

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



計畫編號：2-5

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

壹、計畫目的及內容：

當前108課綱對於自然科而言格外注重於探究與實作的教學，並強化科學知識與生活環境的連結，因此透過地球科學科的加深加廣課程，應當是非常適合將時下最實用的『電腦科學』Computer Science與環境相關資訊政府開放平台資料，進行具體大數據分析、視覺化圖表呈現，並應用於生活情事時序與空間資料探討的實作整合課程開發與科學專題議題研討，因此本計畫的主要目標如下：

- 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
- 實踐於天文學(蓋亞Gaia觀測資料庫)、太空大氣科學(Taiwan Analysis Center for COSMIC; TACC)、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教學計畫於課堂中，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)

參與人數：113學年高三35位、高二40位、高一25位，共約100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

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113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



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：
2025.02.21(五)完成校內科展出賽，且兩組學生榮獲全校第一名、第二名將代表本校出賽4月17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)：
海氣交互作用下颱風滯留對中尺度冷渦旋的水溫特徵與能量交換機制
競賽主題(物理與天文科學組)：變星物理特性分群應用於球狀星團演化分析
地球與行星科學組獲選為第三區特優！7/14~7/18將進軍科展全國賽
- **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
主題為衛星遙測影像關於南投作物之研究
- **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：
2024.12.06(五)參加國家海洋研究院第二屆海洋大數據決賽一榮獲佳作
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
- **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：
2024.11.09(六)參加第九屆火星任務科展_兩組專題
不能沒有網—模擬火星的通訊衛星
火星上的地熱能源探究
- **數位山城黑客松競賽**：每年9~10月初賽徵件、11~12月培訓工作坊、12月底決賽
目前執行狀況：
2024.10.26(六)數位山城黑客松競賽決賽日 Demo Day
啟動綠輪計畫：推動南投山城綠色交通之策略研究—榮獲銅獎

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4個模組的大數據課程，目前已完成三個雙語程式設計模組課程開發

- **模組一：地殼均衡說Isostasy**，運用撰寫程式模擬出地殼均衡時Airy艾瑞模型的山根定理模型，並請學生藉由調整程式的參數，觀察並整理不同密度與地殼厚度差異的情形下，莫氏不連續面的深度的變化
- **模組二：赫羅圖與色指數H-R Diagram and Color Index**，運用網頁模擬器分析恆星不同溫度、絕對星等與星球半徑和恆星演化之間的關聯，並由光度公式解讀這三項變因的關係
- **模組三：球狀星團的特性Globular and Open Star Clusters**，讓學生寫程式碼自行介接蓋亞資料庫Gaia Archive，取得球狀星團的數據，下載一個球狀星團組成恆星的赤經、赤緯、視差角度、自行速度、色指數、絕對星等的特徵，並由程式碼視覺化星團組成恆星的空間分佈型態與赫羅圖分支

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

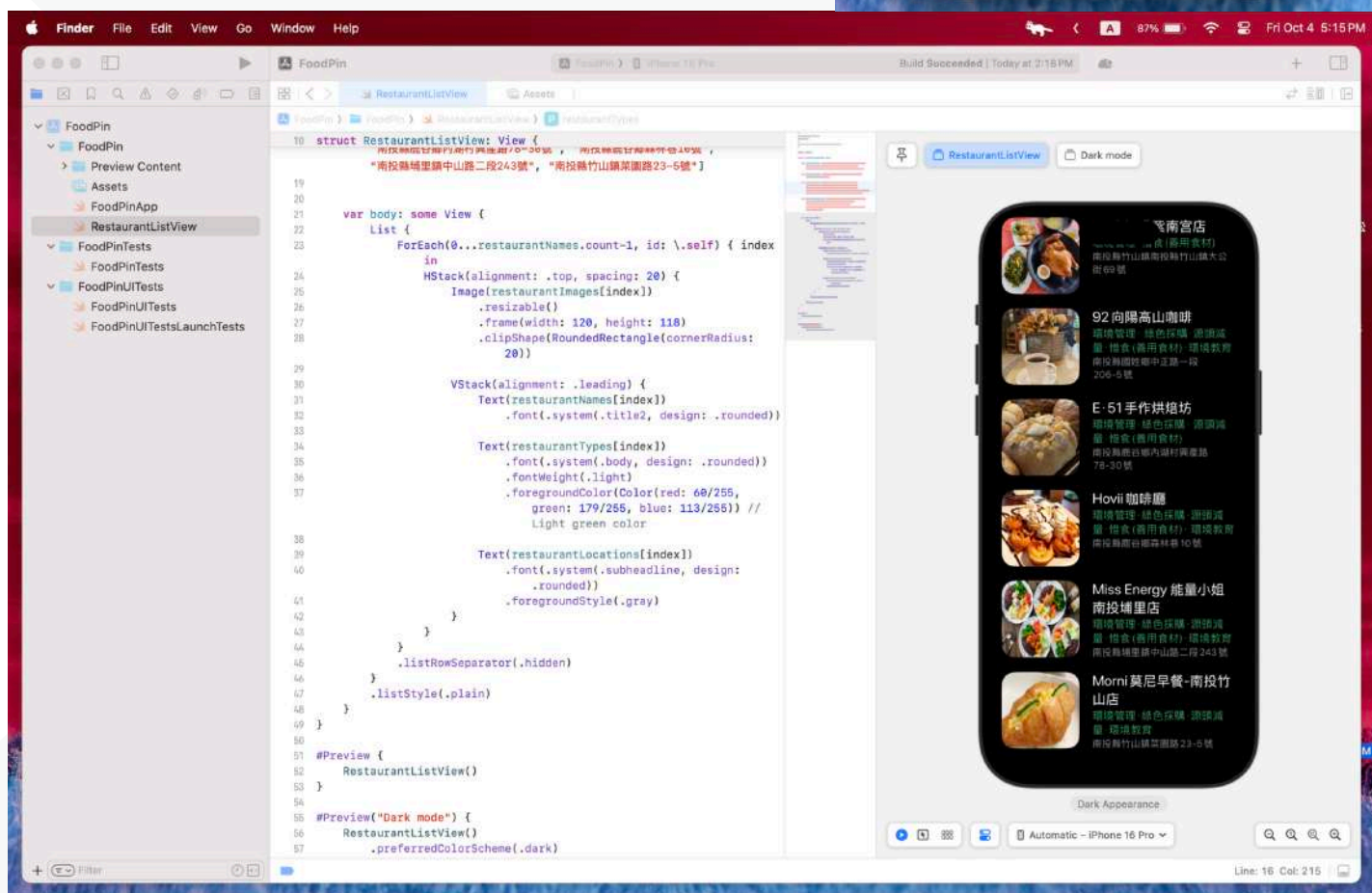
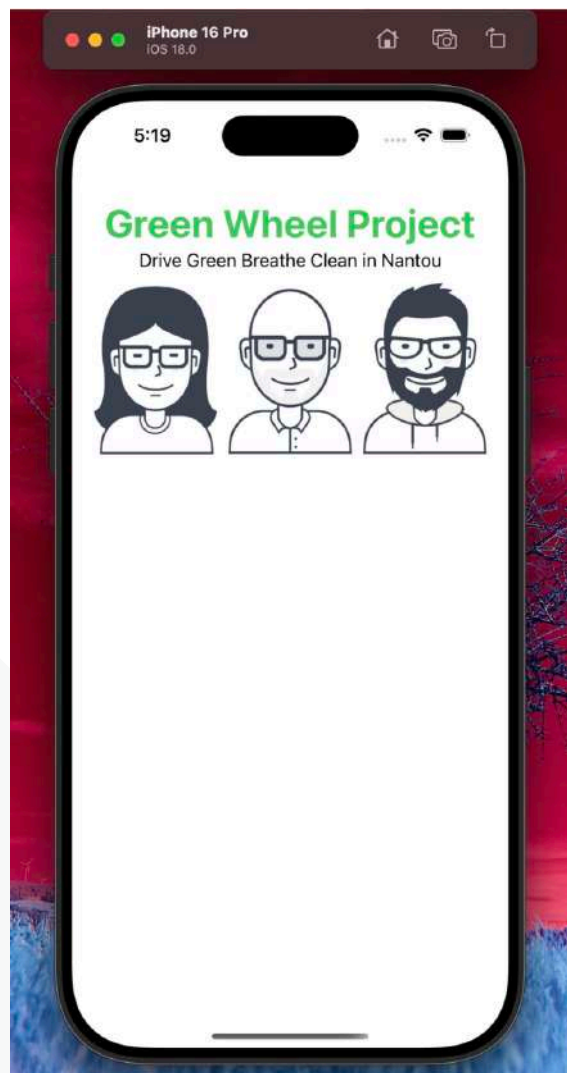
貳、研究方法及步驟：

1.數位山城黑客松競賽：

啟動綠輪計畫：推動南投山城綠色交通之策略研究

使用Xcode及Swift語言開發一款AP，作為南投綠色旅遊的智慧導覽平台。可根據使用者所在位置，提供附近的綠色餐廳、綠色旅宿及綠色交通的規劃與建議，提升永續旅遊體驗。

