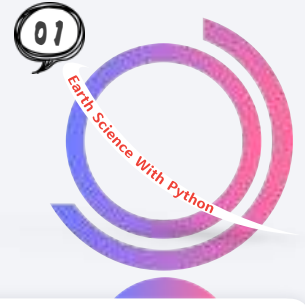




# ES.114

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱



計畫編號：2-4

計畫名稱：Data Analysis and Interpretation in Earth Science within Python

主持人：李欣珮

執行單位：國立中興高級中學

## 零、本計劃第一年度執行成果：

經過本計劃第一年度的執行，已完成以下成果：

### • 科學競賽部分

#### 1. 第65屆高級中等學校第三區科學展覽會：

地科與行星科學組・特優作品一組・進入全國賽・全國賽獲得最佳探究實作獎  
作品名稱：海氣交互作用下颱風滯留對中尺度冷渦的水溫特徵與能量交換機制

#### 2. 第65屆高級中等學校第三區科學展覽會：

物理與天文組・佳作作品一組  
作品名稱：變星物理特性分群應用於球狀星團演化分析

#### 3. IASC2024國際小行星搜尋競賽：尋獲3顆未知小行星

#### 4. 國家海洋研究院第二屆NODASS海洋大數據競賽・佳作作品一組

作品名稱：颱風動態及海洋冷水坑初探：臺灣周邊海域水溫變化與能量交換機制  
Typhoon Dynamics and Oceanic Cold Pools:  
Investigating Sea Temperature Variations and  
Energy Exchange Mechanisms around Taiwan

#### 5. 2024年山城數位黑客松競賽・佳作作品一組

作品名稱：啟動綠輪計畫：推動南投山城綠色交通之策略研究

#### 6. 2024年學科能力競賽中區複賽・佳作兩位

#### 7. 2024年全國火星任務競賽・火星任務科展・參賽作品兩組

作品名稱：不能沒有網-模擬火星的通訊衛星  
作品名稱：火星上的地熱能源探究



### • 跨校地球科學雙語程式設計課程開發部分

#### 1. 課程模組一：Python應用於恆星光譜分析與星圖

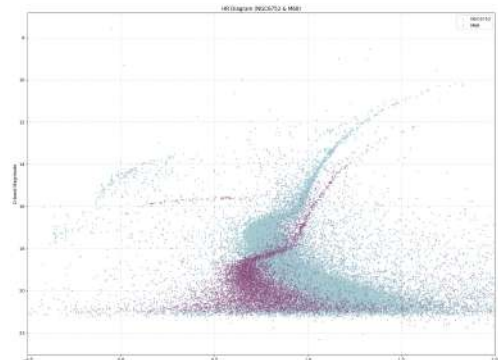
課程時數：共12~14節

主題名稱：

Brightness, Luminosity, and Magnitudes  
Spectral Types and Stellar Classification  
Hertzsprung-Russell Diagrams  
HR Diagram Explorer  
Globular and Open Star Clusters

From Gaia Archive to compare the ages of two different globular clusters

Analyze the differences of the turnoff point and determine the age of each cluster



#### 2. 課程模組二：Python應用於地質條件模擬

課程時數：共6~8節

主題名稱：Modeling Isostasy with Python・Interactive examples of the principle of isostasy starting with an iceberg, and then moving to more complicated examples of the crust and the mantle, and a crust with multiple thicknesses.

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

02

## 壹、計畫目的及內容：

當前108課綱於自然科領域強調探究與實作能力的培養，並重視科學知識與生活情境之連結。因此，透過地球科學科之加深加廣課程，正是一個極具潛力的平台，可將具實用價值的「電腦科學」(Computer Science)與環境相關政府開放資料進行整合。藉由引導學生實際操作資料蒐集、清理、轉換與分析流程，進行大數據分析與視覺化呈現，不僅能提升其對時序與空間資料的理解，也能培養跨領域整合與問題解決能力。

此外，本課程強調將分析結果回扣至真實生活情境，如氣候變遷、海洋環境與空氣品質等議題，使學生能從數據中發現問題、提出假設並驗證，深化探究歷程。同時透過程式設計工具(如Python)培養運算思維與資料處理能力，並結合地理資訊系統或視覺化平台強化空間判讀能力，進而培養科學與數據素養，提升研究興趣與自主學習能力，促進團隊合作與科學溝通，最終發展為具深度之科學專題成果。因此，本計畫之主要目標如下：

- 發展地球科學加深加廣課程中的大數據資料整合與闡釋能力
- 海洋大數據分析(National Ocean Database And Sharing System, NODASS)、福衛五號影像分析(前瞻衛星開放服務平台)
- 於本校高中二類群地科加深加廣共4學分，地球與環境(2學分)、大氣海洋及天文(2學分)的課程中，加入程式語言與大數據分析的實作課程
- 帶領學生發展科學研究專題，並參加科學競賽(全國高中科展、國際科展、海洋大數據競賽、火星任務科展競賽、數位山城黑客松競賽、福衛五號衛星影像應用小論文競賽.....等)
- 具體實踐部分領域課程雙語學計畫於課堂中，以期學生能用英語進行科學主題報告與分享討論

**授課科目：**地球科學加深加廣\_地質與環境(2學分)、地球科學加深加廣\_大氣、海洋及天文(2學分)

**參與學生：**本校高二與高三第二類群學生(資訊學群、工程學群、數理化學群、地球與環境學群)

**預估參與人數：**114學年二類群課程共約100人、校外參訪擴大效應至全校高二自然組學生共80人

**跨校(本校)教師社群：**

姓名	學校名稱	任教領域/科目
林士超	國立中興大學附屬高級中學	自然領域/地球科學科
張瑜珊	國立中興大學附屬高級中學	自然領域/地球科學科
劉承珏	臺中市立臺中女子高級中等學校	自然領域/地球科學科
楊依謹	國立中興高級中等學校	語文領域/英文科
李欣珮	國立中興高級中等學校	自然領域/地球科學科
蔡宜坦	國立中興高級中等學校	資訊科技領域/資訊科
蔡瑾澤	國立中興高級中等學校	數學領域/數學科

跨校地球科學教師社群，共同進行程式設計專家的講座培訓課程，並研發地球科學加深加廣課程中的大數據科學分析實作課程教案，於各自學校課堂中具體實踐，並定期討論檢討共編的自編教材使用狀況、各校遇到的問題以及如何進行修正。

本計畫主要除了進行跨校共備增能之外，另一主要目標為帶領各自學校學生進行科學競賽，本校鎖定主要競賽為國際科展，因此另外協同本校英文教師共同為學生的英文簡報口說進行密集訓練。

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

03

科學研究競賽任務目標：以下各種競賽共計至少推派兩組學生參加其中兩種競賽

- **全國高中科展**：每年約2月舉辦校內初賽、四月參加第三區分區競賽、若獲選特優七月參加全國賽  
目前執行狀況：  
2026.03.06(五)完成校內科展初賽，學生榮獲全校第一名  
將代表本校出賽4月16日於暨大附中舉辦之第三區高中科展複賽  
競賽主題(地球與行星科學組)：  
AIS衛星通訊與海象資料整合分析：船舶航行行為與其環境特徵
- **臺灣國際科學展覽會**：每年10~11月送件，隔年1~2月參加決賽  
目前執行狀況：  
至少會推派一組參加今年底的國際科展競賽  
主題為基於函數映射學習之海洋流場時空分析與預測研究  
Spatiotemporal Analysis and Prediction of Ocean Currents via Function Mapping Learning
- **海洋大數據競賽**：5~6月初賽徵件、7月培訓工作坊、8~9月複賽作品製作、10月決賽  
目前執行狀況：  
2025.10.01參加國家海洋研究院第三屆海洋大數據—進入複賽決選  
運用STK模擬整合AIS與海上GIS系統  
Integration of AIS and Marine GIS Systems Using STK Simulation
- **火星任務科展競賽**：每年11月進行比賽，包括火星科展組、火星避障車組、火星降落賽  
目前執行狀況：  
2025.11.16(日)參加第十屆火星任務科展，一組專題，榮獲高中組第三名  
火星沙塵暴與太陽輻射對太陽能板選址與發電效率之影響研究  
Investigating the impact of martian dust storms and solar irradiance on solar panel site selection and efficiency

共備課程開發部分，預計於4學分加深加廣地球科學課程中加入2個模組的大數據課程，並開發兩場校外教學課程，目前已完成雙語程式設計模組課程開發並於班級執行中，且完成一場校外教學課程：

- **模組一**：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋，本課程以國家海洋資料庫（NODASS）為核心，設計兩階段學習歷程：首先透過操作學習單，引導學生熟悉資料平台之查詢、圖層應用與測量工具，建立基本資料判讀能力；其次進一步發展海洋科學專題研究，讓學生以真實觀測資料探討如風暴潮、風場與海流交互作用等議題，培養問題意識與數據分析能力。透過此課程，學生能結合理論與實務，提升科學探究與大數據應用素養。
- **模組二**：福衛五號衛星遙測影像分析，本課程以衛星遙測為核心，介紹電磁波感測原理、光譜特性與影像判讀，並結合感測器與衛星任務（如FORMOSAT）之應用。透過實作與案例分析，引導學生理解遙測資料在環境監測、災害評估與土地利用分析中的實際應用
- **模組三**：低軌衛星通訊模擬實作工作坊，本課程為期兩天，帶領學生前往海洋大學進行低軌衛星通訊模擬實作培訓。課程內容依據附圖課程表，涵蓋衛星向量設定、軌道設計、通訊鏈路與覆蓋分析，以及利用Analyzer進行軌道最佳化等核心概念，並導入STK與Python工具進行實作操作。同時結合STK進階功能與實例教學，讓學生實際進行衛星模擬、訊號接收與任務規劃。透過理論與操作並重的學習歷程，培養學生在太空科技與通訊系統上的應用能力與整合思維
- **模組四**：太空科技前沿參訪與光通訊實作體驗課程，本課程規劃校外參訪國家太空中心、台積創新館與國家同步輻射中心，並至陽明交通大學進行自由空間光通訊講座與實作。透過光訊號傳遞實驗，模擬人造衛星與地面光學天文台之間的通訊接收，強化學生對太空科技與光通訊應用之理解與跨領域整合能力

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

## 貳、研究方法及步驟：（科學競賽部分）

### 1.全國高中科展：

2026.03.06 完成校內科展初賽，榮獲全校共11組作品中的第一名

2026.04.16 將代表本校出賽第三區高中科展複賽

競賽主題(地球與行星科學組)：

### AIS衛星通訊與海象資料整合分析：船舶航行行為與其環境特徵

本研究建構一套基於 HELIOS (High-Efficiency Link for Intelligent Ocean Systems) 低軌衛星星座之即時導航決策系統，針對台灣海峽高密度船舶區所面臨之 SOTDMA 通訊壅塞問題進行優化。系統透過900 km 軌道傾角最佳化設計 (25°~35°)，有效提升通訊覆蓋與回傳效率，使導航資料達成低延遲 (<50 ms) 之即時傳輸能力。經跨年度樣本與實際海象資料驗證，結果顯示本系統可提升約12.2%之通訊效能，並維持超過98%的區域連線穩定度，同時結合流場向量投影進行動態航線優化。

因應全球航運朝向智慧化與節能減碳發展之趨勢，針對台灣海峽高密度航行環境所面臨之通訊飽和與經驗導航侷限兩大問題，提出解決方案。傳統AIS系統於船舶密集時易產生訊號碰撞，且航行決策多依賴經驗，缺乏即時流場資料支援。隨低軌衛星技術成熟，本研究發展HELIOS導航系統，結合衛星通訊與即時決策能力，實現深海環境中低延遲資料傳輸。

研究目的在於建構低軌衛星智慧決策架構，透過900 km軌道與25°~35°傾角優化通訊覆蓋，達成98%以上連線穩定度與50 ms以下延遲，並提升通訊效能12.2%。同時整合HYCOM海象資料與A\*演算法進行路徑優化，驗證系統於節能 (25.4%) 與縮時 (18%) 之應用效益。



圖1、衛星模擬參數設定截圖

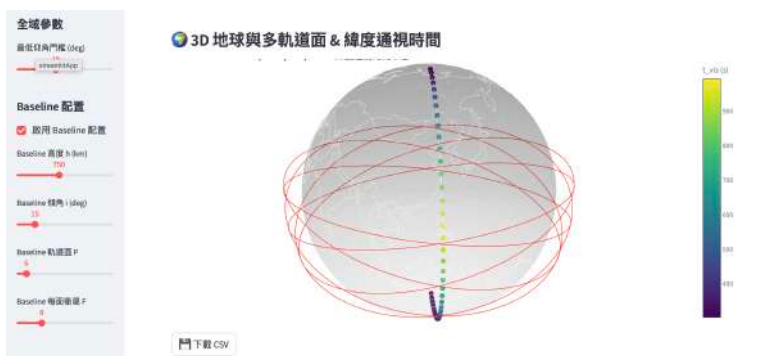


圖2、衛星模擬設置情形截圖

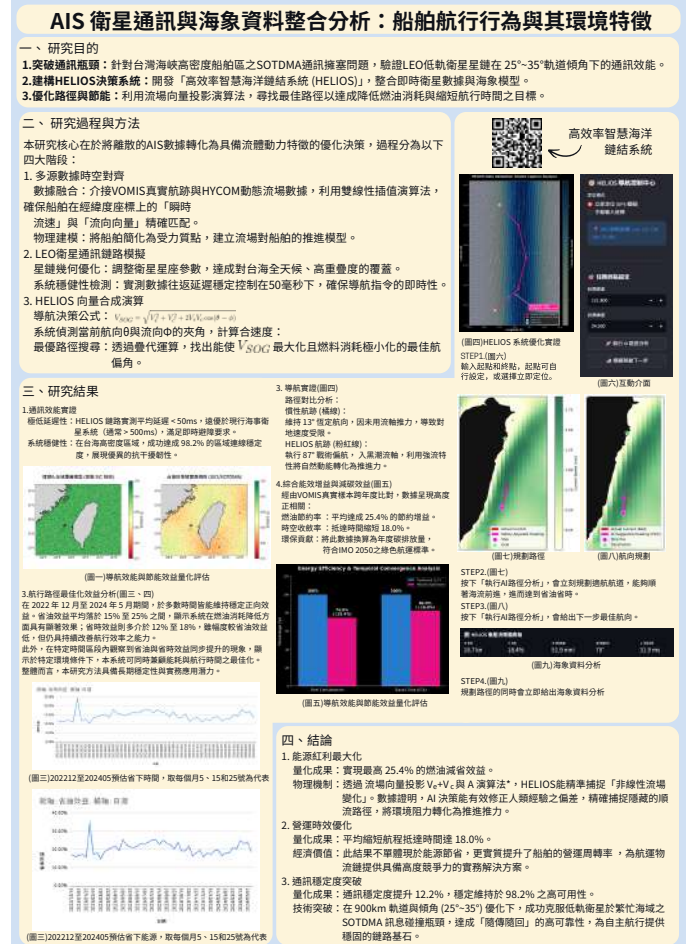


圖3、校內競賽海報

## 2.2025第三屆-諾大師海洋大數據競賽複賽

中文研究報告名稱：運用STK模擬整合AIS與海上GIS系統

English Title: Integration of AIS and Marine GIS Systems Using STK Simulation

台灣積極推動能源轉型，離岸風力發電成為重要的可再生能源。彰化外海的中能風場是台灣重要的離岸風電建置區域之一。隨著風場建置前、中、後期，海域的船舶活動模式及頻率會有顯著變化，而這些資訊對施工規劃、航道設計以及施工安全管理都有重要參考價值。此外，海域氣象條件、海流與波浪狀況亦會影響施工進度及航運安全，因此透過衛星資料進行長期、連續的觀測。

時間範圍為2022/12/01~2024/12/31涵蓋建置前、中、後期

- 前期 (20221201-20230320)：施工前海域狀況分析
- 中期 (20230321-20240907)：施工期間航運流量監測
- 後期 (20240908-20241231)：風場完成後航運安全檢視

### AIS船舶資料前處理

- 範圍區間：經度 東經 118度 ~ 123.5度 緯度 北緯 20.5度 ~ 26度
- 相鄰兩筆 AIS 定位資料之間的最大允許時間間隔設定為 3小時
- 過濾掉速度超過40節的異常點
- 航跡密度（網格化）：把「線段長度」加總到格點（以 km 為單位），再除以期間天數  
⇒ 「每格每日航跡長度 (km/day)」
- 進行唯一船舶數統計（MMSI 去重）
- 網格解析度 設為 0.02（約 2 km）

