

# 自然科學 與 永續研究發展簡訊

Natural Sciences and Sustainable  
Development Newsletter

Vol. 36 No. 2 / June 2024

✦ 專題企劃

## 國家新研究船船隊 以科學力守護臺灣

船隊挺進災防最前線特別報導

國家新研究船船隊計畫總主持人詹森教授專訪

✦ 領域研究 ▶ 人物專訪

### 為人生投出精彩好球

專訪第67屆教育部學術獎得主張介玉教授

✦ 領域研究 ▶ 成果亮點

物理 — 揭開ALQ3分子與矽之間的能量轉移動力學

化學 — 永續減碳的突破 電催化二氧化碳還原機制新發現

地科 — 氣候暖化增加林火機率？臺美攜手探討潛在威脅

數統 — 質譜法結合機器學習 幫您挑選好咖啡豆

# 自然科學與 永續研究發展

簡訊 Natural Sciences and  
Sustainable Development  
Newsletter

Vol.36 No. 2  
June 2024

## 目錄

### 活動報導

- 1 2024 國科會學術攻頂研究計畫年度交流研討會 / SPEC 編輯組
- 4 國科會與內政部簽署「臺灣永續空間規劃」MOU / SPEC 編輯組
- 6 2024 世界量子日「量子·啟動」活動 / SPEC 物理組

### 專題企劃

#### | 國家新研究船船隊 以科學力守護臺灣 |

- 8 國家研究船隊 挺進災難最前線 / 朱富國
- 13 航行愈遠 與世界愈近 / 何郁庭  
專訪國家新研究船船隊計畫總主持人詹森教授

### 領域研究—人物專訪

- 16 「培養品味、築夢踏實」 為人生投出精彩好球 / Ketty Hsu  
專訪第67屆教育部學術獎得主張介玉教授

- 19 | 物理 | 揭開ALQ3分子與矽之間的能量轉移動力學 / 張鳳吟
- 21 | 化學 | 永續減碳的突破 電催化二氧化碳還原機制新發現 / 朱舢樺
- 23 | 地科 | 氣候暖化增加林火機率? 臺美攜手探討潛在威脅 / 黃愷翊
- 25 | 數統 | 質譜法結合機器學習 幫您挑選好咖啡豆 / 張鳳吟
- 28 | 學術研討會訊息 / SPEC編輯部

---

## 自然科學與永續研究發展簡訊

Vol.36 No. 2 June 2024

中華民國77年(西元1988年)4月創刊

出版者 | 國家科學及技術委員會自然科學及永續研究發展處  
自然科學及永續研究推展中心(SPEC)

發行人 | 羅夢凡

聯絡人 | 詹益慈

編輯顧問 | 陳柏中·邱靜雯·吳祚任·崔茂培

執行編輯 | 朱富國

特約編輯 | 朱舢樺·何郁庭·林品婕·洪佳如·張鳳吟·許芷辰·許逸如·陳睿純  
黃愷翊·楊渝惠·鄭淳澧·鄭凱菱·Stella Y.T. Sun·Ketty Hsu

排版設計 | 朱富國

國家科學及技術委員會自然科學及永續研究發展處

地址 | 106 臺北市和平東路二段106號

電話 | 02-2737-8069 傳真 | 02-2737-7071

自然科學及永續研究推展中心(SPEC)編輯部

地址 | 106 臺北市羅斯福路四段1號 臺灣大學積學館B266室

電話 | 02-3366-8664 E-mail | [specmost.tw@gmail.com](mailto:specmost.tw@gmail.com) 網站 | <https://spec.ntu.edu.tw>

@2020 - All Right Reserved. Designed and Developed by SPEC

# 2024 國科會學術攻頂 研究計畫年度交流研討會

2024.03.29-30



撰稿 | 朱富國 (科學推展中心主編)  
攝影 | 李嘉偉 (科學推展中心多媒體企劃經理)

2009年國科會推出了「學術攻頂研究計畫」，提供潛力學者長期且充份的經費奧援，造就眾多優秀的科技與社會人文研究專才，相關研發成果也頻獲國際重量級期刊青睞報導，協助臺灣快速躋身世界前瞻科技研究的前段班。

## 「學術天花板」：薪火相傳、激盪未來

然而學術研究絕非閉門造車、結案後即將研究成果束之高閣。相對地，在研究過程若能廣納各方意見並吸取新知，都有助於相互砥礪精進研究、跨域合作、達成國家整體研究資源共享和人員經驗傳承。因此在2021年，「學術攻頂研究計畫年度交流研討會」（以下簡稱攻頂年會）便乘載著此一使命應運而生。

為服務各地研究團隊，攻頂年會每年三、四月份輪流在臺灣北、中、南各地舉行，歷屆皆邀請近百名

頂尖國內外學者以壁報展示與口頭發表等形式進行交流討論，第四屆年會已於2024年3月29-30日假臺中市李方艾美酒店圓滿落幕。

國科會自然處羅夢凡處長致詞時表示：「攻頂年會發表內容都是臺灣學術界最頂級的研究計畫，因此攻頂年會可說是臺灣學術圈的『天花板』！」羅處長也指出，每屆攻頂年會都邀請許多年輕研究者與會，希望促成中、新生代學者與頂尖學界前輩間的薪火相傳。

另一方面，由於攻頂計畫團隊分別來自於「數學及自然科學」、「工程及應用科學」、「生命科學」及「社會科學」四大研究領域，攻頂年會期盼透過跨領域學者的意見討論，激盪出創新的研究主題。人才的「垂直交流」和跨領域的「橫向交流」，是攻頂年會希望達成的兩大效益。

## 「畢業成果展」：質量齊揚、成績斐然

本次年會與往年相同，共有 13 個學術攻頂計畫團隊進行成果發表。學術攻頂研究計畫一期五年，今年有多組已完成或接近結案階段的計畫團隊，是以「畢業成果展」的心情參與年會，團隊研究成果無論質與量都相當可觀。

例如國立清華大學物理所余怡德教授主持的「飛行量子位元—單光子的量子資訊操控」計畫在五年執行期間，除於國際標竿期刊發表多篇論文，並參與量子國家隊計畫，成功打造了臺灣第一個量子加密通訊網路。國立陽明交通大學應用化學系李遠鵬講座教授主持的「大氣化學及天文化學上關鍵分子的尖端研究」計畫，團隊成員迄今也已發表超過逾百篇報告。

中央研究院生物化學研究所特聘研究員陳瑞華主持的「K29/48 分枝型泛素化之形成、拆解及在細胞自噬與蛋白品質的功能」計畫，除了發表十餘篇知名期刊論文外，也正在進行美國專利申請作業。由國立中央大學認知神經科學研究所講座教授阮啓弘主持的「探討注意力、工作記憶與認知控制的神經機制與建立理論」計畫，則已逐步確認以 HHSA 技術分析腦波資料，對於神經相關疾病精準醫療所扮演的關鍵角色。

## 奔向新時代：貼近市場、珍愛地球

在攻頂年會如此重要的學術交流殿堂中，計畫團隊莫不使出渾身解數，積極展現研究成果精華。例如物理學門攻頂計畫團隊，夸克粒子權威、國立臺灣大學物理系侯維恕教授便以「奔向新希格斯 / 味物理時代」為題，激發現場聽眾對於嶄新物理時代的想像與期待。國立臺灣大學凝態科學研究中心林麗瓊研究員，則由材料學家的角度與情懷出發，思考如何透過人工光合作用相關研究，實現淨零排放以減緩地球暖化危機。

化學學門部分，首先由光物理化學國際級學者—臺大化學系周必泰教授分享團隊以前三年的近紅外有機發光二極體相關研究為基礎，延伸挑戰探索分子交互作用、分子運動和能源相關議題的寶貴經驗。其次，國立臺灣科技大學化工系黃炳照教授鎖定電動車、移動式電子產品廣大應用市場而持續深化的金屬電池研究，則引發現場來賓對於電池過充、膨脹甚至爆炸等安全議題的熱烈討論。

至於陽明交大學應用化學系刁維光教授主持的「光伏與光催化：無鉛鈣鈦礦太陽能電池、二氧化碳還原與氫能演化」計畫，於 2023 年 8 月開始執行計畫至今，已發表了多篇高質量的學術論文，成果相當豐碩。值得一提的是，刁教授為李遠鵬教授的高



徒，貼切呼應了攻頂年會薪火相傳的初衷。

## 生科是未來：精準醫療、以人為本

近期媒體報導，輝達 NVIDIA 執行長黃仁勳接受訪問時曾表示：「學電腦的時代已經過去，生命科學才是未來。」儘管說法見仁見智，然而生命科學與每個人都關係密切，卻是不爭的事實，因此攻頂年會中生命科學相關計畫的討論也備受關注。

國家衛生研究院生醫工程與奈米醫學研究所林淑宜研究員，近年便專注於研發以調控 A $\beta$ 42 類澱粉蛋白聚集為目標的阿茲海默症藥物設計新策略。另外，長期致力於醣醫藥科學研究的中央研究院基因體研究中心洪上程研究員，本期攻頂計畫則試圖解析更多醣體和各種蛋白質的交互作用，預期將有助於膽管癌等疾病早期診斷和未來藥物開發，與抗肥胖藥物、環保吸油煙紙、海藻多醣等應用。

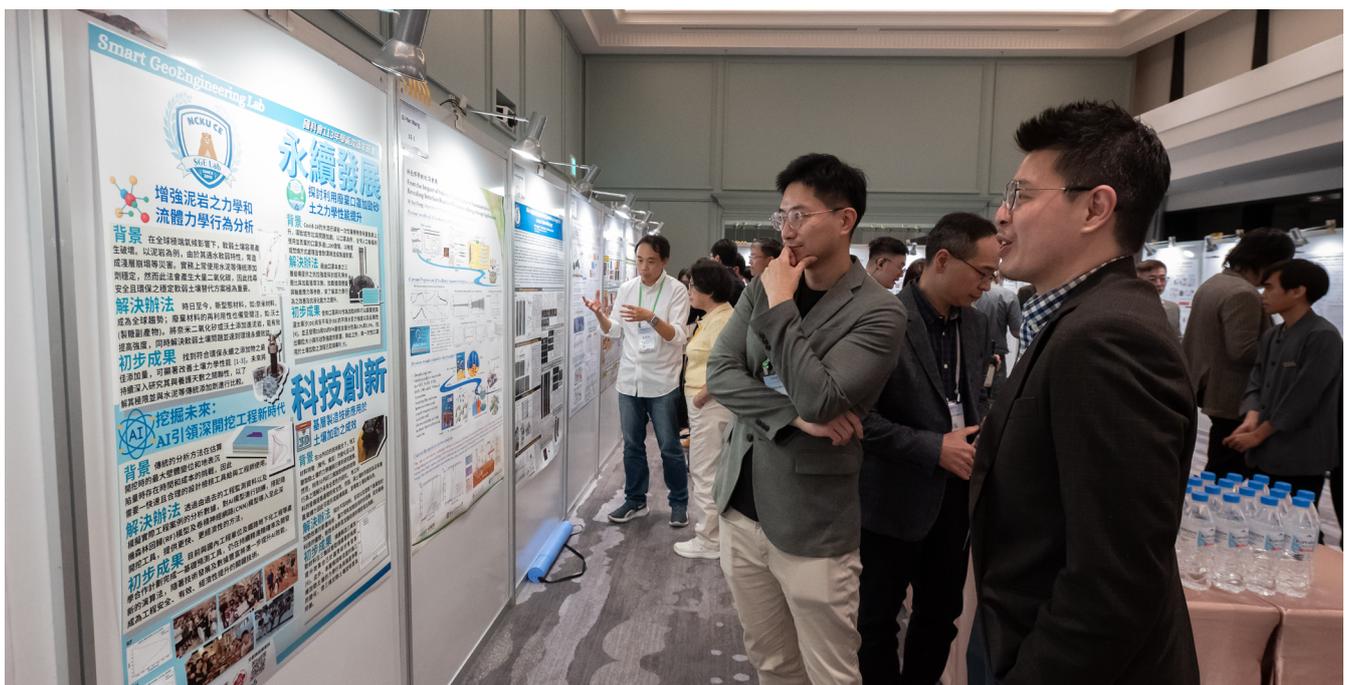
國立清華大學工程學系宋信文教授研究團隊，則持續拓展兩種非侵入性經腸 / 胃直達腦部口服藥物傳遞系統的應用領域，前者除可治療腦瘤、腦膜炎，團隊也嘗試用於治療俗稱「癌王」的胰臟癌；後者則鎖定解決全球近十億人口的肥胖與相關代謝異常問題，以及作為癩癩、憂鬱症、帕金森氏症、敗血症的治療策略。攻頂年會最後壓軸登場的是中國醫

藥大學洪明奇校長研究團隊，計畫目標為針對三陰性乳癌開發新型態生物標記，提供有效的精準醫療策略，未來更期望能將此技術應用於其他癌症。

## 跨域齊攻頂：跳脫本位，溝通學習

研討會最後交流討論時段，跨領域學門如何「攜手攻頂」，是許多來賓共同關心的議題。國科會人文處蘇碩斌處長認為，人文社會科學和自然科學在心理學、腦神經科學、高科技穿戴裝置等領域，仍存在許多值得合作之處，甚至從哲學觀點探討對於社會的影響，都是創新的切入點，因此未來他也相當期待研究團隊申請攻頂計畫時，能夠多邀請人文社會學者參與。國科會陳儀莊副主委則呼應，未來國科會跨領域活動都將「廣發英雄帖」，希望能藉此激盪出更多的不同的合作模式。

