

# Earth Science — 臺灣地質篇

283-316

國立臺灣師範大學附屬高級中學 陳忠信

國立臺灣師範大學附屬高級中學 林郁梅

臺北市立陽明高級中學 熊師怡

## 壹、摘要

本課程的主要核心，為利用學生喜愛的電腦遊戲種類發展出另類課程評量與自學教材。遊戲過程中，可進行選擇式考題、實物展示、即時解答、影片介紹及情境模擬。除學術性問題外，故事中也提供許多邏輯推理題，除培養基本地球科學概念，更欲培養學生在學習科學中所需要之邏輯推理與資料分析能力。故事之基本劇情架構為學生在進行模擬劇情時，會遇到許多地質相關問題，皆與劇情當下地質景點相關，並可由學生所答對總題數，於遊戲末給予即時回饋，藉以評量學生平時學習之融會貫通與自學能力。

遊戲中，學生可選擇讀取進度重複作答，間接培養學生用積極進取的精神完成活動。期望在一般的紙本考試外，可以將學生之次文化融入教材中獲得其認同，增進其學習效率。

關鍵字：電玩、自學、地球科學

## 貳、教材設計格式

### (一) 教學內容

教學（活動）名稱：

Earth Science—臺灣地質篇（共一節課）

#### 1. 教學目標

引起學生興趣並複習高一基礎地球科學地質部分相關內容，且以已習得之知識為基礎加深問題難度，除檢視學生學習成效外，也期望透過進階引導題帶領學生進行自學活動，並能轉化應用於臺灣生活環境經驗上。

## 2. 設計理念

### 理念：

這份教材以評量學生學習進度為主軸，輔以課外實物自學，期望以不同的評量模式引起學生的興趣與認同感，進而在模擬試題中增進學習效率。

我們利用市面上販售的「戀愛遊戲製作大師 II」軟體融合地球科學課程，期望課程內容可以吸引更多學生，且在紙本測驗與講述教學外，有另一種獲得學生認同與喜愛的教學教材。

遊戲進行中，學生藉由問答進行劇情線，可進行後設認知，瞭解其所學知識之性質及內容。遊戲內提供與課本概念相關的問題，學生在解題過程中，可檢視自己之「不知」，進而尋找答案，確實做到程序適當、方法正確，及檢核結果後肯定無誤之整個歷程。教師於活動後為結果所做之評量將促使學生確實完成其歷程。

本教材中問題之設計涵蓋多重概念，簡繁兼具，學生回答進階問題時，可利用配對聯想學習（paired-associate learning）等方式，將簡易問題的觀念轉化為解釋難度較高問題的索引，進而得到解答。

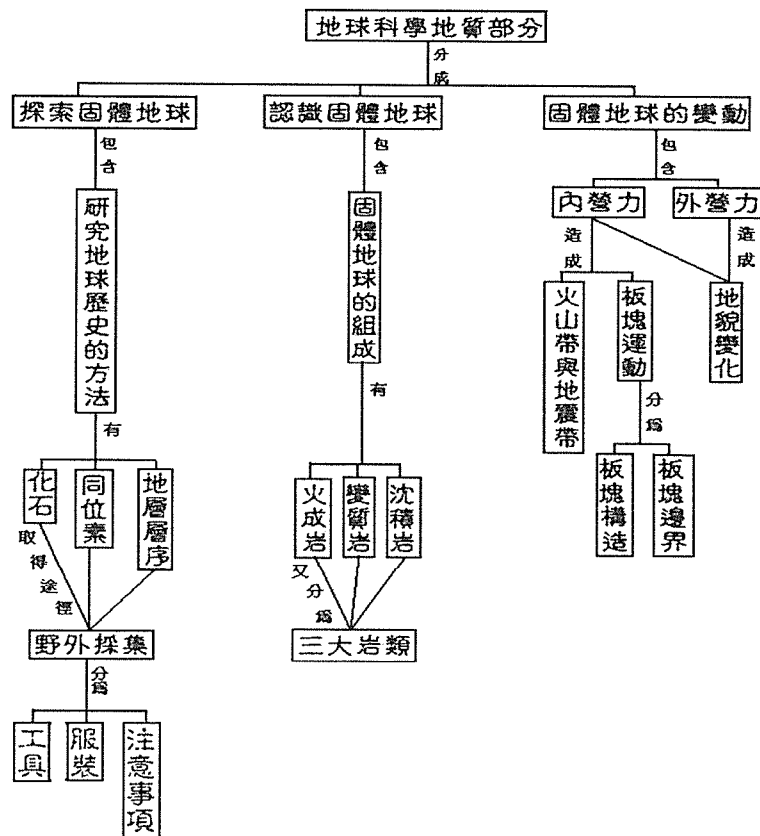
此遊戲教材中包含許多地質應用題目與野外景觀實物、考察相關事項之應用題型，教師可於一般課本地質課程內容結束後，將學生帶至電腦教室，或是其他學生可每人使用一台電腦之地方，在其中進行本活動。課堂結束後，每個人將遊戲存檔標記上自己的座號，用磁片或其他方式給予教師，教師再讀取存檔觀看其成果，進而評量。本教學內容也設計了一份以本活動為主的課後評量卷，用以檢視學生於自學活動中之學習成效，也可作為教師評量學生的參考。

除了主流文化觀念外，青少年的次文化深深影響其身心與學習習慣。在一般的課程結束後，穿插一次以電玩形式表現之試題，期望學生在作業完成後，能對地球科學有更多的興趣，且瞭解到地球科學與生活息息相關，使得對於課程的熟悉度提升，幫助有效學習科學。更甚者可以增進對電腦遊戲的設計興趣，並應用

於生活中。情意部分，劇情設計除強調學術性問答外，尚有一些支線劇情，學生於探索過關方式時，可培養其好奇心與主動學習求知的能力與態度，不單只著重於智能學科教育。

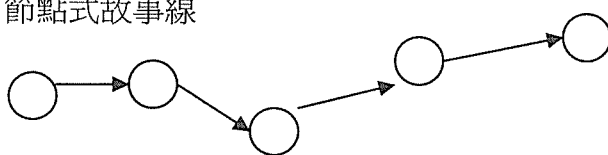
除了德、智兩方面的培養，我們更期望將台灣的美麗呈獻給學生們。在這個小小的島嶼上，擁有了無數的自然資產，不管是各式特殊地形（峽谷、平原、高山、盆地等），還是能源、礦產（出磺坑等）都是其他廣大面積的國家所不能比擬的多樣性。我們利用經年累月取材而來的實景照與考察記錄，在遊戲中以圖片穿插或影片播放等方式，期望能將台灣之美介紹給學習這個課程的學生們。

活動進行前已具有之先備知識概念圖



劇情與問題設計流程：

節點式故事線



故事只有單一路線，但在劇情中有幾位關鍵人物，如無法尋找到，並解決其問題，將無法使劇情進行下去。遊戲中附有數個支線劇情，除輔助主線劇情完整外，更增加了遊戲的娛樂性，更藉由支線的啟動，帶出更多地球科學相關知識與生活常識推理。

此故事由一名地球科學所研究生為主角，欲尋找遺落的物品及破解此謎題而探訪台灣各地質考察地點。在尋找的過程中，玩家所扮演的此研究生必須辨別其考察地點於台灣上之正確方位，尋找關鍵人物與線索，走完整個主線劇情破除失物之謎。(主線劇情)

爲了讓學生有機會接觸到更多其他的台灣景點，我們在關鍵地點外，規劃了一些支線劇情，學生若有心探訪，將遇到更多支線人物與景觀介紹，增加活動進行過程中的趣味性。支線劇情的存在多提供基本學科外之能力培養，支線中的特殊人物爲製作小組成員的化身，與學生進行較輕鬆的對答，題目多屬趣味性，讓學生不會因持續思考學術性問題而產生疲倦感，也增加了類似一般遊戲的娛樂性。並且也展示了台灣之美，介紹播放台灣各地的景色與特色，學生可透過其瞭解到這個生長地所擁有的優點與過人之處。並利用支線劇情輔助主線劇情的完整性，使呈現出的活動劇情內容更加豐富。

### 設計特色：

#### (I)圖片顯示：

可顯示「實物照片」及「圖片」，讓學生感受到真實性。在不同地質景點時，背景圖片會更改，依照當地之實景照顯示，讓學生在執行遊戲時，較能有身歷其境的感覺。在蓋聶(Robert M. Gagne, 1916~)的教學目標中，心智發展的具體概念爲「以辨別能力爲基礎，先能辨別事物的特徵，然後才會將特徵歸類成爲共同屬性而形成概念。影響具體概念學習的外在條件，自然決定在教師有否提供具體事物讓學生按屬性進行辨別。」。此教材——「台灣地質篇」即提供不同地形特徵、考察工具等實物照加深學生概念，使學生能按屬性進行辨別概念學習外在條件。

## (II)附圖考題：

此教材中的題目，不只提供文字敘述，還顯示圖片搭配選擇，增加考題之多樣性。對照傳統紙本的呈現，此教材不只可以呈現圖示考題，還可賦予圖片色彩，其中更增加野外實景題，將地球科學與生活中可觀察之景象結合，實現科學生活化的理念，這是一般傳統油墨考卷所難以表達的部分。

## (III)野外考察實務模擬：

考題配合角色位處地點，呈現當地多樣風貌，例如：野柳、太魯閣、白沙屯、出磺坑等之實景照，考題切合環境，讓學生彷彿置身其中，增加課程進行的新鮮感與流暢性。除了考察景點外，尚有許多採集、考察過程之照片可供學生學習，且配合內容設計考題，輔助學生將課本內容應用於現實考察實務，彌補教師無法親自帶領學生實地考察之缺憾。

## (IV)影片展示：

擺脫一般紙本，此教材融入影片動畫，除了平面的圖片外，學生可在進行遊戲中，觀賞考察地點實際拍攝的影片，一窺考察真相。在影片後，增加影片相關問答，學生即使未親身經歷山野考察，也可由短片推測答案，增加對於實際調查的知識，在未來的生活中學以致用。而在花蓮氣象觀測站還有乾、濕球溫度計正確操作影片介紹，作為額外的補充學習內容。

