



苗圃計畫
MIAOPU

淨零減碳-在地化減碳增值工作坊



 國立宜蘭大學
National Ilan University NIU



目錄

執行摘要	P. 3
課程操作及教材內容	P.11
專題報導	P.15
實際案例與課後回饋	P.17
其他可輔助課程之資料	P.21

執行 摘要



淨零減碳-在地化減碳加值工作坊【X】



【Day 1】 2025/06/25(三)
09:00-18:00
【Day 2】 2025/06/26(四)
08:00-17:00



宜蘭大學工113
宜蘭市神農路1段1號
宜蘭縣立大同國中

師資團隊



楊汶達
國立宜蘭大學
環境工程學系 助理教授



柯建仲
財團法人中興工程顧問社
深地質研究中心 副主任

Day 1 課表

114年6月25日(三)		
上午		
時間	議程	地點
09:10 – 10:00	淨零減碳議題互動發想	工學院
10:10 – 12:00	在地化減碳方案可行性提案	
12:00 – 13:00	午餐	
下午		
13:00 – 15:00	台灣淨零減碳路徑簡介	工學院
15:10 – 17:00	減碳增加值化經濟模式- 創業式思維模式提案	
17:10 – 18:00	淺談台灣碳封存- 業師主題探討	

1. 從「互動發想」到「實體提案」的層次化教學

具有高度參與感的課程設計，並非單向的知識灌輸。經由互動發想打破學生對減碳議題的冰冷印象，融入可行性提案討論。確保學員在接收知識的第一時間就投入實務思考，將「想」轉化為「行動」，以符合實踐精神。

2. 在地化與全球趨勢的緊密結合

整合「在地化」與「台灣淨零減碳路徑」的關聯性。通過在地化減碳方案討論與「台灣淨零減碳路徑簡介」相互搭配，有助於學生建立並拓展「全球思考，在地行動」視野。

3. 商業模式與創業家思維的導入

不同於傳統純環境科學的課程，此課綱加入了經濟與商管視角，減碳增加值化經濟模式 - 創業式思維模式提案探討，為本課綱的核心靈魂。它將減碳從「企業成本」轉化為價值創造。這能激發並培養訓練學生具備環境素養。

4. 前瞻技術與師生深度對話

以「台灣碳封存」議題為切入點，針對特定前瞻技術的進行專業探討。碳封存 (CCS) 是目前減碳技術中極具挑戰性但也最具潛力的領域。透過業師帶領，讓學生能更能掌握最新產業技術動態，並針對實務執行上進行深度對話。

Day 2 課表

114年6月26日(四)		
上午		
時間	議程	地點
08:10 – 12:00	現地試驗井解說	宜蘭縣立大同國中
12:00 – 13:00	午餐	
下午		
13:10 – 17:00	現地試驗	宜蘭縣立大同國中

1. 在地化地熱能源教學與永續示範

利用宜蘭大同國中作為實地試驗場域的獨特性，結合技術實作進行知識轉移。亮建置地熱試驗井實證場域，將現地試驗與學術研究結合，並將複雜的井下數據轉化為具象的教學教材。通過建立區域性低碳能源示範點，提升地方對於地熱開發的專業認同與科學支持。

2. 現地試驗實作

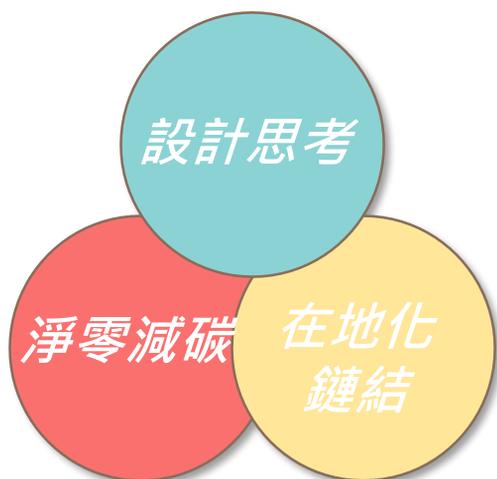
規劃現地試驗將校園轉化為實驗室，將艱澀的書本理論轉化為感官體驗，透過親觸岩心實體與觀測無人機數位數據，建立深層學習記憶。教學上則打破學科藩籬，透過地空整合監測演示，培養學生處理大數據與立體空間的系統思維。這種實作體驗不僅能激發對綠能科技的興趣，更讓學生在守護家鄉環境的過程中，建立深刻的永續能源意識與科學素養。

