

113 學年度海洋教育創新課程與教學研發基地海洋體驗模組

(一) 基本資料

課程模組名稱 (總標題)	從古生物看氣候變遷	設計者姓名	葉鈞喬
			黃勤展
			鄭可萱、徐瑜伶、陳明男
適用年級	高中組 ☒ 一年級 ☐ 二年級 ☐ 三年級	融入領域 (或科目)	自然領域

(二) 課程模組概述

課程模組名稱		從古生物看氣候變遷			
實施年級		高中一年級，30 人		節數	共 8 節， 400 分鐘。
課程類型 ¹		☐ 議題融入式課程 ☒ 議題主題式課程 ☐ 議題特色課程		課程實施時間	☐ 領域/科目：_____ ☐ 校訂必修/選修 ☐ 彈性學習課程/時間 ☒ 其他：多元選修
課程設計理念		透過海洋生物化石的種類與特性，獲取過去氣候的訊息。探究地球氣溫、海洋溫度改變後，生物會如何遷徙。			
總綱核心素養 ²		A2 系統思考與解決問題、B1 符號運用與溝通表達			
與課程綱要的對應					
領域 / 學習重點	核心素養	自 S-U-A2 能從一系列的觀察、實驗中取得自然科學數據，並依據科學理論、數理演算公式等方法，進行比較與判斷科學資料於方法及程序上的合理性，進而以批判的論點來檢核資料的真實性與可信性，提出創新與前瞻的思維來解決問題。		海洋教育議題	核心素養
		自 S-U-B1 能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊及數學運算等方法，有效整理自然科學資訊或數據，並能同時利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等或嘗試以新媒體形式，較廣面性的呈現相對嚴謹之探究過程、發現或成果。			
					海 A2 能思考與分析海洋的特性與影響，並採取行動有效合宜處理海洋生態與環境之問題。 海 B1 能善用語文、數理、肢體與藝術等形式表達與溝通，增進與海洋的互動。

	學習表現	探究能力-思考智能 (t) 想像創造 (i) ti-Vc-1 能主動察覺生活中各種自然科學問題的成因，並能根據已知的科學知識提出解決問題的各種假設想法，進而以個人或團體方式設計創新的科學探索方式並得到成果。 認識科學本質 (n) an-Vc-3 體認科學能幫助人類創造更好的生活條件，但並不能解決人類社會所有的問題，科技發展有時也會引起環境或倫理道德的議題。	學習表現	海洋休閒：能參與並規劃海洋休閒活動與海洋生態旅遊，以致能規劃設計、導覽海洋生態旅遊。
	學習內容	資源與永續發展 (N) 永續發展與資源的利用 (Na) ENa-Vc-1 永續發展對地球與人類的延續有其重要性。 ENa-Vc-3 認識地球環境有助於經濟、生態、文化及政策四個面向的永續發展。	實質內涵	海 U16 探討海洋生物資源管理策略與永續發展。 海 U18 了解海洋環境汙染造成海洋生物與環境累積的後果，並提出因應對策。 海 U19 了解全球的海洋環境問題，並熟悉或參與海洋保護行動。
SDGs 永續發展目標		SDG 14 保育海洋生態：保育及永續利用海洋生態系，以確保生物多樣性並防止海洋環境劣化。		
學習目標		1. 學生能應用生物化石特徵發掘氣候變遷的現象。 2. 學生透過野外地質實察獲得化石調查的能力。 3. 學生獲得沙錢海膽化石清修技能、描述井骨結構特徵。 4. 討論地球氣溫與海洋溫度改變對生物遷徙的影響。		
教學資源		林日白。細說海膽化石。經濟部中央地質調查所。2018 年。第三十七卷第四期。 P.23-27 林日白。臺灣地球歷史海膽篇。台大校友雙月刊。2019 年。No126 李坤瑄 (2018)。海龍王的銀幣——臺灣的沙錢類海膽 (上)。科博館訊, 369。國立自然科學博物館。 李坤瑄 (2018)。海龍王的銀幣——臺灣的沙錢類海膽 (下)。科博館訊, 370。國立自然科學博物館。 李坤瑄 (2020)。臺灣的歪型怪海膽 (一)。科博館訊, 394。國立自然科學博物館。 李坤瑄 (2020)。臺灣的歪型怪海膽 (二)。科博館訊, 395。國立自然科學博物館。 李坤瑄 (2020)。臺灣的歪型怪海膽 (三)。科博館訊, 396。國立自然科學博物館。 龍王峽谷 Google Map 路線圖：龍王峽谷位於苗栗西湖鄉金獅村，開車路線可導航「無極凌雲宮」，小客車可於空地處停妥車，大客車建議在電台道三湖道交界處停車，整裝後往前走從 1 號步道入，3 號步道出。相關聯絡資訊可洽		