## (V)立即回饋：

針對學生回答問題，在遊戲中以即時回饋方式給予立即的指導。在選擇選項後，故事中角色將正確答案以詳細解釋呈現，使學生能邊想邊複習，邊遊戲邊學習，且增進其印象。

## (VI)教學、考題各半：

劇情規劃上，除了考題後附有詳細的解說外，另有探訪其他地點所出現的景觀成因介紹，讓活動內容除了伴隨劇情而進行之測驗外，也增加學生自我學習的部分，當其主動前往支線地點時，也將獲得更多之知識教學與介紹。

## (VII)介紹台灣之美：

臺灣有許多天然資產，不管是太魯閣的峽谷地形、阿里山的神木、出磺坑的採油歷史，還是澎湖的六角柱狀玄武岩，都是我們寶貴的天然資源，將這片土地上的美麗介紹給學生是這份教材的另一個設計理念。

爲了不受限於「地質」部分，我們將一些支線用來呈現一般人較少接觸的自然現象，例如：阿里山的觀星、龜山島的海底湧泉奇景等，都是在課程制式範圍外留給學生自行探索的自學內容。

#### (VIII) 培養對地球科學之愛好：

此教材除了提供學生將課堂所學轉化爲實務外，更希望可以培養學生對於地球科學的喜愛與探索好奇心。使用酷似電玩的介面拉近學生認同感與縮短學科、次文化之間的隔閡。課程末，「Earth Science is so interesting. Let's join with us.」爲我們欲呈獻給學生的資訊。

#### 主線劇情自學目標：

##### (1) 臺灣地體構造之回顧：

藉著臺灣地體構造圖來測驗學生在臺灣地體構造上之所學。

##### (2) 火成岩地區—認識美麗的澎湖地質奇景：

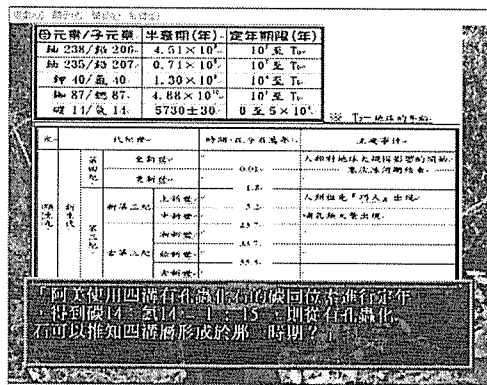
由照片播放與文字說明，介紹澎湖柱狀玄武岩的形成過程，讓學生認識澎湖之美。

##### (3) 體驗考察情境：

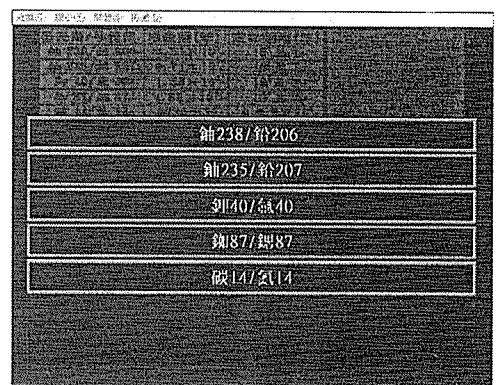
藉由播放野外考察 VCR 過程的剪輯影片，讓學生瞭解地質野外考察的實地情況，並期透過影片欣賞能建立學生一些野外活動的基本概念，例如：與同伴互相照應、正確的全身合格野外穿著以及化石的採集方式等。

##### (4) 放射性同位素定年之應用：

期望學生由給予的放射性同位素之資料以及地質年代表，能加深思考放射性同位素在定年期限上之限制以及應用方法（如圖一、二所示），並實地模擬藉由放射性同位素之衰變特性來推估地層之形成年代。



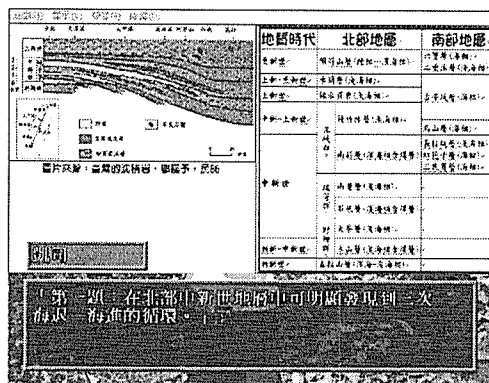
(圖一)



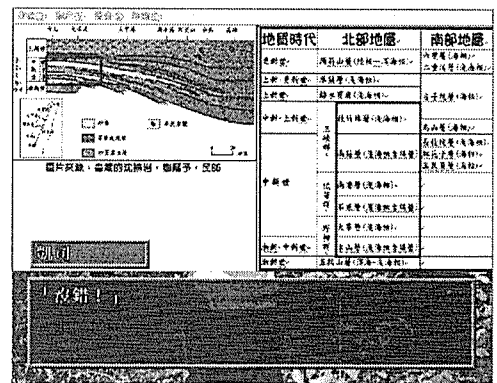
(圖二)

(5) 沈積岩地區—地層資料對比：

藉由地層剖面與文字表格的對照，墊基在學生已習得之海進海退地層循環知識上，期望學生能練習讀圖與分析對照的能力（如圖三、四所示）。



(圖一)



(圖二)

(6) 認識臺灣的第一處油礦—出磺坑：

臺灣目前唯一的一座油礦博物館即興建在苗栗出磺坑，藉著照片欣賞與文字說明帶領學生認識這處一般人不太知道的地方。

(7) 探討野柳地質奇景：

相信很多學生都去過野柳，有參觀過、感受到野柳豐富多變的地表景觀，在此藉由數張野柳的地質照片來認識與討論野柳的地質作用。並用實地的地層實景來檢驗學生在沈積構造上的所學。

(8) 火成岩地區—後火山活動旺盛的龜山島：

帶領學生認識龜山島的後火山活動，以及檢視學生在火成岩分類圖上的讀圖能力。

(9) 變質岩地區—美麗的太魯閣砂卡礑步道：

上面劇情經歷過了沈積環境、火山活動地區，變質岩地區也是一定要來一遭的。藉著太魯閣砂卡礑步道溪谷中的水石之美為背景來考驗學生的平時所學—對於變質作用以及臺灣變質環境成因的瞭解。

(以上請搭配參考『附件三、活動過程中的考題與相應回饋之總整理』。)

**教師使用方式：**

- (1) 教師於前次上課告知學生次週將施行此測驗，事先借用學校電腦教室或其他學生可一人使用一台電腦之地點。
- (2) 上課前，教師需事先將遊戲程式存入各台電腦中，避免上課後進度延遲與學生操作困難。(教師可使用電腦教室的『網路芳鄰』功能，利用教室內電腦相連之網域請各排第一位之學生從教師的電腦中抓取程式，其他人再去所屬各排第一位同學之電腦當中抓取，加快大家抓取的速度。)
- (3) 學生坐定位後，教師說明遊戲使用方法。
- (4) 遊戲結束後，學生將最後之存檔(Save)存於磁碟片中交予教師評量。

因遊戲中可重複存檔、讀取，同學若欲答對每一題使用『save&load』大法(讀取前次存檔，重玩一次)，也是一項令人讚賞的行為。學生若願意多花時間將問題詳盡解答完全，也有助於她們加深知識的記憶。

**教師評量方式：**

遊戲初始，學生需選取正確之座號，教師可將此教材用於單純課後考試，或學生自學活動皆可。

- (1) 學生選取之座號與答對題數將顯示在遊戲畫面中，教師只需利用遊戲程式讀取學生存檔，即可由畫面上得知學生之座號與答對率而給予評量。
- (2) 若為自學用，課末以學習單(附件二)檢視學生學習成果並給予評量。於課前說明課後將填寫學習單，可提升學生自學之效果。



### 遊戲使用方式：

為避免學生有背景差異，於遊戲檔案內有附上簡易操作說明，若學生使用時有問題，除了詢問老師外，也可以自行觀看使用方式。

此遊戲與一般市面上之培養遊戲類似，可使用鍵盤或滑鼠執行故事：

- (1) 使用鍵盤『Enter』、『空白』鍵或滑鼠左鍵可使遊戲『對話』進行下一步驟。
- (2) 在『台灣地圖』上使用滑鼠左鍵點選欲前往之地點，畫面將轉為其地之背景。
- (3) 視窗左上角『遊戲』可選取『存檔』或『讀檔』，將儲存於選擇之硬碟位置。
- (4) 最上排之『聲音』選單中，可將音樂關掉。(若有學生欲靜音遊戲，有提供此選擇)
- (5) 上排『顯示』選單可將畫面調製全螢幕，遊戲進行將更有臨場感。
- (6) 學生於遊戲初選擇正確之座號，教師將由此評定個人成績。

3. 教具使用：程式軟體、個人電腦

4. 教學流程：

- (1) 教材使用於考試：50 分鐘（一節課）

活動步驟		備註
時間	教學活動內容	
5 分鐘	1. 教師說明活動內容與進行方式。 2. 遊戲內容概述。 3. 操作方式介紹。 4. 評量方式。	
45 分鐘	1. 讓學生個別進行測驗活動。 2. 教師於教室內巡視，輔導操作上有問題之學生。 3. 教師隨時注意班上學生狀況與處理。 4. 課堂結束後，教師回收學生存檔，並將遊戲光碟片給予學生，有意願之學生可自行複製本課程。	燒錄一片課程光碟

(2) 教材使用於自學：50 分鐘（一節課）

活動步驟		備註
時間	教學活動內容	
5 分鐘	1. 教師說明活動內容與進行方式。 2. 遊戲內容概述。 3. 操作方式介紹。 5. 評量方式。	
35 分鐘	1. 讓學生個別進行自學活動。 2. 教師於教室內巡視，輔導操作上有問題之學生。 3. 教師隨時注意班上學生狀況與處理。	
10 分鐘	1. 教師發下自學後學習評量單。 2. 課末收回學習評量單。 3. 收回學生存檔當作自學評量參考。 4. 將遊戲光碟片給予學生，有意願之學生可自行複製本課程。	燒錄一片 課程光碟