3. 了解環境影響與永續性

本課程規劃帶領參與學員至大同國中進行現地試驗，核心在於引導學生理解地熱開發必須建立在對應地質條件構造的環境。透過岩心試驗分析比較各式岩心材料的物理性質差異；並利用地下水位監測確保水資源不被過度開採，無人機則提供了環境變遷的宏觀視野。經由此教學模式能讓學生了解，科學開發需精準掌握斷層、岩性與水文動態，才能在追求綠能轉型的同時，守護脆弱的自然地質環境，達到環境保育與能源轉型共贏。

工作坊目標

開設此本工作坊之目標為因應當前淨零碳排趨勢，強化學生對於碳淨零的認識，在碳淨零的潮流之下，如何因應並引導思考淨零減碳及能源轉型過程中所面臨的挑戰，除講授基本課程之外亦搭配現地試驗井觀摩課程，使學生加深了解地熱能源探勘、鑽探現地試驗井之過程，期間亦配合現地試驗井測數據採集，培養學生對於淨零碳排的基礎素養及現地數據採集分析之實作能力。



目標

培養學生對於二氧化碳淨零議題與當前相關趨勢的了解，結合二氧化碳減碳議題實作，讓學生對於該議題有更加深入的認識。

學員人數

修課方式

通過參與實體淨零減碳-在地化減碳增值工作坊，帶領學生結合課堂學理知識與在地化場域進行現地實作，強化學生對於淨零減碳的素養培育。

學員25人
環境工程學系
大一至大三學生



時程規劃

06/25 上午

減碳議題互動發想

&

在地化可行性方案



06/26 上午

現地試驗井解說



STAR

FINIS



06/25 下午

淨零路徑簡介

&

業師分享



06/26 下午

現地試驗



預期效益

淨零減碳—在地化減碳增值工作坊，透過講師與業師的跨領域授課，讓學員掌握從碳淨零路徑到地熱開發的核心技術。在技術實證上，於宜蘭大同國中進行現地試驗，結合無人機探勘與岩心力學分析，將數位監測與地質數據科學化，提升了綠能開發的精準度。

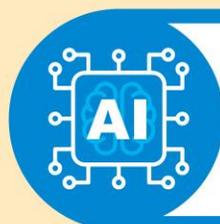
此外，工作坊強化了環境永續意識。透過地下水位監測與入滲試驗實作，學員能直觀理解能源開發與水資源平衡的共生關係。最關鍵的是產學研的深度連結，學員從小組發想到現地調查與實踐，不僅產出了具備可行性的在地化減碳方案，更為台灣儲備了具備實戰能力的綠能轉型人才。

招生文宣

114年宜蘭大學工學院 教育部新工程教育方法實驗與建構計畫 苗圃學生工作坊



開始
報名



MIT教育無人機xAIoT工作坊

主持人：機械系 簡忠漢 老師
活動時間：114/05/23(五)、114/06/23(一)
地點：國立宜蘭大學總區及城南校區
全程參與者可獲得《微學分16小時》或《多元學習認證16小時》
免報名費



活動資訊



淨零減碳-在地化減碳加值工作坊

主持人：環工系 楊汶達 老師
活動時間：114/06/25(三)-114/06/26(四)
地點：國立宜蘭大學及大同國中
全程參與者可獲得《微學分16小時》或《多元學習認證16小時》
免報名費（含戶外教學往返交通）



活動資訊



農村與漁村的设计新思維工作坊

主持人：建研所 郭維倫 老師
活動時間：114/06/21(六)-114/06/22(日)
地點：天送埤（戶外教學）、國立宜蘭大學
全程參與者可獲得《微學分16小時》或《多元學習認證16小時》
免報名費（含戶外教學往返交通）！



