

2024年地球科學系統學術論壇

新能源帶來的 機遇與挑戰



會議手冊



日期:2024年3月16日(六)

地點:中國文化大學曉峰紀念館2樓國際會議廳、大義館5-6樓

主辦單位:中國文化大學理學院

協辦單位:地質學系、生命科學系、大氣科學系、地理學系、地學研究所、
海洋研究發展中心



目 錄

議 程	ii
演講摘要	
臺灣能源轉型-地熱及 CCS 的發展現況與未來.....	1
二氧化碳地質封存簡介	2
我國碳封存機會與挑戰	4
地熱探勘在台灣西部褶皺逆衝帶的挑戰	6
光電能不能? 新能源空間與都市生活	7
彰化海岸地區離岸風電發展與地方回應：空間規劃觀點	8
以海洋為基礎的二氧化碳移除策略_機會與挑戰.....	9
珊瑚礁也是要打掃的:底棲清道夫的重要性	10
再生能源帶來的機會和挑戰.....	11
當代農業的挑戰	12
氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用目的及方向.....	13
淨零轉型帶來的機會與挑戰.....	14
壁報摘要	
大陸青海地區中、大規模走向滑移地震之斷層參數研究.....	15
利三階段逆推探討 2021 年 10 月 24 日宜蘭 ML 6.5 地震的破裂特徵.....	16
2021 年台灣壽豐地震序列 $M_L < 4.0$ 震源歷時與地震矩之關係研究.....	17
以微地動訊號分析大屯火山群之地下構造.....	18
應用衛星影像探討龜山島火山活動性.....	19
坡地運動觀測研究-以北台灣噶哩岸山為例	20
利用氧同位素與地下水位探討北磺溪流域地下水特性	22
桃園市暖季弱綜觀條件下午後強降雨之氣候特徵	23

2024 年地球科學系統學術論壇—新能源帶來的機遇與挑戰

議 程

主辦單位：中國文化大學理學院、生科系、大氣系、地質系、地理系、地學所、海洋研究發展中心

日期：2024 年 3 月 16 日(星期六)

地點：中國文化大學曉峰紀念館 2 樓國際會議廳、大義館 5-6 樓

論壇網址(採線上報名)：<https://ses.pccu.edu.tw/app/index.php>

地點 時間	中國文化大學 曉峰紀念館 2 樓 國際會議廳				
09:30 - 09:40	開幕式				
09:40 - 10:00	頒獎：院教學特優教師、海洋研究發展中心研究獎學金、薪傳獎學金				
10:00 - 10:50	題 目：臺灣能源轉型-地熱及 CCS 的發展現況與未來 主講人：吳志偉 經濟部能源署副署長 主持人：蘇平貴 中國文化大學理學院院長				
10:50 - 11:00	休息				
11:00 - 11:50	題 目：二氧化碳地質封存簡介 主講人：黃 鐘 台電綜合研究所地質研究專員 主持人：郭欽慧 中國文化大學地質學系系主任				
12:10 - 13:00	午餐、壁報論文(大義館 6 樓)				
地點/ 組別	義 509 室 (大義館 5 樓)	義 526 室 (大義館 5 樓)	義 508 室 (大義館 5 樓)	義 506 室 (大義館 5 樓)	義 611 室 (大義館 6 樓)
時間	地質組	地理組	海洋組	生科組	大氣組
13:00 - 14:30	題目：我國碳封存機會與挑戰 主講人：林殿順 (中央大學地球科學所教授) 主持人：吳文傑 助理教授	題目：光電能不能? 新能源空間與都市生活 主講人：邱啟新 (台灣大學建築與城鄉研究所副教授) 主持人：謝雨潔 副教授	題目：以海洋為基礎的二氧化碳移除策略_機會與挑戰 主講人：周文臣 (臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所特聘教授) 主持人：詹伊琳 副教授	題目：再生能源帶來的機會和挑戰 主講人：林桐榮 (格園社會企業股份有限公司 董事長) 主持人：吳賜猛 教授	題目：氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用目的及方向 主講人：鄧仁星 (交通部中央氣象署研究員) 主持人：周昆炫 教授
14:30 - 14:50	休息時間				
14:50 - 16:20	題目：地熱探勘在台灣西部褶皺逆衝帶的挑戰 主講人：饒瑞鈞 (成功大學地球科學所教授) 主持人：曾佳漢 助理教授	題目：彰化海岸地區離岸風電發展與地方回應：空間規劃觀點 主講人：盧沛文 (國立彰化師範大學副教授) 主持人：朱健銘 助理教授	題目：珊瑚礁也是要打掃的:底棲清道夫的重要性 主講人：楊松穎 (嘉義大學水生生物科學系 助理教授) 主持人：吳賜猛 教授	題目：當代農業的挑戰 主講人：莊汶博 (台灣大學生物資源暨農學院農藝學系 副教授) 主持人：曾怡潔 助理教授	題目：淨零轉型帶來的機會與挑戰 主講人：趙恭岳 (國際氣候發展智庫執行長) 主持人：劉清煌 副教授兼系主任
16:20 - 16:30	閉 幕				

