No.69

2026/09/01~2026/09/30

台灣低軌衛星產業聯誼會
訊息電子報
Taiwan LEO Satellite Industry Alliance , TLEOSIA
台灣太空產業發展協會
Taiwan Space Industry Development Association

產業脈動
Industry Pulse

專家專欄

衛星正在變聰明：小型衛星技術從「縮小」走向「自主化」

From Small to Smart: The Technology Evolution of Small Satellites

工研院產業服務中心 跨域資源組
楊尚賢 業務經理

小型衛星的競爭焦點正在改變，早期產業追求的是更小、更輕、更低成本，而如今，真正拉開差距的已是運算能力、通訊效能、自主控制、軌道操作與任務韌性。NASA 於 2026 年更新《State-of-the-Art Small Spacecraft Technology》，從平台、電力、推進、姿態控制、航電、通訊、地面系統到離軌與永續，呈現小型衛星已由單一載具演進為高度整合的任務系統。本文聚焦技術演進本身，說明在軌運算、AI、光通訊、交會近接與對接，以及自主操作如何重新定義 SmallSat，並探討這些能力對未來衛星任務設計的意義。

SmallSat 的下一階段，不只是「更小」

小型衛星曾經以 CubeSat、科研與技術驗證為代表，其核心價值在於降低進入太空的成本與時間；然而，當商業星系、遙測、通訊與國防任務大量採用小型衛星後，「小型」本身已不再足以形成競爭優勢。NASA 2026 版《State-of-the-Art Small Spacecraft Technology》顯示，現代 SmallSat 的技術能力已涵蓋完整平台、電力、推進、GNC、結構與熱控、航電、通訊、發射整合、地面資料系統、識別追蹤與離軌等領域，這表示小型衛星正由低成本實驗平台，轉變成可承擔高價值任務的系統節點。

資料來源：NASA, State-of-the-Art Small Spacecraft Technology (2026)

圖1. NASA 2026 小型衛星技術架構

此變化最值得注意的地方，是各次系統之間的界線正在消失。更高的在軌運算能力會改變通訊頻寬需求，更成熟的 GNC 與推進能力會帶動自主編隊、近接操作與服務任務，更高資料率則促使光通訊與星間鏈路成為關鍵。未來 SmallSat 的競爭，將是「整體任務效能」而非單一元件規格的競爭。

從資料轉送器到「會判斷的太空節點」

NASA 2026 版特別更新 SmallSat Avionics 內容，反映 onboard processing 能力快速提升。傳統衛星多採「感測 – 儲存 – 下傳 – 地面處理」模式，但當高解析影像、SAR、光譜儀與大量 IoT 資料持續增加，全部原始資料送回地面將造成頻寬與延遲壓力；新的架構則是先在軌進行篩選、壓縮、辨識與事件判讀，再只傳送真正有價值的資訊。

表1. 小型衛星由「資料轉送」走向「在軌智慧」的能力變化

能力演進	傳統模式	新一代 SmallSat
資料處理	原始資料大量下傳	在軌篩選、壓縮、辨識
任務反應	等待地面判讀後下令	事件觸發後可即時重新排程
故障處理	依賴地面工程師	FDIR 與自主復原能力提升
軟體角色	固定任務邏輯	可更新軟體與演算法
衛星定位	感測 / 轉發載具	Edge Computing Node

資料來源：依 NASA 2026 Avionics 內容整理

這種「先算再傳」的模式，對災害監測、海事異常、國土安全與快速 EO 應用至關重要，當衛星能在數分鐘內判斷是否出現火災、船舶異常或地表變化，太空資料的價值就不再只是解析度，而是反應速度與可行動性。

通訊升級：RF 之外，光通訊與星間鏈路正在加速

隨著 onboard processing 與高資料量酬載增加，衛星通訊也須同步升級。NASA 2026 Communications 章節持續納入 RF 與自由空間光通訊，顯示高速星地與星間鏈路的重要性正在提高。RF 仍具有成熟度高、全天候與部署彈性等優勢，但在頻譜、頻寬與資料率需求持續增加的情況下，光通訊可提供更高的傳輸容量，成為高資料量任務的重要補充。