活動資訊

各工作坊實際是否報告成功將由工作坊主持人通知



執行摘要



國立宜蘭大學
National Ilan University NTU



NEEMEC
新工程教育方法
實驗與建構計畫



國立宜蘭大學工學院

新工程教育方法實驗與建構計畫

淨零減碳-在地化減碳增值工作坊

活動日期:114.06.25(三)、114.06.26(四) 09:00-18:00

活動地點:宜蘭縣立大同國民中學與宜蘭大學總區工學院

指導單位:國立宜蘭大學教務處、教學發展中心、國立宜蘭大學工學院。

主辦單位:國立宜蘭大學環境工程學系。

聯絡人:環工系楊汶達老師、新工程計畫助理劉方華分機 7428, [mail:fhliu@niu.edu.tw](mailto:fhliu@niu.edu.tw)。

淨零減碳-在地化減碳增值工作坊議程

114年6月25日(三)				
上午				
時間	議程	師資	地點	備註
09:10-10:00	淨零減碳議題互動發想	楊汶達、柯建仲	工學院	
10:10-12:00	在地化減碳方案可行性提案(小組討論形式)	楊汶達、柯建仲	工學院	
12:00-13:00	午餐			便當餐盒
下午				
13:10-15:00	台灣淨零減碳路徑簡介	楊汶達、柯建仲	工學院	
15:10-17:00	減碳增值化經濟模式(小組經營—創業式思維模式提案)	楊汶達、柯建仲	工學院	
17:10-18:00	淺談台灣碳封存—業師主題探討(互動式教學)	楊汶達、柯建仲	工學院	
114年6月26日(四)				
上午				
08:10-12:00	現地試驗井解說	楊汶達、柯建仲	宜蘭縣立大同國民中學	
12:00-13:00	午餐			便當餐盒
下午				
13:10-17:00	現地試驗	楊汶達、柯建仲	宜蘭縣立大同國民中學	

師資規劃

講師/助教	姓名	學校	系所	職稱	專長
講師	柯建仲	財團法人中興工程顧問社	業師	深地質研究中心 副主任	地質試驗、地下水傳輸、地質學、地球化學
講師	楊汶達	國立宜蘭大學	環境工程學系	助理教授	環境水質檢測、淨零工程技術、碳捕捉、碳轉換、環境奈米材料

工作坊 操作 & 教材 內容



課程操作及教材內容

Day1 精彩時刻

01



參與學員合照

02



授課講師介紹

03



課程講授(1)

04



課程講授(2)

05



減碳議題發想(1)

06



減碳議題發想(2)

課程操作及教材內容

Day2 精彩時刻

01



課程講授(1)

02



課程講授(2)

03



小組實作(1)

04



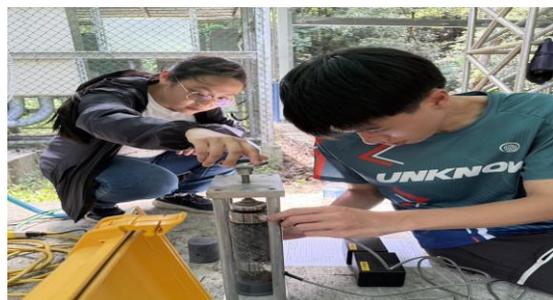
小組實作(2)

05



小組實作(3)

06



小組實作(4)

精彩時刻

1



現地試驗通過岩心靜動彈力測試，以了解岩心材料孔隙、密度等物質條件，同時讓學生實際接觸並了解各式地質材料之差異。

2



親自講述並指引學生操作水位尺，說明該設備用途以及如何清潔保養，皆為試驗分析中極為重要之基礎。

3



通過鑽探採集之記錄展示，使得以認識並同步了解該井位，各深度之岩心紀錄以及該區岩心表徵及其特質。

4



學生通過實際現地進行試驗操作，得以更清楚將學理與實作融會貫通，通過實作及試驗紀錄，更有效強化對於該項試驗之理解。

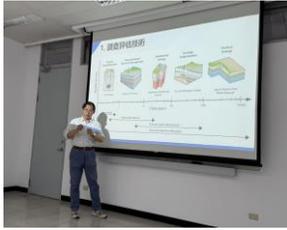
專題 報導



苗圃報導



課程講授



全球邁向 2050 淨零排放的永續目標，綠能開發與碳封存技術已成為當代環境科學的核心。為落實能源轉型並培育跨領域專業人才，於 114 年 6 月 25 日至 26 日舉辦「淨零減碳—在地化減碳增值工作坊」。本次工作坊涵蓋專業理論與實作踏查，由楊汶達老師及中興工程顧問社團隊，帶領參與學生探索碳淨零趨勢、地質探勘調查及地熱能源開發的無限可能。