清境農場在112年約有86萬人造訪，雖然對經濟帶來許多效益，同時，對環境也帶來許多負擔，像是開車上山造成山區碳排放量的上升，以及旺季時遊客爆滿，找不到停車位進而造成的碳排放，除了配合南投縣政府推動綠色旅遊，搭乘電動公車上山，我們想透過增設電動汽機車租借站和換電站的方式，利用地理資訊系統資料，科學化大數據化評估山城區民宿聚落分佈與交通運輸線路規劃，改變旅客在山區的移動方法，進而降低讓因大量旅客進入清境農場、日月潭以及溪頭山區的碳排放量。



教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



在民宿增設電動汽機車租借站，和多間民宿合作在附近設置租借站，利用地理資訊系統與空間運算，分析出合適的租借站點分佈區域，以及根據民宿聚落稠密程度規劃合適的站點數量，使遊客可將開上山的汽車停放在民宿停車場，用電動汽車或機車於山區各景點與餐廳之間進行綠色運輸與代步。或是在公車站附近增設電動汽機車租借站點，讓使用大眾運輸工具上山的旅客，同時可銜接使用山城綠色運輸系統進行代步。



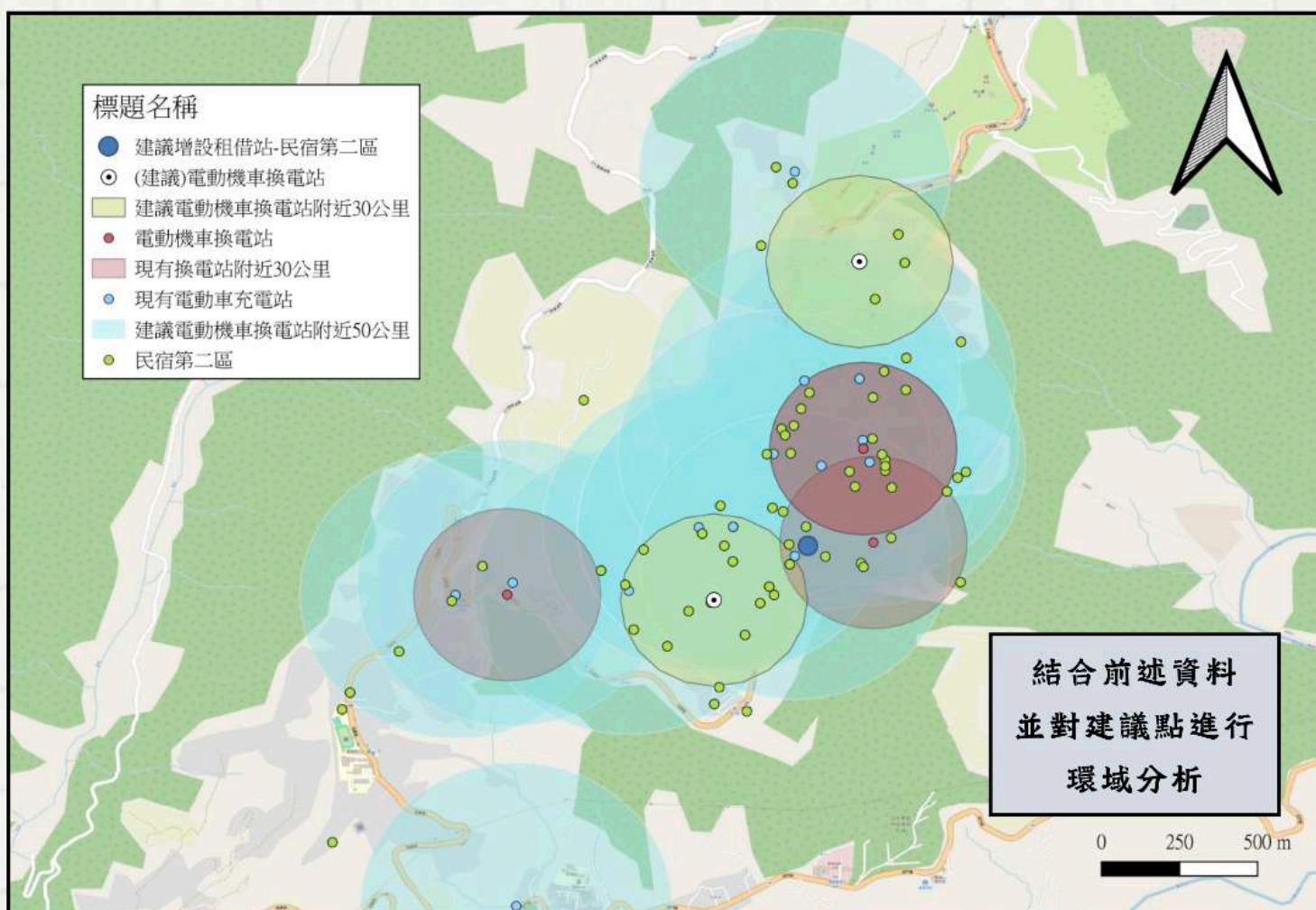
QGIS 是一個開源的地理信息系統 (GIS) 軟件，全名為「Quantum GIS」。它主要用於查看、編輯、分析和管理地理數據。QGIS 支持許多不同的地理數據格式，包括矢量圖層、光柵圖層和數據庫連接，並且可以通過許多插件來擴展其功能。它廣泛應用於地理學、環境研究、城市規劃、自然資源管理等領域。



- 民宿共有138!
- 使用經緯度導 QGIS 當中

128間綠色餐廳 119間環保旅宿 公車路線、站點 路線規劃功能 雙語推廣南投

現有電動機車電池交換站
現有電動汽車充電站
建議電動機車電池交換站
建議電動汽車充電站
建議電動汽機車交換站



教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



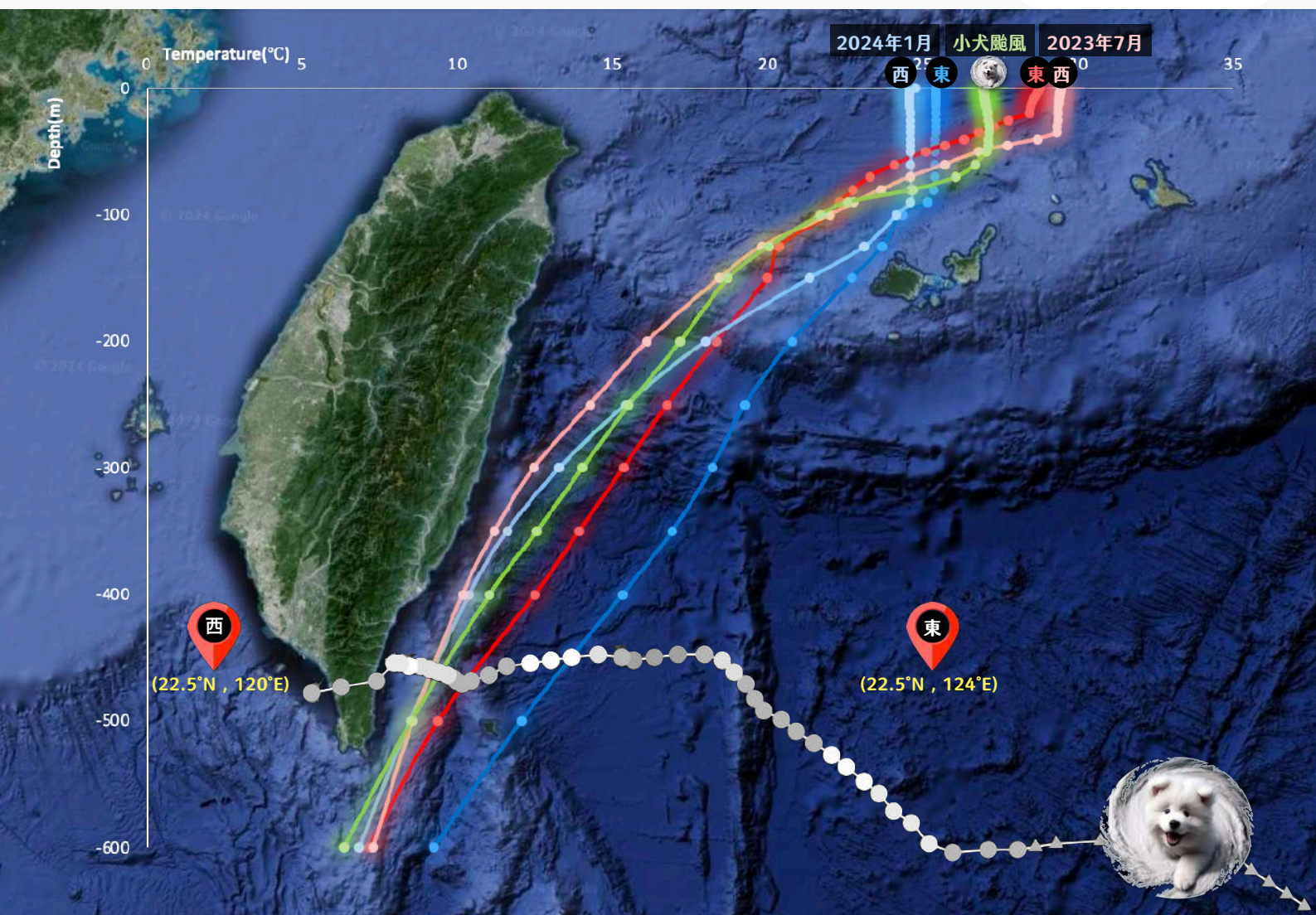
2.2024第二屆-諾大師海洋大數據競賽複賽

中文研究報告名稱：台灣周圍颱風生成時的海溫變化與氣候現象之關聯

English Title: The Relationship Between Sea Surface Temperature Changes and Climatic Phenomena During Typhoon Formation Around Taiwan