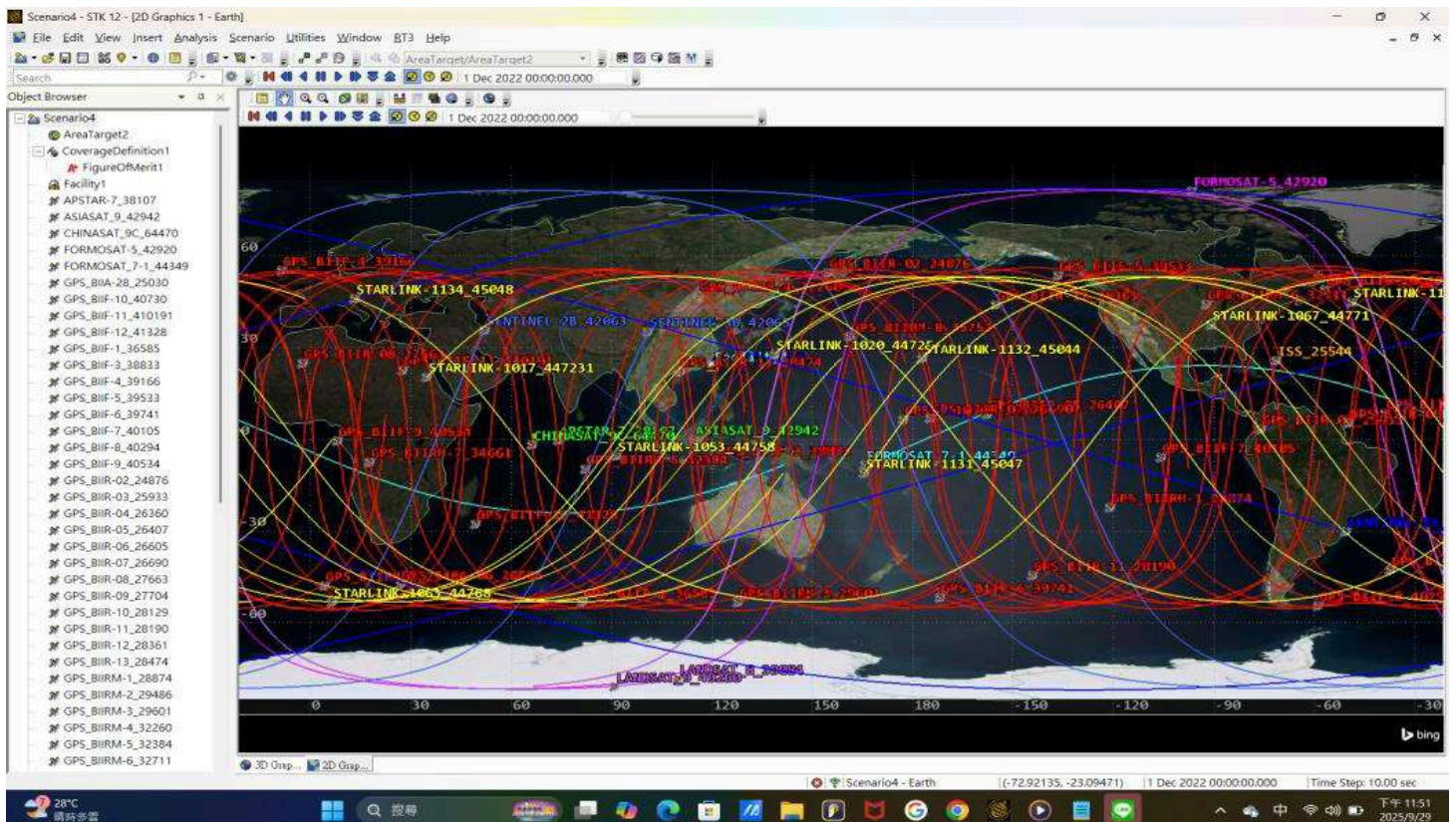


圖4、STK現有衛星分佈2D圖，以此估算通訊頻率

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

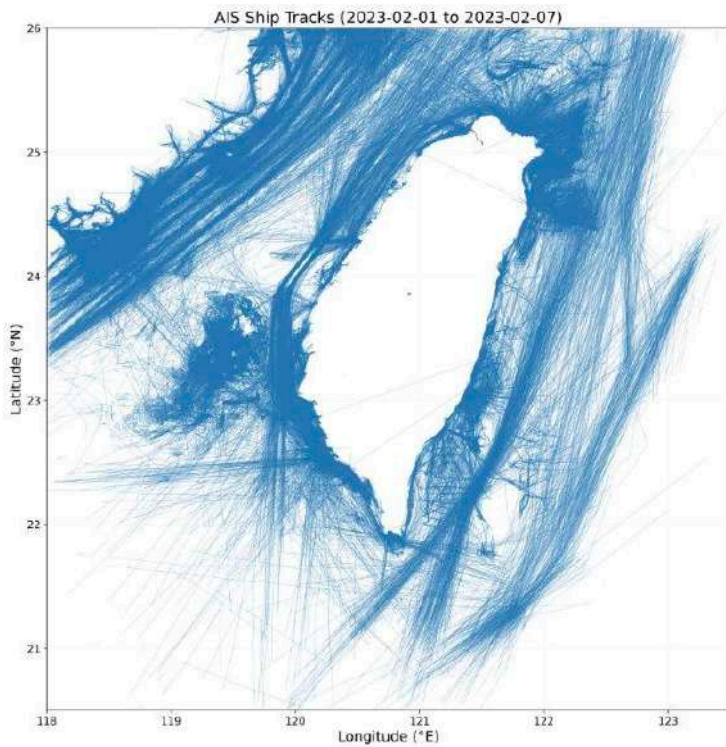


圖5、視覺化前期船舶總覽 20230201-20230207

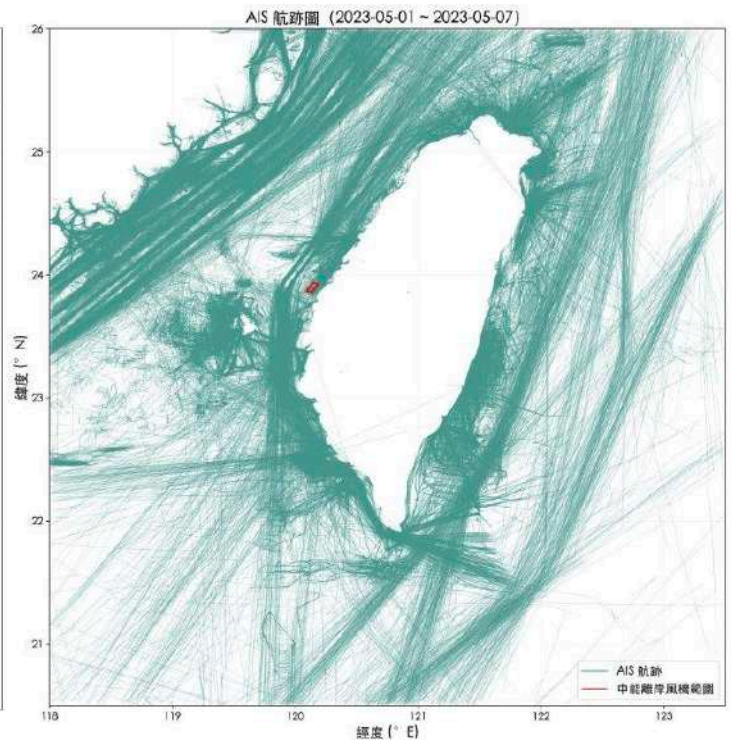
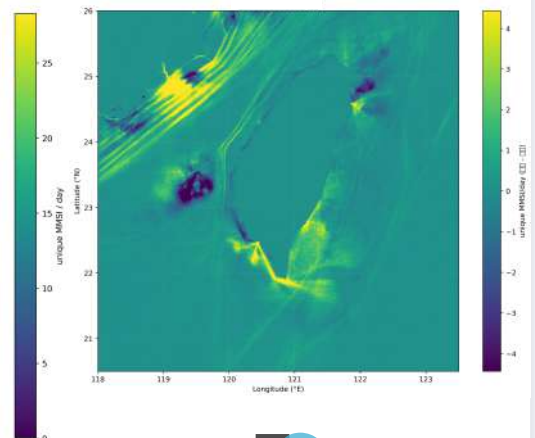
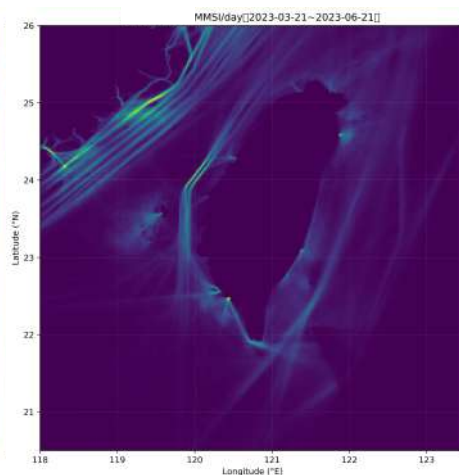
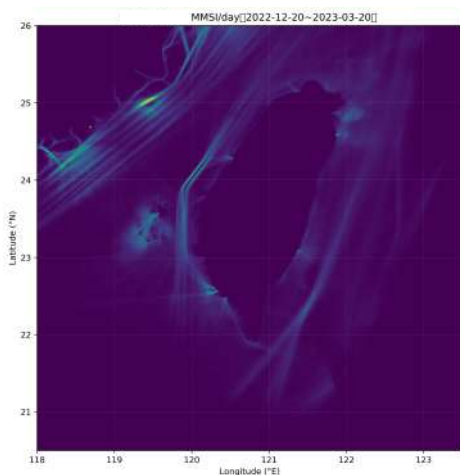


圖6、視覺化中期船舶總覽 20230501-20230507

本研究以兩種指標建立航運活動之空間分布特徵。首先為「航跡長度密度 (km/day) 熱力圖」，將各航跡線段長度累加至對應網格，並除以觀測期間天數，表示每一位置每日平均通過之航跡總長度，數值越高代表該區航運活動越頻繁、航行密度越高。結果顯示，施工前（前期）與施工中（中期）之主要熱區分布位置並未明顯改變，但整體活動強度略有提升，顯示航運需求仍持續成長。其次為「唯一船舶數密度 (unique MMSI/day) 熱力圖」，以每個網格中出現之不同船舶 (MMSI) 數量除以天數，反映每日平均有多少獨立船舶進入該區域，可有效避免單一船舶重複往返所造成之偏差，更能真實呈現航行活躍程度。分析結果指出，台灣周邊主要國際航道於兩時期皆呈現高度集中且穩定之分布型態，顯示航線結構具高度固定性，並可作為後續航運管理與風險評估之重要依據。

- 冬季（左圖）船舶流量相對較低，夏季（中圖）顯著增加。
- 高雄、基隆、台中外海及巴士海峽為穩定的航運熱點。
- 船舶數的「唯一性」顯示航運活動不是少數船反覆通過，而是來自更多不同的船隻。
- 航跡長度密度(中期-前期)差異圖（右圖）



### 3. 火星任務科展競賽

2025.11.16 參加第十屆火星任務科展・一組專題・榮獲高中組第三名

中文研究報告名稱：火星沙塵暴與太陽輻射對太陽能板選址與發電效率之影響研究

English Title: Investigating the impact of martian dust storms and solar irradiance on solar panel site selection and efficiency

本研究旨在探討火星沙塵暴與太陽輻射對太陽能板選址與發電效率之影響，透過整合多源觀測資料與機器學習方法，建立一套具預測能力的分析框架。研究以火星沙塵暴序列資料庫（MDSSD）為核心資料來源，結合火星氣候資料庫與太陽活動資料，進行時空網格化處理，並針對資料缺失區域採用補值策略，以提升資料一致性與模型訓練品質。

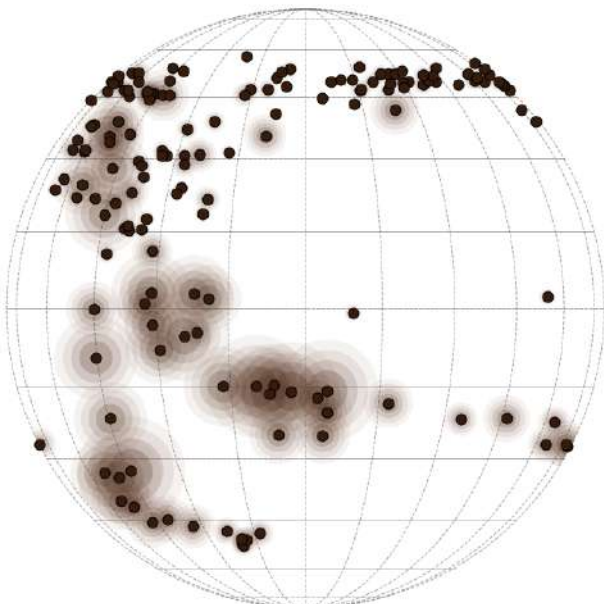
在方法上，本研究採用XGBoost分類模型進行沙塵暴發生機率預測，結果顯示模型具備高度準確性（AUC達0.9401），能有效捕捉火星大氣中非線性變化特徵。分析結果指出，沙塵暴高風險區主要集中於火星南半球中緯度地區（經度約 $270^{\circ}$ ~ $280^{\circ}$ 、緯度約 $-40^{\circ}$ ~ $-50^{\circ}$ ），並與Hellas Planitia等傳統已知沙塵暴發源區高度吻合。此外，季節性分析顯示在太陽黃經（ $L_s$ ） $120^{\circ}$ 至 $180^{\circ}$ 期間，沙塵暴發生機率最高，為關鍵風險時段。

進一步的跨年度分析發現，火星沙塵暴總面積與太陽黑子數呈現中度負相關（ $R = -0.641$ ），顯示當太陽活動較低時，火星沙塵活動反而更為頻繁，暗示兩者之間存在間接且複雜的耦合機制。此結果亦反映太陽輻射並非直接控制沙塵暴生成，而可能透過影響大氣熱結構與循環動力，間接改變沙塵活動強度。

綜合上述結果，本研究成功辨識出低風險且高效率的太陽能板設置區域，並可作為未來火星基地能源配置的重要參考依據。同時，本研究亦展示資料驅動方法在行星環境預測與太空工程應用上的潛力，未來可進一步結合即時觀測資料與動態模型，提升預測精度與應用彈性，拓展其於深空探測與永續能源系統之應用價值。

#### Mars Dust Storm Distribution: MY 27 - Winter ( $L_s$ $270^{\circ}$ to $360^{\circ}$ )

Mars Front ( $0^{\circ}$  E) - Winter



Mars Back ( $180^{\circ}$  E) - Winter

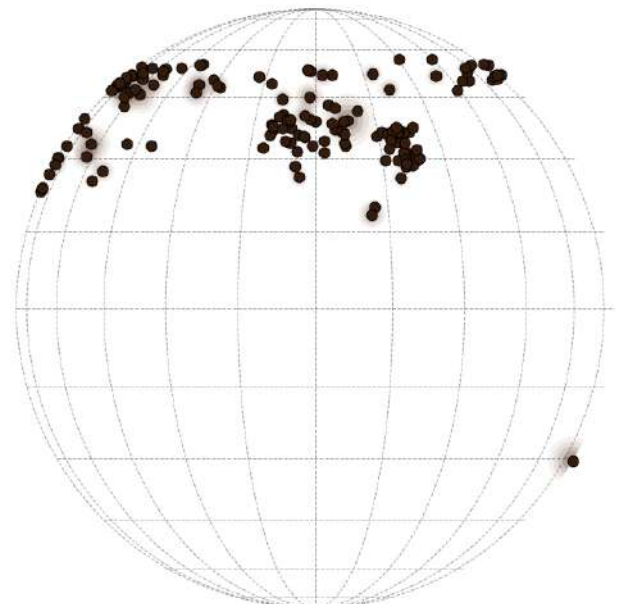


圖7、沙塵暴的發生區域與範圍—以第27個火星年冬季為例

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

08

附件三：

注意：表格填寫完整後，回傳至 [thumissionmars@gmail.com](mailto:thumissionmars@gmail.com)，謝謝合作！

2025火星任務：火星科學展覽競賽構想書
隊名：火星吸光怪
領域屬性為： <input checked="" type="checkbox"/> 自然科學 <input type="checkbox"/> 社會科學
組員名字/學校/年級：林冠廷、洪鈺婷、陳亮吟/國立中興高級中學/三年級
科展預定題目：探討火星沙塵暴以及太陽輻射對太陽能板選址與效率的影響
<p>欲解決的火星問題：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>火星沙塵暴對太陽能板效率的影響： 火星表面的沙塵容易附著在太陽能板上，阻礙光線穿透，導致發電效率顯著下降。此外，當沙塵暴發生時，大氣中懸浮的塵粒會遮蔽陽光，使太陽輻射量降低。由於沙塵暴的發生頻率與地點分佈不均，我們將透過分析火星不同區域的氣候資料，找出沙塵暴發生機率較低的地區。</li> <li>火星太陽輻射分佈與太陽能板傾角的關係： 火星大氣稀薄且日照分佈不均，導致各地區的太陽輻射強度差異明顯。我們計畫分析不同緯度的平均太陽輻射量，並探討太陽能板的最佳傾角，以提升在火星表面發電的效率。</li> <li>火星太陽能板最佳設置地點的評估： 綜合沙塵暴與太陽輻射兩項分析結果，我們將以「太陽輻射强度高」且「沙塵暴頻率低」的區域作為太陽能板的最佳選址依據，期望找到兼具發電穩定與效率的火星能源配置地點。</li> </ol> <p>簡單描述所用到的理論或是概念：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>光的吸收與散射原理，當光線通過含有大量沙塵的空氣時，部分光會被吸收或偏轉，因此到達地表的能量就會減少。</li> <li>太陽入射角原理，當太陽光照射角度越接近垂直，太陽能板能吸收的能量就越多，因此選擇合適的傾角可以提升發電效率。</li> <li>資料分析與比較的概念，把不同地點的沙塵暴次數和太陽輻射量做統整與比較，評估哪一個地點最適合放置太陽能板。</li> </ol>

圖8、火星科學展覽競賽構想書



圖8、於科博館向參觀民眾解說研究內容



圖9、於科博館向評審委員解說研究內容

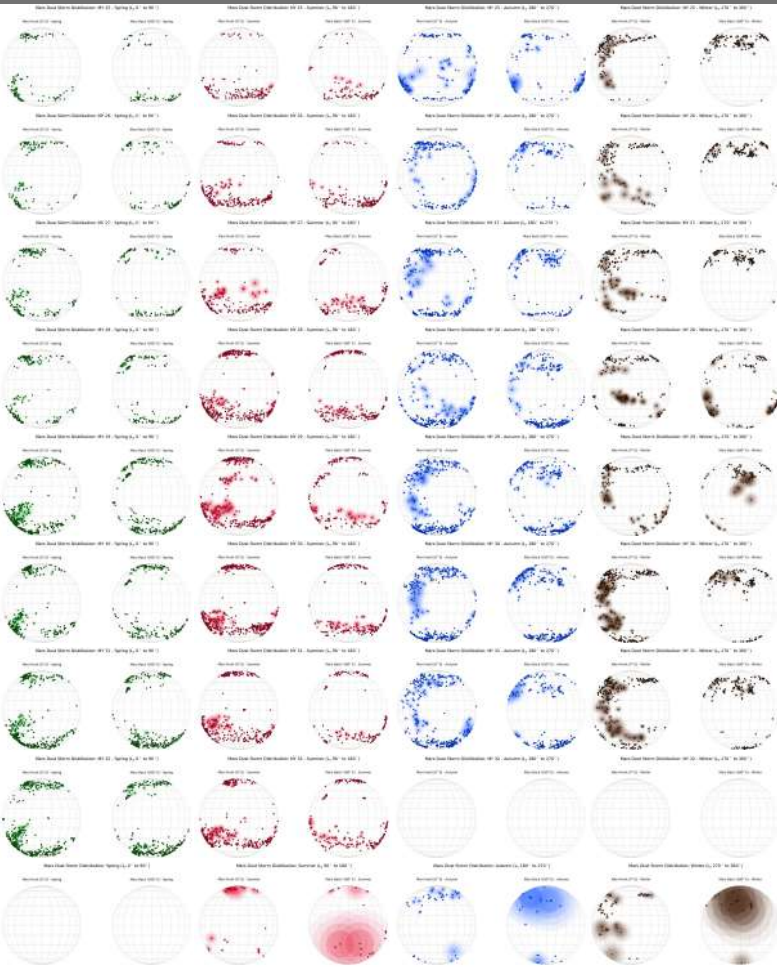


圖10、頒獎典禮·榮獲第三名

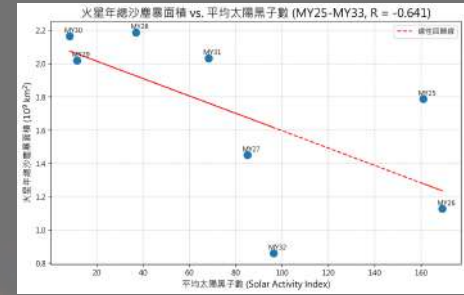
## INVESTIGATING THE IMPACT OF MARTIAN DUST STORMS AND SOLAR IRRADIANCE ON SOLAR PANEL SITE SELECTION AND EFFICIENCY

### RESEARCH OBJECTIVES

Through data analysis, we aim to identify locations on Mars where installing solar panels poses the lowest risk and achieves the highest efficiency.