課程聚焦於「在地化減碳方案」的發想與提案，透過互動引導，鼓勵學員針對台灣在地環境特性提出創新減碳模式。下午則由專業講師介紹台灣淨零減碳路徑，並與業師共同探討減碳增值的經濟模式。特別是在「創業式思維模式提案」環節中，業師分享了實務界如何將綠能技術轉化為商業機會，並深入探討台灣碳封存技術的現況與挑戰，為學員建構了紮實的知識基礎。此外，分組討論環節更是首日的重點亮點。學員在導師指導下，針對特定減碳議題進行激烈的腦力激盪，不僅學習如何撰寫可行性方案，更在跨專業交流中，體會到淨零轉型需要工程、管理與環境生態的多方協作。



小組議題發想

從教室延伸至地熱開發試驗場域-宜蘭大同國中現地踏查與實作，由講師針對現地試驗井進行詳細構造解說，學員們近距離接觸地熱探勘設備。在實作環節中，工作坊規劃了豐富的技術操作課程，包含地質探勘工具應用，詳細介紹井測工具運作原理，並展示如何透過科學儀器判讀地下岩層特性；地下水位與入滲試驗：學員實際操作水位計進行井深量測，並透過入滲試驗掌握地表的透水性，這對於評估地熱開



現地實作

發對當地水文循環的影響至關重要；此外，介紹無人機的應用，包括地貌測繪與熱顯像觀測，展現數位化監測的優勢。為期兩天的工作坊不僅是知識的傳遞，學員們通過從理論上的碳封存路徑，走入實體的地熱試驗井前；從分組議題討論，演變為小組現地調查實作。這種理論與實作的教學模式，讓學員在掌握專業技術的同時，也深刻理解到在地化減碳方案的實際挑戰與社會責任。透過講師與業師的領航，本次工作坊成功地將淨零減碳的種子，深植於每一位未來的綠能人才心中，為台灣的淨零願景貢獻實質力量。

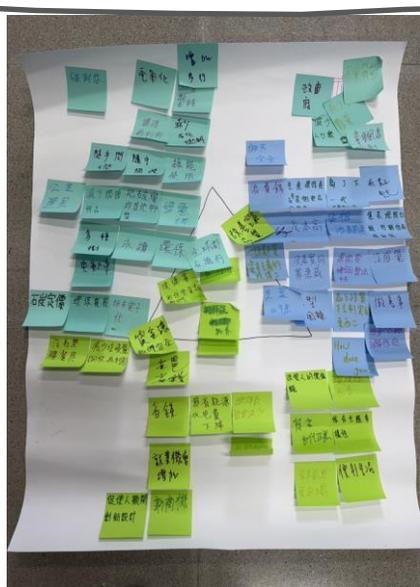
實際 案例 & 課後 回饋



典範案例

淨零減碳議題發想

1



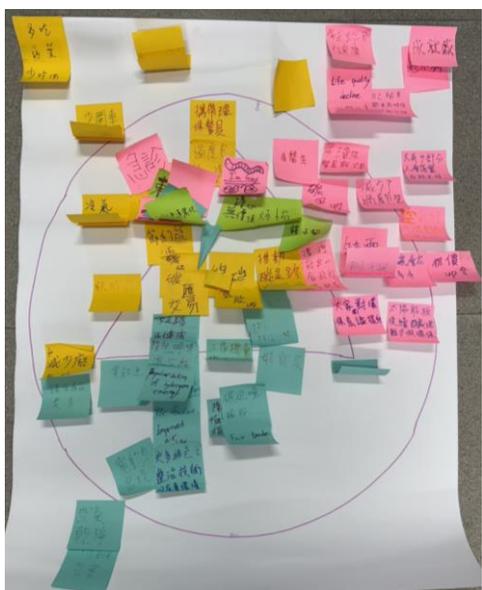
「淨零減碳議題發想」旨在引導學員透過腦力激盪，將抽象概念轉化為在地實踐計畫。學員利用便利貼進行分組討論，針對節能、綠能轉型及環境永續等面向提出多元觀點，並評估方案可行性。此過程不僅強化了團隊合作，更讓學員學會從多維度思考，將地熱開發與校園環境保育結合，建構出兼具科學性與社會共感的減碳藍圖。