將2019年1月1日至2024年8月17日每天下午兩點的HYCOM模式水溫資料運用Python的程式碼進行讀取，並套入色塊，繪製成連續性的3D影像，便於觀察水溫的差異變化；同步收集2019年至今台灣周圍颱風的路線圖及亞洲地區的海洋聖嬰指標。將颱風生成位置每日的平均水溫進行繪圖，觀察不同的氣候現象對於颱風生成位置的水溫影響和差異，接著配合連續性的3D影像觀察颱風經過時台灣周圍海溫是否有明顯的差異，同時也觀察在經歷不同氣候現象時，周圍的海溫又會產生什麼樣的變化，當我們觀察烟花和凱米颱風時，發現烟花颱風生成前到生成當日的水溫落差較大，而凱米颱風的水溫則都高於煙花颱風。

讀取台灣周圍海域海水垂直溫度HYCOM資料，從2019至今每日的垂直海溫數據，並繪製成動態影像，同時觀察颱風生成時，生成前五日至生成當天的海溫變化對周圍海水溫度產生的影響，進而探討台灣的生成位置和水溫的變化是否又受到當時為聖嬰或反聖嬰現象而產生影響。

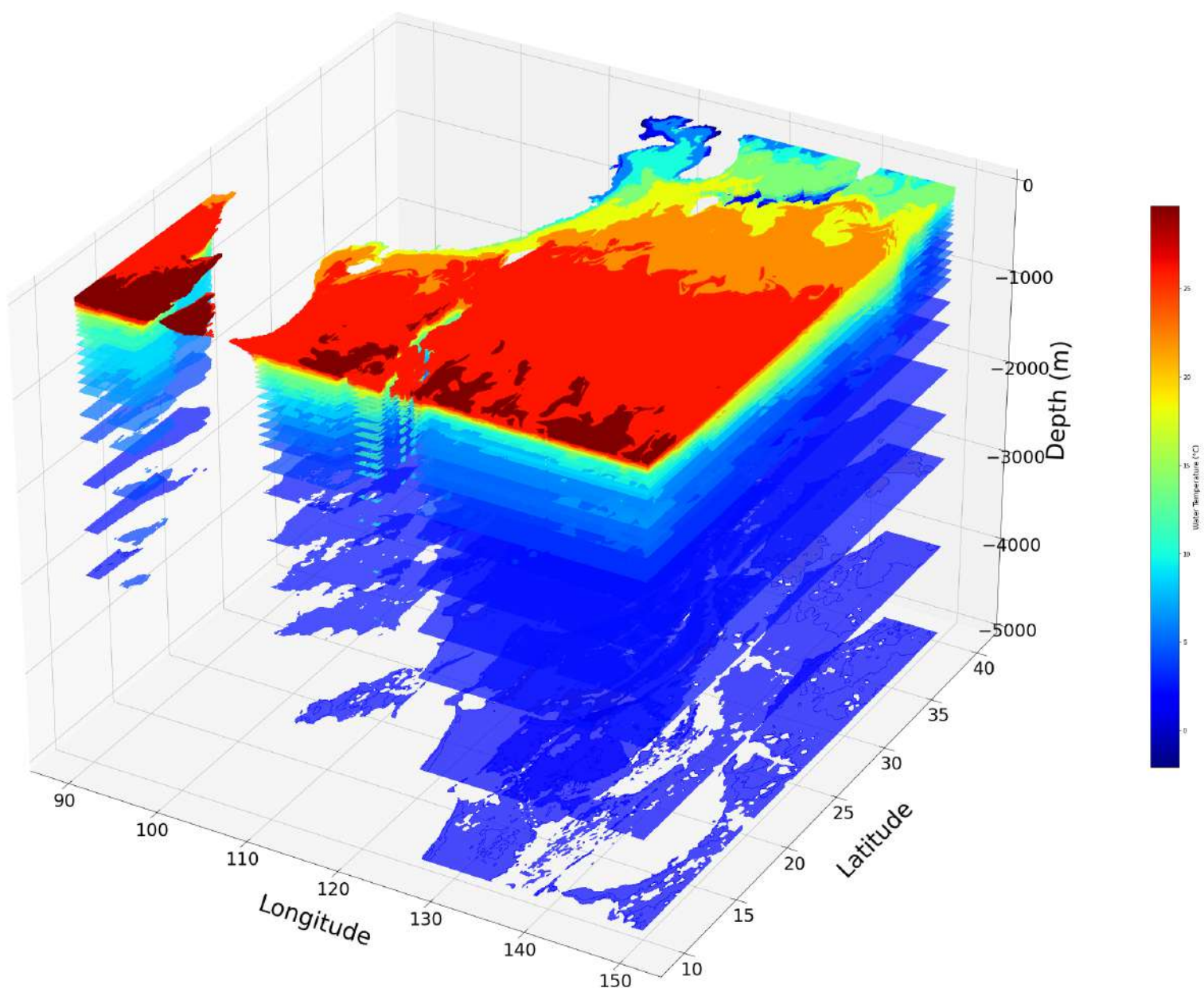


教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



- 樣區範圍：東經115~140度，北緯20~35度
- 日期區間：2019~2024年，每年6月1日至10月30日
- 時間選定：下午兩點
- 海水深度：0~600公尺

從國家海洋研究院的NODASS平台取得上述的海水溫度數據後，將資料導入Spyder，並透過Python程式碼讀取指定日期區間內每日下午兩點的海水溫度與深度資料。接著為每個深度層的水溫數據填上相應色彩，並結合海水深度以3D模式呈現（如下圖所示）。生成每日的海水溫度與深度3D圖像後，將這些圖像製作成連續的3D視覺化動畫，以GIF格式展示，呈現水溫變化的動態過程。這樣的視覺化結果有助於更直觀地理解海洋中不同深度的水溫變化及其時空動態特徵。



教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

模組一：地殼均衡說Isostasy



Earth Science with Python

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.

Iceberg in Water Example

- Q1: For a given thickness, does the iceberg extend farther down into the water, or extend higher above the water?

The iceberg extends **farther down into the water** rather than rising higher above it. This is because of the principle of **isostasy** and **Archimedes' principle**, which state that a floating object displaces a volume of fluid equal to its own weight.

- Q2: How does the height of the iceberg relative to its depth change between thicknesses of **10 m**, **60 m**, and **100 m**? (Does the height/depth ratio increase, decrease, or remain the same?) What combination of parameters in the equation determines this ratio?

The **height-to-depth ratio remains the same** regardless of the iceberg's thickness. This is because the proportion of the iceberg submerged versus above water is determined by the ratio of **ice density to water density**, which remains constant.

◆ Iceberg Thickness: **10m**

◆ Height = **1.08** m

◆ Depth = **8.92** m

◆ height/depth ratio =

0.121

◆ Iceberg Thickness: **60m**

◆ Height = **6.48** m

◆ Depth = **53.52** m

◆ height/depth ratio =

0.121

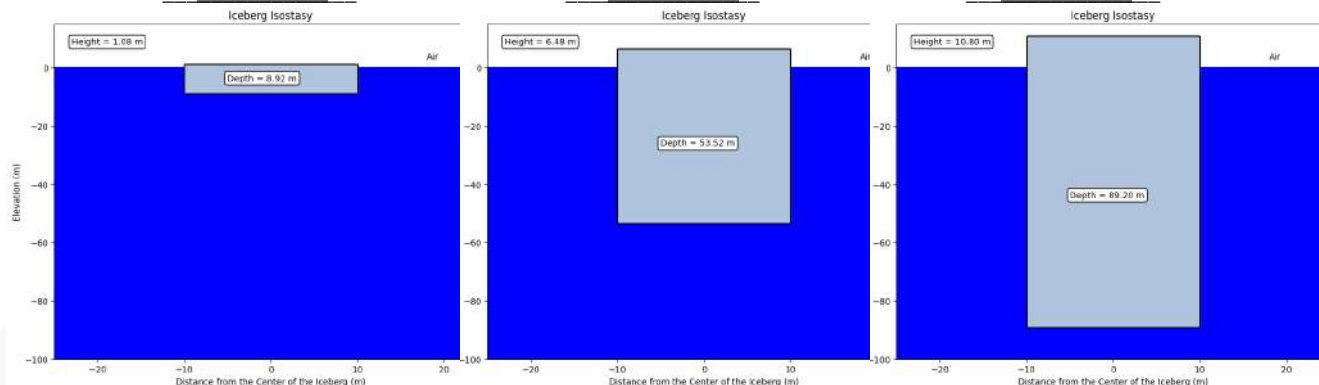
◆ Iceberg Thickness: **100m**

◆ Height = **10.80** m

◆ Depth = **89.20** m

◆ height/depth ratio =

0.121



National Chung-Hsing Senior High School

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

模組一：地殼均衡說 Isostasy



Earth Science with Python

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.