A medium-high negative correlation shows that as solar activity increases, the total area covered by Martian global dust storms tends to decline.



### REFERENCES

[Mars Dust Activity Database](#)

[Mars Climate Database v6.1](#)

[Mars Dust Storm Sequence Dataset](#)

[Royal Observatory of Belgium](#)

The Mars Dust Activity Database (MDAD): A comprehensive statistical study of dust storm sequences

Dust Storms on Mars

Mars Orbiter Camera climatology of textured dust storms

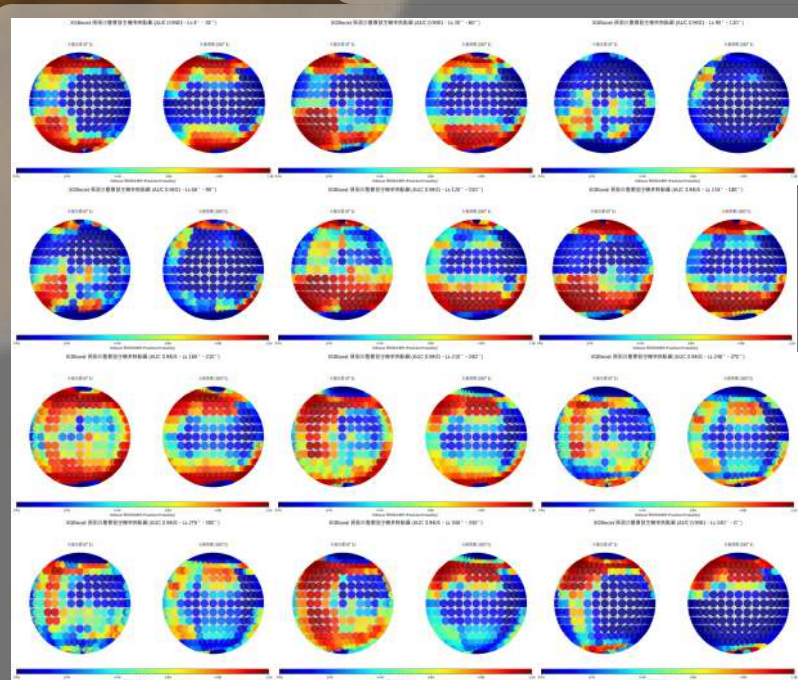
### XGBOOST

1. The XGBoost classifier exhibited exceptionally high accuracy in dust storm prediction, achieving a robust AUC of 0.9401
2. The highest intensity hotspots predicted by the model were concentrated within the Ls range of 120° to 180°, where the maximum probability reached 0.9983.
3. Hotspots are concentrated in the Southern Hemisphere mid-latitudes Lon 270° ~280°, Lat -40° ~-50°, aligning closely with prominent storm initiation areas like Hellas Planitia.

The analysis is based on the Mars Dust Storm Sequence Dataset MDSSD, which compiles dust storm instances and sequences observed by MRO MARCI. During the preprocessing phase, the MDSSD was initially subjected to spatio-temporal gridding, and MY24 data was excluded to ensure dataset consistency. For periods where outline information was inherently sparse or incomplete (specifically late MY32 through early MY33), a Zero-Filling strategy was implemented. This approach treated grid bins lacking area outline records as 'no dust storm events' for binary classification training, thereby allowing the model to effectively concentrate its learning on the core outbreak seasons spanning MY28~MY33.

### SUMMARY OF FINDINGS

1. The XGBoost classifier achieved superior performance and high robustness in dust storm prediction. It successfully captured non-linear patterns, yielding an AUC of 0.9401, demonstrating its significant potential for Martian climate forecasting.
2. Interannual analysis revealed a moderate negative correlation  $R = -0.641$  between the total dust storm area and the Sunspot Number. This suggests that the increase in Martian dust activity tends to occur during periods of lower solar activity, implying a complex, indirect inverse coupling mechanism of solar influence on the Martian atmosphere.
3. The model accurately isolated the critical season and geographic location for dust storm initiation. The highest intensity hotspots concentrate during the summer season Ls 120° ~180°, pinpointed to the Southern Hemisphere mid-latitudes (Hellas Planitia), validating traditional climatological theories through data-driven analysis.



# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）

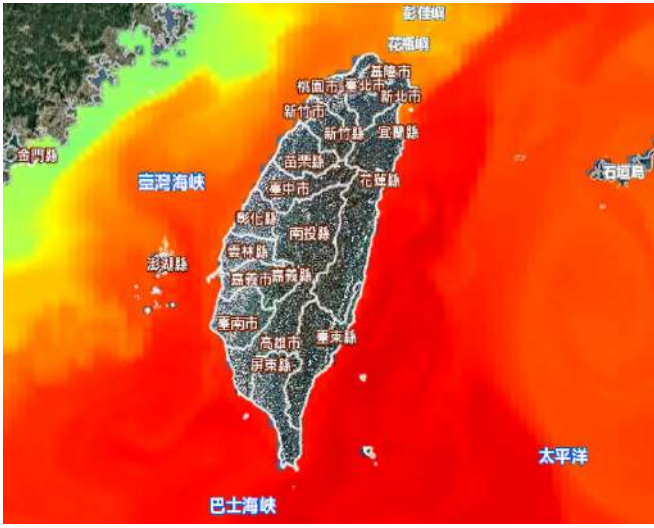
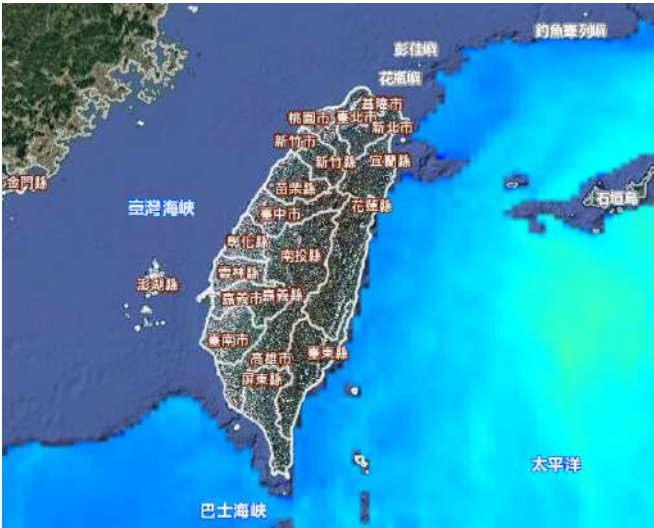
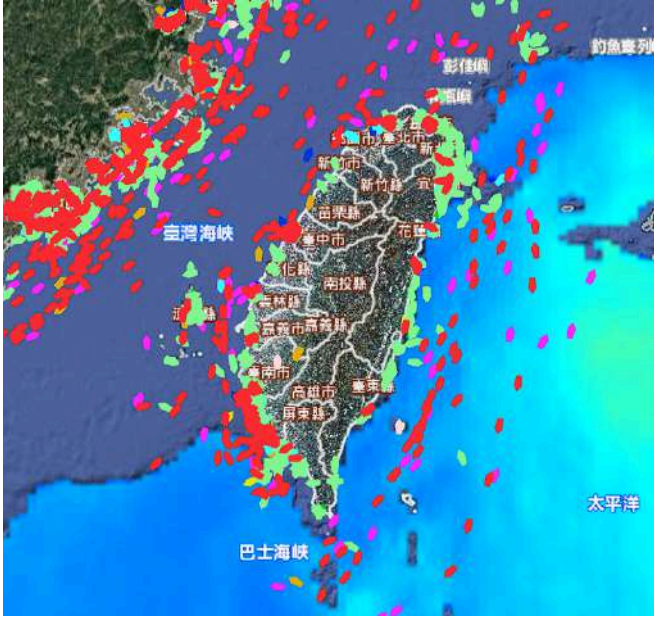
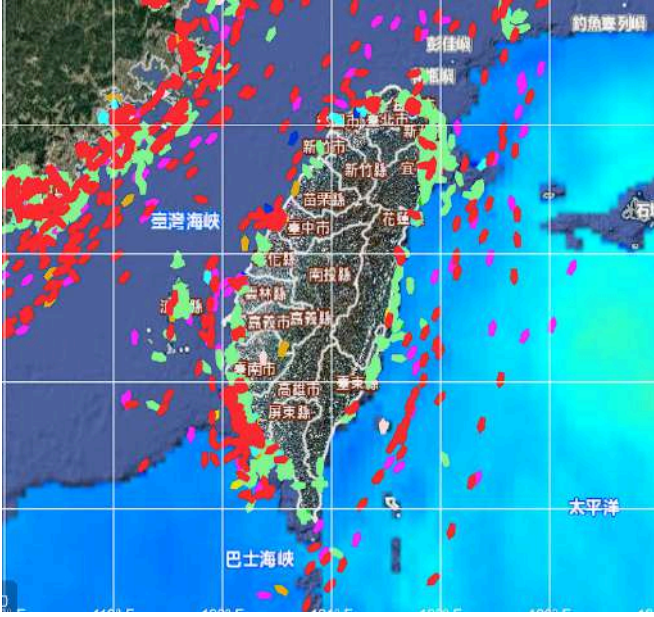
1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part1）

國立中興高級中學 地球科學加深加廣

國家海洋資料庫及共享平臺(National Ocean Database And Sharing System, NODASS)

班級：\_\_306\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

A. 基本操作(完成請截圖貼到方格中)

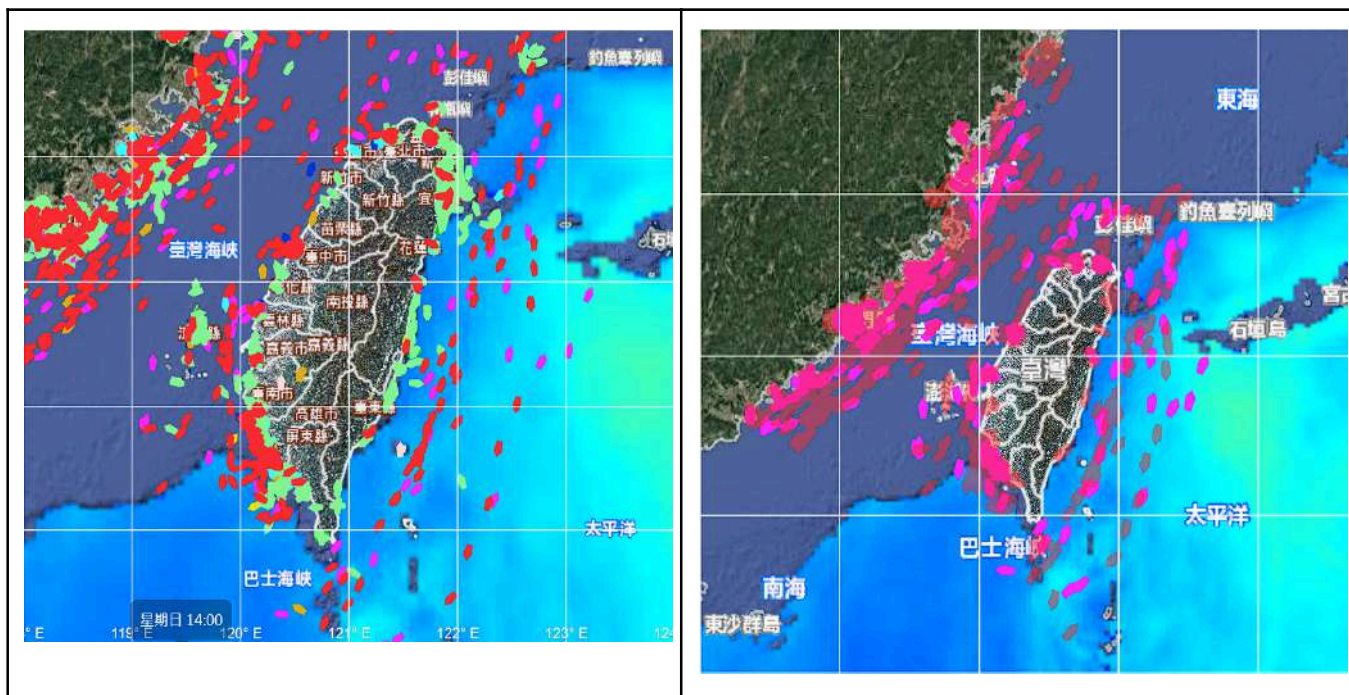
1	模式資料我選了 <u>海溫(HYCOM)</u> 深度為0公尺, 即海表的狀況	2	跟 步驟1 一樣的模式資料 切換深度到 <u>500</u> 公尺
			
3	觀測資料我選了 <u>船隻</u>	4	開啟「經緯度線」, 後續若不需要可關閉
			
5	使用『臺灣定位』並回到台灣附近海域	6	從『圖層管理』變更圖層順序保留清晰資訊

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱



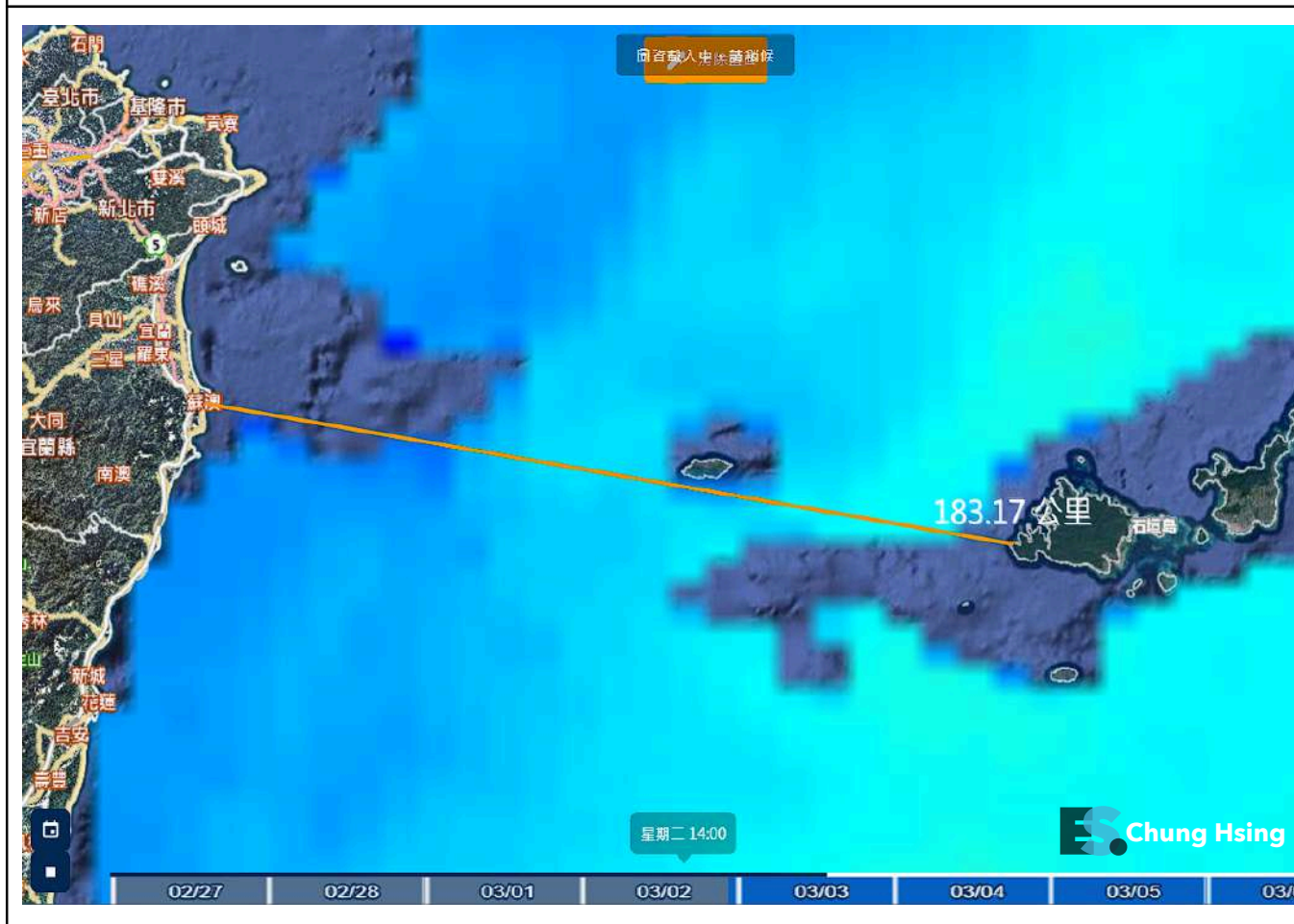
參、目前研究成果：（課程開發部分）

1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part1）



B. 測量與繪圖（完成下列兩個任務，並張貼成果截圖）

1. 使用『測量工具』中的『測量距離』，量出『蘇澳』到『石垣島』的最短距離為：\_\_\_ 183.17 \_\_\_ km



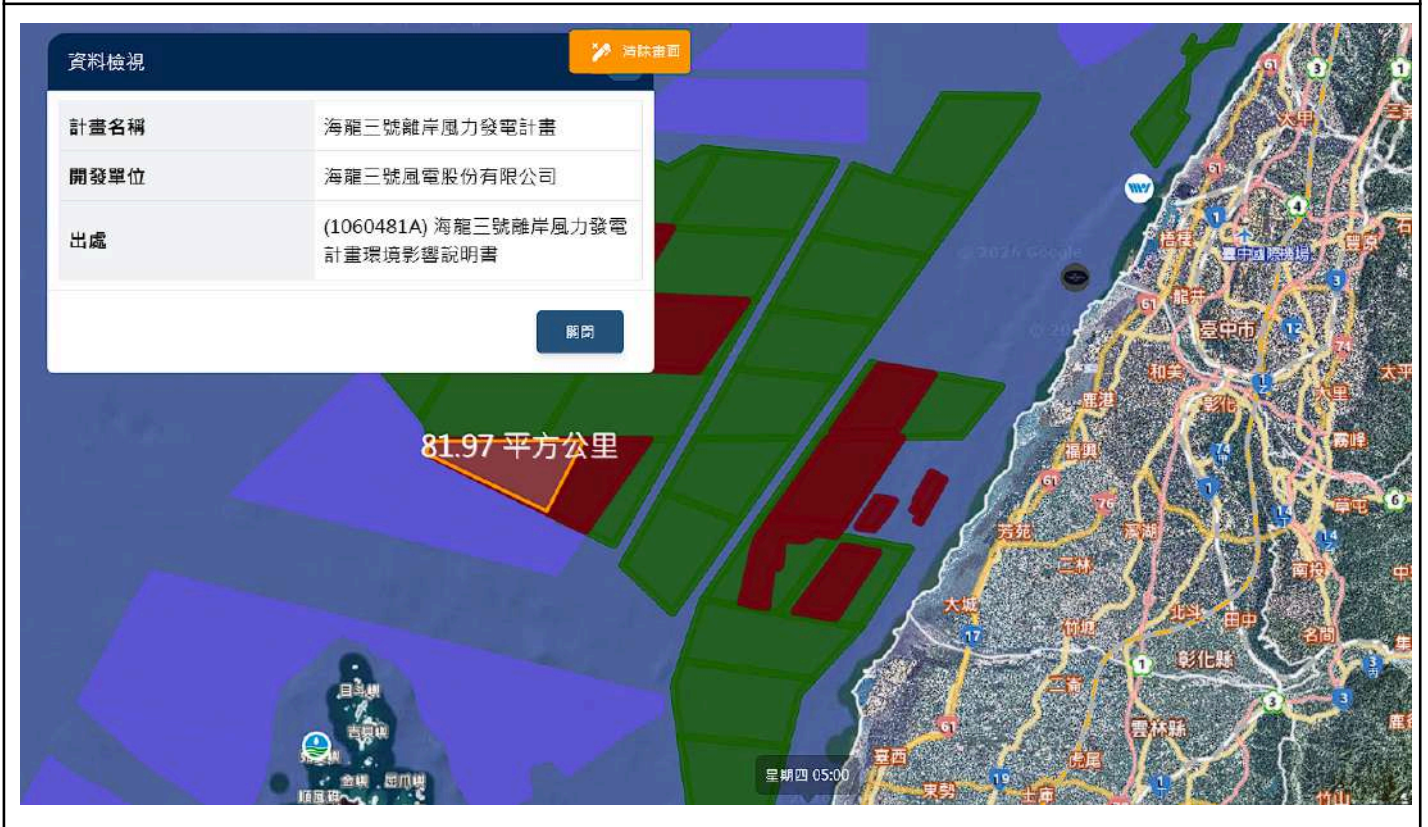
# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