技術上，光通訊並非單純把 RF 換成雷射，而是對衛星姿態穩定、指向精度、終端設計、鏈路建立與地面接收提出更高要求，也因此，它與 GNC、熱控、電力與任務操作高度耦合。對產業而言，真正的競爭將不只是「誰有更快的通訊模組」，而是誰能把高速通訊穩定整合進整個 mission architecture。

從姿態控制走向 RPOD：衛星開始需要「靠近、協同、對接」

NASA 2026 的 GNC 更新納入 Rendezvous, Proximity Operations and Docking（RPOD）相關發展，這代表小型衛星未來可能不只在既定軌道上被動運行，而需要主動接近其他太空物體、協同編隊、執行檢測、服務甚至對接。這類任務要求更高精度的相對導航、感測器融合、控制演算法、推進與安全機制。

RPOD 的重要性在於，它是多項下一代太空服務的共同底層能力，無論是在軌檢測、衛星延壽、主動碎片清除、補給、組裝或編隊飛行，都必須先解決「如何安全且可控地靠近另一個目標」這個問題，這也使 GNC 從傳統姿態控制技術，走向更完整的自主空間操作能力。

當星系變大，自主化將成為必要條件

當一個任務只有數顆衛星時，地面團隊可以逐顆監控、排程及處理異常，但當星系擴大到數百或數千顆時，人工逐顆管理將失去經濟性。未來衛星需要具備更強的 autonomy，包括自主任務排程、碰撞風險處理、故障偵測隔離與復原、資源管理，以及在星間網路中協同工作，這也意味衛星軟體的重要性將持續上升。過去航太產業的價值多集中在硬體可靠度，而未來，能否持續更新任務軟體、演算法與 AI 模型，將直接影響衛星在軌期間的功能延展，衛星也因此逐步接近一種「可軟體定義的太空平台」。

技術進步的另一面：太空永續成為設計條件

衛星能力提升與星系快速部署，也同時提高軌道擁擠與碎片風險。ESA《Space Environment Report 2025》指出，截至 2024 年底，監視網路已追蹤約 4 萬個地球軌道物體，其中約 1.1 萬個為活動中的有效載荷；直徑大於 1 公分、足以造成重大破壞的碎片估計超過 120 萬個。因此，離軌設計、追蹤、碰撞風險管理與主動移除不再只是政策議題，而會逐步變成衛星任務設計的一部分。

從工程角度看，未來「好衛星」的定義不只是能完成任務，也包括能被辨識、能安全操作、能避免碰撞，並在任務結束後有效離軌。太空永續將由外部規範，逐漸內化為設計與採購要求。

結語 —— SmallSat 的競爭，正在從尺寸轉向智慧與任務能力

如果說第一波 SmallSat 革命是把衛星做得更小、更快、更便宜，那麼下一波革命就是讓衛星變得更聰明、更自主、更能彼此協同。NASA 2026 State of the Art 所呈現的技術方向，清楚顯示小型衛星已從單純縮小尺寸，走向在軌運算、高速通訊、精準 GNC、RPOD、自主操作與永續設計。未來真正重要的問題，不再只是「一顆衛星有多小」，而是「它能在太空中完成多複雜的任務」。

參考資料：
1. NASA Small Spacecraft Systems Virtual Institute (2026), State-of-the-Art Small Spacecraft Technology.
2. European Space Agency (2025), ESA Space Environment Report 2025.

國際商情
International Marketing

SpaceX

SpaceX 於本月安排 Crew – 13 的發射與對接，並獲 NASA 以 9.46 億美元增購其 Crew – 15 至 17 三次後續任務。（圖片來源：SpaceX）

SpaceX 常態發射業務近期著重於部署星鏈 V2 Mini，並在今年第三季達成年度逾 80 次星鏈任務的里程碑，越來越完善的星鏈也獲北歐航空及奧地利航空青睞，逐步於自家機隊安裝部署星鏈服務；SpaceX 也表示正規劃於甘迺迪太空中心 LC – 39A 設置一座、卡納維爾角 SLC – 37 設置兩座星艦用發射塔，未來星鏈的發射將由星艦承接。然而，於 9 月 28 日的星艦第 14 次軌道飛行任務（原 IFT 系列任務）雖首次入軌部署 26 顆星鏈 V3 衛星，卻在升空過程中有一具引擎失去動力，原訂約 10 小時、繞地球六圈的任務因而提前結束。