演講摘要

臺灣能源轉型-地熱及 CCS 的發展現況與未來

吳志偉

經濟部能源署

摘要

政府自 105 年起以太陽光電及離岸風電等再生能源為主軸，搭配低碳天然氣，推動臺灣能源轉型。而為因應全球淨零減碳趨勢，蔡總統於 109 年世界地球日宣布臺灣淨零排放目標，政府更進一步於 111 年 3 月公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」、12 月公布淨零轉型「十二項關鍵戰略」，以能源轉型為基礎，逐步擴大再生能源及新能源發展，由低碳邁向零碳，達成淨零排放目標。本次簡報將先就臺灣最新能源情勢，及能源轉型方向作一簡要說明，以了解我國能源概況與能源轉型政策的規劃思維。其次，特別針對淨零轉型 12 項關鍵戰略中「地熱」及「碳捕捉及封存(CCS)」進行介紹。最後，為臺灣能源及淨零轉型做一結語，並與各位與會者進行分享與交流。

二氧化碳地質封存簡介

黃 鐘

台電綜合研究所

摘要

二氧化碳地質封存是人類正在進行的負碳工程技術，全球每年有五千多萬公噸的二氧化碳被注入到地下深處的地層中，目的是減緩二氧化碳進入大氣層的速度，進而降低大氣層內二氧化碳濃度。全球碳封存技術自開始執行到現在已過了近五十年，這段時間人類對碳封存技術的掌握也越來越完整，而這種技術也已經獲得國際能源總署的肯定，認為要達到負碳技術，碳封存是一個不可避免的手段。二氧化碳地質封存的概念是加速自然界中的碳循環，把利用碳捕集方法蒐集到的二氧化碳直接注入到地底下的地層孔隙之中，使二氧化碳與地下的礦物或流體行化學反應，讓二氧化碳轉化為碳酸鹽類的礦物固定於地底。目前全球最常見的二氧化碳地質封存方式為激勵油氣增產法，這種方法的概念是將二氧化碳注入到地下的儲油地層後，把藏在岩層孔洞中的石油天然氣擠出來並取代它們的位置，這樣除了可以把二氧化碳存放在地層的孔隙空間之中，也可以提高油氣田的生產量而增加收益，也因為這種方法有不錯的經濟效益，所以全球每年有將近四分之三的二氧化碳是用這種方式進行封存。另一種常見的二氧化碳封存方法是鹽水層地質封存，是把二氧化碳注入到地下深處的砂岩層之中，選擇砂岩的原因，是因為砂岩層內有許多沙子顆粒，而這些沙子顆粒之間的空隙可以儲存二氧化碳，因此成為良好的二氧化碳儲集層。砂岩空隙內含有砂岩形成時所夾雜的海水，而海水在沙子變成砂岩的同時鹹度也隨之提高，成為富含鈣、鎂、鐵等元素的鹽水。當二氧化碳被注入到砂岩層的孔隙中，就會跟鹽水內的元素產生化學反應，最終形成碳酸鹽類的礦物而固定於地下。

近年我國淨零碳排之步調較以往幾年加速，除 2022 年 3 月 30 日國家發展委員會公布之「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」內指出我國在 2050 年之碳捕集、

再利用與封存 (Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS) 目標為 4,020 萬公噸外，2023 年 1 月 10 日立法院三讀通過、2 月 15 日公布之氣候變遷因應法中第 39 條內亦敘明我國未來進行二氧化碳地質封存之相關規定。在未來的二十多年間會是我國發展碳封存的關鍵期，因此可預期在人才培育、技術研究等方面會有明顯的進展，並期待可帶動我國地球科學相關產業的發展。

我國碳封存機會與挑戰

林殿順^{1,2}、徐偉啾¹、林哲銓²、蔡宜伶¹、楊雅梅³、陳新翰³

國立中央大學地球科學系¹ 國立中央大學碳封存及地熱研究中心²

工業技術研究院綠能與環境研究所³

摘要

我國響應全球期望於本世紀末將全球暖化溫度控制在 1.5°C 之內，為共同承擔全球目標，將「2050 淨零排放」入「氣候變遷因應法」。在政府所提的十二項關鍵戰略中，二氧化碳捕捉利用及封存(CCUS)技術，擔負關鍵減碳與負碳角色。政府規劃於 2030 年與 2050 年時，年度碳捕捉利用及封存目標，分別為 1.76-4.60 百萬噸與 40.2 百萬噸。我國在此巨大的利用碳封存技術減碳的需求下，是否有足夠的地下封存空間，以及在開展與佈建碳封存場初期，我國可能遇到那些挑戰與機會。本文綜合討論主要二氧化碳排放源與排放量地理位置分布、我國碳封存潛能、政府目前實施 CCUS 之規劃。最後提出若大規模實施碳封存可能遇到的挑戰與面對此挑戰的應對方法。

