



國家太空中心 第三期國家太空科技發展長程計畫

2019年8月



NSPO 國家實驗研究院
國家太空中心
National Space Organization

- 「太空科技與工程」學程(台灣聯合大學系統)

設置規劃書及跨校學程修習辦法

http://www.ss.ncu.edu.tw/STEP.html?fbclid=IwAR1fqjrFVFWwzEu-Xo8JtveBKX5Ta_RW65_qQwnoyfapKVzKsgitOhzTUMk

- 碩博士合作養成計畫 (今年底)

- iCASE2019 立方衛星競賽 (11月)

http://www.nspo.narl.org.tw/iCASE/2019/cubesat_mission_design_contest.shtml

人才招募計畫



臺灣太空科技人才招募中

JOIN OUR TEAM

相關科系: 電子、電機、機械、通信、資訊、光電、土木、大氣科學
、工業工程、自動控制、物理、航太、動機等碩士以上學歷。

連絡人: 陳小姐 E-mail : job@nspo.narl.org.tw

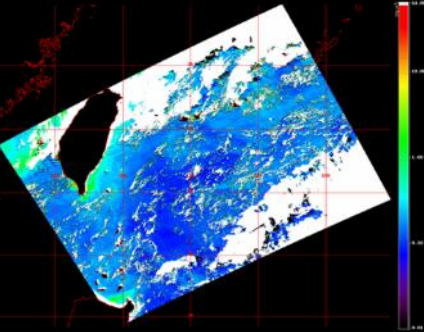
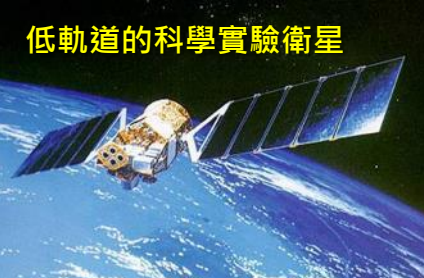
聯絡人：陳小姐 E-mail : job@nspo.narl.org.tw

與交通、清華、中央大學籌備「太空科技與工程」學程，預計於108年9月開辦

臺灣太空一期計畫(1991~2006)

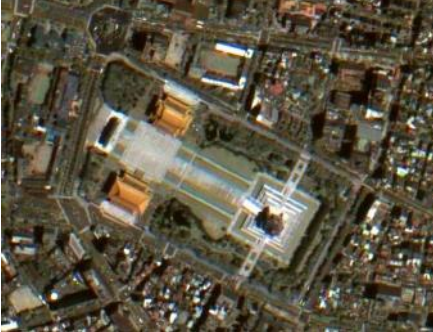
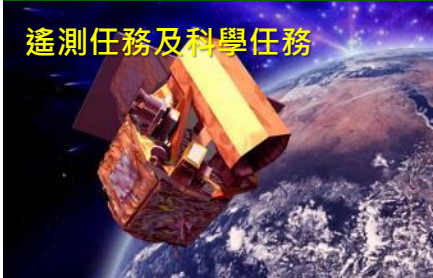
建置基礎能量

福衛一號
低軌道的科學實驗衛星



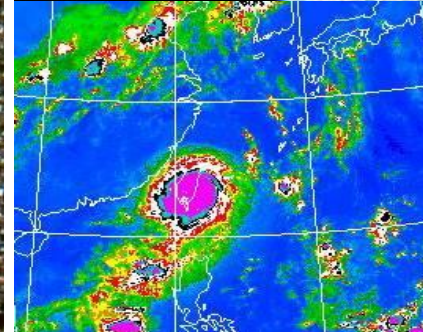
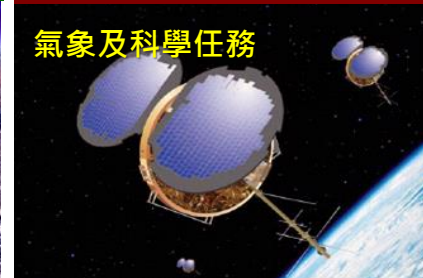
1999年1月- 2004年6月

福衛二號
遙測任務及科學任務



2004年5月 - 2016年8月

福衛三號
氣象及科學任務



2006年4月 ~

基礎設施



臺灣太空二期計畫(2004~2018)

承諾·熱情·創新

建立初步自主太空研發能量

福衛五號

遙測任務及科學任務



2017年8月~

This block features a blue header with the satellite name '福衛五號'. Below it, the text '遙測任務及科學任務' is displayed. The main image shows a 3D model of the satellite in orbit above Earth, with a satellite image of a river delta below. The footer contains the date '2017年8月~'.

福衛七號

氣象任務及科學任務



2019年~

This block has a green header with '福衛七號'. The text '氣象任務及科學任務' is shown above an image of a satellite constellation around Earth and a global map. The footer indicates '2019年~'.

探空火箭

科學研究



1998~2014(10枚)

This block has a dark red header with '探空火箭'. The text '科學研究' is above an image of a rocket launch. The footer shows '1998~2014(10枚)'.

關鍵元件



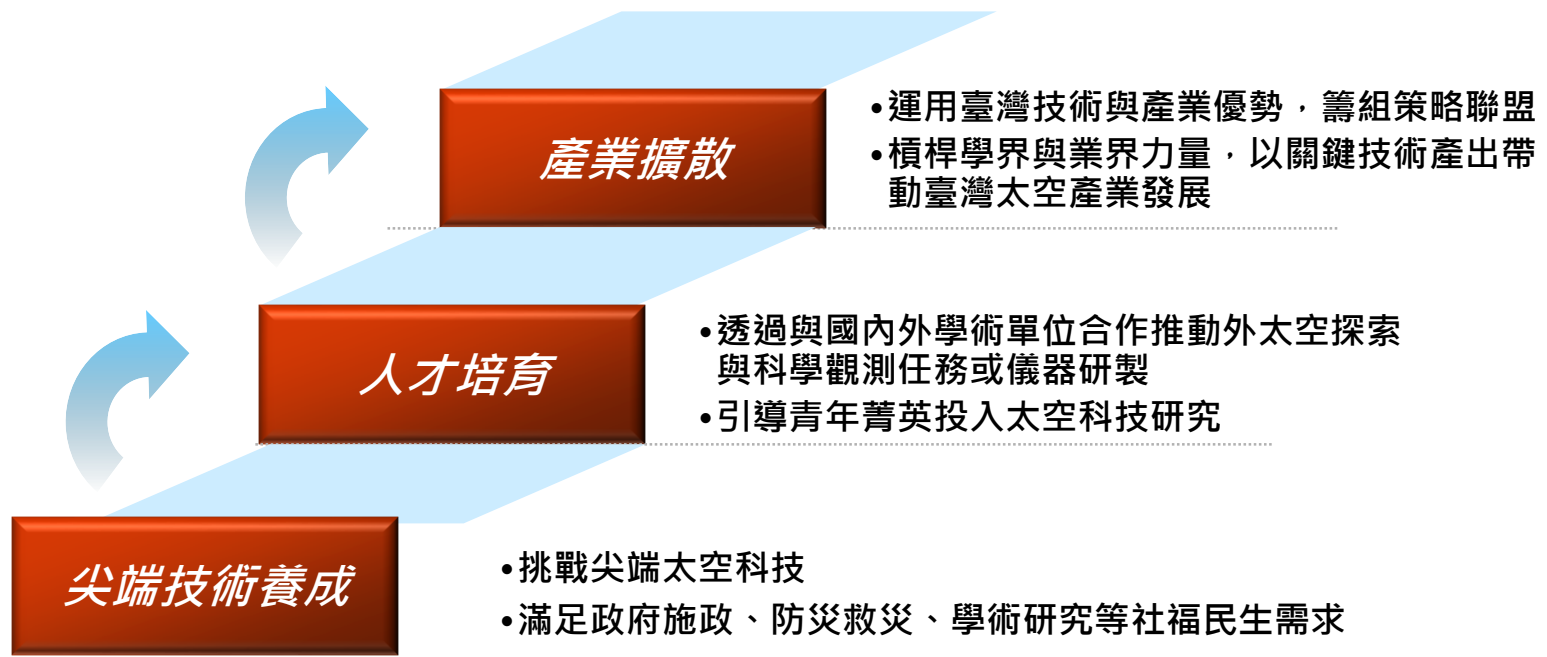
This block has a dark red header with '關鍵元件'. It contains four images of various space-related components and hardware.

第一、二期系列衛星科學酬載儀器

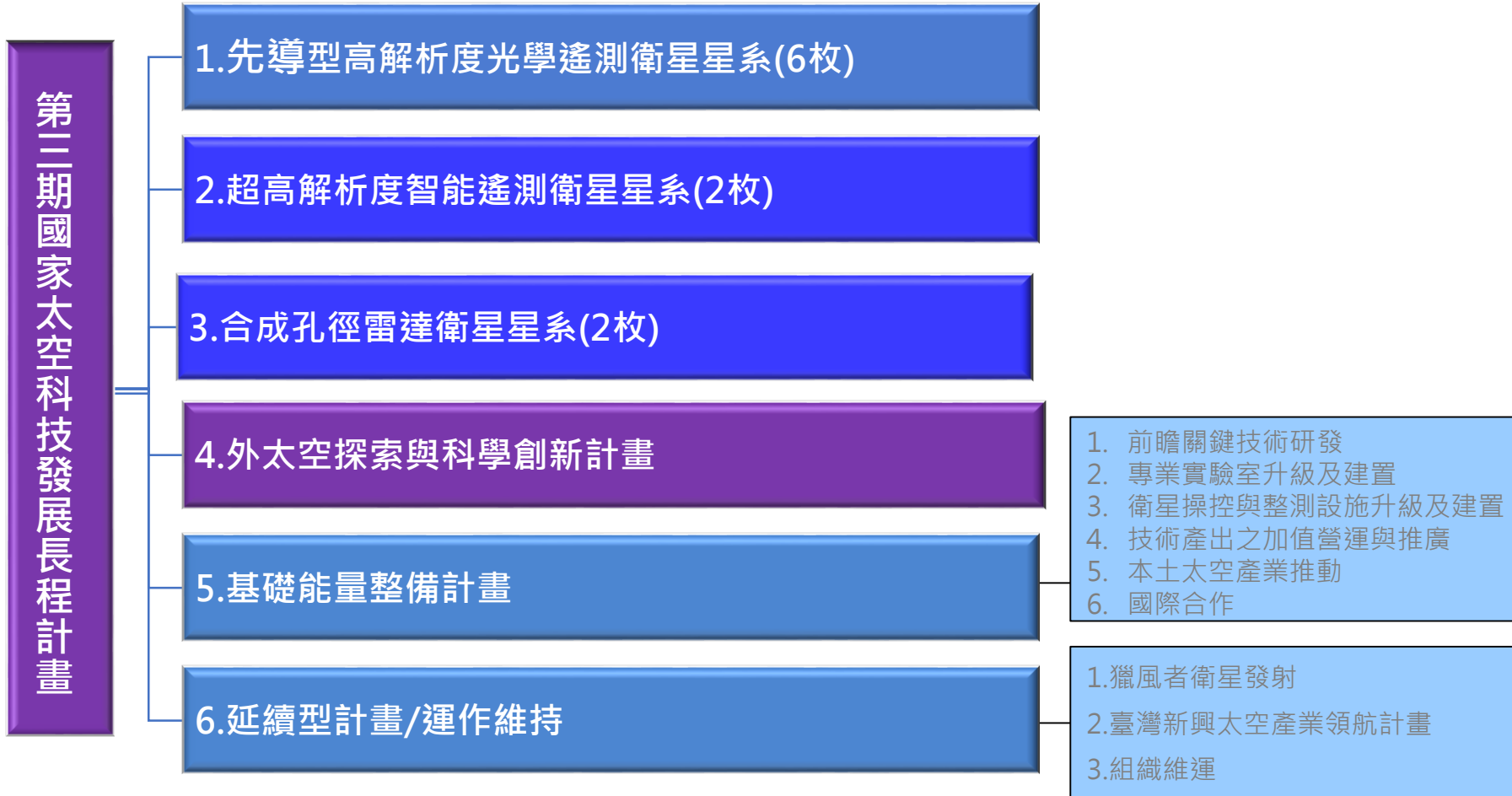
項目	福衛一號	福衛二號	福衛三號	福衛五號	福衛七號
衛星任務	科學實驗(600公里)	地球遙測/科學(891公里)	氣象星系/科學(700~800公里)	地球遙測/科學(720公里)	氣象星系/科學(520~550公里)
衛星重量	401公斤	760公斤	62公斤	450公斤	300公斤
科學酬載儀器	<ul style="list-style-type: none"> ● 海洋水色照相儀(OCI) <ul style="list-style-type: none"> ✓15公斤 ✓33瓦(尖峰)；20瓦(平均) ✓33×35×38公分；體積小於28公升 ● 電離層電漿電動效應儀(IPEI) <ul style="list-style-type: none"> ✓9.26公斤 ✓10瓦 ✓感應器：19公分×46.99公分×41.9公分 ✓主控器：12.8公分×27.9公分×13.9公分 ● 通訊實驗酬載(ECP) <ul style="list-style-type: none"> ✓18.43公斤 ✓33瓦(尖峰)；20瓦(平均) ✓詢答器：由20個微波單元組成，分散於酬載轉接器兩邊天線；接收天線直徑20.3公分，發射天線直徑25.4公分 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高空大氣閃電影像儀(ISUAL) <ul style="list-style-type: none"> ✓36.44 kg ✓37瓦 ✓尺寸：3個儀器+1個合成電子元件，分成4個blocks，然後分別組裝上衛星 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小型電離層光度計(TIP) <ul style="list-style-type: none"> ✓1.77公斤 ✓9瓦  ● 三頻段信標儀(TBB) <ul style="list-style-type: none"> ✓1.85公斤 ✓11.6瓦  ● 全球定位系統氣象量測儀(GOX) <ul style="list-style-type: none"> ✓5.47公斤 ✓25.7瓦  	<ul style="list-style-type: none"> ● 先進電離層探測儀(AIP) <ul style="list-style-type: none"> ✓5公斤 ✓5瓦 ✓尺寸：sensor:10公分×10公分×10公分 ✓SPEU :18公分×18公分×6公分  	<ul style="list-style-type: none"> ● 離子速度儀(IVM) <ul style="list-style-type: none"> ✓4.2公斤 ✓4.5瓦 ✓尺寸：aperture plate, 30×40×1 (cm); electronics box, 28×16×13.5 (cm) ● 無線電射頻信標儀(RFB) <ul style="list-style-type: none"> ✓BEU shall not exceed 1.8 kg, AU mass shall not exceed 3.6 kg. ✓25瓦 ✓尺寸：BEU shall be less than 10.3 cm (L) x 16.8 cm (W) x 8.7 cm (H). ✓AU with dimensions that do not exceed 25.7 (dia) x 35 (height) (cm).

