

成果報告

教育部教學實踐研究計畫成果報告 Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number : PMS1110084

學門專案分類/Division : 數理

執行期間/Funding Period : 2022.08.01 – 2023.07.31

地質教中學

(石油地質學 / 海洋地質與能源概論 / 古生物與碳酸鹽岩石學)

計畫主持人(Principal Investigator) : 張英如

協同主持人(Co-Principal Investigator) :

執行機構及系所(Institution/Department/Program) : 國立臺灣海洋大學 /
地球科學研究所

成果報告公開日期 :

立即公開 延後公開(統一於 2025 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date) : 2023 / 9 /20

地質教中學

一. 本文 Content (3-15 頁)

計畫創新性或延續性價值

前一年執行的教學實踐研究計畫是「地質做中學」，強調教學應走出教室利用實做考察有助於學生的理解。有鑑於學生對於野外考察給予正面的回饋，故本計畫延續此概念，強化更多的野外做中學，而教師教學加入了「協同教學」的概念，邀請學有專精更有經驗的前輩融入課程中，共同進行備課、觀課、議課、實地野外考察等多元專業交流，從準備課程教材到教學觀摩，使教學行為內化成為自己的教學技巧，提升教師自身專業知能，強化教師的教學能量，一方面改變教學現場，讓學習延伸到戶外，「讓學生在做中學」，二方面透過協同教學，「讓教師在教中學」，雙方共同深化學習成效為本計畫之宗旨。

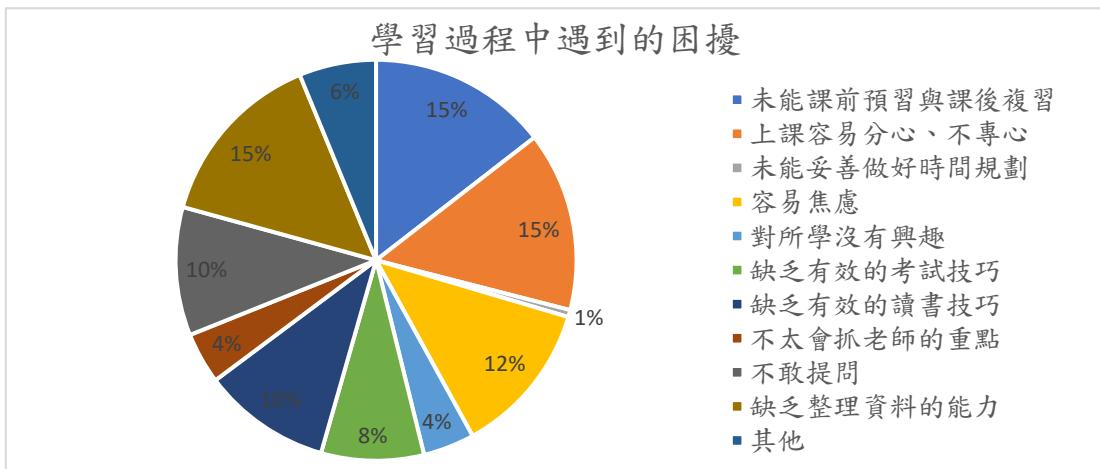
1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

本研究之發想來自學生的學習困難(圖一)以及目前執行計畫的反思，地質學是研究地球的科學，所有知識都蘊藏在大自然之中，特別是臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊碰撞聚合帶，屬於全球地殼變動最劇烈的環太平洋火山地震帶，孕育著各個時期地質演化的歷程，造就一系列多元又複雜的地質構造是座渾然天成的地質教室，這樣豐富的地質構造以及相應的特殊岩礦組合，很難在課堂上完整闡述清楚。法國地質學者安朔葉 (Jacques Angelier) 教授曾說過：「地質不在教科書上，用腳走過才歷歷在目」，大自然猶如一本記錄從古自今的書籍，地層即為一頁頁的書頁等待大家去閱讀，印證了學習不該侷限於教室，所謂眼見為憑，若能將學習地點擴展至野外，親臨現場則更能體會大自然的鬼斧神工，在野外透過觀察、測量與繪圖，在實做中進行學習，學生必須要知道才能做到，即「做中學」的概念建構知識，有助於理解自己生長的這片土地之獨特性及伴隨之地質作用，進而衍生對土地之認同感。

野外調查工作考驗著老師的野外經驗，臺灣具有教育意義的地質考察點非常多，申請人未必到訪過，即使知道了地理上的位置，不見得能完整詮釋其地質意義，具有特殊意義的地質構造得靠有經驗的前輩帶領才能看到，即使同樣的地質考察點，不同專業領域的學者，亦可能會有不同的觀點，在教學現場體認到自己的不足，亦領悟到教學需要持續精進與成長，不斷從學生上課反應、回饋意見、評量結果、自我覺察對話中，反思及修正教學方式，幫助教師成長。

本計畫延續目前執行之教學研究計畫，主張教學應該走出教室親臨現場，更加入了「協同教學」的概念，邀請學有專精更有經驗的前輩融入課程中，共同進行備課、研發課程教材、教學觀摩、實地野外考察、安排專題講座、參加工作坊、行動研究分享教學回饋之多元專業發展活動，從準備課程教材到教學觀摩修正教學方式，提升自身專業知能，強化教師的教學能量，砌磋交流中，教師可更精確的檢視、省思自己的教學方法與內容，有效提升教學品質和學生的學習成效，透過有系統的「知道、探究、試驗、建立、決定」專業成長流程，改善教學上的缺失，使教學行為內化成為自己的教學技巧，讓教學技術更精化，達成精緻化教學的目標，同時改變教學現場，讓學習延伸到戶外，不僅讓學生在做中學，教師亦在教中學，雙方共同深化學習成效為本計畫之目的。

研究之重要性：教師共同備課、觀課與集體議課的實踐結果多為正向論述，然而，入學考試制度及成績導向使得臺灣教育體制仍以傳統講述教學為主，較少關注教師省思程度和討論的內容，而教學專業成長效益是很需要從教師討論內容進行省思和組織，除了關注學生的學習成效，亦從教師的角度內化和深化教學專業，探討教學專業成長的實證效益，對於教師協同合作專業成長及教育改革都有其重要的參考價值。



圖一、學生學習困難分析。

2. 文獻探討 Literature Review

教育家杜威(John Dewey)於 1938 年出版的「經驗和教育」(Experience and Education)，為現代「體驗學習」理論之起源。杜威認為人類運用觸覺、視覺、聽覺等感官所獲取的事物都是經驗的材料，透過多元感官接收各項資訊，感受操作過程與環境的直觀經驗，進而促進大腦資訊統整(Dewey, 1938)，杜威主張的「做中學」(learning by doing)與「動手做」(hands-on)教學策略廣泛運用於不同學習場域且對學習動機(Goodman, Freeburg, Rasmussen, and Di, 2006)、學習成效(Hearns, Miller, and Nelson, 2010)、理解(Gerstner and Bogner, 2010)、解決問題(鄭禎信, 2006)、創造力(李賢哲, 2001; 林智皓, 2007)都具有正面影響，對學習障礙的學生也十分有幫助(Rother et al., 2010)，亦能應用於地球科學的野外課程中。

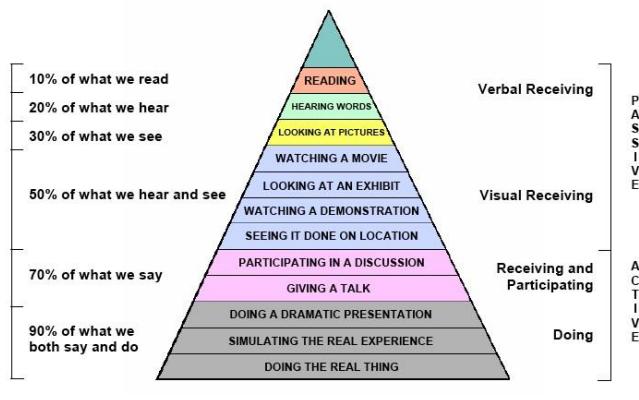
地質學(Earth Systems Science)是以「地球行星」為主要架構的科學(Mayer, 1992)，人類生活於地球上，因此，地球科學和人類有密不可分的關係，學習地質學或地球科學，教科書並非唯一的教材，而教學場址也不該侷限於教室，應廣泛利用自然界的教學資源，讓學生以最直接的方式獲得地質知識，因此帶領學生投入大自然裡學習是必要的(李春生與陳培源, 1987)。李春生與陳培源(1987)、魏國彥(1979, 2018)皆認為地質學具有四個獨特性：

