

模組在課程設計的應用 -

以「生物與環境」單元為例

丁澤民** 謝馥名* 張永達*
*國立臺灣師範大學 生命科學系
**臺北縣三重中學

壹、前言

課程之改革在師資培育制度之改革後陸續進行中，九年一貫課程暫行綱要於1998年9月30日公佈，在2001年九月自小一開始實施，2002年則小一、小二、小四、國一同時實施，至2004年即全面使用九年一貫之課程。

九年一貫課程中保留部分彈性學習時數供各校進行學校本位課程之規劃，各校可依據其學校所在社區之特性，與社區家長代表共同討論學校之教育目標、學校應發展之特色，選擇或自行開發設計可以協助達成學校教育目標或發展特色之教材。

模組可以視為一個主題式教學素材，其中包括相關「次主題」，可因教學目標、時間而做取捨（可以為資料閱讀，或是實驗活動等）。因此，模組可以有如下特性：

1. 學習的時間為數小時的小學習單元；
2. 含數種學習資料，評量資料及活動設計；
3. 學習活動包含個別學習及集體學習；
4. 可由教師及學生自行建立學習計劃；
5. 可以適

應個別差異編製課程。

九年一貫中小學之學習階段，課程已整合為：語文領域、數學領域、自然與生活科技領域、社會領域、藝術與人文領域、健康與體育領域、綜合活動領域等七大領域。因此，各領域課程的編寫需朝向學科整合的方向發展，而主題式探究的模組化教學，在這一波教育改革的浪潮中將可扮演積極的角色。期望學生能透過統整領域的學習，培養其整合性科學思維能力，運用統整的科學知識及科學探究方法以解決生活所遭遇的問題。

九年一貫課程中強調了解自我與發展潛能；欣賞、表現與創新；生涯規劃與終身學習；表達、溝通與分享；尊重關懷與團隊合作；文化學習與國際理解；規劃、組織與實踐；運用科技與資訊；主動探究與實踐；獨立思考與解決問題等十大基本能力之培養，各領域之學習教材中應融入資訊教育、環境教育、兩性教育、人權教育、生涯發展教育以及家政教育等六大議題。因此，模組之編製也應朝向這些方向

思考。

統整領域教學，是九年一貫課程的特色之一。編撰或使用統整自然及生活科技領域的教材或模組，應為九年一貫課程實施後教師應具備的能力。自然科學的整合，對於大學分科教育培養出來的中學師資，實在有些困難。雖然各科教師可進行協同教學，各科老師仍然教授其專精的學科，但是，該如何協同？實務上有其困難，大多數教師也缺乏實作經驗。

本文將以「生物與環境」為主題，編寫統整自然與生活科技領域之相關學科之概念之模組，其編寫之模式希望能提供中小學教師在發展各校之本位課程時之參考，期望對其教學有所助益。

貳、「生物與環境」模組

本模組共包含五節，分別如下：

第一節：能量的形式與轉換：主要探討能量的傳遞，經由了解波動的特性，奠定學生了解地震規模與震度等相關觀念。

第二節：生物的棲息地：了解生物生存的必須條件及各主要生態系的介紹，奠定學習生態系演替與環境保護等觀念的基礎。

第三節：環境與生物的適應：經由群落演替的學習，了解生物對環境的影響，並體會環境與生物關係的密切。

第四節：人與生態平衡：經由人為環境災

難例子的學習，促使人們學會對自然界的謙虛態度。

第五節：資訊系統的應用：經由資料庫查詢的學習，教導學生知道資料庫運用對於地震研究的重要性。

第一節 能量的形式與轉換

同學們可曾使用過太陽能計算機？可曾利用烤箱加熱由冷藏室拿出來的食物？中秋夜是否與家人一起用炭火烤肉？有沒有到過八仙樂園玩高空滑水道？

能量是維持物質世界的基石，它以各種形態參與物質世界的各種活動。日常生活中我們可以感受到溫度的變化，溫度是“熱能”的一種表現；當溫度上升時，我們知道熱能進入系統中，反之，熱能流出系統。

