地；日本有兩處：種子島太空中心（液態燃料火箭）、內之浦宇宙空間觀測所（固態燃料火箭）；中國有四處：酒泉、西昌、太原、文昌；俄羅斯有三處：普列謝茨克（Plesetsk）太空發射場、拜科努爾（Baikonur）太空發射場（位於哈薩克）、東方（Vostochny）太空發射場。

容，可對應民間之需求和建議，意味著 JAXA 不僅代表國家太空發展，也主導與民間太空產業發展的方針。⁵³

火箭升空的行政流程，2003 年日本依據《JAXA 法》第 18 條第 1 項第 4 號和第 2 項的升空基準，制定《人工衛星升空基準》（人工衛星等打上げ基準）。《人工衛星升空基準》規定發射衛星的安全計畫（第 4 條）、升空計畫（第 5 條）等。⁵⁴除此之外，日本《航空法》第 99 條之 2 規定，判斷實施火箭升空必須事前通報給國土交通大臣；《海上保安廳法》第 5 條第 22 號和第 23 號，規定火箭升空必須事先通知海上保安廳。2016 年宇宙二法通過後，進一步明確衛星發射的許可制度、管理，以及紀錄，若就 2010 年至 2022 年起日本運用衛星廣播契約數的 2.6% 及行動電話運用的 4.8% 成長幅度，可謂民間產業積極活用衛星帶來的傳播和通訊功能，請見圖 5。⁵⁵

53 日本眾議院，〈国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法〉。

54 宇宙航空研究開発機構，〈人工衛星等打上げ基準〉，規程第 15-37 号，2003 年 10 月 1 日，《JAXA》，〈https://www.jaxa.jp/about/disclosure/data/k_37.pdf〉。

55 日本經濟產業省，〈宇宙開発を巡る産業の動向について〉，2022 年 7 月 22 日，《經濟產業省》，〈https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikaisetsu/hitokoto_kako/20220722hitokoto.html〉。

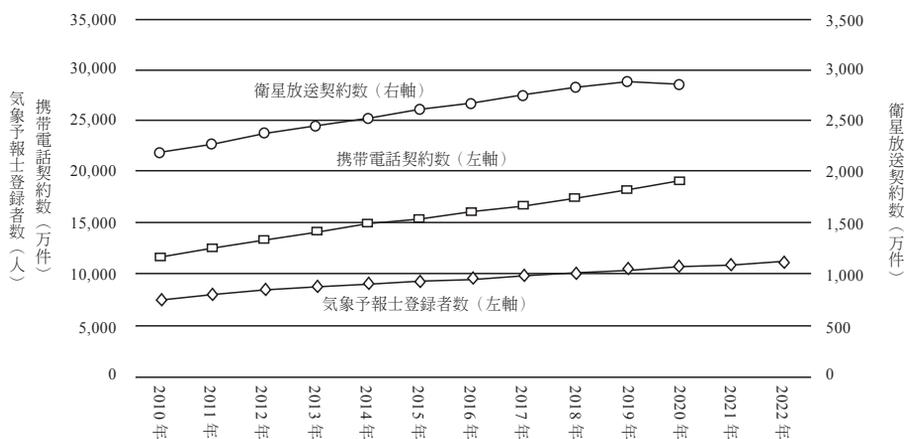


圖 5 日本衛星廣播、行動電話、氣象預報士的推算 (2010-2022 年)

資料來源：日本經濟產業省，〈宇宙開發を巡る産業の動向について〉。

2023 年 2 月日本預計升空卻中止的 H3 火箭發射，係三菱重工製造、發射費用約為 5,000 萬美元、使用液態燃料，其原本搭載發射準天頂系統「引路號」4-5 號衛星及地球觀測衛星「大地號」3 號機，卻在升空過程中毀損。發射失敗理由在於，第一節火箭 LE 9 未達速度、第二節引擎未引火。此點代表日本發展發射火箭的戰略面臨轉折，一是降低發射火箭成本目標未達成，無法發展相關商機；二是準天頂系統的不完善，此衛星定位系統牽涉到的軍用和民生商機也連帶推遲。2024 年 2 月 17 日 JAXA 進行第二次 H3 火箭發射成功，意味著日本太空進入新里程，不論在自我太空科技的進步或是國際太空商機的萌芽，都可謂取得先機。⁵⁶

⁵⁶ 鄭子真，〈自由廣場〉日本發射 H3 火箭成功的意涵與啟發》，《自由時報》，2024 年 2 月 19 日，<<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1631360>>。

二、衛星技術改革

火箭亦稱為發射載具，當火箭上面搭載衛星就視為發射衛星，若是搭載飛彈則稱為彈道飛彈 (ballistic missile)。戰後日本的火箭和衛星發展，受限於和平憲法及美國的「衛星調度」關係，多數進行科研、氣象觀測、放送或廣播等用途。JAXA 作為主導國家的太空發展機關，持續進行衛星技術的改革，即使日本公布《宇宙基本法》後，仍持續促進衛星遙測技術運用在與防衛省合作的早期警戒功能。2016 年 11 月 15 日日本通過《衛星遙測法》，意味著國家不再主導衛星的發展，轉而開放成為民間主導的趨勢，藉以刺激民間產業發展相關商機。⁵⁷ 然而若是民間可取得高解析畫像的數據或資料，無論在知情或不知情狀況下，將其販賣給不懷好意之企業或國家，將可能引發國家安全隱憂。

三、太空資源開發

1969 年美國太空人第一次登陸成功，係受到蘇聯的「史普尼克 1 號」(Sputnik-Odin) 衛星升空的刺激，為人類首度發射衛星成功。現在美國也受到 2018 年中國於月球內側通訊成功的影響，欲推動第二次登月計畫。除了追求國際霸權領先之外，美國也認為其他星球上還蘊藏了許多人類已知或未知的太空資源，若不能在宇宙領域領先於其他國家，則可能出現國際關係勢力均衡狀況受到破壞，因此太空資源開發已經形成各國競逐的場域。

日本作為美國太空聯盟的夥伴之一，在星球探勘上，「遊隼號」(はやぶさ) 為日本開發出世界第一個小行星探勘機，2003 年 5 月由 ISAS 升空，是東芝太空系統公司 (Toshiba Space System Co.) 製

57. 日本內閣府，〈宇宙政策委員会 第 40 回会合 議事次第〉，2015 年 6 月 24 日，《內閣府》，<<https://www8.cao.go.jp/space/committee/dai40/gijisidai.html>>。

造，其目的在於如同「遊隼」般快速採集小行星上的樣本，2010年宣告任務結束退役。2015年「宇宙基本計畫」中提及對國際社會的貢獻，透過 GCOM-C/SLATS、GOSAT-2、EarthCARE/CPR、先進光學衛星、JDRS、ALOS-3、ALOS-4、技術試驗 9 號機等衛星，進行對地形觀測、氣象預報、地球觀察等。諸如 ALOS-3 先進光學衛星的功能，在於可廣泛進行高解析度觀測，對防災等安保具有貢獻，同時也搭載防衛裝備廳的紅外線感應器。ALOS-4 先進雷達衛星則是在觀測範圍和頻率上都有所進展，從以往一年四次增加到兩周一次的頻率。對人類貢獻方面，2019 年有「遊隼 2 號」（はやぶさ 2）進行小行星採樣，以及 ERG、BepiColombo、小型無人探測器（Smart Lander for Investigating Moon, SLIM；小型月着陸実証機）、XRISM、MMX、DESTINY+ 等進行月球或火星等任務。⁵⁸