臺灣太空三期計畫目標(2019~2028)

承諾·熱情·創新



第三期太空計畫



臺灣太空三期計畫時程



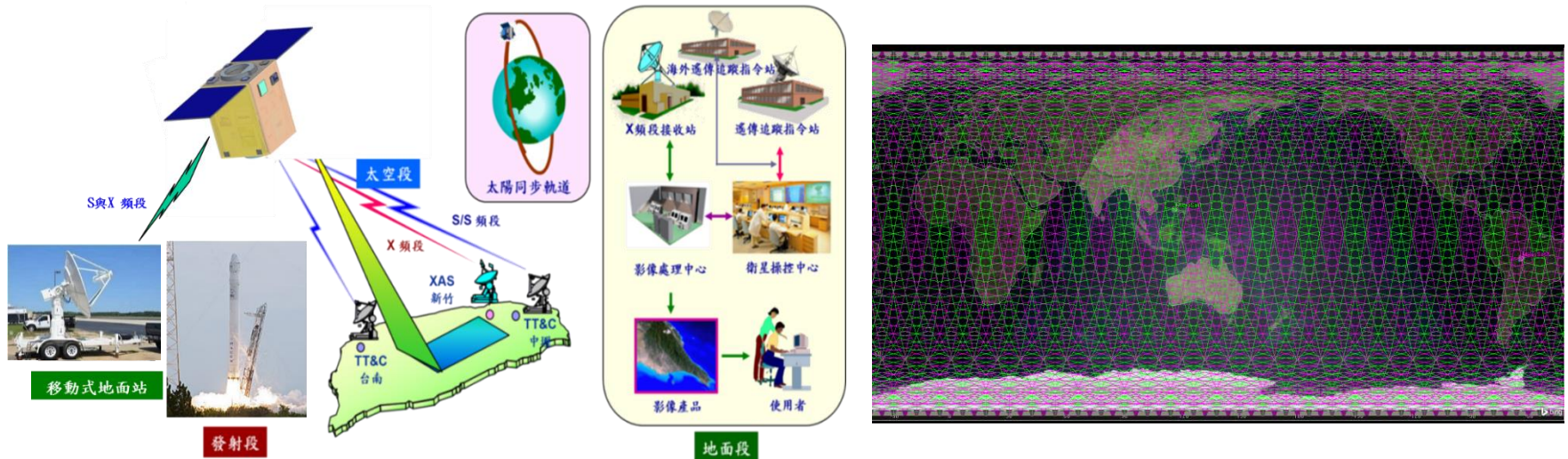
一、先導型高解析度光學遙測衛星星系 (福衛八號)

報告人：陳嘉瑞 計畫主持人

- 計畫目標
- 執行策略
- 性能精進
- 衛星設計
- 自主關鍵元件發展
- 學界合作項目
- 科學酬載介面需求(初稿)

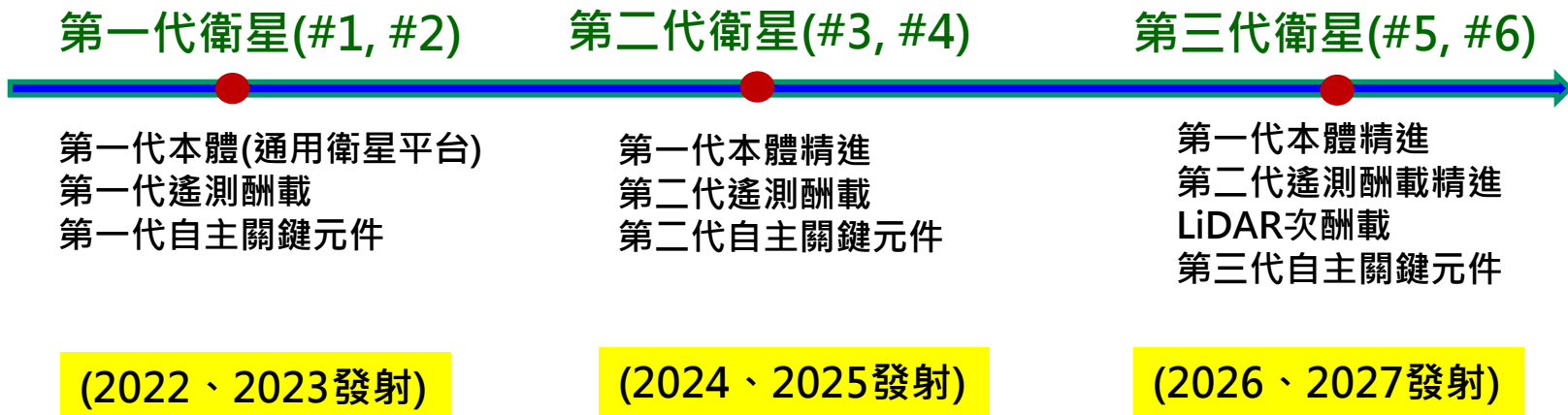
計畫目標

- 發展通用衛星平台，驗證所研發國產關鍵元件；以6枚先導型光學遙測衛星(米級解析度) 佈建星系軌道，滿足國家安全、災害防救等需求。
- 光學遙測衛星星系具備高解析度與每日多次再訪能力，可提供高觀測頻率與全球涵蓋之衛星影像及動態監測資訊並建立高解析立體影像圖資，以及影像直送功能。



執行策略

- **建立台灣第一顆通用衛星平台(快速研發):** 發展商規/軍規零件為主的高效能衛星平台，滿足未來國家太空任務衛星需求，快速傳承與更新以滿足三期任務衛星需求。
- **建立台灣太空產業供應鏈(帶動產業):** 整合國內產學研界，透過通用衛星平台的飛試驗證，逐步達到關鍵元件全面自主，擺脫國外輸出許可限制。
- **建立台灣太空元件驗證平台(驗證環境):** 除太空中心本身所提供的各項環境測試外，針對太空輻射環境需求，已整合長庚醫院質子暨放射治療中心、原子能委員會核能研究所、清華大學加速器實驗室及中研院物理所共同執行。
- **創新研發 (傳承與創新):**



執行策略(續)

- **客製化服務(台灣優先):** 針對台灣政府與社福民生需求，融入特殊設計(如軌道、取像地區、即時性、再訪率、影像直送、光譜、解析度 ...)
- **執行效率提升(打通瓶頸):** 藉由通用衛星平台可縮短衛星研發期程，同時經由關鍵元件國產化的過程，可逐步降低外購元件交期冗長及輸出許可不確定性的衝擊。建立元件發展、次系統與系統發展量化指標，定期追蹤與控管。
- **風險控管1+1(降低風險):** 考量10多項首次自主研發元件同時運作，風險高。首次飛試的自主關鍵元件盡可能搭配有飛行經驗的元件當成備援，以降低風險。



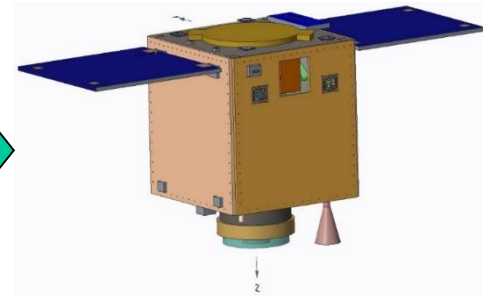
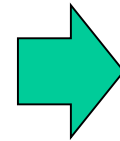
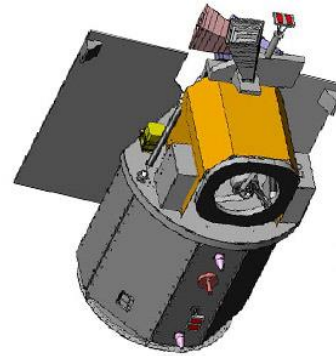
© Can Stock Photo - csp20514218



性能精進

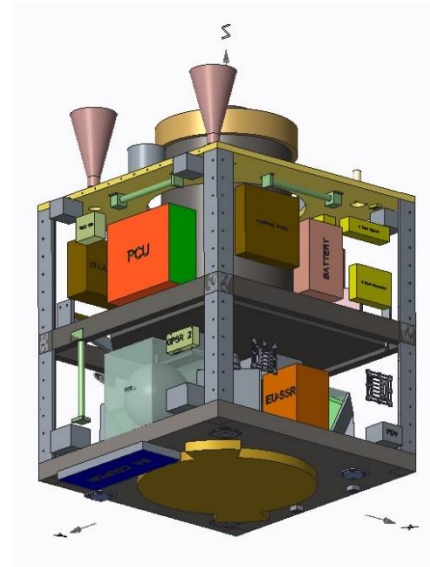
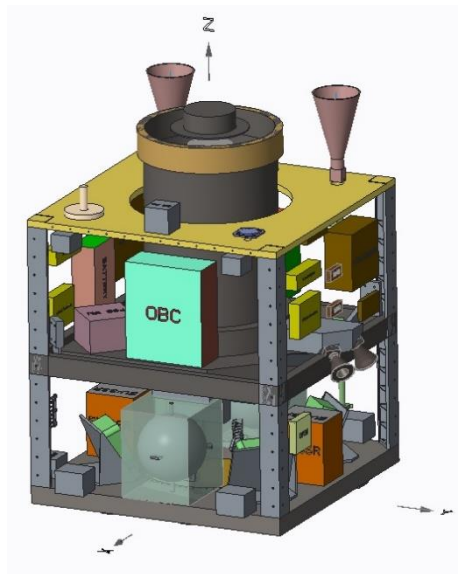
福衛五號 VS 先導型光學遙測衛星

- 重量更輕: 70%
- 指令上傳速度: >7倍
- 影像下傳速度: >3倍
- 推進效率: 2倍
- 姿控速率(agility): >3倍
- 姿控精度(accuracy): >2倍
- 飛行軟體: 可全面更新(不只code patch)



衛星設計

- 2017.6.14完成MDR設計審查 (旗艦計畫 – 微小衛星)
- 2017.12.14完成SDR設計審查 (旗艦計畫 – 微小衛星)
- 2018.11.29完成PDR設計審查 (旗艦計畫 – 微小衛星)
- 預計2019年底召開CDR設計審查
- 目標2022年開始每年發射一枚衛星(共六枚)



自主關鍵元件發展



PCU PDM EBB2 Layout



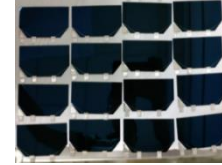
OBC EBB數位板



EU電子單元



X頻段發送器



太陽能晶片



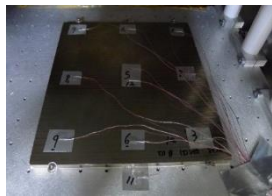
太陽能板



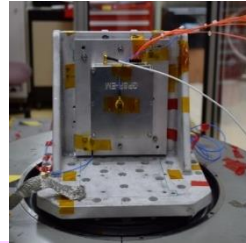
隔振元件原型體



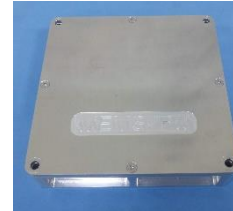
TEC熱電致冷器



PCM相變化熱控模組



GPS衛星導航接收機



MEMS IRU



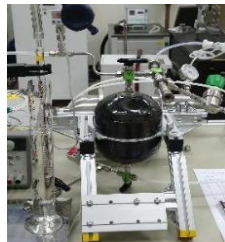
星象儀實驗



反應輪



RCS-推進器模組



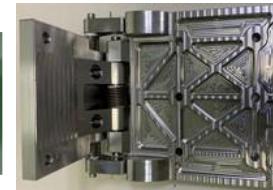
RCS-燃料槽



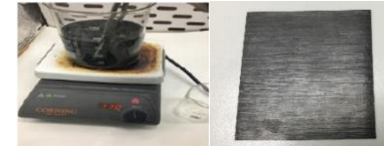
RCS-燃料流動控制及監控



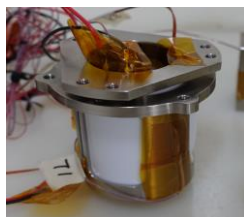
X-band天線



太陽能板展開機構



超低吸溼碳纖複材樹脂調製



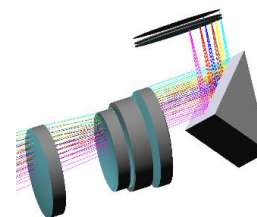
光學調焦機構



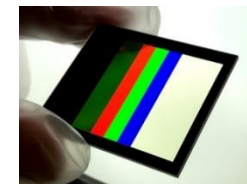
主/次鏡完成酸洗減重



修正透鏡組



光學濾光片



FPA聚焦面組合

學界合作項目(一)

承諾·熱情·創新

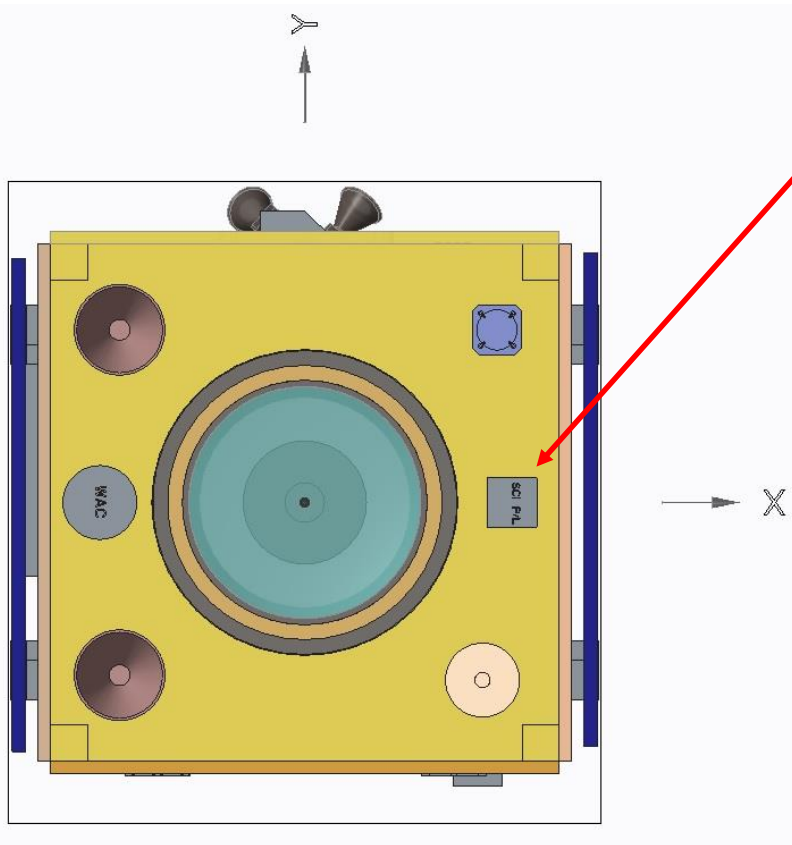
	ID	分類	項目名稱	備註
福衛八號	1	姿控技術	備援姿態估測器發展計畫	已完成
	2	姿控技術	姿態控制軌道推算技術研發與分析	已完成
	3	姿控元件	星象儀雛形體研製	已完成
	4	姿控元件	三五族單晶片光纖陀螺儀	已完成
	5	影像處理	影像核函數估算演算法發展研發	已完成
	6	影像處理	多源感測器及動態影像精準對位研究案	進行中
	7	影像壓縮	光學遙測影像資料壓縮編碼實作	進行中
	8	影片壓縮/辨識	光學遙測影片壓縮及移動物件辨識研發	進行中
	9	姿控元件	光學遙測衛星用反應輪雛形體研製	進行中
	10	姿控元件	自主星象儀精確星錄建置研發計畫	進行中

學界合作項目(二)

承諾·熱情·創新

	ID	分類	項目名稱	備註(預計啟動)
福衛八號	11	推進元件	HAN基綠色燃料觸媒之研究	2020或2021
	12	推進元件	表面張力型綠色進燃料槽研製	2020或2021
	13	推進元件	推進元件與過氧化氫相容性與表面處理之研究	2020或2021
	14	光達元件	近紅外感測器	2020或2021
	15	光達元件	雷射光源	2020或2021
	16	智能辨識	人工智能辨識影像物件	2020或2021
	17	影像處理	超解析即時影像處理	2020或2021
	18	太空輻射	太空環境分析、輻射偵測、零件保護	2020或2021
	19	姿態控制	高機動性姿態控制技術研發	2020或2021
	20	姿控元件	雙頻GPSR研製	2020或2021
	21	通訊模組	高速通訊(光通訊、Ku or Ka band通訊)研製	2020或2021
	22	科學酬載	科學任務	2020 或 2021

科學酬載介面需求(初稿)