2



「淨零減碳議題互動發想」以分組討論與便利貼牆引導學員進行多維度思考。學員針對生活實踐如「減少廚餘」、「多走路」等節能行為進行提案。同時延伸至產業層面，涵蓋「永續建築」、「電動車發展」等綠色經濟模式。此模式成功將抽象的淨零路徑具象化，讓學員可從日常生活與技術創新兩大面向，建構出兼具可行性與社會共感的在地化減碳藍圖。

3



典範案例

現地試驗記錄

這份「岩石靜/動彈試驗紀錄表」是地殼應力與岩石力學分析的關鍵數據來源。紀錄表詳細記載該編號岩心的幾何尺寸與物理量，並包含關鍵的彈性參數以及剪力模數 (Shear Modulus) 紀錄。這些數據不僅用於評估岩石在受壓時的應變行為，更是地熱井鑽探安全評估與地下結構建模的核心依據，確保能源開發建立在科學實證的地質數據基礎之上。

1

Handwritten rock test record form with detailed data and calculations. The form includes fields for test number, hole number, depth, rock type, dimensions, and various physical parameters like shear modulus and Poisson's ratio. It also has a section for test results and a signature line.

2

Handwritten rock test record form with detailed data and calculations. The form includes fields for test number, hole number, depth, rock type, dimensions, and various physical parameters like shear modulus and Poisson's ratio. It also has a section for test results and a signature line.

3

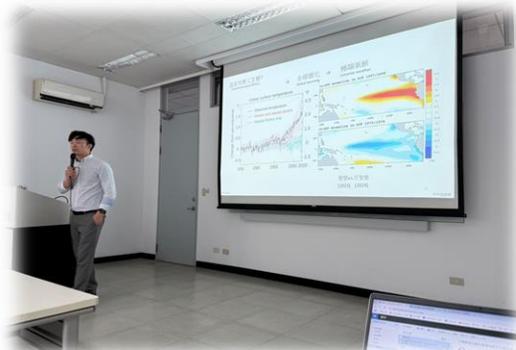
Handwritten rock test record form with detailed data and calculations. The form includes fields for test number, hole number, depth, rock type, dimensions, and various physical parameters like shear modulus and Poisson's ratio. It also has a section for test results and a signature line.

此外，亦進行宜蘭大同站土壤水文特性的評估。紀錄表詳列試驗地點、座標及井中水位高度等關鍵參數，為量化土壤的入滲率與質地參數。透過每分鐘紀錄水位變化，直到穩定為止，該數據能精準評估地表水補給地下水層的效率。這對於規劃地熱開發後的尾水回注、預防地層下陷，以及確保環境地質永續發展有重要的科學意義。

學生心得

本次參加「淨零減碳工作坊」的經驗，讓我對淨零碳排的概念與實務應用有更全面且清楚的認識。課程中說明全球氣候變遷的現況，說明淨零碳排的定義、國際趨勢與我國相關政策方向，讓我了解到推動淨零不只是環保議題，更進一步與產業競爭力及永續發展密切相關。講師也透過實際案例，說明企業如何盤查碳排放、設定減碳目標，並結合能源轉型、節能改善及碳管理策略，逐步邁向淨零目標。透過分組討論與交流，我也學習到不同領域在減碳行動上的思維與挑戰。