本文根據地質與體積法評估我國陸海域、盆地尺度鹽水層碳封存總量概估為 390 億噸，加上前人研究所得的陸上構造封存量 28 億噸，共約 418 億噸，遠超過政府規劃至 2050 年封存約 5 億噸之封存量。若考慮二氧化碳主要排放源與良好封存潛能區之匹配，以濱海區與近岸之鹽水層封存為首選。考慮地質條件則以桃園陸海域、台中彰化雲林陸海域等台西盆地範圍為最佳封存區域；嘉義以南至高雄之濱海區陸海域(台南盆地)，因前期少有碳封存研究，且有較多斷層，封存潛能尚待詳細評估。

我國具有巨大的碳封存潛能，唯目前我國 CCUS 技術仍遭遇多項挑戰，如政府利用 CCUS 減碳的決心與企圖心不足、碳封存法規仍在制訂中、技術仍在發展階段、經濟成本高昂、民眾仍有疑慮等。建議政府展現利用 CCUS 減碳之企圖心與決心；儘快完善碳封存法規；鏈結國際充實我國碳封存場址之調查、二氧化碳灌

注與監測與維運技術；財務補助 CCUS 計畫；建置國家碳封存試驗場與教育館，
成為技術驗證與民眾溝通場域，加強社會與利害關係人溝通，提高社會對 CCUS
接受度。

地熱探勘在台灣西部褶皺逆衝帶的挑戰

饒瑞鈞

國立成功大學地球科學系

摘要

良好的地熱發電場需要滿足一定的地質構造條件：包括辨識熱源、多孔隙的熱液儲集層、蓋層及熱液傳遞通道等幾何位置與其適宜之物理和化學特性。台灣地處西太平洋隱沒帶的一環，東及北側為琉球隱沒帶系統，南側為馬尼拉隱沒帶，而縱向貫穿整個台灣島的則是位於中國大陸邊緣上之增積岩體與呂宋島弧最北段碰撞形成之造山帶系統。從大的板塊構造環境來看，台灣的確滿足火山(大屯山)、張裂構造(宜蘭平原)及造山帶系統(中央山脈及西部麓山帶)等不同的地質地質條件；然而，由於諸多因素的影響，台灣地熱發電方方面面都面臨很大的挑戰。整體而言，台灣地熱發電是一個需要整合地質探勘、工程技術、政策法規、財務投資及人文社會的重要任務。此次演講我將從全球地熱發電的現況講起，我會從地質的角度來談台灣地熱發電需要的地質構造條件，地熱探勘的手段為何，進而談談我們可能面臨的挑戰。我會從我們團隊在關子嶺中崙地熱探勘的經驗，來討論地熱探勘在台灣西部褶皺逆衝帶碰到的問題與挑戰。

光電能不能？新能源空間與都市生活

邱啟新

國立臺灣大學建築與城鄉研究所

摘要

這場演講中，我將分享兩個研究主題：高雄綠能導向違建治理之研究，以及台北市有房地公民電廠之研究。分別位於南北兩大都會之主題，代表了光電在私有建築與公有建築之應用，也是對於住宅區與公共設施兩種都市計畫分區之介入與影響。高雄之案例探討了市政府如何與私部門(營建業與太陽光電產業)合作治理住宅普遍存在的違章增建，干預措施包括使用以矯正違建為目的之屋頂太陽光電系統，以及為控制違建而推出之高雄厝綠建築設計模式。借助都市政治生態學的視角分析市政府如何利用光電系統改建既存違建，與利用高雄厝計畫預防新增違建，我提出了「代謝協調」的概念，以解析政府如何協調行動者、資源、技術和資本，將治理違建之資本流動，鑲嵌到持續增長的台灣光電產業和綠色住宅之外部資本循環中，繼而揭示了將都市違建連結到城市空間更新之三大面向意義：改造非正式性的治理策略、產權導向之綠化非正式性過程，以及綠能導向治理措施潛藏之不平等。第二項研究中，我透過都市共有的概念，以台北市有公用房舍公民電廠招標政策為例，探討綠能新創企業與市政府逐漸形塑之新治理結構，如何使太陽光電與公民社會、綠能社群、光電市場、與公益行動產生多角複雜之關係。太陽光電當前在台灣是循務實和調適性之路徑，介入都市社會與治理都市空間，同時追求成長和永續目標，然而以光電為基礎之空間政策干預又形成了新的治理難題，彰顯了新能源進入都市生活需要更細緻的妥協和調控。我透過上述個案解析綠能之能與不能、貢獻與侷限，以及潛藏之影響與排除性，有助於我們思辨以太陽光電為例之新能源發展，對當前人與環境、都市生活帶來之機會與衝擊。