5.教學成果與省思：

為瞭解本教學活動設計之成效，安排師大附中 1137 班之學生前往電腦教室實地進行課程活動，於課程活動結束後發放問卷給予學生填寫，並回收作分析且檢討課程活動內容之安排情況，結果如下：

一、檢討：活動進行前之教師注意事項

- (1) 租借電腦教室：本活動設計為每人一台電腦各自獨立進行自學活動，故必須事先商借電腦教室，且『事前』確定每台電腦能順利安裝、進行本程式。本次實施前沒有確實確認電腦教室內各台電腦之情況，致使部分學生無法完成活動內容。
- (2) 電腦配備耳機：本活動為了讓學生能融入情境之中，全程有聲音、音效搭配，強烈建議學生操作之每台電腦獨立配備有耳機，否則單只有畫面

圖片之呈現會令學生感覺枯燥、無趣。實施過程中就因租借之電腦教室內每台電腦沒有配備喇叭，致使音效無法顯現，學生對於活動內容興趣降低，而失去本活動設計之目的。

(3) 關閉電腦區域網路：學生至電腦教室時都抱持著玩樂的心態，為避免學生沒有確實進行課程，反而利用網路去從事其他活動，必須關閉全部電腦的網路連線，以利教學活動之順利進行。

(4) 強調會計算成績：活動設計目的之一即為提高學生學習興趣，但是為避免有學生抱持隨便之心態，最後仍有評分以督促學生認真進行自學活動。

## 二、實施結果分析

因為電腦問題，致使部分學生無法完成活動，也因此 1137 班之有效回收問卷為 30 份。下面依照問卷內容逐項分析：

### I、活動操作與進行之困難度：

這款測驗的操作對你是否造成困難？一下子就上手 不好操作

本題在 30 份問卷中，共有 20 位學生勾選『一下子就上手』，比例為 66.7%，可以瞭解到這個遊戲設計對於學生獨自進行自學活動並不困難。

### II、活動設計之吸引力：

在結束本電腦測驗之後，是否有增進你對於『地球科學』的興趣？  
有，原來地球科學可以這麼有趣 — 13 人  
普通，沒什麼感覺 — 16 人  
否，真是降低學習興趣！ — 1 人

以後考試方式或者作業內容更改成這種類型，你的接受度為？  
樂意接受～好好玩阿！ — 11 人 還好～做就做嚕 — 12 人  
普通，沒感覺 — 5 人 不願意，好麻煩 — 1 人

由回收問卷分析發現，學生對於這個活動的接受度一般，在現場開始實測時確實會引起學生不小的騷動與興奮，但是相較於問卷填寫結果，歸納原因是由於

『設備不足』，現場沒有音效呈現而將活動內容之趣味性大打折扣，也因此往往後實施時若能注意到音效呈現的問題，相信可以更加提升學生的自動學習意願。

### III、學生自學之情況：

爲了瞭解學生於本課程中之學習情況，故另在師大附中 1142 與 1143 班級課堂上讓學生同樣填寫一份考題，但是事前並沒有進行本活動，以便對照這教學設計對於學生學習之成效。

在臺灣龜山島採集到的大多數爲什麼種類的岩石？			
<input type="checkbox"/> 花岡岩	1137 班 4 人勾選	1142 班 3 人勾選	1143 班 3 人勾選
<input checked="" type="checkbox"/> 安山岩	1137 班 25 人勾選	1142 班 25 人勾選	1143 班 26 人勾選
<input type="checkbox"/> 玄武岩	1137 班 0 人勾選	1142 班 12 人勾選	1143 班 14 人勾選
<input type="checkbox"/> 大理岩	1137 班 1 人勾選	1142 班 0 人勾選	1143 班 0 人勾選
答對率	1137 班 83.3%	1142 班 62.5%	1143 班 60.5%
每年東北季風開始盛行時，宜蘭頭城沿海居民可以聞到硫磺味，這就代表天氣要開始轉涼的徵兆，故有『龜吐磺』一詞。請問此硫磺味從何而來？ (能正確寫出“海底湧泉”、“海底火山”、“龜山島”、“外海火山島”皆算正確)			
<input checked="" type="checkbox"/> 填寫正確答案	1137 班 30 人	1142 班 23 人	1143 班 14 人
<input type="checkbox"/> 填寫大屯火山	1137 班 0 人	1142 班 8 人	1143 班 13 人
<input type="checkbox"/> 填寫礁溪地熱	1137 班 0 人	1142 班 1 人	1143 班 0 人
<input type="checkbox"/> 其他或無作答	1137 班 0 人	1142 班 8 人	1143 班 16 人
答對率	1137 班 100%	1142 班 57.5%	1143 班 32.6%
不同元素的放射性同位素定年法在定年上有何差別？ (由活動過程應能指出不同放射性同位素的定年限制有差異、精確度也有差)			
<input checked="" type="checkbox"/> 正確指出定年限制者	1137 班 20 人	1142 班 5 人	1143 班 2 人
<input type="checkbox"/> 只填寫半衰期不同	1137 班 10 人	1142 班 23 人	1143 班 19 人
<input type="checkbox"/> 其他或無作答	1137 班 0 人	1142 班 12 人	1143 班 22 人

由以上三題可以得知透過活動之進行，學生確實可以從中習得一些知識或者更加延伸去歸納、推測其他生活經驗的形成原因。例如在活動進行中只有藉著照片瀏覽與文字說明的方式介紹龜山島，但是有經過施測的學生（1137 班）都能在評量試卷中正確歸納寫出宜蘭人生活經驗名詞『龜吐磺』的來源爲龜山島附近的

海底火山活動。而在未經施測的班級中，則有不少學生會回答硫磺味來自於『大屯火山區』。於題目設計中已明示是”每年東北季風開始盛行時”，且依據『龜吐磺』之『龜』字也應可歸納出答案，顯示學生並沒有將所學知識與生活經驗作連結。但是透過本活動之經驗導引，可以輔助學生更加認識現實情況。

臺灣是否曾經出產過石油？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
<input checked="" type="checkbox"/> 是	1137 班 15 人勾選	1142 班 23 人勾選	1143 班 34 人勾選
<input type="checkbox"/> 否	1137 班 15 人勾選	1142 班 17 人勾選	1143 班 9 人勾選
答對率	1137 班 50.0%	1142 班 57.5%	1143 班 85.0%

原本遊戲劇情的進行安排中，出磺坑介紹屬於旁支事件，不一定每位學生都會於自學過程中經歷到，但是由本題的回覆結果中可以發現，旁支的設定無法有效促進學生的自學，答對率反而與其他未經施測班級無太大差別，所以之後我們已經修正將出磺坑等屬於臺灣地質的內容皆重新設計、規畫為主線內容（學生進行活動必定經歷的歷程）。

太魯閣砂卡噹步道原名神秘谷步道，溪水中的微酸會溶解岩石中什麼成分而讓溪流偶爾呈現出清透的藍綠色？ (正確解答為碳酸鈣成分)			
<input checked="" type="checkbox"/> 寫碳酸鈣	1137 班 7 人	1142 班 3 人	1143 班 3 人
<input type="checkbox"/> 寫銅離子、硫酸銅	1137 班 11 人	1142 班 24 人	1143 班 22 人
<input type="checkbox"/> 其他	1137 班 12 人	1142 班 13 人	1143 班 18 人
答對率	1137 班 23.3%	1142 班 7.5%	1143 班 7.0%

由本題中可以發現我國之化學教育基礎非常好，絕大部分的學生於本題中針對『藍綠色』都會填寫銅離子或者硫酸銅，而忽視了本題中之『太魯閣』與『微酸』等關鍵字詞。而針對這種實際生活經驗上的應用就是本教材所欲達成之目標。

#### IV、施測學生自評

經過本測驗之後，是否有增進你對於『臺灣地質環境』的認識？	
<input type="checkbox"/> 有，我有吸收到新知	— 30 人
<input type="checkbox"/> 否，這些事情我早就知道了	— 0 人

從學生的自評中得知這個教材設計對於學生來說，的確可以輔助學生認識臺

灣的地質環境。也因為教師很難有機會帶領學生實地出外考察，所以透過這樣的活動設計讓學生以照片跟影片的方式，除了一邊認識臺灣、也一邊進行進階的自學活動。

(ps.因為稿件頁數關係，無法附錄回收的學生問卷。)

## (二) 結語：

地球科學為生活中的種種自然科學，希望經由這個課程設計與遊戲，學生能將眼光放往課本外的世界，主動探求生活中許多『理所當然』之現象背後的原理因素，更可以將腳步走向台灣各地的珍貴地質資源，獲得真正所謂的『科學精神』。