2023 年 4 月 17 日，JAXA 理事長山川宏和 NASA 副署長梅爾羅伊 (Pamela Anne Melroy) 簽訂火星衛星探勘計畫的合作備忘錄，NASA 提供中子 GAMA 線分光計（中性子ガンマ線分光計，MEGANE）、氣壓採樣技術實證機器（Pneumatic Sampling, P-Sampler；ニューマチックサンプリング技術実証機器）等，雙方共同進行火星探勘任務。⁵⁹ 2024 年 1 月 20 日 JAXA 發表於月球表面 SLIM 成功軟著陸 (soft-landing)，是世界第五國登月者。人類積極開發太空資源和相關運用技術，反之，也可謂各國欲先占月球資源的爭霸戰已悄然升起。⁶⁰ 依據宇宙二法和《宇宙資源法》規範，應用於行

58 奥村直樹，〈国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の最近の取組み〉，2017 年 4 月 28 日，《総務省》，〈https://www.soumu.go.jp/main_content/000483676.pdf〉。

59 宇宙航空研究開発機構，〈火星衛星探査計画 (MMX) への NASA 協力に関する了解覚書 (MOU) を締結〉，2023 年 4 月 18 日，《JAXA》，〈https://www.jaxa.jp/topics/2023/index_j.html〉。

60 鄭子真，〈自由廣場〉日本登月成功的戰略意涵〉，《自由時報》，

為者的 JAXA 制度效果開始顯現，積極參與美國的阿提米絲計畫，並且聚焦於火星未來移住事宜。JAXA 作為日本太空的主要行為者之一，其相關任務、太空三支箭方針、領導司令部等，在新制度後產生行為變化，諸如朝向自主性火箭發射、衛星技術改革、太空資源開發等。規範行為者的制度產生作用後，與行為者產生的互動，即是日本軍民兩用衛星的趨勢。

陸、日本軍民兩用衛星的相互依存

2008 年起日本明確發展太空的三個支柱：安保、研發、產業，近來越加出現衛星軍民兩用的趨勢。目前日本防衛朝向建構衛星星座的發展，強化與美國攜手合作，同時透過與民間企業各種官民組合，以達成國家的偵察或追蹤能力。依據 2022 年 1 月日本經濟產業省宇宙產業室的資料，全球太空市場規模將從 2017 年的 37 兆日圓，攀升到 2040 年的 100 兆日圓。當中日本太空產業規模僅為 1.2 兆日圓，就全球整體市場而言比重非常小，因此日本政府訂定 2030 年左右倍增至 2.4 兆日圓規模。⁶¹但由於日本戰後發展太空的初衷為科研，且被和平憲法箝制軍用途的發展，因此太空的產業運用和軍事科技表現，明顯落後歐美等國。

從制度與行為者的互動觀察日本衛星發展，可發現初期規範僅限於和平目的的科研性質，到了後冷戰時期北韓試射飛彈的威脅，促使日本被動運用衛星的監視功能。再者，2003 年整合成功的 JAXA 肩負國家火箭升空、衛星技術改良、國際貢獻等諸多任務，讓日本不得不開始新創制度，賦予 JAXA 有安保和太空開發的任務。為此，

2024 年 1 月 21 日，<<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1627158>>。

61. 牧野愛博，〈宇宙めぐる安全保障の強化、ようやく重い腰上げた日本 元自衛官が考える課題と懸念〉，《The Asahi Shimbun Globe+》，2023 年 1 月 25 日，<<https://globe.asahi.com/article/14822501>>。

2008年日本通過《宇宙基本法》，衛星運用除了傳統民用的氣象、地形、放送等，在強化日本周遭安保上，也讓 JAXA 的活動增添防衛性質。

日本的太空追趕型模式屬於積極運用衛星遙測能力和致力科研，近來 JAXA 也與防衛省共同合作。鄰近的南韓 Intellian 企業，提供行動衛星通信天線系統的服務，讓船運公司、電信業者、網絡服務等進行兩個頻段之切換射頻功能。該企業除了取得 OneWeb、SpeedCast 的商機，也與美國海軍有合作關係。⁶²換言之，衛星服務已經跳脫傳統軍事性質，更大範圍地運用在軍民兩用的複合範疇。帶動民間太空產業活絡的原因，尚有小體或立方衛星的發射成本較低、比位於靜止軌道的通訊衛星傳訊快速。當人類運用太空科技已經涉及全球化、民主化、普遍化，⁶³在軍事防衛上確保國家安全，在太空資源運用上保障使用自由，顯示新太空經濟時代儼然到來。⁶⁴

然而制度會受到環境考驗產生變遷或消失，在以《宇宙基本法》為母法的前提下，面對國際太空產業活絡和國際詭譎局勢的變化，日本積極參與太空相關的國際貢獻及強化太空防衛的運用。制度效果產生後，行為者對制度產生反饋 (feedback)，進而增添宇宙二法和《宇宙資源法》作為完善制度的樣貌。在此觀察日本衛星發展動向，整理出科研為主（1970 年至 2000 年）、情報蒐集（2003 年起）、國際參與（2008 年起）、強化防衛（2017 年起）階段性發展及軍民兩用

⁶²蘇明勇，〈IEK360 系列 | 新太空時代下衛星產業發展挑戰與契機〉，《IEK 產業情報網》，2019 年 10 月 31 日，〈https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_more.aspx?sld_preid=5730〉。

⁶³廖立文，〈試論台灣在新國際太空賽局與全球太空複合治理體系中的定位與挑戰〉，頁 154。

⁶⁴日本防衛省自衛隊，〈第 1 部「宇宙」〉，2021 年 3 月 31 日，〈防衛省·自衛隊〉，〈https://www.mod.go.jp/asdf/meguro/center/img/01_space1.pdf〉。

衛星趨勢，不再是以往單純和平目的之衛星運用。

一、科研為主（1970 年至 2000 年）

1969 年日本通過《宇宙開發事業團法》，目的係基於和平目的進行衛星升空和發射火箭等，希冀能夠有計畫且效率性著手太空開發。依此法成立的「宇宙開發事業團」(National Space Development Agency of Japan, NASDA)，由當時「科學技術廳」管轄。1977 年 7 月日本升空氣象衛星「向日葵 1 號」至靜止軌道，進行單純氣象觀測，到了 2005 年升空的「向日葵 6 號」、2006 年「向日葵 7 號」，已經成為「運輸多目的衛星」(Multi-functional Transport Satellite, MTSAT)，同時具備有航太管制系統的功能。⁶⁵ 通訊衛星方面，1964 年 11 月日本放送協會 (NHK) 與美國的「Relay 1 號」進行首次實驗性質的廣播合作，透過日本的國際電信電話株式會社 (KDD) 開啓往後美日的通訊衛星合作。地球觀測衛星則始自於 1984 年的海洋觀測衛星「桃子 1 號」(MOS-1)，而目前日本最常運用的地球觀測衛星「大地號」(ALOS-1)，無論在地表變化、災害狀況、資源探查等，都展現良好運作。⁶⁶