詢臉書[龍王峽谷](#)版主[陳錦堯](#)先生或地主[周世均](#)先生。

(三) 課程模組課程設計

課程主題名稱：

學習活動

時間

備註（評量方式）

破冰活動「地質年代表速配」

目標：透過地質年代表來認識彼此的名字、興趣等

□ 活動流程

1. 分組 & 分配地質時代（2分鐘）

- 將學生分成 4-5 人一組。
- 每組選一個地質時代（例如：古生代、泥盆紀、白堊紀等），簡單介紹該時代的特色（例如：恐龍出現、第一批植物出現、大滅絕等）。

2. 自我介紹 & 地質時代連結（4分鐘）

- 每位學生用自己的名字+興趣，搭配該地質時代的特色來做創意介紹，例如：
 - 「我是小明，我喜歡籃球，如果我是泥盆紀生物，我可能是第一隻爬上陸地的魚，因為我喜歡挑戰新環境！」
 - 「我是小美，我愛畫畫，如果我在白堊紀，我應該會畫很多恐龍的畫！」
- 組內成員輪流分享自己的介紹。

3. 模擬情境任務（3分鐘）

- 學生分組扮演「地質學家」、「古生物學家」、「氣候研究員」，各自帶著任務問題去現場找證據，回到教室後進行成果發表，提升討論與互動深度。

10 分鐘
(不在主要課程內)

角色	任務內容	野外現場要做什麼
地質學家	探查化石所在的岩層特性	觀察岩層結構、繪製簡單地質剖面圖，記錄岩石種類、層理、沉積構造。
古生物學	探查化石種類與特徵	找出不同化石（如沙錢海膽）、拍照、記錄化石形態、分布狀況，推測它們的生存

家		環境。
氣候研究員	從化石與岩層找氣候線索	記錄化石及岩層提供的線索，推論當時的氣候條件（如海水溫度、海平面變化）。

活動一：探索環境變遷的證據-化石

1. 引起動機(激發興趣)：

大量「古代金幣」埋藏在山中?海膽化石揭示了何種秘密?臺灣資深化石獵人夢幻出擊!苗栗西湖海膽化石紀行|方塊酥

<https://www.youtube.com/watch?v=blT1pmpwAnI&t=1s>

CP 值超高的峽谷健行路線～龍王峽谷，竟有來自海底的海膽化石（苗栗縣西湖鄉）

<https://www.youtube.com/watch?v=6CAjx4epjEU>

2. 核心問題：「如何從化石找到過去氣候變遷的證據？」觀察、找證據、野外實察、分析、作圖、推論、交叉驗證與比較、總結等面向讓學生提出本次活動的規劃，進行接下來的小組研究流程。

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

野外實察

- 進行野外實察需要哪些基本設備和工具？
- 進行野外實察時，應如何選擇化石樣本的收集點？
- 在野外實察中，如何確保化石樣本的保存和完整性？
- 如何利用地圖和圖則來標示化石分佈的具體情況？
- 在野外實察時，如何確定所找到的化石與氣候變遷有關？

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

找證據

- 化石中存在哪些具體證據可以支持過去氣候變遷的假設？
- 哪些化學成分的變化可以從化石中得知過去的氣候條件？
- 如何利用化石中的放射性同位素來找出氣候變遷的證據？
- 化石中殘留的微生物或有機物質如何提供過去氣候的信息？
- 如何判斷化石所在的地層年代以追溯氣候變遷？

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

觀察

- 在化石中可以觀察到哪些特徵說明過去的氣候變遷？
- 如何透過化石的形狀和結構觀察到環境變遷的現象？
- 化石的分佈型式如何反映氣候變遷？
- 你能觀察到化石中生物多樣性變化的證據嗎？
- 不同時代的化石有何不同，這些差異與氣候變遷有何關聯？

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

分析

- 如何利用顯微鏡觀察化石細胞結構來分析氣候變遷？
- 化石中的同位素分析如何幫助確定過去氣候變遷的年代？
- 在分析過程中，如何排除化石中現代污染物的影響？
- 化石中哪些特徵可以用來重建古環境？

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

作圖

- 如何繪製化石樣本的分佈圖來展示氣候變遷的趨勢？
- 根據化石數據，如何製作氣候變遷的時間序列圖？
- 如何利用地圖剖面圖來展示不同時間的氣候變遷？
- 在作圖過程中，如何標註不同時代化石的位置？
- 如何利用地圖展示化石證據與現代氣候的關聯性？

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

推論

- 根據化石證據，可以推論出哪些主要的氣候事件？
- 如何根據多個地點的化石證據推論全球氣候變遷的模式？
- 從化石中找到的證據如何支持或挑戰現有的氣候變遷理論？
- 根據分析結果，可以推論出過去的氣候變遷對生物多樣性的影響嗎？
- 如何利用化石證據推論未來可能的氣候變遷趨勢？