12

參、目前研究成果：（課程開發部分）

1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part1）

2. 開啟『離岸風電』當中的內建已開啟的四個圖層，找到『海龍三號離岸風力發電計畫』的範圍，再使用『測量工具』中的『測量面積』，算出面積為 81.97 km<sup>2</sup>



## C. 資料闡釋

**問題意識：我想知道東北海域的風場與流場的方向與速度是否有一致性**

操作步驟：1. 開啟『觀測』資料中的『海流資料』

2. 點選『彭佳嶼』資料浮標

3. 日期改為 2026 年 3 月 2 日 ~ 3 月 3 日

4. 圖表類型為『歷線圖』，刪去『流向(去向)』資料，僅留下『流速』與『風速』

截圖貼於下方空格

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

13

參、目前研究成果：（課程開發部分）

1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part1）



5. 觀察上方結果，風速與流速的特性為何，請嘗試描述圖形結果與這兩天期間內的變化關係

從圖中可以看出這兩天(3/2~3/4)的風速和流速有蠻不一樣的變化特性。

首先是**風速(綠色)**。

在 3/2 凌晨到上午的時候，風速比較小，大約在 2~4 m/s 左右，而且變化不大。到了 3/2 下午到 3/3 凌晨，風速明顯上升，最高大約到 12~13 m/s，是這兩天的最高點。之後在 3/3 白天開始慢慢下降，穩定在 8~10 m/s 左右。整體來看，風速的變化是「先上升到高峰，再慢慢下降」，趨勢算是蠻明顯、也比較平滑。

再來是**流速(棕色)**。

流速的變化就比較劇烈，在 0~1.8 m/s 之間一直上下震盪。常常在短時間內突然升高又快速下降，看不太出一個很明顯的整體趨勢。和風速相比，流速的變化頻率比較高，而且起伏比較突然。

如果觀察兩者的關係，可以發現當風速在 3/2 晚上到 3/3 凌晨達到高峰時，流速的數值有時候也偏高，不過流速還是持續震盪，並沒有完全跟著風速同步變化。所以可以推測風速可能會影響流速，但影響沒有非常直接或明顯，可能還有其他因素(例如地形或水流本身的特性)一起影響流速。

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

14

參、目前研究成果：（課程開發部分）

1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part2）

國立中興高級中學 地球科學加深加廣  
國家海洋資料庫及共享平臺(NODASS)海洋資料專案

班級: 306	座號: [REDACTED]	姓名: [REDACTED]
---------	----------------	----------------

## 問題意識

### 研究背景與核心問題

本專案研究主題為「風暴潮(Storm Surge)」現象，探討颱風過境時大氣低壓對海平面高度的影響，以及風場堆積效應是否加劇特定港口的海水倒灌風險。

核心問題：

- 氣壓每下降 1 hPa, 水位實際上升多少公分？（逆氣壓計效應驗證）
- 颱風過境期間風向是否為向岸風？風力堆積是否主導水位異常偏高？
- 山陀兒颱風(2024)過境時，東港站記錄到的最大風暴潮偏差為多少？

## 使用資料

資料來源	國家海洋資料庫(NODASS)— 國家海洋研究院
原始提供機構	交通部中央氣象署
測站名稱	東港潮位站(C4Q02)
測站位置	22.4651°N, 120.4383°E(屏東縣東港鎮, 面向台灣海峽)
資料時間區間	2024年10月01日 00:00 ~ 2024年10月05日 23:00 (共120筆)
資料時間解析度	每小時一筆(Hourly)

使用資料項目：

- Air\_Pressure: 大氣壓力(hPa)— 用於計算逆氣壓計效應
- Tide\_Height: 潮高(m)— 用於觀測水位異常偏差
- Wind\_Speed: 風速(m/s)— 用於評估風力堆積效應強度
- Wind\_Direction: 風向(degree, 來向, 正北0°順時針增加)— 判斷向岸/離岸風

## 第一版本 Prompt

### Prompt 內容

「我有一份 NODASS 東港潮位站(C4Q02)的觀測資料, 包含颱風過境期間的氣壓(hPa)與潮高(m)。請幫我繪製雙 Y 軸時間序列圖, 左軸為氣壓, 右軸為潮高, 時間軸為

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

15

參、目前研究成果：（課程開發部分）

1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part2）

10/01-10/05。請觀察當氣壓達到最低點時，水位是否處於最高點，並標記颱風登陸時間點。」

成果 1: 氣壓統計

指標	數值	說明
最高氣壓	<b>1015.3 hPa</b>	10/05 09:00(颱風過後高壓回建)
最低氣壓	<b>1010.7 hPa</b>	10/01 15:00(颱風外圍環流影響)
10/01 基準氣壓	<b>1012.6 hPa(平均)</b>	颱風前正常大氣狀態
10/03 最低氣壓	<b>1010.8 hPa</b>	颱風登陸日最低點
有效氣壓降幅	<b>1.9 hPa</b>	從10/01基準至颱風期間最低

成果 2: 潮高統計

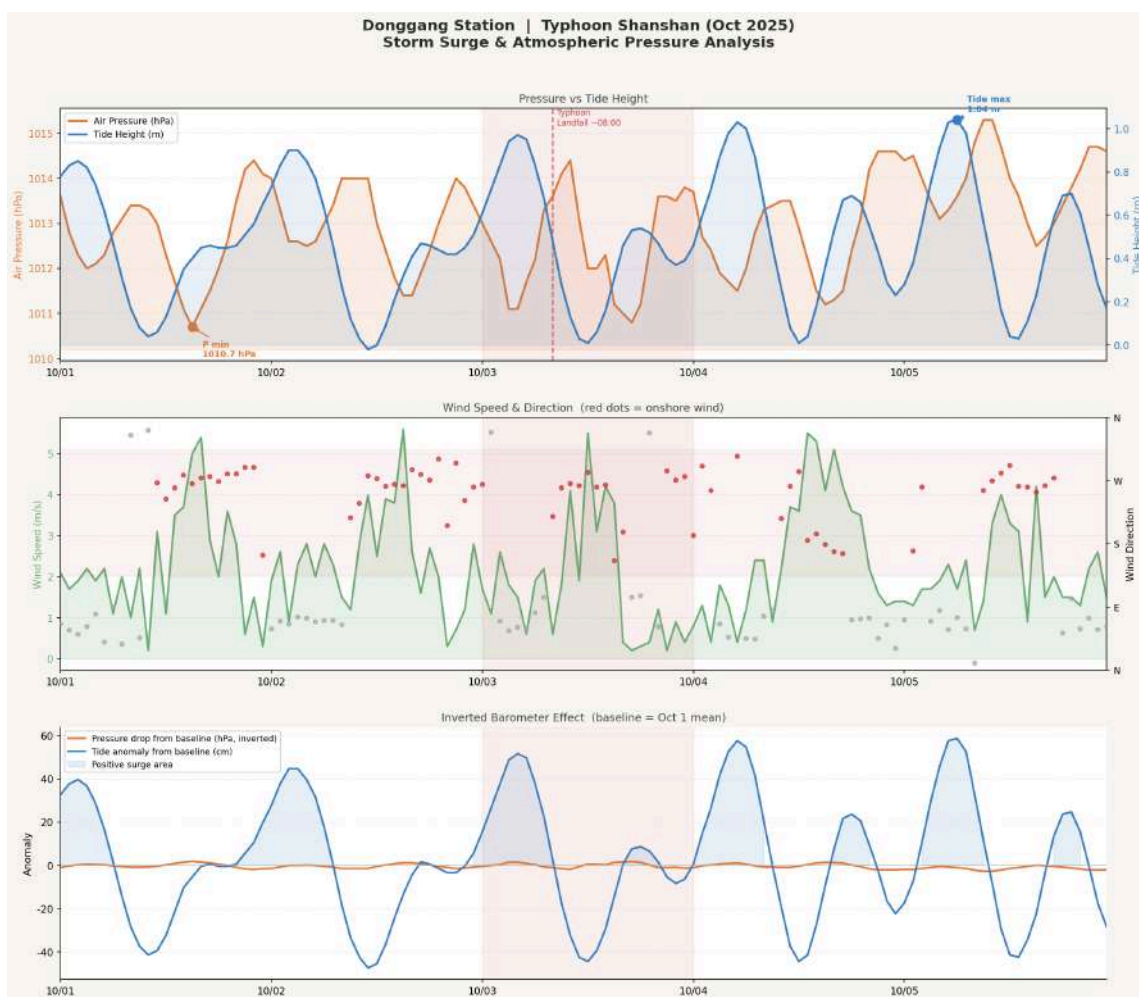
指標	數值	說明
10/01 平均潮高	<b>0.453 m</b>	颱風前基準值
最高潮高	<b>1.04 m</b>	10/05 06:00(大潮週期疊加)
10/03 最高潮高	<b>0.970 m</b>	颱風登陸日最高點
最低潮位	<b>-0.02 m</b>	10/02 11:00(低潮槽)
潮高振幅	<b>1.06 m</b>	本期間最大值 - 最小值

成果 3: 雙 Y 軸時間序列圖(含風速與逆氣壓計效應)

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）

1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part2）



圖一：東港站 2025/10/01-10/05 氣壓(橙)、潮高(藍)、風速(綠)及異常偏差分析

## 第二版本 Prompt

### Prompt 內容

「理論上氣壓每下降 1 hPa, 水位會上升約 1 公分(逆氣壓計效應)。請計算東港站此次颱風過境期間的氣壓變化量與水位偏差量之比值。此外, 請分析 10/03 各時次的風向是否為向岸風(來向 135°-315°), 並解釋風力堆積如何加劇水位偏高的風險。」

### 成果 1: 逆氣壓計效應量化比較

項目	理論值	實測結果
氣壓降幅	1.9 hPa(↓)	1.9 hPa(↓)
預測水位上升量	≈ 1.9 cm	<b>58.7 cm (!)</b>
氣壓效應比值	1.0 cm/hPa	<b>30.3 cm/hPa</b>

重要發現：實測偏差遠超純氣壓效應的理論預測值(30.3 倍), 表明風力堆積效應(wind setup)才是本次水位偏高的主要驅動力。

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

17

參、目前研究成果：（課程開發部分）

## 1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part2）

### 成果 2: 10/03 風向分析 — 向岸風時段統計

時間	風向(°)	風速(m/s)	判斷
08:00	219°	0.6	向岸風(偏南)
09:00	260°	1.8	向岸風(偏西)
10:00	266°	4.1	向岸風(強西風) 🚩
11:00	263°	1.9	向岸風(偏西)
12:00	282°	5.5	向岸風(最強) 🚩
13:00	261°	3.1	向岸風(偏西)
14:00	264°	4.2	向岸風(強西風) 🚩
15:00	156°	3.8	向岸風(偏南)

結論: 10/03 08:00–16:00 連續 8 小時出現 135°–282° 的西偏南向岸風, 風速高達 4.1–5.5 m/s, 對面向西南方的東港港口形成顯著的風力推積(Wind Setup)效應。

### 成果 3: 風暴潮機制整合說明

風暴潮三大組成分析		
機制	貢獻量(估算)	說明
①逆氣壓計效應	≈ 1.9 cm	氣壓降 1.9 hPa → 水柱升約 1.9 cm(純氣壓驅動)
②風力堆積效應	≈ <b>50–55 cm</b>	西南向岸風連續 8 小時推積海水, 為主導因素
③天文潮疊加	正常潮汐週期	正常半日潮週期約 12.4 小時, 振幅 0.8–1.0 m

## 研究結果

量化分析結果摘要	
研究項目	結果
颱風期間最低氣壓	1010.7 hPa(10/01 15:00)
氣壓降幅(相對基準)	1.9 hPa(基準 1012.6 hPa)
逆氣壓計效應理論預測	水位上升 ≈ <b>1.9 cm</b>
實測最大潮位偏差	<b>+58.7 cm</b> (超出理論值 <b>30 倍</b> 以上)
主導因素	風力堆積效應( <b>Wind Setup</b> )

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

18

參、目前研究成果：（課程開發部分）

1. 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋：（學生學習成果 NODASS操作與闡釋\_Part2）

向岸風持續時段	10/03 08:00–16:00(連續 8 小時)
最大向岸風速	5.5 m/s(10/03 12:00, 風向 282°)
氣壓與水位相關性	弱負相關(被風暴潮效應遮蔽)

## 研究結論

### 結論一：逆氣壓計效應的驗證

本次颱風過境期間，東港站的大氣壓力從基準值 1012.6 hPa 降至最低 1010.7 hPa，有效降幅約 1.9 hPa。依據逆氣壓計效應(Inverted Barometer Effect)理論，氣壓每降低 1 hPa，海面高度應上升約 1 公分，因此純氣壓效應的預測水位上升量僅約 1.9 cm。然而，實測潮位偏差高達 58.7 cm，為理論值的 30 倍以上，顯示氣壓效應在本次颱風事件中並非主要驅動力。

### 結論二：風力堆積效應為主導機制

10/03 08:00 至 16:00 期間，東港站連續記錄到來自西至西南方向(135°–315°)的向岸風，風速介於 1.8–5.5 m/s，最強出現於 12:00(282°，5.5 m/s)。東港港口地形面向台灣海峽西南側，在持續向岸風的驅動下，海水沿岸線堆積，形成顯著的風暴潮偏差。這說明在台灣西南沿海地區，颱風帶來的風場方向與地形走向的配合，是決定海水倒灌風險高低的關鍵因素，其影響遠大於純氣壓效應。

### 結論三：防災意涵

綜合本次分析，提出以下防災建議：

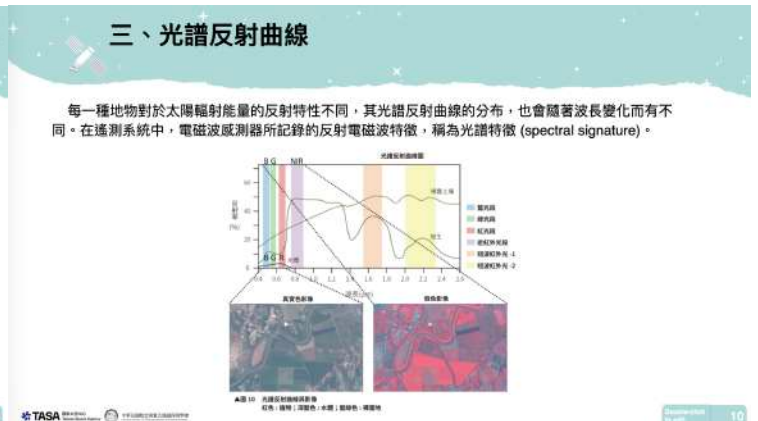
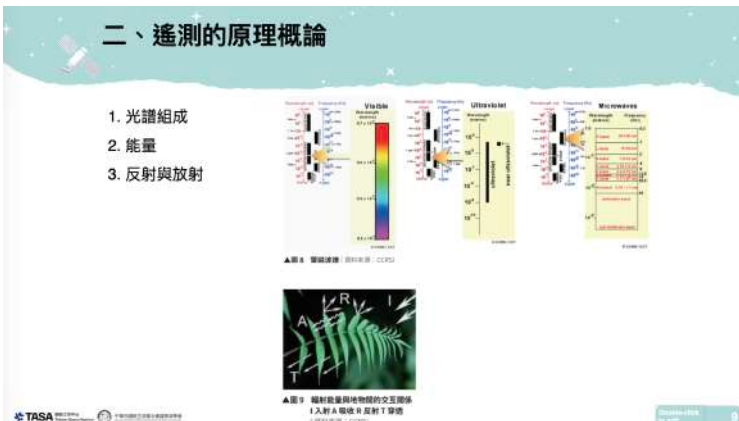
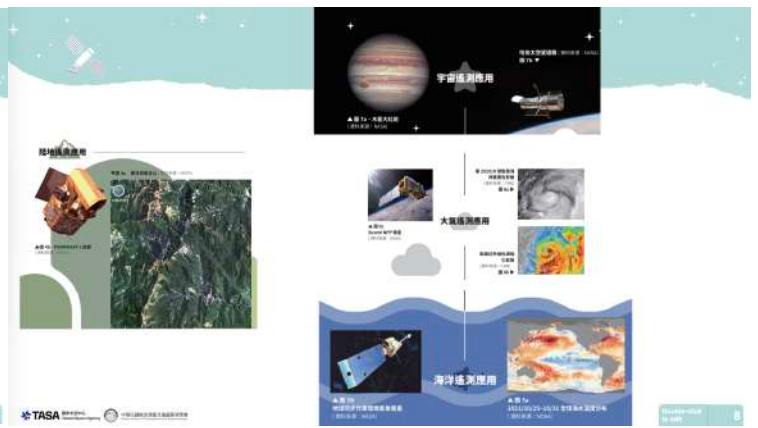
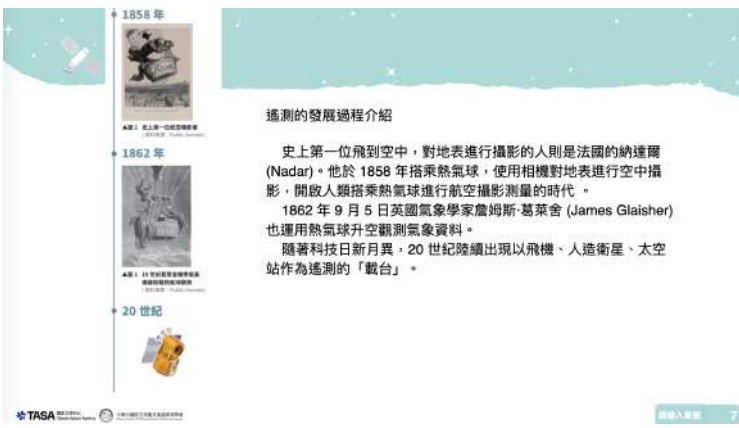
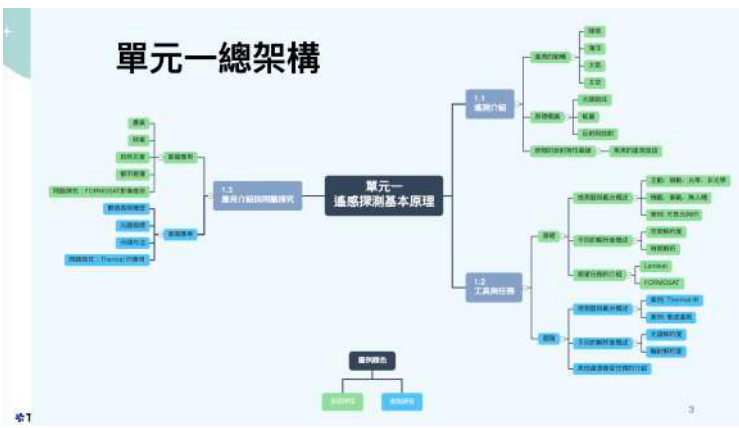
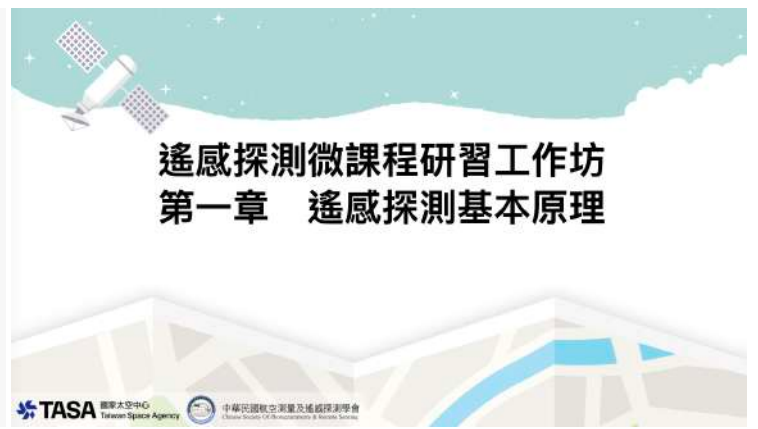
- 當颱風預測路徑使東港站出現持續 135°–315° 向岸風且風速超過 4 m/s 時，沿海低窪地區應提前啟動防洪閘門及抽水站。
- 氣壓單一指標不足以評估風暴潮風險，應結合風速、風向與地形走向進行綜合研判。
- NODASS 東港站每小時即時資料可作為颱風期間風暴潮的早期預警依據。