## (三) 教學活動單：

無，遊戲本身為一完整活動；另有一張課後評量。

## (四) 媒體呈現：

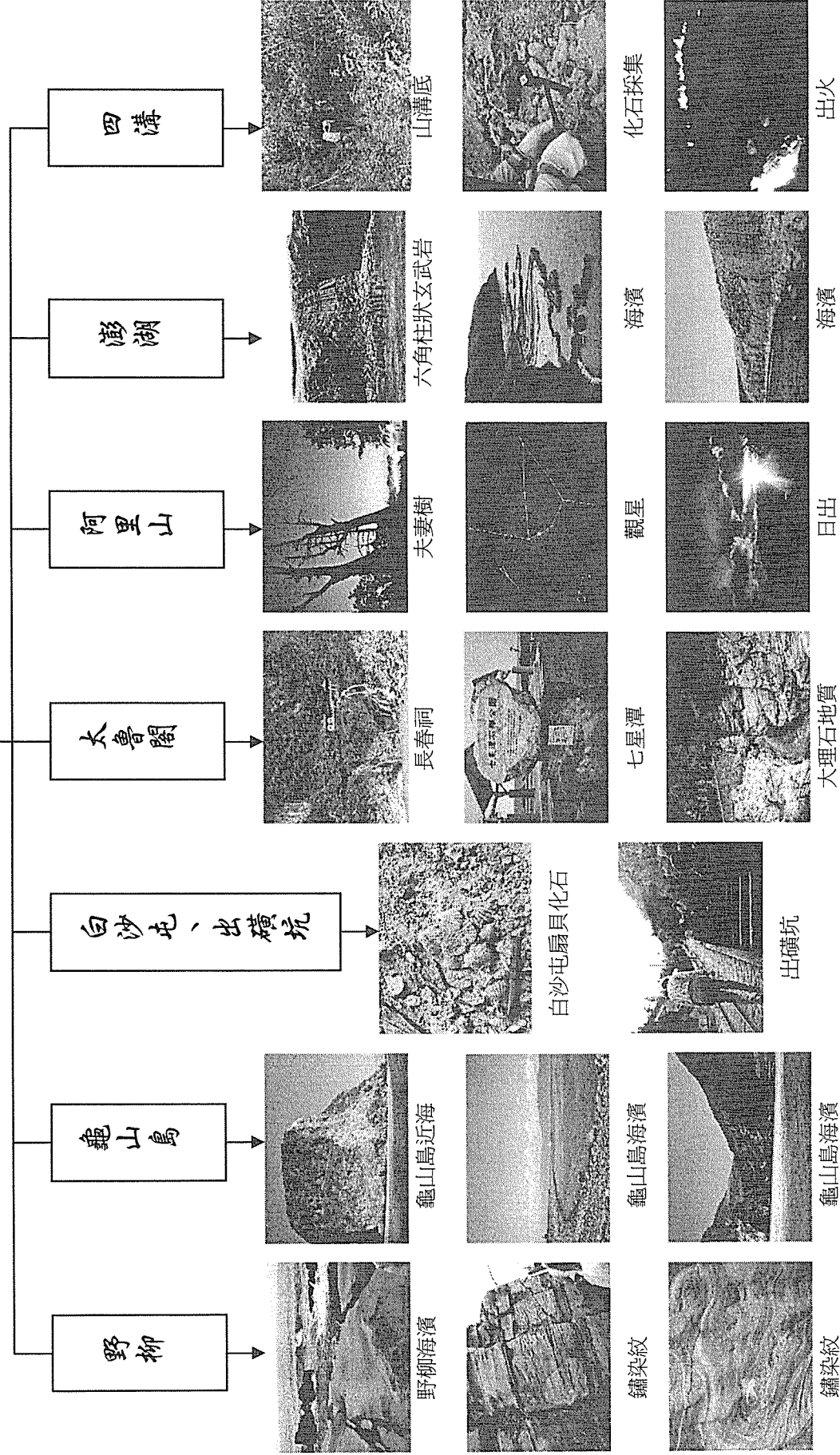
個人電腦。

## (五) 參考資料：

張春興（民 91）。教育心理學。台北市：東華。

附件一：地圖集

台灣地質考察點



## 野 柳



(圖五) 實景考題

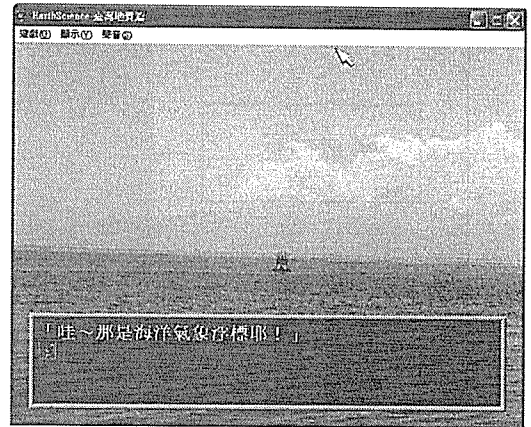


(圖六) 實景與圖片考題

## 龜 山 島



(圖七) 景觀考題



(圖八) 海上氣象浮標



(圖九) 景觀導覽



# 白沙屯、出磺坑

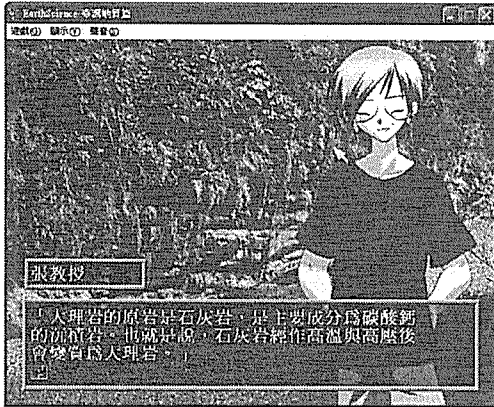


(圖十) 考察地點歷史介紹

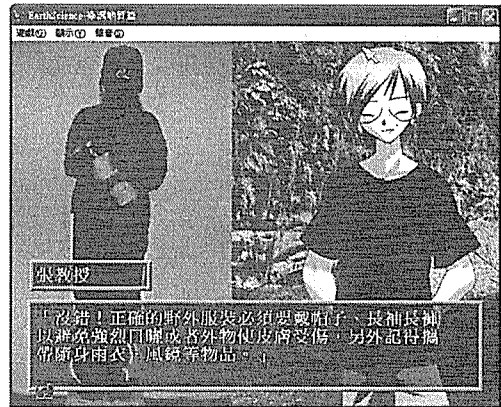


(圖十一) 台灣油礦歷史

# 太魯閣



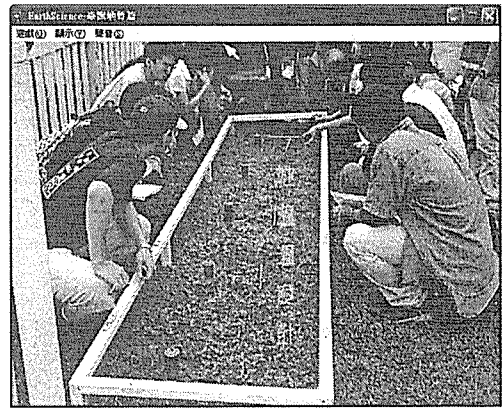
(圖十二) 地質實景岩石考題



(圖十三) 考察裝備選擇

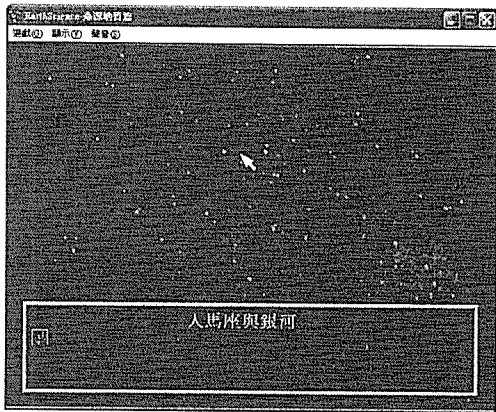


(圖十四) 花蓮七星潭介紹



(圖十五) 氣象站觀測儀器介紹

## 阿里山



(圖十六) 觀星-星座介紹

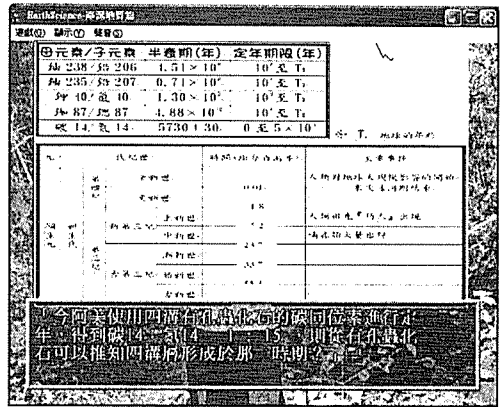


(圖十七) 自然之美-日出

## 四 溝



(圖十八) 考察影片播放

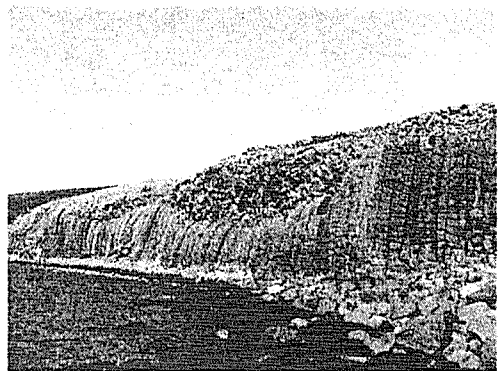


(圖十九) 放射性同位素進階考題



(圖二十) 化石採集

## 澎 湖



(圖二十一) 澎湖的柱狀玄武岩

附件二：課後評量卷

『EarthScience-臺灣地質篇』自學活動後評量試卷

- ①請列舉五項正確的地質野外考察工具：(15分)

封面防水之野外筆記本、彩色筆、地質鎚、鑿子、傾斜儀、放大鏡、手電筒、急救箱、指南針。

- ②請說明正確的野外考察穿著：(15分)

長袖上衣、長褲、帽子、手套、攜帶輕便雨衣、不可穿著涼鞋或者皮鞋。

- ③在龜山島採集到的大多數為什麼種類的岩石？(5分) 花岡岩 安山岩 玄武岩  
大理岩

- ④每年東北季風開始盛行時，宜蘭頭城沿海居民可以聞到硫磺味，這就代表天氣要開始轉涼的徵兆，故有『龜吐磺』一詞。請問此硫磺味從何處(地名)而來？(5分)  
龜山島。

- ⑤臺灣第一處被發現蘊藏石油的地點在何處？(5分)

大屯火山 出磺坑 龜山島 白沙屯 四溝 花蓮 阿里山

- ⑥不同元素的放射性同位素定年法在定年上有何差別？(10分)

不同放射性同位素除了元素本身不同半衰期長短之差異外，其所能定年的期限也有差。

- ⑦太魯閣砂卡噹步道原名神秘谷步道，溪水中的微酸會溶解岩石中什麼成分而讓溪流偶爾呈現出清透的藍綠色，與多變的蜿蜒岩石相映被稱為『水石之美』？(10分) 碳酸鈣(CaCO<sub>3</sub>)。

- ⑧地層因承受不了外力作用而產生的天然破裂面，且沒有相對移動者稱為『節理』；若地層因承受不了外力作用而產生的天然破裂面，且有相對移動者則稱為什麼？(10分)  
斷層。