當你辛苦的走上滑水高台時，你將爬樓梯的力量轉化為位能，而你順著滑水道快速滑下時，原來的位能又轉化成滑動時的動能。本來一般用的電子計算機大多需要裝上電池，而太陽能計算機卻把太陽光的能量轉化為電能。烤箱的運作原理是把電能轉化為熱能，將冰冷的食物加熱為可口溫暖的食物。植物行光合作用是把太陽能轉化為化學能，木炭在燃燒時再將原來貯存於其中的化學能釋放出來。這些例子顯示，物質世界的各種變化都有能量的進出參與，而且能量也可以不同的形態存在於物質世界。但是能量是如何傳遞的？我們或許知道位能與動能之間可以互相轉變；但是這次我們想討論的是，能量如何在物體上傳送。

第二節 生物的棲息地

陽光是綠色植物行光合作用的能量來源。植物利用光合作用將太陽的光能轉換為物質的化學能，開啓生命世界能量的流轉；陽光也使地球保持適當的溫度，促使全球水的循環與風的流動。

水由氫、氧原子組成，帶有極性，是生物體內重要物質的良好溶劑。水的比熱較一般化合物高，因此水溫上升時可以吸收較多的熱量，生物體所含的大量水分正可以用來調整體內熱量。

植物生長的必需元素有十六種，其中碳、氫、氧約占植物體乾重的 96%，氮、鉀、鈣、鎂、磷、硫等十三種，雖然所占比重少，卻是維持植物生理正常的重要因素。因此，陽光、水、礦物營養素是生物生存的必要條件。

由於水、陽光、礦物營養素對於生物的生存如此重要，當我們討論生物生存環境時，應就這三項要素加以考量。如果進一步考量生物生存所需的能量來源，生產者是食物網能量的源頭，生產者的集合決定生態系中其他生物的種類、生活方式及行為模式。

淡水生態系

淡水所形成的生態系有河川、湖泊、沼澤、溼地等，這些生態系的變化都很大，無所謂“典型”淡水生態系。如果我們以湖泊為例，湖泊的深淺與所在地的溫度變化，對於湖泊生態系的生物組成有重要影響。

鹹水生態系

河口區的沼澤，因土質鬆軟，一般大型的草食動物無法靠近，所以生產者的落葉碎屑，是食物網的起點。落葉碎屑成為線蟲的食物，線蟲又成為蝸牛、螃蟹、小蝦子等的食物；這些小生物又是海中魚類的食物來源。河口緊臨大海，使河口生態系中小生物成為海中魚類的食物來源，因此河口生態系具有很高的生產力。

森林生態系

地球上的森林生態系大約區分為：常綠闊葉林、落葉闊葉林、常綠針葉林。常綠闊葉林的年雨量在一千三百公釐以上，是終年高溫多雨的地方，這是地球陸地上光合作用最旺盛的區域。每一公頃約有五十至七十個樹種存在，是植物高度競爭的棲息地；土壤中的礦物營養大多貯存在植物體上，土壤相對是營養貧乏的。由於高度的競爭，一但有植物死亡，立刻有新植株填補原有植株的生長地點。如果受到火災或人類的破壞，新植株來不及填補原來空隙，土壤中的殘餘礦物營養素快速被水沖走，這樣新植株就無法生長，生態系的恢復功能隨之中斷。

草原生態系

草原生態系的年雨量不及森林生態系，而且通常有明顯的乾季，無法支持多年生植物的生長。由於草原上缺乏高大的植物，所有生存於此的陸生動物，都必須發展出一套快速奔跑或躲藏的能力。世界上奔跑最快的動物——獵豹，便是此區動物生存競爭的優秀選手。一些奔跑速度不夠快的生物便有躲藏的本領，例如：土撥