此階段日本防衛廳基於和平憲法規範，無法保有通訊或監視功能的衛星，只能藉由 1977 年與美國商用通訊衛星簽約使用、1982 年氣象衛星資訊的取得、1985 年商用衛星畫像取得、1993 年運用美國全球定位系統、1996 年運用美軍早期警戒系統等，作為日本太空防衛的使用。

⁶⁵ 宇宙航空研究開發機構，〈靜止氣象衛星「ひまわり」(GMS)〉，2023 年 8 月 27 日（檢索），《JAXA》，<https://www.jaxa.jp/projects/sat/gms/index_j.html>。

⁶⁶ 日本国立国会図書館調査及び立法考査局，《宇宙政策の動向》，頁 44-46。

二、情報蒐集（2003 年起）

肇因於北韓發射飛彈，2003 年小泉純一郎內閣策劃發射光學 1 號機 (IGS 1A) 及雷達 1 號機 (IGS 1B)。基本上，光學偵察衛星與（合成孔徑）雷射偵察衛星組成一套觀察體制，前者白晝偵察能力高，但不適用於夜晚進行；後者則相反，因此必須兩個組成一組偵察。但 2003 年日本發射失敗，導致先前預計 2003 年完成四機光學衛星、四機雷射衛星、二機數據中繼衛星，共十機偵察體制進度落後，直至 2013 年才完成該體制。其次，由於偵察飛彈的情報衛星位於地球靜止軌道，一顆衛星繞行地球一圈約 90 分鐘，因此共需四顆衛星以形成 24 小時監控。最常運用的衛星定位，日本遲至 2010 年才準備建置「準天頂系統」，預計由七個衛星構成，但 2023 年 4 月發射 H3 火箭失敗，導致 3、4 號衛星仍未升空成功。

三、國際參與（2008 年起）

日本的太空國際參與主要有國際太空站「希望號」，執行外太空物資補給等任務，是由三菱重工製造，進行日本在國際太空站的實驗項目、太空科技、載人的太空系統相關技術。2012 年起日本政府委託三菱重工，為讓超小型衛星升空能夠成為商機，透過隸屬 JAXA 的「有人宇宙技術部門」成立「小型衛星放出機構」(JEM Small Satellite Orbital Deployer, J-SSOD)。2018 年為推動日本民間產業參與太空，將此業務移轉給 Space BD 公司、三井物產太空公司（三井物產エアロスペース）。⁶⁷截至 2021 年 7 月，該單位已經升空超過 50 個超小型衛星。⁶⁸

⁶⁷宇宙航空研究開發機構，〈小型衛星放出機構 (J-SSOD)〉，2023 年 8 月 22 日（檢索），《JAXA》，<<https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/experiment/ef/jssod/>>。

⁶⁸小塚莊一郎、笹岡愛美編著，《世界の宇宙ビジネス法》，頁 231。

除了日本自己的太空研發之外，國際太空站也成為中美較勁的場域，由於美國禁止中國人進入國際太空站，因此中國於1992年起開始打造自屬的「天宮號」國際太空站，於2023年正式運作。其次，國際太空站具有協助自動化指揮系統(Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, C4ISR)的功能，因為現代的飛彈等軍事武器多數搭載定位系統，諸如美國的全球定位系統、中國的天鏈衛星等，僅靠地面設備的通訊功能無法涵蓋全球範圍的，必須透過太空站的轉繼功能，來傳達數據中繼衛星所傳播的訊號，以進行定位、導航、授時功能。⁶⁹

受到2016年中國宣稱發射「墨子號」量子衛星成功，以及2018年5月發射「鵲橋」衛星成功進行地球與月球內側通訊，領先世界其他國家。「月球上可開採的資源包括水、黃金、鉑金和稀土，而稀土是生產高科技產品的材料，中國的產量占全球供應量高達九成」。⁷⁰為了不讓中國專美於前，2020年5月NASA提出「月神協定」（又

69. 譚傳毅，〈國戰會論壇〉美中太空爭霸：中國天宮空間站之軍事用途（譚傳毅），《中時新聞網》，2022年3月10日，<<https://www.chinatimes.com/opinion/20220310000019-262110?chdtv>>；日本国立国会図書館調査及び立法考査局，《宇宙政策の動向》，頁170；鄭子真、鄭子善，〈21世紀日本太空戰略的發展和意涵〉，《遠景基金會季刊》，第22卷第3期，2021年7月，頁106。

70. 梁駿樂，〈【新太空競賽】不只是美中俄！是什麼讓這些國家搶先到各星球插旗〉，《新聞實驗室》，2021年9月14日，<<https://newsrab.pts.org.tw/video/150-%E3%80%90%E6%96%B0%E5%A4%AA%E7%A9%BA%E7%AB%B6%E8%B3%BD%E3%80%91%E4%B8%8D%E5%8F%AA%E6%98%AF%E7%BE%8E%E4%B8%AD%E4%BF%84%EF%BC%81%E6%98%AF%E4%BB%80%E9%BA%BC%E8%AE%93%E9%80%99%E4%BA%9B%E5%9C%8B%E5%AE%B6%E6%90%B6%E5%85%88%E5%88%B0%E5%90%84%E6%98%9F%E7%90%83%E6%8F%92%E6%97%97>>。

稱阿提米絲計畫），這是繼上世紀美國登月後再度發表前往月球的計畫。簽署該協定的國家與美國達成雙邊合作，預算超過 270 億美元。⁷¹ 美國的阿提米絲計畫第一階段（2019 年至 2024 年）目標設定為再度登陸月球；第二階段（2024 年至 2028 年）則為持續進行月球探勘。

由於太空開發耗資龐大，無論是 NASA 或是 JAXA 都必須有國家力量支持才能進行太空科研。目前以美國 NASA 為主的太空民主陣營有二個主要計畫，第一個是阿提米絲計畫，第二個是商用月球輸送服務，由 NASA 委託民間主導，從地球運送物資到月球表面的服務。首先，阿提米絲計畫在於能夠從國際太空站製作小型巡迴月球的有人常駐據點 (gateway)，意味著定期有人長駐，一年約一次到兩次能夠到月球表面進行探勘。依照美國的計畫，是讓第一位女性太空人登月且進行科學研究，建構經濟活動的基盤，讓月球成為人類活動的據點。首要調查的是具有水資源的月球南極，如此可降低從地球運送物資到月球的成本，往後更可將人類送往到更遙遠的火星。⁷² 日本透過太空的國際參與和國際競爭力，成為國際民主太空聯盟的重要成員，一來可提高國家的能見度，二來可以增加國家的太空自主性能力。換言之，在此階段日本的太空發展和衛星運用開始呈現多樣化，如積極滲入國際太空商機、國際太空站的太空實驗、太空民主聯盟的參與等，都顯見日本多元化應用太空系統和相關資源。