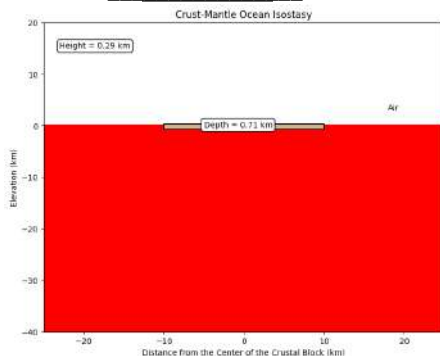
Crust in Mantle "Ocean" Example

- Q3: Run the simulation for a few different crustal thicknesses (1, 20, and 40 km): does the height/depth ratio increase, decrease, or remain the same?

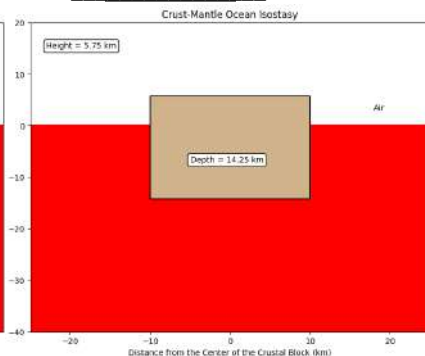
The **height-to-depth ratio remains the same** regardless of the crustal thickness.

This is because the principle of isostasy dictates that the floating equilibrium of the crust is determined by the density contrast between the crust and mantle, rather than the absolute thickness of the crust.

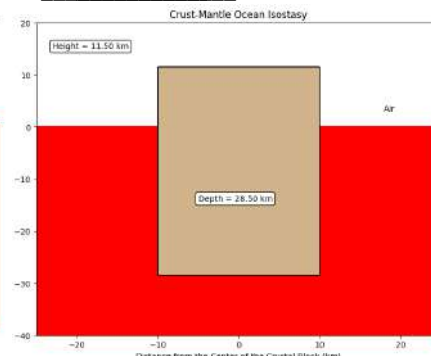
◆ Crustal Thickness: **1km**
◆ Height = **0.29** km
◆ Depth = **0.71** km
◆ height/depth ratio = **0.408**



◆ Crustal Thickness: **20km**
◆ Height = **5.75** km
◆ Depth = **14.25** km
◆ height/depth ratio = **0.404**



◆ Crustal Thickness: **40km**
◆ Height = **11.50** km
◆ Depth = **28.50** km
◆ height/depth ratio = **0.404**



- Q4: Compare how the height/depth ratio depends on layer thickness for this example with the iceberg example. Why are they the same or different?

Both the **iceberg floating in water** and the **crust floating on the mantle** follow the principle of **isostasy**, which is based on **Archimedes' principle**. However, while both systems exhibit a **constant height-to-depth ratio**, the actual ratio differs due to the difference in density contrasts.

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

模組一：地殼均衡說 Isostasy



Earth Science with Python

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.

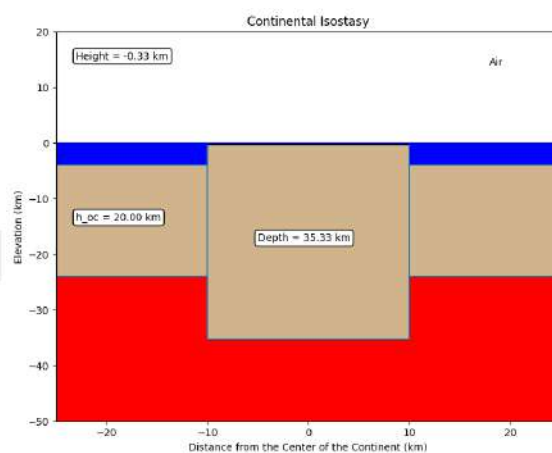
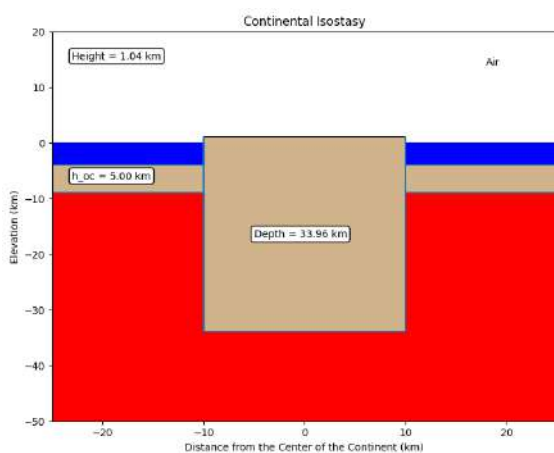
Continent Isostasy Example

- Q5: As the oceanic crust thickness increases, does the elevation of the continent increase, decrease, or remain the same? What combination of parameters controls this relationship?

As the oceanic crust thickness increases, the **elevation of the continent decreases** due to **isostatic compensation**.

This happens because the Earth's crust adjusts dynamically to maintain equilibrium when additional mass is added to the oceanic lithosphere.

- | | |
|---|--|
| ◆ thickness of the oceanic crust: <u>5</u> km | ◆ thickness of the oceanic crust: <u>20</u> km |
| ◆ continental Height = <u>1.04</u> km | ◆ continental Height = <u>-0.33</u> km |
| ◆ continental Depth = <u>33.96</u> km | ◆ continental Depth = <u>35.33</u> km |
| ◆ height/depth ratio = <u>0.0306</u> | ◆ height/depth ratio = <u>-0.0093</u> |



- Q6: Run the simulation at a few different oceanic crustal thicknesses (1, 5, and 20 km), does the height/depth ratio of the continental crust increase, decrease, or remain the same? In other words, how does the thickness of the oceanic crust affect the height/depth ratio of the continental crust?

As the oceanic crust thickness increases, the height-to-depth ratio of the continental crust **decreases**.

1. Oceanic and continental crust thickness (T_{oceanic} and $T_{\text{continental}}$)

- Thicker oceanic crust → Continental crust subsides
- Thinner oceanic crust → Continental crust rises

2. Density contrast between the crust and mantle (ρ_{oceanic} , $\rho_{\text{continental}}$, ρ_{mantle})

- The **higher density of oceanic crust** (~3000 kg/m³) creates greater subsidence, pulling down the continent.
- The **mantle density** (~3300–4000 kg/m³) influences how the system maintains isostatic balance.

3. Depth of Compensation (Isostatic Equilibrium Depth)

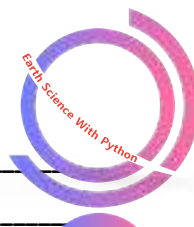
- The boundary between the crust and mantle adjusts based on the applied load to maintain equilibrium.

National Chung-Hsing Senior High School

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

模組二：赫羅圖與色指數 H-R Diagram and Color Index



Class : _____

Number : _____

Name : _____

Earth Science

Hertzprung-Russell Diagram and Star Clusters

brightness (亮度)	luminosity (光度)	Logarithmic (對數)	dimmest (最暗的)
apparent magnitude (視星等)	absolute magnitude (絕對星等)	parsec (秒差距)	numerical (數值)
Morgan-Keenan (摩根-基南)	categorizing (分類)	denotes (表示)	subdivided (細分)

Part 1 : Brightness, Luminosity, and Magnitudes

When you observe a star with a telescope, you are actually measuring its brightness, not its luminosity. The luminosity (L) and brightness (B) are related by the Inverse Square Law

Brightness formula :
$$B = \frac{L}{4\pi d^2}$$
 (where **d** is the distance to the star)

Ancient astronomers measured the brightness of stars by ranking them by visual appearance. In the magnitude scale, which is logarithmic, the brightest stars have the smallest numbers, while the dimmest stars have the largest numbers. For example, a star with a magnitude of -1 is brighter than a star with a magnitude of 2.

We use two magnitude scales to describe the brightness of stars. The **apparent magnitude**, which is what is generally measured with a telescope. The second is **absolute magnitude**, which is how bright the star would be if it were at a distance of 10 parsec.