此外，國科會生科處楊台鴻處長以自身橫跨化工、醫工和生科的背景為例，他認為跨領域肯定存在不同學門的障礙，但是跨領域最大的價值，在於有機會學習從不同角度思考和解決問題，而不會一直無法跳脫自己原本領域的思維模式。國科會工程處李志鵬處長也認同，各領域學門使用的語言和標準原本就差異極大，跨領域合作過程勢必需要很多的溝通和學習，只有透過彼此間充分的了解才能降低障礙，這也是跨領域研究最寶貴之處。



# 國科會與內政部簽署

## 「臺灣永續空間規劃」MOU

2024.04.02



國科會與內政部 4 月 2 日於科技大樓簽署「臺灣空間永續規劃」合作瞭解備忘錄，圖左起為國科會自然處郭俊志助理研究員、內政部國土署鄭鴻文幫工程司、內政部國土署蔡份蒼科長、內政部國土署蘇崇哲組長、國科會自然處羅鈔凡處長、內政部國土署徐燕興副署長、國科會自然處陳小玲副處長、國科會自然處防災科學與技術學門洪鴻智召集人、國科會自然處空間資訊科技學門韓仁毓召集人、國立成功大學水利及海洋工程學系羅偉誠特聘教授。

(圖片提供 / 國科會自然處)

2024 年 4 月 3 日，花蓮發生規模達 7.2 級、僅次於 1999 年 921 地震的強烈地震，相關災情也引發全球高度關注。此次強震，除了重新喚醒國人對於土地防災減災的強烈需求與危機意識，更凸顯出積極引進科學技術的創新應用研究，以加速推動環境敏感地區管理、國土災後復育、都市計畫乃至於國土空間永續發展規劃的迫切性。

## 永續規劃，刻不容緩

巧合的是，就在花蓮強震發生的前一日，國科會與內政部正好完成「臺灣空間永續規劃」合作瞭解備忘錄 ( 以下簡稱 MOU ) 簽署儀式，希望能將國科會和學術界所積累的豐沛研究能量，與內政部國土空間管理的實務經驗進行整合，透過跨部會協力合作和資源串聯互享，共同推動臺灣國土的前瞻治理工作。

事實上，早在 2023 年 5 月一場國科會與內政部營建署 ( 後更名國土管理署 ) 的交流會議中，雙方就已有「空間永續規劃」的合作意願，並確立了跨領域合作方向與議題。經過多次的合作研商討論，數月內便完成 MOU 簽署。國科會更預計於 2024 年 5 月提出首份「臺灣空間永續規劃先導研究報告」，再再顯示出國土永續規劃工作確實刻不容緩。

## 跨域合作，快馬加鞭

內政部表示，國土空間規劃相當仰賴各部會基礎圖資的蒐集與分析，與國科會合作既能促進各類圖資增值應用，並可運用國科會科研成果與客觀的科學分析專業，藉此強化國土空間規劃策略的科學論述和合理性。

國科會則認為，未來與內政部在 MOU 的架構下建立相關合作平台，將有助於推動前瞻科學研究成果往落地應用發展。更重要的是，國科會也期盼藉由此次合作，積極推動發展數位孿生和多元遙測技

術，提升臺灣的空間規劃、城市發展策略與城鄉規劃能力。

## 永續之路，大步前行

此外，面對極端氣候與頻發天災，保障國民生命財產無疑是國土空間規劃的重中之重。因此，國科會計劃運用內政部各項國土空間規劃關鍵圖資，並透過示範地區的操作，構建災防科學應用於國土復育地區、功能分區劃設的具體架構與方法論，達成以「自然為本進行國土復育」和「提升強化社會韌性」的兩大目標。

城鄉發展、都市規劃、災害潛勢預測等面向，實際上並不足以完整描述國土空間永續規劃的樣貌。國科會未來也將持續深化整合土地利用資訊、都市微氣候變遷及海洋國土資源管理等 8 大領域調查研究，透過更加細緻的科學論述以建立國土功能分區劃設基準，滿足社會對於安全永續環境、產業發展等殷切需求。

資源與生態保育、國土空間規劃、前瞻治理工作並非單一部會即可完成的專屬任務，面對接踵而至的天災、人禍、甚至國際情勢等嚴峻挑戰與變局，本次的 MOU 簽署不啻為臺灣建立跨部會協力合作的絕佳典範。而有了「科技力」加持，相信臺灣在朝向具備韌性和永續發展的科技國家發展之路上，更能從容地大步前行。✎

# 2024 世界量子日

## 「量子・啟動」活動

2024.04.14



撰稿 | 科學推展中心物理組

4月14日為「世界量子日」，臺灣舉辦了一系列主題為「量子・啟動」的活動，由國科會自然處科學推展中心物理組、台灣物理學會、QuBear 量子熊以及臺中博館聯合主辦。這次活動旨在透過互動式和手動教學，讓與會的近百名高中師生從實踐中深入了解量子領域的研究。

活動開始時，自然處羅夢凡處長以貴賓身份發表開場致詞，強調量子科學的重要性以及此次活動對推廣量子科學的意義。他指出，這次活動凸顯了臺灣在量子科學領域的積極參與和貢獻，彰顯了量子領域的專業和熱情。

活動中一項引人注目的活動是由國科會推出的科普微電影遊戲，「遊戲開始 GAME ON」之物理篇《The Quantum Quiz》。影片以一名女高中生陷入量子電腦的時間迴圈為故事，引發了與會者對量子世界的深入思考。

其後，活動進入了一段生動的互動環節，由著名的量子熊瘋狂牡羊雙人組的林秀豪教授與高崇文教授主持。與會者與主持人就微電影中的量子物理知識及大腦認知行為展開了深入的討論，加深了對量子世界的理解並激發了對該領域的興趣。

另一個精彩的亮點是由楊仲準教授領導團隊進行的普朗克常數量測實驗，讓與會者親身體驗了量子物理實驗的挑戰和神秘。

這次「量子・啟動」活動的成功舉辦不僅展現了臺灣在量子科學領域的優勢和活力，也為更多人打開了探索量子世界之門。相信未來將有更多年輕人對量子科學產生興趣，並投身其中，為人類的科學進步貢獻力量。☞

◆ 專題企劃

# 國家新研究船船隊 以科學力守護臺灣



2024年4月3日花蓮外海發生強烈地震，國家新研究船船隊除第一時間即前往震央海域進行水下探勘工作，亦規劃海陸聯合探測技術與防災資料建置等中長期計畫；加上過往研究船隊曾參與多起空難、海上事故搜救工作，顛覆了研究船多從事偏靜態科學研究的刻板印象。

臺灣號稱「海洋國家」，除海洋防災事務外，更須學習「海洋管理」，而海洋管理必須建築在科學研究基礎上，方能因應海洋工程、生態保護乃至全球氣候變遷所帶來的諸多挑戰。因此，國家新研究船船隊不僅以科學力守護著臺灣，也是海洋國力的具體展現，更扮演著帶領臺灣航向世界的關鍵角色。

# 國家研究船隊

## 挺進災難最前線



新海研 3 號研究船跨領域科研團隊進行夜間電火花震源及訊號接收纜線布放。

(圖片：新海研 3 號第 205 航次科研團隊提供)

撰稿 | 朱富國 (科學推展中心編輯組主編)

2024 年 4 月 3 日臺灣花蓮外海發生規模 7.2 級大地震，全臺有感，近震央地區花蓮市內還有明顯的災害，國內地球科學相關系所紛紛對應規劃海域探測項目，前往花蓮外海勘查。首先是國立中山大學海洋科學系副教授林玉詩在校方全力支持下，於 4 月 8 日使用新海研 3 號研究船前往花蓮外海震央區域，進行為期 5 天的水下探勘工作，完成 322 公里地形與底質測線、184 公里震測測線及三站水文剖面，並探測多處因海底山崩造成的底質擾動，同時攜回巨厚霧濁層海水樣本進行後續分析。

而遠在帛琉進行首度國際遠航的新海研 1 號研究

船，在花蓮強烈地震發生後第二天也更改回程 (返臺) 的航線，機動規劃前往震央海域進行近 40 小時的高精度海域地形、海床底質以及海床重力測量，同時將震央區兩次採水的水樣提供給林玉詩教授一併分析。

「海水對地形的侵蝕作用比空氣有效率，根據科學文獻報導，海床的破裂構造在幾個月內就會模糊化或被消除 (掩埋)，所以要理解這次地震，震後立即進行探勘是很關鍵的。」參與新海研 1 號國際航次並主動提議調整航線的國立臺灣大學海洋研究所副教授張翠玉指出。

負責營運管理臺灣最大噸位海洋研究船——勵進研究船的國家實驗研究院臺灣海洋科技研究中心（以下簡稱海洋中心）主任孟培傑表示，0403地震後，海洋中心也正與國立東華大學、國立臺灣師範大學、臺大等海科、地質與地球科學相關學者聯繫，共同籌劃「臺灣東部斷層海陸聯合探測技術與防災資料之建置」計畫。

0403震災後，停泊於臺灣南北各地不同母港的國家研究船隊，所展現出之快速組織動員力，以及運用各自不同的專業與「科學力」，厚實未來防災工作基礎的企圖心，可謂顛覆了研究船多從事偏靜態學術調查的刻板印象。

### 船期吃緊，犧牲計畫顧全大局

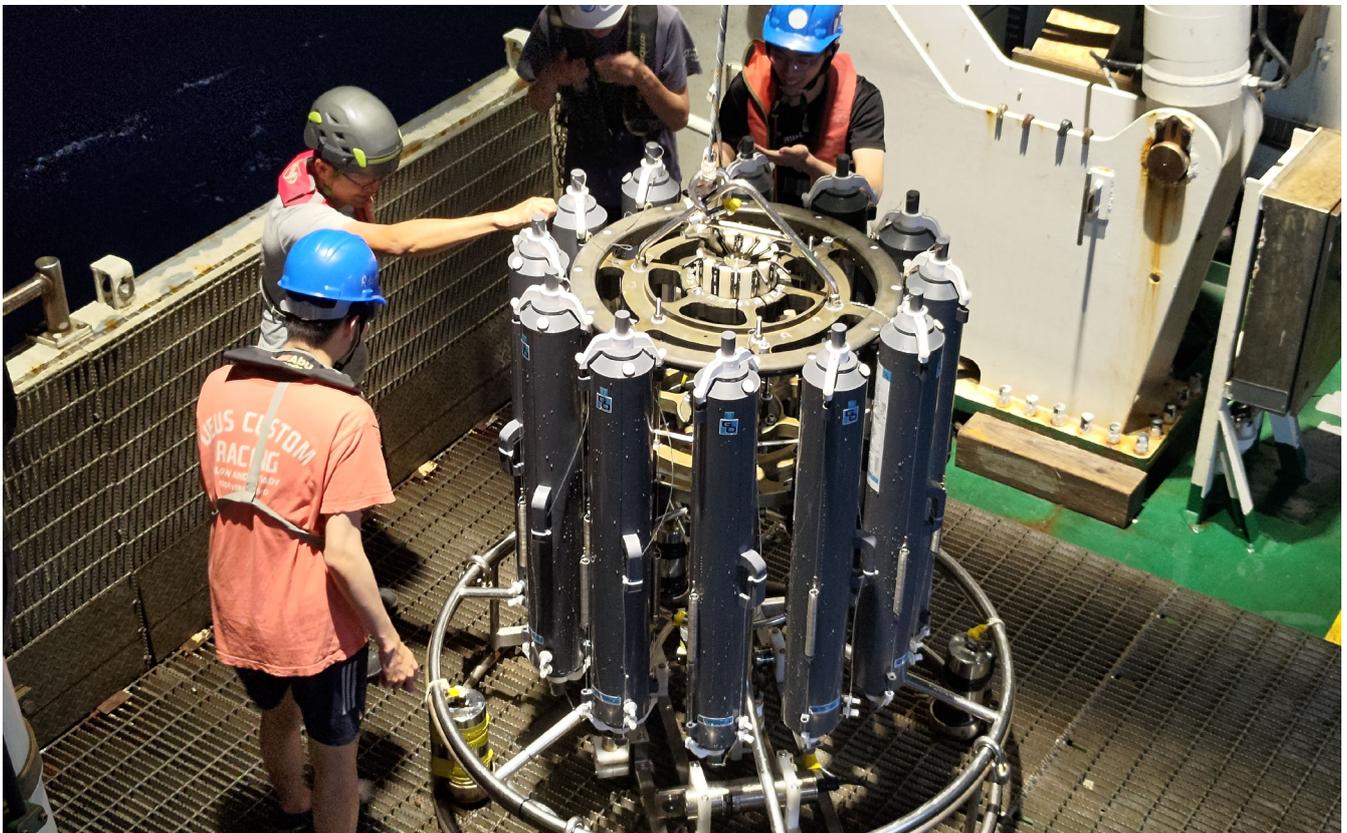
「這次研究工作最主要的意義並非是發現偉大的科學成果，而是代表科學家對社會的關心與責任。當發生重大地質災害時，除了救災人員與政府決策官員外，科學家也能從不同面向提供協助，更快地讓民眾能了解自然的變化與可能的原因，讓社會民眾能相信科學，提升科學素養，而不是盲目地接收未

經科學證實的傳聞，以致人心惶惶、社會不安。」新海研3號研究團隊林玉詩副教授與海科系張詠斌副教授表示。

儘管人類做了很多研究和努力，目前為止仍無法預測地震，但「就算沒有辦法做到災難預測，至少可以做到災難理解。」張翠玉認為透過測量研究地質架構，掌握更多斷層構造的發育系統，未來災難來臨時才能知道如何因應。「如果能確認海域斷層的位置，就不要在斷層附近設置重要的公共建設，或者天然氣管等設施。又假使我們可以更清楚地掌握整個斷層的尺度，就能預先評估可能造成的災害範圍和影響；換句話說，做任何規劃，愈多資訊愈好。」張翠玉說。

