



Earth Science

多元選修課程分享 — 冰芯大小事 課程簡介

教師 劉承珏
臺中女中



掃描QRcode，
下載最新電子檔

前言

本文主要介紹本人在任職學校開設的「地球科學中的X檔案」多元選修課程，簡述其設計理念及課程步驟，希望能拋磚引玉，讓更多符合科學探究精神抑或跨領域的多元課程開立，讓學生能從中引發興趣，也加深加廣自己的視野。

課程簡介及理念

地球科學中的X檔案〔以下簡稱X檔案〕開設在高一，每班30人，每次兩小時，是由學生自由上網選填來安排。主要由本校兩位地球科學老師共同開設，設計理念緊扣地球科學需要利用基礎知識進行「推理」的特性，讓學生從圖表、影片、引導實驗、自行設計實驗等方式，培養邏輯思辨的能力，並試著發表與分享。其中包含的主題有化石、人造衛星、冰芯同位素研究、氣壓計實驗製作等。

本文將針對其中冰芯同位素的課程介紹。先說明這個教案設計的理念，由於筆者曾走訪南極半島旅遊，對於其中的生態與科學研究環境感到驚嘆。地球科學在許多領域也都經常提到南極這個地區，無論是全球暖化議題、氣候變遷研究，

廣大的冰封之地延伸出許許多多的科學議題，例如反照率、海平面升降、同位素研究等。其中藉由同位素含量推算過去地球氣溫或海溫的研究，常常在教科書或相關媒體出露，在在讓南極這個地方被視做科研者的聖地。

但由於臺灣身處亞熱帶及國際地位的種種因素，極地的研究在一般大眾心中是非常有距離感的，比起瘋狂推廣極地研究的日本，臺灣有關極地研究的資訊只會出現在地科課本，而大家對於這些地區的印象就僅剩下企鵝、很冷此類概念。而我在南極行中遇到的各國遊客，並非科學家卻能將南極相關的議題當作茶餘飯後侃侃而談的話題。因此希望藉著關於冰芯的課程以及我在南極的旅遊經驗分享，讓大家更願意關心這些地區的科學研究。而在課程時數與屬性的考量下，較屬於科學研究的冰芯內容便被放在X檔案課程中，旅遊經驗以及刻板印象破除的內容則放在另一門與其他老師跨科合作的課程中——壯遊天團之時尚玩家。（可參考相關報導：<http://udn.com/news/story/6915/1525786>）



冰雪奇緣－冰芯大小事課程簡介

本教案利用實作及科學家田野調查記錄的影片、照片資源，讓學生理解冰雪圈在地球系統的重要性，知道其對氣候的影響，進而了解冰雪圈研究的一環：冰芯。科學家會利用冰芯中含有的古老大氣來分析二氧化碳、氧同位素做為古代氣溫代用指標。課程讓學生從生活經驗及實際操作，親身體會極地研究的趣味並深入介紹該種研究背後使用的科學要素。

一、配合99課程綱要主題

主題	主要內容	內容細目
一、人與地球環境	2. 探索地球的起源	2-2 探索地球歷史的方法與限制
五、地球環境變遷	1. 氣候變化	1-1 從地球歷史看氣候變遷及其影響 1-2 短期氣候變化

二、教具使用

1. 投影機×1
2. 教師用電腦×1
3. 觀測站少年第四集DVD ×1
4. 學生用數位裝置：平板或筆電或電腦（6人一組）
5. 資料摺頁×學生人數
6. 學習單A（6人一組）、B（3人一組）、C（6人一組）
7. 測量用具
8. 咖啡豆及紅豆（見教案中描述）
9. 冰芯實驗室工具（6人一組）：3雙工作棉紗手套、一支手鋸刀、一塊塑膠盤、兩塊抹布、一支剪刀、計算機（也可使用網路工程計算機或手機小程式）、教師自製冰芯

圖一：學習單A、B、C。

學習單 A

組員① 組員② 組員③
組員④ 組員⑤ 組員⑥

任務一：請根據老師的指示，抽籤選擇測量輔助工具，並完成下面題目。

一、你們的測量方式為何？

二、得到的結果是：_____ (繪註明單位) (假設此數值為 Y 值)