整體而言，本次工作坊不僅提升我對淨零碳排的認知，也啟發我思考未來如何在自身工作與生活中落實減碳行動，為永續發展盡一份心力。 — 張同學/環工系/大三



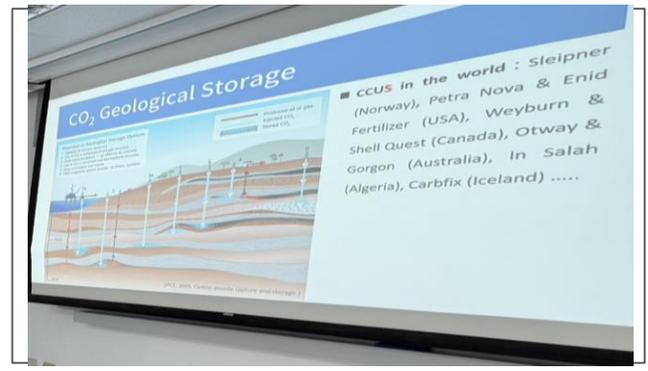
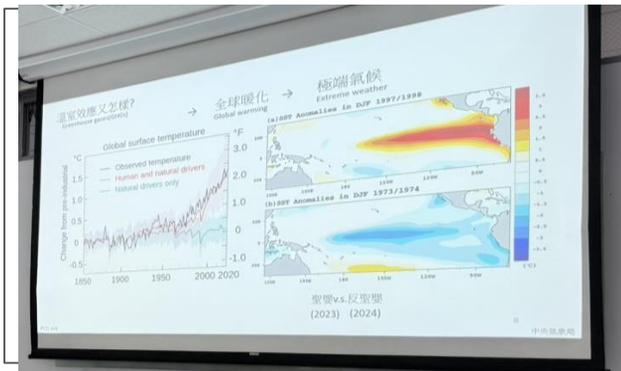
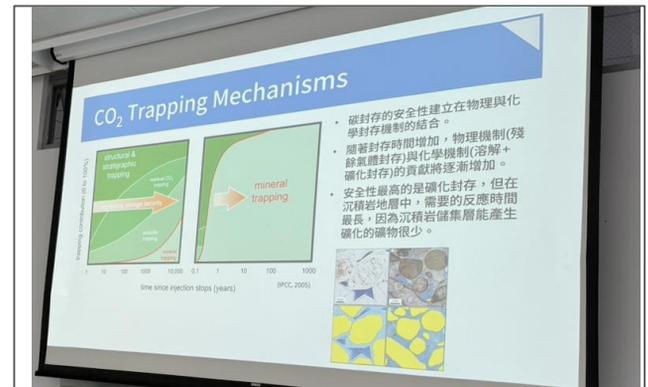
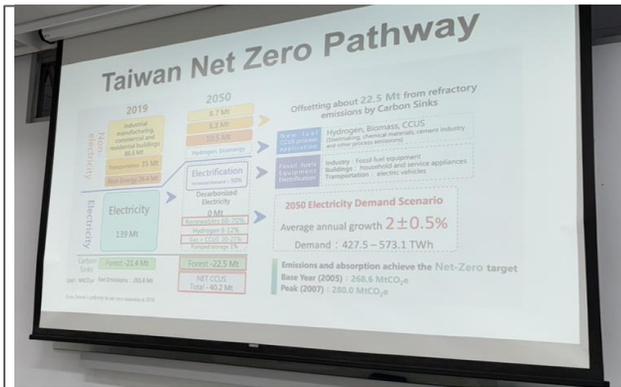
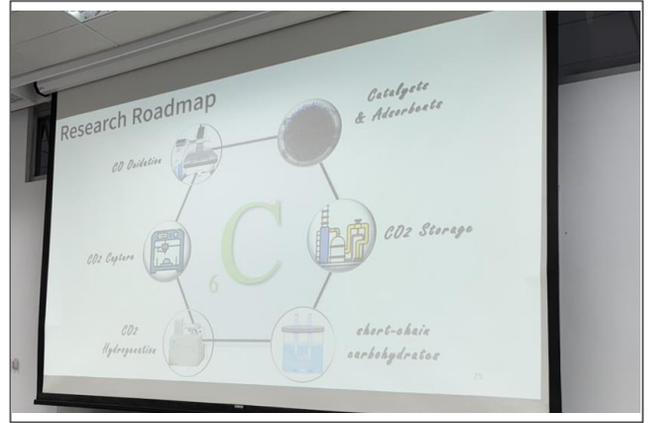
此次工作坊讓我可以系統性認識淨零碳排。過去對淨零的理解多停留在新聞層面，透過課程說明，逐漸了解淨零碳排的定義和原因，以及對於社會與環境的重要性。課程中的通過小組議題發想活動，引導我們從日常生活與校園情境發想，思考哪些行為可能造成碳排放，以及有哪些具體方式可以嘗試減碳，讓原本抽象的概念變得更貼近生活。第二天的課程結合了現地試驗與實作，讓我更能了解推動淨零並非一蹴可幾。整體而言，這次工作坊不僅幫助建立淨零碳排的基礎概念，也啟發我思考在日常生活中實踐減碳行動，為永續發展盡一份心力。 — 黃同學/環工系/大一