彰化海岸地區離岸風電發展與地方回應：空間規劃觀點

盧沛文

國立彰化師範大學地理學系副教授

摘要

淨零碳排是全球共同的發展目標，中台灣的彰化海岸地區，除了沿著海岸林立的陸域風機與光電設施，外海獨特的地理條件，使這裡成為離岸風電開發的關鍵場域。台灣海峽兩岸山脈形成的狹管效應（valley effect）為台灣西部海域提供強大且穩定的海風，雲林，彰化外海一帶因沈積作用所形成的潮流砂脊，讓這裡的水深最深不超過 50 公尺（平均約 30~40 公尺），大大降低了離岸風電的開發成本。經濟部能源署將離岸風電開發分為「先示範、次潛力、後區塊」三階段。第一階段（示範風場）位於苗栗竹南外海的海洋風場與彰化芳苑的台電一期風場，已分別於 2019 與 2021 年完成併網。2018 年底開始的第二階段（潛力場址），能源署透過躉購電價吸引投資，並提出國產化 (localisation) 的評選要求。目前已完成全部陸地建設，部分已完成併網商轉，部分海上作業進行中，預計將在 2025 年之前完成併網，提供約 5GW 的離岸風能。第三階段（區塊開發）從 2021 開始啟動，分兩部分辦理，第一部分將在 2026~2035 年間釋出總計 15GW 的裝置容量，得標廠商已完成簽約。第二部分的評選方案已提出，預計會在 2026~2031 年間，透過開發能力評估與競爭性投標的方式釋出另外 9GW 的裝置容量。2032 年後預估仍有 6GW 的離岸風電容量，這部分將視開發情形，國內用電需求與國際技術發展等因素而做後續發展規劃。

相較於國家層級對離岸風能開發的積極作為，以地區為主體的討論，就顯得蒼白而缺乏。既未展現具地方視角的再生能源發展規劃，也無法呈現國家淨零路徑上的地方價值，是現階段主要的研究缺口。本次演講將從空間規劃的觀點，檢視規劃專業面對離岸風電開發的立場與核心價值，並探討國家政策，淨零目標與地方回應間協力共生的各種可能。

以海洋為基礎的二氧化碳移除策略—機會與挑戰

周文臣

國立臺灣海洋大學 海洋環境與生態研究所

摘要

地球表面有超過 70% 的面積被海水所覆蓋，海洋平均深度達 3678 公尺，如此廣大的體積，加上二氧化碳可以透過海氣交換、化學風化和光合作用等過程進入海洋，使海洋儲存了 90% 以上的二氧化碳，成為地球上最大的活躍碳庫。此外，海洋每年吸收了大約 25-30% 人為活動所排放的二氧化碳。如此巨大的碳匯潛力，加上自然存在的碳移除過程，使海洋對大氣二氧化碳濃度變化能夠產生緩衝和調節的作用。因此，瞭解海洋碳匯的潛能以及發展以海洋為基礎的二氧化碳移除技術（意即以人為方法增加海洋碳匯的吸收速率與儲量），是當前積極尋找以自然為本的碳匯解決方案不可或缺的重要一環。臺灣四面環海且土地資源稀缺，更加凸顯其重要性與必要性。本次演講將介紹國際上目前所提出之各項以海洋為基礎的二氧化碳移除科技的基本原理，以及發展的趨勢和面臨的挑戰；同時也將說明臺灣鄰近海域海洋藍碳碳匯的現況及其在我國追求 2050 淨零碳排路徑上可能扮演的角色。

珊瑚礁也是要打掃的：底棲清道夫的重要性

楊松穎

嘉義大學水生生物科學系

摘要

全球珊瑚礁在氣候變化和人類活動的壓力下正在急速的衰弱跟消失；在過去30年，已消失大約50%的造礁珊瑚礁。在全球溫室氣體持續排放下，造成全球異常高溫持續增加。近一期的IPCC報告表明，比起工業化前平均溫上升攝氏1.5度的情況下，珊瑚礁可能會有70-90%消失，在溫度升高攝氏2度的情況下，會有99%的珊瑚礁消失。因此我們迫切需要了解如何促進珊瑚礁的抵抗力和抗擾動能力，來建立成功的保護和管理機制。珊瑚礁需要有豐富的生物多樣性和健康的微生物群落來支持其生態功能，並可以讓珊瑚礁對環境壓力有更高的抵抗力和復原能力。儘管已有許多珊瑚和魚類族群相關的研究及管理方法，但在珊瑚礁生態系中，有許多其他的功能群卻被忽視。棘皮動物門是一個通常被忽略的最大底棲無脊椎動物群之一，對於珊瑚礁功能性研究來說，一直被大多數管理計畫所忽略。海膽對於移除基質的藻類，對開拓底質給珊瑚幼生附著來說是非常重要的功能群。海參對維持一個健康的珊瑚礁底質也是至關重要。大多數種類是沉積食物者，在堅硬基質或軟沙底質上清理有機碎屑。它們清除表面層的有機物和其他底棲生物膜生物，包括矽藻、藍綠藻、真菌和細菌。然而，我們仍然不清楚這些棘皮動物在不同的珊瑚礁區域如何影響基質上的微生物群們。微生物群對珊瑚礁生態系統的健康至關重要。跟土壤微生物一樣，珊瑚礁中的微生物群落的主要基本功能是生化循環，這有助於它們與寄主的營養、防禦和平衡共生。這次我們想討論一些被忽視的底棲生物，它們作為珊瑚礁功能群的重要性，與微生物群落的關係，以及如何促進珊瑚礁健康。