- (1) 自然界的地質作用全在開放系統下運作，其變數多元且繁複。
- (2) 從廣義及終極目地而言是歷史的科學。
- (3) 研究的範圍，在空間上可從極大到極小，重視推理的「正確性」遠勝於其「精確性」。
- (4) 重視實用性，關心人類居住的環境及資源的利用。

野外觀測為地質學研究的起點，亦是獲得地質知識最基本的方法，野外地質調查的目的和動機包括一般學理上、科學上的研究以及應用層面上的探討，這樣的野外觀測獲得知識和進行學術上的研究，符合 Dale(1946)提出「經驗錐」(Cone of Experience)理論(圖二)，指出人們從實際操作、現地參觀之「實做」最容易進行學習，其次是影音、多媒體、圖像視覺之傳播，最後才是抽象的文字和口語陳述所提供的學習經驗，而野外地質調查相當於「有目的的直接經驗」層次，屬於最具體的學習經驗(楊榮祥, 1985；李春生與陳培源, 1987)。

在美國提倡戶外教育學家 Hammerman 曾在「Teaching in the Outdoors」一書中指出戶外教育的重要性包括(周儒和呂建政譯, 1999)：

- (1) 增進師生關係的發展：在戶外環境中，有別於教室的有限空間限制，學生能夠看見教師自然的一面，教師亦能在自然環境中去瞭解學生、親近學生，這樣的瞭解與互動，是在傳統教學環境中是不易見的，有助於建立良好的師生關係。
- (2) 教學時間不受限制：在戶外環境中，教師與學生們有較長且較完整的時間進行教學，不會受到上下課鐘聲、更換教室、教室施工等因素的影響，提供學生密集、廣泛且直接的研討學習環境。



Edgar Dale, *Audio-Visual Methods in Teaching* (3rd Edition), Holt, Rinehart, and Winston (1969).

圖二、Dale 的「經驗塔」(Dale, 1946)。

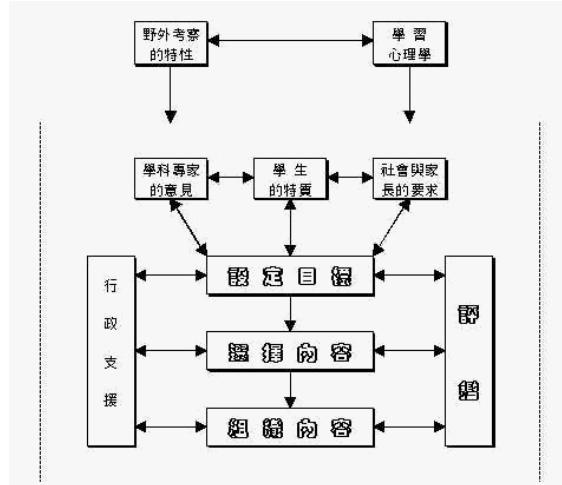
(圖片來源:<http://edu-exam-note.blogspot.com/2012/03/edgar-dale.html>)

- (3) 透過解決問題來進行教學：在野外設計問題達成學習目標，學生無論是個人或小組，透過觀察、蒐集資料、執行、修正調整、再次執行，反覆進行直到達成目標。在野外透過解決問題的過程，養成獨立思考，非一昧依賴教師的學習。
- (4) 探索的喜悅：戶外環境能提供學生享受探索和體驗的樂趣，這些喜悅是在教室環境中難以達成的。
- (5) 瞭解書中的資訊：當學生在戶外經由自己觀察所發現的事物(沉積構造、化石...)，學生的印象會比較深刻，亦會更有興趣想知道「書上寫了些什麼？」這樣學習動機激發學生自發性的去查閱更多的相關資訊，有助於啟發學習興趣。

由此可知，學生透過與自然融合去觸摸、觀察、感覺等方式學習，有助於增進學生對整個環境的瞭解。周家祥(1994)修改 Tyler 的課程設計模式，特別著重「野外考察的特性」及「學習心理學」二部份(圖三)，而學習心理學也是訂定教育目標時不可忽略的因素。陳文山(2015)之「臺灣地質科學教育之現況與隱憂」提及全球暖化造成地球環境變遷導致地質災害頻繁，政府與民間機構極須具備有實務經驗的地質學家，透過戶外環境所提供的學習經驗可以提供完整脈絡的學習，培養學生用宏觀的角度理解科學，順應野外地質調查的教育目標，使學習變得有意義、更有趣，以達到「理論」與「實務」結合的目的，亦突顯野外地質考察在地質教育的價值。

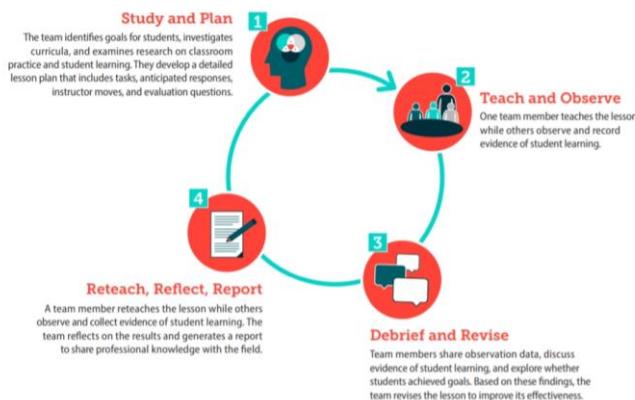
教師協同教學合作不僅能改善學生學習成效，也對教師專業成長有所幫助，促進教師教學專業成長亦是學校師資培育的重要實務。授業研究 (lesson study) 是專業提升與自我成長的一種方法，透過協同合作及持續性課程觀察、討論、修正的循環中，建立積極有成效的專業發展改善方法，主要可分四個階段進行:(1)確立目標、研究及規劃; (2) 教學觀察; (3) 報告、討論、修正; (4) 反思與成長(圖四)。

授業研究有三個重要歷程，亦即教師共同備課、觀課及教學後的集體議課討論，觀課時教師充分描述、分析學生表現;議課時分享記錄，提出個人省思觀點 (Lewis and Hurd, 2011; Zepeda, 2012)，許多研究已經證實教師共同備課、公開觀課與集體議課為改善教師教學品質與提升學生學習成效的方法 (Groves and Doig, 2010; Kadroon and Inprasitha, 2013; Lewis, 2002; Lim, Lee, Saito, and Haron, 2011; Ono and Ferreira, 2010)。Tenenberg (2016) 發現藉由教學者的情境對照自己的教學經驗，也以自己的教學情境發展出自己的解決策略，彼此再相互分享自己的觀點，Lieberman 等人 (2017) 認為教師是知識的流通者，若能被引導分享自己的教學理念，對知識成長相當有幫助。本研究以教師協同教學合作探究的理念，是關注學生學習為焦點，因此，不會讓教師有相互評價的知覺，教師若能集體省思，並獲得成果，就可能產生彼此信任的教學文化，這對於臺灣以教師社群推動觀課、議課具有重要參考的價值性。



圖三、周家祥的地球科學考察活動設計模式(周家祥、1994)。

Lesson Study Cycle



圖四、授業研究架構圖。

(圖片來源:Lesson Study - Education Northwest <http://educationnorthwest.org>)

3. 研究問題 Research Question

- (1). 學生對面沉積構造、地質構造及需要空間概念之地質模式較無法透過傳統的在教室口說達到學習效果，特別是臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊碰撞聚合帶是座渾然天成的地質教室，故本研究強調翻轉教室走出戶外進行教學，將教學場域延伸到野外，讓地質知識和自然環境融合為一，利用實際操作進行學習，符合做中學的理念。
- (2). 教師專業表現關乎到學生學習成效，也是實踐合作理念的關鍵要素，野外教學中體認到自己的不足，教學需要不斷精進，故邀請不同專業教師組成教學社群，再以關注學生學習表現為焦點的「協同教學」合作探究理念，進行共備課、觀課與議課，從協同教學合作探究教學面臨的問題，藉由吸收前輩的教學技巧，反思內化教學專業，進而設計出更適合的教學教材和評量方式，達成學生做中學，教師教中學，雙向共同提升教學品質的目的，教學設計與研究方法架構圖如圖五。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