任務二：

一、若某水體的體積是 Y 值的 2.5N，該水體體積為何？

二、若上述水體的 70% 都會變成固體，現在若用等量擠出應該變成固體的水量，應該怎麼量？請附上學習單圖片，並說明需要幾個該種膠塞。

圖片請貼於此

三、參考發下的資料，根據其中數據，游泳池的水代表的是圖中的甚麼？
X _____ 個
裝在容器中的水代表的是圖中的甚麼？

四、你與你的組員認為地球上的冰雪有甚麼重要性？

學習單 B

組員① 組員② 組員③

一、請解釋冰芯中可以獲得古代大氣成分的原因：

二、請列出日常生活中有甚麼現象或是事物可以做為氣溫的代用指標 (Proxy)? 說明原因。

三、利用老師發下的道具進行我們所學的計算

請將大顆殼放在上面數數約 _____ 顆
大顆殼的數量：_____

請將小顆殼放在上面數數約 _____ 顆
小顆殼的數量 (SD)：_____

● 若大顆殼為 10，小顆殼為 10，請從資料冊頁中找出我們所學的計算公式，計算出你們這一組的 $\delta^{18}O$ 值。
(備出算式)

● 與你鄰近的組別比較，測得的 $\delta^{18}O$ 值為多少？

● 根據上述結果，你的根本氣溫到底是冷還是熱呢？

四、挖取冰芯

1. 目前挖取冰芯的位置有那些？

2. 請選擇一個冰芯鑽探點，說明下列資料：

鑽探點座落：_____ 鑽探點座落：_____

請對照冰芯圖表，該地屬於哪一季？

學習單 C

組員① 組員② 組員③
組員④ 組員⑤ 組員⑥

老師老師指示，完成下列表格：

(-) 切開冰芯

1. 請先對準冰芯外圍並且拍照

2. 請決定要從哪個地方下刀，說明你判斷的依據：

年代 years before 1850 (Craw)	二氧化碳濃度 ppm CO ₂ (green)	咖啡豆個數 (每 10 個)	紅豆個數 250 (每 10 個)	計算出的 SD
年標 (上)				
年標 (下)				

3. 請將料裝到塑膠板上的大冰塊

4. 請對準你們所鑽取冰芯記錄下的二氧化碳濃度變化及氣溫變化：

二、請討論你們所鑽取冰芯記錄下的二氧化碳濃度變化及氣溫變化：

三、寫下對這堂課的回憶：(8 人)



三、教學流程（活動1、活動2）

活動1引起動機

1. 冰芯中的二氧化碳（三人一組）

- (1) 展示一般冰塊及刨冰的照片，請學生觀察差異並提出解釋。
- (2) 以投影片說明差異的原因，使學生了解冰芯可以研究過去大氣的組成成分。

2. 冰芯的代用指標功能

- (1) 解釋何為代用指標，可以列舉樹輪、珊瑚等。
- (2) 解釋氧同位素記錄氣溫的原理及公式。

複習先備知識1→學生操作（三人一組）

- (1) 利用不同粒狀物代表氧18及氧16，可由教師利用手邊簡易素材，如不同種類的穀米、豆類或彈珠等。但因為氧18及氧16在實際情形中，數量級相差頗大，因此可假設代表氧16的顆粒，一顆不只代表一個氧16，本範例中使一顆紅豆代表80個氧16粒子。

★準備兩種不同比例的配方：

	大顆粒	小顆粒
配方一	10	64
配方二	9	60

- (2) 讓學生一半組別拿到配方一，另一半則為配方二，使用學習單B完成計算，並獲得 $\delta^{18}O$ 值變化代表的意義。

教學活動1

1. 介紹冰芯鑽取過程

- (1) 播放美國冰芯實驗室介紹影片（參考：<http://www.icecores.org/icecores/videos.shtml>），簡介冰芯開採到處理的過程。讓學生知道一根冰芯如何鑽取挖出，並根據研究人員需求，每一區塊進行不同測量（例如化學、物理、氣體分析等），甚至

會有區塊留下來不做任何測定，當作未來研究成果有疑義時可以進一步檢驗的備品。

- (2) 播放冰芯鑽探投影片，簡單介紹過程（這邊老師也可以搭配南極料理人或是明天過後電影中冰芯研究的片段，讓學生感興趣），照片部分也可以不用投影片，直接採用各個冰芯鑽探計畫的照片資料庫，如：https://www.flickr.com/photos/ice_drilling/with/5664953090/