四、強化防衛（2017 年起）

由於外太空環境本身具有脆弱性，若是過於依賴他國的火箭升空或是資訊統合功能，一旦受到攻擊或是中斷合作，則將全面瓦解該國的太空發展。藉由太空系統的運作，國家的防衛可達到事前監視、防

⁷¹ 李正瑄，〈各國太空產業商業化趨勢分析〉，頁 37。

⁷² 稻波紀明，《よくわかる宇宙ビジネス》，頁 96-98。

備等功能，進而在蒐集到的情報中進行分析和預測敵方之可能動作。雖然日本《宇宙基本法》成立的宗旨就是與安保結合在一起，制度運作後透過制度與行為者的互動，再度回饋強化制度本身的強韌性。從安保觀點來看衛星發展，主要有可全球性監測敵方之動向、跨越疆界或地形阻擾等，掌握對方情資方可進行交涉、談判之可能；二是降低對同盟國的依賴度、提高自國的太空自主力，提供戰略上多種組合的可能性；三是飛彈防禦系統必須倚賴衛星定位功能，例如美國的「軍事革命」(Revolution in Military Affairs, RMA) 即是透過不同軍事功能的防衛、情資蒐集、定位等，達到全面性的系統運作。⁷³

以往日本《PKO 法》或是《反恐特別措施法》允許自衛隊派遣海外執行任務，惟礙於和平憲法無法進行直接武力攻擊。但防衛省若能持有自己的衛星能進行情報蒐集或定位等，不倚賴他國商業衛星提供的資料，則有助於保障自衛隊員的人身安全等，因此遲至 2017 年防衛省才開始擁有屬於自己的衛星運作；2019 年 JAXA 提出改組內容，在安保方面提及與防衛省共同建構太空狀況覺知、衛星監視船舶、先進光學 (ALOS-3) 衛星等運用。這些不僅運用在日常生活，也與安保防衛息息相關。擴大太空商機方面，則有發射 H3 火箭、國際太空站實驗棟 (希望號) 和白鸛 (こうのとり，作為國際太空站補給機)、革新性衛星技術實證計畫、太空垃圾對策、準天頂系統的衛星。⁷⁴ 另一方面，X 波段大容量高速的通訊衛星本來日本民間擁有三顆，但 2015 年因為有兩顆衛星壽命到期，後續由防衛省接手。然因為發射和維護衛星費用高，日本政府採用「民間融資提案」(Private Finance Investment, PFI) 以活用民間資金和降低政府的財政負擔，防

⁷³ 鈴木一人，〈外交・国際関係の視点から見た国家基盤としての宇宙開発利用〉，頁 6-7。

⁷⁴ 奥村直樹，〈国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の最近の取組み〉。

衛省與民間企業簽訂長達 19 年的契約。⁷⁵

對一國而言，發展太空是刻不容緩的課題，卻也是財政負擔龐大的困擾。傳統公私協力 (Public Private Partnership, PPP) 方式由政府支付契約金而執行計畫，往往因計畫內容保守且僵硬，而且廠商僅需完成計畫就可獲利，無法產生創意和節省成本。目前民主國家多數運用「民間興建營運後轉移模式」(Build Operation Transfer, BOT) 或「民間融資提案」方式進行大型公共建設的營運，BOT 是廠商得標後，政府僅收取權利金而不會干涉廠商的運作，由廠商自行負責運作盈虧等。PFI 意指由民間企業投資公共建設，並且與政府簽訂長期契約、支付相對的經費等。PFI 與 BOT 的概念不同，相較之下，PFI 屬於績效型採購 (performance-based procurement)，由政府購買相關服務，而不是資產，惟有高可能性被視為政府圖利廠商。⁷⁶ 諸如美國 Space X 研發火箭發射和與 NASA 簽訂發射契約，成為發展太空經費的新方式。但若由民間提案、政府簽訂長期契約，通常民間的融資成本會高於政府，因此企業必須依靠提高效率來弭補成本支出。制度與行為者之間的互動，對應於日本衛星發展之制度與 JAXA 行為變化，請見表 3。

⁷⁵ 日本国国立国会図書館調査及び立法考査局，《宇宙政策の動向》，頁 48。

⁷⁶ 新北市政府工務局，〈101 年度赴英國考察促參業務 (PPP/PFI) 暨國內促參教育訓練計畫案〉，2023 年 5 月 1 日（檢索），《新北市政府工務局》，〈<https://ppp.ntpc.gov.tw/FileTemp/201305011244342012%E6%96%B0%E5%8C%97%E5%B8%82%E8%B5%B4%E8%8B%B1PFI%E8%80%83%E6%9F%A5%E5%A0%B1%E5%91%8A-1011019%E7%89%88-%E6%A0%BC%E5%BC%8F.pdf>〉。

表 3 日本衛星發展之制度與 JAXA 行為變化

	科研為主階段 (1970年至2000年)	情報蒐集階段 (2003年起)	國際參與階段 (2008年起)	強化防衛階段 (2017年起)
制度變化	1969年《宇宙開發事業團法》	2003年《JAXA法》	2008年《宇宙基本法》	2016年宇宙二法
JAXA 行為變化	前身為NASDA，進行衛星升空和火箭發射之科研活動	開始由內閣層級領導，統籌各行政省廳的功能和資源分配，JAXA成為國家主要的太空單位	自此日本的太空發展明確與安保結合，JAXA擔負起安保、產業、研發之單位	JAXA進行衛星技術改革，並且與防衛省合作。2017年防衛省首度擁有自我軍事衛星

資料來源：作者自行製作。

柒、中美太空競賽與美日太空合作

2022年Euroconsult衛星產業研調公司估計，2021年全球太空經濟市場為3,700億美元，當中以衛星應用的導航占51%、衛星通訊占41%，幾乎占太空發展的九成以上規模。為了不讓美國Space X發展低軌衛星專美於前，2020年4月中國官方的國家發展和改革委員會將衛星發展視為「新型基礎建設」範圍，明確制定在「十四五規劃」和「2035年遠景目標」當中。同時中國網路發展區分為國企和民間兩類別，國企有諸如中國航天科技集團的「虹雲工程衛星系統」和中國航天科工集團的「鴻雁全球衛星系統」；民間則有「銀河航天」，於2022年3月成功發射六顆名為「小蜘蛛網」衛星試驗網路。⁷⁷

美國Space X和中國的太空發展模式不同，前者有雄厚的民間資本支撐和創意性，後者則是由國家進行全面發展，跳脫此兩大國的太空發展模式，其他國家則是必須由國家主導和刺激民間產業的參與才

⁷⁷鍾銘泰，〈國際低軌衛星發展與太空新秩序概覽〉，頁114-116。

得以展開。中國北斗衛星產業鏈的發展，目前已進行到第三階段，是國家級的重大科技工程，同時可創造 50 萬人的就業機會，但事實上卻是以軍事應用為主。中國的北斗衛星定位系統，作為北斗產業發展平臺，以「北斗星空研究」研發更高科技的 IC，相關的「海華通訊」已經併購「海通天線」公司等，以振興衛星相關科研。

