

臺美聯手打造氣象預報巨星 福衛七號是防災、減災利器

文／潘云薇、圖／國家實驗研究院國家太空中心提供

「臺美聯手打造的氣象預報界國際巨星——福爾摩沙衛星七號」展覽，讓參觀民眾有認識、參與國家太空任務的機會，並了解這個新興產業其實離我們生活很近。

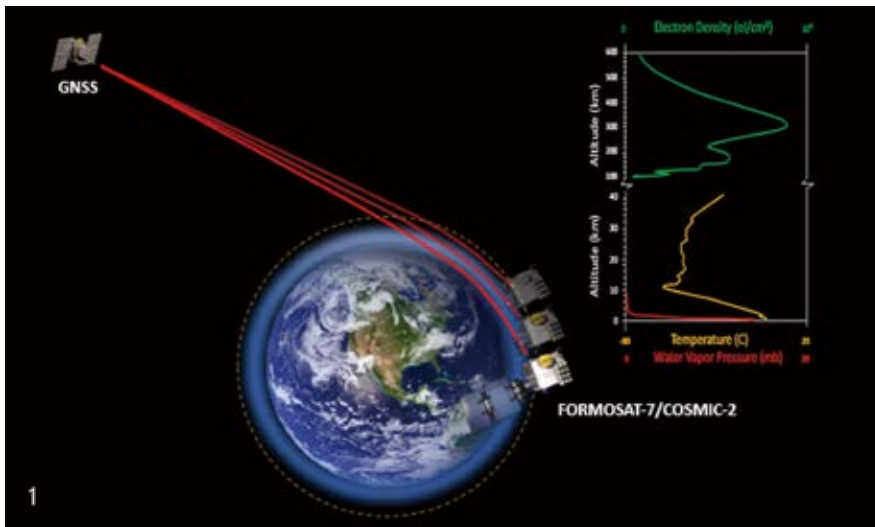


福爾摩沙衛星七號將負責衛星數值氣象觀測任務。

「飛向太空，倒數計時『5、4、3、2、1』，點火、發射！」由國家實驗研究院國家太空中心策劃，於國立公共資訊圖書館展出的《遇見看不見的 In 科學》系列展覽「臺美聯手打造的氣象預報界國際巨星——福爾摩沙衛星七號（FORMOSAT-7 / COSMIC-2，以下簡稱福衛七號）」，透過情境設計，帶參觀民眾回顧、感受2019年臺灣時間6月25日下午2點30分，在美國東岸佛州甘迺迪太空中心，福衛七號搭乘

美國太空探索科技公司（SpaceX）獵鷹重型火箭發射升空的歷史時刻。

眼前的1比1衛星模型，便是福衛七號。這是由太空中心與美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）共同執行，也是近年來臺美最大型的國際科學合作計畫。由太空中心負責系統設計、衛星本體、衛星操控系統發展，NOAA負責提供3組酬載儀器、發射載具，以及



1 福爾摩沙衛星七號無線電掩星技術示意圖。



2 電磁波經過不同介質路徑會產生偏折，就好比水杯中的筷子形成折射現象。

全球地面接收站，目標在建立高可靠度操作型的氣象衛星系統，以接續福爾摩沙衛星三號（以下簡稱福衛三號）氣象觀測任務，擴大天氣與太空天氣的監測效能，將對氣象預報準確度提供很大的幫助。

將天文掩星現象 運用在衛星氣象觀測

福衛七號是由 6 枚衛星組成的氣象衛星系統，搭載的任務酬載為全球衛星導航系統無線電訊號接收器（Tri-GNSS Radio occultation System, TGRS），並且攜帶 2 個科學酬載，分別是離子速度儀（Ion Velocity Meter, IVM）與無線射頻信標儀（Radio Frequency Beacon, RFB）。

福衛七號運用了先進的無線電掩星（Radio Occultation, RO）技術來進行氣象觀測。但什麼是「掩星」呢？太空中心系工組研究員、福衛七號星系計畫系工經理、也是福衛三號星系計畫主持人方振洲博士說明，它源

自於一種天文現象，指一個天體在另一個天體與觀測者之間通過而產生的光學遮蔽現象。例如日蝕便是當月球運行到太陽與地球之間時，人類從地球上觀測，產生月球遮住太陽的景象；衛星科技將天文掩星現象的原理應用在氣象觀測，發射無線電訊號的美國全球定位系統（Global Positioning System, GPS）、俄國全球導航衛星系統（GLObal NAVigation Satellite System, GLONASS）就好比是太陽，福衛七號負責接收無線電訊號的 TGRS 則如同觀測的人類的眼睛，而地球猶如日蝕現象中的月球，當地球位於 GPS、GLONASS 與福衛七號 TGRS 之間，便會產生人造掩星現象。

由於無線電訊號是一種電磁波，走的是直線，GPS、GLONASS 發射訊號時，原本會被地球遮蔽、阻擋，但因為電磁波經過不同介質路徑會產生偏折，就好比放入水杯中的筷子，光從空氣進入水中形成折射現象，讓筷子看起來好像斷成兩截。方振洲說，無線電掩星技術