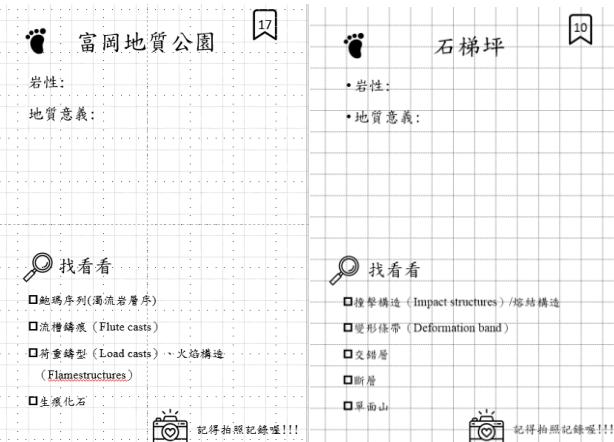
為引發學生之學習動機，將學習與自然環境作連結，增加對自然環境的認識，激發對大自然的喜好，進而培養地質專業能力。課程之翻轉教室之設計包括:課堂時間和課外時間。課堂時間又分為在教室上課的時間和將學習延伸到野外的時間，在教室上課的重點在於傳達基礎知識，為增進師生互動，除了傳統口述教學亦融入了字卡教學、即時搶答、Kahoot 即時學習成效測驗，這部份的即時測驗旨在快速掌握學習成效，即時導正觀念和教學節奏。



圖五、教學設計與研究方法架構圖。

在野外授課則著重在實做和探索中學習，野外考察會先帶同學看標準露頭，告訴同學觀察重點以及地質意義，再讓學生自由觀察、發掘其他沈積構造、特殊構造與化石。每一個考察點都會設定學習目標，學生需要像尋寶般完成任務(圖六)，學生必須充份利用背景知識才會知道如何進行，亦即「要先知道，才能做到」，透過實做將思維精緻化具體化，更有助於知識整合，可有效達到具鑑別性的學習成效測驗。

為了讓學習不被教學時數和教室侷限，本計畫將學習的搖控器交到學生手上，課程中會將重點學習項目、Kahoot 測驗解說及補充教材製作成影片，建立記憶層次的學習，提供學生可反覆學習的機會。認真積極的學生定會主動觀看影片，然而，為了避免學生不拿起搖控器，本課程亦設計考核機制，得以從中瞭解學生之學習狀態。

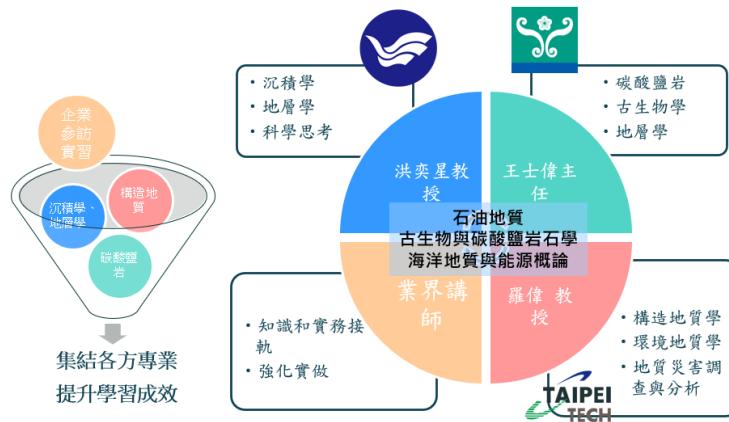


圖六、野外考察設計學習重點。

為提升教師教學能量，執行課程三部曲：課前議課→共備課→觀課→課後議課。協同教學合作探究是以教學實務和學生學習表現為焦點，歷程包括：1.共備課：共備課的目的是為了規劃、實踐與反思最適合學生的課程設計，促進教師間的專業對話。授課教師於授課前針對課程規劃授課單元，確認教學教材與場域，與教學社群教師在共備課中進行討論，並完成備課紀錄表或影像紀錄。2. 觀課：為幫助教師瞭解學生學習歷程與在課程中的學習表現，教師透過充分描述、診斷分析學生的學習表現進行專業回饋、紀錄省思，提升教師的教學能量。3. 課前課後議課：透過說明教學設計理念和授課心得，各觀課教師分享學生具體學習事實，從單元學習目標瞭解學生學習成功或困惑之處，觀察者分享從觀課中學習到的內容，集體省思，針對實際案例進行教法討論，創立適合學生的教材，並提出改進策略，修正教學方針。

本研究遵照此歷程進行，此外，為結合跨領域專業教師，同時又能與業界接軌，申請人與國立臺灣海洋大學退休教師洪奕星教授、自然科學博物館王士偉主任、國立台北科技大學羅偉教授及業界講師共同進行協同教學，上課前各專家學者會針對學習目標進行規劃討論和共備課，課程中輪流擔任教學者，申請人則進行觀課學習，課後再根據學生學習反應進行議

課，由備課、觀課、議課的記錄中持續檢視學生的學習表現，修正和進化教師的教學能力(圖七)。



圖七、教師備課、觀課、議課的運作。

為教導學生分辨知識的正確性並學會善用網路資源，利用經濟部地質調查所的「臺灣地質資料整合查詢」、「土壤液化潛勢查詢系統」等資訊提升學生對於環境的認識。鼓勵學生加入地質屬性的網路社團：「地質知識網絡」(圖八)、「沉積/Sedimentology」，藉由社團發文、交流，提升日常生活中吸收地質知識的管道和頻率，讓學習不僅僅在教室中，亦可透過這樣較為輕鬆的交流方式，結識同好，為學生建立良好的人際關係。



圖八、鼓勵學生追蹤特定科學社團，讓學習延伸到日常生活中。

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

1-1 利用字卡教學建立先備知識(prior knowledge)和學習信心

為了增進和學生之互動，本課程運用圖片、字卡與影片說明，讓課程更生動化也為學生建立先備知識提升信心度。上課過程中發放字卡給學生，學生必須在上課過程中將手上的牌發出來貼到相呼應的主題上並加以解釋(圖九)，課程會從學生的口述內容將知識更深化。



圖九、同學上台講述字卡的過程。

字卡教學可培養學生的邏輯思考與表達能力，也能讓授課老師得知學生的想法，利用字卡問答增加與學生的互動，提升同學的課堂參與度，有助於學生的學習成效，也能解決上課分心的問題。課堂中之互動式教學過程製作成影片(圖十)，提供給學生課後複習和多次學習的機會，讓學習的搖控器掌握到學生手中。



圖十、將字卡教學製作成影片並上字幕，供學生課後複習。

1-2 協同教學

在執行計畫中，深刻感受到一個人的專業和思維是相對侷限的，故在本計畫中藉由協同教學，向跨領域的教師學習，除了自己帶學生出野外，也跟著專家學者出野外(圖十一)，一方面開發新的地質考察點，一方面學習老師們的教學技巧、專業知識和陳述的邏輯。

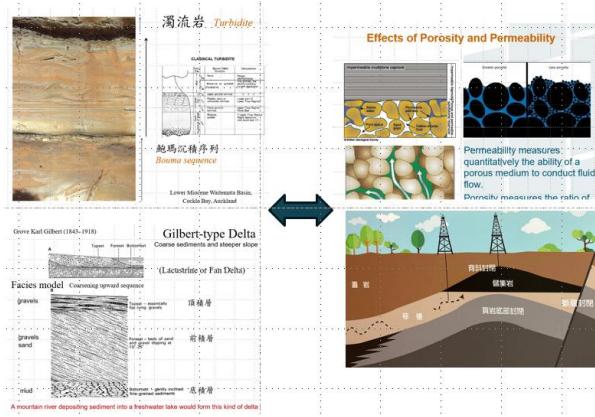
課程開始前，會先針對教學目標規劃課程內容，製作課程學習單(圖十二)，同時也利用LINE交換意見。共備課時，教師之間會交流投影片，將各教師的沉積學、碳酸鹽岩、構造地質等專業知識應用到自己的課程中(圖十三)，讓教學教材更加豐富。為了增進跨領域合作能力，培養學生將理論應用於實務，縮短學用落差的課程內容，本計畫中興工程顧問社的丁禕研究員蒞臨演講(圖十四)，讓學生藉此工程顧問公司之工作現況，幫助學子即早就生涯規劃。