載人任務方面，則在安全性驗證上獲得了完全成功。SpaceX 於本月安排 Crew – 13 的發射與對接，並獲 NASA 以 9.46 億美元追加 Crew – 15 至 17 共三次後續任務；不僅如此，SpaceX 也再獲 NASA 選定於 2028 年後發射小型衛星 StarBurst 以執行伽瑪射線任務，同時由美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）選定，SpaceX 將與其他 3 家業者一起提供高層大氣密度資料，共 14 家業者將統合七大類資料，以供未來衛星軌道預測使用。

國際合作上，SpaceX 也不乏各領域之策略合作夥伴，近期簽訂相關業務如與德國 Exolaunch 簽訂合作發射 2029 年的 Starfall 微重力任務，提供日本電信公司 KDDI 及匈牙利電信資訊集團 4iG 星鏈 V2 之服務，中亞地區由哈薩克人工智慧暨數位發展部宣布 Beeline Kazakhstan 將推出的星鏈手機通訊服務，以及於英國國防部引進星鏈及星盾（Starshield）系統，為美國以外首個公開承認採用的國家。

註：以上為 SpaceX 近期新聞之彙整，相關新聞來源如下：

完整新聞資訊請見：
https://spaceflightnow.com/2026/09/01/spacex-to-launch-starlink-mission-from-west-coast/
https://www.sasgroup.net/newsroom/press-releases/2026/sas-completes-starlink-installation-across-entire-airbus-a320neo-fleet-in-just-six-months/
https://www.4ig.hu/4ig-group-spacex-starlink-mobile-sovereign-solutions-agreement
https://spaceflightnow.com/2026/09/05/live-coverage-spacex-to-launch-80th-starlink-mission-of-2026/
https://www.space.com/space-exploration/launches-spacecraft/spacex-starlink/group-15-24-launch-ocisly
https://www.austrianairlines.ag/en/2026/09/07/austrian-airlines-has-taken-off-for-the-first-time-with-starlink-high-speed-internet-on-board/
https://www.reuters.com/business/media-telecom/uk-deepens-reliance-musks-spacex-spending-nearly-40-million-satellite-services-2026-09-10/
https://space.commerce.gov/noaa-expands-use-of-commercial-satellite-data-to-enhance-weather-forecasting/
https://newsroom.kddi.com/news/detail/kddi_nr-1129_4677.html
https://www.nasa.gov/news-release/nasa-awards-launch-services-for-starburst-gamma-ray-detector/
https://www.nasa.gov/missions/station/commercial-crew/nasa-awards-spacex-three-crew-flights-to-space-station/
https://spaceflightnow.com/2026/09/19/live-coverage-spacex-to-launch-27-starlink-v2-mini-satellites-on-falcon-9-rocket-from-vandenberg/
https://exolaunch.com/news_160
https://www.satellitetoday.com/launch/2026/09/28/spacexs-starship-reaches-orbit-cuts-10-hour-mission-short-after-engine-issue/
https://www.satellitetoday.com/connectivity/2026/09/28/kazakhstan-population-gets-access-to-starlink-connectivity-through-beeline/
https://www.nasa.gov/news-release/nasa-sets-crew-13-launch-docking-coverage/

Rocket Lab

Rocket Lab 將與 MIT 的金星生命探索團隊合作，並統籌負責探測器、巡航及發射服務。（圖片來源：Rocket Lab）

Rocket Lab 在發射服務方面具高度穩定性，一連發射三趟日本合成孔徑雷達（SAR）衛星業者 Synspective 的 StriX 衛星任務，也進一步協助未具名的客戶部署地球觀測衛星入軌。此外，Rocket Lab 也將與麻省理工學院（MIT）的金星生命探索團隊合作，統籌負責探測器、巡航及發射服務，此次將由 Neutron 火箭執行發射，探測器則將使用自體螢光微粒分析儀，檢測雲層粒子中的有機物訊號，以探索可能與生命相關的化學特徵。