The two scales are related by

$$M = m - 5 \log_{10} (d/10)$$

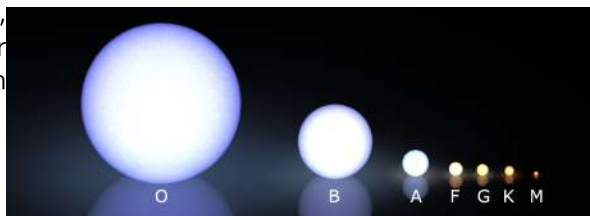
where **M** is the absolute magnitude, **m** is the apparent magnitude, and **d** is the distance in parsecs.

Part 2 : Color Index

The color index is a simple numerical expression that determines the color of an object, which in the case of a star gives its temperature. To measure the index, one observes the magnitude of an object successively through two different filters, such as U and B, or B and V, where U (360nm) is sensitive to ultraviolet rays, B (420nm) is sensitive to blue light, and V (540nm) is sensitive to visible (green-yellow) light (see also: UBV system). The difference in magnitudes found with these filters is called the U-B or B-V color index, respectively. The smaller the color index, the more blue (or hotter) the object is. Conversely, the larger the color index, the more red (or cooler) the object is.

Part 3 : Spectral Types and Stellar Classification

Stars are classified by their temperatures and luminosities. We use the Morgan-Keenan scale for spectral types, categorizing stars into either class "O", "B", "A", "F", "G", "K", or "M". The spectral class of a star denotes its temperature, with O stars being the hottest and most massive, and M stars being the coolest with the lowest mass. The spectral types of stars are further subdivided using a scale from 0-9, where 0 is hotter than 9. For example, a O8 star is hotter than a O9 star, and both are much hotter than a G0 star.



教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、 目前研究成果：

模組二：赫羅圖與色指數 H-R Diagram and Color Index



Earth Science

Description	Top	Right	Bottom	Left	Screenshot
Hot stars are found at the: Temperature: 40000K				✓	
Dimmest stars are found at the: Luminosity: 0.00010 L_{\odot}			✓		
Luminous stars are found at the: Luminosity: 1000000 L_{\odot}	✓				
Cool stars are found at the: Temperature: 2300K		✓			

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

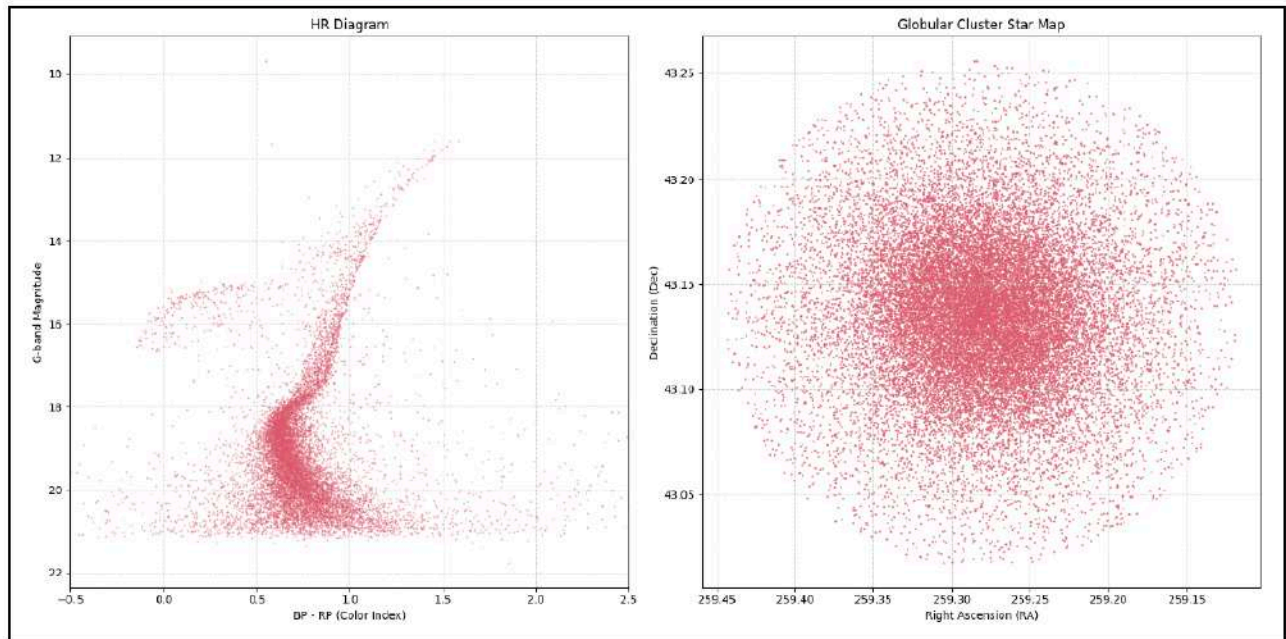
模組二：赫羅圖與色指數 H-R Diagram and Color Index



Earth Science

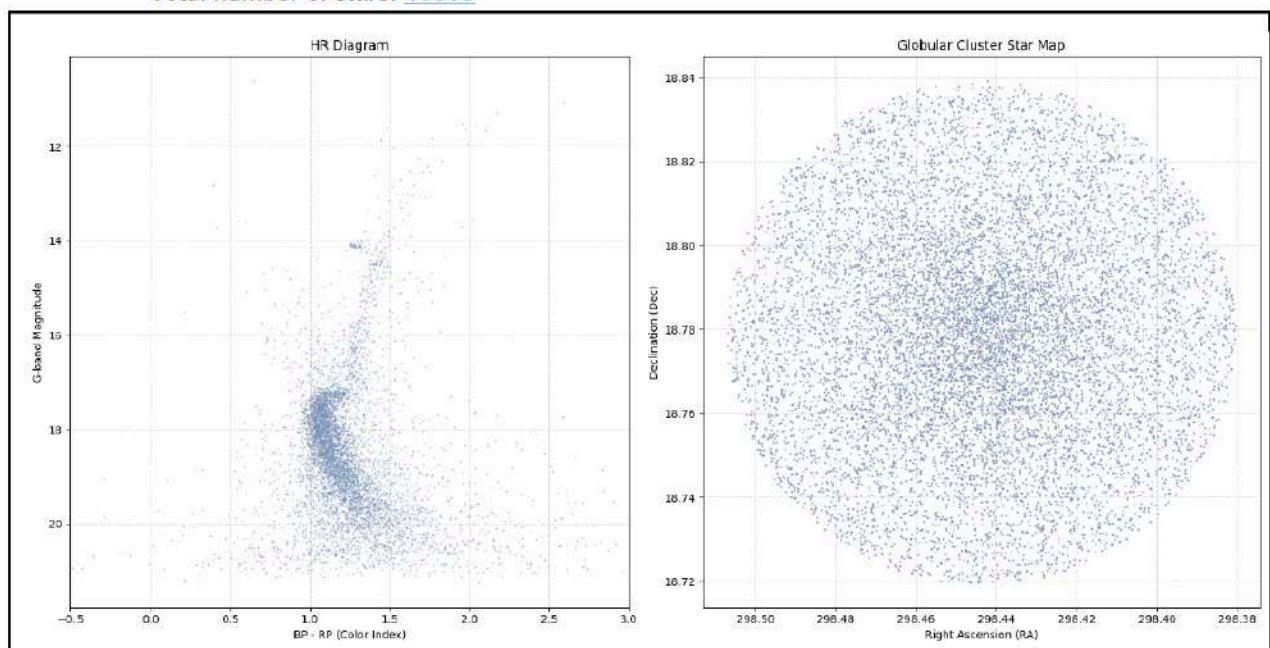
◆ Result 1:

- Target globular cluster: [M92](#)
- Set radius range: [0.12](#) degrees
- Total number of stars: [22732](#)



◆ Result 2:

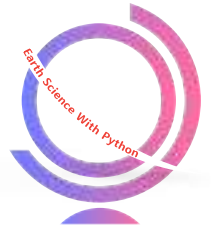
- Target globular cluster: [M71](#)
- Set radius range: [0.06](#) degrees
- Total number of stars: [10303](#)