「不過我還是希望，國內研究船的管理調度，未來可以更靈活！」張翠玉舉例，日本的七艘研究船是由「國立海洋開發機構」（JAMSTEC）統一管理，緊急事件就可以靈活調派適合的船隻前往支援。

「臺灣研究船隊的船期排得太滿，幾乎完全卡死！這次是新海研1號兩位領隊——臺大海洋所楊穎堅



新海研1號研究船組裝採水瓶系統。

（圖片 / 詹森提供）

和詹森老師都很支持，甚至詹老師願意調整自己的實驗，我們才有機會變更實驗項目。特別是國內目前只有勵進號與新海研 1 號兩艘研究船可以進行深海高精度的地形探勘，這次新海研 1 號能夠在震後迅速抵達震央海域進行探測，對於研究海域大地震是非常幸運、有效率的作為，所得的測量資料有助於理解這次地震對應的構造變形機制。不過因為船期時間有限，我們必須根據對花東海域的構造背景來規劃最有效的地形測線，並如期回到高雄港，因為所有的船期都是上一季甚至上一年就已經排定了。」張翠玉補充。

「每年 4 月開始海象轉好，研究船期安排都比較緊湊。這次航次，是因為擔任新海研 3 號總幹事的林玉詩老師發現 4 月 8 到 12 日船剛好有空檔，因緣際會加上中山大學的全力支持下，才能在 2-3 天內克服諸多行政困難，完成複雜的出海申請作業而順利出航。我們也希望藉由這次的航次安排，可以形成一種新的模式，讓國內研究船可以彈性的機動支援重大地質或天氣災害調查研究工作，以便於在第一時間就可以組成研究團隊趕赴現場進行採樣工作。」張詠斌副教授以新海研 3 號的實際經歷，說明研究船期吃緊和出海行政作業等現實問題。

## 統一調度，適才適所臨危不亂

詹森表示：「國內研究船的船期，其實是需求大於供給。一艘研究船，以一年最多跑 220 天計算，要分配給各種研究計畫和政府部會使用，最後拿到的實際使用天數大概只有申請天數的三折。」

孟培傑也觀察到類似的問題：「以勵進研究船來講，這兩年每年都跑超過兩百天，這樣對研究船不太好，應該要有一些喘息空間，讓研究船做保養、維修和人員訓練，從長期營運和安全的角度來看，是不夠健康的。」孟培傑和詹森都認為，未來國家研究船隊應該朝向持續擴充增加更多更大噸位、配備重型機具設備（如深海淺鑽機）和適合遠洋航行的研究船等方向努力，方能滿足學術研究與災防工作等多面向需求。

孟培傑另外提及，雖然 0403 花蓮地震發生後第一時間，新海研 3 號和 1 號都主動前往震區研究，甚

至有些老師還是搭著漁船去調查，但這些都是屬於相對「臨時性」的作為，事前沒有辦法充分準備和進行完整調查。國立臺灣海洋大學蔣國平教授也指出，幾艘研究船主動調查 0403 地震雖然讓人很感動，但是零散、沒有完整組織甚至沒有經費的自主性研究，距離真正的「災防」還有很長一段路。

「2001 年阿瑪斯號貨輪在墾丁海域擱淺並造成漏油汙染事件後，國內就形成了一套針對油汙的緊急應變計畫，其實在海洋災防事務方面，也可以仿照這個做法，在緊急事件或重大意外事件時，由中央統一發布行政命令，才能夠做到研究船隊即時調度，調派適合的船隻到現場進行資料蒐集或其他支援工作」孟培傑強調。

而勵進研究船、新海研 1 號、新海研 2 號、新海研 3 號雖然以「國家研究船隊」的概念運作，但仍強調各自的發展特色，因此孟培傑認為依照任務和研究船特色、設備進行協調分工，同時輔以經費、人員管理補助的配套措施，才能發揮最大效益。

與尚且無法做出即時性預警的地震相較，研究船在颱風、海流或是汙染流向的預報工作上，則展現出相對強大的應用潛力。詹森以颱風預報作業為例進行說明：中央氣象署須要整合衛星觀測與其他各種數值，才能獲得最後的颱風強度、風速或路徑等預報資料；而在颱風來臨前運用研究船所施放的觀測浮標，或 Seaglider（水下滑翔機）等其他主動觀測儀器所蒐集回傳的海洋觀測參數，則有助於颱風預報結果的校驗和修正，大幅減少預報偏差與提升災防預警應變效率。

## 救難尖兵，水下探測屢建奇功

而研究船對於洋流的長期研究觀測以及特殊設備，尚可應用於船隻漏油汙與核廢水排放汙染監測，甚至於船難、空難搜救工作。例如 2002 年 5 月澎湖外海的華航空難，詹森就印象相當深刻。

「當時黑盒子和飛機殘骸散布在海底，研究船因為配備測深儀、磁力儀、側掃聲納這些儀器，才能夠輔助搜救單位標示散布在海底的黑盒子和飛機殘骸位置。我也用海軍提供的漂流物打撈資料去跑數據

模式，回推飛機落海的位置，或者幫忙預報臺灣海峽潮汐變化，提供給海軍作為下水搜救時間參考。」詹森回憶。

孟培傑也表示，勵進研究船具備優異的水下定位效能，亦曾運用水下遙控無人載具（ROV）等機密儀器，於 2019 年支援國防部成功尋獲墜海兩年的幻象戰機黑盒子，其後也協助 2019 年長榮海運 13 只落海貨櫃，以及 2023 年高雄港天使輪掉落貨櫃的搜尋打撈任務。由此可見，研究船配備的各種高科技配備與蒐集的各項海洋參數並不僅限於學術研究之用，更可說是災難事故現場搜救工作人員所倚重和不可或缺的「救生索」。

## 長期觀測，厚植海洋立國根基

若將時間與空間尺度放大，研究船在全球氣候變遷的觀察和氣候異常災防預測中，則扮演另一個更重要的、建立「標準」的角色。「在理念上，研究船應該要針對海洋不同區域進行長期觀察紀錄，建立海洋中各種參數的基準，這樣例如我們如果想知道 50 年海水溫度的變化，才有一個比較的基礎，才知道甚麼是『異常』。」詹森表示。

誠如林玉詩和張詠斌兩位副教授所言，新海研 3 號的地震調查是為了「讓社會民眾能相信科學，提升科學素養，而不是盲目地接收未經科學證實的傳聞，以致人心惶惶、社會不安。」透過研究船進行長期、連續性的海洋觀測數據，同樣有助於了解氣候變遷對於生態的影響，甚至減少環保抗爭數量。

孟培傑舉 1988 年墾丁南灣發生的大規模死魚事件為例，當時「有人下毒」或核電廠排放廢水等謠言甚囂塵上，他就以長期觀測的水溫資料作為科學證據，消弭了各種流言和民眾抗議聲浪，也更揭示了海洋長期觀測網路的重要性。

而以海洋科學為基礎的長期連續觀測參數，對於海洋工程和海洋管理推展非常重要。蔣國平教授表示，臺灣大概是從海洋風電開始之後，才開始具有深海工程作業能力，但是如果沒有深海探測能力和科學數據為基礎的海洋管理，要進行海上浮式風機或開採深海資源等海洋工程就是「非常危險，而且

沒有效率的事情」，當發生災難時要如何進行深海救難，是海洋工程團隊必須正視的問題。

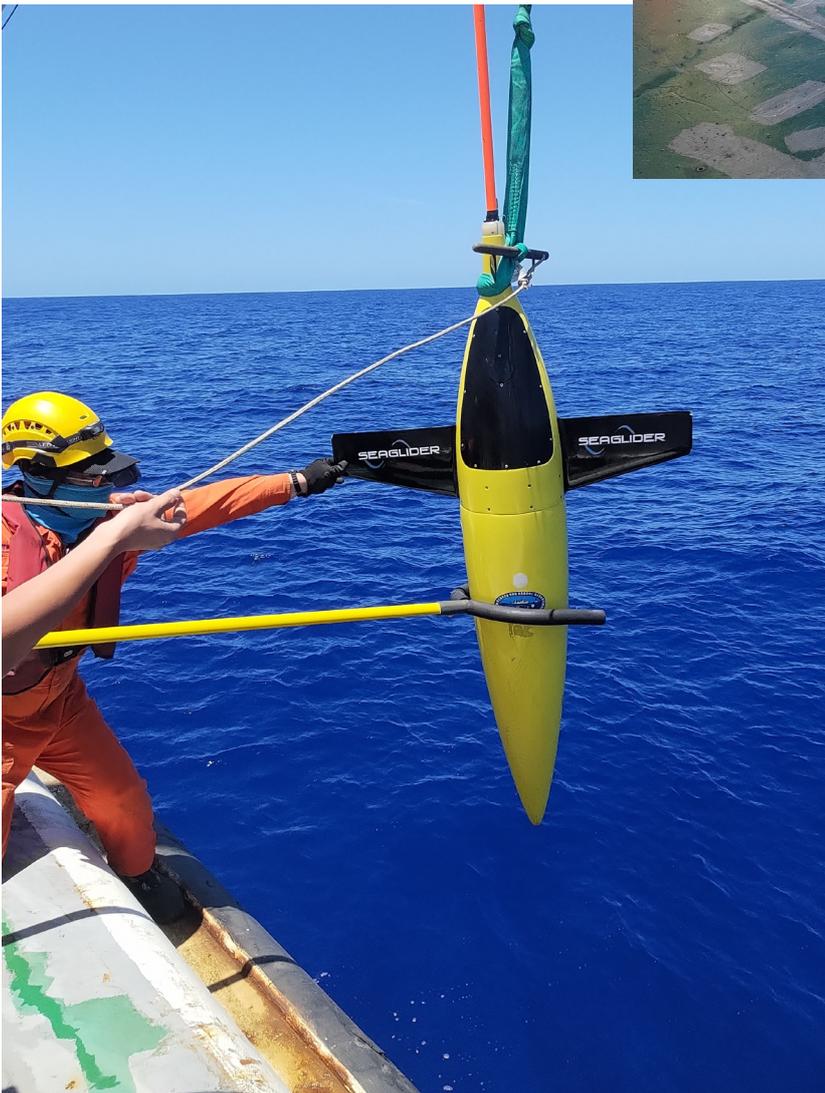
張詠斌則從 0403 地震，呼應海洋研究對於海洋工程的重要性：「以臺灣這種島嶼國家來說，對外的聯繫與通道其實就是依賴光纖網路，而所有的光纖網路都是經由海底連往世界，海底地質災害的發生恰好是海底光纖電纜的最大威脅。經由這些觀察，可以進一步提升未來海底電纜布設的安全考量。」

最後，蔣國平語重心長地總結：「這次花蓮外海地震給了我們一個啟示，就是災防和科研必須要結合在一起，更何況臺灣號稱是一個海洋國家，除了海洋災防之外更應該學習『管理海洋』，如果沒有深海作業能力、深海探測能力和全球調查能力，就沒有資格說自己是海洋國家。所謂的海洋管理，必須建築在科學的基礎上。比方要知道全球性的趨勢變化如全球暖化，研究船應該要走向世界，要到沒有受到人為干擾、汙染和沿岸環境影響的遠洋進行研究，另外更重要的是跨領域合作，把大氣、地質等學門帶到海洋去。」

## 結語

2024 年 5 月 2 日，國科會林敏聰副主委召集國內多位氣象、災防、海洋、地質、地震、地球科學等學研機構專家，舉辦了一場海洋 / 地震科學諮詢會議，交流討論 0403 花蓮地震後，國內應如何建立未來面對類似天災的災防與救災應變 SOP 機制。

孟培傑於會後表示，單一的單位其實無法處理如此大規模的天災，確實需要國內專家聯合作業，整合設備等研究資源，甚至海洋、陸地領域同步進行研究。同樣受邀與會的詹森、蔣國平則認為若由中央或國科會統一發布緊急行政命令調度資源，經費補貼或人員管理等配套措施仍有待建立。然而各界最大的共識之一，就是未來海洋災防應與科研更加緊密結合，顯見未來研究船將不再只是各種探測儀器的載台，而是乘載著人們想要更加深入了解與擴充對於廣袤大海與自然界知識的盼望。☞