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

交叉驗證與比較

- 除了化石證據，還可以利用哪些其他科學數據來交叉驗證過去的氣候變遷？
- 如何讓不同時期和地點的化石證據進行比較？
- 比較化石證據如何揭示全球和區域氣候變遷的異同？
- 如何將化石證據與現代觀測數據進行比較？
- 不同種化石（如植物化石與動物化石）在氣候變遷研究中的角色有何不同？

已訂選

葉鈞喬 Joe Yeh 2024年12月29日

總結

- 如何總結從化石研究中得出的關於氣候變遷的重要結論？
- 在總結過程中，如何確保結論的科學性和可靠性？
- 如何在總結中強調化石證據的重要性與局限性？
- 如何將不同地點的化石研究結果進行總結和比較？
- 在總結中，如何提出未來研究的方向和建議？
- 在總結過程中，如何處理不同數據來源的異同？
- 總結中如何清晰明了地傳達研究結果給非專業讀者？

20 分鐘

[Padlet 研究提問](#)

10 分鐘

3. 觀察指準化石與指相化石 器材：化石標本(古生代-新生代) 引導：教師介紹化石標本，古生代、中生代、新生代化石。 影片：奇蝦 Anomalocaris：地球初代霸主的故事！ (0:00-9:00)	20 分鐘	能夠列出明確的研究問題
4. 評量 1：學生能夠將標本盒中的化石對應在正確的地質年代表，以 AI 查詢二種生物出現或滅絕的原因，例如「菊石所需要的生存環境，為什麼滅絕？」並說明其生存所需要的環境。	20 分鐘	
5. 收斂與精修研究問題，從上述資料精修「觀察、找證據、野外實察、分析、作圖、推論、交叉驗證與比較、總結」在八個面向的研究問題，讓研究問題與氣候變遷有更明確的相關性。 例如：若是因為海平面的變化影響了 xx 的棲息地，導致部分 xx 群體棲息地的喪失，則我們可以尋找棲息地變化的 oo 地質證據，用來證明這個假設。	10 分鐘	
6. 認識沙錢海膽化石 研究地點位於苗栗西湖鄉龍洞溪，該處的頭嵙山層出露大量海膽化石，年代約為更新世（80-200 萬年前），化石層位於泥岩與粉砂岩交界。 - 示範如何使用工具進行化石清修 - 學生分組進行化石清修練習 每組清修一個沙錢海膽化石，以挑針清理沙子並浸泡在稀鹽酸中約 10 分鐘，並觀察外觀。 沙錢海膽（Sand Dollar）具有以下外型特徵： ● 扁平圓形：沙錢海膽的身體呈扁平圓形，就像一枚硬幣。這種扁平的形狀使它們能夠在沙灘上移動和埋藏。	20 分鐘 清修化石：50 分鐘	能夠成功清理沙錢海膽化石，看出外觀特徵

● 硬殼結構：它們的外殼由鈣質組成，表面有明顯的紋路和圖案，這些圖案通常呈現五輻射對稱。 ● 中央星形圖案：沙錢海膽的背面通常有一個明顯的星形圖案，由五個小孔組成，這些孔是它們的呼吸孔。 ● 毛茸茸的表面：活的沙錢海膽表面覆蓋著短而細的小刺毛，這些毛幫助它們在沙子中移動和獲取食物。 ● 大小：沙錢海膽通常直徑在 5 到 10 公分之間，但具體尺寸可能因物種而異。		
活動二：探索環境變遷的證據-化石 預定行程： 13:00-15:00 龍王峽谷，一號步道進入，三號步道出來。 1. 課程介紹與準備 地質背景介紹、沉積岩及沉積構造介紹 - 工具介紹：展示並說明將使用的地質調查工具，如地質錘、放大鏡、地質圖(閱讀和使用地質圖，包括圖例、等高線、地層符號)、傾斜儀、筆記本等。 - 安全說明：介紹安全注意事項，包括穿戴適當的裝備(膠鞋)。 2. 海膽化石觀察 -讓學生實際標註調查點位置、岩層分佈及化石採集點，強化地科操作技能。 -數位紀錄：使用平板或手機拍攝過程，製作簡單的數位田野調查報告，結合影片剪輯基礎能力。 - 前往觀察點：帶領學生前往已知的海膽化石分布區域。 - 化石觀察與記錄：指導學生如何觀察和記錄海膽化石的特徵，包括形狀、大小、保存狀況等。 -結合美術課：將沙錢海膽的形態做成科學插畫、拓印，結合設計素養與創作表達。 -思考過去到底發生了什麼事？化石會集體死亡？ 3. 總結活動	野外實察： 100分鐘 總 結 活	影片 1 影片 2