圖十一、跟著資深教師至集集攔河堰和東北角出野外進行觀摩教學。

授課教師:		洪奕呈 ⁽¹⁾	任職學校與機構:	國立臺灣海洋大學 地質科學研究所 ⁽²⁾							
課程名稱:		沉積地層學、地球科學概論	教學領域 ⁽³⁾ :	地質科學、地質學							
教學主題或單元名稱:		科學方法—觀察探究最怕的过程									
教學目標:											
教學重點: 教學重點: 教學重點:	1. 能舉例說明科學方法，能分析其以科學方法運用於研究領域和日常生活中。 2. 能結合創思力和優良公眾演說能力。 3. 適切選題、分類、比較、實驗，能訓練獨立思考的能力。	9:00-17:00 野外工作的前準備工作	7/8(三) 9:00-17:00 野外工作的前準備工作	上半：路橋圖、位移 下半：GIS 整理資料(照片定位) Field move 介紹與展示	羅 健 古佳惠 吳明諭 張英如	自備上課用具：筆電、尺、量角器 自備上課用具：筆電、尺、量角器 自備上課用具：筆電、尺、量角器					
	利用簡單分類和大屯火山觀測資料為學習主軸，引領學生建立科系意識，讓正確的海平面和火口火山為學習主軸，引領學生從事實測資料的分類和問題解 決。			7/9(四) 9:00-17:00	上半：三大火口 下半：路橋圖、位移	吳明諭 張英如	自備上課用具：筆電、尺、量角器				
	1. 能說明臺灣地質調查所調查報告書，例如：臺灣西岸斷裂起義、臺灣東部南迴海岸、因為何原因而形成斷裂帶、基層岩層的變遷、不同溫度、不同深度的 2. 能選擇如何取樣台地？引領學生思考此處地塊為火山階梯地或火山階梯地 3. 选择地點取樣時，要確實掌握對比的依據，如：岩石地層或生物地層。			7/10(五) 9:00-17:00	7. 路橋圖發佈，下午走進去；路橋外工作內容、晚 7. 路橋圖發佈進去一樣，做 8. 路橋地質調查，下午載具需求、午餐 9. 上午：路橋圖進去，標樣本，午餐 10. 上午：路橋圖、回台北	羅 健 吳明諭 張英如	野外工具： 頭盔、地質錐、野餐 自備上課用具：筆電、尺、量角器				
學習重點、易錯的概念:	1. 能說明臺灣地質調查所調查報告書，例如：臺灣西岸斷裂起義、臺灣東部南迴海岸、因為何原因而形成斷裂帶、基層岩層的變遷、不同溫度、不同深度的 2. 能選擇如何取樣台地？引領學生思考此處地塊為火山階梯地或火山階梯地 3. 选择地點取樣時，要確實掌握對比的依據，如：岩石地層或生物地層。	7/11(六) 9:00-17:00 野外地質實習	7/12(日) 9:00-17:00	7. 路橋圖發佈，下午走進去；路橋外工作內容、晚 7. 路橋圖發佈進去一樣，做 8. 路橋地質調查，下午載具需求、午餐 9. 上午：路橋圖進去，標樣本，午餐 10. 上午：路橋圖、回台北	羅 健 吳明諭 張英如	野外工具： 頭盔、地質錐、野餐 自備上課用具：筆電、尺、量角器					
	1. 能說明臺灣地質調查所調查報告書，例如：臺灣西岸斷裂起義、臺灣東部南迴海岸、因為何原因而形成斷裂帶、基層岩層的變遷、不同溫度、不同深度的 2. 能選擇如何取樣台地？引領學生思考此處地塊為火山階梯地或火山階梯地 3. 选择地點取樣時，要確實掌握對比的依據，如：岩石地層或生物地層。			7/13(一) 9:00-17:00	7. 路橋圖發佈，下午走進去；路橋外工作內容、晚 7. 路橋圖發佈進去一樣，做 8. 路橋地質調查，下午載具需求、午餐 9. 上午：路橋圖進去，標樣本，午餐 10. 上午：路橋圖、回台北	羅 健 吳明諭 張英如	野外工具： 頭盔、地質錐、野餐 自備上課用具：筆電、尺、量角器				
	1. 能說明臺灣地質調查所調查報告書，例如：臺灣西岸斷裂起義、臺灣東部南迴海岸、因為何原因而形成斷裂帶、基層岩層的變遷、不同溫度、不同深度的 2. 能選擇如何取樣台地？引領學生思考此處地塊為火山階梯地或火山階梯地 3. 选择地點取樣時，要確實掌握對比的依據，如：岩石地層或生物地層。			7/14(二) 9:00-17:00	7. 路橋圖發佈，下午走進去；路橋外工作內容、晚 7. 路橋圖發佈進去一樣，做 8. 路橋地質調查，下午載具需求、午餐 9. 上午：路橋圖進去，標樣本，午餐 10. 上午：路橋圖、回台北	羅 健 吳明諭 張英如	切舊成直上層 原則學生自己做，有關題提問				
評量方式:	1. 课堂问答讨论；2. 编写书面报告。	7/15(三) 9:00-17:00	7/16(四) 9:00-17:00	7. 路橋圖整理與製作薄片 8. 地質圖整理與製作薄片 9. 地質圖整理與製作薄片 10. 地質圖整理與製作薄片	羅 健 吳明諭 張英如 何慈睿	已完成報告者可先交報 報告內容： 區域實習背景、路線地質圖、露頭描述、岩石薄片、課業心得					
	1. 课堂问答讨论；2. 编写书面报告。			7/17(五) 9:00-17:00	交報告	報告內容： 區域實習背景、路線地質圖、露頭描述、岩石薄片、課業心得					

圖十二、上課前針對學習目標製作教學設計單和課程規劃。



圖十三、共備課時，將資深教師的專業應用到自己的課程中，左圖為洪奕星教授之沉積學教學投影片，右圖本人之石油地質學教學投影片。



圖十四、藉由業界講師演講培養學生將理論應用於實務，縮短學用落差。

課堂中觀課

- 學習教學技能
- 知識的邏輯架構



臺上一分鐘，臺下十年功

野外考察觀課

- 強化知識和實務之連結
- 開發新的考察點



圖十五、本計畫分別在課堂中和野外進行觀課。

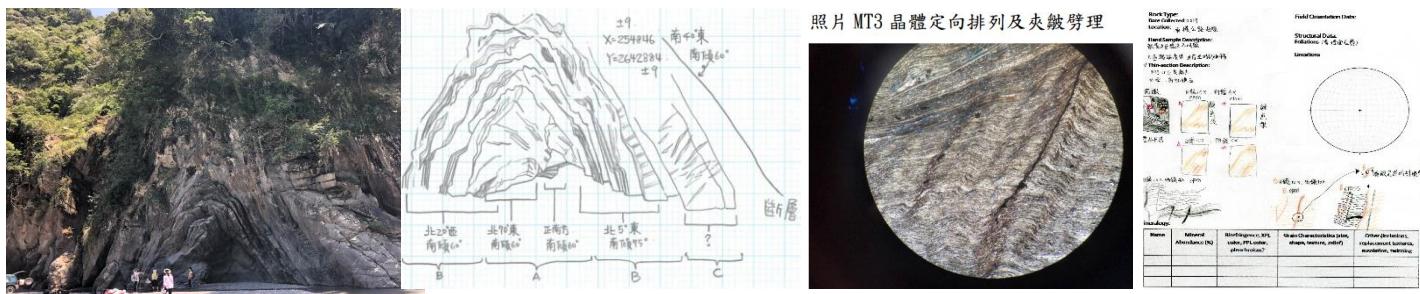
1-3 野外考察和實作課，讓學生從動手做中學習，增加學習成效

地質學是研究地球的科學，學習場域應延伸到野外現場，為了避免學生到野外無所適從，在每一個野外考察點皆會設立觀察目標和學習重點，讓學生有意識的思考正在進行的事，利用任務導向、目標導向的方式，讓學生進行探索學習，在野外尋寶，學生必須真的學會才能完成任務，透過實做評量，同學也能在過程中進行自我學習與同儕組員合作學習(圖十六)，完成目任務的同學也能擔任小老師的角色幫助其他同學，培養學生具備解決問題的能力，學習