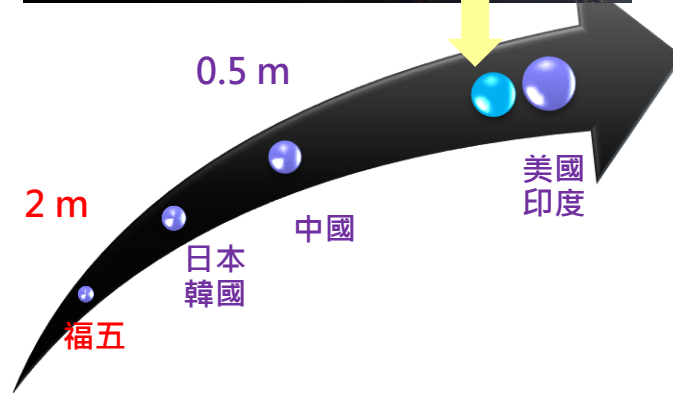
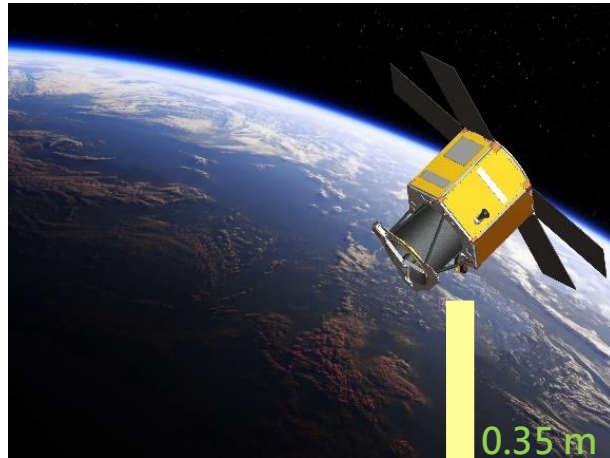


- 前兩枚衛星因在發射載具不確定性, 有下列空間與重量限制, 後續可增加。
 - 150(L)x100(W)x100(H) mm³
 - Mass: 2 Kg
 - 電力消耗 : 5W
 - Duty cycle : 36% /每軌
 - CMD/TLM介面 : UART RS422
 - 科學資料傳輸 : Spacewire
 - 科學資料儲存容量 : 2 Gbits
- 可能的科學任務: 天文觀測、地球物理、輻射環境偵測...
- 預計衛星發射時間: 2022、2023、2024、2025、2026、2027
(科學酬載預計2020 或 2021啟動)

二、超高解析度智能遙測衛星星系

報告人：林喆 計畫主持人

超高解析度智能光學遙測衛星



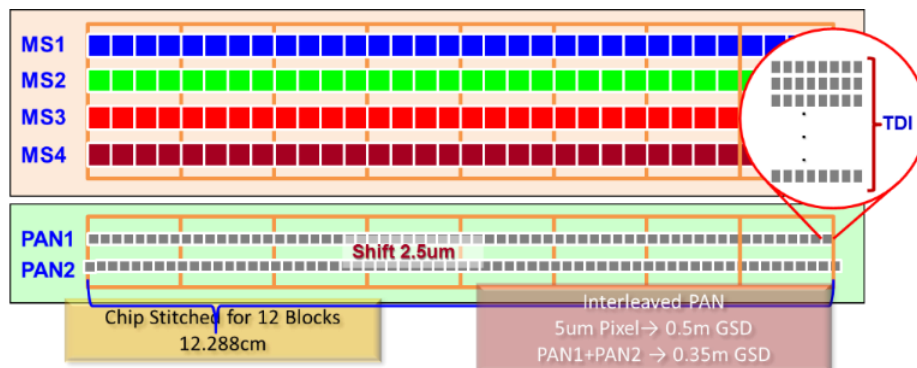
Key Parameter	超高解析度 遙測衛星星系	Formosat-5
Orbit	510 km (SSO)	720 km (SSO)
Weight	< 350 kg	460 kg
Size	1.4 m Height	2.6 m Height
Mission life	5 yr after LEO	5 yr after LEO
GSD	0.35 meter (PAN) 2 m (MS)	2 m (PAN) 4 m (MS)
Swath	12 km	24 km
Bands	2 PAN + 4 MS ; SWIR	PAN + 4MS
SNR	80 (TBR)	≥ 83

主酬載_超高解析度光學遙測酬載

- 輕量化小衛星
- 提供優於 0.35米超高解析度影像
- 人工智能增進任務性能
- 國產大尺寸32階TDI CMOS影像感測器
- 國產SWIR 影像感測器
- 高速傳輸 X-band 下傳系統，速度目標 800Mbps。
- 國產大尺寸Korsch 鏡面

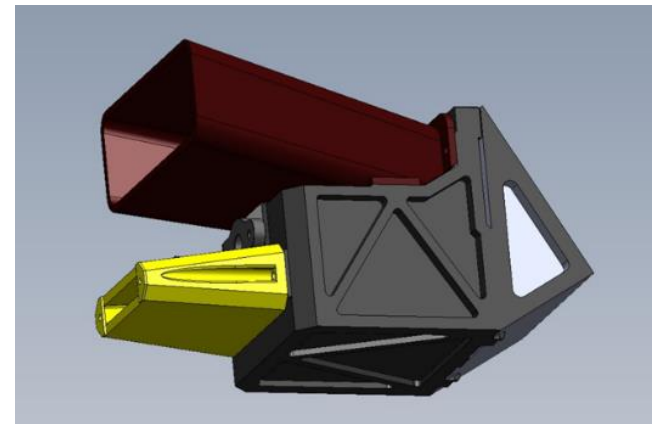
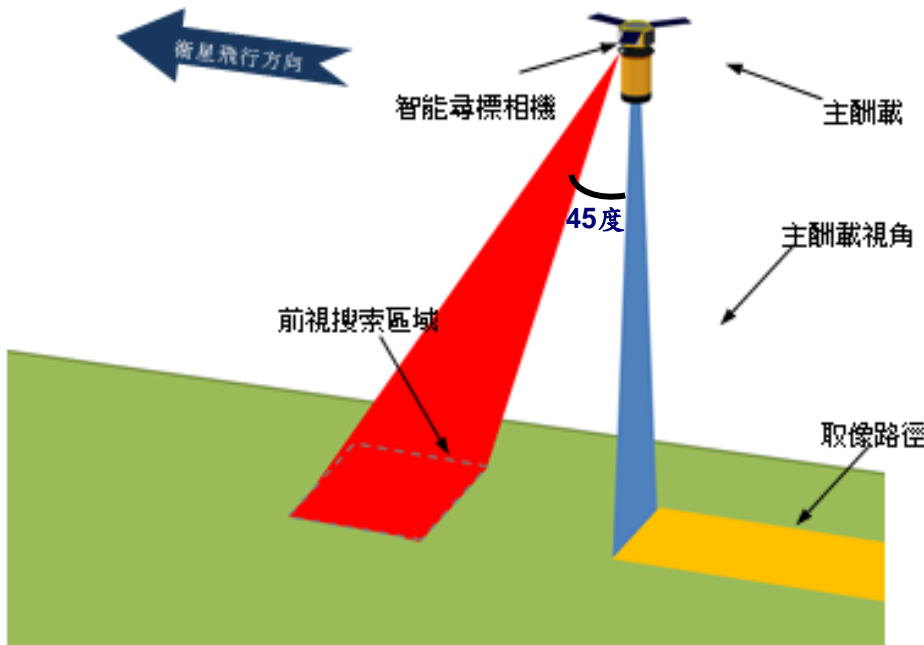
模擬之次米產出影像

SR Image, SSIM = 0.98985

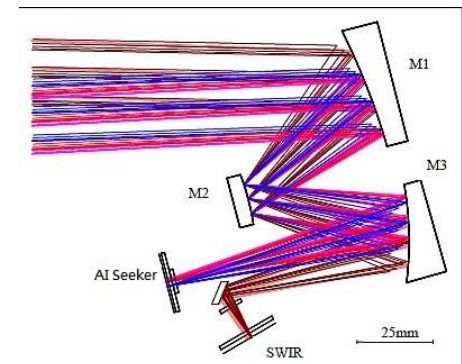


次酬載: 智能尋標系統與SWIR相機

- 計畫提議次酬載採用**智能尋標相機**搭配**SWIR相機**組成科學酬載平台，兩者共用同一光機及鏡頭，有效減低重量及空間需求。



光機及鏡頭示意圖



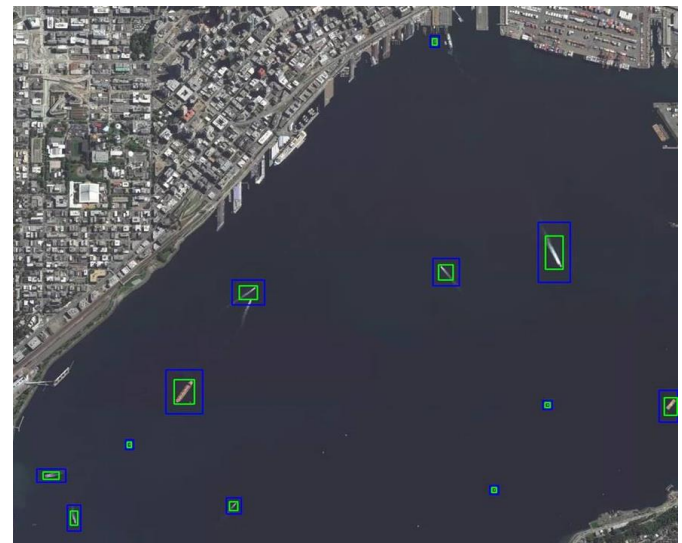
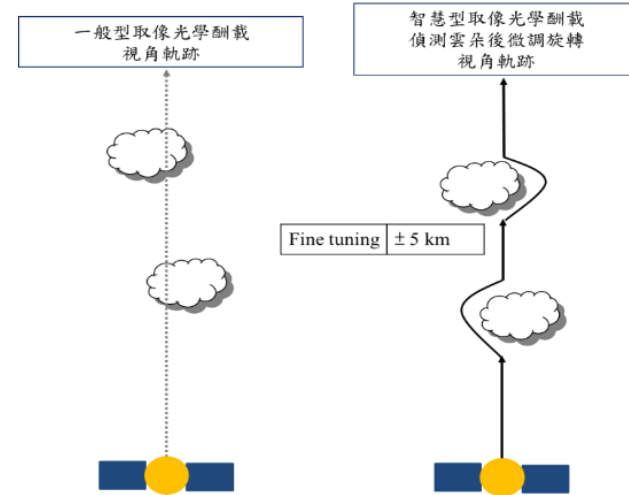
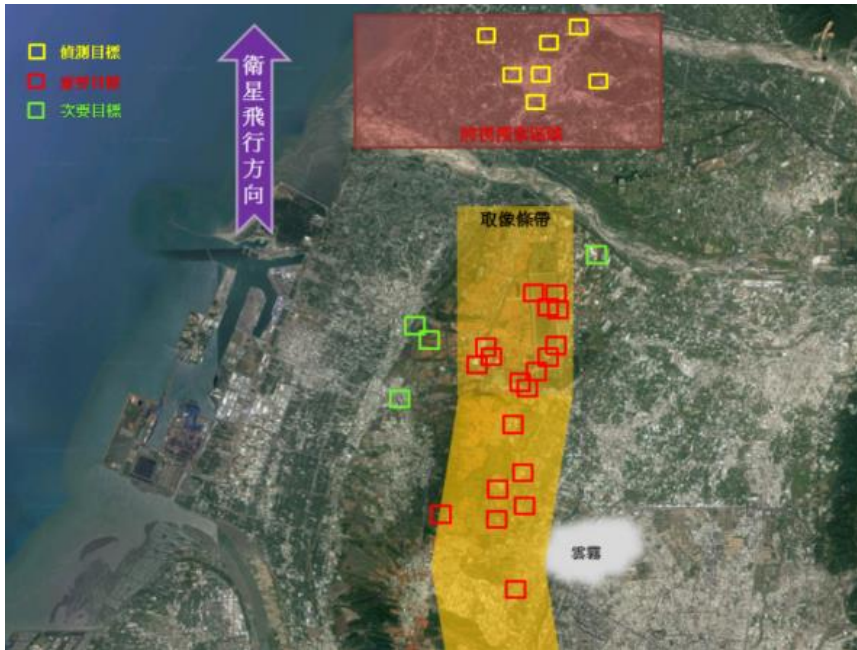
TMA光學系統架構中以分光的方式，同時配備AI Seeker及SWIR影像感測器的示意圖

次酬載: 智能尋標系統與SWIR相機

次酬載 操作模式	提供任務與規格
1. Seeker 前置拍攝	避開雲層，增進遙測任務效益 • 人工智能分析
2. Seeker 前置拍攝	海難搜救，拍攝海面可疑區域 • 人工智能分析
3. 正對地	SWIR平台 • 頻段 0.9 ~ 1.7um, 3 波段 • GSD: 30m
4. 正對地	海上船隻監視 • 人工智能分析
5. 正前視	天文觀測 • IFOV: 1.8 arcsec 人工智能分析

次酬載: 智能尋標系統

智能尋標輔助系統於光學遙測衛星前視
 辨識有價目標
 以輔助衛星規劃實際取像路徑



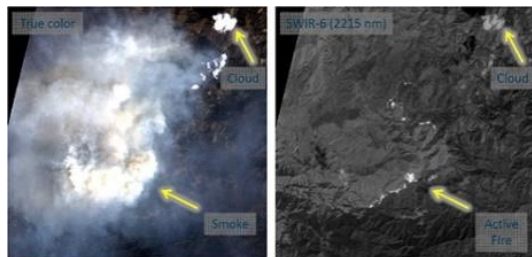
AI 海上船隻監視

SWIR 應用範圍

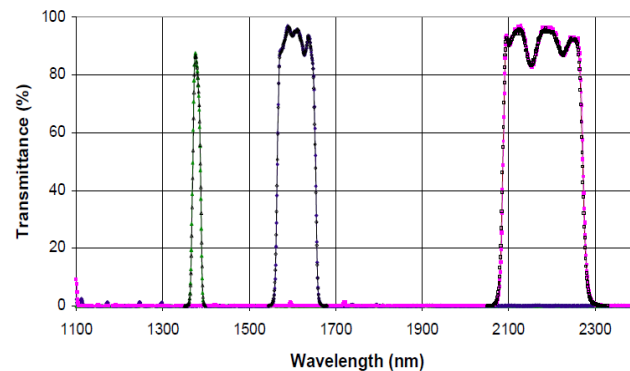
- 台灣目前日益嚴重的PM2.5霾害和濃煙，有必要對固定和移動污染源作調查和追蹤。
- SWIR影像對於雲霧具有高穿透力等特性，廣泛應用於森林資源及森林火災的偵測、太空上多光譜的量測、對高溫發熱熱源的偵測以及軍事上飛彈的警告系統等。
- SWIR波段的使用，若有需求，也能夠藉由帶通濾光片區分為二至三個波段 (例如歐洲ESA的Sentinel-2遙測衛星即將SWIR分為1.375 μm 、1.6 μm 及2.2 μm 三個波段) 進行SWIR光學遙測，藉由不同帶通波段的特徵比對更進一步增強對目標的特徵辨識能力。



可見光波段能夠辨識火災產生的煙霧，而SWIR波段具有穿透煙霧的特性，並且能夠偵測出火災發生地點的熱源



SWIR波段具有穿透雲霧的特性



歐洲ESA的Sentinel-2遙測衛星的三個SWIR遙測影像波段

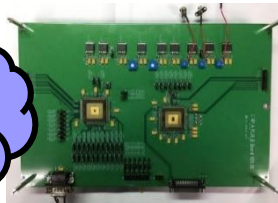
學界合作項目

- 人工智慧應用於衛星任務
- 人工智慧在電腦讀圖
- SWIR 應用
- 3D CMOS IC
- Smart Sensor
- 科學酬載
 - 電力: 第一枚 5W average · 第二枚 12W average
 - 重量: 第一枚 2kg · 第二枚 5kg
 - Orbit: 510k Sun Sync
 - 預計衛星發射時間: 2025、2027
(科學酬載預計2020 或 2021 啟動)

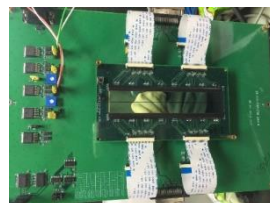
CMOS感測器發展規劃 (現況成果與時程)