這次的工作坊中，認識減碳與永續發展之間的關聯。透過減碳議題發想引導我們思考，讓原本較為抽象的淨零概念逐漸具體化。現地試驗中，操作地下水井水位量測的實作，了解地下水資源在環境的重要性。講師針對地熱井說明地熱資源的特性與應用潛力，讓我認識再生能源有多元發展方向。此外，地質場勘工具的介紹與操作，使我體會到地質調查在能源開發與環境保護中的基礎角色。整體而言，此次工作坊結合理論說明與現地實作，不僅拓展我對淨零減碳的認識，也讓我了解科學觀測在永續議題中的實際應用，對未來相關學習有啟發意義。 — 黃同學/環工系/大一

其他 可輔助 工作坊 資料

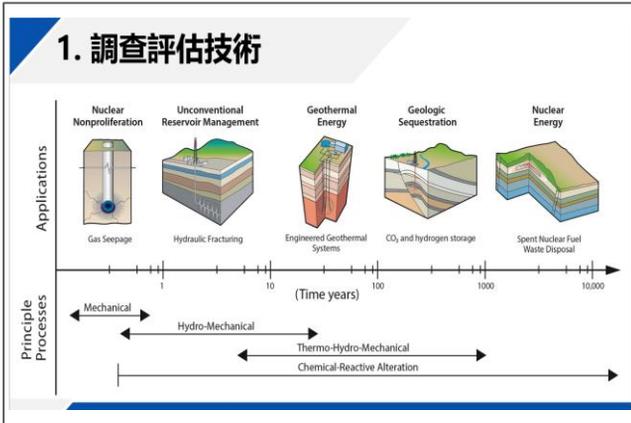


教材

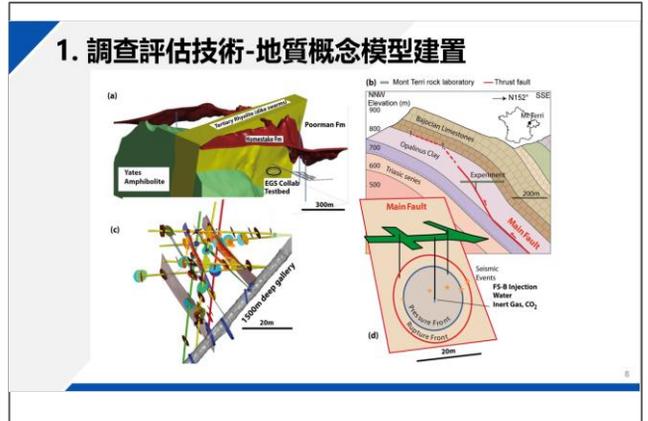


教材

1. 調查評估技術



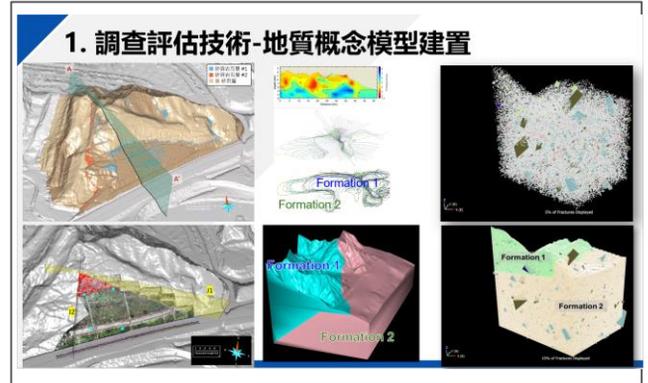
1. 調查評估技術-地質概念模型建置



岩體環境都會一樣嗎?