另一方面，日本的衛星也運用在強化美日安保面向上。20 世紀起取得制空權即取得戰爭勝利的關鍵點，戰後日本自衛隊的任務是「專守防衛」，自衛隊規模小且活動範圍僅限於自國領土周遭。進一步細分陸上自衛隊的任務，主要在於對應登陸進攻和游擊戰；海上自衛隊是在周遭海域防衛和海上通道 (sea lane) 的安保；航空自衛隊則是在領空當中進行防衛。因此日本制空權運用的主要飛機，是由航空自衛隊統一運用，陸上自衛隊是以聯絡機和陸面作戰之直升機；海上自衛隊則是海上反潛巡邏機和直升機。進展到 21 世紀，制空權意在透過準確攻擊，將敵人的傷亡降至最小程度，重點在於癱瘓敵方而非全面殲滅，而這些都需要透過太空系統進行設定和統籌。⁷⁸

為維持和掌握武器系統發射的準確性，要避免電磁波干擾、電波傳輸的異常、電腦系統故障、軟體程式問題等，當制空權與太空系統結合後，制太空權成為各太空大國權力競逐的場域之一。⁷⁹ 由於美國擁有超越各國的作戰能力，關鍵在於結合陸海空軍戰鬥力的太空整合系統之優越性。⁸⁰ 從上述日本衛星發展即可得知，自 21 世紀起開始重視運用衛星進行情報蒐集，即使自衛隊無法具有攻擊性行爲，日本仍必須致力於自我防衛、與同盟國和國際社會的合作。因此美日同盟不

78. 石津朋之，〈はじめに〉，石津朋之編，《21 世紀のエア・パワー—日本の安全保障を考える》（東京：芙蓉書房，2006 年），頁 1-4。

79. 林吉永，〈エア・パワー—その信仰と落とし穴〉，頁 48。

80. Colin Gray, *Explorations in Strategy* (Westport: Greenwood Press, 1996), pp. 87-103.

論在安保或是開拓太空資源上都密切合作，美日同盟已經從以往雙邊主義躍升為「世界性的美日同盟」，用以確保彼此國家利益和國際社會秩序的維持。⁸¹ 以下就美國主導民間的太空狀況覺知、太空民主聯盟的成形及美日強化衛星監視的太空合作進行說明。

一、民間的太空狀況覺知

太空狀況覺知主要是由民主國家間進行太空狀況監視等任務，政府為主要行為者，但是近來太空產業大爆發，在俄烏戰爭表現亮眼的星鏈計畫之下，說明新創企業的太空能力已不可小覷。因此政府也積極與民間企業合作，試圖拉攏其進入太空狀況覺知的協力範疇，擴大監視和事前防衛的範圍。事實上也有民間的太空狀況覺知，起因於 2009 年美俄衛星衝突事件，由衛星通訊大廠 SES 公司、美國的 Intelsat 公司、Inmarsat 公司共同成立「太空數據協會」(Space Data Association, SDA)。2010 年太空數據協會受到美國 Analytical Graphics Inc. (AGI) 的委託，開始運作太空數據中心 (Space Data Center, SDC)。太空數據中心的任務在於降低衛星在軌道上衝突或電波干擾的風險，共同籌劃衛星軌道位置或變更軌道的計畫。太空數據協會提供美國政府太空監視網絡更明確掌握衛星運行的狀況，爾後 AGI 也成立「商業太空運用中心」(Commercial Space)。

日本「宇宙基本計畫」的實踐項目中包含衛星、通信系統、準天頂系統、早期警戒系統、星球探勘與國際太空站建構、太空國際貢獻等。在美日合作的衛星和通信系統方面，有日本 5G 建構和物聯網運作的準天頂系統，防衛面向上則有早期警戒系統，民間產業和太空梭產業的星球探勘與國際太空站建構，以及日本與 NASA 合作的太空

81. 石津朋之，〈エア・パワー将来と日本の国家戦略〉，石津朋之編，《21 世紀のエア・パワー—日本の安全保障を考える》（東京：芙蓉書房，2006 年），頁 303-305。

國際貢獻。日本「宇宙基本計畫」乃結合新安保法構成防衛及與印太戰略之間的安保互動。但太空事業也與民生息息相關，如使用數千個到一萬個以上構成的小型衛星群，可運用在高速通信，諸如 2018 年 Space X 公司發射約 1 萬 2,000 個衛星群、2020 年 7 月 30 日美國聯邦通訊委員會也承認 Amazon 的 3,236 個衛星群所發射的週波數等。未來民間對於太空事業長期的發展，其規模有可能到達與國家相同水準的程度。因此日本政府也應開放和鼓勵民間企業的參與，擴大民間與國家安保合作的可能。諸如防衛省可不用自行發射偵察衛星或編列過多預算，只要購入民間企業相關服務即可達成安保目標。⁸²

二、太空民主聯盟的成形

2019 年中國發射嫦娥 4 號，成功拍攝到月球背面的影像，爾後發射的嫦娥 5 號也成功採取月球土壤樣本返回地球。⁸³ 中國預計 2030 年的登月計畫及「天宮號」國際太空站的運作等，都意味著中國與美國之間的太空科技力縮小差距，雙方也更加朝向太空軍事或太空武器發展的方向。其次，起自 90 年代美軍在波灣戰爭運用衛星、2010 年法國設立外太空作戰支援的「跨軍種太空司令部」(Commandement interarmées de l'espace)、2015 年起中俄也開始強化太空作戰能力、中國的北斗衛星定位系統邁向第三版本的升級，均說明各國運用太空和衛星能力的軍事程度越來越高。⁸⁴ 爲此，美國欲保持其在太空霸權國地位，除了享受衛星軍民兩用帶來的國家利益，也積極與他國或企

⁸²青木節子，〈宇宙空間は「戦闘領域」になった | 第 4 次宇宙基本計画を読み解く (1)〉，《nippon.com》，2020 年 10 月 9 日，〈<https://www.nippon.com/ja/japan-topics/c06518/>〉。

⁸³〈中國宣佈「嫦娥四號」著陸成功 實現人類探測器首訪月球背面〉，《BBC NEWS 中文》，2019 年 1 月 3 日，〈<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-46734674>〉。

⁸⁴福島康仁，《宇宙と安全保障—軍事利用の潮流とガバナンスの模索》，頁 4-5。

業合作。從歐巴馬總統時期的重視與他國太空合作，到川普總統為保持美國絕對優勢的太空合作，在美國主導下的太空狀況覺知，重點有強化太空監視網絡、擴大太空狀況覺知的合作對象等。⁸⁵

2023 年岸田文雄首相提出「宇宙安全保障構想」，是基於此次第五期「宇宙基本計畫」而來。迥異於第三期計畫重視太空安全、第四期計畫重視太空作為戰鬥領域的認知，此次更朝向民主國家的太空聯盟，因此「宇宙安全保障構想」訴諸外太空的航行自由，保障太空安全、太空資產安全、太空產業培育等。⁸⁶