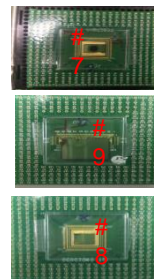
成果



1. Sensor back-end circuit, including ADC, PGA, TC, and output stage
2. TDI digital circuitry
3. TSMC CMOS process



1. 16384 7.5um pixels
2. BSI with stitching
3. Line rate is 9500
4. TSMC CMOS process



1. 0.11 BSI
#7 1024 7.5um pixel
#8 1024 5um pixel
#9 2048 TDI 7.5 & 5
2. Line rate is ≥ 9500
3. TSMC CMOS process

遞交
飛行體

學界合作項目(1/2)

承諾·熱情·創新

	ID	分類	項目名稱	備註
超 高 解 析 度 智 能 遙 測 衛 星	1	智能尋標技術	夜間低耗能空照船隻異常行為自動化建模與分析案	已完成
	2	智能尋標技術	智能尋標器的可行性研究	已完成
	3	光學量測技術	應用朗其測試法於精密準直度校準研究	已完成
	4	光學量測技術	大口徑準直儀結構數值模型建置與分析	已完成
	5	遙測技術	遠程光學量測實驗指向性光源佈建	已完成
	6	感測器元件	影像感測器中時域積分器之佈局實現及研究	進行中
	7	智能尋標技術	以硬體描述語言實現高效能智能尋標器軟體演算法	進行中
	8	姿態控制技術	先期機載SWIR相機飛行操作與測試驗證研究	進行中
	9	鏡片量測元件	高動態範圍波前量測離形體研究	進行中
	10	智能尋標技術	可實現於FPGA之智能尋標器高效能軟體演算法開發	進行中

學界合作項目(2/2)

承諾·熱情·創新

	ID	分類	項目名稱	備註(預計啟動)
超 高 解 析 度 智 能 遙 測 衛 星	11	影像壓縮技術	應用於高解析度影像壓縮高壓縮比可行性研究	2020 或 2021
	12	感測器技術	最佳化感測器中時域積分器之佈局實現	2020 或 2021
	13	姿態控制技術	高精密度姿態控制軌道推算技術研發與分析	2020 或 2021
	14	科學酬載	短波紅外光聚焦面組合系統	2020 或 2021
	15	智能尋標技術	智能規劃最佳衛星取像區域研究	2020 或 2021
	16	影像處理技術	應用於次米影像差分技術研究	2020 或 2021
	17	感測器技術	多頻段光譜(MS)感測器中時域積分器演算法開發與硬體描述語言實現	2020 或 2021
	18	推進系統元件	使用過氧化氫推進系統相關研究	2020 或 2021
	19	影像壓縮技術	應用JEPG2000於大刈幅衛星影像性能評估與硬體化研究	2020 或 2021
	20	整合技術	應用於大口徑望遠鏡整合容錯分析研究	2020 或 2021
	21	影像技術	使用多重影像曝光技術對影像容錯分析評估	2020 或 2021

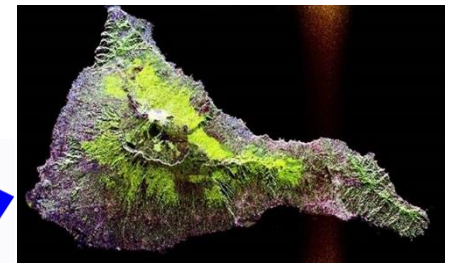
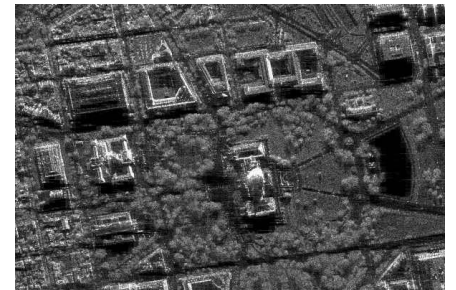
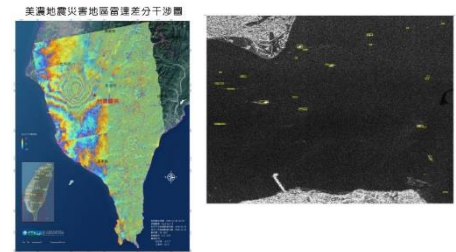
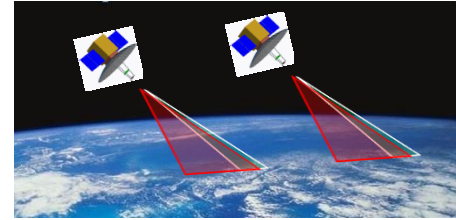
三、合成孔徑雷達衛星星系

報告人：徐銘煌 計畫主持人

- 計畫目標
- 系統規格
- 技術發展規劃
- 與學界合作內容
- 科學酬載需求與介面

計畫目標

- 發展2枚輕型、多功能、高性能之X頻段SAR衛星，最佳解析度0.7米、刈幅至少50公里，佈建於地球513km公里之太陽同步軌道形成星系
- SAR衛星特性與應用
 - 可全天候及大範圍觀測
 - 可監測如因超抽地下水、地下建設、礦坑開挖等所造成的地層下陷
 - 地震造成的地變形，並可推估斷層位置
 - 農林觀測
 - 可較準確判定水災範圍
 - 板塊活動所造成的慢地變形
 - 海洋研究如海風、洋流、內波等監測
 - 冰河活動監測



主要系統規格

承諾 · 熱情 · 創新

參數	規格
中心頻率	9.6GHz
操作模式及解析度/刈幅及	Stripmap mode: 3mx3m / $\geq 10\text{Km}$ Spotlight mode: 0.7mx0.7m / $\geq 5\text{Km}$ SCAN modes: $\sim 15\text{mx}15\text{m} / \geq 50\text{Km}$, $\sim 30\text{mx}30\text{m} / \geq 50\text{Km}$
極化	單極化、雙極化
地物輻射敏感度(NESZ)	$< -17\text{dB}$
取像方向(look direction)	右
取像入射角	$30^\circ \sim 45^\circ$
取像時間	每軌3分鐘(範圍約1200公里)
操作模式	strip-map/spot light/SCAN mode
資料壓縮	BAQ, BFPQ
軌道	Sun-synchronous (dawn-dusk), 再訪週期: 每13天
衛星重量	小於500公斤(目標)
任務壽命	5年

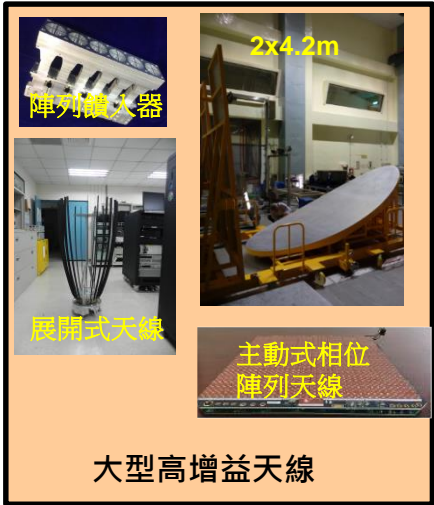
技術發展策略與規劃(1/2)

- 與國內產學研合作發展，建立台灣具特色的SAR遙測衛星自主技術，並擴大國內太空產業發展

- 衛星本體發展:
 - SAR衛星系統設計將以傳承福衛八號衛星系統、次系統、元件設計與發展流程為主以加速計畫發展，並建立中心SAR衛星標準平台。

- 元件與酬載發展: 將採商用電子零件為主，以清華大學、核研所及長庚醫院之質子輻射測試設備進行輻射驗證測試，可靠度測試，任務壽命測試。亦具減低輻射影響(Radiation Mitigation)設計。

技術發展策略與規劃(2/2)



陣列饋入器

展開式天線

2x4.2m

主動式相位陣列天線

大型高增益天線



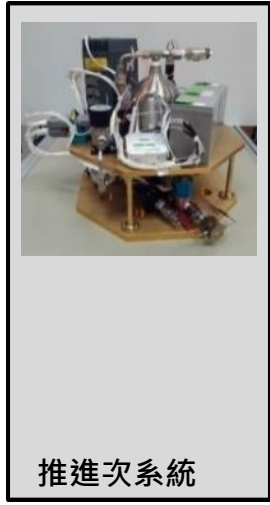
固態高功率放大器

散熱模組
PCM Embedded Heat Pipe

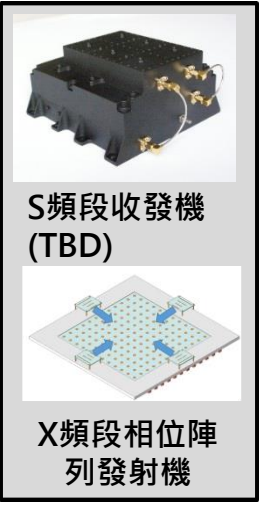
高功率放大器



高效率太陽能板 (TBD)



推進次系統



S頻段收發機 (TBD)

X頻段相位陣列發射機



衛星電腦


電力控制單元



高頻寬射頻收發機(單元)



中央處理與控制單元



高速大容量固態資料記錄器



科學酬載



S-band X-band

S-band

天線



全球定位系統接收器

星象儀



衛星結構

學界合作項目(1/2)

承諾·熱情·創新

	ID	分類	項目名稱	備註(預計啟動)
合成孔徑雷達衛星星系	1	衛星本體	數位太陽感測器	2021~2023
	2	衛星本體	結構與姿態控制耦合分析	2022~2023
	3	合成孔徑雷達酬載	250瓦高功率放大器模組研製(已完成)	2015~2016
	4	合成孔徑雷達酬載	高增益多波束天線設計(已完成)	2016~2017
	5	合成孔徑雷達酬載	BAQ影像資料壓縮器(已完成)	2015~2017
	6	合成孔徑雷達酬載	BFPQ影像壓縮器(已完成)	2018~2019
	7	合成孔徑雷達酬載	熱控技術研究(RF高功率放大器殼面溫度量測技術、可變熱導熱管(VCHP)或迴路式熱管(LHP)應用於kW級散熱技術、主動式致冷技術應用於kW級散熱技術)	2021~2024
	8	合成孔徑雷達酬載	展開機構技術研究(多片式展開機構同步裝置研製、展開機構非線性彈簧驅動源研製)	2021~2023

學界合作項目(2/2)

	ID	分類	項目名稱	備註(預計啟動)
合成孔徑雷達衛星系	9	科學酬載	需符合重量、體積、電力、電氣/機械//熱介面、操作時間等需求與限制之科學酬載	2023~2024
	10	地面影像處理系統	Stripmap mode快速成像技術開發(進行中)	2019~2020
	11	地面影像處理系統	Spotlight mode快速成像技術開發(尚未進行)	2021~2022
	12	地面影像處理系統	輻射校正方法研究&處理模組(尚未進行)	2022~2023
	13	地面影像處理系統	幾何校正方法研究&處理模組(尚未進行)	2023~2024
	14	合成孔徑雷達酬載影像應用	船隻偵測辨識演算法(已完成)	2018
	15	合成孔徑雷達酬載影像應用	水稻萃取辨識演算法(進行中)	2019~2020
	16	合成孔徑雷達酬載影像應用	其它海陸應用研究&演算法開發(題目待定)	2022~2024

科學酬載需求與介面

- 重量: $\leq 6\text{Kg}$ (暫定)
- 尺寸: $\leq 20 \times 20 \times 20\text{cm}$ (暫定)
- 功耗: $< 15\text{W}$
- 資料量: $\leq 2\text{Gbits/day}$
- 在軌操作:
 - 除了主酬載執行取像任務時不可運作，其餘時間皆可
 - Duty cycle: $\leq 50\%$
- 預計衛星發射時間: 2026、2028
(科學酬載預計2023~2024 啟動)

四、外太空探索與科學創新計畫

報告人：林新發 計畫主持人

計畫簡介

- 計畫背景說明
- 外太空探索長期任務規劃
- 探月計畫(繞月)

與學界合作內容

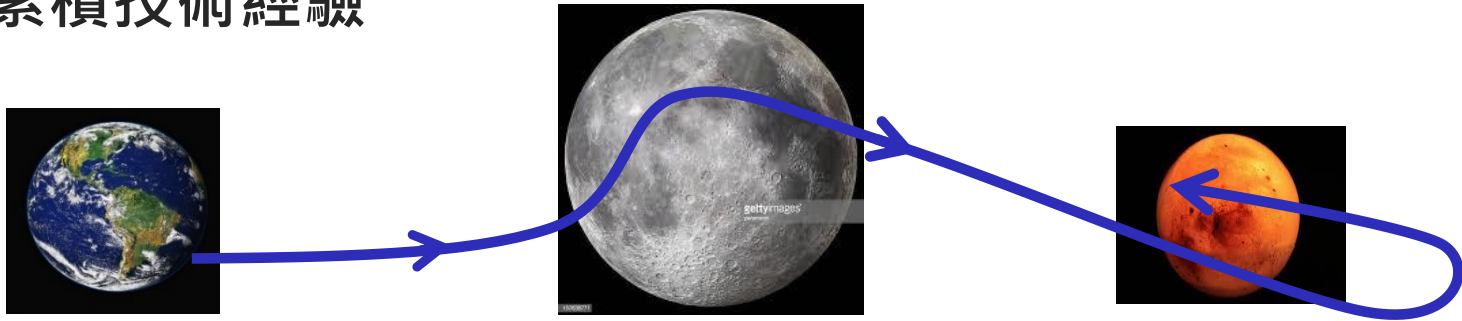
- 1.探月計畫(繞月)
- 2.科學創新
 - 科學創新-學界提案

計畫簡介

計畫背景說明--外太空探索的起點-月球(1/2)

承諾·熱情·創新

- 比較各太空先進國家(美、俄、日、歐、中、印、以、韓)外太空探索任務皆以「月球」為起點，由近而遠、由簡入繁，逐漸累積技術經驗

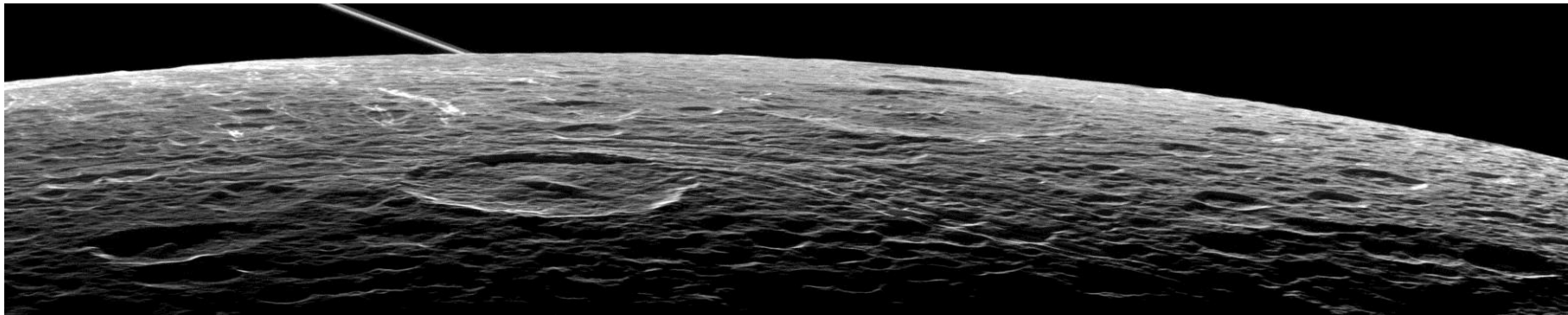
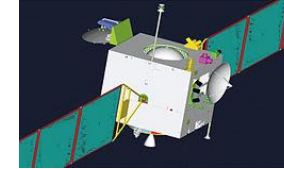
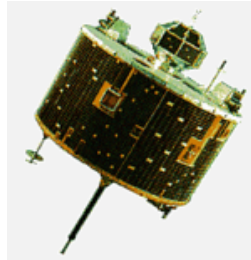
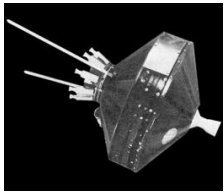