從巨觀到微觀的觀察能力和知識彙整能力(圖十七)。



圖十六、學生在野外進行合作學習和尋寶任務，有問題能即時發現、互相協助、即時解決。



圖十七、培養學生從巨觀到微觀的觀察力和實做記錄。

1-4 設計學用相連的課程活動

為了幫助學生將理論應用於實務，提升對產業現況的瞭解，本計畫安排與授課內容相互呼應的參訪活動(圖十八)，透過課堂中扎實的授課內容奠定良好的石油系統知識，學生到中油探採研究所科技展示館參觀臺灣油氣探勘中各單位所扮演的角色和工作內容，讓學生可以貼近實務，理解到自身所學在業界之應用。因應全球淨零碳排議題，在座談會中中油各單位也分享了臺灣目前綠能發展之現況，如：太陽能、地熱與熱門的碳封存議題。在油礦陳列館中，學生可以完整理解臺灣從清朝在河面上發現的油花以及現今開採的過程，介紹中油如何在國外找尋適合的油田，讓學生對油公司的工作內容與能源發展現況都有良好的啟發，提供各項未來就業方向給學生參考，提升進入產業的自我期許，以利將所學應用至實務中。

本計畫為以強化野外和課程的連結，安排學生至出礦坑、明德水庫進行野外考察，瞭解臺灣油氣探勘的起點，也從野外採集樣品回到實驗室做分析，讓學生體驗到石油地球化學之實務評估流程，建立產業界所需之知識和技能(圖十九)。



圖十八、油礦陳列館之油氣開採設備導覽解說。



圖十九、在出礦坑進行野外考察，利用實做評量呼應石油地質的所學知識，建立油氣探勘所需具備的技能。

1-5 建立交流平台

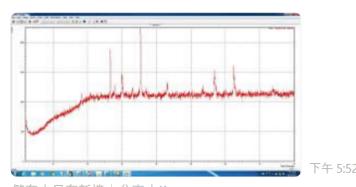
在學生之學習困難調查中顯示，有些同學即使有問題也不敢在課堂上提問，為此本計畫在 LINE 設立課程群組(圖二十)，方便學生有個表達意見的管道，其他同學提出的問題，也有可能是自己的疑問，因此可整合統一答覆。LINE 平台可建立相簿、筆記本，亦可進行小組討論和投票，讓學習不受限於課堂上(圖二十一)。



圖二十、在 LINE 建立群組，提供學生討論、資訊交流的管道。

我覺得演講很棒，很難得可以聽到業界經驗分享～

如果可以會想要了解如果要去國外石油公司工作需要必備的技能（例如：專業知識科目、語言能力條件等）？還有什麼契機可以遇到國外石油公司的空缺或如何安全找尋國外的工作機會？



圖二十一、學生不敢在課堂上說的話，會願意在 LINE 跟教師說，亦能在 LINE 上討論和即時解答問題。

1-6 AR 科技教材的轉助

對於較抽象的地質概念僅用口述較不容易理解，這時可利用 EyeJack AR 教材作為輔助說明，提升科技素養。

在此以頁岩氣的開採方式-水平鑽井、水力壓裂來說明(圖二十二)，頁岩氣是從頁岩層中開採出來的天然氣，主要成分 90%以上是甲烷，由於頁岩孔隙率小、滲透率低，需要藉由激勵生產方能將天然氣順利開採出來，常使用的開採方式為水平鑽井和水力壓裂，以增加接觸表面積和流體的滲透率。



Source: Adapted from *United States Geological Survey factsheet 0113-01* (public domain)

圖二十二、利用 EyeJack AR 輔助教材，幫助學生理解頁岩氣的開採方式，亦提升科技素養。
參考資料來源:水平鑽井、水力壓裂影片: https://www.youtube.com/watch?v=Tudal_4x4F0

1-7 Learning by Teaching

做中學及從教導他人中學習都是屬於高層次之學習，透過這樣的學習方式，知識將被記得更牢，可加深學習記憶。本計畫在課堂中執行能源議題 Learning by Teaching 報告(圖二十三)，讓學生試著當老師，教導同學並回答問題，報告之內容製作成影片，提供學生反覆複習的機會，有疑問之處亦能在影片下之留言區進行討論。



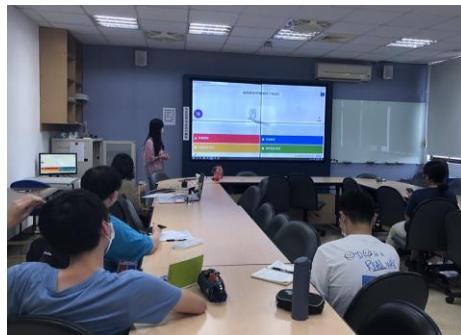
圖二十三、學生針對油砂開採進行 Learning by Teaching。

1-8 學習成效評估

為有效掌握學生學習成效，從中瞭解學生之學習盲點，進而做為教學節奏之調整方針。本計畫之學習成效評估乃根據「知識的深淺」和評估的「即時性」來區分(圖二十四)，當需要快速掌握學習狀況時，則會在完成課程單元後進行 Kahoot 測驗，一方面做為知識的收斂與複習，另一方面，可針對學習盲點或學習困難之處加強說明，以即時釐清觀念、加深記憶點，達到傳遞知識、趣味學習為教學宗旨(圖二十五、圖二十六)。此外，Kahoot 測驗亦能改善學生上課容易分心的問題，提升課程參與度，建立學習信心，增加學習續航力，經由問卷調查有 86% 同學認為 Kahoot 對學習有正面幫助，學生也都表示 Kahoot 很有趣，會很期待 Kahoot 測驗，分析結果也能做為獎勵機制。



圖二十四、本計畫分別在課程前、課程中和課程後進行學習成效評估。



圖二十五、授課現場執行 Kahoot! 之狀況。

Kahoot!

報告

儲集層

摘要 玩家 (6) 題目 (14) 意見回饋

表現超棒！
再玩一次，讓同一組提高自己的得分，或是看着新玩家能否打破本次成績。
再玩一次

71% 正確

實況

2022年11月16日 下午3:45

由 00580103 主持

困難題 (1)

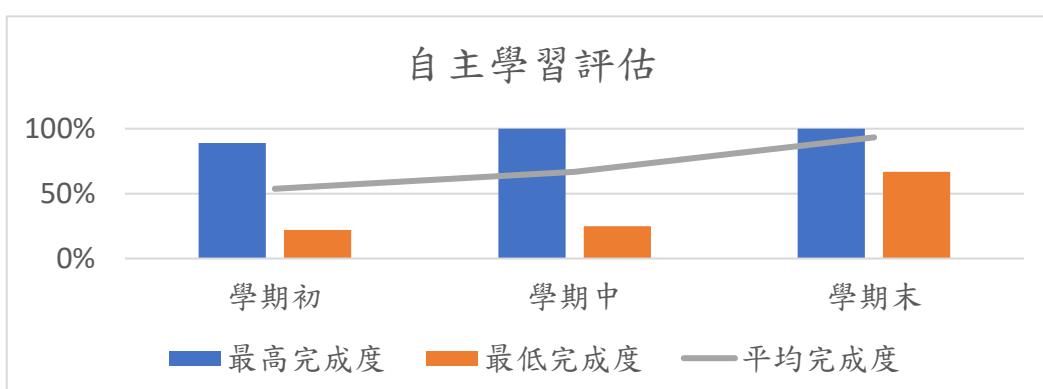
14 - 是非題
下列岩層是否可作為儲集層：同學腳下的珊瑚礁

33% 正確

平均值 2.62 sec

圖二十六、Kahoot! 分析報告可提供學習分析，瞭解整體學習概況，正確率小於 35%之題目會自動匯出，以協助教師瞭解學習盲區，進行補強說明。

為培養學生自主性學習，將學習的搖控器交到學生手中，本計畫利用 TronClass 平台上傳教學教材、參考資料、YouTube 教材連結、開放式資訊等資訊。TronClass 可針對瀏覽次數、頻率、時間、教材完成度、作業繳交狀況等進行評估，由分析結果得知學期初的完成度相對較低，隨著時間拉長，到了學期末平均完成度可達九成(圖二十七)，代表大多數的學生在經由鼓勵、誘導、實作、多元考核等措施下(圖二十八)，學生都願意花時間完成學習進度，顯示這樣的方式有助於激發學生自主性學習。