6枚福爾摩沙衛星
七號組成星系。

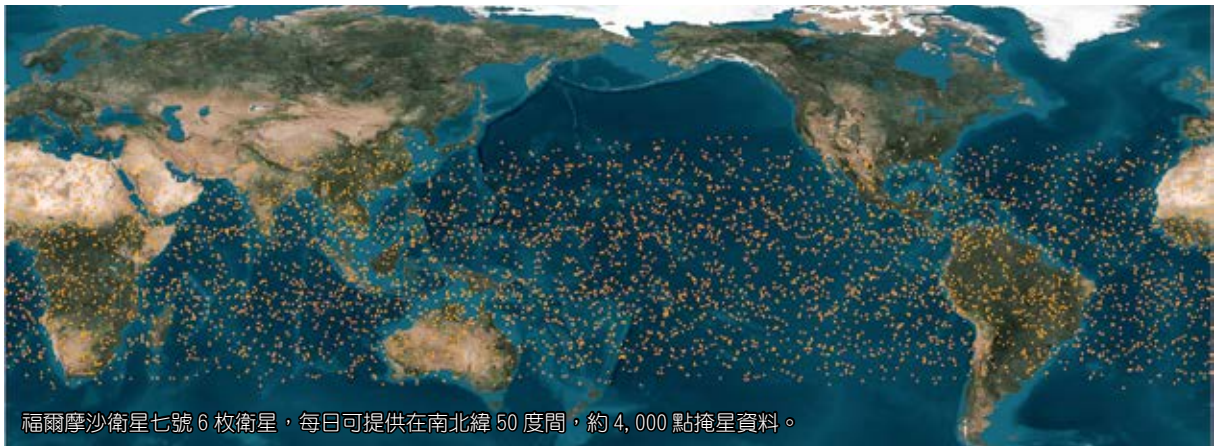
便是指 GPS、GLONASS 發射訊號，從太空經過地球大氣層與電離層時，會產生折射轉向、變慢、減弱等現象，當福衛七號 TGRS 接收到這些偏折訊號時，就能反過來推算地球上空的溫度、氣壓、溼度，以及電子密度等數據的剖面垂直分布資訊，可用於分析天氣、颱風、西南氣流、或甚至太空天氣。

氣象觀測資料 有效提升預報準確度

天氣影響了人類的生活與活動。近年來，全世界正面臨全球氣候變遷的挑戰，其中颱風預報主要仰賴海面觀測資料，過去因海洋無法架設氣象站，也難以施放氣象探空氣球，導致獲得資料有限；但福衛七號量測資料不受陸地或海洋的地形限制，也不受天候影響，對於天氣預報、氣候觀測及太空天氣監控有很大的助益，可降低天然災害對民生的危害。方振洲指出，福衛七號與福衛三號同樣是利用無線電掩星技術來增進氣象預

報準確度；不過福衛七號能提供更多的氣象觀測資料，由 2,000 點增加至 4,000 點以上，並特別加強中低緯度地區的觀測效果，不僅對熱帶及副熱帶水氣分布研究有助益，更能提升颱風、梅雨及劇烈天氣豪大雨預報的準確度。

除此，福衛七號的科學酬載儀器 IVM 及 RFB，也將用來進行先進太空天氣科學實驗。IVM 有兩種實地量測功能，一是可推導出離子的溫度與直線速度，再來是可推測出離子的入射角度，IVM 沿者衛星軌道實地量測的資料，可提升 TGRS 的準確度，是探測太空天氣的最佳利器；而電離層是無線電訊號傳達到地面站的必經介質，當電離層狀態不穩定時，訊號傳輸將會失真，臺灣上空便是電離層的不穩定區，常引起通信不清楚，以及衛星導航與定位誤差，甚至引起通訊系統中斷，科學團隊在亞太地區設置多個地面站，可接收由 RFB 所發布的電波，並做資料分析，可得到電離層異常區的分布情形。觀測資料



福爾摩沙衛星七號 6 枚衛星，每日可提供在南北緯 50 度間，約 4,000 點掩星資料。

將提供中央氣象局納入數值預報系統，提升國內氣象預報準確度及颱風路徑、強降雨等劇烈天氣預測的準確度。

研發自主衛星 有助了解颱風形成結構

在臺美合作計畫中，還有 1 枚由臺灣自行研發，兼具在軌備用與技術實證用途的自主衛星「獵風者號 (Triton)」，也預計於 2020 年完成發射整備作業，2021 年發射升空。除了搭載全球導航衛星系統訊號反射接收機 (Global Navigation Satellite System-Reflectometry, GNSS-R) 外，更多國產衛星關鍵元件也會隨其升空，進一步提升臺灣太空科技實力。方振洲指出，獵風者號除可增加福衛七號星系系統的任務可用度，並可作為衛星研製航電與導航關鍵技術的太空實證平臺，為後續相關太空任務的需要做準備。

獵風者號雖然也是氣象衛星，但觀測氣象方式與福衛七號不同，主要是透過 GNSS-R 接收 GPS 的直射訊號和來自海面的 GPS 反射訊號，來比較兩種訊號的強度和結構差異，推算出波高及海面風速等資料，可藉由蒐集海面風場資訊，了解颱風形成結構，提高颱風強度與

路徑預測的準確性。未來升空後，將配合福衛七號，提供更全面、精確的氣象觀測資料。

太空最精準溫度計 由福衛七號接棒擔綱

自 2006 年 4 月 15 日發射迄今，福衛三號是舉世公認「最精準的太空溫度計」，氣象觀測資料免費公開給超過 88 個國家近 4,000 多個科學家或氣象單位使用，相當於替臺灣做了 13 年的國民外交，提升我國在掩星數值氣象觀測的國際地位和重要性。福衛七號等於是福衛三號的進化版，將接棒氣象觀測任務，未來加上獵風者號，功能將更強大，提供更即時、精密的氣象預報。

展場以福衛七號影片回溯這 6 枚衛星在太空中心廠房 1,000 多個日子的點滴，並以《獻給遠行的孩子》紀錄片給予期待與祝福，也為臺灣對全世界氣象科技發展的貢獻加油喝采。◎

「臺美聯手打造的氣象預報界國際巨星——福爾摩沙衛星七號」

時間：2019 年 7 月 3 日 (三) ~ 10 月 27 日 (日)

地點：國立公共資訊圖書館總館二樓數位美術中心 (週一休館)