- 至目前為止，人類歷史上已有超過135次探月任務(包括: Impactor, Flyby, Orbiter/Lander/Rover, Sample return, Gravity assist)，計76次成功
 - 美國 Pioneer 0 (1958/08/17)是人類歷史上**第一個嘗試**外太空探索之太空船(繞月)，但未成功
 - 俄國 Luna 2 (1959/09/12)是人類歷史上**第一個成功**到達月球表面之太空船(Impactor)

計畫背景說明--外太空探索的起點-月球(2/2)

承諾·熱情·創新

- 第三期長程計畫之「外太空探索與科學創新計畫」
 - 其中規劃的外太空探索，目標也是進行繞月任務
 - 方向上與其他太空先進國一致



外太空探索長期任務規劃

- 我國「外太空探索」規劃，係參考太空先進國作法，在經費及技術經驗之限制下，以確保任務成功及厚實太空科技能量為優先考量
- 外太空探索長期任務，將分三階段進行：
 - 第一階段先進行探月計畫之「繞月」任務，技術能量累積後
 - 第二階段再進行探月計畫之「登月」任務
 - 第三階段可考慮困難度更高的「從月球取樣回地球」、或是「火星探測」任務、或是開展「小行星探測」任務



探月計畫(繞月)--任務目標

- **發展月球探測之關鍵技術**
 - 包括探月太空船、外太空通訊與導航、高效率推進系統、地月軌道轉換、以及外太空操作與控制等關鍵技術
- **進行月球環境之科學研究**
 - 包括月球資源、月球表面環境、太陽風、輻射、磁場、重力等科學研究
- **促進國際合作**
 - 透過國際合作尋求外太空通訊和導航支援，並與其他國家共享月球環境之科研數據
- **建立太空船通用平台與基礎設施能量**
 - 探月太空船將成為未來外太空探索太空船通用平台，外太空探索之通訊、導航、軌道轉換、與操控技術等基礎設施能量，亦將隨著繞月任務的成功而建置完備
- **激發全民熱情與夢想**
 - 全民的支持熱潮，將鼓舞年輕人追尋外太空探索之夢想，這是太空永續發展的契機，也是科技立國的台灣累積科技能量的促進劑

探月計畫(繞月)--太空船主要特性

● 太空船主要特性

- 任務軌道：高~100km, 傾角(i)~90° (polar orbit)
- 進入月球任務軌道時重量：~150kg (dry mass)
- 酬載重量：≤15kg (TBD)
- 抵月方式：自攜燃料以
Phasing loop transfer方式前往
- 任務壽命：≥12個月



與學界合作內容-

1.探月計畫(繞月)

探月計畫(繞月)--酬載需求與限制條件

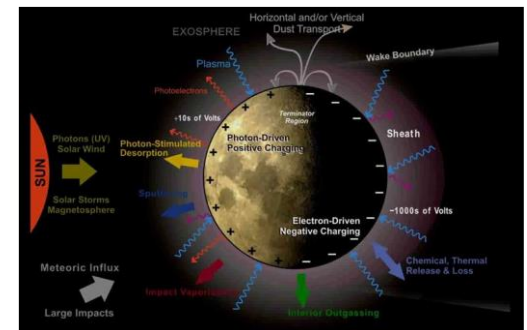
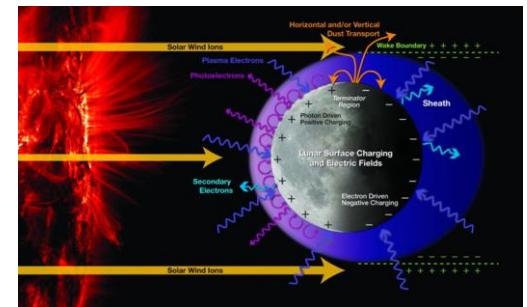
● 酬載需求與限制條件

- 重量： $\leq 3\text{kg/each}$ (TBD)；數量：2-4 (TBD)
- 空間大小、電力、資料量、頻寬：(TBD)
- 設計壽命： ≥ 18 個月(2-3個月cislunar travel)
- 環境容忍：高輻射；劇烈溫度變異
- 發展時程：預計2024年初遞交



探月計畫(繞月)--酬載可能選項

- 繞月太空船酬載--可能選項
 - Narrow/Wide-angle camera
 - Solar wind/Radiation dose/Magnetic field/Gravity measurements
 - Hyper Spectral Imager
 - Microwave detector
 - X/Gamma-ray spectrometers
 - ...



探月計畫(繞月)--酬載儀器與科學研究提案

承諾·熱情·創新

- 酬載儀器
 - 由學界研製 (可與國外合作共組團隊)
 - 酬載限制條件如前頁所述
- 科學研究
 - 由學界提出科學研究需求
- Call for proposal
 - 歡迎學界針對繞月任務之酬載儀器及科學研究提案(108年12月提出)
 - 109年中心將另外舉辦外太空探索與科學創新計畫研討會



與學界合作內容-

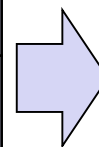
2.科學創新

科學創新-學界提案

- **提案範圍**
 - 科學創新不限近地軌道衛星或外太空探索任務
- **可能的科學創新**
 - 探月或星際間軌道模擬研究
 - 高效能推進系統，如霍爾效應推進器(Hall-effect thruster)研究
 - 微小或立方衛星創新應用...等
 - 科學創新團隊可以透過國際合作、或以技術展示方式提案，如有跨部會合作，經費宜由雙方或對方負責
- **預估2020年3月學界提出科學創新構想，太空中心審查後，補助2-3個計畫(TBD)為原則。**

學界合作項目

	ID	分類	項目名稱	備註(預計啟動)
外太空探索與科學創新計畫	1	酬載儀器	繞月太空船科學酬載(詳見報告)	2020或2021
	2	科學研究	繞月太空船科學研究(如磁場、重力等研究)	2020或2021
	3	外太空環境	地月間及月球環境分析、高能粒子、輻射量測或太空船元件保護相關研究	2020或2021
	4	軌道設計	地月間軌道路徑模擬分析研究	2020或2021
	5	軌道測定	地月間及月球任務軌道之軌道測定比較分析研究(Ranging, Doppler, Antenna angle)	2020或2021
	6	外太空通訊	外太空通訊地面天線之規格研究	2020或2021
	7	推進系統	高效能推進系統研究	2020或2021
	8	衛星應用	微小或立方衛星創新應用	2020或2021
	9			
	10			



科學創新
由學界提案

衛星資料科學研究

■ 主酬載、次酬載 (科研加值產品)

□ 先導型高解析光學遙測衛星(#3, #4):

- Coastal/Aerosol → Aerosol(433-453 nm), red edge(690-730 nm) → 植被參數

□ 先導型高解析光學遙測衛星(#5, #6):

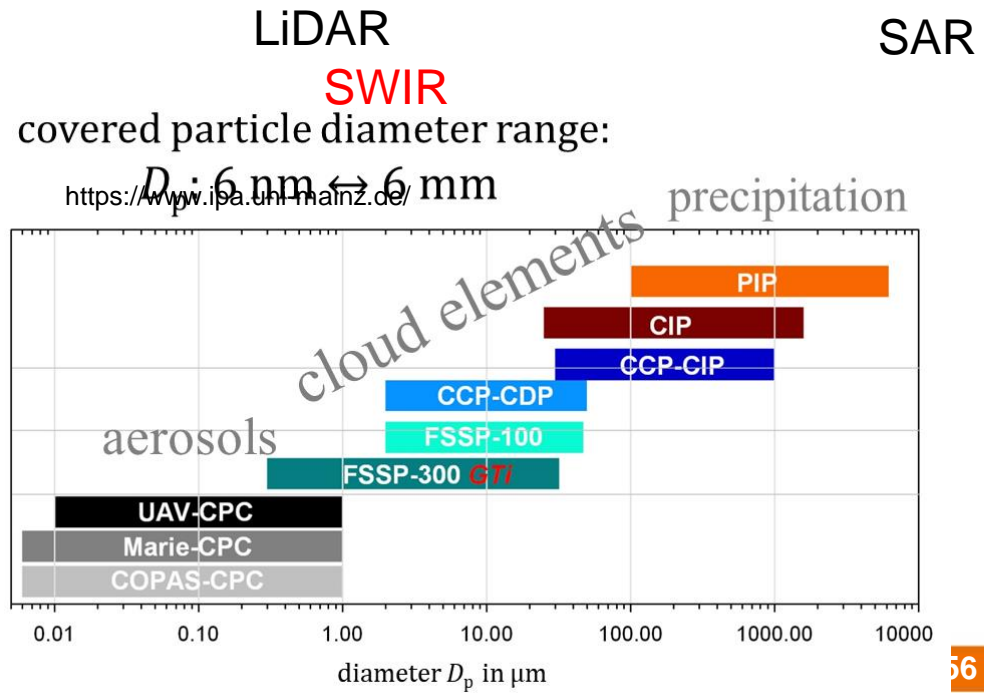
- LiDAR(1064 nm) → cloud & aerosol

□ 超高解析智能遙測衛星(2顆):

- SWIR(短波紅外線) → PWV

□ 合成孔徑雷達衛星星系

- SAR (9.6 GHz) → PWV



Landsat 8 Coastal/Aerosol Band 1

Lake Erie during a harmful algal bloom (藻華) event

承諾 · 熱情 · 創新

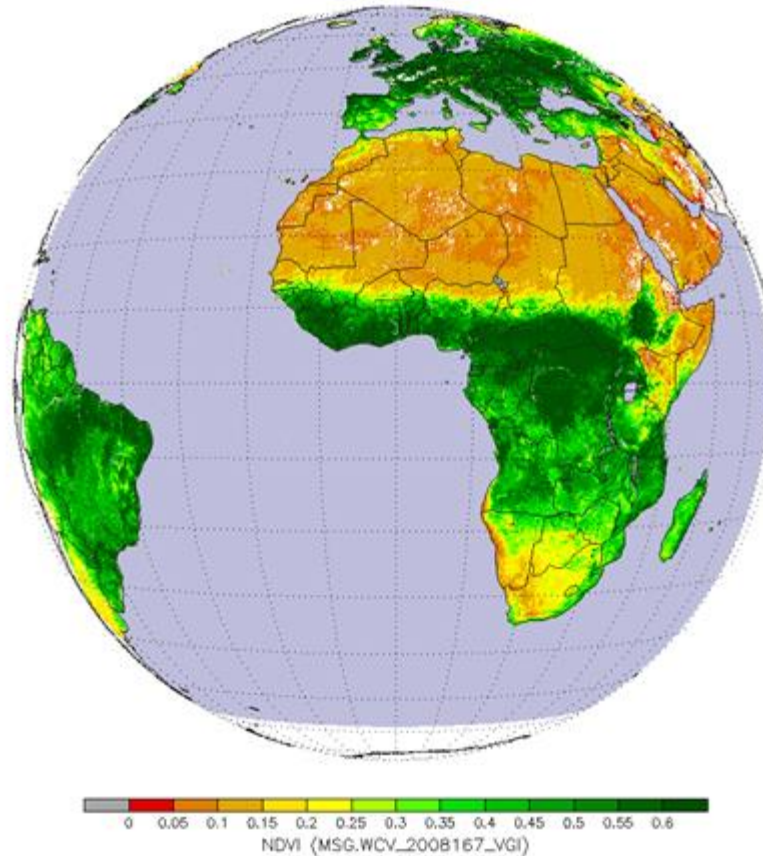


<https://www.usgs.gov/>

Monitoring Vegetation from Space (Red Edge: U.S. GOES-R)

■ NDVI daily composite of SEVIRI full disk

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{red}}}{\rho_{\text{NIR}} + \rho_{\text{red}}}$$



<http://www.eumetrain.org/>

LIDAR: (CALIPSO NASA)

<https://www-calipso.larc.nasa.gov/>

NAR Labs

承諾 · 熱情 · 創新

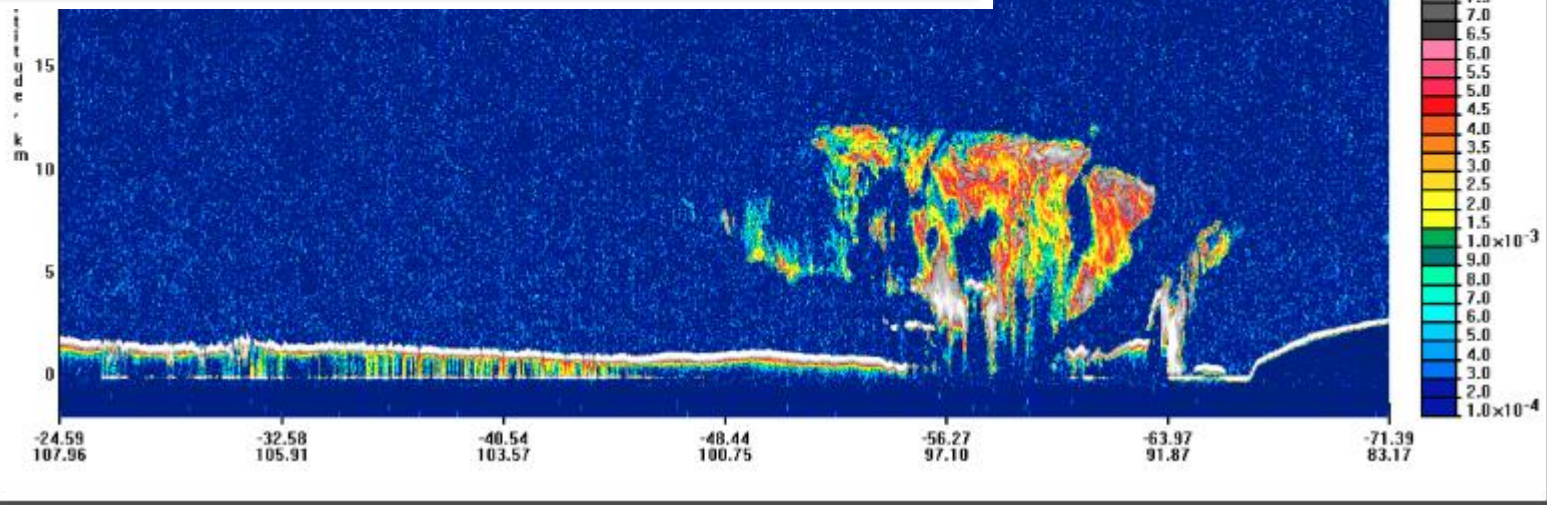
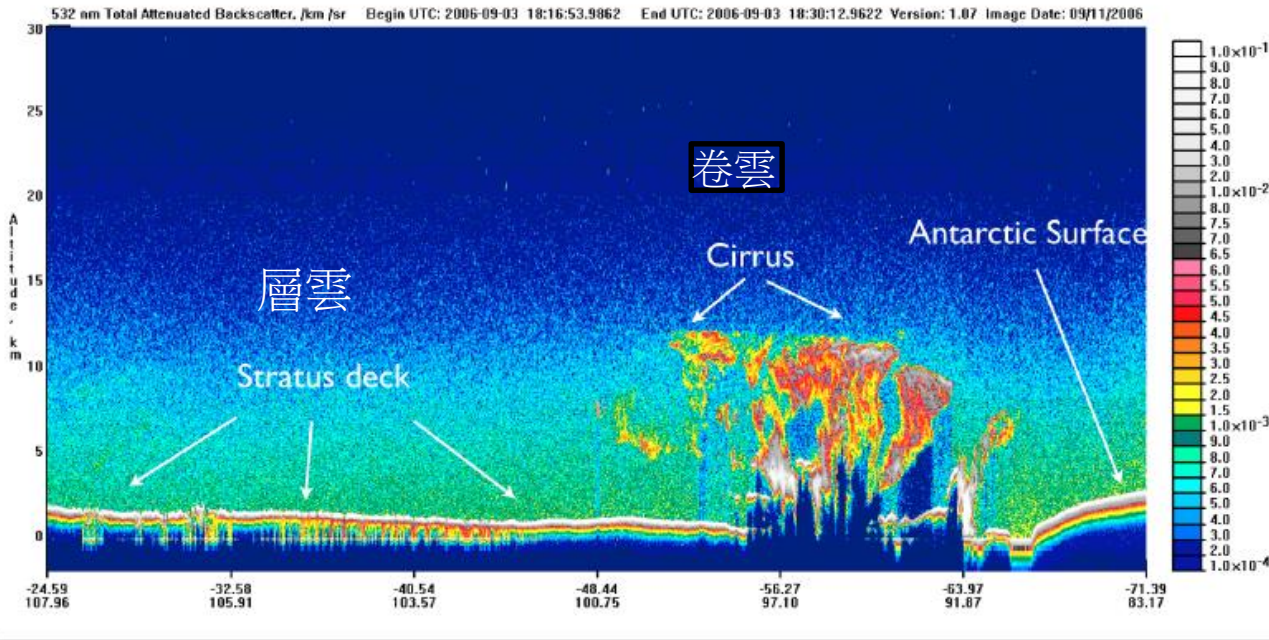
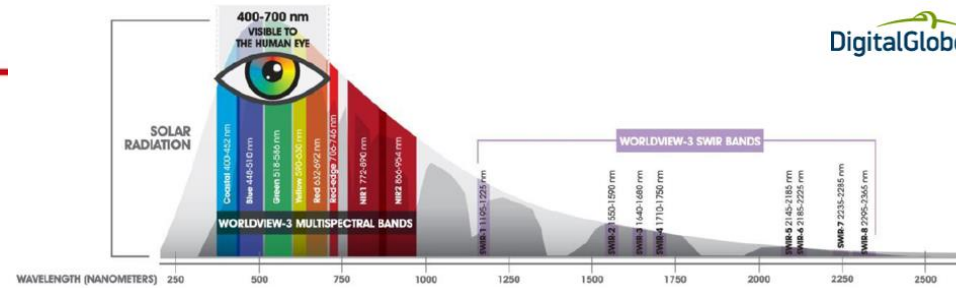