2. 下載冰芯位置KMZ檔

請學生利用數位裝置中的google earth軟體找出目前已開挖的冰芯位置及其特性，並利用冰雪圈名詞表找出學習單中的問題（http://gis.ncdc.noaa.gov/kml/paleo_icecore.kmz）

概念收斂

教師歸納並預告下一堂課需知。

活動2課前準備

教師

- (1) 印製學習單C。
- (2) 製作冰芯：

- A. 數據採用附件中excel檔的冰芯資料。
- B. 資料採用真實數據，已轉換成本範例使用之咖啡豆及紅豆數量。
 - 欄位B = 距今年代
 - 欄位C = 二氧化碳含量
 - 欄位D = δO 數值
 - 欄位G = 製作冰芯時咖啡豆及紅豆的比例，一粒咖啡豆代表一個氧18，一粒紅豆代表一個氧16，因此H、I欄位可自行隨意更動，只要G欄位符合即可



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	years before 1950(yrBP)	Avg CO2(ppmv)	0/00		咖啡(紅豆)	咖啡(紅豆)	咖啡	紅豆	紅豆
1									
2		1000	279	-39.7	0.9603	0.00192444	0.153955296	5	32.47696
3		2000	278	-39.6	0.9604	0.00192464	0.153971328	2	12.98943
4		3000	276	-39.7	0.9603	0.00192444	0.153955296	5	32.47696
5		4000	274	-39.6	0.9604	0.00192464	0.153971328	4	25.97886
6		5000	271	-39.5	0.9605	0.00192484	0.15398736	5	32.4702
7		6000	266	-39.6	0.9604	0.00192464	0.153971328	2	12.98943
8		7000	261	-39.8	0.9602	0.00192424	0.153939264	3	19.48821
9		8000	260	-39.9	0.9601	0.00192404	0.153923232	4	25.96698
10		9000	262	-40	0.96	0.00192384	0.1539072	5	32.48711
11		10000	263	-39.4	0.9606	0.00192504	0.154003392	6	38.96018
12		11000	266	-39.2	0.9608	0.00192544	0.154035456	2	12.98402
13		12000	255	-39.4	0.9606	0.00192504	0.154003392	3	19.48009
14		13000	238	-41.1	0.9589	0.00192164	0.153730848	5	32.52438
15		14000	238	-41.2	0.9588	0.00192144	0.153714816	3	19.51666
16		15000	227	-40.9	0.9591	0.00192204	0.153762912	4	26.01408
17		16000	220	-41.8	0.9583	0.00192024	0.153618624	5	32.54814

圖二：資料數據。

- C. 利用飲料杯製作冰芯，可使用透明薄塑膠杯較好操作，紙杯亦可但看不到裡面情形。
- D. 先在杯內裝1/3的水，加入該組別較古老年代的咖啡豆及紅豆顆粒，另外將二氧化碳濃度寫在烘焙紙上，放入水中，並放進冷凍庫。
- E. 等第一層凝固後，重複相同步驟製作第二層。
- F. 等第二層凝固後，重複相同步驟製作第三層。
- G. 將年代寫在每一層上，可根據組別、人數、時間等決定一條冰芯要有幾層。

複習先備知識2

觀看動畫「觀測站少年」第四集中關於冰芯的介紹。

教學活動2（六人一組）

每組工具：3雙工作棉紗手套、一支手鋸刀、一塊塑膠盤、兩塊抹布、一支剪刀、計算機（也可使用網路工程計算機或手機小程式）。

冰芯實驗室

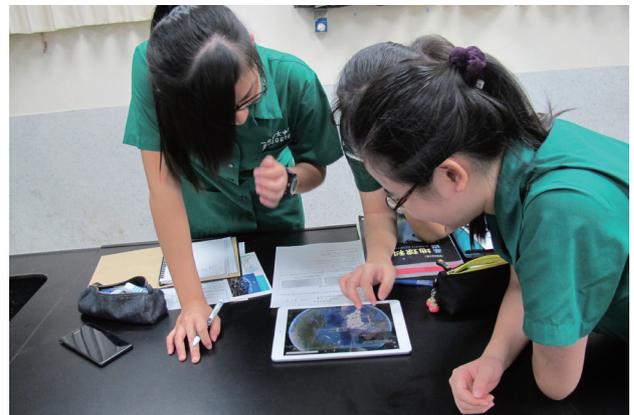
- (1)各組分得其冰芯。
- (2)用剪刀剪去塑膠膜，觀察外觀差異，回答學習單C。
- (3)用手鋸刀鋸開每一層，等冰溶化之後，記錄二氧化碳濃度，計算每一層的 δO 數值，填入學習單。