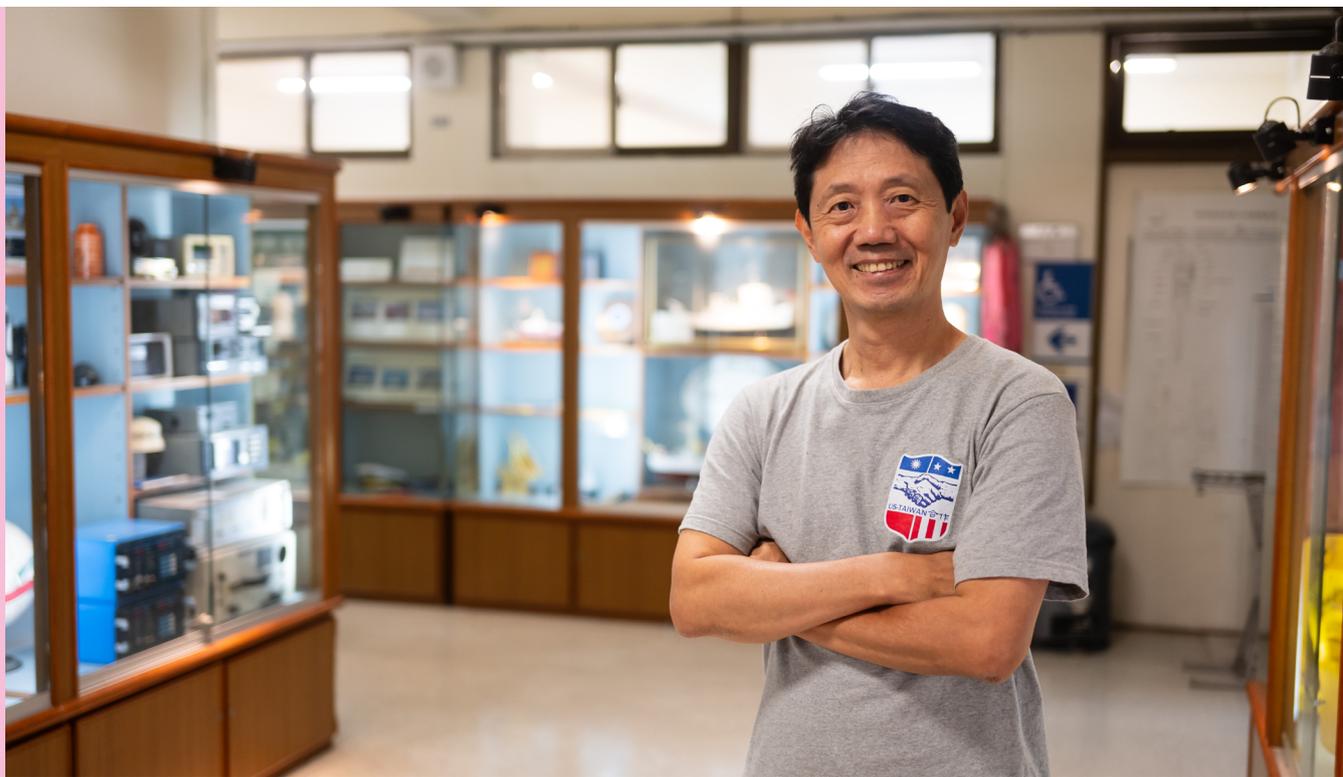


研究船施放探空氣球（上圖）與水下滑翔機（下圖）。

（圖片 / 詹森提供）

# 航行愈遠 與世界愈近

專訪國家新研究船船隊計畫總主持人詹森教授



撰稿 | 何郁庭 (科學推展中心特約編輯)

攝影 | 李嘉偉 (科學推展中心多媒體企劃經理)

臺灣四面環海，擁有豐富海洋資源，上世紀起臺灣即有多艘海洋研究船持續蒐集海面上、下的各類資料，這些包括氣象觀測、水文、洋流、海底地形等面向的龐大資訊雖不一定廣為人知，卻默默地影響著你我生活各個層面。

2021年起，國家科學委員會(下稱國科會)啟動「國家新研究船船隊貴重儀器及資料庫使用中心」計畫，協調統籌運用大學營運管理的海洋研究船，並協助海洋研究船的儀器調度與探測工作。

本次，科學推展中心邀請計畫的主持人詹森教授，細說此計畫的源起和脈絡，並分享國內海洋研究船的發展和豐富的出航經驗。

## 海洋調查，國力與主權的展現

世界上的第一艘海洋研究船，可以追溯到 1872 年大英帝國的軍艦挑戰者號 (HMS Challenger)，距今 150 年前由軍艦改造的這艘科學調查船，開啟了全球的海洋科學工作。詹森說明，海洋科學調查牽涉到國力、主權與科學發展，因此是許多世界強權致力發展的領域。以日本為例，海洋調查船由國立行政法人海洋研究開發機構 (JAMSTEC) 統一管理和使用，船隊大約由七至八艘船組成，而大學內則擁有具調查船實務能力的訓練船，整體系統架構相當健全。

而美國則有數個不同系統，其中「大學 - 國家海洋

學實驗室系統」(UNOLS)和臺灣的管理方式較為接近，由聯盟委員會協調研究船的使用，以及统一安排船隊內各船隻船期，但並不實質管理各船船務。除了UNOLS之外，美國國家海洋暨大氣總署、海軍等，各自有自己的系統與管理的船隻。

維持研究船運行所費不貲，船隻建造完成後，每年維修、保養、油料費和其他開銷相當可觀，因此臺灣的海洋研究船幾乎全數仰賴大型或複數研究計畫支持。詹森以2020年啟用的新海研1號為例，一年出航天數約200天至220天計算，運作經費就高達1.3-1.5億新臺幣。為了長期執行具有公共性質的海洋科學研究，新研究船隊的計畫應運而生。

臺灣最早執行海洋探索與研究任務的船艦，可追溯至除役海軍船艦改裝的「陽明艦」和「九連研究船」，其中九連研究船是1969年由美國移撥給我國海軍，除役後加裝許多先進調查儀器、設備，並改為白色塗裝，移撥國立臺灣大學海洋研究所管理，搖身一變成為臺灣最早的專屬海洋研究船。

九連研究船服役約十年後，由挪威建造的海研1號於1985年加入國內的海洋調查陣容；時間再往後推，海研2號、海研3號在1993年先後建造完成，讓臺灣的海洋研究實力更為堅強。直到2016年，國科會開始啟動海洋研究船汰舊換新計畫，陸續打造新海研1號、新海研2號、新海研3號，加上2018年啟用接替海研五號的勵進研究船，為臺灣執行更多海洋研究調查任務。

## 衝突事故，促成安全規範升級

詹森表示，國家研究船隊計畫概念上是國科會的服務型計畫，如同一個虛擬的船隊架構，協助國科會自然科學及永續研究發展處海洋學門調度和整合各研究船船期資源與出航前所需填寫的各種資料電子表單，定期舉辦輪機人員操作講習、探測人員經驗交流；各艘船的管理單位則負責實際管理，各自掌理研究船的船務與船員，執行國科會與政府部會計畫航次任務。

因著計畫的成立，研究船的各類申請表單和文件得到統一，船隻在航次申請與船期分配也更加制度化

與流暢，各船人員的操船、輪機管控、探測技術與資訊交流更是比過往頻繁。

目前臺灣海洋研究船的用途包含兩大類，其一為各大學與研究單位所提出「由下而上」科學導向的各類海洋科學自由研究與探測計畫，每年約使用各艘研究船120天的船期；其二則是政府部會主導「由上而下」任務導向的國土調查、防災預警調查，以及其他被指派的各類現場探測任務，每年使用各研究船船期約60-80天，此外各船還有學生教育訓練實習航次，每年大約20天。各式調查後的資料，由總計畫下的海洋學門資料庫妥善建檔、儲存，經品管和資料加值分析後，即可將資料視覺化，繪製為各式2D、3D的圖像，四十年累積下來的成果可供學術、政策，甚至是普及知識廣泛應用。

## 干擾事故，促成安全規範升級

在海上調查並蒐集資料十分辛苦，地緣政治和國家間海權與經濟海域劃界的衝突，更大幅增加了海洋研究的難度與複雜度。詹森多年出海執行調查的經驗中，就親身目睹了許多的干擾事件。

黑潮是臺灣東邊由南向北流的溫暖海流，也是詹森團隊自2012年開始進行一系列長期海洋調查的重點；黑潮雖不屬於任何國家，但它流經中華民國和日本的敏感爭議海域，故調查時也經歷各種波瀾起伏。詹森回憶他在研究航程中，就時常遭遇日本巡防艇艦的「關切」，對方不僅用無線電、廣播、跑馬燈等方式宣告該海域為日本的經濟海域，甚至繞駛於海洋研究船的周圍，並出動定翼機拍照蒐證。

遭遇的第一線，秉持我國對海權的主張，研究船仍須恪守本分繼續調查，甚至我國海巡艦艇也會出動戒護研究船隻，只是外交部仍然難免因此收到日方抗議，所幸最後皆平和收場。這些大小事件隨時局變遷加上多方斡旋，進而促使跨部會審查的標準作業流程誕生，從制度上提供海上研究人員更多安全保障。

而說到海上的風險與教訓，詹森則提起一件令人惋惜的研究船意外——海研五號船難事件。海研五號於2014年行經澎湖縣湖西鄉時，因船體觸礁破洞

與氣候不佳導致船隻沉沒，並折損了兩位研究人員。長遠而言，海研五號事件促成國內海洋研究船管理循國際安全管理章程的制定和更嚴格的安全管理規範，也讓船隻管理的問題被更多人重視。

研究船和新海研 1 號已陸續開啟國際研究航程，預計未來也將會有更多、更先進也更安全的研究船加入國家研究船隊。期待在不遠的未來，全球各地的大洋潮浪中，都能看見臺灣國家研究船隊的旗幟與身影。

## 研究海洋，為臺灣找尋新定位

海洋研究與其他工作相比，常被認為是較危險的職業，但近年來隨政府資源挹注、管理面的革新、科技持續的進展，為對海洋研究抱有熱情的研究後進們，提供更多後援和保障。臺灣是一個海洋國家，詹森希望透過海洋知識的推廣與擴散，讓海的文化與科學深植人們的心中。

在國內海洋研究持續壯大推展的趨勢下，目前勵進

### 國家新研究船隊簡介

	新海研1號 (NOR1)	新海研2號 (NOR2)	新海研3號 (NOR3)	勵進研究船 (LGD)
管理單位	國立臺灣大學海洋研究所	國立臺灣海洋大學研究船船務中心	國立中山大學	國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心
啟用時間	2020年7月	2019年11月	2019年11月	2018年5月
總噸位	2,155噸	811噸	811噸	2,629噸
乘員數量	船員19人，研究人員28人	船員13人，研究人員12人	船員13人，研究人員12人	船員19人，研究人員24人
配備儀器	溫鹽深儀 船載75與150 kHz都卜勒流剖儀 單音束科學漁探測深儀 單音束深海測深儀 淺海多音束測深儀 深海多音束測深儀 底質剖面儀 聲納運作同步器 科學用船體運動感測器 超短基線水下定位系統 船首氣象塔 船舶位置動態固定系統	溫鹽深儀 船載75 kHz都卜勒流剖儀 超短基線水下定位系統 多音束測深儀 單音束深海測深儀 底質剖面儀 聲納運作同步器 科學用船體運動感測器 船舶位置動態固定系統	溫鹽深儀 船載75 kHz都卜勒流剖儀 超短基線水下定位系統 多音束測深儀 單音束深海測深儀 底質剖面儀 聲納運作同步器 科學用船體運動感測器 船舶位置動態固定系統	半自動化船載岩心取樣系統 溫鹽深儀 船載38與150 kHz都卜勒流剖儀 深海多音束測深儀 淺海多音束測深儀 單音束聲納測深儀 底質剖面儀 超短基線水下定位系統 全球衛星定位與船舶運動姿態系統
特色	大氣海洋聯合觀測	海洋生地化水樣精密分析	海洋垂直通量探測	地球物理與地質探測

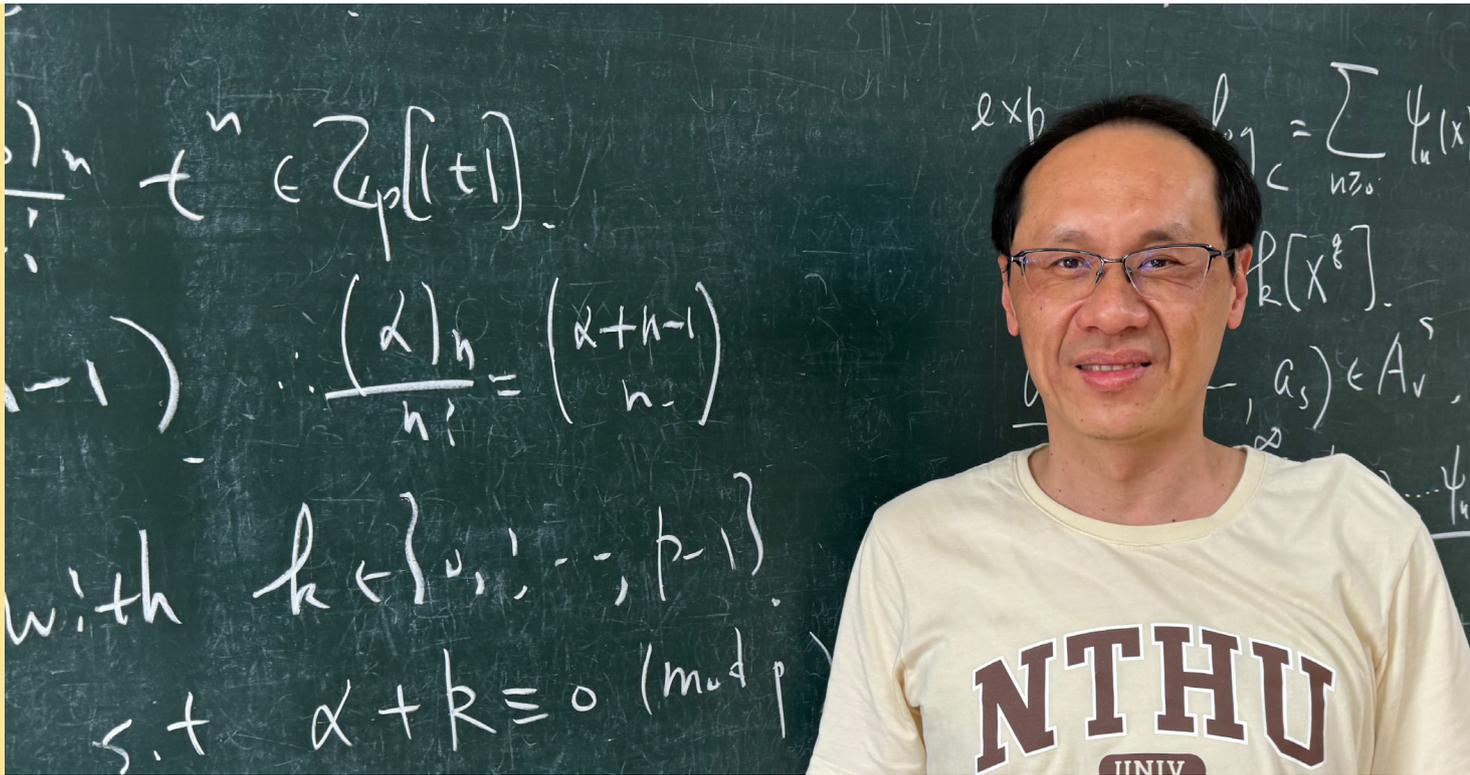
製表 / 何郁庭



# 「培養品味、築夢踏實」

## 為自己投出精彩好球

專訪第67屆教育部學術獎得主張介玉教授



撰稿 | Ketty Hsu (科學推展中心特約編輯)