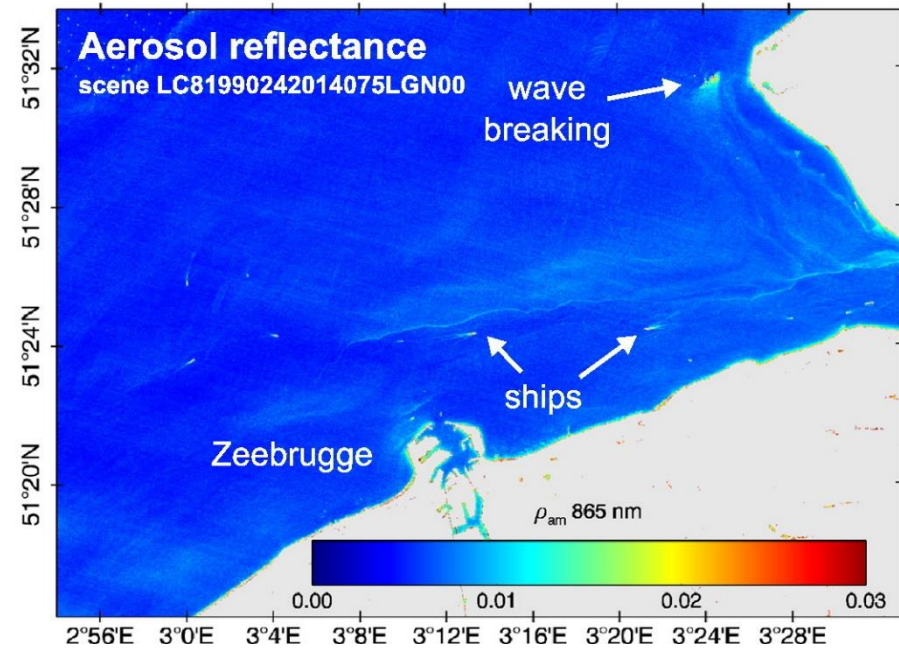
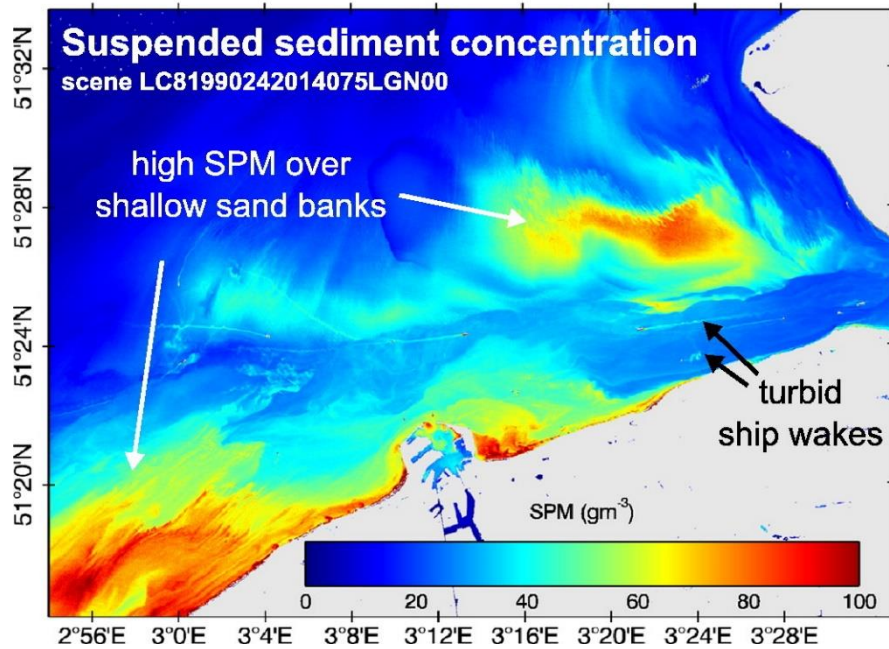
Figure 1: Browse images of 532 nm (top) and 1064 nm (bottom) total attenuated backscatter.

SWIR

- 6 1.560–1.660 30 m
- 7 2.100–2.300 30 m

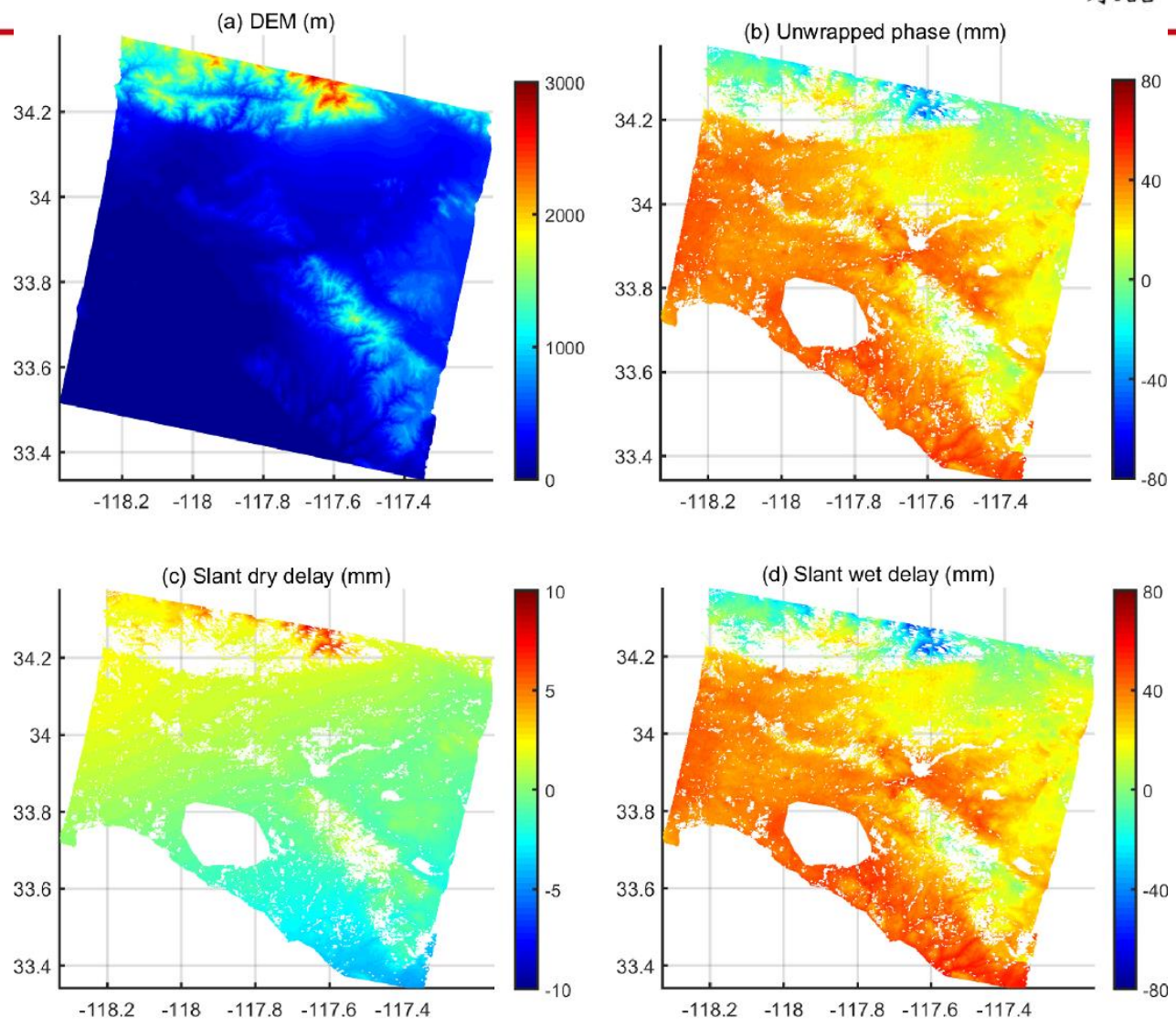


Separation of marine and atmospheric signals using the SWIR bands on Landsat-8



Quinten Vanhellemont & Kevin Ruddick, 2015

High-spatial-resolution mapping of precipitable water vapour using SAR interferograms



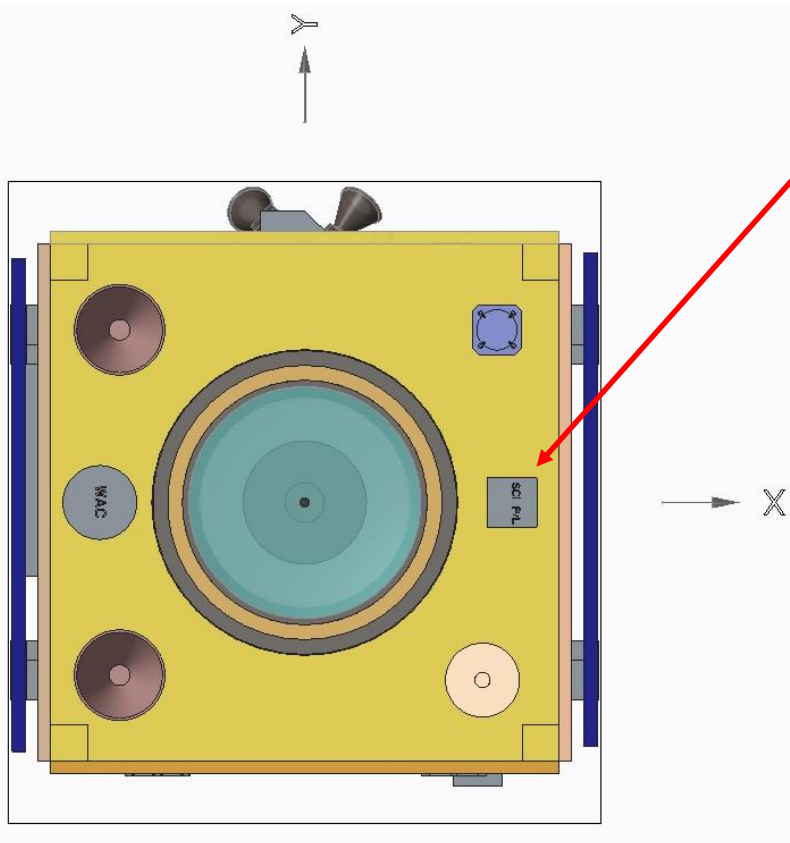
W. Tang et al., Atmos. Meas. Tech., 9, 4487–4501, 2016

衛星資料科學研究

■ 科學酬載 (預計2020 或 2021陸續啟動)



科學酬載介面需求(初稿)



- 前兩枚衛星因在發射載具不確定性, 有下列空間與重量限制, 後續可增加。
 - 150(L)x100(W)x100(H) mm³
 - Mass: 2 Kg
 - 電力消耗 : 5W
 - Duty cycle : 36% /每軌
 - CMD/TLM介面 : UART RS422
 - 科學資料傳輸 : Spacewire
 - 科學資料儲存容量 : 2 Gbits
- 可能的科學任務: 天文觀測、地球物理、輻射環境偵測...
- 預計衛星發射時間: 2022、2023、2024、2025、2026、2027
(科學酬載預計2020 或 2021啟動)

影像資料 (福二、福五)

臺灣太空科技人才招募中

JOIN OUR TEAM

相關科系:電子、電機、機械、通信、資訊、光電、土資、交通、工業工程、自動控制、物理、航太、動機等碩士以上學歷。

聯絡人:陳小姐 E-mail: job@nspo.narl.org.tw

NSPO 國家實驗研究院
國家太空中心
National Space Organization

慶祝人類首次登月50週年
「天文太空知識充電站」閱讀書展南北同步登場(2019/07/20)



- 福爾摩沙衛星影像服務
- 研討會與活動資訊
- 福爾摩沙衛星掩星資料供應
- 科學活動資訊網
- 實驗室與設施檢測服務
- 太空科普知識參訪申請
- 衛星製作工藝訓練資訊網

福衛影像獲得方式

福衛二號擁有2004年至2016年期間的全球歷史影像，福衛五號則從2018年開始拍攝全球影像。福衛影像處理系統 (Image Processing System, IPS) 是由太空中心自行發展，進行衛星影像前處理，包括輻射與幾何校正與歸檔，提供福衛影像標準產品與加值服務，目前線上獲得方式有：

精選影像

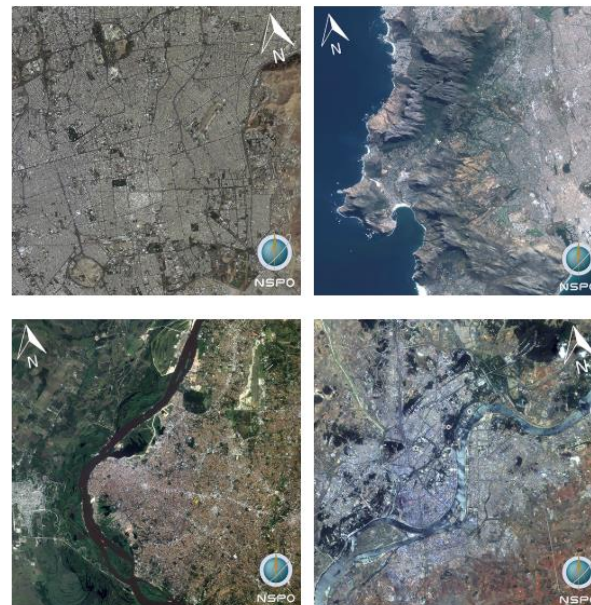
精選影像為太空中心定期新增福衛五號影像圖資，供各界點閱下載。

資料市集

科技部資料市集，提供限期免費的限量福衛二號及五號影像作為研究使用。

申購系統

藉由申購系統，福衛五號的排程取像需求可由此下單。
若有其他特殊需求，歡迎利用電子信箱: ipsbp@nspo.narl.org.tw



科技部計畫，可免費獲得12幅影像

Remote sensing images - Land monitoring

■ Illegal hillside development



FORMOSAT-5 image 2017/9/27
After Development



FORMOSAT-2 image
2016/6/20
Before Development



三峽區三清萬甲仙境涉及山坡地濫墾
(2018/5/18, 聯合報)