Rocket Lab 也進一步推出 IMM Apex 太空太陽能電池，其初始轉換效率為 31.5%、重量較常規減少 40%，並具抗輻射及溫度適應能力。此太陽能電池產品將不使用鍺基板，降低關鍵礦物供應限制，且相容既有機械與電氣介面，讓客戶無須大幅改造系統，有效降低客戶更換太陽能電池時的系統改造需求。

最後，Rocket Lab 近期透過 ATM（At – The – Market，市價發行 / 增資）發行約 2,930 萬股，募集約 19.44 億美元資金，作為收購衛星通訊業者 Iridium 的重要資金來源，Iridium 既有約 17.75 億美元貸款的控制權變更條款亦取得修改同意，取消了原先 36 億美元的過橋融資承諾。Rocket Lab 對外表示，此次收購所需資金已備妥，預計將於 2027 年中完成交易。

註：以上為 Rocket Lab 近期新聞之彙整，相關新聞來源如下：

完整新聞資訊請見：
https://investors.rocketlabcorp.com/news-releases/news-release-details/mission-success-rocket-lab-launches-94th-electron-mission
https://www.space.com/astronomy/venus/rocket-issues-delay-1st-ever-private-mission-to-venus-we-are-awaiting-neutron-readiness
https://rocketlabcorp.gcs-web.com/news-releases/news-release-details/rocket-lab-introduces-high-efficiency-solar-cell-reduce-reliance
https://rocketlabcorp.gcs-web.com/news-releases/news-release-details/rocket-lab-successfully-launches-16th-electron-mission-year
https://investors.rocketlabcorp.com/news-releases/news-release-details/rocket-lab-fully-funds-iridium-acquisition-including-completion
https://investors.rocketlabcorp.com/news-releases/news-release-details/mission-success-rocket-lab-launches-96th-electron-mission
https://www.synspective.com/news/13th_launch/

SES

SES 最後三顆 O3b mPOWER 衛星已由波音公司完成並交付。（圖片來源：SES）

SES 最後三顆 O3b mPOWER 衛星已由波音公司完成並交付，並於 9 月 13 日搭乘 SpaceX 的獵鷹九號火箭升空，預計將於 2027 年中投入服務。此次發射將使 O3b mPOWER 星系增至 13 顆衛星，進一步提升網路容量、韌性及服務涵蓋範圍，支援政府、企業、雲端服務與移動通訊等客戶。

此外，SES 與美國 Elveo Mobile 亦積極深化歐洲手機直連合作，規劃以 Elveo 衛星平臺、酬載及軟體建立歐洲低軌衛星製造與供應鏈。SES 也在盧森堡如火如荼地展開衛星製造廠房建設，設施容量達 1.6 萬平方公尺，並由 CDCL 與 Parc Luxite 參與建置，預計於 2028 年啟用，屆時將提供工程、製造及測試能力，支援 meoSphere 中軌網路，並透過酬載開發及衛星組裝、整合、測試參與 IRIS² 計畫。不僅如此，SES 在近期亦與英國泛歐衛星廣播、電視與電訊公司 Sky 簽署多年衛星容量續約協議，雙方合作自 1988 年開始，維持長期且穩固的夥伴關係。

SES 另推出 CORE 媒體傳輸管理平台，讓廣播及媒體業者以單一介面管理衛星、光纖及 IP 傳輸，即時訊號監看、網路效能資訊、自動化作業和備援，以及不綁定基礎設施的架構支援傳送路徑選擇等特點，友善提供業者開設頻道、拓展地區與調整發行模式之彈性。SES 亦將海事通訊服務拓展至荷蘭海事電子設備商 De Boer Marine，同樣於 9 月與其簽訂多年的海事通訊協議，提供多軌衛星及地面網路並於全球部署 FlexMaritime 海事服務，協助 De Boer 安裝設備、系統整合與管理，支援即時船舶監控、航線最佳化、遠端維修及船員福利等後續發展項目。