攝影 | 朱富國 (科學推展中心主編)

「鏘！」的一聲，國立清華大學數學系張介玉教授在 1999 年的梅竹棒球賽中，被強打李兆平揮出一支再見全壘打。

這場清大與交大的世紀交戰，讓交大奪得 10 年來首次梅竹總錦標，張介玉回憶道，「當時腦中一片空白，接下來一個禮拜都像失了魂。」但也是這場球賽，讓他未來人生，在關鍵時刻更懂得放手一搏。

他笑稱：「畢竟再怎麼糟，都沒那場比賽難堪。」這段刻骨銘心的失敗經驗卻成為他心靈成長的重要

養分，讓他在學術道路上禁得起挫折。

### 熱血棒球夢，最難忘卻啟蒙恩師

張介玉回憶，在國小一、二年級時，中華成棒隊在國際上大放異彩，每個年輕人心裡，都有所謂的「棒球夢」。談起當時兄弟三人在放學後，總是將舊報紙摺成手套，互相擲球玩耍，母親則在客廳踩著縫紉機，那「咔嗒、咔嗒」的車線聲，是撫育他們成長，迴盪在童年最難忘的聲響。

國中時期，張介玉在補習班遇到求學路上的第一位啟蒙恩師—黃耀林老師。由於黃老師在棒球聞名的美和中學擔任數學教師，上課偶爾會分享美和棒球隊的精彩故事，甚至黃老師週末還會抽出時間到操場指導學生們打球，在資訊科技相對匱乏的年代，這已經讓張介玉感到十分滿足和惜福，數學和棒球也因此成為他專注學習的重點，那段時光是他中學時期最美好的回憶。

遺憾的是，張介玉升高三時黃老師因肺癌離世，這讓他失去一位良師益友。時至今日，張介玉過年總記得拜訪師母，感念恩師當年的照顧。

## 「禍福相依、命運沒有絕對」

高三時，張介玉翻閱厚重的大學介紹手冊，笑稱注意到清華大學有「紅土棒球場」，因此毫不猶豫選擇清大數學系作為第一志願，當時他想著畢業後可以擔任中學教師，甚至在大三大四修習教育學程。

張介玉在清華大學就讀期間，9度參加大專乙組棒球聯賽，幫助清華贏得5次冠軍、3次亞軍。他曾6次主投冠軍賽，4次拿下勝投；回憶起1999年被轟再見全壘打的慘痛經歷，對他的心理和抗壓能力有極大磨練，學會哪裡跌倒就哪裡爬起。他在球隊裡學到團隊合作精神，從彭文敏總教練身上他學到帶兵的格局大觀，更對日後的學術生涯產生深遠的影響。

經歷過棒球場上的洗禮，張介玉體會到「禍福相依，命運沒有絕對」，他笑著說：「或許因為經歷過再見全壘打的震撼，清華才能在1999-2001年間創造大專乙組棒球三連霸的紀錄」；在生活哲學上，他自我警惕順境時要有憂患意識、遇到挫折要懂得調整心態，轉成正能量並等待時機。

## 指導教授引領，學習品味數學

一路從大學念到博士，張介玉在棒球上多有成就，

但對未來是否要進行數學研究有所遲疑。碩士班指導老師林哲雄教授以及賴恆隆教授，建議他師從于靖教授學習數論，這對他而言是全新的領域，加上于教授治學嚴謹，張介玉在博士班期間，完全投入學習，逐漸將過去在球場上的熱血轉化為研究數學的熱情熱忱。

博士班期間，于教授的引領讓張介玉體會到數學的魅力，他總是可以生動地講授數學的歷史脈絡，讓學生如同聽故事般沈浸其中，深入淺出的教學方式培養出創造力和批判性思維，並理解數學發展背後的深遠意義。

此外，于教授常在國際學者演講結束後，召集學生們討論演講內容，引導他們了解演講的精髓。這樣長期的訓練讓張介玉學會了以欣賞藝術的眼光來品味數學定理，培養出自己的風格。

## 千里馬計畫開拓人生視野

博士班四年級時，張介玉申請國科會的千里馬計畫，於2006年到德州農工大學訪問10個月。于教授是研究函數體超越數論領域的權威，而農工大學的帕帕尼可拉斯（Papanikolas）教授也是同領域專家，于教授便建議張介玉先熟讀相關論文，並鼓勵他與帕帕尼可拉斯學習。

在德州訪問期間，帕帕尼可拉斯不僅不吝傾囊相授，更邀請他一起研究Higher-Rank Drinfeld module上的Gelfond猜想，師生關係如同朋友一般，尤其帕帕尼可拉斯知道他喜歡棒球，還帶他去休士頓巨蛋球場看大聯盟比賽；每當張介玉回憶起前洋基名投Andy Pettitte在他眼前練投的場景，那種心情的悸動依然歷歷在目。

張介玉笑著說：「2006年在德州訪問，不僅跟帕帕尼可拉斯教授學到很多數學，還實現了看大聯盟的心願，真是雙重收穫。」

2006年夏天，張介玉參加在溫哥華舉辦的CNTA，

首次隻身在國外用英文演講，這次經驗讓他勇敢跨出第一步。隨後前往法國諾曼第參加函數體會議，並認識相關領域重要學者，透過演講和私下討論，了解到函數體領域的最新發展和研究方向，逐漸補足國內所欠缺的經驗。

博士畢業後，張介玉選擇服國防役，在國立中央大學及國家理論科學研究中心擔任博士後研究員，並藉由出國訪問和參加研討會的機會，加強研究深度。他感謝于教授在清華任教期間對他的嚴格訓練，為與國際接軌打下最堅實的基礎。

## 保持熱情，做出有意義的研究課題

現在身為教授，指導學生過程中張介玉常鼓勵學生要勇於嘗試、挑戰自我，追求自己的夢想。

他說：「做數學研究很常碰到困難和挫折，但當你悟出道理想解決方法，做出的研究成果和猜測的一樣，那種成就是無可比擬的。」他還提醒特別要注意兩點，一是要有好的視野與格局，才能擬定主題展望未來發展，尤其要花心思，做出有意義的研究；另一點就是腳踏實地學習，打好數學基礎。

張介玉強調，相比國外一流大學，臺灣的學術環境有其獨特優勢，像師生互動密切，學生能和指導教授有更多學習機會；但因地理位置和資源有限，在學術交流上不如西方國家便利，所以要清楚自身優缺點，加強不足之處再出國交流，才能達到應有的國際競爭力。

他也鼓勵後進，應多與他人討論，尤其要保持對數學的熱情和堅持。他表示，教學、閱讀與交流，是三個最重要的環節。要讓學生感受熱忱，教師必須先對數學保有熱情；透過閱讀，可以持續增加自己的識能與沈澱心靈；經常參與演講、研討會等學術交流，則可以維持研究的熱情以及學習他人的優點，這些都是他常勉勵自己的原則。

張介玉強調，從事研究工作應致力於研究領域做出

貢獻，並在國際舞台上獲得認可。要發掘可做的好題材，需培養眼光與品味，懂得欣賞數學之美與掌握重要性。而要在研究上取得突破，則需要下苦功與堅持。他比喻，如同運動選手想要在比賽中脫穎而出，扎實練習基本動作絕對必要。

談到研究與運動的理念連結，都讓人看見這位前棒球員那份真摯的「初心」。而無論是扎實的基礎訓練還是格局的提升，對任何事物的成功都至關重要，這樣的觀念不僅適用於體育競技，也同樣適用於學術研究。唯有眼光放遠，一步一腳印，才有機會走出屬於自己的路。✎



# 超快激發探測光譜學

## 揭開 ALQ3 分子與矽之間的能量轉移動力學

撰稿 | 張鳳吟 (科學推展中心特約編輯)

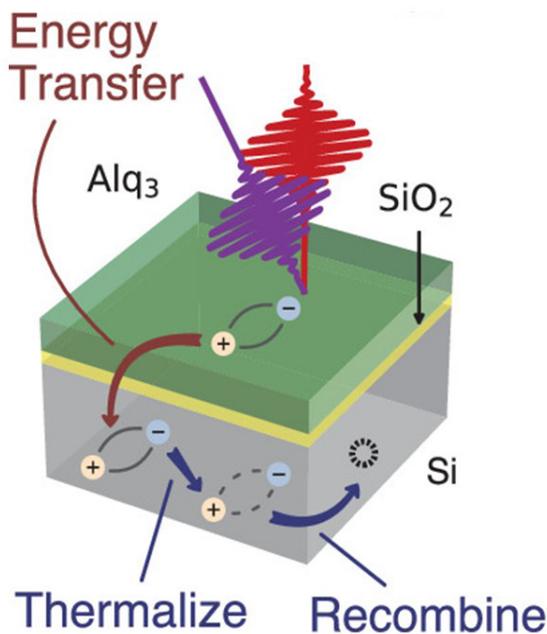


圖1 | Alq<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si 層狀結構的示意圖。

能量轉移 (energy transfer, ET) 在有機分子 / 無機半導體組成的光電元件中是提升元件效能的關鍵機制，2016 年日本理化學研究所 (RIKEN) 成功以低溫掃描穿隧顯微術探測異質分子間的能量轉移，國立陽明交通大學電子物理系林俊良副教授，及該系羅志偉教授及鄭舜仁所組成的研究團隊，在當時沒有相關設備的條件下，以超快光激發 - 探測光譜學 (optical pump-probe spectroscopy, OPPTS) 研究有機分子 Alq<sub>3</sub> 與矽 (Si) 組成之異質結構的能量轉移動力學，觀測到 Alq<sub>3</sub> 分子與矽之間能量轉移的現象，其行為與長程偶極 - 偶極交互作用 (long-range dipole-dipole interaction) 理論模型的計算吻合，此項成果發表於《奈米快報》(Nano Letters)[1]。

矽是現今半導體產業最重要的原料，相關製程技術都非常成熟，然而，矽是非直接能隙半導體，吸收和發射光的效率很差，不利開發作為光電材料。近期，雖然量子點與矽耦合的系統產生光致發光淬滅 (photoluminescence(PL) quenching)，已經顯示有能量轉移，不過量子點的發光與尺寸有關。林俊良副教授團隊研究有機分子與矽組成的混合式元件，策略性選擇有機發光二極體材料 Alq<sub>3</sub> 作為施體 (donor)，矽基板作為受體 (acceptor)，中間嵌入奈米尺度不同厚度的二氧化矽層以防止電荷轉移，如圖 1 所示。Alq<sub>3</sub> 具有高光吸收率與精確的已知結構，照光後，激子 (exciton，電子從價帶受激發到導帶，與價帶留下來的電洞形成受束縛的電子電洞對) 擴散並能量轉移通過界面與矽耦合，在矽中產生激子。Alq<sub>3</sub> 具有波長不變的 PL 光譜，始觀測實驗結果不受施體 PL 的不穩定性影響。

一般研究激子動力學的三種光學方法為 OPPTS、時間解析光致發光 (time-resolved photoluminescence, TRPL)、時間解析吸收光譜 (time-resolved absorption spectroscopy, TRAS)。OPPTS 利用分成兩道的雷射脈衝：較強的激發 (pump) 脈衝激發樣品；與較弱的探測 (probe) 脈衝監控上一道脈衝所引發樣品的光學常數 (如折射率) 變化，從測量光學常數與兩脈衝間時間延遲之關係可獲得樣品電子態鬆弛 (relaxation) 的資訊，是研究超快電子動力學最簡單的實驗技術。團隊利用中心波長 800 nm 的飛秒雷射作為探測脈衝，其二次諧波 (中心波長 400nm) 作為激發脈衝，從改變激發脈衝的光程差來控制時間延遲。圖 2 為脈衝打入 Alq<sub>3</sub>/5.7 nm SiO<sub>2</sub>/Si 的樣品後，暫態反射率

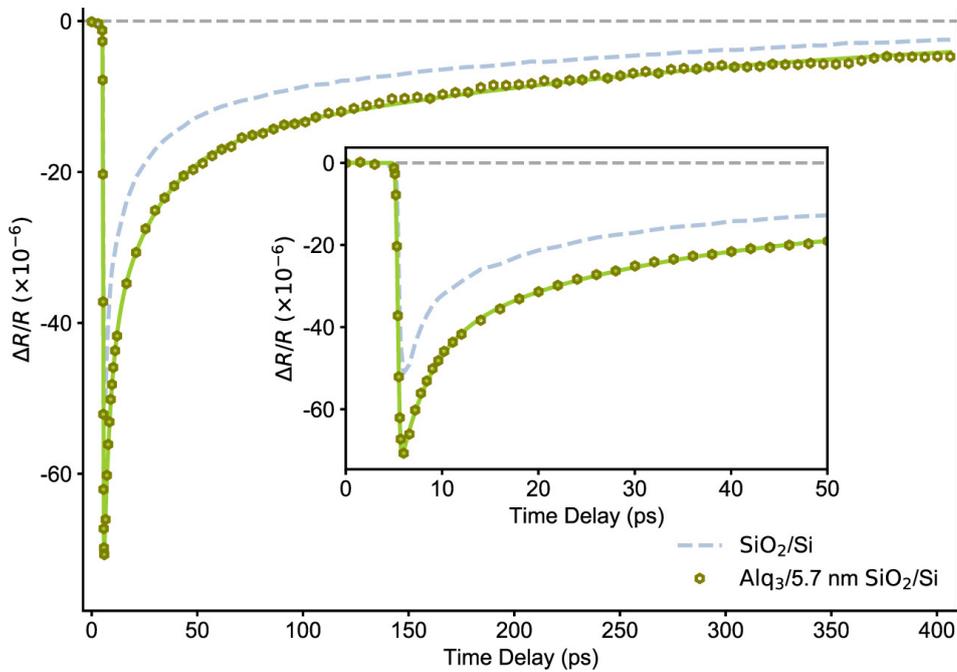


圖 2 | Alq<sub>3</sub>/5.7 nm SiO<sub>2</sub>/Si 樣品的暫態反射率變化 ( $\Delta R/R$ ) 光譜，綠色數據點代表實驗值，綠色實線代表擬合的結果，藍色虛線代表 SiO<sub>2</sub>/Si 樣品的 ( $\Delta R/R$ ) 光譜，做為參考值。