- ⑨澎湖的柱狀玄武岩形成原因為何？(5分)

菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊相撞而產生的火山島弧活動
 地震所造成的岩石崩塌現象
 河水向源侵蝕造成
 熔岩流快速冷卻所造成的急遽收縮
 猛爆式火山噴發的衝擊所造成

⑩地層中的交錯層可以提供地質學家哪些方面的資訊？(5分；5分)

(1)指示出當時水流的方向。

(2)為沈積構造的一種，當其上部和地層層理交角較大、底部和地層層理交角較小時，則可以顯示此地層層序正常，沒有經過地層倒轉。

⑪右圖為臺灣北部與南部的地層年代對照表，若要在臺灣北部開採煤礦，則應尋找哪些地層的露頭？(10分)

(1)南莊層

(2)石底層

(3)木山層

地質時代	北部地層	南部地層
更新世	頭嵙山層(陸相—濱海相)	六雙層(海相) 二重溪層(淺海相)
上新-更新世	卓蘭層(淺海相)	古亭坑層(海相)
上新世	錦水頁岩(淺海相)	
中新-上新世	三峽群 挂竹林層(淺海相) 南莊層(濱海相含煤層)	烏山層(海相)
中新世		瑞芳群 南港層(淺海相) 石底層(濱海相含煤層)
	野柳群 大寮層(淺海相)	
	新新-中新世	木山層(淺海相含煤層)
新新世	五指山層(濱海—淺海相)	

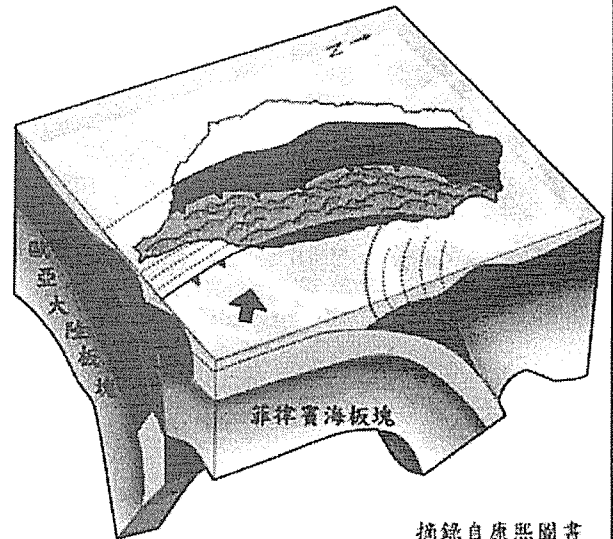
『活動過程中的考題與相應回饋之總整理』

—正確答案

①一般來說，比重較大的海洋板塊跟比較重輕的大陸板塊相碰撞，會是海洋板塊向下隱沒。

但是在台灣的地體構造上，為什麼南邊卻是歐亞大陸板塊隱沒至菲律賓海板塊之下呢？

- (A)事實上，是大陸地殼比重比海洋地殼輕啦
- (B)以前有個南中國海板塊存在
- (C)歐亞板塊因喜馬拉雅山脈的存在，太重而向下隱沒
- (D)這……連我也不太清楚



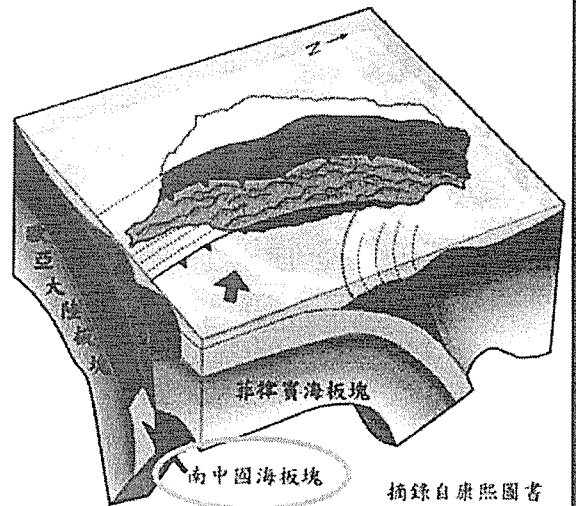
摘錄自康熙圖書

選(A)：…是這樣的嗎？可是我認為因為以前這裡存在個南中國海板塊的因素。目前南中國海板塊已全部隱沒入地函了，所以才拖曳著之後的歐亞大陸板塊向下隱沒。

選(B)：以前這裡存在個南中國海板塊的因素。目前南中國海板塊已全部隱沒入地函了，所以才拖曳著之後的歐亞大陸板塊向下隱沒。

選(C)：…是這樣的嗎？可是我認為因為以前這裡存在個南中國海板塊的因素。目前南中國海板塊已全部隱沒入地函了，所以才拖曳著之後的歐亞大陸板塊向下隱沒。

選(D)：…是這樣的嗎？可是我認為因為以前這裡存在個南中國海板塊的因素。目前南中國海板塊已全部隱沒入地函了，所以才拖曳著之後的歐亞大陸板塊向下隱沒。



摘錄自康熙圖書

②關於下列選項哪一個敘述是錯誤的？

- (A)隱沒帶的震源分佈由淺至深皆有
- (B)張裂性板塊邊界上只會發生淺源地震
- (C)東非大裂谷跟中洋脊屬於同類型的板塊邊界
- (D)臺灣與加州位在同樣類型的板塊邊界帶上

選(A)：……不對吧，應該是選項四：臺灣與加州位在同樣類型的板塊邊界帶上。這句話是錯的，加州位在錯動型板塊邊界帶附近，而臺灣位在聚合型板塊邊界附近。

選(B)：……不對吧，應該是選項四：臺灣與加州位在同樣類型的板塊邊界帶上。這句話是錯的，加州位在錯動型板塊邊界帶附近，而臺灣位在聚合型板塊邊界附近。

選(C)：……不對吧，應該是選項四：臺灣與加州位在同樣類型的板塊邊界帶上。這句話是錯的，加州位在錯動型板塊邊界帶附近，而臺灣位在聚合型板塊邊界附近。

選(D)：這句話是錯的，加州位在錯動型板塊邊界帶附近，而臺灣位在聚合性板塊邊界附近。

③(欣賞完一段野外考察影片之後)下列關於考察的事項，何者是錯誤的？

- (A)考察過程與同伴要互相照應
- (B)採集貝類小化石應小心、仔細挖掘
- (C)野外活動有危險性，要提高警覺，隨時注意跟小心
- (D)從事採集活動時以徒手工作最方便與靈活

選(A)：野外活動本就應和同伴互相照應阿！妳是剛睡醒就趕過來了嗎？  
應該是在野外活動時不能使用徒手，應戴上手套避免雙手受傷。

選(B)：小型化石的採集本來就是要格外小心跟注意的！妳沒有看清楚問題嗎？怎麼會選錯了呢？  
應該是在野外活動時不能使用徒手，應戴上手套避免雙手受傷。

選(C)：野外活動本來就具有危險性阿！隨時注意自己安全跟周圍環境是很重要的！  
應該是在野外活動時不能使用徒手，應戴上手套避免雙手受傷。

選(D)：沒錯～回答的很好！

在野外活動時不能使用徒手，應戴上手套避免雙手受傷。

④四溝層分布於西恒春台地東側斜坡上，為淺瀉湖沉積環境，其岩性主要為泥質粉砂岩，富含軟體動物化石，是很豐富的化石群。根據地層與化石對比推測，四溝層形成於晚中新世以來至末次冰河結束的這段時期，請問今要使用放射性同位素定年法來測量，應選擇哪一種方式較適合？

母元素/子元素	半衰期(年)	定年期限(年)
鈾 238/鉛 206	$4.51 \times 10^9$	$10^7$ 至 $T_0$
鈾 235/鉛 207	$0.71 \times 10^9$	$10^7$ 至 $T_0$
鉀 40/氬 40	$1.30 \times 10^9$	$10^4$ 至 $T_0$
鈷 87/鎳 87	$4.88 \times 10^{10}$	$10^7$ 至 $T_0$
碳 14/氮 14	$5730 \pm 30$	0 至 $5 \times 10^4$

※  $T_0$  = 地球的年齡

元	代紀世		時間(距今百萬年)	主要事件	
顯生元	第四紀	全新世	0.01	人類對地球大規模影響的開始 末次冰河期結束	
		更新世			
	第三紀	新第三紀	上新世	1.8	人類祖先『巧人』出現
			中新世		
		古第三紀	漸新世	23.7	哺乳類大量出現
			始新世		
			古新世		
			65		

(A)鈾 238/鉛 206 (B)鈾 235/鉛 207 (C)鉀 40/氬 40 (D)鈷 87/鎳 87 (E)碳 14/氮 14

選(A)：據相對定年法得知四溝層形成於晚中新世(距今 15 百萬年)以後至距今 1 萬年以前，在考量不同元素的定年期限，應該選擇定年期限為『10000 至  $T_0$ 』的『鉀 40/氬 40』較適宜。

選(B)：據相對定年法得知四溝層形成於晚中新世(距今 15 百萬年)以後至距今 1 萬年以前，在考量不同元素的定年期限，應該選擇定年期限為『10000 至  $T_0$ 』的『鉀 40/氬 40』較適宜。

選(C)：沒錯，『鉀 40/氫 40』定年法才是最適宜的！使用放射性同位素定年除了要考量元素本身的半衰期之外，也需考慮其定年限制，如果欲求年代超過或者短於其所能定年的期限，則結果會誤差非常大，那這樣的結果就不是我們所需要的。

選(D)：據相對定年法得知四溝層形成於晚中新世(距今 15 百萬年)以後至距今 1 萬年以前，在考量不同元素的定年期限，應該選擇定年期限為『10000 至  $T_0$ 』的『鉀 40/氫 40』較適宜。

選(E)：據相對定年法得知四溝層形成於晚中新世(距今 15 百萬年)以後至距今 1 萬年以前，在考量不同元素的定年期限，應該選擇定年期限為『10000 至  $T_0$ 』的『鉀 40/氫 40』較適宜。