註：以上為 SES 近期新聞之彙整，相關新聞來源如下：

完整新聞資訊請見：
https://www.ses.com/news/news-flash/newsflash-ses-and-de-boer-marine-expand-collaboration-with-flexmaritime-deployment
https://www.ses.com/news/news-flash/sess-final-three-o3b-mpower-satellites-arrive-at-cape-canaveral
https://www.boeing.com/features/2026/09/delivery-of-o3b-mpower-satellites-set-to-complete-constellation-for-high-speed-service
https://www.ses.com/news/press-release/ses-launches-new-content-orchestration-and-hybrid-delivery-platform
https://www.ses.com/news/press-release/sess-final-three-o3b-mpower-satellites-successfully-launched
https://www.ses.com/news/press-release/ses-and-elveo-mobile-deepen-collaboration-to-advance-directtodevice-services-in
https://www.ses.com/news/press-release/ses-advances-satellite-manufacturing-facility-in-luxembourg
https://www.ses.com/news/press-release/ses-and-sky-sign-multiyear-satellite-capacity-agreement

產業資訊報馬仔
Industry Information

- 台灣逾九成對外通訊仰賴海纜　政府推動衛星通訊落地強化韌性
- Telesat 攜手 Cailabs 驗證 Lightspeed光鏈路與地面站　鎖定政府資料中繼
- Iridium 與古野電氣推出整合式海事安全終端　預計年底商用
- NASA 授予 Blue Origin 最高 7 億美元合約　建置火星通訊網路
- SoftBank 與 Sceye 完成日本 HAPS 試驗　機上運算延遲較雲端降低逾 40%
- Telesat 與 Farcast 完成共用孔徑天線測試
- ESA 簽署歐洲發射商挑戰計畫首批合約　扶植新創擴大發射供給
- Addvalue 獲得 500 萬美元新訂單　涵蓋太空及無線電業務
- 印度成功發射 EOS – 05 地球觀測衛星
- Planet 取得歐洲國防情報客戶七位數合約　提供衛星影像與專業服務
- Isar Aerospace 第二次試飛成功入軌　完成歐洲大陸首度民營商業軌道發射
- ArianeGroup 評估進一步提高 Ariane 6 產能　固體推進劑供應成主要瓶頸
- 歐洲四大電信商研議共組聯盟　競標歐盟衛星手機直連頻譜
- 英國發布新版太空策略　投入 78 億英鎊強化國防、通訊與太空自主能力
- 英國擬投資 3,000 萬英鎊擴建 SaxaVord 太空港　推動本土衛星發射
- 美國 FCC 擬開放逾 1,000 MHz 頻譜供衛星寬頻　涵蓋 12 GHz 與 42 GHz
- OECD 發布 2026 太空經濟概覽　政府投資仍是商業市場形成關鍵
- AT&T 攜手 Amazon Leo　整合低軌衛星強化企業與政府網路韌性
- Amazon Leo 追加 6 次 Ariane 64 發射　Arianespace 合約總數增至 24 次
- Loft Orbital、Marlan Space 擴建 Altair AI 衛星星座　投資 10 億美元增至 50 顆
- Eutelsat 與 Skynopy 合作開發 Global AKAR 軟體定義地面網路
- Firefly Aerospace 與 SSC 簽訂兩次瑞典 Alpha 發射
- Eutelsat 再向 Airbus 追加 229 顆 OneWeb 衛星　累計新造總數至 669 顆
- Thales Alenia Space 取得約 5 億歐元 IRIS² 酬載訂單　涵蓋 330 枚 LEO 衛星
- Airbus 正式啟動 IRIS² 首層至少 66 顆 LEO 衛星設計製造
- Eutelsat 重新採用 Arianespace　2027、2028 各執行 OneWeb 專用發射
- KT SAT 新一代高通量衛星選用 Ariane 6　AscendArc 打造 Ka 頻段 GEO 小衛星