三、美日合作的太空狀況覺知

2019 年 4 月日本的定位航法衛星「引路號」5 號機，搭載美國太空狀況覺知感應器，預計在 2023 年升空卻中止。2021 年日本防衛省提出往後發展重點之一在於強化太空狀況覺知，係整頓太空狀況覺知衛星（太空設置型光學望遠鏡），2021 年度預算為 175 億日圓，內容為 2026 年前著手衛星設計、多機運用太空狀況覺知衛星、進行軌道上服務的調查研究等。其次，日本與美軍和國內相關單位，共同攜手整頓太空狀況覺知等機器設備。JAXA 整合位於岡山縣的雷達和光學觀測設施、茨城縣的筑波太空中心太空狀況覺知解析系統，而防衛省則是運用位於山口縣的深太空雷達等。⁸⁷ 這些動向都可觀察出日本

⁸⁵ 福島康仁，《宇宙と安全保障—軍事利用の潮流とガバナンスの模索》，頁 123-132。

⁸⁶ 林賢參，〈日本制定首版太空安全戰略〉，《中共研究雜誌社》，2023 年 7 月 5 日，<<https://iccs.org.tw/NewsContent/80#:~:text=%E8%80%8C%E7%AC%AC%E5%9B%9B%E7%89%88%E8%A8%88%E7%95%AB%E6%96%BC2,%E6%97%A5%E5%90%8C%E7%9B%9F%E5%A5%A0%E5%AE%9A%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E3%80%82>>。

⁸⁷ 日本防衛省，〈防衛省の取組および今後の方向性〉，2023 年 12 月 26 日（檢索），〈內閣府〉，<<https://www8.cao.go.jp/space/committee/27->

更加積極進行防禦，且強化在太空系統的監控功能，避免來自中國或北韓等區域的威脅。

日本第四期「宇宙基本計畫」的執行項目中，已經預計將運作的四顆通信衛星構成準天頂系統開始提供服務，被稱之為日本版全球定位系統。第五顆衛星預計於 2023 年搭載美國感應器升空，美日深化太空的合作關係，試圖提高其強韌性，但此任務目前尚未執行。第四期計畫實現了美日快速深化彼此的太空互動，以日本內閣府和外務省為中心，預計將準天頂的 6 號機與 7 號機，都搭載美國的太空狀況感知感應器。同時，此計畫順利執行的話，日本版全球定位系統之準天頂系統，未來也可以搭載民間開發的太空機器或系統，成為商機上的一大助力。另外，作為日本唯一正式的軍事通訊 X 波段衛星（Kirameki；煌；輝煌），1 號機於 2018 年發射、2 號機於 2017 年發射，3 號機則預計於 2024 年發射。情資蒐集衛星預計於完成十機體制，在 2020 年 11 月升空第一號後，到 2029 年為止，預計將持續發射光學、雷達等各種基礎和畫像的小型衛星。⁸⁸

捌、結論

本文探討新太空時代日本衛星的發展，爬梳國際貢獻論、太空治理、軍民兩用衛星等三種思路，認為從早期科研的國際貢獻，受到後冷戰國際環境和區域結構的轉變，呈現軍民兩用趨勢。進一步，以新制度主義觀點剖析規範日本衛星發展相關制度的宇宙二法和《宇宙資源法》，以及鑲嵌其中重要行為者 JAXA 的動作，在制度與行為者互動過程中，檢證衛星軍民兩用的趨勢。

其次，本文使用新制度主義觀點分析制度、行為者，以及制度與

[anpo/anpo-dai41/siryousu3_2.pdf](#)。

⁸⁸青木節子，《中国が宇宙を支配する日》（東京：新潮新書，2021 年），頁 181-182。

行為者的互動之下產生的制度效果，因此在制度效用，呈現有日本政府允許民間產業運用衛星遙測技術和數據，以及擴大可參與的太空活動等。在《宇宙資源法》上更是擴大行為者的活動範疇，無論在月球計畫或是其他星球探勘等面向上，透過制度的適用試圖讓更多行為者參與。鑲嵌其中最重要的行為者莫過於 JAXA，由於其掌有主要的太空科技，並且在《JAXA 法》修法改組後，朝向安保、產業、研發的方針運作。從 JAXA 的年度預算增加、內閣層級領導跨省廳的運籌帷幄，不難發現其在國家發展太空的重要性和影響變大。JAXA 具體的行為變化，則是有自主性火箭升空、衛星技術改革、太空資源開發等。

更重要的是，當日本發展衛星的制度開始有所變化，連帶行為者增加與 JAXA 活動轉變，制度與行為者的互動結果，產生了軍民兩用衛星的發展趨勢。日本衛星發射數量與日俱增，在用途上也展現從科研為主（1970 年至 2000 年）、情報蒐集（2003 年起）、國際參與（2008 年起）、強化防衛（2017 年起）之階段性發展。新太空時代衛星作為軟實力的民生應用和硬實力的軍事武器監視、定位、導航等功能，成為日本積極發展太空，並且運用在對應地緣政治風險上的事前防範機制。而作為制度的外溢效果，則是有日本參與美國主導的阿提米斯計畫，參與月球的建設和成為前往火星的中繼站，為未來人類生活繼續謀劃更多的可能性和外太空資源使用。最後，夾雜在中美兩大太空大國的競賽及地緣政治風險之下，日本強化與美國的太空合作關係，並且積極參與太空民主聯盟。對日本而言，岸田內閣推出宇宙安全保障構想，以具體落實透過太空來建構更積極的事前防衛系統，充分運用衛星的警戒和監視功能。

2024 年 JAXA 的太空進度大幅邁進，首先 1 月由 JAXA 發射的 SLIM 成功登月、2 月 H3 火箭發射成功等，這些都說明了未來日本火箭發射的商業化發展及日本參與美國主導月球計畫的積極性。然日本衛星發展願景必須擺脫傳統國家主導包袱，擴大消費者市場和提高

民眾對太空運用的理解，建構官民合作模式，以降低太空市場失靈問題，和增加太空研發之際經濟成本的效率性。如今在美國的第二次登月計畫中，包含月球資源、太空霸權、衛星通訊等重要意涵；2024年我國中央大學太空系與日本太空 Space BD 公司共同合作，參加 ispace 企業的「白兔號」(HAKUTO-R Mission) 登月任務。展望未來，無論地緣政治或是臺日友好，藉日本發展衛星之例，作為我國積極參與太空發展的良好借鏡。

收件：2023年10月10日

修正：2024年4月9日

採用：2024年4月17日

參考文獻

中文部分

專書

鄭子眞，2022。《咫尺光年：日本的新太空發展與戰略》。臺北：五南圖書。

專書譯著

Lane, Jan-Erik & Svante Ersson 著，何景榮譯，2002。《新制度主義政治學》(*The New Institutional Politics: Performance and Outcomes*)。臺北：韋伯文化。

Friedman, Norman 著，余忠勇、吳福生、黃俊彥、楊永生、廖埔生譯，2001。《海權與太空》(*Seapower and Space: From the Dawn of the Missile Age to Net-Centric Warfare*)。臺北：國防部史政編譯局。