⑤今阿美使用四溝有孔蟲化石的碳同位素進行定年，得到碳 14：氮 14 = 1：15，則從有孔蟲化石可以推知四溝層形成於那一時期？

(A)全新世 (B)晚更新世 (C)早更新世 (D)上新世 (E)中新世

母元素/子元素	半衰期(年)	定年期限(年)
鈾 238/鉛 206	$4.51 \times 10^9$	$10^7$ 至 $T_0$
鈾 235/鉛 207	$0.71 \times 10^9$	$10^7$ 至 $T_0$
鉀 40/氫 40	$1.30 \times 10^9$	$10^4$ 至 $T_0$
鉀 87/鋇 87	$4.88 \times 10^{10}$	$10^7$ 至 $T_0$
碳 14/氮 14	$5730 \pm 30$	0 至 $5 \times 10^4$

※  $T_0$  = 地球的年齡

元	代紀世		時間(距今百萬年)	主要事件	
顯生元	第四紀	全新世	0.01	人類對地球大規模影響的開始 末次冰河期結束	
		更新世			
	第三紀	新第三紀	上新世	1.8	人類祖先『巧人』出現
		中新世	5.2	哺乳類大量出現	
		古第三紀	漸新世	23.7	
	始新世		33.7		
		古新世	55.5		
		65			



選(A)：看樣子妳有必要再來重修米老師的同位素課程了。母元素剩下原本的 1/16，代表經過了四次半衰期的時間，所以從有孔蟲化石得知四溝可能形成於距今 22920 年前，也就相當於晚更新世時期。

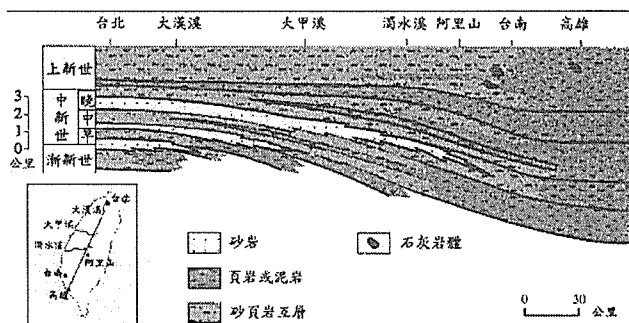
選(B)：正確解答！由半衰期可以得知此有孔蟲的年代為距今 22920 年，所以四溝層可能形成於晚更新世時期。

選(C)：看樣子妳有必要再來重修米老師的同位素課程了。母元素剩下原本的 1/16，代表經過了四次半衰期的時間，所以從有孔蟲化石得知四溝可能形成於距今 22920 年前，也就相當於晚更新世時期。

選(D)：看樣子妳有必要再來重修米老師的同位素課程了。母元素剩下原本的 1/16，代表經過了四次半衰期的時間，所以從有孔蟲化石得知四溝可能形成於距今 22920 年前，也就相當於晚更新世時期。

選(E)：看樣子妳有必要再來重修米老師的同位素課程了。母元素剩下原本的 1/16，代表經過了四次半衰期的時間，所以從有孔蟲化石得知四溝可能形成於距今 22920 年前，也就相當於晚更新世時期。

06~09 此圖為臺灣地層南北向的剖面圖以及臺灣的地層對比表，請分別判斷下列各題文字敘述是否正確？



圖片來源：臺灣的沈積岩，鄧屬予，民86

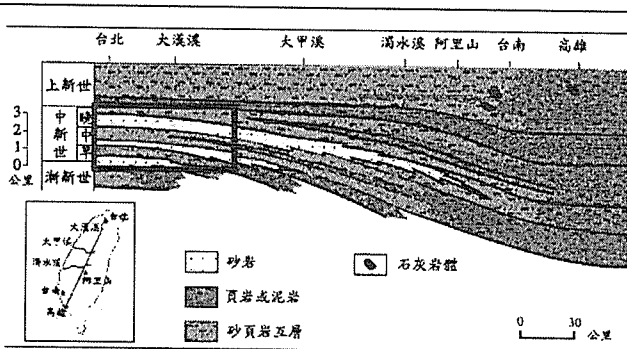
地質時代	北部地層	南部地層
更新世	頭嵙山層(陸相—濱海相)	六雙層(海相) 二重溪層(淺海相)
上新-更新世	卓蘭層(淺海相)	
上新世	錦水頁岩(淺海相)	古亭坑層(海相)
中新-上新世	三峽群 桂竹林層(淺海相)	烏山層(海相)
		長技坑層(淺海相) 紅花子層(海相) 三民頁岩(海相)
中新世	瑞芳群 南港層(淺海相)	
	石底層(濱海相含煤層)	
	野柳群 大寮層(淺海相)	
新新-中新世	木山層(淺海相含煤層)	
新新世	五指山層(濱海-淺海相)	

第一題：在北部中新世地層中可明顯發現到三次海退—海進的循環。

(A)正確 (B)錯誤

選(A)：沒錯！由圖中可以很明顯配地對出在北部中新世地層中有過三次的循環。

選(B)：連看個圖的能力都沒有喔～由圖中可以很明顯配地對出在北部中新世地層中有過三次的循環。



圖片來源：臺灣的沈積岩，鄧屬予，民86

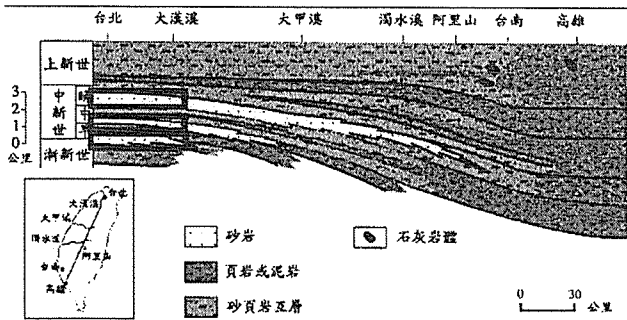
地質時代	北部地層	南部地層
更新世	頭嵛山層(陸相—濱海相)	六雙層(海相) 二重溪層(淺海相)
上新-更新世	卓蘭層(淺海相)	
上新世	錦水頁岩(淺海相)	古亭坑層(海相)
中新-上新世	桂竹林層(淺海相)	烏山層(海相)
中新世	三峽群 南莊層(濱海相含煤層)	長枝坑層(淺海相) 紅花子層(海相) 三民頁層(海相)
	瑞芳群 南港層(淺海相)	
	野柳群 石底層(濱海相含煤層)	
新新-中新世	大寮層(淺海相)	
新新-中新世	木山層(淺海相含煤層)	
漸新世	五指山層(濱海-淺海相)	

第二題：台灣北部地區主要的煤層出現在海退時期的濱海相。

(A)正確 (B)錯誤

選(A)：沒錯！由圖中可以很明顯地指出北部地區的煤層主要出現在海退時期的濱海相，也就是砂岩層內。

選(B)：這不是很基本的臺灣北部地層常識嗎？由圖中可以很明顯地指出北部地區的煤層主要出現在海退時期的濱海相，也就是砂岩層內。



圖片來源：臺灣的沈積岩，鄧屬予，民86

地質時代	北部地層	南部地層
更新世	頭嵛山層(陸相—濱海相)	六雙層(海相) 二重溪層(淺海相)
上新-更新世	卓蘭層(淺海相)	
上新世	錦水頁岩(淺海相)	古亭坑層(海相)
中新-上新世	桂竹林層(淺海相)	烏山層(海相)
中新世	三峽群 南莊層(濱海相含煤層)	長枝坑層(淺海相) 紅花子層(海相) 三民頁層(海相)
	瑞芳群 南港層(淺海相)	
	野柳群 石底層(濱海相含煤層)	
新新-中新世	大寮層(淺海相)	
新新-中新世	木山層(淺海相含煤層)	
漸新世	五指山層(濱海-淺海相)	

第三題：南部地層厚度比北部厚。

(A)正確 (B)錯誤

選(A)：Excellent！就同樣沈積年代的地層來說，南部的厚度比北部厚。

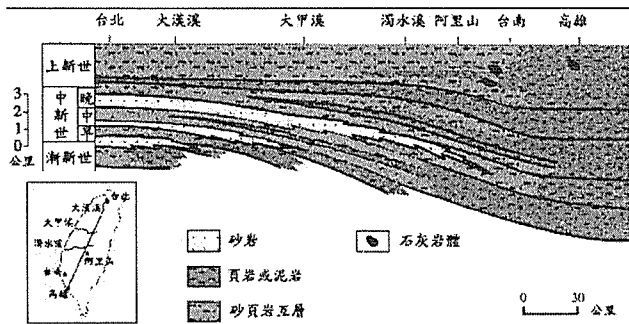
選(B)：……就同樣沈積年代的地層來說，南部的厚度比北部厚。

第四題：若地層無倒轉，則根據疊置定律，卓蘭層覆蓋在頭料山層之上。

(A)正確 (B)錯誤

選(A)：什麼是疊置定律你已經忘光了嗎？疊置定律是指在水平沈積的環境之下，新的地層會覆蓋在老的地層之上，所以應該是頭料山層覆蓋在卓蘭層之上！

選(B)：恩～答對了！疊置定律是指在水平沈積的環境之下，新的地層會覆蓋在老的地層之上，所以應該是頭料山層覆蓋在卓蘭層之上！



圖片來源：臺灣的沈積岩，鄧屬子，民86

地質時代	北部地層	南部地層	
更新世	頭料山層(陸相—濱海相)	六雙層(海相) 二重溪層(淺海相)	
上新-更新世	卓蘭層(淺海相)		
上新世	錦水頁岩(淺海相)	古亭坑層(海相)	
中新-上新世	三峽群	桂竹林層(淺海相)	烏山層(海相)
		南莊層(濱海相含煤層)	長技坑層(淺海相) 紅花子層(海相) 三民頁層(海相)
中新世	瑞芳群	南港層(淺海相)	
		石底層(濱海相含煤層)	
	野柳群	大寮層(淺海相)	
漸新-中新世	木山層(淺海相含煤層)		
漸新世	五指山層(濱海-淺海相)		