再生能源帶來的機會與挑戰

林桐榮

台灣香草蘭股份有限公司/格園社會企業股份有限公司

摘要

根據能源統計 2021 年的能源自主率約為 2.5%，包含了水力發電、地熱發電及垃圾廢棄物燃燒發電。但是隨著 AI 世代工業、國際綠色供應鏈、及民生需求的增加，電力的穩定供給成為當務之急。然而在國際節能減碳的浪潮下，及地緣政治的現況下，發展自主多元的再生能源成為顯學。但是再生能源卻無法無中生有，國內以需要大規模土地資源的太陽能及風力發電為主，綠氫前期也是以再生能源進行電解水成為氫。風力電廠的陸域場域常造成噪音污染，海上風場場域常造成海洋資源的限制。太陽能光電需要大規模面積，常常又與農漁業爭地，如何妥善利用現有的空間規劃發需求成為當務之急。以俗稱輕木的巴爾莎木(*Ochroma pyramidale*) 為例，有生產快速的優點，每年成長約 8-10 米，有優異的固定二氧化碳的效果，其木材可利用於『航空』、『風力發電葉片』、『隔音建材』、『模型骨架』等用途，若能適當的發展此林業，有助於降低國內二氧化碳排放，並可發展其他材料化學等領域。另外需求大面積的太陽能，可種植需要遮蔭的作物，例如香莢蘭、香菇、蕨類作物等，目前在國內都有成過案例。

地球只有一個，而減碳、綠能及 ESG 成為企業不可或缺的元素，雖會影響部分的生活便利性，但其利大於弊，此乃未來的機會。

當代農業的挑戰

莊文博

國立臺灣大學農藝學系

摘要

現今農業種植模式大都屬於大規模種植單一作物以達到收益最大化。面對病蟲害，大都利用施用化學藥劑來達到有效防治的效果。如何減少化學藥劑的用量以及實施有機栽培為近年來世界各國農業栽培的主流趨勢。這些方法皆需搭配植物本身具有的抗蟲性來達到減量或是有機栽培甚至生態農業的目標。在害物整合管理中，除了化學防治、物理防治(如黏蟲紙、設施栽培等)以及生物防治(如寄生蜂、蘇力菌等)外，種植抗病抗蟲品種也是主要的防治手段。本演講將會著重於如何利用非化學防治來達到有效防治的效果。此外，由於工業時代造成人類活動增加而使得空氣中的二氧化碳逐年增加導致了全球暖化。本演講也會闡述農藝學家該如何面對氣候變遷影響農業生產的挑戰。

氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用目的及方向

鄧仁星

中央氣象署 海象氣候組

摘要

隨著全球暖化造成的極端天氣頻仍，國際間對於京都議定書的減碳目標日趨認同，各國政府亦將如何因應氣候暖化列為施政重點工作之一，如何做好氣候變遷下減緩與調適亦是政府與人民的當務之急。而能源問題一直都是經濟的最重要議題，隨著新興國家的經濟成長及地球暖化的日益嚴重，使得能源問題的整體環境日趨惡化。目前全球正處在能源轉型的關鍵時代，配合聯合國大會“2030年可持續發展議程”的17個可持續發展目標（SDG）中第7項之“提供實惠和潔淨能源”，全世界國家正大力推動再生能源的發展。綠色低碳能源發展將扮演著引領第三次工業革命的關鍵角色，能源不只是推動經濟成長的動力來源，綠色能源發展更是驅動經濟發展的新引擎。

我國在綠能產業中得天獨厚的擁有豐富的太陽能及風能蘊藏量，但由於我國屬島國型態，無外部電網可供電力調度，太陽能與風能發電的不穩定性造成綠能產業發展及能源供給安全的極大挑戰。而太陽能與風能所利用的太陽輻射及邊界層風場與氣象息息相關，也因此，氣象科技與資訊在綠能領域的應用發展至關重要。

從綠能開發與使用的角度來看，氣象資訊的應用可說是貫穿整個生命期及領域，從設計開發、建置營運、電網安全到電力交易及智慧系統，跨金融、工程、電力等領域與一般使用者。從氣象角度而言，包含監測、分析、預報等資訊服務。而在未來因應能源轉型的經濟與社會變化，在脫碳、數字化和分散化的能源市場趨勢，以能源終端使用者為依歸的驅動下，更帶來非常多的氣象應用挑戰與商機。