鼠。再有一些動物是靠團體的力量生存，例如：野牛對抗獅子。

沙漠生態系

這是陸地上年雨量最少的生態系。沙漠主要出現在地球南、北緯三十度附近，這是受到副熱帶高壓的影響；高山的背風面與大陸的內部，因為空氣中的水量非常少，常形成沙漠。

由於雨量少而且集中，沙漠中的植物生長季節短，生產者所能形成的能量少，是陸地上最沒有生產力的生態系。仙人掌的根系廣而淺，可以快速的吸收短暫的降雨，其莖肥大，可以貯存水分，葉為針狀可以減少水分的蒸散；凡此構造上的特色，使得仙人掌成為沙漠生態系的指標性植物。

第三節 環境與生物適應

較大的地震之後，常會伴隨有地形、地貌的改變，這樣的改變會對原棲息地的生物產生適應上的壓力。生物在環境變遷過程中的適應，受到那些因素的影響？生物與環境長期互動後的變化如何？是本節學習的重點。

同一棲息地的生物，彼此的互動關係分為：競爭與合作二大類。當我們看到蝴蝶在花朵邊飛舞，蚯蚓在土壤中生活時，我們是否想過植物與蝴蝶、蚯蚓有何互動關係？蝴蝶在吸食花蜜時，也同時幫植物傳粉；植物的落葉在土壤中腐敗後成為蚯蚓的食物，而蚯蚓的排泄物又將貯存在葉片中的礦物營養釋回土壤，提供植物生長時所需。這二個例子，表面上似乎只對其

中一方生物有利，但其實兩方生物都彼此受益，這是互利共生的好例子。

常綠闊葉林由於植株高大而茂密，阻擋陽光射入森林，生長在底層的藤類植物利用攀附的方式，將其葉片伸展至受攀附植物的樹冠上，反而剝奪被攀附植物行光合作用的機會，這是競爭。春天的阿拉斯加州，剛從冬眠醒過來的北極熊，群集到河流的淺灘，伺機捕食溯流而上的鮭魚，北極熊與鮭魚間的生存競爭於是展開。

生物間的競爭關係，對於該地區的生物群聚組成很重要。達爾文曾叫他的園丁暫停修剪庭院裡的草皮，他發現暫停修剪草皮一段時間後，原本草皮由二十二種植物組成，後來卻只剩下十三種植物；也就是說有九種植物因彼此競爭劇烈而消失。所有植物的生存必要條件都相似，彼此為求生存，相互之間的競爭反而比動物劇烈；如果我們把割草視為一種生物捕食的行為，停止捕食反而導致更多植物的滅亡。所以，一些看似不利於某一生物的行為，反而是對整體的生態系統有利。

生物的生存受到環境的影響，但是生物的生存活動也會改變環境。地衣是藻類與真菌類互利共生的組合。藻類行光合作用產生的養分，可以提供真菌利用；真菌類的菌絲體可以吸收土壤中微量的水分，提供藻類行光合作用所需。但是這種共生關係，只有在環境不利於藻類與真菌類時才會自然發生。

有些地方由於岩層崩塌，岩層因此裸露出來，這些裸露的岩層缺乏土壤，絕大

多數的植物無法生長；地衣正好可以適應這樣惡劣的環境。地衣利用真菌的菌絲伸入岩層裂縫中，吸收水分並固定共生體。當地衣逐漸增多時，岩層上所堆積的土壤也越來越多；岩層上的土壤增加後，蘚苔類植物開始生長，最後取代地衣，成為本區的主要植物。經由蘚苔類的生長，其根部固定由風吹送而來的砂粒，岩石上的土壤層更為加厚，種子植物的幼苗可以萌芽生長，最後小灌木林遮避了陽光，導致蘚苔類的死亡，小灌木取代蘚苔成為該地區的主要植物。這種取代過程，稱為演替。

生態系的演替過程，是生物活動可以改變自然環境的良好例證；這樣的改變，是生態系的特徵。隨著演替的進行，組成生態系的生物群聚不斷改變，最後趨於穩定，這時的生物群聚，稱為“極頂群落”。極頂群落的組成是一種動態穩定，組成生物越複雜，可以維持越長的時間。