資料來源：國家海洋研究院 NODASS × 交通部中央氣象署東港潮位站(C4Q02)

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）

2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（上課教材投影片部分截圖）



# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）


2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（上課教材投影片部分截圖）

## 一、感測器與載臺概述

### 1. 感測器類別


**被動式感測器**

被動式遙測的儀器只接收來自地物反射的電磁波，主要感測來自地物反射的太陽光與地表放射的紅外線。部分感測器可以透過紅外光對部分材料具有穿透能力，用來觀察植物與土壤含水量等資訊。



**主動式感測器**

主動式遙測的儀器則是由本身主動向外發射不同波長的電磁波，再接收來自地表反射回來的電磁波，常用波段如微波、無線電波等。



TASA 14

### 2. 載台類別

根據載台的種類可以分為：**衛載 (space-borne)**：人造衛星；**空 (airborne)**：氣球、飛機、直昇機、無人飛行載具 (UAV)；**地面遙測 (ground-based)**：車載、手持、固定式等，本節介紹主要以衛星為主。

**地球同步衛星**

地球同步衛星的軌道高度，位於赤道上空約 36,000 公里處，因繞行地球一圈的時辰與地球自轉同步，所以從地表往天空看，衛星似乎固定在同一處，因此適合固定區域的連續觀測。



**太陽同步衛星**

因太陽同步衛星是因衛星軌道面相對於太陽為固定的角度，因此衛星會在固定當地時間，通過同一地的天空，此衛星也就能取得相同時間點的地表資料 (圖 14)。目前，大部分的資源衛星屬於太陽同步衛星，例如 FORMOSAT、Landsat 等。



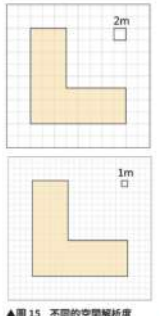
TASA 15

## 二、不同的解析度概述

### 1. 空間解析度

空間解析度 (spatial resolution) 是指在遙測的數位資料中，一格像元面積所代表的地表面積大小 (圖 15)。

遙測影像的像元，如矩陣排列成「行 x 列」，每格的像元面積越小，表示空間解析度越高，但也需要更多的儲存空間。



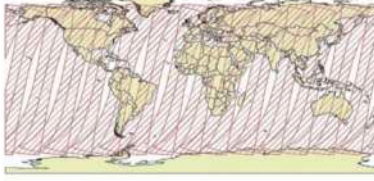
▲圖 15 不同的空間解析度

TASA 16

### 2. 時間解析度

時間解析度 (temporal resolution) 是指遙測衛星對目標地區的觀測的再訪頻率，會受到衛星任務規劃時的軌道設計影響。

FORMOSAT-2 使用 891 公里高的軌道設計，因此每天都能拍攝到臺灣的影像；而 FORMOSAT-5 則是使用 720 公里高度的太陽同步軌道，再訪時間則為二天 (圖 16)。



▲圖 16 FORMOSAT-2 軌道與再訪時間範圍 (資料來源：NSPO)  
紅色至藍色下方內的線標為 14 條衛星軌道的地面軌跡，軌跡的顏色為 FORMOSAT-2 的 45 度視角範圍。

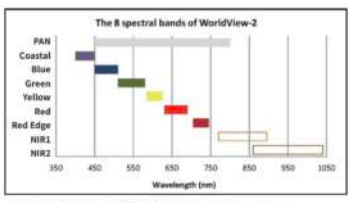
TASA 17

### 3. 光譜解析度

光譜解析度 (spectral resolution) 是指衛星感測器能偵測之電磁波光譜範圍。感測器的光譜越多，能收集到來自地面反射的資訊越多；光譜的範圍越小，接收的資訊也就越少。

全色態影像 (Panchromatic image)

多光譜影像 (Multispectral image)



▲圖 17 WorldView-2 波段的的光譜範圍 (資料來源：Maxar)

TASA 18

### 4. 輻射解析度

輻射解析度 (radiometric resolution) 是指感測器接收地表反射太陽光之能量後，再將該能量轉換為灰階範圍。

位元	值域	灰度值
1 位元	$2^1 = 2 (0\sim1)$	
4 位元	$2^4 = 16 (0\sim15)$	
8 位元	$2^8 = 256 (0\sim255)$	


▲圖 18 輻射解析度

TASA 19


## 三、衛星任務的介紹

### 1. Landsat


長期累積的地球觀測資料記錄，能夠提供過去 50 年來，上百萬張的地球自然與人文地景變化影像。



▲圖 19 Landsat 系列衛星任務時間表 (資料來源：USGS)



(a) 拍攝於 1987 年的 Landsat 5 影像



(b) 拍攝於 2016 年的 Landsat 8 影像

▲圖 20 Landsat 系列衛星拍攝的沙漠地景變化 (資料來源：NASA)

TASA 20

### 2. FORMOSAT

FORMOSAT 系列衛星自 1999 年發射升空至今，歷經多世代。其中，2004 年發射的 FORMOSAT-2 (福爾摩沙衛星二號，簡稱福衛二號)，是臺灣第一枚自主擁有的遙測衛星。




▲圖 21 FORMOSAT-2 衛星 (資料來源：NSPO)

▲圖 22 2004 年艾利颱風，導致淡水河輸砂量大增 (資料來源：NSPO)

TASA 21

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

## 參、目前研究成果：（課程開發部分）

### 2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（上課教材投影片部分截圖）

2017年發射的 FORMOSAT-5 (福爾摩沙衛星五號, 簡稱福衛五號) (圖 23)。  
FORMOSAT-5 同為太陽同步衛星, 軌道高度運行於 720 公里, 每兩日再訪地球上同地區一次。



▲圖 24 FORMOSAT-5 計畫之系統 (資料來源: NSPO)

FORMOSAT-5 衛星 (資料來源: NSPO) 圖 23

TASA

### 3. 其他資源衛星

(1) 法國 SPOT  
1986 年法國發射第一顆 SPOT-1 衛星後, 陸續發射多顆 SPOT 系列衛星進行觀測。SPOT 衛星具有傾斜觀測的設計, 藉由鏡頭旋轉方式, 就可改變衛星觀測方向, 傾斜角度最大可達左右各 27 度 (圖 27)。

(2) 美國 MODIS-TERRA/AQUA  
美國太空總署地球觀測系統 (Earth Observation System, 簡稱 EOS) 的 Terra 與 Aqua 兩顆衛星上, 皆搭載 MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer, 又稱中尺度影像光譜儀) 感測器, 自 1999 年發射後, 持續運作至今。

TASA

## 四、問題探究

雖然現今衛星觀測已進入高解析的時代, 但在考量經費、設備及技術的考量下, 低解析度的遙測影像仍是常用的工具。如在進行地景大範圍的環境監測, 大像幅與中解析度的 Landsat 影像即具有優勢。理論上一幅影像的空間解析度高, 價格愈高, 故在有限預算時, 使用者必須瞭解衛星任務特性, 再採取適當遙測影像, 即為相當重要的考量。如欲進行地球環境變遷研究, 就須有需求以上同地區、不同時間的影像, 此時也須考慮影像的時間解析度。

在 2021 年 3 月 23 日, 我國長榮海運承租的貨輪「長賜號 (Ever Given)」擱淺在蘇伊士運河, 長達 400 公尺的船身卡於航道, 造成來往紅海與地中海間之航運阻塞, 造成至少超過 160 艘載運原油及貨物的船舶, 被迫於周邊海域等待通行。FORMOSAT-5 在臺灣時間 3 月 25 日下午 16:49 拍下長賜號影像的同時, 各國也紛紛公佈不同衛星所拍攝的影像, 造成一波蘇伊士運河打卡熱潮。請問：



▲圖 30 臺灣 FORMOSAT-5 衛星影像 (空間解析度: 4 公尺) (資料來源: NSPO)

▲圖 31 土耳其 Gokturk-1 衛星影像 (空間解析度: 6.8 公尺) (資料來源: NASA)

▲圖 32 歐洲 Sentinel-2 衛星影像 (空間解析度: 10 公尺)

▲圖 33 美國商用 Maxar WorldView-2 衛星影像 (空間解析度: 0.3 公尺) (資料來源: Maxar)

TASA

1. 「大排長壘」事件中, 各國衛星將蘇伊士運河變成太空拍照打卡熱點。在觀察完四張影像後, 請將四張影像的空間解析度由高至低排序。

答案:

2. 若想要下載其中一顆衛星拍攝的影像當作手機桌面, 且以涵蓋「整條蘇伊士運河」的圖幅為範圍, 選擇哪一張影像的儲存容量最小? 請說明判斷原因。

答案:

TASA

## 一、基礎應用介紹

### 1. 農業

水稻田面積的判釋, 若以人工在地面調查與統計, 不僅耗時又費力。但若透過 FORMOSAT-5 多光譜影像進行判釋, 則可依據水稻的光譜反射曲線, 迅速取得水稻田的面積與生長狀態, 進而推估當期的水稻產量 (圖 34)。



▲圖 34 FORMOSAT-5 近紅外光假色影像與自然色影像 (資料來源: NSPO)

TASA

### 2. 林業

由圖 35 可以發現, 2000 年時, 亞馬遜雨林仍擁有大面積深綠色的植被, 只有少數開發的裸露地呈現棕褐色, 或是次生林、農地的淺綠色; 但到了 2012 年 (圖 36), 出現大量筆直的道路, 裸露地的面積也越來越大。



▲圖 35 2000 年亞馬遜雨林 (Terra MODIS 拍攝) (資料來源: NASA)

▲圖 36 2012 年亞馬遜雨林 (Terra MODIS 拍攝) (資料來源: NASA)

TASA

### 3. 自然災害

臺灣過去發生重大自然災害事件時, FORMOSAT-2 可在一天內提供影像資料到中央與地方災害應變中心, 作為災情研判與救災規劃的資料參考。例如, 在 2009 年莫拉克風災期間, 高雄山區發生嚴重的災情, 甚至引發小林村被地滑掩埋 (圖 37)。




▲圖 37 2009 年莫拉克颱風前、後的小林村影像 (FORMOSAT-2 拍攝) (資料來源: NSPO)

TASA

### 4. 都市變遷

杜拜是阿拉伯聯合大公國七個酋長國之一, 也是現今全球發展最快的城市之一。在 1973 年的影像中, 可以看到附近還是荒漠一片。但在石油經濟發展下, 今日杜拜已轉型為現代化的大都市, 在 2006 年的影像中, 已經可以看到整齊的街道、大面積的建築, 甚至是填海造陸的棕櫚人工島 (圖 38)。



▲圖 38 杜拜影像 (Landsat 1 與 Landsat 7 假色影像) (資料來源: NASA)

TASA

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

## 參、目前研究成果：（課程開發部分）

### 2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（上課教材投影片部分截圖）

#### 二、問題探究

「你從太空中看過臺灣嗎？」FORMOSAT 資源衛星系列中已累積 12 年的 FORMOSAT 2 影像 (2004-2016 年) 與 FORMOSAT 5 (2017 年-) 持續提供相當豐富的影像資料。因 FORMOSAT 2 衛星的「每日再訪」特性，相當適合應用於臺灣各地的探究活動。

圖 40-41 分別為 FORMOSAT-2 所拍攝不同時期的龜山島遙測影像，如何藉由這些影像認識臺灣的離島呢？以下分為三個步驟進行探討。首先找到「龜島礁體」的位置，接著使用遙測影像觀察「神龜曬尾」，最後再討論為什麼龜山島的地形會產生變化呢？



1. 「龜島礁體」為什麼會吐煙？  
請觀察衛星影像後，圈出圖 40 中「龜島礁體」的位置，並說明為何會出現這個現象？

2. 神龜在曬尾嗎？  
請觀察影像拍攝時間與尾部的形狀，寫下圖 40 與圖 41 影像拍攝的時間，並使用指圖標出圖 41 的尾巴形狀，再會在圖 40 上，觀察龜島是否不一樣？

3. 「神龜曬尾」為什麼會曬尾？  
請嘗試以龜山島所在的地區環境特色作為背景資料，說明造成「神龜曬尾」的成因與有利有弊？

#### 三、進階應用介紹

##### 1. 數值高程模型

數值高程模型 (Digital Elevation Model, DEM)，簡稱 DEM，是指不含地表物（如植被與房屋等）之地形面的數值高度模型。

近來也常使用 DEM 進行 3D 視覺模擬，展示三維圖資（圖 42）。



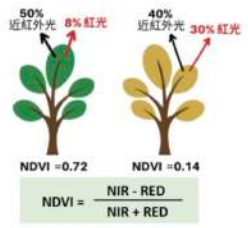
▲圖 42 FORMOSAT-5 製作 DEM 的 3D 視覺模擬 (紅色多邊形為開發範圍) (資料來源：NSPO)

##### 2. 常態化差異植被指標

常態化差異植被指標 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 即常用於評估植被生長狀況，亦屬光譜指標的一種類型。

不同健康狀態的植物，對於紅光 (RED) 與近紅外光 (NIR) 的光譜反射強度即有明顯差異，所以將 NDVI 計算公式定義為 (NIR-RED)/(NIR+RED)。

NDVI 數值介於 -1 到 1 之間，數值越接近 1，就表示植物的健康度



$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

##### 3. 分類方法

影像分類方法常被應用於製作土地利用與覆蓋分類 (Land use land cover, LULC) 資料，將影像上的像元分類成多種地物，例如植被、建物、水體、裸露地等不同的地物類型。

美國地質調查局 (USGS) 使用 Landsat 衛星影像製作不同年度的土地覆蓋圖，並統計出 2001 年至 2016 年美國土地覆蓋面積變化最大的類別為林地，此類資料可進一步作為美國國土規劃的參考資料 (圖 45)。



▲圖 45 美國土地覆蓋分類

#### 四、問題探究

1. 「火點」在哪裡？  
在人的眼中，「火」就是會發出紅色光，處於可見光 (0.4-0.7 μm) 波段的影像中，應該看到「火點」的位置出現「紅色光」。但當野火開始蔓延，濃煙四起，人眼就只能看到大量煙霧，而無法判斷「火點」位置。因此，可見光波段對於「火點」的觀察，很容易受到煙霧阻礙。溫度 (公式 1) 與輻射波長有什麼關係呢？請根據普朗克定律 (公式 2)，完成表中空格的計算後，再說明兩者關係。

$$K = {}^{\circ}C + 273.15 \quad \text{公式 1}$$

$$\lambda_{max} = \frac{2898}{T(K)} \quad \mu\text{m} \quad \text{公式 2}$$

溫度	輻射波長 (計算至小數第二位四捨五入)
300K	μm
600K	μm
6000K	μm

「山上在冒煙？該不會是發生森林火災了？」，森林一旦發生野火，若沒有及時發現，火源就可能受到強風的影響，快速向周圍擴散。當然規模越來越大後，救火人員甚至根本無法靠近撲滅。此時，非接觸的遙測就成為最適用的救火方法，不僅可以使用衛星監測野火，也可使用無人飛行載具進行噴灑滅火劑，協助控制火勢。

要如何應用遙測監測野火呢？以下分為三個步驟進行探討。首先要找到「火點」，接著使用遙測影像觀察「野火發生位置的地表差異」，最後再討論如何應用遙測監測野火災害。

##### 3. 如何運用遙測技術預防野火災害呢？

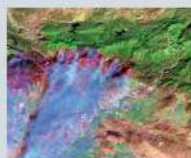
圖 49 為 MODIS 衛星於 2018 年 9 月拍攝到發生在加利福尼亞州 (California) 的一場嚴重野火事件，火勢不僅蔓延超過 410,000 英畝的土地，甚至燒毀 157 間房屋。若當局根據圖中顯示的資訊判斷，住家位於「起火點」哪一個方位 (八方位法) 的居民，一定要盡快避難準備，避免傷亡的發生？請說明判斷的依據。



▲圖 49 2018 年加州野火 MODIS 自然色影像 (資料來源：NASA)

##### 2. 這裡發生過野火嗎？

要怎麼知道哪裡發生過野火呢？可以善用左圖的影像，找出被火灼燒過的大地疤痕。圖 (47-48) 為 ASTER 拍攝的遙測影像 (圖 47 為 Thermal IR 波段影像，圖 48 為自然色影像)，請分別在兩個影像中，圈出被野火燒過的地區，並說明哪張影像比較容易判斷？原因為何？



▲圖 46 2003 年加州野火影像 (資料來源：NASA)