變化 ( $\Delta R/R$ ) 隨兩脈衝間時間延遲的關係，其中綠色數據點為實驗值，綠色實線為擬和結果，藍色虛線為無 Alq<sub>3</sub> 的 SiO<sub>2</sub>/Si 樣品做為參考值。

團隊以三段不同時間尺度的動力學詮釋實驗結果 (fastest、medium、slowest)，並發現 slowest 的過程 ( $\Delta R/R$  緩慢回復)，鬆弛時間與中間 SiO<sub>2</sub> 層的厚度成函數關係，如圖 3 所示。

團隊認為除矽基板中激子的 Shockley-Reed-Hall(SRH) 重合機制，激發的 Alq<sub>3</sub> 分子亦對 ( $\Delta R/R$ ) 有貢獻。Alq<sub>3</sub> 被脈衝激發後形成偶極 (dipole)，發射的 PL 光譜峰值為 2.36 eV，因此激發分子偶極能

量應足以讓矽基板電子越過 1.12 eV 能隙再度激發激子。團隊提出 Alq<sub>3</sub> 偶極可透過近場庫倫作用力 (長程偶極 - 偶極交互作用) 將能量傳遞到矽，在矽產生激子。團隊依據長程偶極 - 偶極交互作用的模型計算此能量傳遞的效率，結果如圖 3，其中灰色虛線代表沒有 Alq<sub>3</sub> 存在的結果。這項發現表明，激發 Alq<sub>3</sub> 分子除了發射 PL 也會經由 ET 來鬆弛。

林俊良副教授表示，此項研究工作在博士班學生戴毓展的努力下，一步一步完成，戴毓展目前正於日本物質材料機構 (NIMS) 從事為期一年的移地研究，增進自我實力，本項研究除科學突破外，對培育國內次世代研究人才亦具有實質貢獻。

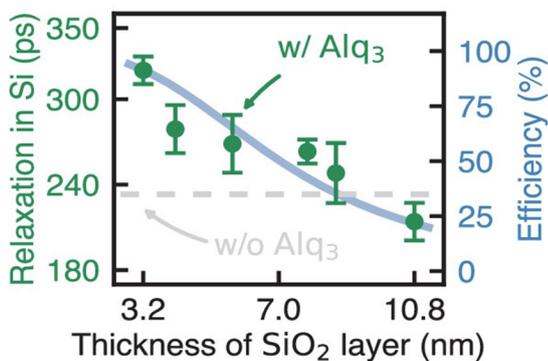


圖 3 | 矽的鬆弛時間與 SiO<sub>2</sub> 層厚度的關係，虛線顯示單獨矽基板的鬆弛時間，綠色實線代表能量轉移效率的計算結果。

參考文獻

[1] Yu-Chan Tai et al., 'Directly Unveiling the Energy Transfer Dynamics between Alq<sub>3</sub> Molecules and Si by Ultrafast Optical Pump-Probe Spectroscopy', Nano Letters 2023 23 (22), 10490-10497

# 永續減碳的突破

## 電催化二氧化碳還原機制新發現

撰稿 | 朱舳樺 (科學推展中心特約編輯)

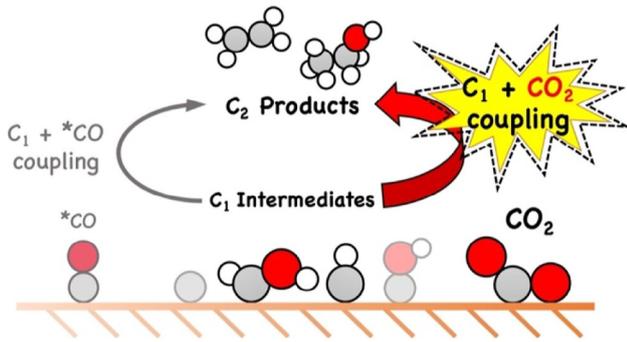


圖 1 | 二氧化碳還原反應機制示意圖

在全球暖化危機下，如何運用碳中和以達成二氧化碳減量，是一個重要的目標。而電催化二氧化碳還原對於實現碳中和有極大潛力。藉由催化劑的幫助，二氧化碳能夠還原成具工業價值的多碳化合物。國立成功大學化學系鄭沐政教授所帶領的研究團隊，以量子化學計算搭配定電極電位模型，發現銅催化之二氧化碳在鹼性環境下可作為極佳的碳-碳鍵形成試劑，此研究於 2023 年 8 月發表於國際期刊 ACS Catalysis。

在電催化二氧化碳還原反應領域中，過往探討碳-碳鍵的生成的研究，均著重在兩個吸附在表面的一氧化碳 (\*CO, \* 表示吸附在表面上) 進行二聚化，或是 \*CO 與其他 \*C1 中間體耦合 (如圖 1 灰色箭頭路徑)。但研究團隊提出了一個迄今尚未在實驗或理論上探討的假設：既然二氧化碳是此還原反應的反應物且濃度遠高於其他 \*C1 中間體，那有沒有可能碳-碳鍵的生成是來自 \*C1 中間體與二氧化碳的耦合 (如圖 1. 紅色箭頭路徑)？

研究團隊先從動力學來探討，探討了在二氧化碳還原成甲烷的過程中，九個 \*C1 中間體與二氧化碳反應之活化能，如圖 2 所示。由左至右表示施加電壓

愈來愈負，縱軸高度是活化能。在更負的電壓下，所有反應的活化能皆下降。這是因為負電壓使表面帶更多負電，讓 \*C1 中間體更容易用電子去攻擊二氧化碳。從圖 2 中也可以看到，有七個  $\text{CO}_2 + *C_1$  耦合反應的活化能小於快速電化學反應之活化能臨界值 (如圖 2 中的黑線所示)，代表反應有機會進行。這七個容易進行  $\text{CO}_2 + *C_1$  反應在動力學上也比  $*CO + *C_1$  有利 (如圖 3 所示)，打破了以往 C-C 鍵的生成至少涉及一個 \*CO 的觀點。

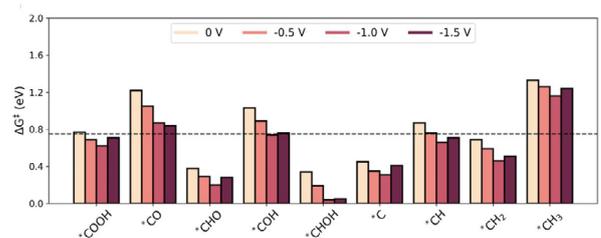


圖 2 | 不同電壓下，九個  $\text{CO}_2 + *C_1$  耦合反應之活化能柱狀圖。黑色虛線代表  $\Delta G^\ddagger = 0.75$  eV (快速電化學反應所需的標準)。

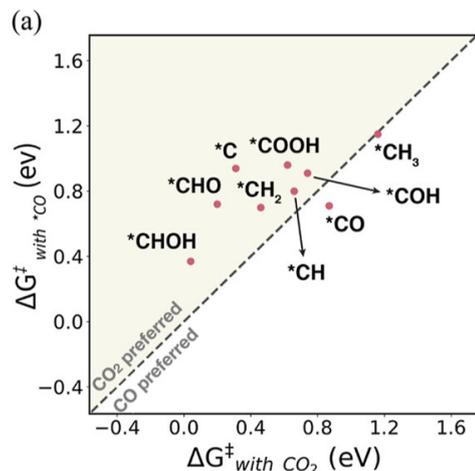


圖 3 | 在電壓為 -1.00 VSHE 下，比較  $\text{CO}_2 + *C_1$  和  $*CO + *C_1$  之活化能對角線圖。

研究團隊為探討  $\text{CO}_2 + *C_1$  反應較  $*CO + *C_1$  反應更容易發生的原因，藉由團簇模型 (cluster model) 分析後，發現上述兩個反應中，形成 C-C 鍵的兩個電子皆主要來自  $*C_1$ ，如圖 4 (以  $*COOH$  為例)。利用 Bader 電荷分析得知，因為  $\text{CO}_2$  有兩個羰基，不論是吸附的  $\text{CO}_2$  或氣態的  $\text{CO}_2$ ，碳原子正電性都比  $\text{CO}$  的高，使  $\text{CO}_2$  較  $\text{CO}$  更容易被  $*C_1$  的電子攻擊，讓 C-C 鍵更容易生成。

研究團隊也與北京清華大學的陸奇教授合作，驗證此機制是否真的存在。團隊利用銅奈米粒子在鹼性環境下進行一氧化碳還原反應 (COER) 與二氧化碳還原反應 ( $\text{CO}_2\text{ER}$ )，並且檢視兩反應的產物。若

上述計算結果為真， $\text{CO}_2\text{ER}$  和  $\text{COER}$  的產物分佈應該有所不同，因為前者傾向進行  $\text{CO}_2 + *C_1$  反應，後者進行  $\text{CO} + *C_1$  反應。而研究發現在  $-1.40$  VSHE 的條件下，這兩個反應的  $\text{C}_2+$  產物分佈確實有所不同 (圖 5 b)， $\text{CO}_2\text{ER}$  產物以乙烯為主，而  $\text{COER}$  則是乙烯與乙酸為主要產物，甚至還有正丙醇的產生。特別的是，在此反應條件下， $\text{CO}_2\text{ER}$  的產物沒有甲烷 (圖 5 a)，表示和氫化反應相比， $*C_1$  中間體更容易進行  $\text{CO}_2 + *C_1$  耦合產生  $\text{C}_2+$  產物。此研究為二氧化碳在催化反應中的核心角色提供了深入且嶄新的見解，也為永續化學研究提供了有價值的洞察。

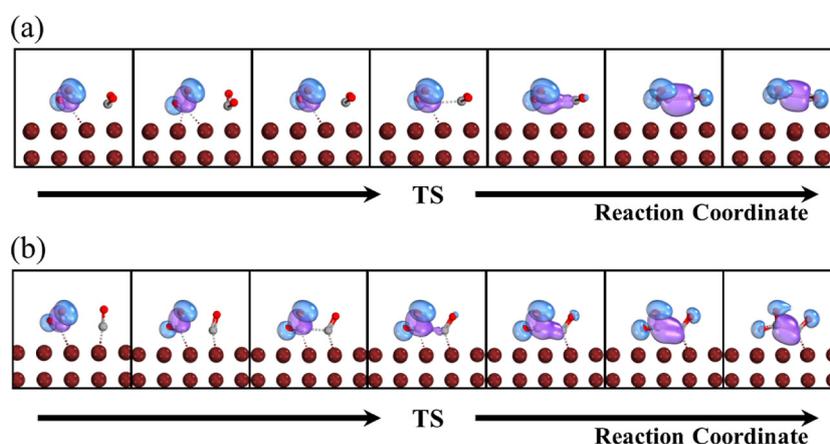


圖 4 | C-C  $\sigma$ - 鍵之分子軌域的演變於 (a)  $\text{CO}_2 + *COOH$  和 (b)  $*CO + *COOH$  沿著 C-C 生成途徑的過程。

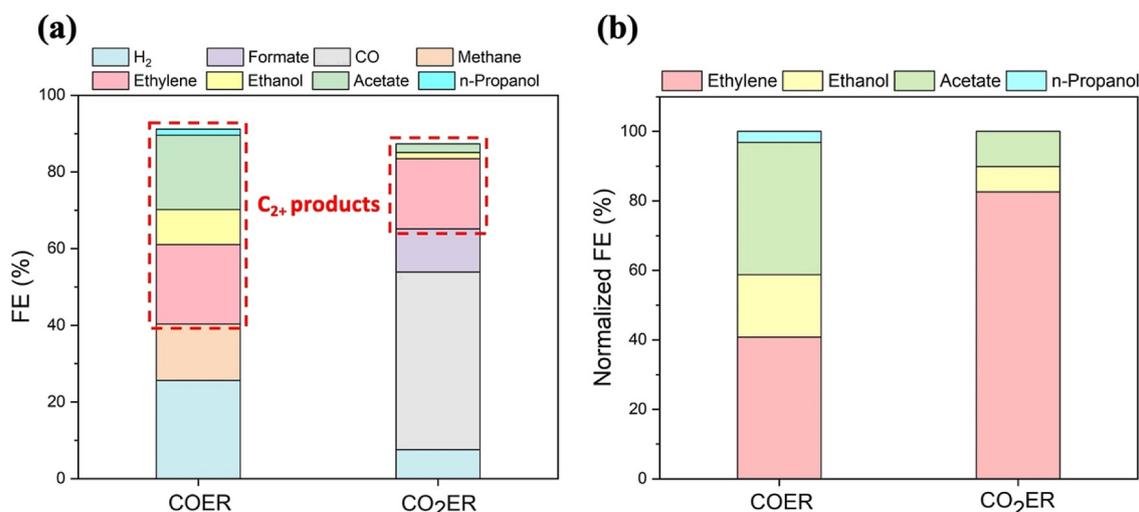


圖 5 | (a) 在  $-1.40$  VSHE 和  $\text{pH} = 14.0$  的條件下， $\text{CO}_2\text{ER}$  與  $\text{COER}$  之產物法拉第效率；(b)  $\text{CO}_2\text{ER}$  與  $\text{COER}$  之歸一化碳二產物法拉第效率。