淨零轉型帶來的機會與挑戰

趙恭岳

國際氣候發展智庫

摘要

淨零轉型的過程是全球的社會、經濟和環境的典範移轉，而這樣的過程也將帶來許多新的機會和挑戰。對於研究者和學生而言，淨零轉型將需要他們發揮創新和解決問題的能力，開發和應用各種低碳或無碳的技術，減少化石燃料的使用，提高能源效率，減少碳排放，並促進綠色經濟的發展。同時，轉型過程中可能會出現技術、政策、市場、社會等方面的不確定性和風險，需要他們具備適應和應變的能力，並與不同領域和利益相關者進行協調和合作。

另外，轉型過程中可能會對一些高碳排放的產業和職業造成衝擊和影響，需要他們考慮如何實現公正轉型，保障勞工、中小企業和弱勢群體的權益，並提供相應的轉型支援和補償。這些都會帶來新的研究與市場的可能性，也讓研究者與學生更有機會找到自己的舞台。

壁報摘要

大陸青海地區中、大規模走向滑移地震之斷層參數研究

Study on the Fault Parameters for the Moderate-to-Large Strike-Slip Earthquakes in Qinghai, China

邱亦璿、郭書育、黃瑞德、林瓊瑤、林采儀

中國文化大學地質學系

摘要

本研究利用週期 100 秒表面波(雷利波及洛夫波)的相速走時來評估大陸青海地區 1997 到 2021 年的 $MW \geq 6.9$ 走向滑移地震的斷層破裂參數,並進一步探討這些地震的地震矩(M_0)與破裂長度(L)的相關性。透過震源破裂方向性分析得到這些地震有些是單向破裂,一部分是雙向破裂,且破裂長度隨地震矩增加而增加,在 $M_0 > 1 \times 10^{20}$ Nm, 有 $M_0 \propto L$ 的關係,在 $M_0 < 1 \times 10^{20}$ Nm, 則有 $M_0 \propto L^3$ 的關係,可能的原因是這幾個地震的破裂寬度(W)差不多,對大的 M_0 地震而言,因為 $L \gg W$ 導致 L 在評估 M_0 就相對重要,而造成 $M_0 \propto L$; 而對小的 M_0 地震而言, $L \approx W$ 導致 L 和 W 在評估 M_0 就同樣重要,而造成 $M_0 \propto L^3$ 。

利三階段逆推探討 2021 年 10 月 24 日宜蘭 M_L 6.5 地震的破裂特徵

**Examining the Rupture Features of the 2021 M_L 6.5 ILan
Earthquake, Taiwan, by a Three-Stage Inversion**

古家語、黃瑞德、林瓊瑤、林采儀

中國文化大學地質學系

摘要

研究利用包含遠場 P 波逆推、非負解時間域解迴旋探討以及有限斷層震源模型的三階段逆推來探討 2021 年 10 月 24 日宜蘭 M_L 6.5 地震的破裂特徵。首先，以遠場 P 波逆推得到此地震的深度為 67 公里、地震矩為 1.70×10^{18} Nm 和震源機制解 $62^\circ / 19^\circ / 114^\circ$ 和 $187^\circ / 79^\circ / 75^\circ$ (strike/dip/slip)；其次，以非負解時間域解迴旋得到隨測站方位變化的震源時間函數，再輔以破裂方向性分析得到此地震斷層面為 $62^\circ / 19^\circ / 114^\circ$ ，破裂速度 4.58 km/s，破裂長度約 21 公里，破裂方向約北偏東 107° ；最後，由震源時間函數進行有限斷模型分析，獲得了斷層面上的滑移分布圖，可看出此地震主要是由三個子破裂所形成的，地震歷時約 4-5 秒，而破裂過程的時間切片更明確顯示破裂過程，這些破裂都是由西朝東破裂，也就是朝遠離台灣方向破裂，減低了對台灣的危害。

2021 年台灣壽豐地震序列 $M_L < 4.0$ 震源歷時與地震矩之關係研究
Relationship between Source Duration and Seismic Moment for the
2021 Shoufeng (Taiwan) Earthquake Sequence with $M_L < 4.0$