圖二十七、學生自主學習之學習成效分析。



圖二十八、將重要的地質概念製成影片，供學生反覆複習，落實自主學習。

(2) 教師教學反思

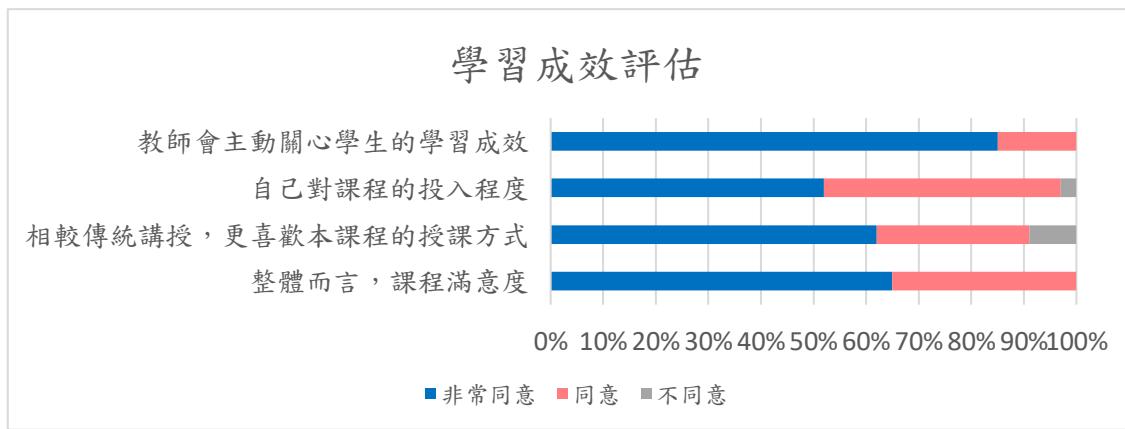
執行地質教中學之初衷是發現自己的不足，體悟到一個人的專業和思維是相對侷限的，結合跨領域不同專業之教師進行共備課，過程中不僅是改善教學現場的問題，激發學生學習興趣，更是教師自我發展很重要的契機，比方說碳酸鹽岩的成因、產狀、過去油氣探勘的露頭考察點，老師們對於知識鋪陳的方式，這些十分仰賴前輩的教導和帶領，亦是書本中無法獲得的寶貴知識和經驗。

為了強化知識與實務的連結，縮短學用差距，今年的計畫也增加了臺灣油氣探勘的重要發源地，帶學生至出礦坑野外考察以及至油礦陳列館參訪，讓學生瞭解臺灣油氣探勘的發展史，並且從中學習油氣評估的流程，在與資深老師的交流過程中才知道，老師當年帶著學生至出礦坑考察，當時的油井還在進行生產，我們因為執行計畫而讓不同世代的知識串連起來，這是執行計畫意外的收穫，我也會帶著老師們的養份繼續往後的教學，讓好的典範和知識傳承下去。

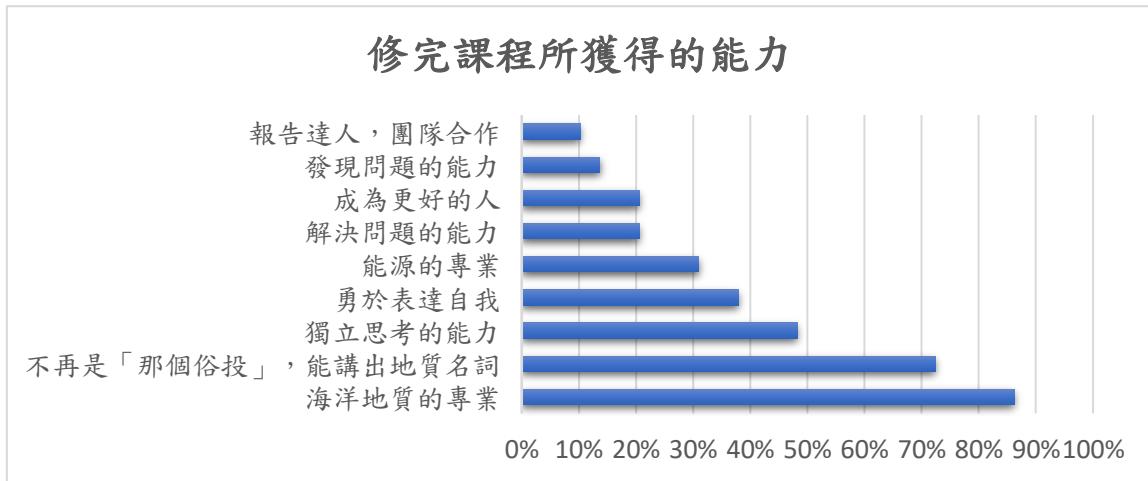
(3) 學生學習回饋

執行地質教中學計畫，從教師共備課、觀課、議課、課程設計以及多元評量教學相長下，自己的功力也提升許多，由學生的學習動機、興趣、態度與投入程度來觀察，發現執行計畫後，學生更傾向樂於與老師和同儕互動，100%學生對課程表示滿意，並且表示比起傳統授課，更喜歡本課程之教學方式，願意將非課程時間投入於知識學習，課後主動與老師探討課程知識的程度也有所提升，學生投入程度也達到九成，從學生之學習成效調查中可見，整體而言，學生皆給予正面的回饋(圖二十九)。

從核心能力與素養觀察學生學習成效，發現學生都反應學習到專業知識、具備可應用於產業之專業職能，學到探索和討論意見的能力、獨立思考與思辯能力，學生能從原本害怕發言、不擅表達意見，在野外考察的探索中，逐漸將這項恐懼克服了。解決問題的能力也都有所提升，團隊合作的能力則略超過 60%(圖三十)是未來可以再進步的地方。



圖二十九、學生之學習成效調查。



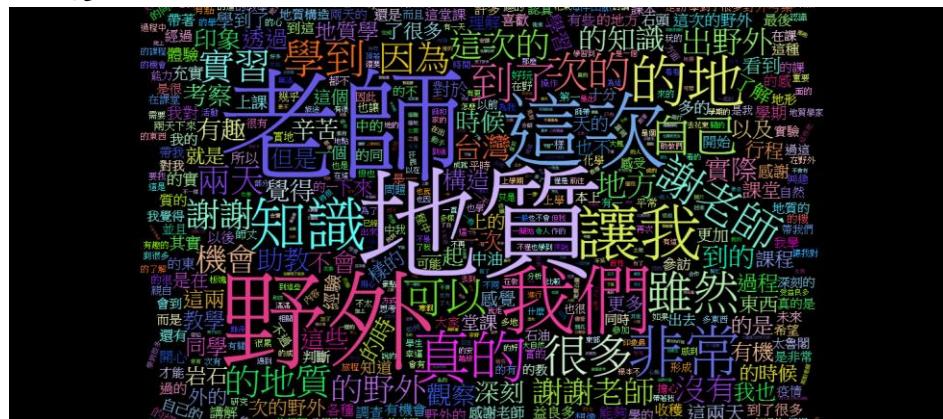
圖三十、學生從課程中所學習到的能力。

(4) 建議與省思 Recommendations and Reflections

本人之研究專業和興趣是石油地質學，執行計畫亦致力於強化知識和實務之連結，然而，在淨零碳排的驅動下，全球都在推動能源轉型，未來會將再生能源或熱門的能源議題融入課程中，學生對現今熱門的固碳、藍碳議題普遍有興趣，但對固碳的理解不多，也沒有管道學習，幫助學生更貼近現今能源結構和趨勢，以培養學生的知能和素養，確保學用之間的連結，增進全球視野與多元文化素養的實踐。

在執行本計畫，深刻體會到台上一分鐘，台下十年功，與其說是解決學生的學習困難，更是從中看見自己的不足，藉由協同教學無疑是增加教師教學能量絕佳的機會，也更能明白學識的無窮無盡，除了把握機會與老師學習，讓自己像海綿一般，吸飽老師們的教學功力，然而，老師們的功力和專業知識絕對無法在這短短一年就全然學起來，也意識到跨領域協同教學是需要長期累積持續進行，因此這個計畫不會是句點，而是個起點。

此外，臺灣值得考察的露頭多得不勝枚舉，也許再歷經一次地震，再一次大雨沖刷、河道變遷，又會再次展現出不同的地質樣貌，也就是每一次的考察都具有時間意義，也能更珍惜眼前所見。學習是永無止盡的，在時間有限的情況下，要把課程進度掌握好，安排學用合一的野外考察和參訪活動，自己也要另外花時間跟著老師們去出野外考察，過程是十分花時間的，當自己致力於燃燒小宇宙，想要帶給學生全世界時，每一份用心，學生都能感受得到，但時間的掌控和學生的承受程度，尺度需要拿捏仔細，很多事值不值得只有自己明白，也許無法感動所有學生，但每一位學生我們都不輕言放棄，只要有學生能比修課前更珍愛地球、更懂得大地的意義，知道自己所學的東西該怎麼用，一點點的反饋都能轉化成自己心中的光，能照亮他人、溫暖人心。