專書論文

郭承天，2000。〈新制度論與政治經濟學〉，何思因、吳玉山主編，《邁入廿一世紀的政治學》。臺北：中國政治學會。頁 171-201。

期刊論文

李正瑄，2022/11。〈各國太空產業商業化趨勢分析〉，《台灣經濟研究月刊》，第 45 卷第 11 期，頁 35-42。

林繼文，2001/12。〈創設、選擇與演化：制度形成的三個理論模式〉，《政治學報》，第 32 期，頁 61-94。

- 陳敦源、吳秀光，2005/12。〈理性選擇、民主制度與「操控遊說」：William H. Riker 新政治經濟學的回顧與評述〉，《政治科學論叢》，第 26 期，頁 175-222。
- 廖立文，2018/6。〈試論台灣在新國際太空賽局與全球太空複合治理體系中的定位與挑戰〉，《台灣國際研究季刊》，第 14 卷第 2 期，頁 149-172。
- 鄭子真、鄭子善，2021/7。〈21 世紀日本太空戰略的發展和意涵〉，《遠景基金會季刊》，第 22 卷第 3 期，頁 105-152。
- 劉先倫，2012/3。〈中國大陸太空發展之挑戰與契機：新自由制度主義的觀點〉，《國防雜誌》，第 27 卷第 2 期，頁 98-118。
- 鍾銘泰，2022/4。〈國際低軌衛星發展與太空新秩序概覽〉，《台灣經濟研究月刊》，第 45 卷第 4 期，頁 113-120。

網際網路

- 2018/10/3。〈Space X 也從 NASA 挖人 美國商業航天為何越「挖」越繁榮？〉，《鉅亨》，<<https://news.cnyes.com/news/id/4211896>>。
- 2019/1/3。〈中國宣佈「嫦娥四號」著陸成功 實現人類探測器首訪月球背面〉，《BBC NEWS 中文》，<<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-46734674>>。
- 吳宗信，2020/6/12。〈探討國家太空法立法與臺灣太空的未來發展〉，《科學月刊》，<<https://www.scimonth.com.tw/archives/4073>>。
- 青木節子，2017/6/20。〈宇宙活動法案與初創經濟：日本意欲擴大太空商業活動〉，《nippon.com》，<<https://www.nippon.com/hk/currents/d00294/?pnum=2>>。
- 林賢參，2023/7/5。〈日本制定首版太空安全戰略〉，《中共研究雜誌社》，<<https://iccs.org.tw/NewsContent/80#:~:text=%E8>>。

%80%8C%E7%AC%AC%E5%9B%9B%E7%89%88%E8%A8%88%E7%95%AB%E6%96%BC2,%E6%97%A5%E5%90%8C%E7%9B%9F%E5%A5%A0%E5%AE%9A%E5%9F%BA%E7-%A4%8E%E3%80%82>。

梁駿樂，2021/9/14。〈【新太空競賽】不只是美中俄！是什麼讓這些國家搶先到各星球插旗〉，《新聞實驗室》，<<https://newslab.pts.org.tw/video/150-%E3%80%90%E6%96%B0%E5%A4%AA%E7%A9%BA%E7%AB%B6%E8%B3%BD%E3%80%91%E4%B8%8D%E5%8F%AA%E6%98%AF%E7%BE%8E%E4%B8%AD%E4%BF%84%EF%BC%81%E6%98%AF%E4%BB%80%E9%BA%BC%E8%AE%93%E9%80%99%E4%BA%9B%E5%9C%8B%E5%AE%B6%E6%90%B6%E5%85%88%E5%88%B0%E5%90%84%E6%98%9F%E7%90%83%E6%8F%92%E6%97%97>>。

新北市政府工務局，2023/5/1（檢索）。〈101 年度赴英國考察促參業務 (PPP/PFI) 暨國內促參教育訓練計畫案〉，《新北市政府工務局》，<<https://ppp.ntpc.gov.tw/FileTemp/201305011244342012%E6%96%B0%E5%8C%97%E5%B8%82%E8%B5%B4%E8%8B%B1PFI%E8%80%83%E6%9F%A5%E5%A0%B1%E5%91%8A-1011019%E7%89%88-%E6%A0%BC%E5%BC%8F.pdf>>。

鄭子真，2024/1/21。〈自由廣場〉日本登月成功的戰略意涵〉，《自由時報》，<<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1627158>>。

鄭子真，2024/2/19。〈自由廣場〉日本發射 H3 火箭成功的意涵與啓發〉，《自由時報》，<<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1631360>>。

譚傳毅，2022/3/10。〈國戰會論壇〉美中太空爭霸：中國天宮空間站之軍事用途（譚傳毅）〉，《中時新聞網》，<<https://www.chinatimes.com/opinion/20220310000019-262110?chdtv>>。

蘇明勇，2019/10/31。〈IEK360 系列 | 新太空時代下衛星產業發展

挑戰與契機》，《IEK 產業情報網》，<https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_more.aspx?sld_preid=5730>。

日文部分

專書

- 小塚莊一郎、笹岡愛美編著，2021。《世界の宇宙ビジネス法》。東京：商事法務。
- 日本国立国会図書館調査及び立法考査局，2017。《宇宙政策の動向》。東京：日本国立国会図書館。
- 青木節子，2021。《中国が宇宙を支配する日》。東京：新潮新書。
- 福島康仁，2020。《宇宙と安全保障—軍事利用の潮流とガバナンスの模索》。東京：千倉書房。
- 稲波紀明，2022。《よくわかる宇宙ビジネス》。東京：新海社。

專書論文

- 石津朋之，2006。〈はじめに〉，石津朋之編，《21世紀のエア・パワー—日本の安全保障を考える》。東京：芙蓉書房。頁1-16。
- 石津朋之，2006。〈エア・パワー将来と日本の国家戦略〉，石津朋之編，《21世紀のエア・パワー—日本の安全保障を考える》。東京：芙蓉書房。頁289-308。
- 林吉永，2006。〈エア・パワー—その信仰と落とし穴〉，石津朋之編，《21世紀のエア・パワー—日本の安全保障を考える》。東京：芙蓉書房。頁41-66。
- 鈴木一人，2005。〈外交・国際関係の視点から見た国家基盤としての宇宙開発利用〉，日本経済連合会編，《国の基盤としての宇宙》。東京：日本経済連合会。頁1-12。
- 篠原秀俊，2020。〈宇宙利用の課題〉，日本防衛省航空研究中心

主編，《第1部 宇宙》。東京：日本防衛省航空研究中心。頁13-32。

專書論文譯著

Ferejohn, John 著，谷澤正嗣、清水和巳譯，2009。〈政治理論における期待、制度、合理性〉(*Expectations, Institutions and Rationality in Political Theory*)，河野勝編，《期待、制度、グローバル社会》。東京：勁草書房。頁37-64。