楊珈瑜、戴子甄、王泓尹、黃瑞德、林瓊瑤、林采儀

中國文化大學地質學系

摘要

先前的研究觀測到 2022 年花蓮壽豐地震序列 $M_L < 4.0$ 地震的 E_S/M_0 和 M_0 近乎正比(E_S 是地震能量, M_0 是地震矩)(Hwang et al., 2022)。就理論而言, 當 $T =$ 定值, 則 E_S/M_0 會與 M_0 成正比(T 是震源歷時), 則 E_S/M_0 會與 M_0/T^3 成正比, 但仍缺乏觀測上的佐證, 因此本研究嘗試調查壽豐地震序列 $M_L < 4.0$ 地震的 T 與 M_0 的關係。首先, 以頻率一波數積分法計算合成 P 波, 並與觀測 P 波比對以求得震源歷時。結果顯示 $\log T \propto 0.06 \log M_0$, 這表示 T 與 M_0 呈現弱相關, 可將 T 視為與 M_0 無關, 平均歷時約 0.168 秒, 因此, 從觀測上, 本研究的結果印證了 E_S/M_0 與 M_0 成正比。除此之外, 由於 2022 年壽豐地震序列 $M_L < 4.0$ 地震的歷時趨於定值, 並不符合震源自相似性。

以微地動訊號分析大屯火山群之地下構造

侯上喻、高偉宸、曾佳漢

中國文化大學地質學系

摘要

山腳斷層為地礦中心公布之活動斷層，且通過台灣北部重要都會區，具有嚴重的威脅。但山腳斷層在大屯火山群中的大部份區域中無法確定其確切的位置，因此本研究以大屯火山群為研究區域，以微地動訊號分析當地地下構造，目標為尋找山腳斷層北段可能的地表與地下空間分布。

本研究選擇以微地動訊號為分析資料，由於強地動監測相對於微地動有其限制，包括地震發生時間、測站設置等，因此在本區域使用微地動訊號較為適合。在本研究中，藉由分析其頻散曲線，再通過對比其他現有的地質調查資料比較不同地層材料間震波通過的速度差異，以藉此推測山腳斷層的地下位置。本研究將寬頻地震儀設置於山腳斷層推測經過的區域，分析震波在不同地質材料的速率及比對當地岩芯。目前我們找出地層材料間顆粒度差異能夠明顯的反映在微地動震波傳遞速率上，該成果在未來判斷斷層地下分布時有很大的幫助。未來將更換不同的區塊進行測量並蒐集更多資料，並期望進一步判斷如斷層位態、長度、地層層序等更詳細的資訊。

應用衛星影像探討龜山島火山活動性

陳文耀

中國文化大學地質學系

摘要

龜山島為歐亞板塊與菲律賓海板塊碰撞而隆起的產物：兩個板塊持續推擠，因為較重的菲律賓海板塊密度較大，每年以 7~8cm 向北的速度隱沒至密度較小的歐亞板塊下方，當隱沒帶的岩石深度到達地殼底部之後，板塊相互摩擦生熱，就使岩石的沉積物熔融成岩漿，產生的岩漿其密度較低而向上浮至地表噴發，同時形成一串弧狀排列的火山，包括龜山島在內的台灣北部火山帶，都是屬於琉球島弧向西延伸出來的火山。

本研究為了觀察龜山島的火山活動性，應用 Sentinel-3 衛星影像監測龜山島周圍海域因為海底火山噴發而改變海水物質的變化，透過海洋與陸地彩色儀器 (Ocean and Land Color Instrument, OLCI)，針對龜山島海域中懸浮物及葉綠素進行濃度解析，期望研究結果可得到龜山島海底火山噴發前、後，影響周圍海域懸浮物多寡及海水中葉綠素的變動，驗證火山活動與海水物質變化之相關性。

坡地運動觀測研究-以北台灣唶哩岸山為例

Observation of slope movement: Case study of the Chilian mountain in northern Taiwan

陳昭愷、曾佳漢

中國文化大學地質學系

摘要

唶哩岸山位於北台灣，屬經濟部地質調查及礦業管理中心公告之山崩與地滑地質敏感區，其地層為木山層。岩層間具頁岩作不透水層，故於頁岩上之塊體易因層間地下水使層間抵抗力降低近而發展成滑動塊體。陽明交通大學陽明校區近乎完全覆蓋唶哩岸山坡面，於台灣世曦工程顧問股份有限公司整治前坡地上滑動最嚴重之三處分別為行政大樓前方、山頂運動場與動物中心前。2001 年九月納莉風災造成校區內山頂運動場邊坡下陷 90 公分，而今在同處相隔不足幾米仍見地表裂縫，須進一步觀測以得知該處是否仍有位移。2018 年二月動物中心前方邊坡發生小規模滑動，與山頂運動場皆屬地表風化層鬆動滑落，但山頂運動場為人工回填整地之回填土，且量體更大。近年孔內傾斜管數據顯示動物中心北方與山頂運動場於 30 至 40 米間有分別為 16 mm 與 33 mm 之位移量，可能屬深層滑動之跡象，須進一步釐清。

本計畫研究方法利用各測站連續性 GPS 資料進行分析，並於現地進行地質調查，繪製本計畫研究地區坡地上之各測站速度場，最終分析其近年位移量以得知本案頗坡地運動狀況。解算方法將 GPS 測站資料利用 RTKLIB 解算後得出各測站座標點位，並算出速度場。