教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

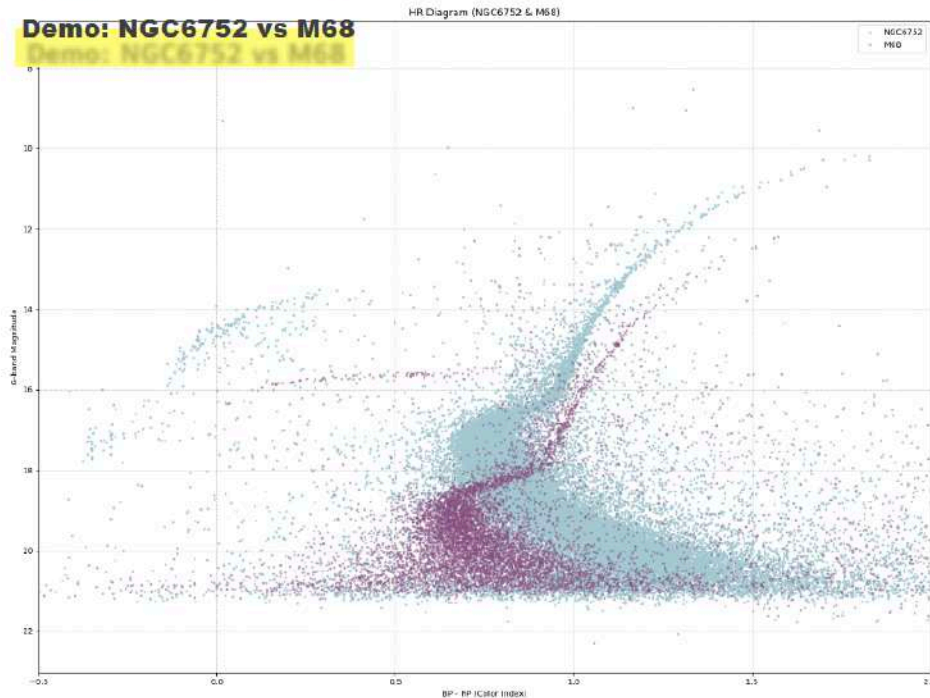
模組二：赫羅圖與色指數 H-R Diagram and Color Index



Earth Science

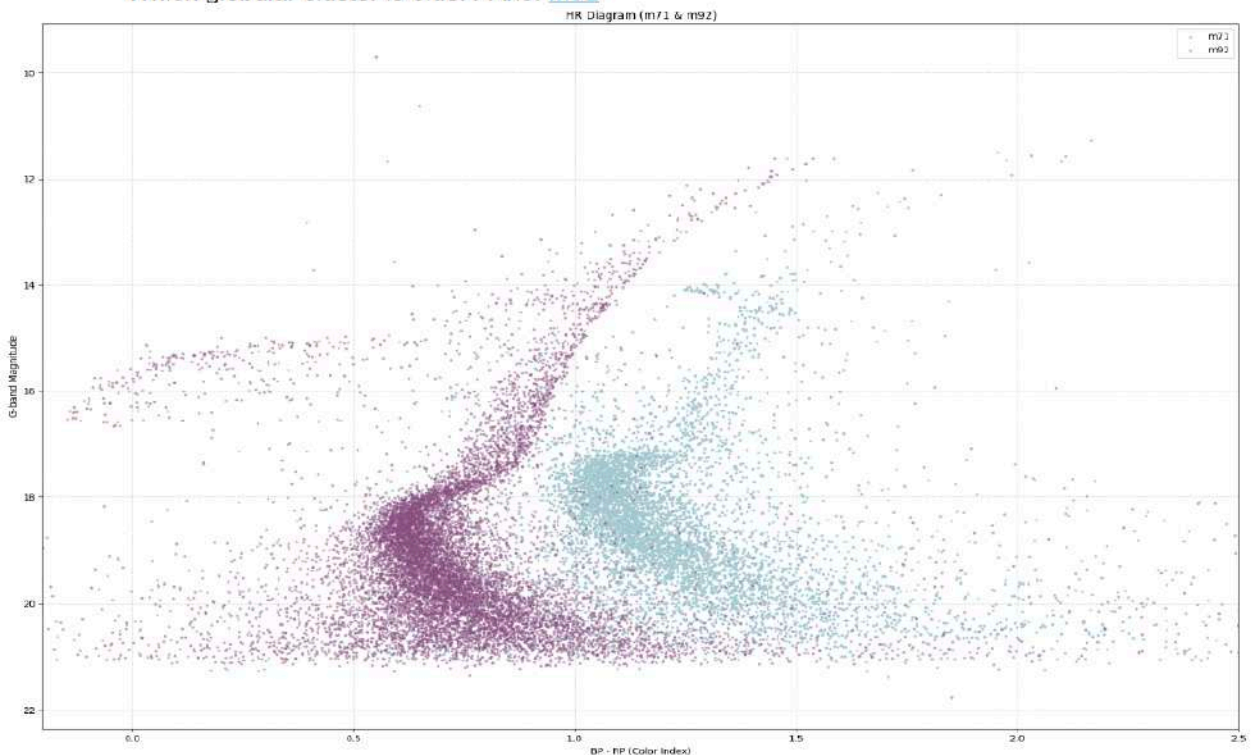
◆ Result : Demo

- Target globular cluster: **NGC6752** and **M68**
- Which globular cluster is older? Ans: **M68**



◆ Result :

- Target globular cluster: **M71** and **M92**
- Which globular cluster is older? Ans: **M92**



教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

模組二：赫羅圖與色指數 H-R Diagram and Color Index



Earth Science

Exercises 4

- For the two selected globular clusters being compared, please search for information online and briefly describe their basic characteristics.

Ans: M92 (Messier 92) and M71 (Messier 71) are two globular clusters with distinctly different characteristics. M92, located in the constellation Hercules, is about 26,700 light-years away from Earth and is one of the oldest and most metal-poor clusters, with an estimated age of 14.2 billion years. It has a densely concentrated core and contains many variable stars, such as RR Lyrae types, making it a typical example of an Oosterhoff type II cluster. In contrast, M71 is located in the constellation Sagitta and lies approximately 13,000 light-years from Earth. It has a much looser structure and was once thought to be an open cluster. M71 is relatively metal-rich and younger, with an estimated age of 9 to 10 billion years, and it contains few, if any, RR Lyrae stars. These differences in structure, metallicity, and stellar population highlight the diversity among globular clusters and provide insights into the evolutionary history of our galaxy.

Exercises 5

- Paste the screenshot of the “compare globular clusters” coding.

```
1 import pandas as pd
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # 讀取數據
5 file_path_m71 = "/content/M71_0.06_10303.csv"
6 file_path_m92 = "/content/M92_0.12_22733.csv"
7
8 df_m71 = pd.read_csv(file_path_m71)
9 df_m92 = pd.read_csv(file_path_m92)
10
11 # 提取繪圖所需的數據
12 bp_rp_m71 = df_m71['bp_rp'] # m71 BP-RP 顏色
13 g_mag_m71 = df_m71['phot_g_mean_mag'] # m71 G 波段星等
14
15 bp_rp_m92 = df_m92['bp_rp'] # m92 BP-RP 顏色
16 g_mag_m92 = df_m92['phot_g_mean_mag'] # m92 G 波段星等
17
18 # 設定顏色
19 color_m71 = "#A5CAD2" # m71 的顏色 (淺藍色)
20 color_m92 = "#8A5082" # m92 的顏色 (紫色)
21
22 # 建立畫布
23 fig, ax = plt.subplots(figsize=(18, 12)) # 只建立一個子圖
24
25 # 赫羅圖 (HR Diagram)
26 ax.scatter(bp_rp_m71, g_mag_m71, color=color_m71, s=4, alpha=1, label="m71")
27 ax.scatter(bp_rp_m92, g_mag_m92, color=color_m92, s=4, alpha=0.4, label="m92")
28 ax.invert_yaxis() # 星等數值小越亮
29 ax.set_xlabel("BP - RP (Color Index)")
30 ax.set_ylabel("G-band Magnitude")
31 ax.set_title("HR Diagram (m71 & m92)")
32 ax.set_xlim(-0.2, 2.5) # 設定橫座標範圍
33 ax.grid(True, linestyle="—", alpha=0.5)
34 ax.legend() # 顯示圖例
35
36 # 顯示圖表
37 plt.tight_layout()
38 plt.show()
39
```


教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

科學繪圖：礦物與化石觀察與描繪



這門課程是以「礦物與化石觀察」為主題，學生可以從老師準備的各種礦物與化石標本中，任意挑選自己最感興趣的一件，進行深入觀察與描繪。我希望學生能透過親手觸摸、仔細端詳標本的形狀、紋理與細節，進一步了解自然界中各種地質資源的獨特之處。

在這堂課中，我會帶領學生學習**科學繪圖（Scientific Illustration）**的概念與方法。科學繪圖不同於一般的美術繪畫，它強調以最真實、客觀、細膩的筆觸，將觀察到的特徵如實記錄下來，方便後續比對、研究與分享。學生將使用**點畫法（stippling）**，也就是用一點一點的方式來表現陰影、紋路與立體感，這種方法能夠細緻呈現標本的形態與質感，訓練觀察力與耐心，同時體驗地科與藝術的結合。

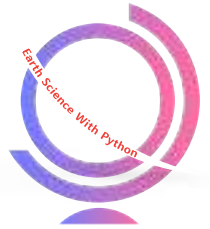
透過這樣的活動，學生不僅學習礦物與化石的分類與特性，更培養科學素養與精確紀錄的能力，也感受到從觀察到手繪的專注與成就感。未來，他們也能將這套方法應用在其他自然觀察中，成為一種探索世界的工具。