期刊論文

長谷悠太，2016/10。〈民間事業者の宇宙活動の進展に向けて一宇宙関連2法案〉，《立法と調査》，第381號，頁82-97。

青木節子，2021/5。〈衛星リモセン法：国内宇宙法、外国法制との比較の視点から〉，《日本リモートセンシング学会誌》，第41卷第2期，頁321-323。

渡邊浩崇，2019/9。〈日本の宇宙政策の歴史と現状—自主路線と国際協力〉，《国際問題》，第684號，頁34-43。

網際網路

日本內閣府，2015/6/24。〈宇宙政策委員会 第40回会合 議事次第〉，《內閣府》。<<https://www8.cao.go.jp/space/committee/dai40/gijisidai.html>>。

日本內閣府，2023/1/30（檢索）。〈宇宙2法の施行（宇宙活動法）〉，《內閣府》，<<https://www8.cao.go.jp/space/committee/dai65/siryou1-3-1.pdf>>。

日本防衛省，2023/12/26（檢索）。〈防衛省の取組および今後の方向性〉，《內閣府》，<https://www8.cao.go.jp/space/committee/27-anpo/anpo-dai41/siryou3_2.pdf>。

- 日本防衛省自衛隊，2021/3/31。〈第1部「宇宙」〉，《防衛省・自衛隊》，<https://www.mod.go.jp/asdf/meguro/center/img/01_space1.pdf>。
- 日本眾議院，2021/12/23。〈宇宙資源の探査及び開発に関する事業活動の促進に関する法律〉，《e-GOV》，令和三年法律第八十三号，<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=503AC0000000083_20211223_0000000000000000>。
- 日本眾議院，2022/6/17。〈国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法〉，平成十四年法律第百六十一号，《e-GOV》，<<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=414AC0000000161>>。
- 日本經濟産業省，2022/7/22。〈宇宙開発を巡る産業の動向について〉，《經濟産業省》，<https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikaisetsu/hitokoto_kako/20220722hitokoto.html>。
- 宇宙航空研究開発機構，2003/10/1。〈人工衛星等打上げ基準〉，規程第15-37号，《JAXA》，<https://www.jaxa.jp/about/disclosure/data/k_37.pdf>。
- 宇宙航空研究開発機構，2023/4/1。〈予算関連（予算推移、プロジェクト関連）〉，《JAXA》，<https://www.jaxa.jp/about/transition/index_j.html>。
- 宇宙航空研究開発機構，2023/4/18。〈火星衛星探査計画(MMX)へのNASA協力に関する了解覚書(MOU)を締結〉，《JAXA》，<https://www.jaxa.jp/topics/2023/index_j.html>。
- 宇宙航空研究開発機構，2023/7/15（檢索）。〈技術試験衛星9号機〉，《JAXA》，<<https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/project/ets-9/index.html>>。
- 宇宙航空研究開発機構，2023/8/22（檢索）。〈小型衛星放出機構(J-SSOD)〉，《JAXA》，<<https://humans-in-space.jaxa.jp/biz->

lab/experiment/ef/jssod/>。

宇宙航空研究開発機構，2023/8/27（検索）。〈静止気象衛星「ひまわり」(GMS)〉，《JAXA》，<https://www.jaxa.jp/projects/sat/gms/index_j.html>。

宙を拓くタスクフォース事務局，2019/6/7。〈「宙を拓くタスクフォース」報告書概要〉，《総務省》，<https://www.soumu.go.jp/main_content/000624306.pdf>。

青木節子，2020/10/9。〈宇宙空間は「戦闘領域」になった | 第4次宇宙基本計画を読み解く (1)〉，《nippon.com》，<<https://www.nippon.com/ja/japan-topics/c06518/>>。

林吉永，2005。〈エア・パワーの将来と日本—歴史的視点から〉，《防衛研究所》，<https://www.nids.mod.go.jp/event/proceedings/forum/pdf/2005/forum_j2005_02.pdf>。

牧野愛博，2023/1/25。〈宇宙めぐる安全保障の強化、ようやく重い腰上げた日本 元自衛官が考える課題と懸念〉，《The Asahi Shimbun Global+》，<<https://globe.asahi.com/article/14822501>>。

奥村直樹，2017/4/28。〈国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の最近の取組み〉，《総務省》，<https://www.soumu.go.jp/main_content/000483676.pdf>。

英文部分

專書

Dolman, Everett C., 2002. *Astropolitik: Classical Geopolitics in the Space Age*. London: Frank Cass.

Gray, Colin., 1996. *Explorations in Strategy*. Westport: Greenwood Press.

專書論文

- Dolman, Everett C., 1999. "Geostrategy in the Space Age: An Astropolitical Analysis," in Colin S. Gray & Geoffrey Sloan, eds., *Geopolitics, Geography and Strategy*. London: Frank Cass. pp. 83-106.
- Lepsius, Rainer, 2017. "Interest and Ideas. Max Weber Allocation Problem," in Rainer Lepsius, ed., *Max Weber and Institutional Theory*. Cham: Springer. pp. 23-34.
- Wendt, Claus, 2017. "Introduction to Lepsius' Concept of Institutional Theory," in Rainer Lepsius, ed., *Max Weber and Institutional Theory*. Cham: Springer. pp. 1-21.

官方文件

- United Nations, 1974/9-12. *Resolutions and Decisions Adopted by the General Assembly During Its 28th Session*, Vol. 1, pp. 19-21.

網際網路

- Johnson, Kaitlyn, 2020/9/1. "Key Governance Issues in Space," *CSIS*, <<https://www.csis.org/analysis/key-governance-issues-space>>.
- United Nations Office for Outer Space Affairs, 2023/5/3 (accessed). "Outer Space Treaty," *United Nations Office for Outer Space Affairs*, <http://www.unoosa.org/oosa/zh/SpaceLaw/gares/html/gares_34_0068.html>.
- United Nations Office for Outer Space Affairs, 2023/7/17 (accessed). "Annual Number of Objects Launched into Space," *Our World in Data*, <<https://ourworldindata.org/grapher/yearly-number-of-objects-launched-into-outer-space?tab=table&facet=entity>>.
- United Nations Office for Outer Space Affairs, 2023/7/17 (accessed).

“Annual Number of Objects Launched into Space (2023),” *Our World in Data*, <<https://ourworldindata.org/grapher/yearly-number-of-objects-launched-into-outer-space>>.

Analysis of Japan's Development of Dual-use Military and Civilian Satellites in the New Space Era

Tzu-chen Cheng

(Professor, Department of Political Science,
Chinese Culture University)

Abstract

This paper explores the development of Japanese satellites in the new space era through literature review of international contributions, space governance, and dual-use military and civilian satellites. It argues that Japanese satellites, initially focused on international scientific contributions, have clearly demonstrated a trend towards dual-use due to the changing international environment and regional dynamics in the post-Cold War. It relies on New Institutionalism to analyze the normative aspects of Japan's satellite development-related institutions, the *Space Activities Act*, the *Remote Sensing Data Act* and the *Space Resources Act*, while incorporating the actions of the key actor, JAXA, into the interactions between institutions and actors. The paper approaches the subject from the perspective of the competition in space between the United States and China and the cooperation between the U.S. and Japan to ascertain the trends in Japan's dual-use of military and civilian satellites.

Keywords: Japanese Satellites, Dual-use of Military and Civilian, New Space Era, International Contributions, JAXA