# 氣候暖化增加林火機率？ 臺美攜手探討潛在威脅

撰稿 | 黃愷翊 (科學推展中心特約編輯)

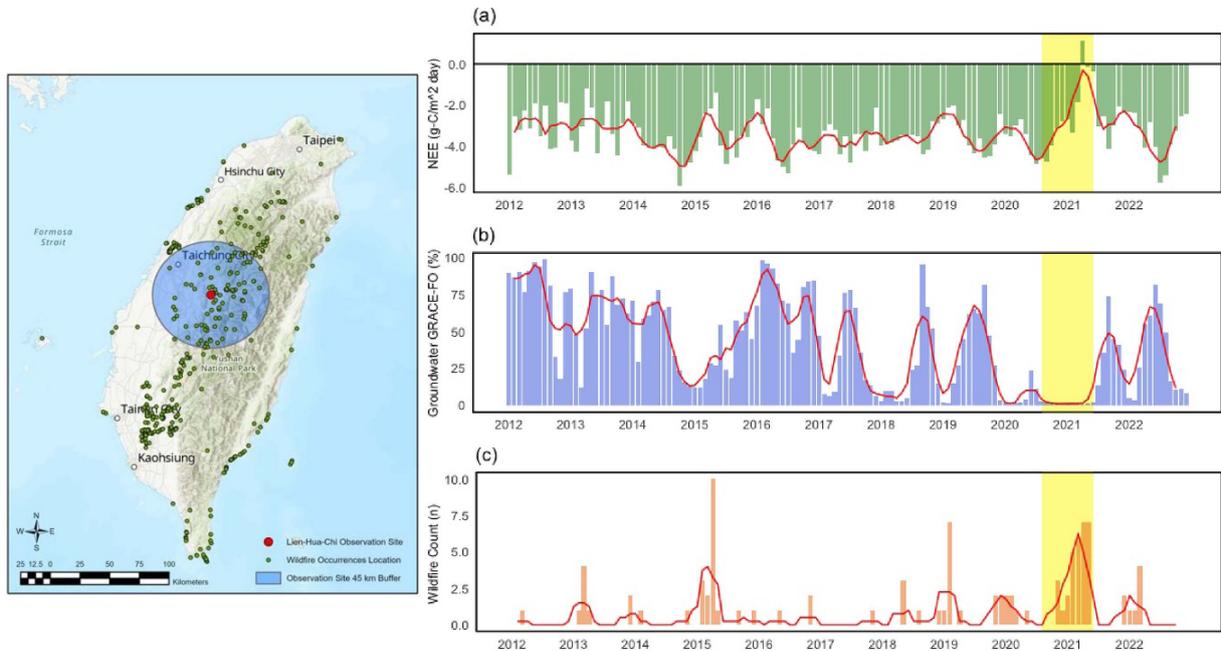


圖1 | 2012-2022年間臺灣森林火災的分布圖。從蓮華池研究中心觀測到淨生態交換系統(NEE)、地下水位與森林火災的變動，顯示三者變動有高度相關。

隨著近年全球氣候暖化，自然生態環境的改變愈來愈明顯，臺灣也同樣無法避免。例如 2020 至 2021 年臺灣經歷了創紀錄的乾旱，便影響了臺灣常綠亞熱帶森林的碳固存作用，而近期國內發生的幾次森林火災事件（包括玉山國家公園），皆凸顯氣候變遷對臺灣森林所造成的巨大壓力，也顯現火災管理與預防策略的緊迫性，已引發學界高度關注。

## 森林「暫停呼吸」，削弱碳固存能力

在農業部林業及自然保育署支持下，美國猶他州立大學王世宇教授、中興大學柳婉郁教授和俞鈺文博士生組成研究團隊，使用森林火災天氣指數系統並結合多個氣候模型模擬，發現 2021 年到 2100 年臺灣森林在不同暖化程度下，淨生態系統交換 (Net Ecosystem Exchange, 簡稱 NEE)、輻射

因子、地下水位和森林火災之間具有顯著相關性，指出嚴重乾旱將導致森林從碳吸收轉向排放，以及臺灣森林火災風險呈現增加趨勢。該項研究成果，已在 2024 年 1 月發表於國際學術期刊《Climatic Change》。

透過淨生態交換系統 (NEE) 長期觀察二氧化碳交換量發現，臺灣常綠亞熱帶森林具有從大氣中吸收儲存二氧化碳的強大能力，是相當重要的「碳匯」。加上濕潤的氣候，過去大幅減少了大規模森林火災的發生機率，有助於減輕人為因素對氣候環境的影響，扮演穩定氣候變遷的重要角色。在 2020 至 2021 乾旱期間中部森林的淨生態碳交換值 (NEE) 由負轉正，表示生態的碳封存功能已經停止，就像是森林暫停了呼吸，顯示極端氣候干擾地表碳動態，長遠來說也可能減少森林的固碳能力。

## 乾旱若成常態，西南部風險日增

研究進一步預測，因氣候暖化，乾濕年的降雨差異恐將愈趨明顯與集中，乾旱可能逐漸成為常態，森林火災的頻繁程度未來將明顯增加，尤其容易發生在 11 月到 4 月的乾季。根據 1964-2021 年的林火位置分布 (圖 2) 能看出，臺灣森林火災集中於中南部地區。透過模型進一步預測，未來西部淺山區的林火潛在趨勢明顯增加，其中又以臺灣西南部的潛在增加機率最大。

此研究顯示出臺灣林火情況對全球氣候暖化的敏感性，未來森林火災風險將顯著增加。國立中興大學柳婉郁教授指出，近期幾場林火事件證實了研究結果，例如 2023 年 6 月苗栗縣大湖鄉的森林火災和 2023 年 4 月高雄的火災，這些事件因地理位置和

需要大規模資源投入而難以管理，凸顯政府有必要重新評估現行的森林火災管理策略，並採取調適性的管理策略因應未來可能發生的災害，將氣候變化預測納入森林火災風險管理的重要性。

## 林火風險管理，應納入氣候預測

美國猶他州立大學王世宇教授也表示，若將最新的氣候預測融入森林火災風險管理中，將可幫助臺灣發展出更有效的策略，以減輕森林火災影響。他樂見林業及自然保育署相當前瞻性地開發出林火預警評估系統，提供有效的分析與通知工具，為未來可能的林火提供風險預測。同時，政府和社會各界仍須攜手努力，透過精進相關法令與提升防火教育來減緩與因應氣候變遷，對於臺灣安全和生物多樣性的威脅。

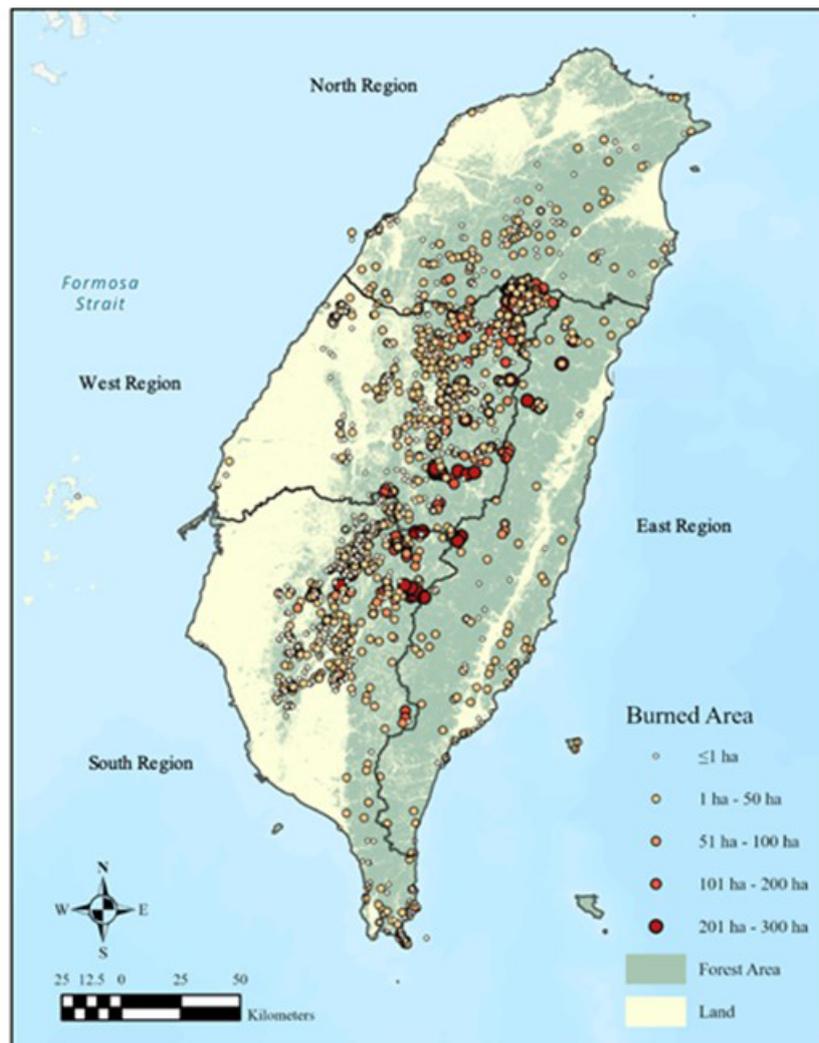


圖 2 | 臺灣 1964~2021 年林火位置分布，顯示林火集中於中南部。

# 質譜法結合機器學習

## 幫您挑選好咖啡豆

撰稿 | 張鳳吟 (科學推展中心特約編輯)

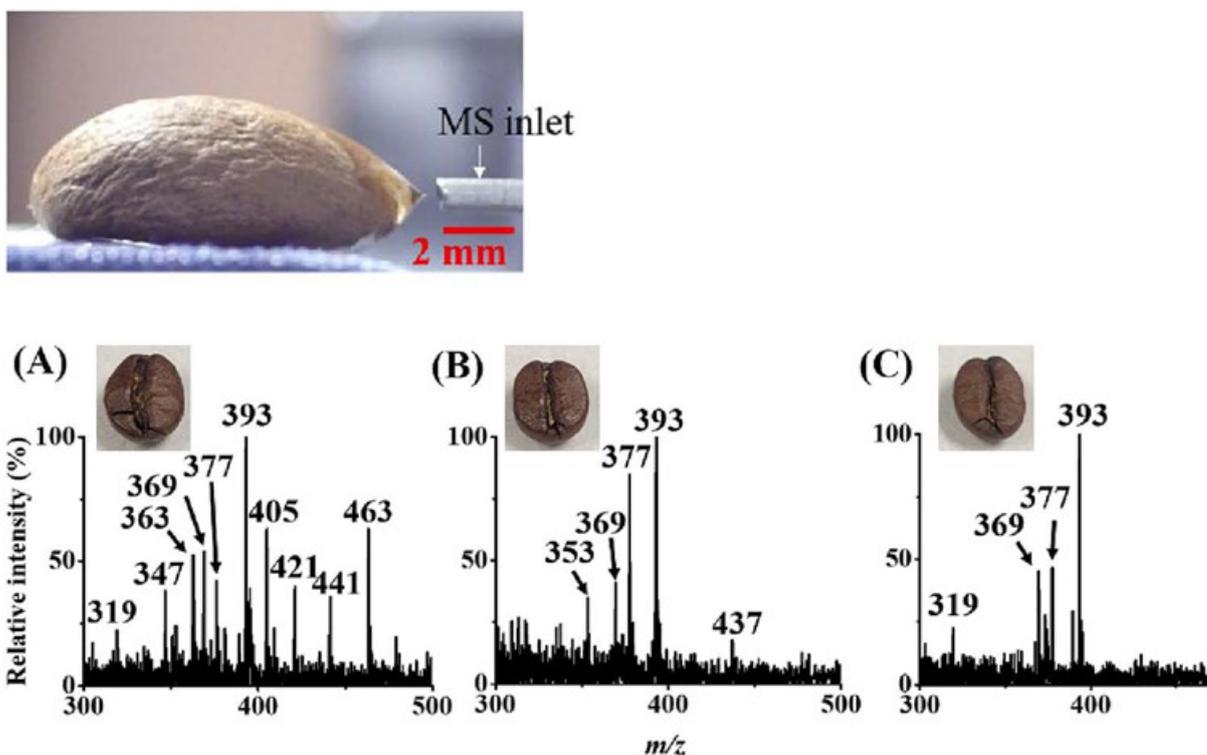


圖 1 | 上圖為單一咖啡豆質譜法，咖啡豆上的溶劑液滴形成泰勒錐；下圖為中培 (A) 麝香貓豆 (B) 非阿卡比亞豆 (C) 阿卡比亞豆的質譜結果 [1]。

早餐或下午茶時光品嚐一杯咖啡，對許多人而言是日常生活中的小確幸，咖啡入口時感受到的風味和層次都讓人瞬間有了活力。咖啡豆的價格受到多方面的因素影響，包含味道、香氣、化學成分與處理過程等等，從最貴的麝香貓咖啡 (kopi kuwak) 到普通的豆子其價格可以差到千倍之多，也因此在高價的麝香貓豆中魚目混珠摻雜一些廉價咖啡豆並不是件意外的事。由於咖啡的味道與香氣來自豆子的化學成分，豆子品質的分類也是依此為基礎，因此一些化學的分析方法如光譜法、色譜法、電化學法、質譜法等，已被應用在咖啡豆的特徵描述與分類。