1. 調查評估技術-地質概念模型建置



孔內井測調查設備清單

項目	溫度	井徑	自然電位	震動計	傾斜計	孔內攝影	流速儀	含沙計	地化分析	光電分析	中子井測
一般岩性	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
火山岩地層	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
蒸發岩地層	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
礦物鑑定	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
礦物鑑定	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
岩相	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
裂隙辨識	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
裂隙辨識	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
裂隙辨識	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
地質化學	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
有機物分析	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
孔隙率	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
滲透率	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
岩石物理	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
岩石物理	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
岩石物理	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
岩石物理	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
震測	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
震測	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

孔內井測調查設備



教材

無人機



無人機在地質探勘中，透過搭載高解析鏡頭與 LiDAR，可快速產出 3D 地形建模與斷層掃描，克服地形阻隔並精準定位井位。結合熱顯像技術，偵測地表異常熱點，輔助判斷地下熱儲分佈，並於施工過程中全程監測邊坡穩定與環境變遷，提供即時、低風險且全方位的探勘數據整合。

井測探勘設備

井測探勘透過感測儀器下井量測岩層的電阻、放射性及孔隙率。其用途在於精準判讀地下熱儲層的具體位置、岩性特徵及裂隙情況。這能協助工程團隊驗證鑽探成果，優化完井設計，並為熱能產能評估提供關鍵的地質參數，是確保地質探勘精準度的核心工具。



岩心靜/動彈試驗模組



岩心靜動彈試驗是評估地熱開發安全性的核心技術。靜態試驗以壓力測試獲取彈性模數，判斷井壁結構穩定性；動態試驗則利用超音波推算力學性質，藉此模擬岩層在熱漲冷縮下的耐受力。通過此兩項數據能優化注水壓力設計，在確保不引發誘發性地震的前提下，精準提升熱能交換效率，落實環境地質保護。

地下水入滲試驗器材



地下水入滲試驗旨在評估地表水補給地層的能力。用途在於量化入滲率，協助預測抽水後的地下水位變動，確保開發不致引發地層下陷，用於優化回注設計以維持熱能循環，是兼顧能源開發與水資源平衡的核心監測項目。

教材

岩石靜/動彈試驗紀錄表

D-GC-17006-003

版次：1.3

1. (1)試驗編號:	壓力環或 指示儀讀數	應變(10^{-6})			
		加壓		解壓	
2. 孔 號:		軸向	側向	軸向	側向
3. 深 度:					
4. 岩 性:					
5. (2)直徑(cm):					
(3)高度(cm):					
(4)重 量(g):					
6. 濕岩+皿重(g):					
乾岩+皿重(g):					
皿 重(g):					
(皿號):					
7. K,應力:					
K,應變:					
8. 破壞荷重讀數(0):					
9. 破壞模式:					
βc (度):					
10. 修正:E 值,包生比,表別(0:無格 1:有格)					
(5) $T_p(\times 10^{-6}\text{sec})$:					
(6) $T_s(\times 10^{-6}\text{sec})$:					
試驗後試體描述					
如為自動記讀，檔案名稱：					
備註 1. 動彈試驗鍵入順序為(1)~(6)成一行，(1)須以' '括之)					
2. 破壞荷重讀數為 0 時，程式以最大值為之。					
靜彈—執行程式：EMU(中文版)/EMUE(英文版) 動彈—執行程式：ULTRA					
計畫編號(名稱):		試驗者:		日期:	
財團法人中興工程顧問社 大地工程研究中心		岩石靜/動彈試驗記錄表			

關鍵字

#淨零減碳

#在地化

#能源轉型

#環境地質

#地熱

影片連結

影片Youtube頻道連結短網址及QR Code

影片連結短網址: <https://youtu.be/pJLapXWnD0Q>





淨零減碳-在地化減碳增值工作坊【X】

師資團隊：楊汶達、柯建仲

發行時間：2025年12月



歡迎使用，請註明出處

design-thinking.tw

以創用CC 姓名標示-非商業
性-相同方式分享3.0 台灣
0 授權條款釋出