▲圖 47 2003 年加州野火影像 (資料來源：NASA)

答覆：

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

23

參、目前研究成果：（課程開發部分）

2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（課程學習單與解答）

Class : \_\_\_\_\_

Earth Science

Number : \_\_\_\_\_

CH1 · 遙感探測基本原理

Name : \_\_\_\_\_

## P13. Discussion Questions

1. 請與鄰座的同學討論後，嘗試說明為何法國人納達爾對地表進行觀測的方式可以稱為遙測呢？  
法國人納達爾搭乘熱氣球到天空，以非接觸地物的方式進行攝影，也是屬於非直接接觸的測量方式。
2. 在各種電磁波段中，請使用「地物的反射曲線」說明為何「近紅外光波段」適合用於觀測森林呢？  
森林主要由各式各樣的植物所組成，而植物體的葉綠素，相對於藍光和紅光會反射較多的綠色光，且對於近紅外線會有更強的反射。

## P28. Discussion Questions

3. 「大排長榮」事件中，各國衛星將蘇伊士運河變成太空拍照打卡熱點。在觀察完四張影像後，請將四張影像的空間解析度由高至低排序。  
Maxar WorldView-2、Gokturk-1、NSPO FORMOSAT5、ESA Sentinel-2。
4. 若想要下載其中一顆衛星拍攝的影像當作手機桌面，且以涵蓋「整條蘇伊士運河」的圖幅為範圍，選擇哪一張影像的儲存容量最小？請說明判斷原因。  
Sentinel-2，空間解析度的網格最大，所以需要的像元最少，儲存容量也最小。

## P34. Discussion Questions

5. 「龜島磺煙」為什麼會吐煙？  
請觀察衛星影像後，圈出(直接於右下圖圈出)圖40中「龜島磺煙」的位置，並說明為何會出現這個現象？  
龜山島為火山作用所形成，海底持續有噴發。
6. 「神龜擺尾」為什麼會擺尾？  
請嘗試以龜山島所在的地理環境特色作為背景資料，說明造成「神龜擺尾」的原因與何有關？  
季風影響海流變化，夏季龜尾朝北、冬季龜尾轉南。



# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

24

參、目前研究成果：（課程開發部分）

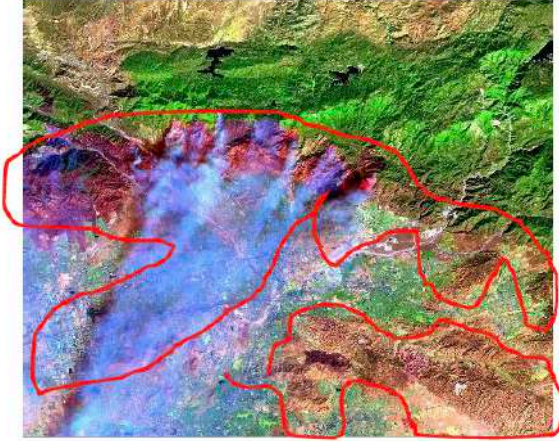
2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（課程學習單與解答）

## Earth Science

### P40. Discussion Questions

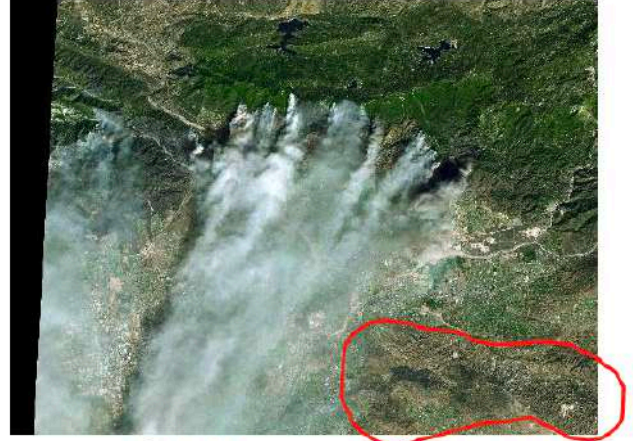
#### 7. 這裡發生過野火嗎？

要怎麼知道哪裡發生過野火呢？可以善用左圖的影像，找出被火灼燒過的大地疤痕。圖(47~48) 為ASTER 拍攝的遙測影像（圖47 為Thermal IR 波段影像，圖48 為自然色影像），請分別在兩個影像中，圈出被野火燒過的地區，並說明哪張影像比較容易判讀？原因為何？



© ASTER image, Copyright NASA

圖 46. 2003 年加州野火



© ASTER image, Copyright NASA

圖 47. 2003 年加州野火

(1)直接在上面圖46、圖47圈出被野火燒過的地區

(2)哪張影像比較容易判讀？

(3)原因為何？ 暗橘色是燒過的，亮紅色是火點；右圖被煙蓋住的地方，無法判斷。

8. 如何運用遙測技術預防野火災害呢？圖49 為MODIS 衛星於2018 年9 月拍攝到發生在加利福尼亞州(California) 的一場嚴重野火事件，火勢不僅蔓延超過 410,000 英畝的土地，甚至燒毀157 間房屋。若當局根據圖中顯示的資訊判斷，住家位於「起火點」哪一個方位（八方位法）的居民，一定要盡快逃離家園，避免傷亡的發生？請說明判斷的依據。

西南；由煙霧擴散的方向朝向西南判斷，此時應有強烈的東北風，居住於起火點西南的居民需立刻撤離。



# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）

2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（EO Browser Classroom Practice Report）

## EO Browser Classroom Practice Report

Group: 5

Members: : 205\_ 206\_

Study Area: Rhein-Herne-kanal

Satellite Image Source: EO Browser

Data Level: L2A

Maximum Cloud Cover Setting: 20%

Selected Comparison Index: 季節對於水位的變化 圖11、學生作品：NDWI\_不同季節河道水位變化

Comparison of satellite images from two different periods, with preliminary research results as follows:



# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）

2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（EO Browser Classroom Practice Report）

## EO Browser Classroom Practice Report

Group: 2

Members: 206\_ [redacted], 206\_ [redacted], 205\_ [redacted]

Study Area: Tuvalu

Satellite Image Source: L2A

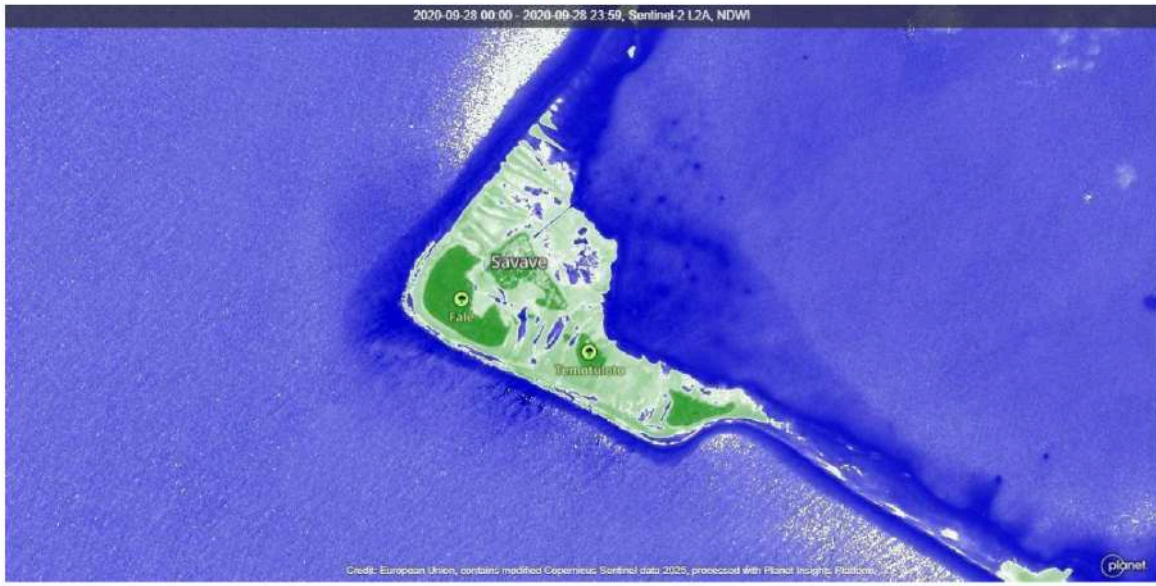

Data Level: NDWI

Maximum Cloud Cover Setting: 20

Selected Comparison Index: 海平面高度

圖12、學生作品：NDWI\_不同月份海平面高度變化

Comparison of satellite images from two different periods, with preliminary research results as follows:

Date of the <b>first</b> image:	2020-09-20	Cloud cover:	0%
<p>Tuvalu</p> <p>2020-09-28 00:00 - 2020-09-28 23:59, Sentinel-2 L2A, NDWI</p>  <p>Credit: European Union, contains modified Copernicus Sentinel data 2020, processed with Planet Insights Platform.</p>			
Date of the <b>second</b> image:	2025-08-08	Cloud cover:	1%
<p>2025-08-08 00:00 - 2025-08-08 23:59, Sentinel-2 L2A, NDWI</p>  <p>Credit: European Union, contains modified Copernicus Sentinel data 2025, processed with Planet Insights Platform.</p>			

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）

2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（EO Browser Classroom Practice Report）

## EO Browser Classroom Practice Report

Group: 3

Members: 206\_ [redacted] 206\_ [redacted]

Study Area: Beit Hanoun, Gaza

Satellite Image Source: 31.51 .34.50

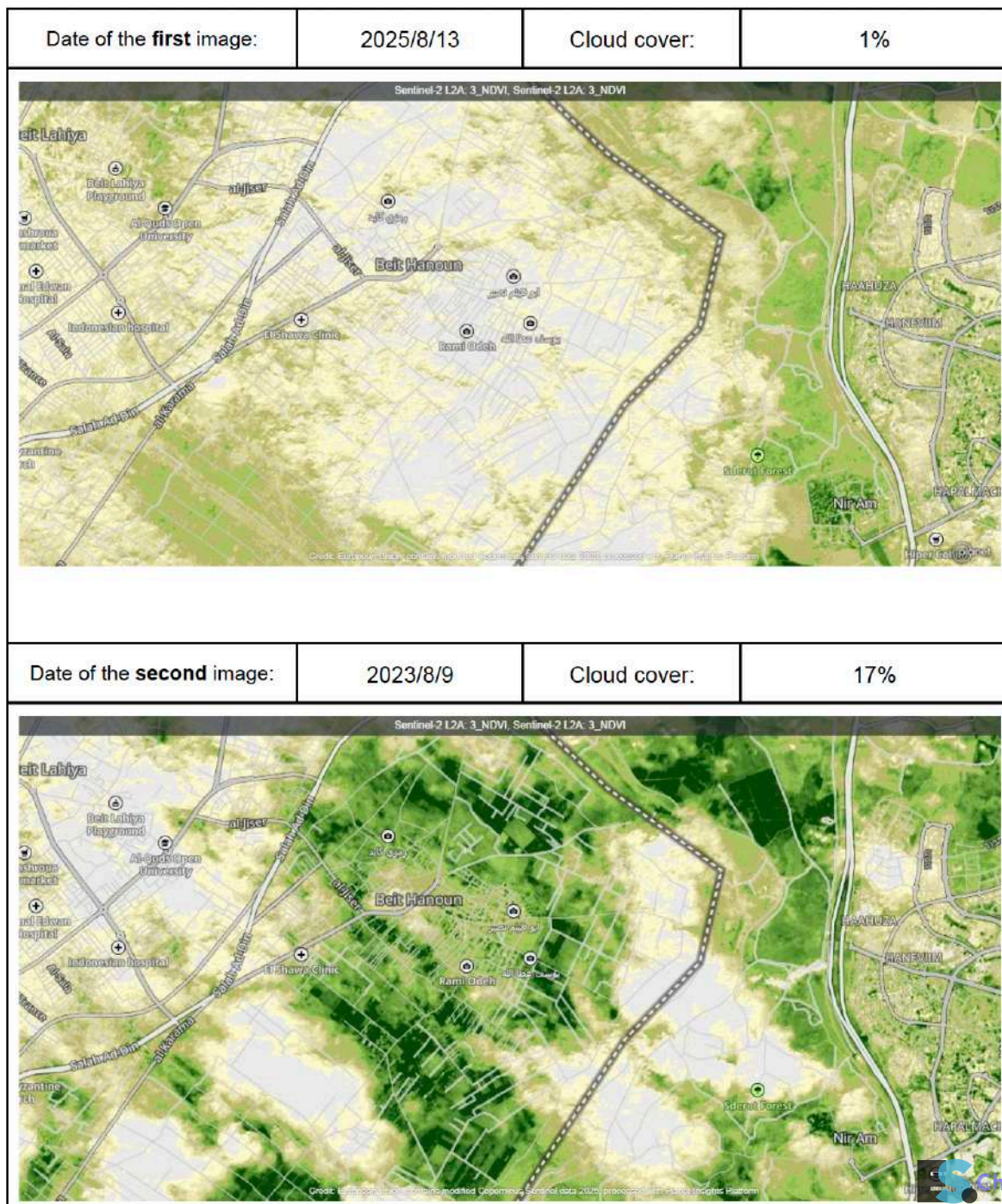
Data Level: L2A

Maximum Cloud Cover Setting: 20%

Selected Comparison Index: NDVI

圖12、學生作品：NDVI\_不同年份8月的植生變化

Comparison of satellite images from two different periods, with preliminary research results as follows:



# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

28

參、目前研究成果：（課程開發部分）

2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（衛星遙測\_課堂中形成性評量\_問題與解答）

Class : \_\_\_\_\_

Earth Science

Number : \_\_\_\_\_

## 1.1 遙測介紹

Name : \_\_\_\_\_

### Part 1 : Multiple Choice Question (Single Answer) 2 points per question.

1. 下列何者屬於狹義的遙測定義？

- (A) 人類用眼睛觀察環境 (B) 蝙蝠利用聲波導航  
(C) 使用搭載感測器的載台，透過電磁波偵測環境 (D) 犬用嗅覺追蹤氣味

2. 第一位使用熱氣球進行航空攝影的歷史人物是？

- (A) 哥白尼 (B) 愛迪生 (C) 納達爾 (D) 葛萊舍

3. 下列何者不屬於遙測應用的範疇？

- (A) 太空望遠鏡拍攝星系影像 (B) 氣象預報使用的雲圖  
(C) 超商POS系統條碼掃描 (D) 導航地圖中的衛星影像

4. 葛萊舍利用熱氣球觀測的主要目的是？

- (A) 拍攝軍事設施 (B) 測量地震波 (C) 觀測氣象資料 (D) 攝影地貌變遷

5. 遙測的主要觀測原理是透過？

- (A) 聲波反射 (B) 重力感應 (C) 電磁波輻射與反射 (D) 水壓感應

6. 太陽提供的能量照射到地表後，下列哪一種情況不會發生？

- (A) 反射 (B) 穿透 (C) 吸收 (D) 消失

7. 地球表面主要放射哪種電磁波？

- (A) 紫外線 (B) 可見光 (C) 紅外線 (D) 無線電波

8. 太陽的溫度約為？

- (A) 273K (B) 600K (C) 288K (D) 6000K

9. 哪種地物在近紅外波段反射特性最明顯？

- (A) 淡水湖泊 (B) 植物 (C) 道路 (D) 建築物

10. 植物看起來是綠色，主要是因為？

- (A) 吸收綠光 (B) 反射綠光 (C) 吸收紅外光 (D) 發射藍光

11. 下列何者為遙測所使用的「假色影像」？

- (A) 使用真實色彩顯示 (B) 將近紅外光當作紅色光呈現  
(C) 使用夜視鏡觀測圖像 (D) 使用紅外線偵測人體溫度

12. 表格中所列藍光波段大致位於？

- (A) 0.1~0.3  $\mu\text{m}$  (B) 0.3~0.4  $\mu\text{m}$  (C) 0.4~0.5  $\mu\text{m}$  (D) 1~3  $\mu\text{m}$

13. 短波紅外線波段可用於觀察什麼？

- (A) 可見光反射 (B) 判識植物種類、病蟲害 (C) 熱能狀態（如火山、野火） (D) 空氣濕度

14. 微波遙測的最大優點為？

- (A) 可看到彩色地圖 (B) 不受天候影響 (C) 具有紫外線穿透能力 (D) 可以測量水壓

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

29

參、目前研究成果：（課程開發部分）

2. 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析：（衛星遙測\_課堂中形成性評量\_問題與解答）

## Earth Science

15. 電磁波中波長最短的是？

- (A) 微波 (B) 紅外線 (C) **γ射線** (D) X射線

16. 下列何者不屬於電磁波感測器觀測的資料來源？

- (A) 目標反射太陽輻射 (B) 地物本身發出的輻射 (C) **環境噪音** (D) 感測器主動發射波段

17. 若地物反射率高，則其吸收率通常為？

- (A) 一樣高 (B) 中等 (C) **較低** (D) 無法比較

18. 白天地表能量行為的組合為？

- (A) 僅吸收 (B) 僅反射 (C) **同時反射與放射** (D) 只有放射

19. 夜晚的地球表面主要是？

- (A) 反射太陽光 (B) 發射紫外線 (C) 吸收紅外線 (D) **自身放射熱能**

20. 光譜特徵 (spectral signature) 是指？

- (A) 地圖圖例 (B) 感測器解析度 (C) 相機解析度 (D) **物體反射的電磁波特性**

## Short Answer Questions

21. 什麼是「反照率」(Albedo)? 它有什麼意義? [4 points]

Answer: **反照率是反射與入射能量的比值，可作為遙測判讀依據。**

22. 為何衛星影像中有時會看到植物是紅色的? [4 points]

Answer: **使用假色影像處理，因使用近紅外光代替紅色光顯示，植物反射強，呈紅色。**

23. 為什麼「近紅外波段」適合觀測森林? [4 points]

Answer: **因健康植物對近紅外光反射性強，可用來分辨植物種類與健康狀態。**

24. 地球表面接受的輻射來源主要來自太陽。當太陽輻射能量入射(incident)到地物表面時，會出現哪三種狀態？

請將三種輻射能量與地物間的交互關係狀態，分別寫出中文與英文名稱。 [12 points]