然而，大部分的方法需要將豆子破壞來萃取成分，不僅耗時且耗人力。國立陽明交通大學應用化學系陳月枝教授與應用數學系林得勝副教授跨領域合作，結合質譜法與機器學習，提出一種能直接分析單一咖啡豆 (不用事先破壞) 的新方式，並利用機器學習從質譜快速且準確的辨識麝香貓豆與其他豆，有助於未來咖啡豆工廠與顧客的品管。此項結果發表於《食品化學》期刊 [1]。

### 極化誘導電噴灑游離法 (PI-ESI)

質譜法是一種測量原子或分子質量的分析技術，它可用來決定樣品中的化學元素以及化合物。其原理

是將進到離子源的分析物游離，將帶電荷的氣相分析物離子經電場或磁場的操控下，根據其不同的質荷比 ( $m/z$ ) 在空間上或時間上分離，經偵測器偵測及放大訊號後即可得到質譜圖。

電噴灑法是常見的大氣壓下游離法，陳月枝教授團隊開發了極化誘導電噴灑游離法 (polarization-induced electrospray ionization, PI-ESI)，並據此發展了可測量單一咖啡豆的質譜法 [1]，可利用此法直接來分析咖啡豆 (例如，麝香貓豆、阿卡比亞豆與非阿卡比亞豆)。

先從咖啡豆裡隨機選擇一顆放置於靠近 (~1 mm) 質譜儀的入口前，並在豆子表面滴一滴含有甲醇與去離子水混合的溶劑液滴，由於質譜儀入口端前端加有高電壓，此液滴在此高電場的作用下就會被誘發產生極化現象，當電荷累積至臨界值時，泰勒錐 (如圖 1 上) 就會形成並產生電噴灑噴霧，溶劑揮發後即時產生帶電荷的氣相離子，並被電場導入質

譜儀，即可得到代表單顆咖啡豆主成分的質譜圖。

此方法的好處是簡單且快速，不需要額外的高壓電源與氣體及前處理及萃取步驟，只需要將微量溶劑滴在一顆咖啡豆上，此液滴在質譜分析過程中瞬間即時進行原位 (in situ) 萃取及萃取物游離化，就可以得到代表單一咖啡豆主要成分的單一質譜圖。

團隊針對深培、淺培的咖啡豆，以及中度烘培的麝香貓、阿卡比亞及其它豆種進行分析，結果如圖 1 下圖，發現所有樣品的質譜譜峰皆包含  $m/z$  377 與 393，分別對應咖啡中綠原酸 (caffeoylquinic acid) 與鈉和鉀的合成物，其中綠原酸是咖啡豆的主要成分，也是苦味來源。而特別的是麝香貓咖啡擁有更多  $m/z > 400$  的特徵譜峰，這可能對應於豆子經過動物腸道的處理而有的特殊風味。不過人眼來辨識質譜及分類咖啡豆還是費時費力。為了能加速麝香貓豆與非麝香貓豆的辨識，團隊進一步利用機器學習來建立分類的模型。

表 1A | 交叉驗證累積測試的 Model confusion matrix

	預測為麝香貓豆	預測為非麝香貓豆
實際麝香貓豆	237	3
實際非麝香貓豆	0	480

表 1B | 交叉驗證累積測試的模型準確度、靈敏度與特異度

	準確度(%)	靈敏度(%)	特異度(%)
交叉驗證	99.58(717/720)	98.75(237/240)	100(480/480)

## 機器學習進行分類

機器學習簡而言之，是透過演算法將收集到的資料（這裡是咖啡豆質譜）進行分類或辨識模型的訓練，再以訓練得到的電腦模型對數據資料產生最佳的預測。如果訓練集的資料含有輸入與輸出變數之間的關係，則稱之為監督式學習。

常見的監督式學習演算法包含線性與非線性迴歸、決策樹，以及神經網路演算法。應數系林得勝副教授團隊開發一種只有一個隱藏層的全連接神經網路（註 1）來對豆子的質譜結果進行辨識。這個模型的輸入為經過前處理後的咖啡豆質譜，而輸出則為豆子的種類，並以交叉熵損失 (cross-entropy loss) 來訓練系統。數據來源為各 60 顆麝香貓豆、阿卡比亞豆、非阿卡比亞豆得到的 180 個質譜，從中隨機取樣 80% 作為訓練集，其餘 20% 做為測試集。數據重複隨機取樣 20 次做交叉驗證，以求得精確度，結果如表 1A、B。

從結果來看，模型辨識麝香貓豆的準確度為 98.75%，辨識非麝香貓豆為 100%，而整體模型的準確度則為 99.56%。

為了理解訓練出來的神經網路模型究竟是如何做辨識的，團隊也利用深度 Shapley Additive Explanation (SHAP) 來分析質譜特徵對神經網路分類的貢獻度，圖 2 為 SHAP 的結果，顯示 m/z 463、405、441、421、347、409、363 為分辨麝香貓豆與非麝香貓豆重要的質譜離子特徵峰。有趣的是這與人眼對質譜的觀察一致，人眼能看出麝香貓咖啡擁有更多 m/z > 400 的特徵離子峰，而機器學習方法更進一步具體地指出重要頻譜特徵。

目前咖啡豆的品管尚仰賴著咖啡師的判斷，團隊希望這個新方法能為咖啡豆工廠提供簡單、快速且準確的方法，團隊也相信這方法也可延伸用在類似概念的其它單一物體上。

註 1：關於淺層神經網路，可參考 <https://spec.ntu.edu.tw/20211116-research-math/>

### 參考文獻

[1] Tsai, J. J., Chang, C. C., Huang, D. Y., Lin, T. S., & Chen, Y.-C. (2023). Analysis and classification of coffee beans using single coffee bean

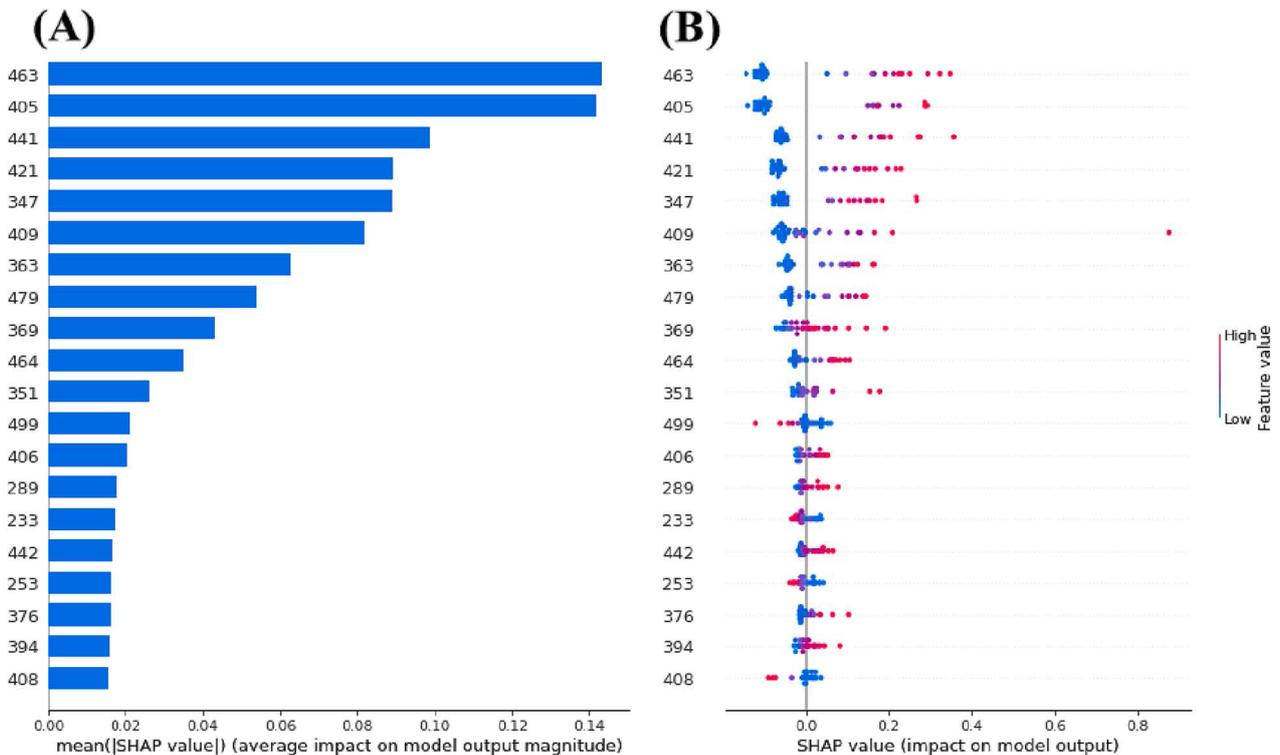


圖 2 | 深度 SHAP 結果 (A) 平均絕對 SHAP 值，(B) SHAP 值對模型輸出的影響 [1]。



2024.06.26(三)

## USER TRAINING WORKSHOP FOR NSTCCORE COMPUTING SERVICE & NVIDIA GPU COMPUTING

地點 | 國立成功大學 理學教學大樓 物理系 36169

主辦單位 | 中研院物理所高能物理與科學計算技術中心

網站 | <https://indico4.twgrid.org/event/42/>

聯絡資訊 | E-mail : [dicos-support@twgrid.org](mailto:dicos-support@twgrid.org)

2024.06.27(四)

-28(五)

## 第33屆南區統計研討會 暨2024年中華機率統計學會年會及學術研討會

地點 | 國立臺灣師範大學 公館校區教學研究大樓

主辦單位 | 國立中山大學應用數學系

網站 | <https://www.math.nsysu.edu.tw/conference/stsc33/index.php>

聯絡資訊 | 國立中山大學應用數學系

電話 : 07-5252000 ext 3801

E-mail : [south@math.nsysu.edu.tw](mailto:south@math.nsysu.edu.tw)

2024.07.01(一)

## 2024無機錯鹽研討會

地點 | 天主教輔仁大學化學系

主辦單位 | 國立中山大學應用數學系

網站 | <https://forms.gle/mp2MqvXZnnz71Q8N8>

聯絡資訊 | 陳元璋

電話 : 02-2905-2490

E-mail : [Inorganic.symposium@gmail.com](mailto:Inorganic.symposium@gmail.com)

2024.07.09(四)

-10(五)

## 2024統計與資料科學國際會議

地點 | 國立政治大學商學院 1~2 樓

主辦單位 | 國立政治大學統計學系 / 國立陽明交通大學統計研究所 / 泛華統計協會台灣分會

網站 | <https://infostat.nccu.edu.tw/icsds2024/>

聯絡資訊 | 電話 : 02-29393091 ext: 89021

E-mail : [cecilia@nccu.edu.tw](mailto:cecilia@nccu.edu.tw)

上列時程如有異動，以各研討會網站公告為準。

2024.07.11(四)  
-12(五)

## 台灣地理資訊學會30週年慶暨2024年學術研討會

地 點 | 中央研究院學術活動中心及人社中心  
主辦單位 | 台灣地理資訊學會  
網 站 | <https://tgis2024.rchss.sinica.edu.tw>

2024.07.11(四)  
-13(六)

## 2024年臺灣拉曼光譜學國際研討會 暨臺灣拉曼協會暑期夏令營海報論文徵選

地 點 | 臺灣大學凝態科學研究中心、礁溪中天溫泉渡假飯店  
主辦單位 | 臺灣大學凝態科學研究中心  
網 站 | <https://www.ntu-ccms.ntu.edu.tw/TISRS2024/>  
聯絡資訊 | 黃鈺淳  
E-mail : [TISRS2024@gmail.com](mailto:TISRS2024@gmail.com)/02-33665258

2024.07.13(六)

## 2024理論/計算化學研究交流研討會

地 點 | 中研院原子與分子科學研究所浦大邦紀念講堂  
主辦單位 | 中研院原子與分子科學研究所  
網 站 | <https://forms.gle/FLM3QmY3irNLqZvi9>  
聯絡資訊 | 中研院原子與分子科學研究所  
電話 : 02-2362-0212

2024.07.20(六)  
-22(一)

## 2024台灣金屬有機骨架 與開放框架材料國際研討會

地 點 | 國立成功大學未來館  
主辦單位 | 國立成功大學化學工程學系  
網 站 | <https://reurl.cc/KerE1j>  
聯絡資訊 | E-mail : [moftaiwan2024@gmail.com](mailto:moftaiwan2024@gmail.com).  
[cwkung@mail.ncku.edu.tw](mailto:cwkung@mail.ncku.edu.tw)

上列時程如有異動，以各研討會網站公告為準。

2024.07.24(三)  
-26(五)

## 2024台灣磁性技術協會年會 暨第36屆磁學與磁性技術研討會

地點 | 國立臺灣師範大學 理學院大樓  
主辦單位 | 社團法人台灣磁性技術協會  
網站 | <https://sites.google.com/view/2024tamt/>  
聯絡資訊 | 葉林秀  
電話：05-5342601#3665  
E-mail：2015tamt@gmail.com

---

2024.08.08(四)  
-10(六)

## THE 8TH ASIAN QUANTITATIVE FINANCE CONFERENCE

地點 | 國立臺北科技大學  
主辦單位 | 國立中央大學統計所及國立臺北科技大學資訊與財金管理系  
網站 | <http://www.stat.ncu.edu.tw/conference/aqfc2024/index.php>  
聯絡資訊 | E-mail：aqfc2024@gmail.com

---

2024.08.28(三)  
-30(五)

## 第十四屆軟性與印製電子國際會議

地點 | 國立臺灣大學集思會議中心  
主辦單位 | 中華民國界面科學學會、國立臺灣大學、國立臺北科技大學、國立中山大學  
台灣有機電激發光材料協會  
網站 | <https://forms.gle/mp2MqvXZnnz71Q8N8>  
聯絡資訊 | Ms. Ting Yang  
電話：02-29101782  
E-mail：icfpe2024tw@gmail.com

---

上列時程如有異動，以各研討會網站公告為準。