10 這種在野柳隨處可見的鏽染紋，其形成原因為何呢？

- (A)地下水滲入岩層縫隙，水中鐵質沉澱生成的氧化鐵
- (B)火山活動冷卻之後形成的枕狀熔岩
- (C)岩漿庫在地底下緩慢冷卻生成的礦物結晶
- (D)為砂頁岩互層，差異侵蝕的結果

選(A)：非常好，像鐵鏽顏色的都是氧化鐵物質沈澱的結果。



選(B)：枕狀熔岩跟這差太多了吧！這很明顯鐵鏽色的是氧化鐵成分，也就是地下水滲入岩層縫隙後，水中鐵質沉澱而生成的。

選(C)：火成岩跟這差太多了吧！這很明顯鐵鏽色的是氧化鐵成分，也就是地下水滲入岩層縫隙後，水中鐵質沉澱而生成的。

選(D)：沙頁岩互層跟這差太多了吧！這很明顯鐵鏽色的是氧化鐵成分，也就是地下水滲入岩層縫隙後，水中鐵質沉澱而生成的。

⑪此沈積構造為交錯層，可以代表當時的沈積環境水流方向為？

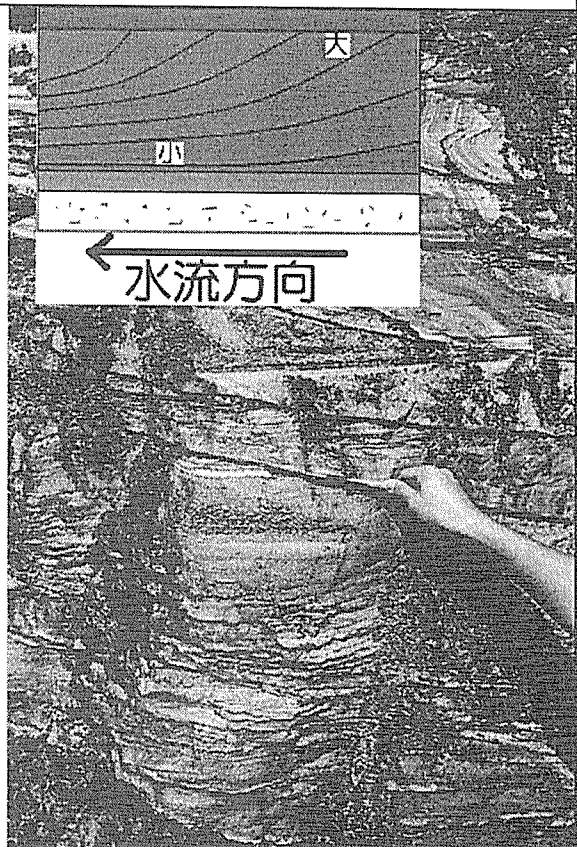
- (A)水流為由左往右 (B)水流為由右往左  
(C)水流為由上往下 (D)水流為由下往上

選(A)：我的天阿～妳在跟老師開玩笑嗎？交錯層是由強勁的水流所形成的一種沈積構造，其 upper 部和地層層理交角較大；底部和地層層理交角較小。

選(B)：恩恩恩～有學以致用阿。交錯層是由強勁的水流所形成的一種沈積構造，其 upper 部和地層層理交角較大；底部和地層層理交角較小。

選(C)：我的天阿～妳在跟老師開玩笑嗎？交錯層是由強勁的水流所形成的一種沈積構造，其 upper 部和地層層理交角較大；底部和地層層理交角較小。

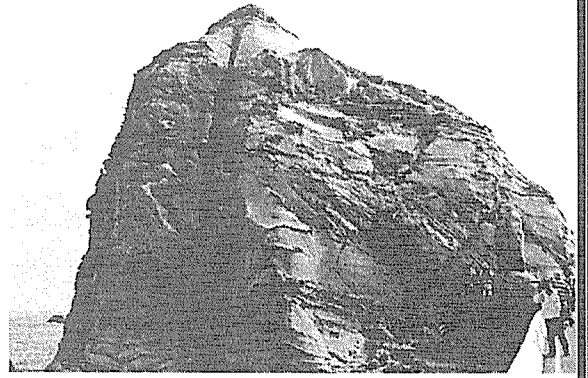
選(D)：我的天阿～妳在跟老師開玩笑嗎？交錯層是由強勁的水流所形成的一種沈積構造，其 upper 部和地層層理交角較大；底部和地層層理交角較小。



⑫野柳常見的這些地形景觀是由哪些地質作用雕塑而成？

- (A)變質作用 + 節理 (B)回春作用 + 解理  
(C)斷層作用 + 解理 (D)差異侵蝕 + 節理

選(A)：應該是 " 差異侵蝕 + 節理 " 所產生的結果阿！是因為地層因含化鐵物質或者鈣質結核的砂岩，因其抗侵蝕能力較強而產生差異侵蝕作用，再加上地層因承受不了外力作用而產生的天然破裂面（沒有相對移動）加速侵蝕，而造成野柳多樣的地質景觀。



選(B)：應該是 " 差異侵蝕 + 節理 " 所產生的結果阿！是因為地層因含化鐵物質或者鈣質結核的砂岩，因其抗侵蝕能力較強而產生差異侵蝕作用，再加上地層因承受不了外力作用而產生的天然破裂面（沒有相對移動）加速侵蝕，而造成野柳多樣的地質景觀。

選(C)：應該是 " 差異侵蝕 + 節理 " 所產生的結果阿！是因為地層因含化鐵物質或者鈣質結核的砂岩，因其抗侵蝕能力較強而產生差異侵蝕作用，再加上地層因承受不了外力作用而產生的天然破裂面（沒有相對移動）加速侵蝕，而造成野柳多樣的地質景觀。

選(D)：沒錯，是因為地層因含化鐵物質或者鈣質結核的砂岩，因其抗侵蝕能力較強而產生差異侵蝕作用，再加上地層因承受不了外力作用而產生的天然破裂面（沒有相對移動）加速侵蝕，而造成野柳多樣的地質景觀。

⑬ 妳剛搭船過來一定有看到海水變成略黃濁色的液體，請問那是什麼原因所造成的？

- (A) 人為煉銅廢水污染
- (B) 海底湧泉所造成
- (C) 為某種浮游生物大量聚集
- (D) 海底地形變淺所引發富含無機鹽類之湧升流

選(A)：這是臺灣北部水湳洞邊的陰陽海成因，與龜山島的奇特海景不同。這裡是海底湧泉（出磺）所造成的現象。海底湧泉



屬於後火山作用之一，當噴氣孔與硫氣孔位於海底，且持續噴出硫磺煙柱及氣泡

(氣體主要為二氧化碳、氮氣、氧氣、二氧化硫以及硫化氫)。噴出的氣體通過厚層的海水時會形成大量的氣泡，因其密度較低，所以上湧至海水表面，將海面染成淺藍、或白色，並且還會隨著海流飄移。

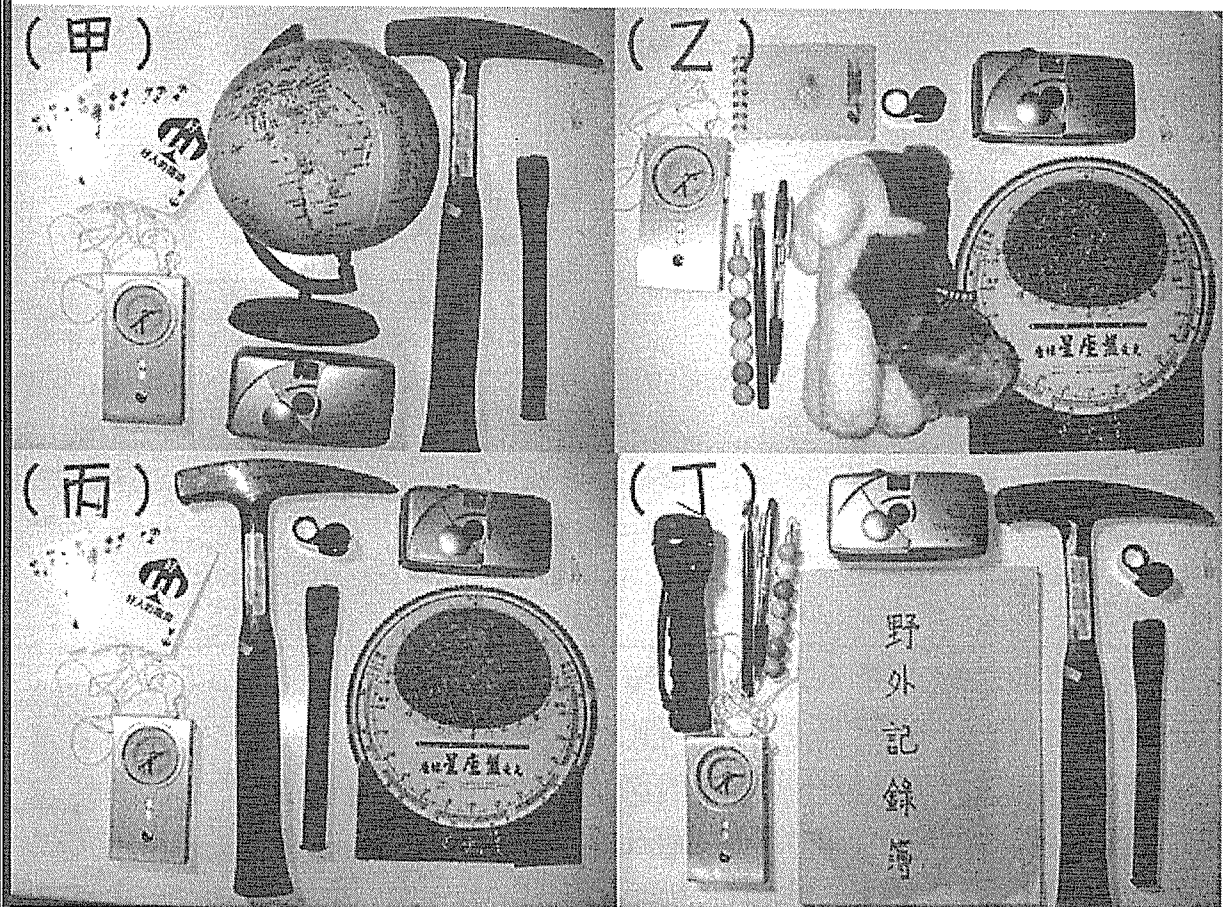
選(B)：Good！答的很好！這裡是海底湧泉（出磺）所造成的現象。

海底湧泉屬於後火山作用之一，當噴氣孔與硫氣孔位於海底，且持續噴出硫磺煙柱及氣泡（氣體主要為二氧化碳、氮氣、氧氣、二氧化硫以及硫化氫）。噴出的氣體通過厚層的海水時會形成大量的氣泡，因其密度較低，所以上湧至海水表面，將海面染成淺藍、或白色，並且還會隨著海流飄移。