Answer: **吸收 (absorption)**

**反射 (reflection)**

**穿透 (transmission)**

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

30

參、目前研究成果：（課程開發部分）

3. 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊：（校外延伸課程\_工作坊計劃書）

2025年8月28~29日・114學年度中小學科學教育計畫執行方案

## 114年低軌衛星通訊模擬實作工作坊

- **課程目標：**
  - 1. 掌握衛星軌道設計與調控能力**  
學員能夠理解並應用 STK (Systems Tool Kit) 進行衛星向量自訂與軌道設計，熟悉不同任務需求下的軌道規劃方法。
  - 2. 提升衛星通訊與覆蓋分析能力**  
透過學習 Communication Chains 與 Coverage 分析，學員能夠建立衛星與地面站之間的通訊鏈路模型，並分析其覆蓋範圍與效能。
  - 3. 應用分析工具優化衛星任務**  
學員能夠使用 Analyzer 與 STK Python Programming 工具進行軌道及任務優化，培養結合軟體模擬與程式設計的應用能力。
  - 4. 熟悉 STK 模擬軟體功能與實務應用**  
學員能夠由淺入深學習 STK 的基本與進階功能，並透過實際案例與模擬應用教學，提升對太空與衛星系統建模的操作能力。
  - 5. 強化跨領域整合與資料視覺化能力**  
透過 Cesium ion 與 STK 的整合應用，學員能將模擬成果進行視覺化展示，提升跨領域資料分析與展示的能力，有助於未來研究與教學應用。
- **學習內容：**
  - 1. 太空系統與地球位於宇宙中的位置**  
108 課綱涵蓋「天體與宇宙」主題，包括宇宙結構（如太陽系、銀河系、宇宙起源等）。幫助學生理解衛星是如何在地球與太空間運動的重要背景。
  - 2. 科學探測工具與衛星應用**  
地球科學強調使用現代技術進行科學研究，例如透過衛星、遙感、影像分析等工具來觀測地表、大氣與環境變化。STK 模擬軟體及 Cesium ion 用於視覺化與模擬應用。
  - 3. 空間系統模型與運動預測能力**  
高中地球與太空科學課程中強調運用數學與計算模型預測天體的運動。
  - 4. 建構與應用科學模型及算式推理**  
108課綱鼓勵學生透過科學與工程實務、跨領域整合，發展探究與「模型建構」能力，例如使用系統模型分析地質變動與天體運動。
  - 5. 數據視覺化與跨領域資訊呈現**  
108 課綱精神強調學生能取得、評估、溝通科學資訊（包括圖像、影像、模擬視覺化），工作坊中使用 Cesium ion 展示三維視覺結果。

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

31

參、目前研究成果：（課程開發部分）

3. 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊：（校外延伸課程\_工作坊計劃書）

2025年8月28~29日・114學年度中小學科學教育計畫執行方案

## 114年低軌衛星通訊模擬實作工作坊

- **學習任務：**
  1. 學生能參與工作坊課程，了解 STK 的運作原理，並透過軟體進行衛星運行與自動識別系統（AIS）資料的模擬與分析。
  2. 學生能將工作坊所學方法應用於實際海域資料，進行傳播與通訊效能的模擬分析，並探索最優化的航行通行路徑。
  3. 學生能以工作坊成果為基礎，展開科學專題的初步研究與設計，為未來參加科展或相關研究奠定基礎。
- **成果分享：**9月29日前完成國家海洋研究院大數據競賽的複賽書審報告。  
進階期許：兩組科展組別完成初步的衛星模擬子題。
- **授課講師：**國立臺灣海洋大學智航中心主任・高聖龍教授  
STK臺灣區軟體工程開發組・胡旭顥工程師  
STK臺灣區軟體工程開發組・吳志堅 技術總監  
國立臺灣海洋大學海洋工程科技智慧運輸學系・張宗鈞博士後研究員

### 課程表



08.28(四) 電綜907

10:00-10:10	開幕	智航中心主任
10:10-11:00	Customize Satellite Vector	胡旭顥工程師
11:00-12:00	Satellite Orbit Design	胡旭顥工程師
12:00-13:00	中午用餐休息	
13:00-14:00	Communication Chains with Coverage	胡旭顥工程師
14:00-15:00	Using Analyzer to Optimize a Satellite Orbit	吳志堅技術總監
	STK Python Programming工具介紹	
15:00-16:00	STK Python Programming工具介紹	吳志堅技術總監
	Cesium ion介紹	
16:00	賦歸	

08.29(五) 電綜907

10:00-12:00	STK 模擬軟體基本功能介紹	張宗鈞講師
12:00-13:00	中午用餐休息	
13:00-14:00	STK 模擬軟體進階功能介紹	張宗鈞講師
14:00-15:00	STK 模擬軟體應用實例介紹	張宗鈞講師
15:00-16:00	STK 模擬軟體應用教學	張宗鈞講師
16:00	賦歸	張宗鈞講師



國立臺灣海洋大學教學中心  
Center for Teaching and Learning



智慧航運研究中心  
Intelligent Maritime Research Center

遠東海洋顧問有限公司  
FAK EAST MARINE MANAGEMENT CO., LTD.

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

32

參、目前研究成果：（課程開發部分）

3. 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊：（校外延伸課程\_工作坊計劃書）

## 2025年8月28~29日・114學年度中小學科學教育計畫執行方案 114年低軌衛星通訊模擬實作工作坊

1. 活動日期：114年8月28日(星期四)上午06:50 ~ 8月29日(星期五)下午九點
2. 活動地點：國立臺灣海洋大學電資暨綜合教學大樓、國立臺灣海洋大學智慧航運研究中心
3. 活動內容與流程：

Day1：8月28日(星期四)		Day2：8月29日(星期五)	
06:45 ~ 10:00	交通時間	10:00 ~ 12:00	STK模擬軟體基本功能介紹
10:00 ~ 10:10	開幕	12:00 ~ 13:00	午餐時間
10:10 ~ 11:00	Customize Satellite Vector	13:00 ~ 14:00	STK模擬軟體進階功能介紹
11:00 ~ 12:00	Satellite Orbit Design	14:00 ~ 15:00	STK模擬軟體應用實例介紹
12:00 ~ 13:00	Lunch Time	15:00 ~ 16:00	STK模擬軟體應用教學
13:00 ~ 14:00	Communication Chains	16:00 ~ 18:30	交通時間
14:00 ~ 15:00	Using Analyzer to Optimize orbit	18:30 ~ 19:30	晚餐時間
15:00 ~ 16:00	STK Python and Cesium	19:30 ~ 20:45	交通時間
16:00 ~	前往住宿地點與晚餐		

#### 4. 活動費用：

主要經費包括講師鐘點費、課程資料印刷費、午餐費由海洋大學計畫經費項下支應  
國內差旅費、學生保險費、晚餐費由本校114學年度中小學科學教育計畫經費項下支應  
學生自籌費用僅為一日住宿費用，約為1500元/人

#### 5. 參加對象：本校高二執行科展專題研究學生(衛星遙測與海洋船舶AIS組) 共5人

#### ※注意事項：

1. 本次校外教學課程為地球科學科展專題研究之延伸課程，請把握機會充實學習歷程與完成初步結果
2. 請注意集合時間，切勿遲到或脫隊行動，安全至上
3. 建議攜帶物品：身分證(高鐵少年票驗票用)、自備筆電、口罩、健保卡、個人藥品、飲用水、手機、等個人外出必備用品，文具紙筆紀錄(活動期間務必工作坊實作任務)
4. 指導老師聯絡方式：地球科學科李欣珮老師 0963-125667 049-2332110#1806

請家長簽名同意後，繳回電子檔即可

### 活動報名家長同意書回條

班級座號	高二__班__號	姓名	聯絡電話 (Home)
身分證字號		出生年月日	學生個人手機
地址			
緊急聯絡人		緊急聯絡人電話	
家長簽名 (監護人)		其他意見	

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

## 參、目前研究成果：（課程開發部分）

### 3. 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊：（校外延伸課程\_培訓課程投影片部分截圖）

#### Customize Satellite Vector

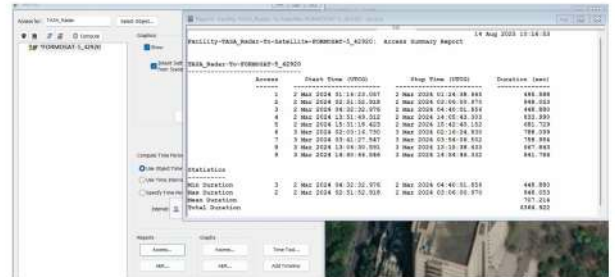
1. 使用 STK 生成一顆FS-5和一個地面站。
2. 福衛五號可以從Standard Object Database中搜尋並匯入。
3. 地面站設定為太空中心(24.7843, 121.001) 命名為TASA\_Radar。



www.persistek.com

#### Customize Satellite Vector

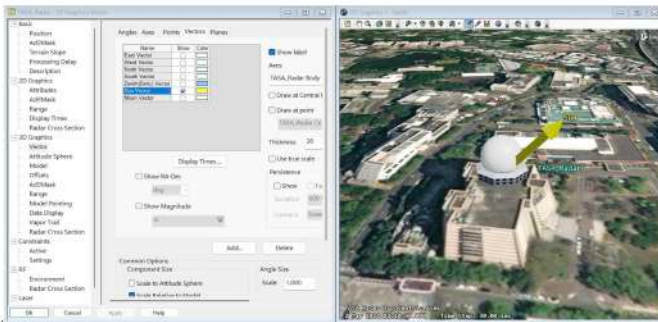
1. 使用 TASA\_Radar Access FS-5，產出Access報告。
2. 可觀察地面站Access衛星的次數及時間。



www.persistek.com

#### Using the Vector Geometry Tool

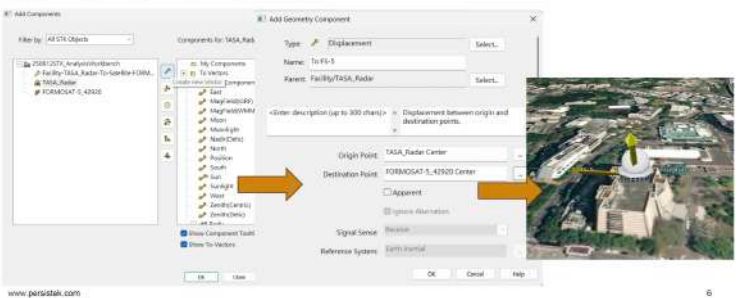
1. 開啟 TASA\_Radar Properties。
2. 在向量設定視窗選擇加入指向太陽的向量。



www.persistek.com

#### Using the Vector Geometry Tool

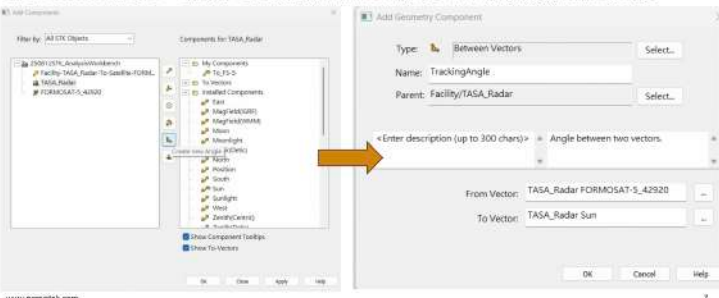
1. 開啟 TASA\_Radar Properties，在向量設定視窗新增(Add)一個指向FS-5的向量。
2. 選擇TASA\_Radar 建立一個Vector (To FS-5)。



www.persistek.com

#### Creating a Custom Angle

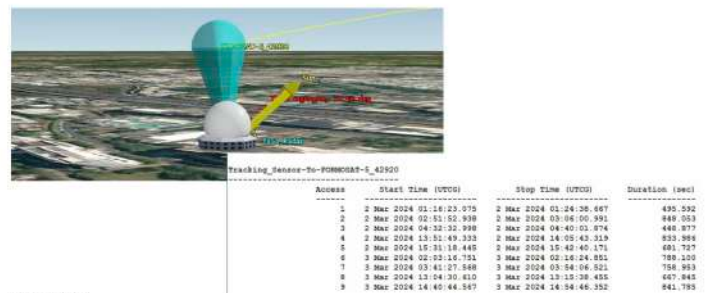
1. 開啟 TASA\_Radar Properties，在向量設定視窗新增(Add)一個指向FS-5的向量和指向太陽的夾角。
2. 選擇TASA\_Radar 建立一個Angle，並設定為顯示指向FS-5的向量和指向太陽的夾角(TrackingAngle)。



www.persistek.com

#### Modeling a Tracking Station Sensor

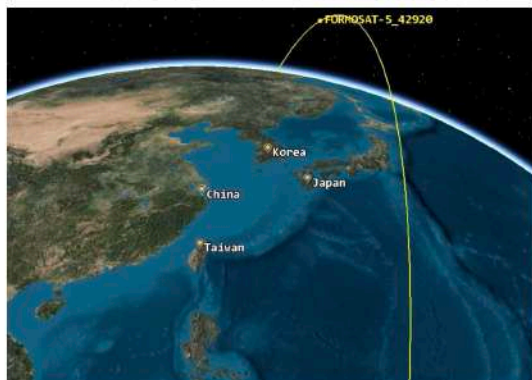
1. 新增感測器到TASA\_Radar，圓錐半角設為2度，並命名為Tracking\_Sensor。
2. 將FS-5設定為Tracking\_Sensor的追蹤目標，並產製Access報告。



www.persistek.com

#### Attitude Control

1. 新增Sensor感測器至FS-5，並調整姿態對韓國、日本、中國和台灣執行光學任務。



www.persistek.com

#### Setting Transmitter and Receiver

1. 新增Receiver到TASA\_Radar，為了讓接收器有追蹤能力，須將Receiver放置在Tracking\_Sensor上。
2. 將FS-5新增Transmitter，這裡的設定值都以預設值為主。
3. 計算TASA\_Radar至FS-5的Link Budget。



www.persistek.com

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

參、目前研究成果：（課程開發部分）

3. 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊：（校外延伸課程\_培訓課程投影片部分截圖）



## STK Sat Pro

Adds realism through advanced access constraints, flexible sensor shapes, complex visibility links, more object tracks, and digital terrain data

- Load **custom terrain data** for visualization and analysis of altitude variations, line-of-sight restrictions, sensor footprint intersection
- Utilize **complex sensors** and assign pointing modes
- Define additional geometric, temporal, and custom **object constraints**
- Compute **Deck Access** from a single object to a set of objects
- Model multi-node links (one-to-many and many-to-many) with **Chains and Constellations**



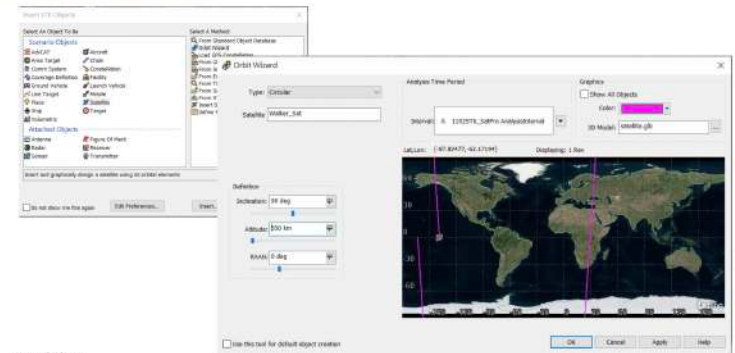
## STK Sat Pro

Collection of tools, propagators and numerical integrators specific for the satellite systems engineer

- **STK's High Precision Orbit Propagator (HPOP)**
  - For advanced orbit propagation taking external force models into consideration like the force of gravity, Third-body effects, Atmospheric Drag, Solar Radiation Pressure, and customizable external forces
- **Includes SP3 propagation to support precise GPS and other GNSS orbits**
- **Solar Panel Tool**
  - For predicted power generation based on available on-board solar panel areas
- **Attitude Simulator**
  - For Advanced attitude profiles available for targeted, aligned, spinning, & axis specific slew rate modes
- **Lifetime Tool**
  - For predicting satellite altitude decay over large time duration

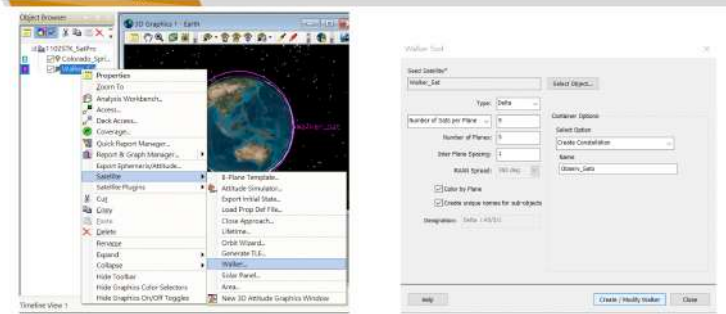


## STK Orbit Wizard

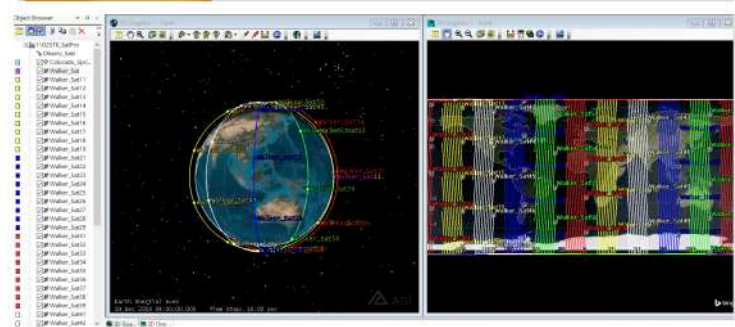


www.persistek.com

## STK Sat Pro\_Walker

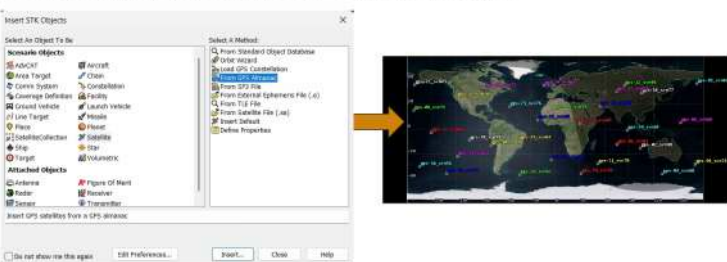


## STK Sat Pro\_Walker



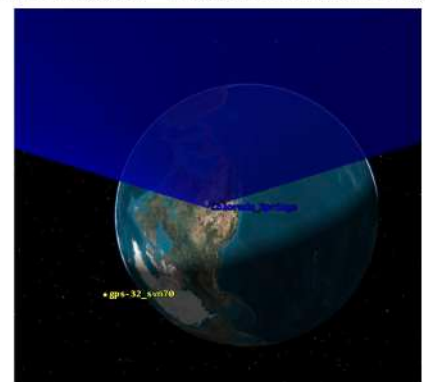
## STK Sat Pro\_Chain & Constellations

在Insert STK Objects視窗，使用From GPS Almanac新增GPS衛星群。  
STK將使用GPS年曆檔中的軌道元素傳播GPS衛星，並將它們放置在星座物體中。