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、 目前研究成果：

SMEK人造衛星製作

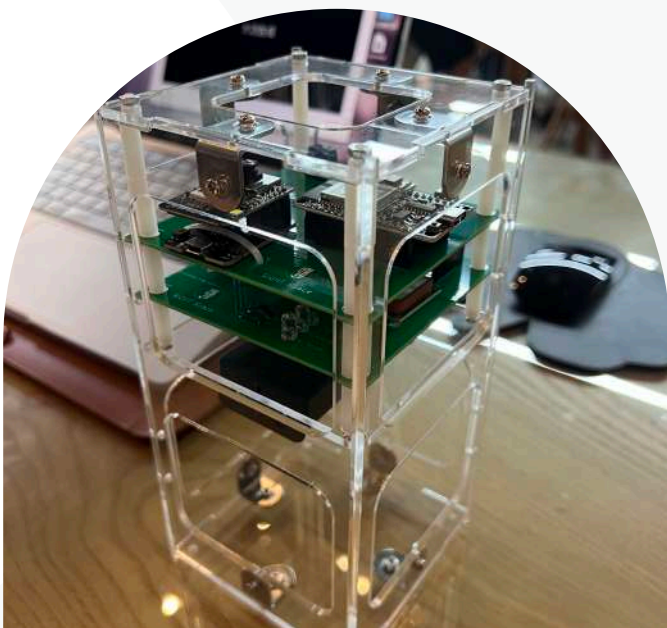
這門「SMEK衛星教材實作」課程以手作立方衛星為主題，結合理論與實際動手組裝，讓學生認識衛星結構、電源、通訊系統等核心技術。課程透過模組化組裝，讓學生能親眼觀察並操作衛星內部構造，培養組裝能力與問題解決技巧，同時增進對太空科技的興趣與實務經驗。學生將完成包含感測器、GPS與影像系統的衛星模型，並學習數據收集與分析方法。此課程不僅啟發學生對太空產業的好奇心，更奠定未來STEM領域學習與創新發展的基礎，是一門將科學知識與技術實作緊密結合的特色課程。



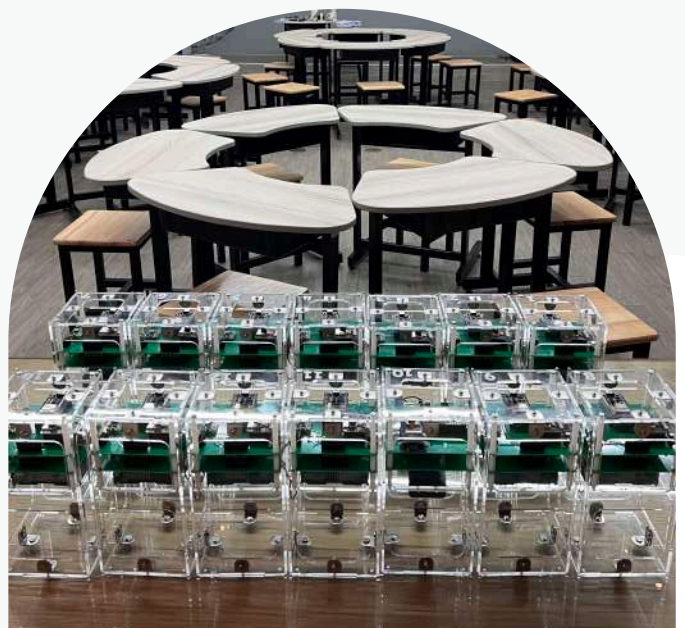
學生認真組裝立方衛星模型，學習動手做與團隊合作的樂趣與挑戰。



全班合影展示作品，分享完成SMEK衛星組裝後的成就與喜悅。



透明外殼內的立方衛星，清楚展現電路與結構細節，便於教學觀察。



學生完成多組立方衛星，整齊排列，象徵實作課程的豐碩成果。

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

火星任務科展：火星上的地熱能源探究



不能沒有網 - 模擬火星的通訊衛星

摘要

EXOSPHERE
本研究是以探討低軌道衛星應用於通訊，透過設不同的參數來模擬火星上衛星單顆覆蓋半徑、訊號延遲時間，以及考慮衛星在不同高度下的運行速度概況。

研究動機

因火星基礎建設不足，又看到中美洲海地也是公共建設不足而他們國家解決的方法是使用馬斯克的Starlink，因此我們發想也可以在火星建構一套屬於火星的Starlink。

	飛行高度 (km)	覆蓋半徑 (km)	覆蓋面積 (km ²)	訊號延遲 (秒)	應用
THERMOSPHERE					
低軌道	150 ┆ 300	713.0393 ┆ 1008.39	1597264.381~ 3194529.721	0.001~ 0.002	•大氣研究 •導航和通訊 •軌道交會和補給
MESOSPHERE					
中軌道	1000 ┆ 6000	1841.06 ┆ 4509.66	3141592.635~ 113097335.529	0.00667 ~0.04	•衛星通訊 •科學研究 •GPS
高軌道	>10000	>58211.94	314159265.358	>0.06667	觀察火星及其衛星 (火衛一合火衛二)

STRATOSPHERE
衛星覆蓋半徑：覆蓋半徑²=火星半徑*飛行高度

衛星覆蓋面積：覆蓋半徑²*π

衛星訊號傳輸延遲時 (衛星到接收器的直線距離/光速)*2

1. 訊號傳輸在宇宙中是以光速進行

2. 訊號是雙向傳輸，所以計算完(衛星到接收器的直線距離/光速)要*2

3. 電離層:5821.94公里以上中的自由電子會影響電磁波的傳播速度，尤其是高頻信號

4. 電離層對特定頻段信號產生不同程度的衰減，但低頻訊號通常會被反射而無法穿透電離

5. 電磁波會因為電離層中電子密度的梯度變化而折射

6. 自由電子密度變化會導致信號的相位偏移，及信號波行會被推遲或提前

研究方法

TROPOSPHERE
CONTINENT CRUST
OCEANIC CRUST
LITHOSPHERE
ASTHENOSPHERE
UPPER MANTLE
LOWER MANTLE
OUTER CORE
INNER CORE
結合GPS，加上火星的Starlink，希望可以實現火星上的無人駕駛，在探索火星和未來人類移民火星都能有一定的幫助。

資料來源
1. https://hackmd.io/@zRm9MZS_Qk2tbKWq_EqNQA/H1BieOPj2 (衛星公式計算)

2. <https://udncollege.udn.com/24115/> (低軌衛星 改變世界/補腦算算算)

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：

火星任務科展：不能沒有網一模擬火星的通訊衛星



火星上的地熱能源探究

團名：Crimson Horizon



一.摘要

我們探討在火星埃律西昂平原利用火星地熱資源發電的可行性。使用了NASA的洞察號探測到的火星震與熱流數據評估平原底下的熱能及地質條件。並設計一個適合火星氣候的增強型地熱系統地熱井 (EGS)。

二.研究動機

火星一直是未來星際殖民的目標之一，但火星的極端氣候使能源的供應成為一大挑戰。因此我們想到去探討火星的地熱從而從獲得的數據去推測地熱能資源開採在火星上的可行性。

三.研究動機

- 分析埃律西昂平原的地熱潛力
- 設計一個適合火星氣候環境的地熱井
- 分析此地熱井適合之材料及解釋原理

四.數據試探：火星地熱值的特徵

- 根據傅立葉熱傳導定律，地熱熱流量 q 可以表示為：

$$q = -k \times \Delta T$$

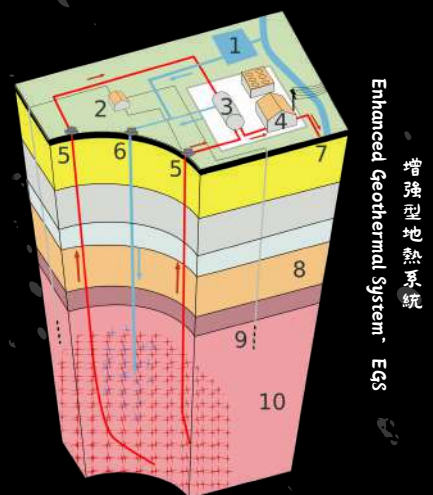
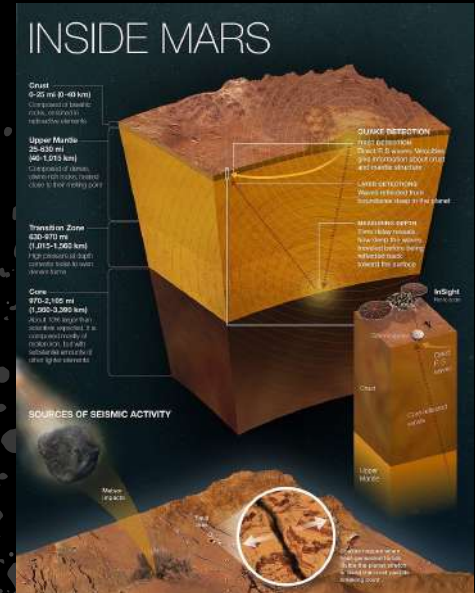
其中：

k 是火星地表材料的熱導率($W/(m \cdot K)$)、 ΔT 是溫度梯度(K/km)