- 工研院與資策會展示多軌衛星網路整合技術　降低海事通訊測試成本
- Iridium、德國電信與 Toyota 完成衛星語音訊息驗證　預計第四季商用
- 法國國防採購局委託 Airbus 與 Unseenlabs 建置新一代太空 SIGINT 系統
- 美國與國際夥伴簽署「寬頻全球衛星通訊」協議　強化全球安全通訊衛星系統
- 沙烏地電信商 stc 向 Astranis 訂購專屬衛星　強化國內通訊主控與備援
- Viasat 與 Space42 正式成立 Equatys　擬投資 10 億美元打造全球共享衛星網路
- 主要衛星營運商調整策略　結合國防、主權通訊與太空 AI
- 奈及利亞委託 Thales Alenia Space 製造新一代國營通訊衛星
- SWISSto12 攜手三菱電機拓展亞太衛星市場　供日本政府 GEO 通訊計畫天線合約
- Blue Origin 擴大與美國空軍研究實驗室合作　取得先進火箭引擎技術資料
- Elveo 攜手 Apex 在美設衛星工廠　擴大全球 D2D 星系量產能力
- ESA 雙衛星成功發射　FLEX 與 Sentinel – 3C 強化歐洲地球觀測能力
- ESA 與歐盟推動太空永續合作　發展在軌服務及衛星頻譜治理
- ESA 攜 Mistral 深化 AI 合作　推動歐洲自主可信任太空人工智慧能力
- Viasat 與波蘭 PGZ 簽署國防通訊合作意向書
- ESA 簽署 2,000 萬歐元 Low – LEO 合約　推動 IRIS² 下一階段安全通訊技術驗證
- Orange 與 Telesat 啟用歐洲首座 Lightspeed 閘道站　支援 225 顆低軌衛星部署
- Vantor 選定 EnduroSat 與 CACI　打造 24 顆 Pulse 影像衛星
- ESA 委託 ICEYE 與 Leonardo 規劃 EOGS　打造歐洲地球觀測體系
- Viasat 宣布 ViaSat – 3 F2 投入美洲服務　完成三顆衛星布局
- NTT 攜 Cailabs 研發次世代光學地面站　串接衛星、資料中心與全光網路
- 美國DIU 與太空系統司令部推動 GHOST – R　驗證 GEO 高解析太空偵察能力
- ESA 確認 Ariane 6 發射延誤　官方未證實渦輪幫浦問題
- 美國 NOAA 宣布 6,705 萬美元商業衛星資料合約獎勵金　強化天氣與太空天氣監測
- Planet 在柏林設歐洲首座衛星工廠　擴大 Pelican 在地製造
- Telesat 與挪威 Kongsberg 評估國防通訊整合
- Globalstar 擴充希臘 Nemea 地面站
- Amazon Leo 攜 Uztelecom 進軍烏茲別克　擴大偏遠地區衛星寬頻
- Eutelsat 完成波蘭鐵路 OneWeb LEO 測試　驗證衛星與地面網路切換
- Firefly Aerospace 在德州擴充月球載具無塵室
- Viasat 獲美國太空軍採購辦公室 MECS2 合約　為海軍陸戰隊提供多軌通訊服務
- ESA 攜 ClearSpace 推進 Phoenix 計畫　研發 GEO 衛星在軌延壽服務
- 歐盟擬制定自主進入太空行動方案　Kubilius 啟動歐洲「發射巡迴 Launch Tour」
- 夏普研發多網通用衛星天線　2030 年推終端設備降低專屬系統依賴
- Google 攜手 Planet 準備在軌 TPU 測試　驗證太空運算環境
- Saab 與 SSC、OHB Sweden 及 Ericsson 簽備忘錄　整合瑞典太空能力
- Starcloud 規劃太空比特幣挖礦　評估在軌運算設備利用率
- 歐盟強化太空威脅應變架構 STRA
- 美國太空軍評估商用天線服務強化衛星控制網
- Northrop Grumman 交付 21 顆 Tranche 1 傳輸層衛星
- 韓國 Nuri 號第 5 次發射擴大民間參與　第 8 次起擬全面移交發射操作
- Firefly Aerospace 與 Starcloud 合作測試月球軌道 AI 資料中心技術
- SIA 肯定 FCC 釋出逾 1,000 MHz 衛星頻譜
- Astranis 獲美國進出口銀行核准 4.68 億美元授信　擴大新一代 GEO 衛星產能

近期活動
Activities and Events

TASTI 2026 Global Space B2B Matching
全球太空產業商務媒合會
活動日期：2026 年 11 月 10 日（二）下午 14:30 – 16:30
活動地點：大台南會展中心 – 熱蘭遮 B 廳
（台南市歸仁區歸仁十二路3號）

台灣低軌衛星產業聯誼會聯絡人：孫亞婷　Email：sun11201120@itri.org.tw
台灣太空產業發展協會聯絡人：王子柔　Email：rosie.wang@tasa.org.tw
Website：https://tleosia.org | http://www.tsida.tw