1965 年，冰島西南方的四十公里處的海底火山爆發，火山的噴出物形成一座新小島。剛形成的島上沒有任何生命，六個月以後，島上有細菌、真菌及一些海邊植物，二年後島上開始出現維管束植物，最後島上形成一片森林。這樣的演替，是由一處新生地開始進行，稱為初級演替。台灣在日據時代，日本人大量砍伐山區的檜木，留下的空地，給予森林底層植物生長的機會，最後檜木林轉為闊葉雜林；這樣的演替，是由一處原有生物生存的環境開始，稱為次級演替。

有些時候，環境一旦被破壞，生態系

無法自行恢復。冰島的原住民是模斯人，他們與大自然能和諧相處；但自十八世紀開始，歐洲移民大量進入冰島，這些移民大量砍伐森林做為能量的來源。由於砍伐森林的速度遠快於森林自我恢復的速度；自 1850 年後，冰島已經沒有任何樹木，當然也沒有樹木的種子可以萌芽。現今的冰島，像是極地的凍原，森林無法自然在此再生。

九二一地震，使得中部許多山區土石崩塌，這些崩塌裸露的土壤，又因大雨的沖刷形成土石流，使得土壤表層的礦物營養流失，植物種子不易在此萌發；如果演替要在此進行，必須由初級演替開始。但是坡度較高的裸露岩層，由於台灣山區多雨的特性，可能會不斷的發生土石流，使得土壤無法在岩層上累積，演替無法進行，最後變成像高雄崗山地區的“月世界現象”或像美國的大峽谷地形。

第四節 人與生態平衡

九二一地震造成中部山區土石鬆動，接連中部多次的大雨，使得山區土石流不斷，中橫公路處處崩塌，公路單位才剛搶通，隨之又因山坡崩塌而中斷，甚至學者建議將中橫公路封閉。這樣的結果，促使我們重新思考人與環境的相處之道：人類對環境的改造力量雖大，但是大自然對人類的影響力更大。

人類開始設立國家公園，便希望能儘可能維持國家公園的現況，因此對於森林火災的防範極為努力。原本森林都會因為自然因素或人為的疏失，而偶發一些森林

小火災；這些森林小火災，足以燒毀森林底層的落葉及森林底層的幼苗，使得落葉內的礦物營養回歸土壤，提供森林生長利用，同時除去存在森林底層的幼苗，使得森林群聚得以長久維持。

國家公園的森林巡山員，過於積極的預防各種型態火災的發生，使得森林底層的落葉不斷的累積。一旦因為閃電引起火災，由於可燃的落葉非常多，火勢都非常大，高溫不但燒毀森林底層的植物幼苗，同時也燒毀高大的森林，連帶使生活在森林中的動物大量燒死。火災後，最先在廢墟長出的是草本植物或小灌木，短期內無法迅速恢復原本的森林群聚。我們應增加對自然界的瞭解，才能使地球提供人類永續利用。

人類對於空氣的影響

人類排放進入大氣層的污染物種類繁多，有碳的氧化物、硫的氧化物、氮的氧化物、揮發性的有機化合物、光化學氧化劑及懸浮粒子；這些污染物的排放量遠大於環境的自我淨化能力。

由於排放的污染物太多，有些城市產生嚴重的煙霧問題。1952年在倫敦發生嚴重的煙霧事件，當時因為空氣污染導致4000人死亡。煙霧在許多大城市造成光化學毒害；這是因為車輛排出的一氧化氮與氧在陽光的照射下形成二氧化氮，然後再與碳氫化合物反應產生臭氧與刺激性物質，使眼睛與肺部受到刺激。