圖三十一、學生心得報告彙整之文字雲。

二. 參考文獻 References

- Dale, E. (1946). *Audio-Visual Methods in Teaching*. New York: The Dryden Press.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York, NY: Macmillan.
- Gerstner, S., and Bogner, F. X. (2010). Cognitive Achievement and Motivation in Hands-on and Teacher-Centred Science Classes: Does an additional hands-on consolidation phase (concept mapping) optimise cognitive learning at work stations? *International Journal of Science Education*, 32(7), 849-870.
- Goodman, B. E., Freeburg, E. M., Rasmussen, K., and Di, M. (2006). Elementary education majors experience hands-on learning in introductory biology. *Advances in Physiology Education*, 30(4), 195-203.
- Groves, S., & Doig, B. (2010). Adapting and implementing Japanese lesson study: Some affordances and constraints. In Y. Shimizu, Y. Sekiguchi, & K. Hino (Eds.), *The proceedings of the 5th East Asia regional conference on mathematics education: In search of excellence of mathematics education* (pp. 699-706). Tokyo, Japan: Japan Society of Mathematical Education.
- Hearns, M. K., Miller, B. K., and Nelson, D. L. (2010). Hands-On Learning Versus Learning by Demonstration at Three Recall Points in University Students. *Otjr-Occupation Participation and Health*, 30(4), 169-171.
- Kadroon, T., & Inprasitha, M. (2013). Professional development of mathematics teachers with lesson study and open approach: The process for changing teachers values about teaching mathematics. *Psychology*, 4(2), 101-105.
- Lewis, C. (2002). *Lesson study: A handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia, PA: Research for Better Schools.
- Lewis, C. C., & Hurd, J. (2011). *Lesson study step by step: How teacher learning communities improve instruction*. Heinemann.
- Lieberman, A., Campbell, C., & Yashkina, A. (2017). *Teacher learning and leadership: Of, by, and for teachers*. Routledge.
- Lim, C., Lee, C., Saito, E., & Haron, S. S. (2011). Taking stock of lesson study as a platform for teacher development in Singapore. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 39(4), 353-365.
- Mayer, V. J. etc. (1992) The role of planet earth in the new science curriculum. *Journal of Geological Education*, v.40, p.66-p.73.
- Ono, Y., & Ferreira, J. (2010). A case study of continuing teacher professional development through lesson study in South Africa. *South African Journal of Education*, 30(1), 59-74.
- Rother, K., Rother, M., Pleus, A., and Belzen, A. U. Z. (2010). Multi-stage learning aids applied to hands-on software training. *Briefings in Bioinformatics*, 11(6), 582-586.
- Tenenberg, J. (2016). Learning through observing peers in practice. *Studies in Higher Education*, 41(4), 756-773.
- Zepeda, S. J. (2012). *Informal classroom observations on the go: Feedback, discussion, and reflection* (3rd ed.). Eye on Education.

李賢哲 (2001) 以動手做 (DIY) 工藝的興趣培養中小學童具科學創造力之人格特質。科學教育(243), 2-7。

李春生和陳培源(1987)地質野外考察實習在地球科學教育上的功能。中等教育 38(1), 18-20。

林智皓 (2007), 樂高(LEGO)動手做教學對國小學童科學創造力影響之研究。碩士論文，國立臺東大學教育學系。

周家祥 (1994) 地球科學野外考察活動設計一範例一、鼻頭角。國立台灣師範大學科學教育中心，國民中學數學及自然科學課程教材教法個案研究計畫(地球科學科)，第 1-24 頁。

周儒和呂建政譯 (1999) 戶外教學。台北：五南。

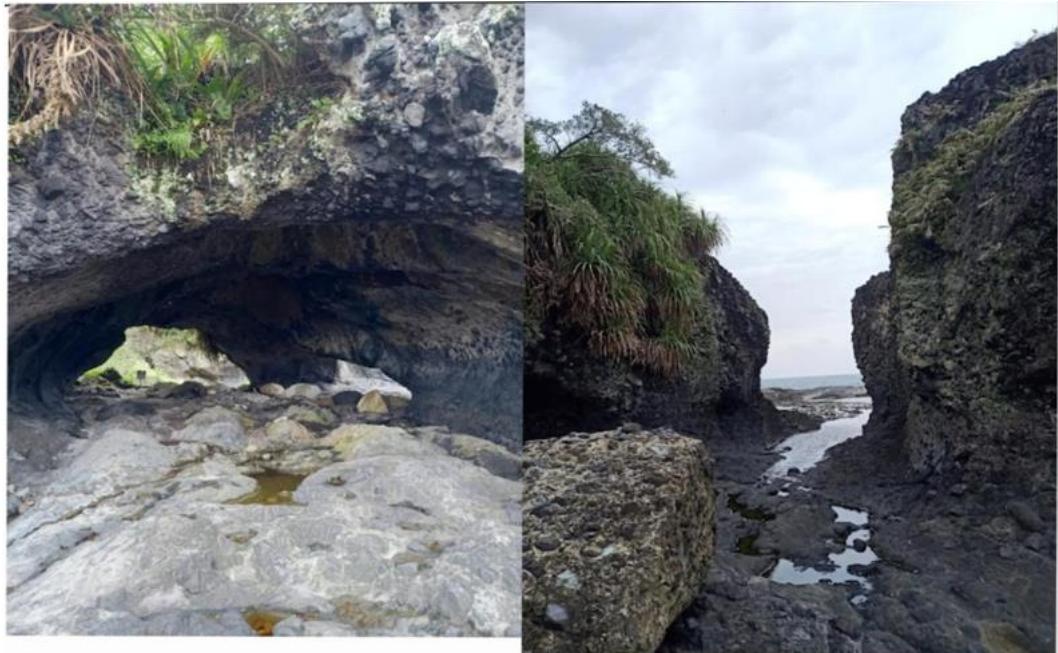
陳文山 (2015) 臺灣地質科學教育之現況與隱憂。地質，第 34 卷，第 4 期，第 56-59 頁。

楊榮祥 (1985) 生物科教學模式研究。高立圖書公司，共 426 頁。

- 鄭禎信 (2006) 科技創新活動中問題解決歷程之「問題發現」研究—以高中生高溫超導磁浮創意競賽活動為例。碩士論文，國立高雄師範大學，高雄。
- 魏國彥 (1979) 地質學的性格。演化-臺灣大學地質學會會刊，第 6 期，第 25-28 頁。
- 魏國彥 (2018) 為地球而科學。時英出版社，共 446 頁。

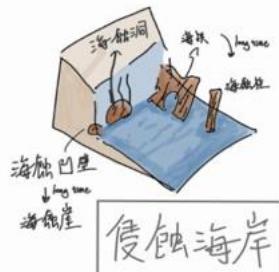
三. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

學生之野外考察報告摘錄



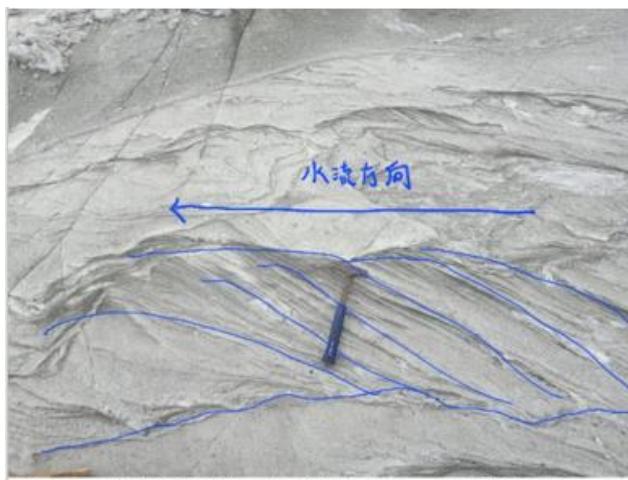
海蝕洞

海蝕柱

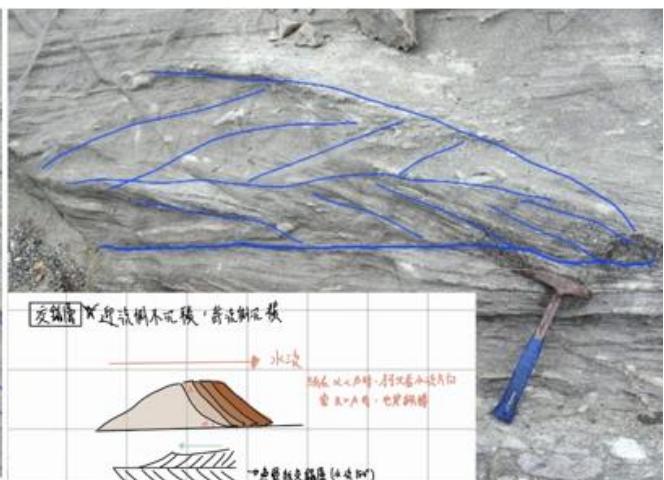


- ① 海水面高度 ② 全球性 全球氣候
 ③ 區域性 潮汐-超抽地下水
 ④ 陸地抬升 侵蝕基準面(結果不太變動)