自 2023 年 2 月至 2024 年 2 月解算後之資料可得知唶哩岸山坡面位移保持穩定狀態，但未來長期監測若有極端降雨或地震事件可能會發生顯著位移。由地質觀點切入，經現地調查本處之層面僅少部分區域有見光 (daylight) 之情形，相對更為穩定，此外由於本地區位處背風側，其雨量較低於迎風側，亦可由附近

之降雨觀測站得知，且經工程手段整治地質問題後將本區之地下水位降低增加層間阻抗，亦降低了地層滑動之可能性。

利用氧同位素與地下水位探討北磺溪流域地下水特性

蕭英祺、陳亦德、郭欽慧

中國文化大學地質學系

摘要

本研究的研究區域位於陽明山國家公園內北磺溪上游的鹿角坑溪附近，北磺溪發源於七星山北部，於新北市金山區注入東海。此次研究利用位於上游的鹿角坑溪的三個溫泉觀測井分別為 TB-MW-26、TB-MW-29、TB-MW-30 來探討北磺溪流域地下水特性。

本研究結合地質圖與鑽井岩芯資料的區域地質剖面圖為基礎估算此區域地下水水位的相對高程，本區域地下水位的變化顯示此區域的地下水為非受壓地下水，且無明顯上下游關係。分析比對雨水中與地下水中氧同位素(^{18}O)含量隨時間變化結果顯示此區域從降雨到進入地下水系統所需的時間大約為 4 個月。

桃園市暖季弱綜觀條件下午後強降雨之氣候特徵

陳勇志、曾鴻陽

中國文化大學大氣科學系

摘要

桃園市汛期(5月至11月)期間常受到梅雨鋒面、低壓帶、颱風、午後熱對流等天氣系統影響，這些系統極易引發強降雨。特別是在暖季期間的梅雨季及夏季，在弱綜觀條件下引發的午後對流常導致短時間內降下大量雨量，使防災人員與民眾可準備應對的時間有限，進而導致災情發生。過去已有許多研究對上述天氣系統進行個案分析、探討大氣環境場變化、系統結構特徵、與地形的交互作用、預報因子等。以上成果所對應的空間範圍仍較為廣泛(如北部地區)，然而地方政府對於水災災害防救又可進一步以行政區細分執行，因此本研究以桃園市範圍及其十三個行政區，於暖季弱綜觀條件期間，觀測到的午後對流降水之極短時強降雨(10毫米/十分鐘)事件日及前後各一日，並以歐洲中期天氣預報中心(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF)再分析資料(ECMWF Reanalysis v5, ERA5)之850hPa高度場、比濕及風場。探討該地區之時空分布特徵，及其綜觀環境的配置與變化趨勢，包括季節性變化、梅雨季與夏季的差異，及大氣環流之間的相互關係。

研究結果顯示，總事件數顯示復興區發生極短時強降雨最為頻繁，其次是龍潭區，而八德區則是第三。所有行政區在夏季的極短時強降雨事件頻率均高於梅雨季。分區顯示僅發生於平地地區的極短時強降雨事件頻率普遍高於山區，平地範圍內之沿海地區的事件發生頻率最低。各行政區發生極短時強降雨的各時段之頻率分布，山區與近山區呈現單峰值的特徵，平地地區主要時段集中在13 LST到17 LST前。5月份臺灣東北方的副熱帶太平洋高壓系統持續向東移動，隨著環境風場和水氣分布的變化，相對於事件前後日，事件日當天水氣的明顯增加，

提供了有利於對流發展的環境條件。6 月份雖然事件日副熱帶太平洋高壓有增強趨勢，進一步使巴士海峽地區轉為南風，並且西南氣流將水氣帶入臺灣地區，提供了有利於對流發展的環境條件，隨後副熱帶太平洋高壓持續西進，大氣環境變轉為不利於臺灣西北部地區午後對流的形成與發展。7 月份副熱帶太平洋高壓依事件前一日、事件日與事件後一日逐漸增強，臺灣周邊環境由西南風逐漸轉為南風至東南風影響，整體只有事件後一日的西北部陸地偏乾，另二日則較為潮濕。8 月份環境水氣明顯偏高，副熱帶太平洋高壓位置更偏北方，事件日臺灣較明顯受南風影響。梅雨季的合成環境與 6 月份相似，顯示事件日明顯的水氣偏高，以及巴士海峽地區南風影響，較為有利午後對流的發展，而夏季各期的水氣明顯偏多，但是事件日的巴士海峽仍為南風環境。

暖季期間事件日相較於前一日受副熱帶太平洋高壓增強影響，巴士海峽之環境風場明顯轉為南風，並且臺灣西北部水氣明顯偏高之環境下，較為有利於西北部地區的午後對流發展，隨後一日大氣因副熱帶太平洋高壓持續增強導致環境轉為較為穩定型態而對流較不易發展。