

重返舊金山—2023 AGU Fall Meeting 暨城市參訪

臺北市立陽明高級中學 地球科學 / 林承恩

一、2023 AGU Fall Meeting^[1]

美國地球物理學會 (American Geophysical Union) 創立於 1919 年，現於全球有超過 6 萬名會員，其每年 12 月固定舉辦秋季年會 (Fall Meeting)，集結世界各地學界菁英，研討地球科學最新的研究發現。筆者於 2012 年就讀研究所期間，曾至年會張貼海報，與各方學者交流研究成果，收穫甚豐。今年以高中地球科學教育工作者身分，以收集課程材料目的，重返舊金山 (圖 1)。



圖 1. 筆者於研討會會場與主視覺看板合影、聆聽 NASA 研究成果短講。

(一) 公民科學 (Citizen Science)

筆者與同校自然科教師共同開設「公民科學養成計畫」(Developing of Citizen Science) 選修課，欲於校內推廣公民科學意識、培養學生對科學態度的啟蒙與實踐。因此於研討會中特別報名由加利福尼亞大學戴維斯分校 (UC Davis) Center for Community and Citizen Science 所舉辦的 Community Science and Citizen Science: A Primer for Researchers 工作坊。

工作坊中，主持團隊分享如何系統化創建、經營公民科學或社區科學 (Community Science)，並且能朝與團隊成員一同永續運作為目標。公民科學運作的場域，可分為在社區中與在學校中，其推行樣態有所差異，前者的參加人員多有興趣，但科學研究的基本能力不均；而學校中學生大多具備相同的基礎知識與能力，但動機不一定高。因此我們可以透過公民科學的操作光譜 (表 1)，依參加對象、研究目標的難度、研究持續時間的長短等，評估各項度的光譜類型，以能設計出符合研究者的需求、參加者在可以理解與操作的前提下，協助完成任務。

表 1. 公民科學設計操作光譜^[3]

TECHNOLOGY	Pencil & clipboard	↔	Mobile app
VOLUNTEERS	Single volunteer	↔	Thousands
AGE OF PARTICIPANTS	Youth	↔	Retirees
AUDIENCE	Restricted	↔	Open
SPATIAL COVERAGE	Single site	↔	Global
SAMPLING EFFORT	Annual	↔	Daily
SAMPLING DESIGN	Opportunistic	↔	Highly structured
IMPETUS	Community	↔	Scientist(s)
ORGANIZATION	Local non-profit	↔	Global organization/network
ACTIVITY	Independent	↔	Large teams
TRAINING	None	↔	Extensive, with tiered roles

主持團隊為讓與會成員能有跡可循，特別提供 Guide Book，以步驟式整理該如何從無到有成立一個新的公民科學提案，筆者也利用機會重新檢視課程設計是否有盲點。其中，「參與公民科學研究」有五個階層^[2]，以生物物種觀察為例，從最簡單容易入門的 Exploring(探索)：探索棲地、尋找物種，可能使用雙筒望遠鏡、捕蟲網；接著是 Observing(觀察)、Identifying(辨識)、Documenting(記錄)，到最高階、涉入程度最深的 Recording(登錄)：

提供可供深入研究的資訊。筆者的課程因著重實用性與易操作性，大多設計以手機 APP、簡易感應器收集研究數據回傳，雖掌握了高階的記錄與登錄，但未考慮學生的科學研究動機須從基本的觀察、辨識開始塑造，也反應了課程有揠苗助長的疑慮，這也提供筆者未來有修正課程的機會。另外，Guide Books 中以表格呈現方案的可操作性檢驗表 (表 2)，可讓設計者反思方案的困難性與尺度，並制定或修改方案的操作方式，使執行時避免失敗或做白工。

表 2. 公民科學可操作性檢驗表^[3]

Increasing suitability for a citizen science approach	Clarity of aim/question	Importance of engagement	Resources available	Scale of sampling	Complexity of protocol	Motivation of participants
	Clear aim/question	Engagement is important	Plenty of resources	Large-scale sampling	Simple protocol	Good reasons to participate
Vague aim/question	No engagement or only one-way communication	No resources	Small-scale sampling	Complex protocol	Reasons to participate are not clear	

從工作坊中筆者獲得來自美國、法國、英國與奧地利等各國對於公民科學的交流想法，發覺臺灣國內雖有教育機構（多為博物館）舉辦公民科學活動，但多為「任務型」的單一活動設計，亦即 Case by Case 的點狀活動，缺乏系統性的課程或活動推廣，這需要長時間、多單位或多地域的經營，方能讓保有豐富地理環境、生物多樣性的臺灣，更能彰顯其自然科學資源的價值。

也呼應與公民科學相同的議題：我們是否能從使用者角度去解決問題。又或者是：我們的互動對象有沒有真的獲得幫助？而非只是我們一廂情願。以高中專題研究而言，學生不只需要研究資料完成報告，他們還必須學習如何摸索並嘗試找到使用研究資料的方法、處理的流程與正確的解讀。筆者堅信，科學研究與科學推廣必定是雙軌進行，當瞭解的人越多，就能大大加速人類追求共同福祉的速度。

(二) 開放科學 (Open Science)

美國聯邦政府公開宣示，2023 年為 Year of Open Science，各研究機構遂針對研究資料如何公開，進行縝密的安排。筆者長期指導學生進行高中專題研究，有些實驗或研究礙於實驗設備與時空尺度限制，時常無法自行觀測收集數據，需仰賴國內外的研究機構公開的研究資料，因此此行亦將 Open Science 的作業進程納入考察的重點（圖 2）。

Open Science 最具挑戰性的，莫過於如何將五花八門的研究資料，整理成可供交流使用的樣態，需考慮：資料的精度是否需考慮安全？資料的呈現是否有過高的學術或資訊門檻？甚至有學者登高疾呼：當我們在討論這些的同時，在地球有些地方的人們甚至連網路都沒有！這