資料來源：[GBIF \(全球生物多樣性資訊機構\)](#)

4.自學活動

從[參考文獻](#)尋找支持小組推論的證據。

撰寫研究報告：利用[GBIF \(全球生物多樣性資訊機構\)](#)查詢全球物種分布與出現紀錄（含時間、地點），學生可輸入物種名稱（如沙錢海膽 sand dollar），下載出現紀錄。

教學實踐、省思與建議

課程模組實踐情形與成果

執行成果：本課程模組將四個活動串聯，由淺入深帶領學生應用生物化石特徵發掘氣候變遷的現象，透過野外地質實察獲得化石調查的能力，討論地球氣溫與海洋溫度改變對生物遷徙的影響，將實務與課堂知識做有效的結合。

教學實踐遇到之狀況：1. 四校學生要聚集起來較不方便，以致於時間上必需要再精確掌控。2. 學生裝備不夠齊全，許多學生也是第一次出野外，以致無法專心觀察化石。

課程模組省思與建議

教學省思：

本課程模組透過體驗式學習與問題探究，引導學生深入理解氣候變遷對生物環境的影響。課程設計從影片導入，引發學生對海洋生態變遷的關注，讓學生親身感受環境變遷帶來的挑戰。

在問題探究階段，學生針對海洋溫度上升及生態系統變遷進行討論，並透過數據分析與案例研究，加深對這些現象的理解。最終的成果分享讓學生將學習內容轉化為行動，提升環境素養與公民責任感。

整體而言，本課程不僅加強學生對氣候變遷的科學認知，亦促進他們批判思考與團隊合作能力，使其更能以實際行動回應環境挑戰。

未來修正意見：

本課程模組為第一個結合龍王峽谷的教學設計，苗栗的龍王峽谷以其獨特的地質景觀與古生物化石而聞名，這些化石為研究該地區的地質年代和古環境提供了重要線索。在實際帶領竹東、苗栗、豐原、屏東大同高中四校學生進行實察時，仍有設備、路線等執行上的困難，建議可由竹東高中持續主導，

建立器材庫、人才庫進行長期經營，讓更多的中部、北部學生參與課程，甚至與龍王峽谷管理者共同營造場域。

附錄

[文獻資料](#)

[Padlet 研究提問](#)

[活動影片](#) (感謝諮詢委員新北市立新店高中 陳正昌主任提供)









附件一：氣候變遷推論評分標準

評量 面向	頂尖（4分）	優秀（3分）	通過（2分）	尚可（1分）
定義 問題	能提出清晰且深刻的問題陳述，能關聯化石特徵與古氣候變遷，並包含多面向環境因素（如海洋溫度、海平面、棲息地變化）。	能提出清楚的問題陳述，能部分連結化石特徵與古氣候變遷，並涵蓋主要環境因素。	能提出初步的問題陳述，但多僅停留在描述化石特徵，缺乏與古氣候變遷的深層連結。	問題陳述不清楚，或僅簡單描述化石現象，未能連結到古氣候變遷。
辨識 策略	能提出多種收集或分析證據的方法，如比較指準化石、分析沉積環境、利	能提出多種方法，但部分策略缺乏細節或應	僅提出單一策略，例如單純查詢資料，缺少分	缺乏具體策略或所提策略與問題不

評量面向	頂尖（4分）	優秀（3分）	通過（2分）	尚可（1分）
	用地質圖或古生物分布數據等。	用情境。	析方法。	相符。
提出解決方案/假設	能提出合理且多元的假設，並清楚說明化石特徵與古氣候因子的關聯（如溫度變化、海平面升降），並能考慮不同情境及變因的影響。	能提出合理假設，並指出部分化石與古氣候的關聯。	提出假設，但較多為現成答案或缺乏針對特定情境的推論。	提出模糊或與古氣候變遷關聯薄弱的假設。
評估解決方案	能綜合多項資料（如古生物分布、地層特徵、現生環境比較等），進行深入且批判性的分析，檢視假設可行性與局限。	能利用資料進行合理分析，但檢討較少潛在變因或限制。	僅簡單引用資料支持假設，缺少深入分析。	僅表面解釋，缺乏批判或深入分析。
實施解決方案	能有效整合多種證據，並以詳盡報告、圖表、模型等呈現古氣候推論，並清楚說明分析過程。	能整合證據並完成報告，但資料整合或表達仍稍嫌簡略。	能完成基本報告，但多為片段資訊的堆疊，缺乏結構化分析。	完成度低，報告零散，或缺乏核心分析。
評估結果	能評估所推論古氣候結果的合理性，並提出進一步探究方向或新問題，如探討氣候變遷對生物遷移的影響。	能對結果進行部分評估，並簡要提出後續研究方向。	僅簡單總結結果，缺乏後續研究討論。	僅停留在表面描述，缺乏進一步思考或評估。