- (4)將各組結果寫在同一個表格，此表格可呈現在黑板上或打在投影布幕上。
- (5)請同學描述氣溫的變化與二氧化碳的關係。

概念收斂

利用投影片讓同學觀察科學家做出二氧化碳濃度與 δO 數值變化的曲線圖，進行總結，程度較高的學生則可引導思考何項數值為因？何者為果？

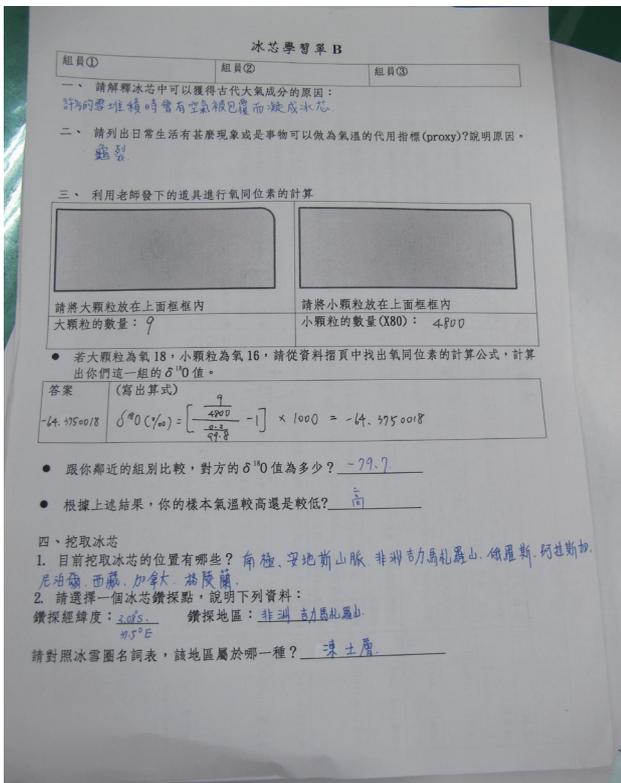
四、實際實作過程



圖三：學生利用行動載具了解目前冰芯挖取的地理位置，藉此了解研究概況以及哪裡有厚層的冰雪圈存在。



圖四：學生正在鋸開教師自製的冰芯，不亦樂乎！但也狀況百出！



圖五：學生學習單。



圖六：利用實地在南極拍攝的冰層構造，引導觀察並引起動機。

課程省思及回饋

學生容易在實驗中出現的問題有：不小心把代表氧同位素的豆子或是小石頭丟失、搞錯不同層序冰芯的先後…等，因此也就能理解為什麼科學家總是要為自己的實驗標本拍照，為什麼所有的研究素材都必須在第一時間放在定位等等，是非常有趣的過程！

本課程實施幾次，成效及回饋都非常好，學生都在問卷中反映經過親手實驗，對於課程較有印象，也能夠理解本來很抽象的氧同位素測定原理，並從自己的數據與實際數據比對中，回想可能的實驗誤差，並進一步理解實驗過程必須具備的素養。另外有些過程是用到高一基礎地球科學甚至國中理化課程就會學到的概念，也因此更有臨場感，例如越下層的冰芯年代越老、赤道也有冰川的分布等等。

本課程由於實驗步驟已設計好，比較不是完整的探究與實作歷程，但藉由部分符合探究素養的課程設計，讓學生慢慢進入這樣的慣性，為後面更開放式的實驗設計鋪路，也算是為學生的學習搭設了鷹架！期許這樣的課程能引發大家的創意，讓學生更能夠在實作中找到科學的生活性與趣味！我想這正是多元選修最可貴的價值！

圖片來源：

圖一～圖六：劉承珪老師提供