選(C)：……妳有看到什麼生物嗎？胡亂回答問題阿！這裡是海底湧泉（出磺）所造成的現象。海底湧泉屬於後火山作用之一，當噴氣孔與硫氣孔位於海底，且持續噴出硫磺煙柱及氣泡（氣體主要為二氧化碳、氮氣、氧氣、二氧化硫以及硫化氫）。噴出的氣體通過厚層的海水時會形成大量的氣泡，因其密度較低，所以上湧至海水表面，將海面染成淺藍、或白色，並且還會隨著海流飄移。

選(D)：……湧升流會造成這種顏色嗎？這裡是海底湧泉（出磺）所造成的現象。海底湧泉屬於後火山作用之一，當噴氣孔與硫氣孔位於海底，且持續噴出硫磺煙柱及氣泡（氣體主要為二氧化碳、氮氣、氧氣、二氧化硫以及硫化氫）。噴出的氣體通過厚層的海水時會形成大量的氣泡，因其密度較低，所以上湧至海水表面，將海面染成淺藍、或白色，並且還會隨著海流飄移。

14 (甲)~(丁)中何者是最適當的地質野外考察配件？



(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁

選(A)：……地質考察帶卜克牌跟地球儀做什麼？最適宜的配件是(丁)！野外筆記本跟筆方便作筆記、相機則可隨時紀錄、地質鎚、鑿子、傾斜儀、放大鏡則是不可或缺的地質調查器具、手電筒則是出野外的必備項目。

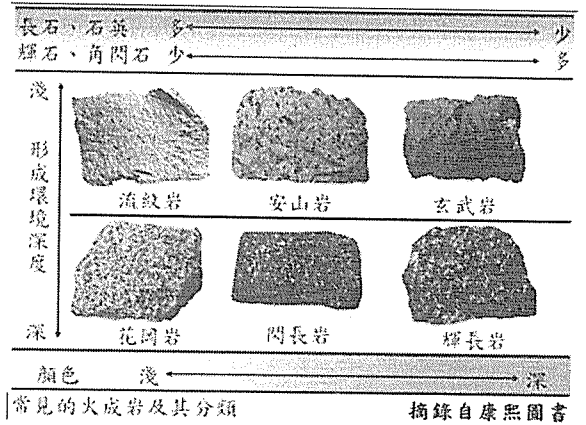
選(B)：……地質考察帶絨毛玩具跟星座盤做什麼？而且做筆記要拿具備封面防水且攜帶方便的野外記錄本較適宜！最適宜的配件是(丁)！野外筆記本跟筆方便作筆記、相機則可隨時紀錄、地質鎚、鑿子、傾斜儀、放大鏡則是不可或缺的地質調查器具、手電筒則是出野外的必備項目。

選(C)：……地質考察帶卜克牌跟星座盤做什麼？而且做筆記要拿具備封面防水且攜帶方便的野外記錄本較適宜！最適宜的配件是(丁)！野外筆記本跟筆方便作筆記、相機則可隨時紀錄、地質鎚、鑿子、傾斜儀、放大鏡則是不可或缺的地質調查器具、手電筒則是出野外的必備項目。

選(D)：果然平時不是白訓練妳們出野外的！野外筆記本跟筆方便作筆記、相機則可隨時紀錄、地質鎚、鑿子、傾斜儀、放大鏡則是不可或缺的地質調查器具、手電筒則是出野外的必備項目。

15 在龜山島採集到的岩石以安山岩為主，則請依據此圖比較安山岩與花岡岩之差異。

- (A) 安山岩的形成深度較花岡岩淺
- (B) 安山岩的長石、石英含量較花岡岩多
- (C) 安山岩的輝石、角閃石含量較花岡岩少
- (D) 安山岩的結晶顆粒較花岡岩的大



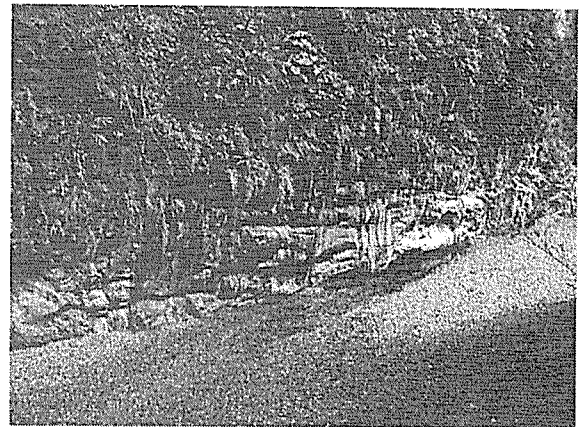
選(A)：正確選項，安山岩是屬於火山岩、而花岡岩屬於深成岩類。

選(B)：這個表格不是很簡單嗎？花岡岩的長石與石英含量才較安山岩多，也因此花岡岩外觀顏色較淺。

選(C)：這個表格不是很簡單嗎？安山岩的輝石、角閃石含量才較花岡岩多，也因此安山岩外觀顏色較深。

選(D)：這個連國中生都會吧！安山岩屬於火山岩，也因此其結晶顆粒較花岡岩小阿！

16 太魯閣砂卡礑步道溪谷中的水石之美，那蜿蜒瑰麗的岩層主要以大理岩為主，伴隨著其他種類的變質岩。太魯閣峽谷渾厚雄偉的景觀，主要是立霧溪的下切侵蝕作用加上地殼不斷隆起上升，對大理岩層的風化、侵蝕而形成的山川景色，但是此地的大理岩是如何而來的呢？關於這個問題，妳先回答我大理岩是什麼岩石變質而成的？



- (A) 砂岩 (B) 頁岩 (C) 石灰岩 (D) 花岡岩

選(A)：砂岩？Are you sure？今天妳腦袋還沒清醒過來嗎？大理岩的原岩是石灰岩，是主要成分為碳酸鈣的沉積岩。也就是說，石灰岩經作高溫與高壓後會變質為大理岩。

選(B)：頁岩？Are you sure？今天妳腦袋還沒清醒過來嗎？大理岩的原岩是石灰岩，是主要成分為碳酸鈣的沉積岩。也就是說，石灰岩經作高溫與高壓後會變質為大理岩。

選(C)：Right！沒錯！大理岩的原岩是石灰岩，是主要成分為碳酸鈣的沉積岩。也就是說，石灰岩經作高溫與高壓後會變質為大理岩。

選(D)：花岡岩？My Goodness！今天妳腦袋還沒清醒過來嗎？大理岩的原岩是石灰岩，是主要成分為碳酸鈣的沉積岩。也就是說，石灰岩經作高溫與高壓後會變質為大理岩。



⑰是何種作用力造就了這些變質岩呢？

- (A) 隱沒帶的岩漿熱液作用造成的接觸變質
- (B) 菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞的造山運動
- (C) 因沈積物不斷堆積對最下層累積壓力所造成的變質
- (D) 曾有隕石撞擊所造成的變質

選(A)：接觸變質是指當岩漿侵入圍岩時，被侵入之岩石在和岩漿的接觸面及周圍因溫度的增高而發生的變質作用。但是臺灣中央山脈的變質不屬於此類。中央山脈是由板塊運動—菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞、壓力累積所造成的變質作用！

選(B)：正確解答！中央山脈是由板塊運動—菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞、壓力累積所造成的變質作用！

選(C)：很厚的沈積岩，也會受到強大的壓力，但因此引起的變化並不屬於變質作用，而稱為成岩作用。中央山脈是由板塊運動—菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞、壓力累積所造成的變質作用！

選(D)：臺灣的變質岩不是因為隕石撞擊的所成的！從南北向的帶狀分佈也可以看出是跟地體構造有關係！中央山脈是由板塊運動—菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞、壓力累積所造成的變質作用！

好了～那麼接著可以回覆妳的提問了。大約二億三千萬年前，當時古台灣尚未形成，在熱帶至亞熱帶清澈的淺海環境中，有蜓科、有孔蟲、珊瑚、石灰藻等生物生長，因此構成生物礁。這些生物礁由碳酸鈣成份為主的生物遺骸聚集而成。厚層的生物礁，保存在岩層中，受上部岩層的壓力，組織變得成更緊密、並經膠結及再結晶作用後而成為厚層的石灰岩。

⑱出地質野外時，(A)～(D)之中何者是適當的考察穿著。

選(A)：沒錯！正確的野外服裝必須要戴帽子、長袖長褲以避免強烈日曬或者外物使皮膚受傷，另外記得攜帶隨身雨衣、風鏡等物品。

選(B)：應該是(A)啦，外出不可以穿著裙子！正確的野外服裝必須要戴帽子、長袖長褲以避免強烈日曬或者外物使皮膚受傷，另外記得攜帶隨身雨衣、風鏡等物品。

選(C)：應該是(A)啦，外出不可以穿著短褲跟短袖以及涼鞋！正確的野外服裝必須要戴帽子、長袖長褲以避免強烈日曬或者外物使皮膚受傷，另外記得攜帶隨身雨衣、風鏡等物品。

選(D)：應該是(A)啦，外出不可以穿著短袖跟皮鞋！正確的野外服裝必須要戴帽子、長袖長褲以避免強烈日曬或者外物使皮膚受傷，另外記得攜帶隨身雨衣、風鏡等物品。