圖 2. 開放科學 (Open Science) 議題與成果發表現場

二、舊金山城市參訪

舊金山市區擁有豐富的觀光景點與社會教育機構，且大眾運輸相當方便，地鐵、公車與享譽盛名的「叮噠車」四通八達，讓旅客不須擔心通勤問題。筆者趁研討會空檔，亦造訪幾處景點，以下將特別介紹兩座具代表性的博物館。

(一) 加州科學院^[4] (California Academy of Sciences)

於 1853 年創立，為世界最大的自然史博物館，館藏超過 4,600 萬件生物標本。原博物館於 1906 年被地震摧毀，後搬遷至金門公園 (Golden Gate Park)，並於 2008 年進行重建。現在的三層樓博物館採自然採光，屋頂種植植物，能承接並過濾雨水，是棟非常吸睛的綠建築 (圖 3)。



圖 3. 加州科學院正門外觀與入口暴龍化石模型

館內有兩大球型展示廳，左為宇宙劇場，無需另購門票，上網預約即可觀賞；右為熱帶雨林區，以全玻璃帷幕加上恆溫恆濕，於城市

中建立獨特的迷你雨林生態系 (圖 4)。另外還有非洲廳、水族館與特展廳，充分展現加州科學院多變、豐富的展覽氣質。



圖 4. 雨林區與意外停在筆者手背上的蝴蝶

與國內博物館相比，加州科學館所展出的內容不以數量取勝，而是以「知識的可傳達性」為首要考量。筆者發現館方不會放置太大量的展品，而是透過設計，利用動畫、影片、展板或模型示意，以主題式呈現當期的重點。2012 年筆者初次造訪時，有一個展區專門介紹地球內部分層與地震、板塊運動；2023 年再訪，則是以「巨大」為主軸，介紹海中大型動物、陸地上大型植物，充分將館藏萬中選一，有效果的呈现在參觀者面前。而二樓特展區正在以大型植食性恐龍為主題，透過恐龍的骨骼、型態學解答許多相關的問題，如：心臟如何輸送血液、食物需求量有多少、神經傳導、體重等有趣的問題。

不能少的，就是拜訪加州科學館的鎮館之寶——患有白化症的美國短吻鱷 (American

Alligator) Claude (圖5)!全世界估計僅有100至200隻白化鱷魚,因為缺乏黑色素,使皮膚呈現白色、虹膜呈現粉紅色,這也讓白化症的鱷魚缺少了在自然環境中生存的保護色。

加州科學館所在位置的的金門公園,幅員411公頃,是臺北市大安森林公園的15倍大,另有笛洋美術館(M.H. de Young Museum)、日本茶園(Japanese Tea Garden)等設施,廣大的綠地、舒服的步道,非常值得逛上一整天。



圖5.患有白化症的美國短吻鱷 Claude

(二) 探索博物館^[5](Exploratorium)

1969年由物理學家和教育家弗蘭克·奧本海默創立(正是原子彈之父羅伯·奧本海默的弟弟)。2013年從原本的藝術宮(Palace of Fine Arts)旁搬至港邊,善用室內、戶外空間,打造出以動手、體驗式展品著稱的博物館。

全館分為六個展區:Human Phenomena(人體感官與心理)、Tinkering(工藝)、Seeing & Reflections(光與聲音)、Living Systems(生命)、Outdoor Exhibits(戶外)與Observing Landscapes(灣區史地)。

全館的亮點在於超過90%的展品都可以透過參觀人員實際操作體驗,譬如說空間錯覺、瞳孔對光的反應(圖6),甚至還有駐場人員直接變些小魔術!戶外也毫不馬虎,廣場上有以人體做竿影的日晷、港邊有展示收集海氣數據的浮標(Buoy),處處是亮點。筆者也非常幸運遇到NOAA的海洋研究船停靠展示(圖7)!非常值得慢慢逛、好好玩!



圖6.所有展品都以實物、實際操作呈現



圖 7、探索館外觀與 NOAA 海洋研究船

三、結語

此行以不同身分、不同目的造訪舊金山，雖疫情讓舊金山市容舊了、人與人之間似乎多了點距離。但感受到研討會中學者們不藏私的交流分享，甚至工作坊的主持團隊另外分享豐富的雲端資料，鼓勵筆者繼續嘗試於學校推動公民科學，都再三令人感動與敬佩。

筆者造訪的兩座博物館門票價格為臺灣公立博物館 10 倍有餘，但內容有如寶庫，皆能從參觀者角度進行設置，能將知識活化，令人驚艷。

地球科學在臺灣不一定是顯學，感謝許多學術與教育前輩的提攜，讓我們能站在巨人的肩膀上，繼續望前。世界之大，身為第一線的教育工作者，定不能故步自封、滿意於現狀。由衷感謝氣象應用推廣基金會與三聯科技教育基金會，提供給臺灣地球科學教師考察的寶貴資源，讓我們能無後顧之憂、勇往直前、開拓視野。期盼未來能將所學經內化後，為高中地球科學教育盡一份心力。

參考資料

- [1] 2023 AGU Fall Meeting 官方網站：<https://www.agu.org/Fall-Meeting>
- [2] UC Davis Center for Community and Citizen Science.
<https://education.ucdavis.edu/center-community-and-citizen-science>
- [3] Meyer, R. M., Ballard, H. L., and Jadallah, C. C. (2020). A manual for planning your community-based citizen science monitoring project for dam removal and watershed restoration.
- [4] 加州科學院官方網站：<https://www.calacademy.org/>
- [5] 探索博物館官方網站：<https://www.exploratorium.edu/>