## STK Sat Pro\_Chain & Constellations

我們可以在3D圖形視窗中觀看 Relay感測器，觀測它追蹤 GPSConstellation 中的衛星。



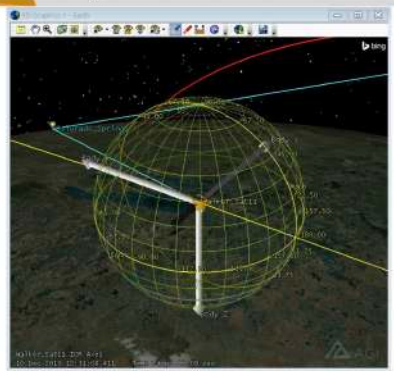
www.persistek.com

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

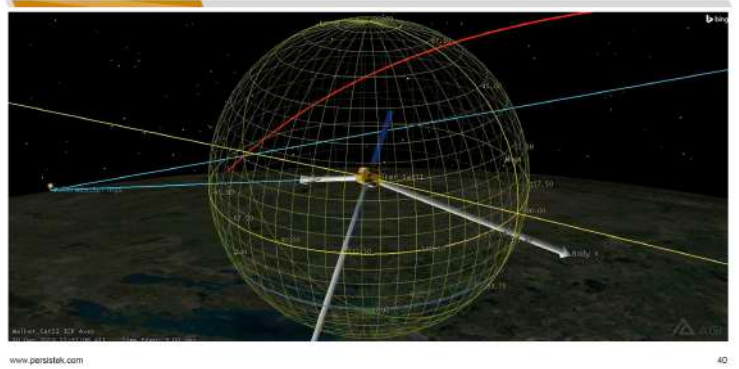
參、目前研究成果：（課程開發部分）

3. 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊：（校外延伸課程\_培訓課程投影片部分截圖）

STK Sat Pro\_ Attitude Sphere



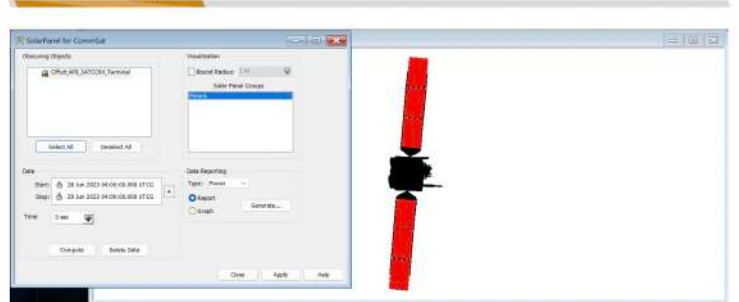
STK Sat Pro\_ Attitude



STK Sat Pro\_ Lifetime

外在擾動參數	衛星軌道
Cd 大氣阻力係數	2.2
Cr 太陽輻射壓係數	1
Drag Area 橫截面積	13.65 m <sup>2</sup>
Area Exposed to Sun 太陽輻射壓力面積	15.43 m <sup>2</sup>
Mass (kg) 衛星重量	1000
Atmospheric Density Model 大氣密度模型	Jacchia 1970
衛星壽命	9.2 years

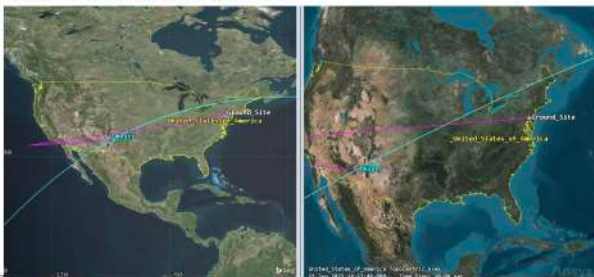
STK Sat Pro\_ Solar Panel



## Using Chains with Coverage

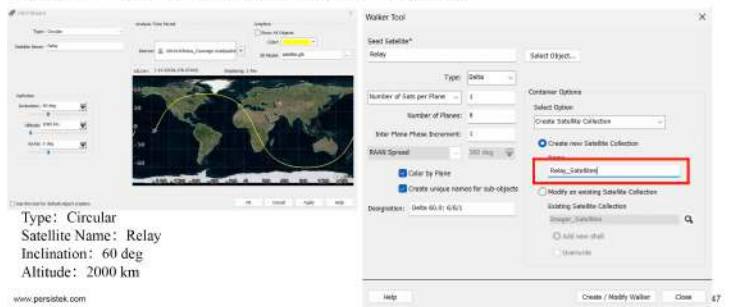
使用 STK 設計一個光學衛星星座、一顆中繼衛星和一個地面站。然後使用 STK 的 Coverage 功能來確定在一天之內可以觀測到美國大陸地區的百分比，具體包括：

1. 光學衛星與地面站之間的直接連接
2. 通過中繼衛星，從光學衛星到地面站的間接連接



## Using Chains with Coverage

定義中繼衛星 Relay。使用 Walker 工具來產製 Satellite Collection（衛星集合）物件。在此分析中，一樣規劃在六（6）個軌道平面上各部署一顆（1）衛星。



## Using Chains with Coverage

使用 (Coverage Definition) 功能定義分析的覆蓋區域。使用 Coverage 來分析剛剛定義的 Chain，Assets Indirect\_Connection 來計算的覆蓋範圍。

% Satisfied	Area Satisfied (km <sup>2</sup> )
71.83	5762039.20

分析結果光學衛星達到 72% 覆蓋率。

## Using Chains with Coverage

**總結**  
我們設計一個光學衛星星座 Imager Satellites，以提供美國大陸地區的景象。衛星上沒有內部存儲，因此需要將即時數據從衛星下載到地面站。這個分析在 24 小時內進行。衛星上的相機具有 20 度的視場（10 度半角）。

第一次分析是基於光學衛星與地面站之間的直接連接。為了下載數據，相機將數據傳送到母衛星（光學衛星），而母衛星必須同時能夠訪問地面站。使用鏈物件（Chain）設置了這一點。通過使用覆蓋範圍定義物件（Coverage Definition）並將直接連接的鏈物件作為資產，通過簡單覆蓋（Simple Coverage）確定，使用直接連接提供的覆蓋範圍約為 45%。

第二次分析是基於成像衛星與地面站之間的間接連接。在這次分析中，設置了一個鏈物件（Chain），將數據從成像衛星傳遞到任何與地面站同時有訪問權限的中繼衛星。將我們的資產更改為間接連接的鏈物件後，覆蓋範圍提高到約 71%；增幅為 26%。

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

36

參、目前研究成果：（課程開發部分）

3. 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊：（校外延伸課程\_培訓課程投影片部分截圖）



圖13、講師群與參與學員大合照



圖14、Day 1 學生課程學習狀況



圖15、Day 2 學生課程學習狀況

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

37

## 參、目前研究成果：（課程開發部分）

### 4. 模組四：太空科技前沿參訪與光通訊實作體驗課程：（CanSat\_罐狀衛星組裝與實作課程）

#### 太空教育課程·SMEK衛星教材實作

隨著全球太空產業的發展，培養學生對太空科學與工程的興趣與實作能力，對未來科技人才的培養至關重要。透過實作課程與創新教學方式，讓學生能夠實際參與太空相關專案。

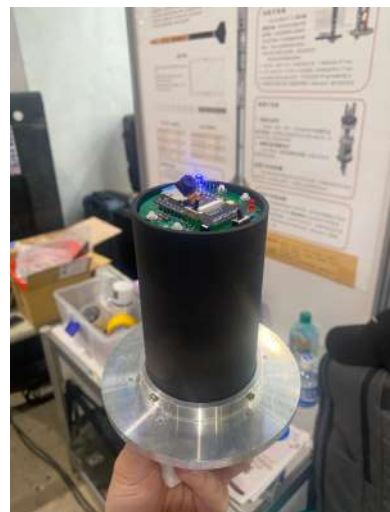
- **預計執行時間：2026年04月30日**
- 參與學生：本校高二·第二學群學生
- 課程目標：了解太空與衛星、立方衛星組裝
- 課程內容：
  1. 使用 SMEK 教具進行立方衛星模型的組裝學習
  2. 了解各部件的功能並應用，如結構、電源、通訊系統等
  3. 動手實作，了解組裝流程與技術細節
- 特色與優勢：
  1. 理論與實作並重：結合理論知識與實際組裝，提升學習效果。
  2. 模組化學習：透過 SMEK 教具，使學員能夠直觀理解衛星結構與功能。
  3. 培養實作能力：學員能夠親手組裝立方衛星模型，提升技術應用能力。
  4. 啟發創新思維：讓學員了解太空科技的發展，激發未來研究與應用的興趣。
  5. 有助於培養未來科技人才，推動 STEM 教育與創新發展。
- 產出成果：SMEK 衛星成品  
辦理自製人造衛星與環境數據實測專題課程活動材料，預計製作共15組立方人造衛星。  
包含以下零組件之組裝與實測數據分析：  
溫度濕度氣壓感測儀、陀螺儀、加速度姿態維持器、GPS接收器與攝影套件
- 預期效益：  
提升學生對太空科技的興趣，培養創新與實作能力。  
增加實作經驗，透過動手組裝SMEK衛星教具，提高工程技術與系統整合能力。  
培養實務技能，透過製作SMEK衛星，了解衛星結構、電源、通訊系統，建立多領域技術基礎。  
啟發未來進一步學習或研究的動機，為學生提供未來 STEM 方向的發展機會。



## SIGHT CanSat 罐狀衛星教具



SIGHT CanSat 是一款專為教育用途設計的罐狀衛星教具，可搭配探空火箭或在校舍空間進行實驗，衛星內部整合環境量測酬載、機載電腦與獨立電源系統，可於飛行過程中進行溫度、氣壓、加速度等環境與運動狀態量測，並即時記錄與儲存實驗數據。透過降落傘系統於飛行結束後安全回收，讓學生能在可控且安全的環境下，體驗完整的飛行實驗與資料回收過程。



# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

38

## 參、目前研究成果：（課程開發部分）

### 4. 模組四：太空科技前沿參訪與光通訊實作體驗課程：（校外延伸課程\_機構參訪與光通訊實作）

本課程規劃校外參訪國家太空中心、台積創新館與國家同步輻射中心，並至陽明交通大學進行自由空間光通訊講座與實作。透過光訊號傳遞實驗，模擬人造衛星與地面光學天文台之間的通訊接收，強化學生對太空科技與光通訊應用之理解與跨領域整合能力。

#### • 預計執行時間：2026年05月28日

- 參與學生：本校高二・二三學群學生自由報名參加
- 活動流程：上午 參訪國家太空中心TASA(或國家同步輻射中心) + 台積創新館  
下午 陽明交通大學進行自由空間光通訊講座與實作
- 參訪國家太空中心（TASA），旨在讓學生深入了解我國太空科技發展現況與未來趨勢。國家太空中心為臺灣推動衛星研發與太空任務的核心機構，長期致力於遙測衛星、通訊衛星及科學衛星之設計與運作，並積極發展自主太空技術。在參訪過程中，學生將認識福衛系列衛星的任務目標與應用成果，了解衛星從設計、測試到發射及在軌運作的完整流程。此外，透過專業人員導覽與解說，學生可近距離接觸太空科技相關設施與設備，並了解衛星資料如何應用於環境監測、防災預警與國土管理等實際議題。此參訪不僅有助於提升學生對太空科學與工程的認識，也能激發其對未來科技發展的興趣，進一步培養跨領域學習與探索能力。
- 參訪台積創新館，旨在讓學生了解半導體產業的發展歷程與先進製程技術。館內透過互動展示與多媒體導覽，介紹晶片設計、製造流程及奈米技術應用，讓學生認識從材料、製程到終端應用的完整科技鏈。參訪過程中，學生可理解半導體如何支撐人工智慧、通訊與太空科技等關鍵領域，並體會科技創新對社會發展的重要影響。此行不僅拓展學生視野，也有助於培養其對工程與科技領域的學習興趣與未來發展方向。
- 以「低軌衛星自由空間雷射光通訊」為主題，結合專題講座、實作活動與場域參訪，帶領學生認識新世代衛星通訊技術的發展方向。課程內容涵蓋太空雷射光通訊概論、衛星光通訊技術介紹，以及動手做實驗，並安排光學與微波地面站參訪，讓學生從理論理解延伸至真實設備與應用場域。整體課程兼具前瞻性、實作性與科普教育意義，有助於學生理解衛星、光學、通訊與工程整合的跨域知識，並提升其對太空科技與未來通訊發展的興趣與視野。



圖16、光通訊實驗設備實作組裝



圖17、微波地面站參訪

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

39

## 肆、 目前完成進度：

本研究計畫『Data Analysis and Interpretation in Earth Science within Python (Second year)』旨在培養學生具備「大數據科學分析與資料視覺化」的能力，並藉由政府或科學網站開放平台資料綜整出問題意識並嘗試由大數據分析解決環境議題且能提出適當策略。本研究預期之完成工作項目及具體成果如下：

- (一)跨校教師社群共同增能並開發一套系統性的大數據科學課程，融入地球科學加深加廣四學分中，並初步編寫學生軟體實作操作手冊。
- (二)開發兩個模組的課程，包括程式語言大數據分析於海洋學、衛星遙測與環境科學的應用。
- (三)培訓學生參加科學專題競賽，進行有質有量的科學學習體驗，以下各種競賽共計至少推派兩組學生參加其中的兩種競賽。  
(全國高中科展、國際科展、海洋大數據競賽、火星任務科展競賽、數位山城黑客松競賽、福衛五號衛星影像應用小論文競賽、程式設計研討會.....等)
- (四)程式語言實作課程適時加入雙語教學，因應國際移動力的培養，讓學生有機會儘早接觸英文科學研究與用語，並能藉由英文期刊閱讀與賞析快速與最新科學接軌，嘗試能用英語進行科學討論與交流。

## 目前完成進度：

- 學生競賽部分：已完成
  - ★ 高中科展：4月16日將代表本校出賽第三區高中科展複賽  
競賽主題(地球與行星科學組)：AIS衛星通訊與海象資料整合分析：船舶航行行為與其環境特徵
  - ★ 國家海洋研究院第三屆海洋大數據複賽：運用STK模擬整合AIS與海上GIS系統  
Integration of AIS and Marine GIS Systems Using STK Simulation
  - ★ 2024年火星任務科展：2025.11.16(日)參加第十屆火星任務科展・榮獲高中組第三名  
火星沙塵暴與太陽輻射對太陽能板選址與發電效率之影響研究。 Investigating the impact of martian dust storms and solar irradiance on solar panel site selection and efficiency
- 大數據雙語程式課程部分：已完成
  - ★ 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋（課程準備已完成，學生尚未全部發表成果）
  - ★ 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析（課程準備與學生成果驗收皆已完成，預計本計劃第三年轉雙語）
  - ★ 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊（課程與學生成果驗收皆已完成，預計本計劃第三年再深化）
- 跨校教師社群：已完成共同研發地球科學加深加廣跨校課程

## 伍、 預定完成進度

- 學生競賽部分：  
代表本校參加第66屆第三區分區高中科展，期望有機會再度挺進全國賽  
參加年底十月交稿的2027年國際科展競賽
- 大數據雙語程式設計課程部分：
  - ✦ 模組一：NODASS海洋大數據平台資料應用與闡釋（學生將於六月課堂上進行專題成果發表）
  - ✦ 模組二：福衛五號衛星遙測影像分析（目前課程以中文文主，預計本計劃第三年將深化為雙語）
  - ✦ 模組三：低軌衛星通訊模擬實作工作坊（預計本計劃第三年將針對STK衛星模擬軟體開發課程）
  - ✦ 模組四：太空科技前沿參訪與光通訊實作體驗課程

2026年04月30日 辦理太空教育課程・SMEK衛星教材實作

2026年05月28日 辦理太空科技前沿參訪與光通訊實作體驗課程

# 教育部114年度中小學科學教育計畫專案 期中報告大綱

40

## 陸、 討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

本計畫在執行過程中，整體推動情形相當順利，學生參與度高且回饋正向。透過計畫經費的支持，使教師得以將原本構想中的跨領域課程（結合地球科學、程式設計與太空科技）具體落實於教學現場，並實際帶領學生進行資料分析、衛星應用及校外參訪等多元學習活動。整體而言，無論在學生學習成效或教師專業成長上，皆獲得豐富且深刻的收穫，亦大幅提升學生對科學探究與實作的興趣，對此深表感謝。然而，在課程推動過程中仍面臨以下兩項困難，並提出相對應之解決策略與後續建議：

### 1. 學生英語能力差異影響雙語教學推動

由於本課程結合「地球科學、雙語教學與程式設計」三大面向，具高度跨領域特性，對學生而言本身即具一定挑戰。然而實際教學中，學生英語能力差異明顯，從基礎理解到閱讀專業內容落差較大，影響其學習吸收與參與程度。特別是在導入衛星遙測、空間資料分析等前瞻主題時，涉及大量專業術語與英文操作介面，若全面採用全英文教材，易使部分學生因語言困難產生挫折，甚至降低學習動機。同時，學生可能將重心放在翻譯文字，而非理解科學概念與分析邏輯，偏離課程探究實作之核心目標。因此，在推動雙語教學的同時，如何兼顧學生差異並降低語言門檻，成為課程設計的重要課題。

#### 解決方法與建議

- 採「漸進式雙語教學」，初期以關鍵字與專有名詞英文化為主，搭配中文說明降低學習負擔。
- 透過小組合作學習，讓不同語言能力學生互相支援，提升整體學習成效。
- 導入簡易英文口說或報告任務，逐步培養學生科學英語表達能力。
- 規劃於下一年度（第三年）計畫中，進一步深化雙語教學比例與課程設計。

### 2. 電腦設備與算力不足影響課程實作

本課程涉及空間資料處理、地理資訊分析與衛星模擬等較高運算需求之內容，對電腦效能與軟體環境有一定要求。然而，學校現有設備在處理大量資料與執行相關應用時效能有限，容易出現運算速度緩慢或無法順利執行之情形。此外，因資訊設備管理機制較為嚴格，校內電腦多限制安裝外部軟體，使部分專業工具（如衛星模擬與資料分析軟體）難以為教學現場直接使用。上述因素使課程在實作推動上受到限制，實際教學過程中常需仰賴學生自備筆電進行操作，進而產生設備差異與學習體驗不一致等問題，也增加教師在課程安排與技術支援上的負擔。

#### 解決方法與建議

- 課程設計分層化，提供低運算版本與進階版本，因應不同設備條件。
- 爭取後續計畫經費，逐步更新或補充高效能教學設備。

## 柒、 參考資料

- González, M., Torres, R., & Vega, P. (2025). Reconstructing ocean surface current vector fields from SAR Doppler measurements. *Remote Sensing of Environment*, 312, 113456. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2025.113456>
- Kim, J., Park, S., & Lee, D. (2024). Ocean satellite data fusion for high-resolution surface current reconstruction. *Remote Sensing*, 16(7), 1182. <https://doi.org/10.3390/rs16071182>
- Liu, H., Zhang, Y., & Wang, X. (2024). A new method for evaluating the coverage performance of low Earth orbit satellite constellations. *Advances in Astronautical Sciences*, 178, 58–72.
- Martin, A., Dubois, C., & Laurent, P. (2025). Deploying and operating the 25-satellite Kinéis constellation. In *Proceedings of the Small Satellite Conference 2025* (pp. 1–12). Utah State University.
- Rossi, F., Bianchi, G., & Conti, M. (2024). In-the-loop simulation to support CubeSat projects. *IFAC-PapersOnLine*, 57(2), 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.08.123>
- Smith, T., Johnson, R., & Lee, K. (2025). Simulation analysis of coverage performance of LEO satellite communication systems based on STK. In *Proceedings of SPIE*, 13705, 1370505. <https://doi.org/10.1117/12.3070360>