Volcano activity

■ ~~Japen Shinmoe Dake volcano (2018/3/25)~~

■ Hawahii volcano

夏威夷火山 (2018 May) **05/11**

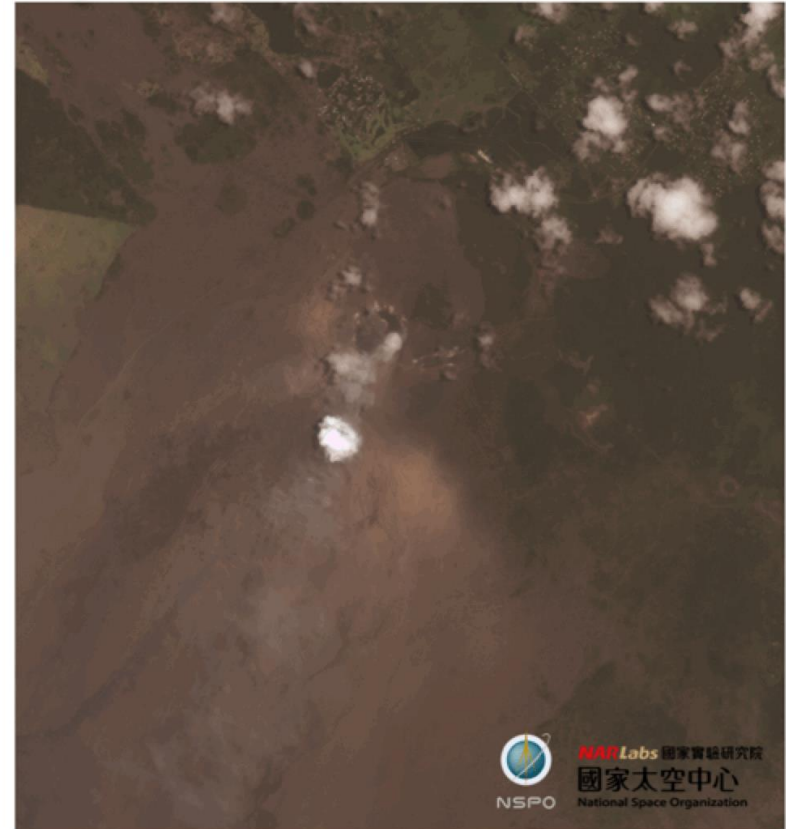


Image for livelihood – land change analysis **MAR Labs**

承諾 · 熱情 · 創新

FORMOSAT-5 images – low and high flow change at Zenqwn Reservoir



2018/1/1



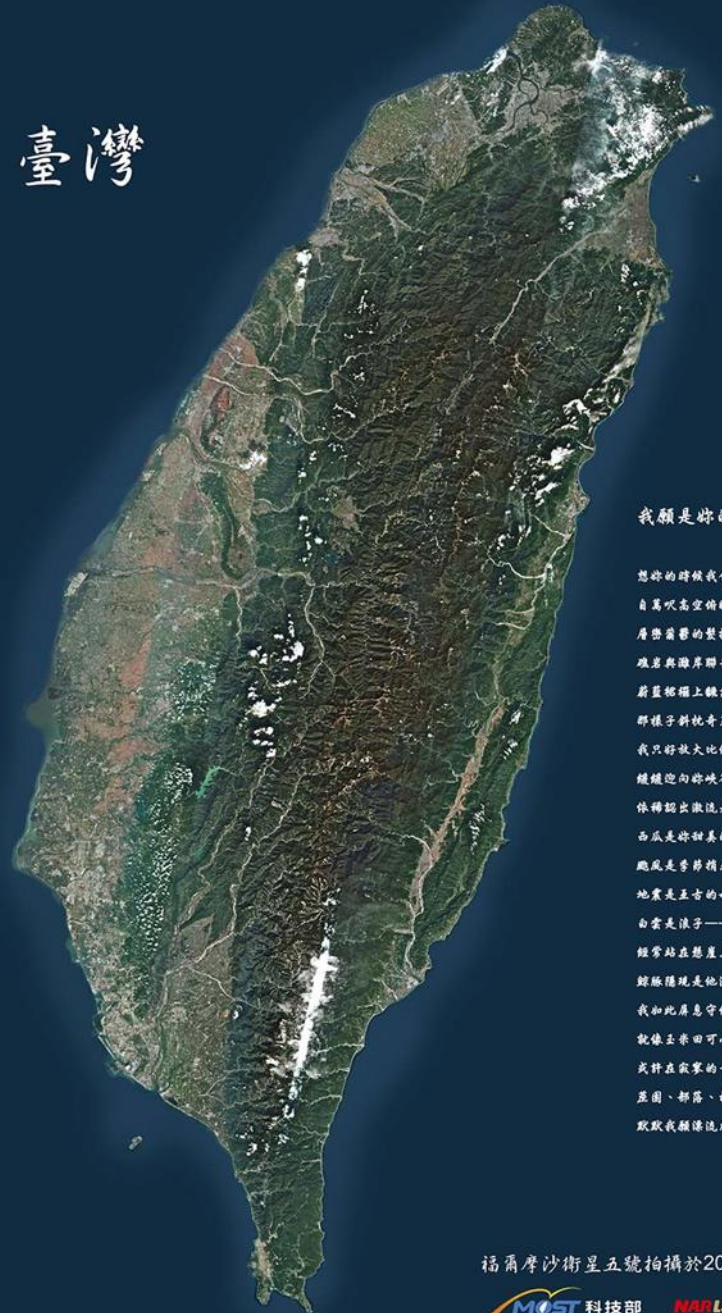
20180519

Taiwan Image

- Complete the whole Taiwan image (October-December 2017)。



臺灣



我願是你的風景 羅葉

想你的時候我會連線衛星地圖
自萬呎高空俯瞰你倒臥於島嶼邊緣
層疊巒巒的盤據，縱谷舒朗的神韻
礁岩與海岸聯手勾勒出椰絲線
蔚藍裙擺上纏舞著滾白雲綫
那樣子斜枕奇峯，看不出是睡或醒
我只好放大比例尺展讀下探
繼續迎向游峽谷明眸的笑靨
依稀認出歡迎是恭敬，巨石是低吟
西瓜是你甜美的詩句隨飛寫在沙河床
颱風是季節積聚的書信，黑潮是項鍊
地震是古老的母親睜眼輕搖你的夢境
白雲是浪子——游浪泊歸來的愛情
經常站在懸崖上遠眺海面
歸脈隱現是他流落異鄉的倒影
我如此屏息守候而寧願你未曾察覺
就像玉柴田可以不認識北田歸線
或許在寂寥的午後，或許在開與黎明
荳蔻、椰露、林道、峭壁、沖積扇
默默我願隨這成你沿途的風景

福爾摩沙衛星五號拍攝於2017年9月至12月

MOST 科技部
Ministry of Science and Technology

NAR Labs 國家實驗研究院
National Applied Research Laboratories

氣象資料(福三、福七)

About 福衛七號-TDPC 福衛七號-TROPS 福衛三號 相關連結

English 聯絡我們 註冊

觀測第一筆資料

延續福衛三號任務，繼續擔任太空中最精準的溫度計

Message: 福衛七號睜開眼 喜迎第一筆掩星觀測

福爾摩沙衛星七號(FS7-1~6)

- 已運行天數: 73
- 大氣剖面總數: 116,171
- 電離層剖面總數: 45,629

*福衛七號資料將於驗證完成後公開提供

福爾摩沙衛星三號(FS3-1~6)

www.nspo.narl.org.tw

Satellite Location at Fri, 06 Sep 2019 02:10:11 GMT

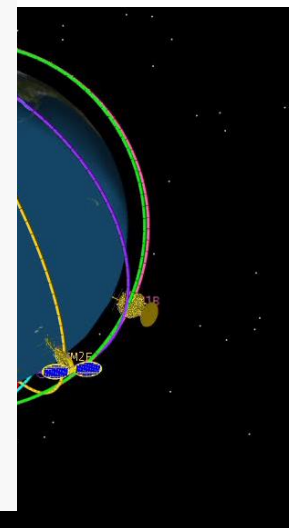
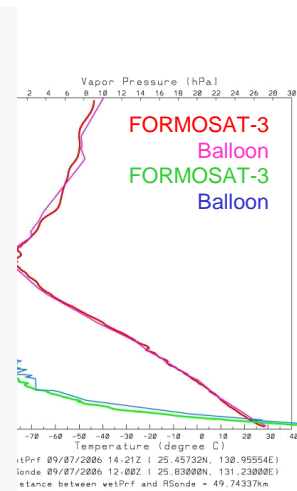
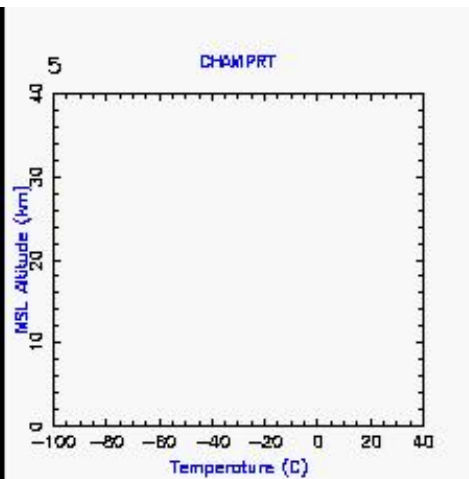
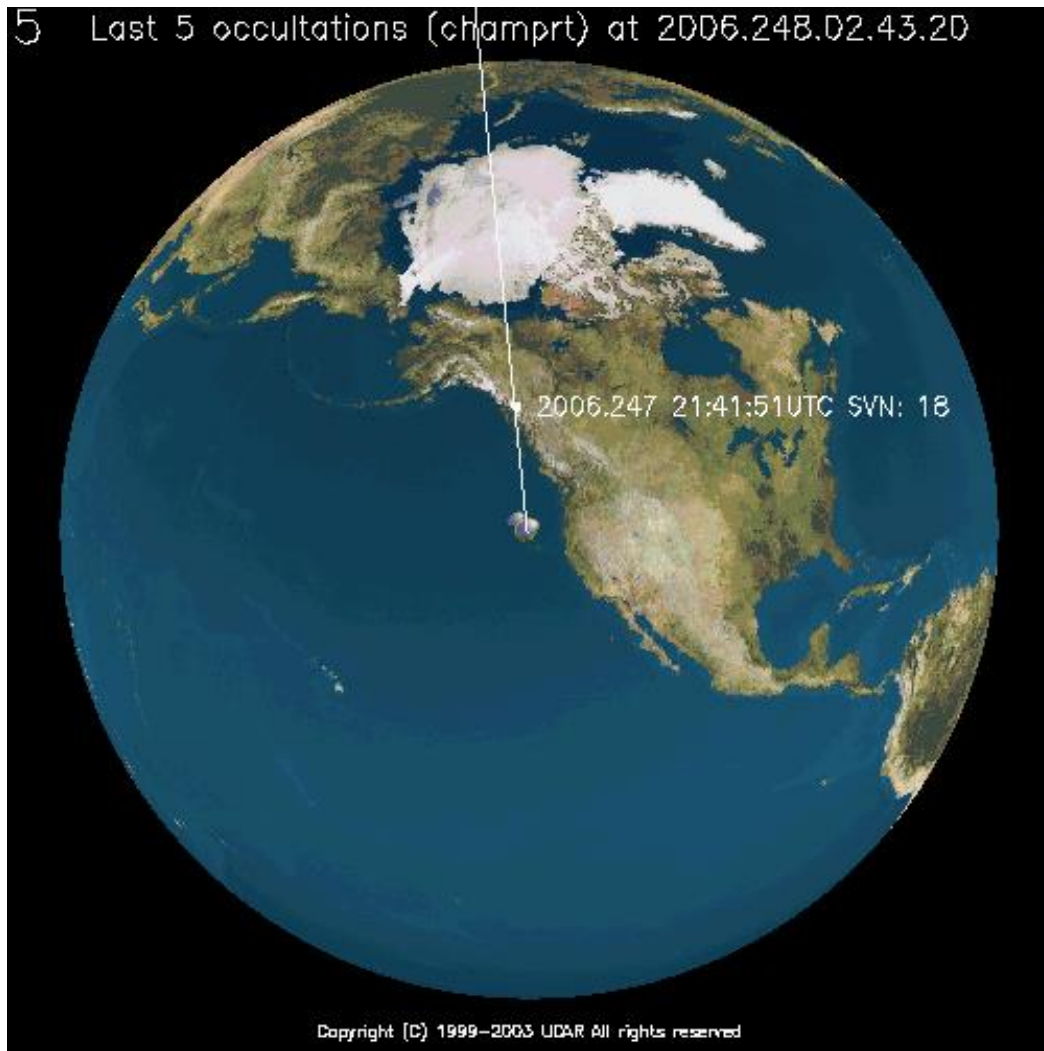
Mission Parameters

	FORMOSAT-3	FORMOSAT-7
Constellation	<ul style="list-style-type: none"> ■ Six Satellites ■ Inclination 72° ■ 520 km → 800 km 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Six satellites ■ Inclination 24° ■ 720 km → 550 km
Mission payload	TriG (GPS)	TGRS (GPS+GLONASS)
Scientific Payload	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tri-Band Beacon ■ Tiny Ionosphere Photometer (TIP) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Radio Beacon Scintillation Instrument ■ Velocity, Ion Density and Irregularities (VIDI) Instrument
Mission life	5 years (FM6 ~ 12 years)	5 years
Profiles number and products	~2500 <ul style="list-style-type: none"> • Total Electron content • Electron density profile in Ion. • BA, Refraction, Pressure, temperature, Water Vapor in Atm. 	~ 4000 <ul style="list-style-type: none"> • Total Electron content • Electron density profile • Scintillation in Ion. • BA, Refraction, Pressure, temperature, Water Vapor in Atm.
Launch time	2006.06.15	2019.06.25

What is Radio Occultation technology (6/6)