花蓮石門野外考察，記錄海水面變動和相對侵蝕基準面的更動所造就的地質景觀。



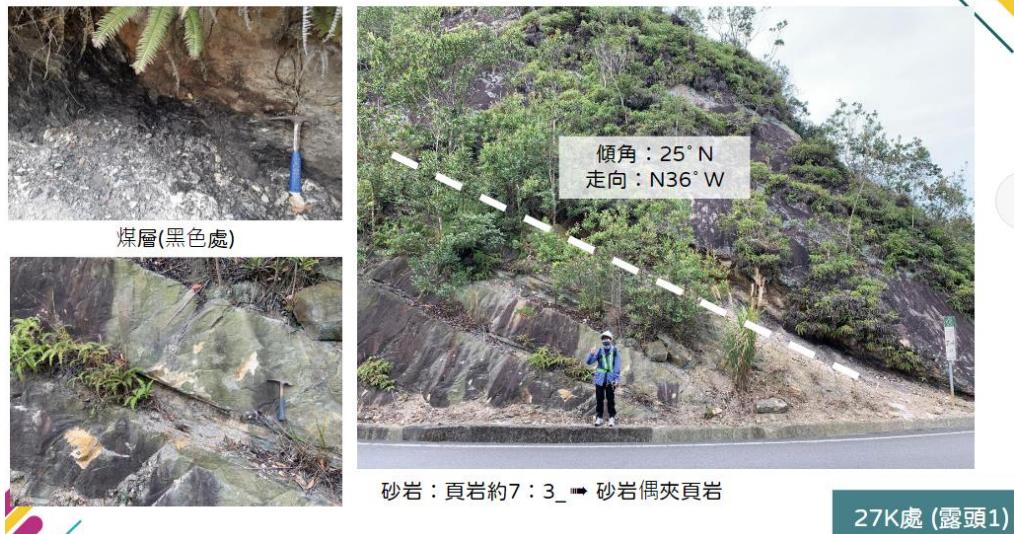
交錯層：代表波浪環境，在正常流程中，可以看出水流方向



魚骨狀構造：水流方向呈現180度翻轉

石梯坪交錯層之古水流研判。

露頭描述



第二站 關刀山砂岩與上福基砂岩



位於24.59160°N, 120.92022°E

塊狀砂岩構造

有煤層但不連續，且底部具有崖錐堆積構造，
可能發生過山體滑落
因此推測上層可能為上福基砂岩

整體呈現淺白、黃色

The diagram illustrates a laboratory workflow for column chromatography, divided into several steps:

- 準備矽膠、以及三個分樣**
F1-Hexane、F2-Hexane:DCM=1:1
F3-DCM:MeOH=3:2
- 將玻璃棉置入滴管中**
- 加入矽膠，再加入Hexane清洗矽膠管柱，並在底下放置準備的F1瓶**
- F2、F3瓶的步驟同上**
- 將萃取液吸入矽膠管柱中**
- 吸取F1沖洗樣本瓶**
- 重複3~4次**

管柱層析

在出礦坑、明德水庫進行野外考察，採集樣品帶回實驗室進行管柱層析。

學生之野外考察和參訪心得

心得：這次的海岸山脈地質考察旅程，讓我在學習和實踐之間找到了完美的平衡。不僅讓我有機會親眼目睹我們在課堂上學習的地質結構，還有機會在實地考察中提升我的觀察和解析技能。

看到實際的火成岩、沉積岩和變質岩，對比課本中的照片和描述，我對這些地質現象有了更真實的感知。我深深被大自然的力量所震撼，看到的每一個地質結構，都讓我對地球的歷史和變遷有了更深的理解。

此外，我也更加認識到團隊合作的重要性。在地質考察過程中，我們需要互相協助，共同討論和解釋我們觀察到的現象。每個人都可能觀察到不同的細節，透過團隊的討論，我們能夠更全面地理解並解釋地質現象。

總的來說，這次的海岸山脈地質考察不僅豐富了我的知識，也鍛鍊了我的觀察力和分析能力，我深深地感受到了地質學的魅力和意義。

八、心得：

對於這次的野外地質調查是一個很有趣的體驗，對於很久沒有接近自然的我來說，有種莫名的興奮感，上學期修普通地質學的時候，剛好遇到調整時期，野外調查是由我們小組或個人的形式進行，而這次有老師帶著走，差別就很明顯地呈現出來了，看到了很多自己行動時不曾注意到的細節，也從更多不同的視角去認識了自然世界，真的十分感謝老師的安排和教導。

很開心這堂課可以到戶外走走，尤其是坐車到花蓮台東，去到一些平常不會特別去的景點，最開心的部分是敲石頭，有點像是開驚喜包的感覺；到富岡地質公園最讓我印象深刻，那邊很多地方都不太好站，連走路都會有點害怕跌倒，在那邊初體驗測量儀，邊測量還要擔心蹲著有點滑，但其實蠻好玩的，事後回憶下來整趟旅程都蠻快樂的，有問題的時候同學和助教也都會幫忙，感覺很窩心！



➤ 我記得我在那邊量出北 50 西 南傾 20

8.心得:謝謝老師與助教帶我們去看更不一樣的台灣,學習到很多相關的地質知識,你們也辛苦了,過程也十分有趣,收穫滿滿,心中唯有感恩。

8 心得

這兩天的行程很滿、很敢、很充實，謝謝老師給了我們這次野外地質考察的機會，還可以去到花東親自感受海岸山脈大自然的鬼斧神工，因為這須地方平常和家人幾乎不會有機會可以到達，就算去到相同的地方，可能只是拍拍照就走了，無法得知其中的奧秘及地質方面的知識。

我玩得很開心也學得很輕鬆，唯一後悔就是沒有穿一雙相對好走的鞋子去適應那些凹凸不平的火山角礫岩，最有趣的體驗是拿地質槌敲手標本，這是一般人根本不曾有過的，但是我最後還是把那些樣本都放在當地，沒有拿回來，我怕到時候那邊的岩石越來越少。

六 心得

這堂課讓我度過了一個非常充實的寒假，也為此去考了證照，習得這樣的成就和技能對我未來的職業發展是非常有價值的。課堂中的有機化學實驗步驟相對繁瑣，需要謹慎地操作，但是通過實際操作並理解原理後，枯燥的實驗變得有趣許多，不再只是單方面接收知識，而是親自動手，記憶也更加深刻。我相信這堂課對以後要走地質方向的同學會是很好的助力，不僅能鍛鍊地質能力，對想進入中油工作的同學也很有幫助。

心得

在實習的這段時間，我學到了很多有關石油化工產業的知識，也體驗到了實際操作的過程。這次的實習讓我對石油鑽探和開發、石油儲運和煉製等方面有更深入的了解。通過實際參觀各個場地和生產線，讓我體會到這些領域的複雜性和技術難度。同時，我也學到了許多相關的專業術語和知識，這些對我未來的學習和知識發展都有重要的價值。

其次，透過和中油的工程師和技術人員的交流，我學到很多實際操作方面的技能。例如：在石油儲運過程中如何進行計量、管道檢測和現場緊急處理...等等。這些經驗讓我更加熟悉這個行業，也培養了我的操作和應變能力。在過程中我也體會到了團隊合作的重要性，通過有效的團隊合作，更好地完成生產任務，保障生產安全和效率。學到了如何和不同背景和能力的人合作，進行溝通和協調。

在野外實習時，我也體會到了地質調查的不容易，海量的知識也不見的可以破解，隨機應變和細心顯得更為重要，不放過任何蛛絲馬跡的線索，將證據拼湊成真相，在和組員的討論以及研究員的指導下，也讓真相漸漸浮出水面，是個非常棒的經驗。