- InSight資料顯示火星的地表熱傳導率： $0.03 - 0.05 W/(m \cdot K)$
- 火星的溫度梯度範圍： $15-25 K/km$
- 可得火星的地熱熱流量比地球低，約為 $0.45-1.25$ 毫瓦/平方米
- 地球地熱熱流量平均為 60 毫瓦/平方米

五.結論

雖然火星的低重力、低壓環境及地下熱能的儲能較低這些因素都會限制增強型地熱井的能量產出效率，使開發不如預期。但本研究的EGS設計也提供了在應對火星極端條件天然資源匱乏的處境下的能源獲取方法。在未來對火星地熱數據更加瞭解後地熱也能成為火星的一種天然能源。



教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱

參、目前研究成果：
科學展覽競賽成果



國家海洋研究院
第二屆海洋大數據決賽

佳作

團隊名稱 **T-POT**

研究主題
Typhoon Dynamics and Oceanic Cold Pools: Investigating Sea Temperature Variations and Energy Exchange Mechanisms around Taiwan

參與學生名單
204 陳品瑜
205 邱宇榛

指導教師 **李欣珮**

佳作獎 8,000 元整

感謝指導教師辛勞指導
全體教職同仁同賀



南投2024 山城數位黑客松

Green Wheel Pioneers 團隊

銅獎

提案
《啟動綠輪計畫：推動南投山城綠色交通之策略研究》

204 張雅涵 陳品瑜
205 邱宇榛

感謝 李欣珮教師 指導
全體教職同仁 同賀

113學年度校內科學展覽會

評審成績

優等作品 取得第65屆分區科展資格

- 費波那契數列兩項乘積總和與延伸研究
作者：林易儒 優等
指導老師：林辰輝
- 「振振」有「磁」—探討彈簧與懸臂樑的彈性系數與共振頻率時的震動型態
作者：白鈞翔、洪崇鈞、吳文庭 優等
指導老師：張瑋涵
- 點狀受壓snap through buckling的探討
優等 作者：黃陽凱、申至弘、林子筠
指導老師：廖俊喬
- 自製特斯拉線圈探討能量無線傳輸效率因素
作者：林子程 優等
指導老師：廖俊喬
- 利用機器學習結合蓋亞資料庫多維數據進行變星分類與特徵分析
作者：林宜蓁 優等
指導老師：李欣珮

113學年度校內科學展覽會

評審成績

優等作品 取得第65屆分區科展資格

- 銅生變變變 佳作
作者：何泓毅、易俊成、蔡承鈞
指導老師：林明祥
- 化學珊瑚的奇幻世界—水玻璃與金屬鹽類的魔法反應
優等 作者：詹梁宏、林群浩、王奕程
指導老師：林明祥
- 颱風動態及海洋冷水坑研究：臺灣周邊海域水溫變化與能量轉換機制
優等 作者：陳品瑜
指導老師：李欣珮
- 校園螞蟥觀察與飼養
優等 作者：楊念誠、陳嫻禎、潘冠宇
指導老師：王宣涵
- 光週期對優化化水池中藻類之生長影響
優等 作者：張宇泉、簡信原、蔡佑康
指導老師：王宣涵

2024年秋季
小行星搜尋計畫

本校參賽者尋獲 3顆 新小行星

106 吳俊佑 | 110 黃雋淇 | 尋獲2顆
行星編號 P221wXt P221xbK

101 吳澄祐 | 101 王家鴻 | 尋獲1顆
行星編號 P2208av

指導教師 李欣珮
感謝指導教師指導
全體教職同仁同賀

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



肆、 目前完成進度

本研究計畫『Data Analysis and Interpretation in Earth Science within Python』

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藉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)開發四個模組的課程，包括程式語言大數據分析於天文學、海洋學、大氣科學與環境科學的應用。
- (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：

- 大數據雙語程式課程部分：已完成『地殼均衡說.Isostasy』、『赫羅圖與色指數.H-R Diagram and Color Index』、『球狀星團的特性Globular and Open Star Clusters』三個模組的課程教材開發，包含雙語學習單、程式碼、課程引導簡報
- 學生競賽部分：已完成
 - ★數位山城黑客松競賽決賽，啟動綠輪計畫：推動南投山城綠色交通之策略研究一榮獲銅獎
 - ★2024年火星任務科展：不能沒有網一模擬火星的通訊衛星
 - ★2024年火星任務科展：火星上的地熱能源探究
 - ★國家海洋研究院第二屆海洋大數據決賽：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一榮獲佳作
- 跨校教師社群：已完成車籠埔斷層地質考察實察跨校課程
- 特色課程開發：科學繪圖：礦物與化石觀察與描繪
- 特色課程開發：SMEK人造衛星製作

伍、 預定完成進度

- 大數據雙語程式課程部分：
 - 完備美國大氣海洋總署NOAA介接海洋水色衛星觀測資料進行海域葉綠素濃度分析課程設計
 - 完備衛星影像NDVI植生指數衛星影像資料分析課程設計
- 學生競賽部分：
 - 代表本校參加第65屆第三區分區高中科展，榮獲**特優**並挺進全國賽
 - 參加年底十月交稿的2026年國際科展競賽

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



陸、 討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

在執行本科科學教育計劃的過程中，雖然獲得了許多寶貴的經驗與成果，但仍然面臨了一些挑戰與困難，以下針對三個主要問題進行探討，並提出相應的解決方法與建議。

1.科學闡釋差異化教學的挑戰

在推動雙語模組化課程的過程中，學生在科學專業知識上的基礎背景參差不齊，特別是在天文單元，有些學生對於先備知識已遺忘或掌握度不足。然而，課程時數有限，無法逐一補足所有基礎觀念，導致整體教學進度與深度容易受影響。目前主要依賴分組合作與小組互助學習，由程度較佳的學生協助同儕理解專業詞彙與核心概念，達到彈性化差異教學的目標。

解決方法與建議

- 後續課程可設計前測機制，了解學生基礎程度並及早分組對應。
- 發展配套的雙語學習資源，如短影片、延伸閱讀，供程度較弱學生課後補充。
- 鼓勵學生間組成學習小組或學伴，強化同儕支持機制。

2.科學專題研究人力配置的挑戰

在本計畫執行期間，參加科學專題研究競賽的學生因人力有限，兩組皆為單人獨立完成，雖然展現高度自主與責任感，但隨著比賽進入決賽階段，學生課業負擔亦日益繁重，特別是進入高二下學期後，同時兼顧學測準備與研究進度，負荷過大，影響學習與身心平衡。

解決方法與建議

- 已規劃第二年研究組別以至少三人共組團隊，分工合作分擔研究任務與報告撰寫壓力。
- 可安排師長或助教進行定期進度檢視與支持，協助學生合理分配時間與工作量。
- 提供時間管理與壓力調適的輔導資源，降低學生因研究造成的壓力。

3.跨校教師社群共備時間協調的挑戰

在執行跨校教師社群共備時，面臨不同學校教師課務繁忙，較難找到全員皆可配合的共同時間，導致共備討論與資源整合進度有時受影響。

解決方法與建議

- 採用線上與實體混成方式進行共備，提升時間彈性與參與便利性。
- 利用數位協作平台（如雲端文件、線上白板），即時同步討論與留存紀錄，增加分段式討論的效率。
- 規劃固定的年度或學期共備時程，提前協調預留時間。

教育部113年度中小學科學教育計畫專案 期末報告大綱



柒、參考資料

- Zhou, C., Lin, Y., & Chen, X. (2023). Impacts of Typhoon-Induced Cold Eddies on Upper Ocean Mixing and Heat Fluxes. *Journal of Physical Oceanography*.
- Huang, X., Yang, J., & Xu, Q. (2022). Cold Eddy Feedback Mechanisms on Typhoon-Induced Sea Surface Temperature Cooling. *Geophysical Research Letters*.
- Wu, C., Lin, P., & Chen, Y. (2023). Typhoon-Ocean Interaction: Role of Cold Eddies in Reducing Tropical Cyclone Intensity. *Nature Communications*.
- Chen, G., Qiu, B., & Wang, Y. (2022). Cold Eddies and Their Influence on Typhoon Evolution: A Multi-Sensor Observational Study. *Remote Sensing of Environment*.
- Numerical Simulation of Typhoon-Born Cold Eddies and Their Role in Ocean-Atmosphere Coupling. *Journal of Geophysical Research: Oceans*.
- López, C., et al. (2023). Application of Machine Learning in Globular Cluster Classification and Stellar Population Analysis. *Astronomy & Astrophysics*.
- Yang, X., & Zhang, Y. (2023). Deep Learning for Stellar Parameter Estimation in Globular Clusters Using Gaia Data. *The Astrophysical Journal*.
- Pérez, J., & Smith, L. (2023). Neural Networks for Predicting Chemical Abundances in Globular Clusters: A Case Study with SDSS Data. *Astronomy & Computing*.
- De Souza, R., et al. (2022). Applying Machine Learning to the Kinematic Structure of Globular Clusters in the Milky Way. *Nature Astronomy*.