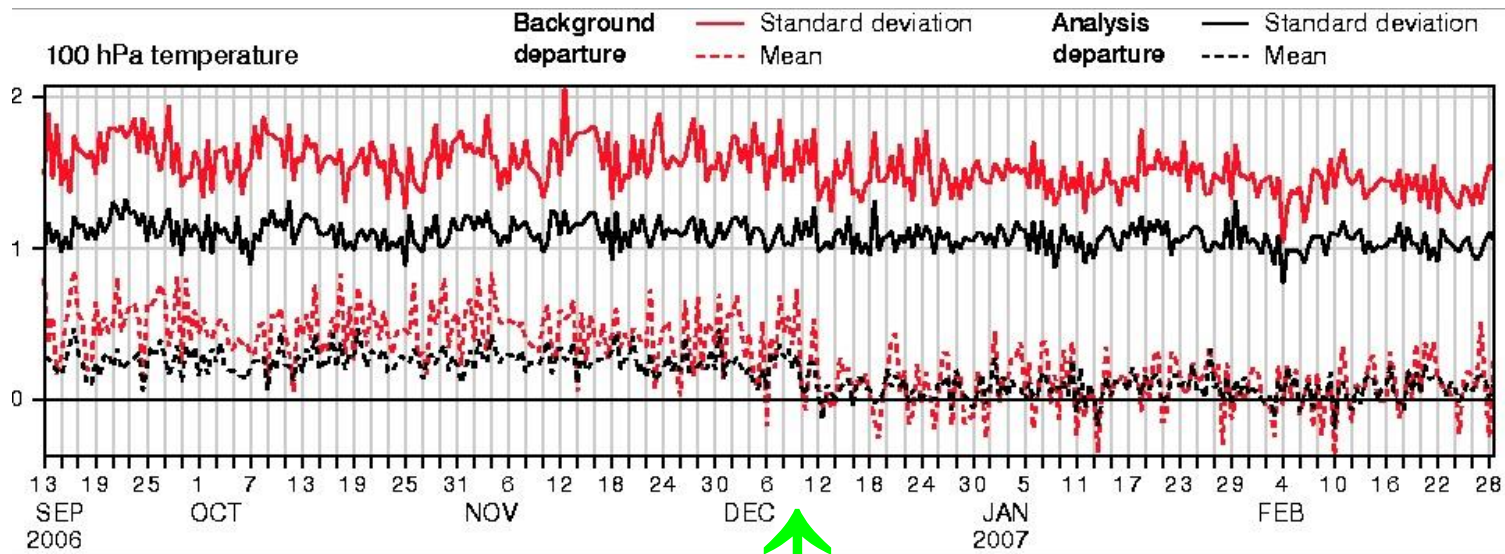
The most accurate space thermometer

FORMOSAT-3



Source: UCAR

ECMWF Operational implementation of GPSRO on Dec 12, 2006



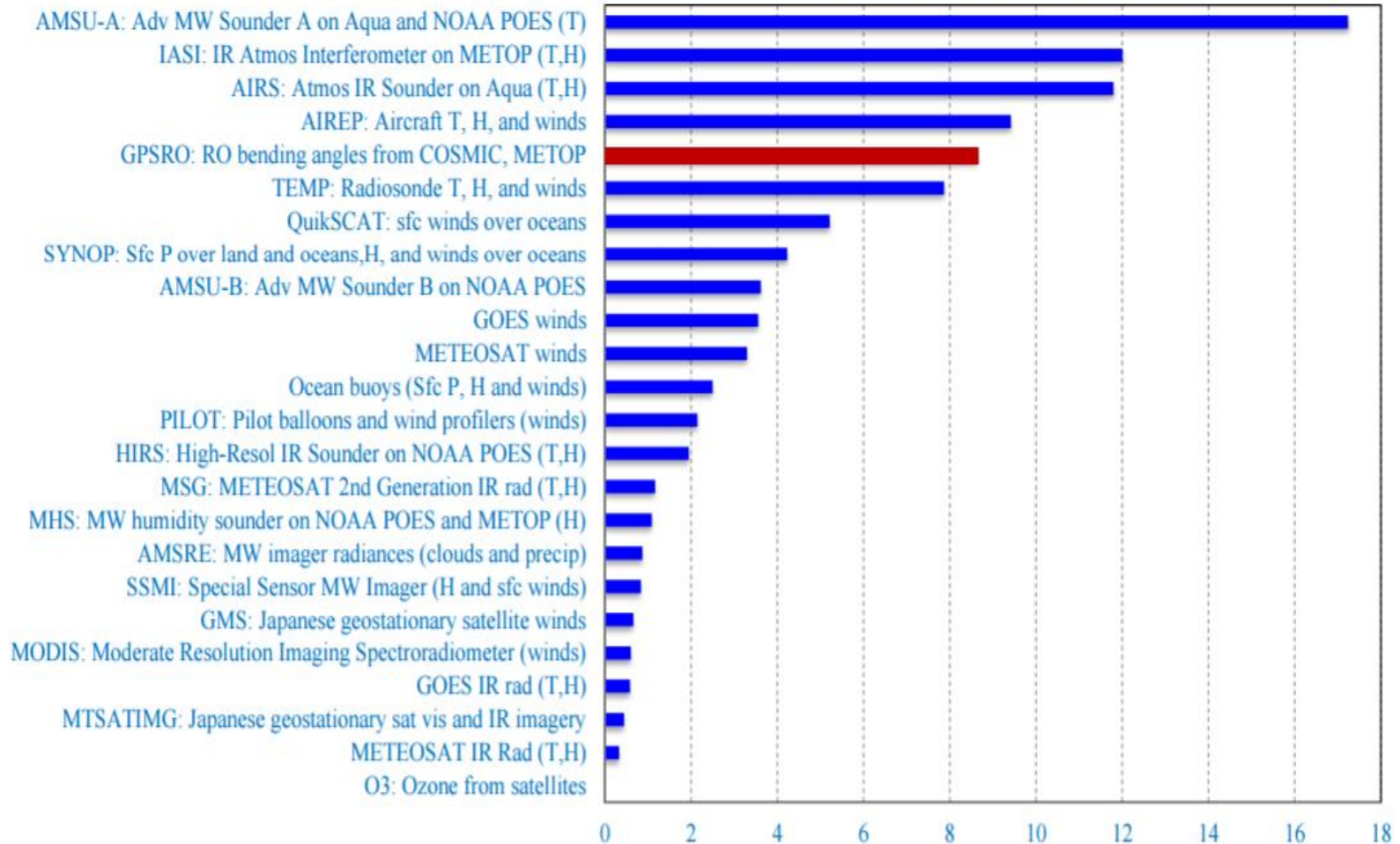
Neutral in the troposphere, but some improvement in the stratospheric temperature scores. **Obvious improvement in time series for operational ECMWF model.**

Dec 12, 2006 Operational implementation represented a quite conservative use of data. No measurements assimilated below 4 km, no rising occultations.

Nov 6, 2007 Operational assimilation of rising and setting occultations down to surface

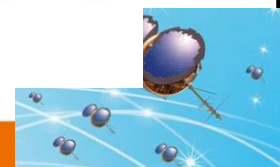


Reduce forecast error



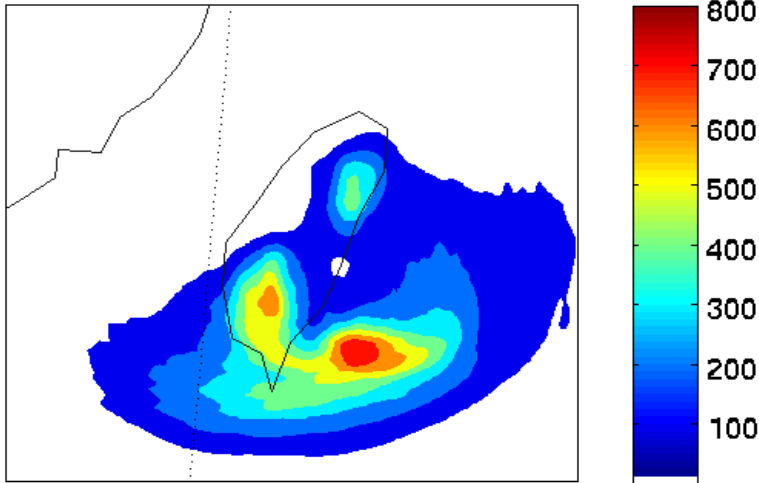
Courtesy: Carla Cardinali and Sean Healy
ECMWF, 22 October, 2009

Forecast error contribution (%)

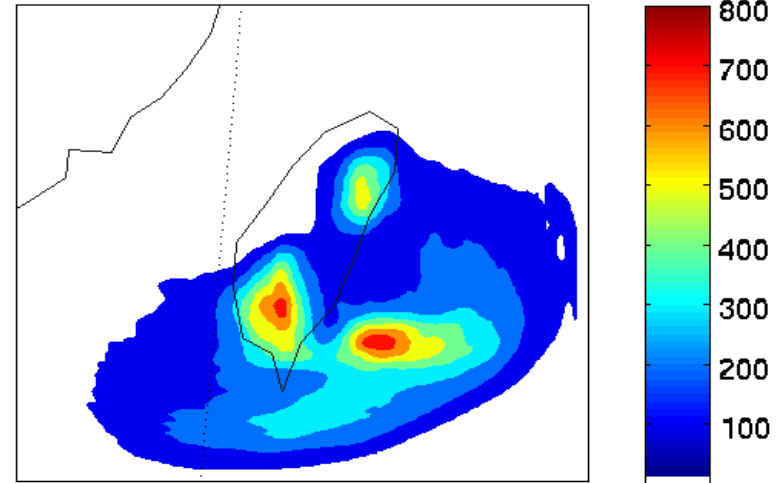


24h forecast of 24-h accumulated rainfall (Aug 7-8) **MAR Labs**

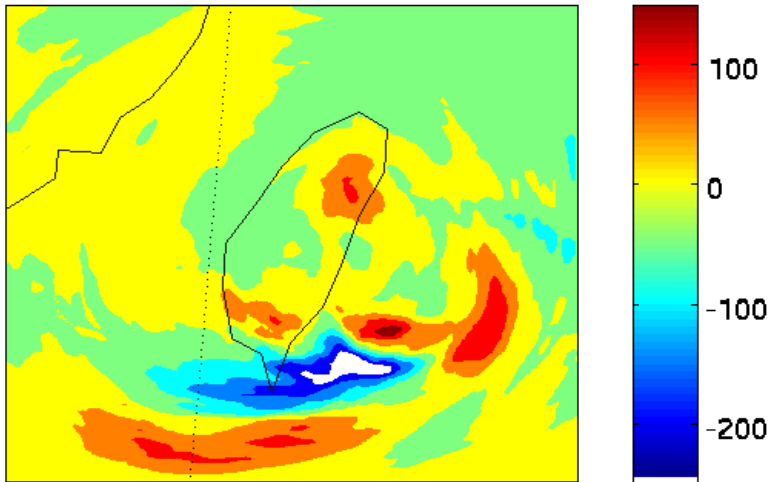
24h Prep forecast, ctl, Aug 7-8



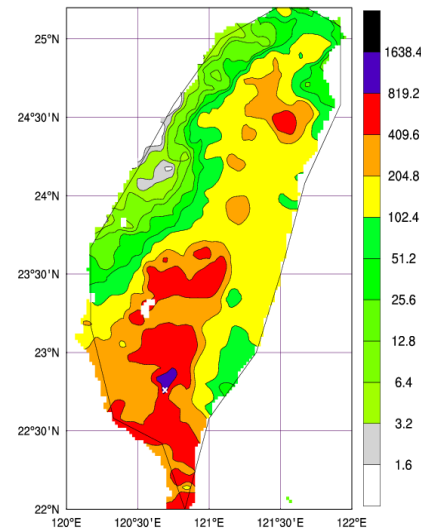
24h Prep forecast, gps, Aug 7-8



24h Prep forecast, gps - ctl, Aug 7-8



Obs pre on obs grid
Obs pre from 0700UTC to 0800UTC max1364 mm

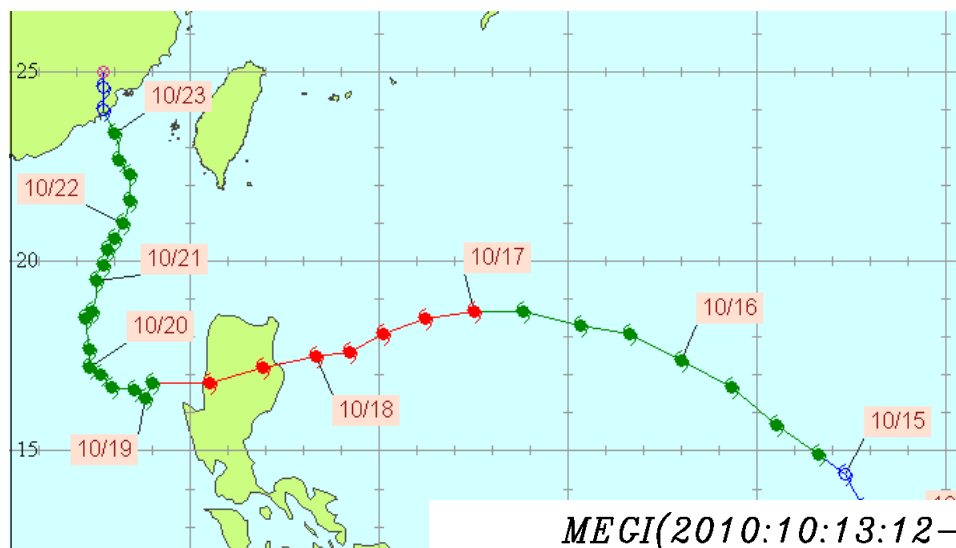
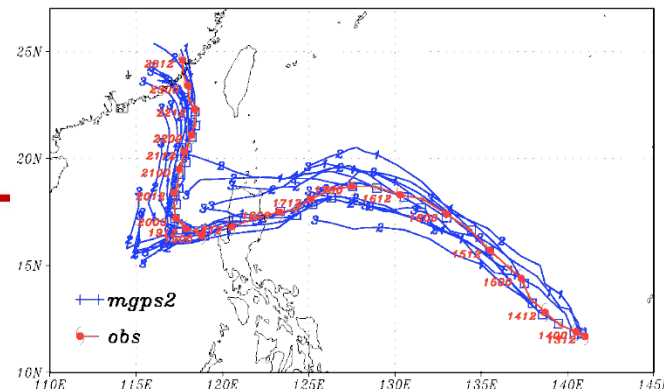


林沛練教授, NCU

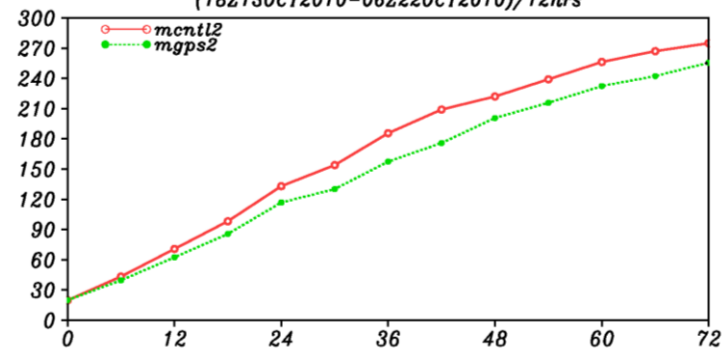


Typhoon Megi (2010)

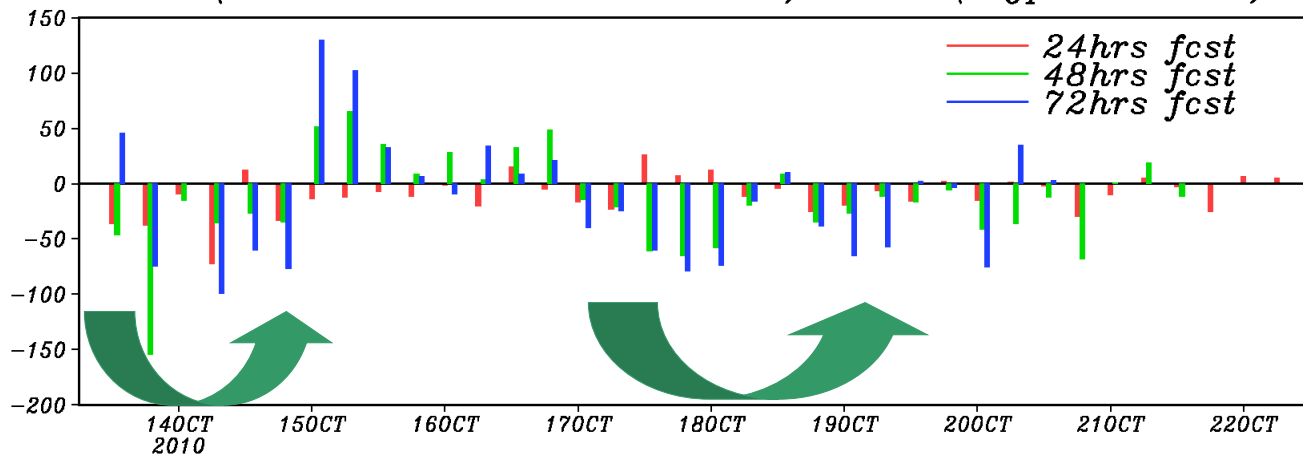
MEGI 2010:10:13:12-2010:10:22:12 (850H)



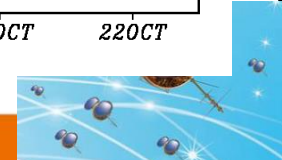
"MEGI" AVG fcst trackerr - trktype=850h
(18Z13OCT2010-06Z22OCT2010)/12hrs



MEGI(2010:10:13:12-2010:10:22:12) trk err(mgps2-mcntl2)



黃清勇教授, NCU



The image depicts a central Earth globe with various satellite constellations. Some satellites are in low Earth orbit, while others are in higher orbits, including one near the Moon. Beams of light from the satellites converge on the globe, and white lines represent orbital paths. The background is a deep blue space with stars.

敬請指導