煤炭與石油都含有硫與氮的成分，其燃燒產生的氧化物，在空氣中會形成硫酸

與硝酸，隨雨水降下而成酸雨。酸雨改變湖泊及土壤的酸鹼度，造成植物生長與魚類生存的重大影響。

最近受到全球關注的大氣層臭氧破洞，是因為人類使用氟氯碳化物的結果。氟氯碳化物是一種非常穩定的物質，常用於噴霧器、冷煤、發泡塑膠等用途，當氟氯碳化物進入大氣後，受到紫外線照射分解，並產生連鎖反應破壞大氣中的臭氧層，使得陽光中的紫外線大量射入地面，導致細胞基因的突變。

人類對於陸地環境的影響

現代農業的特色是肥料及殺蟲劑的使用，並大量使用灌溉系統，但是這樣產出的農產品，價格昂貴，貧窮國家的人民無法負擔。

熱帶雨林的環境非常合植物生長，森林底層長滿各種植物，一旦有掉落物腐敗，馬上被其根部吸收利用，所以熱帶雨林的土壤非常貧瘠。許多貧窮國家（例如：巴西）正好擁有熱帶雨林，所以貧窮的農民便砍伐森林並加以放火，火將貯存在植物體的礦物營養釋放出來，這樣農民不需購買肥料就可以有肥沃的農地。然而，熱帶雨林的土壤缺少植物根系的保護，土壤中的礦物營養素快速流失，不用幾年，土壤失去耕種的價值。農民於是放棄這塊農地，又再另行選擇一塊森林，重複砍伐、燃燒、耕種、放棄的循環。

由於熱帶雨林的土壤不易保存礦物營養，農民放棄耕地後，土壤變得非常貧瘠，次級演替進行的非常緩慢。森林無法快速

恢復，而農民砍燒的速度又快，兩者之間的速度差距，使得熱帶雨林面積快速消失，這種情形稱為“去森林化”。如果維持現在森林消失的速度不變，到了 2035 年，全世界的熱帶雨林會消失不見。

熱帶雨林是陸地上光合作用最旺盛的生態系。經由光合作用的進行，二氧化碳轉換為氧；大氣的組成也因此而得以維持；光合作用也促使根部吸收的水分，經由葉子而重返大氣。去森林化不但不利於大氣組成的維持，也使局部地區的降雨量減少，該地區變得更熱、更乾旱，最後形成沙漠化。

「人定勝天」是西方文明的重要精神，隨著科技的進展，人類對於控制自然界的興趣越來越高、信心也越發堅定。但是，經由九二一地震的經驗，我們可以了解人為的建築無論多麼堅固，都無法抵抗自然的力量。我們應該更為謙虛，更尊重自然，並了解到現今人類對自然科學尚有許多未知的部分。

第五節 全球資訊網的利用

世界各地的資料庫建置於各別的電腦主機，每一個資料庫的建置都是人類知識的累積，這些散置於各別電腦資料庫內的資料，如果能讓各地人們自由、快速的取得，會對人類知識的增進大有助益。

由於電腦作業軟體並沒有統一，各別電腦內的資料庫內容，在不同作業系統會產生不相容的情形，所以整合各種作業系統的規範，是完成全球資料分享的第一個步驟。

全球資訊網（World Wide Web，簡稱為 WWW）是一種分散式多媒體資料查詢系統，必須使用「瀏覽軟體」來顯示資料的內容。這些瀏覽軟體可以解讀遵守作業規範所編輯的資料，最常用的瀏覽軟體有：微軟公司發展的 Internet Explore（簡稱 IE）及網景公司發展的 Communicator（探險家）。

我們將以地震為主題，教導同學如何利用全球資訊網來蒐集資料，本節將以 IE5.0 版瀏覽軟體為操作的介面。

壹、瀏覽軟體的基本操作

1. 直接點選螢幕下方 IE 的圖示。
2. 在「網址輸入區」填入網址後，按【ENTER】鍵。例如：教育部的網址：<http://www.edu.tw>。
3. 教育部的網頁經由網路傳輸到使用者的電腦並顯示出來。
4. 移動游標至“搜索工具”，此時游標變為一個“手掌”的形狀，並連按二下滑鼠左鍵二下。由“超文件”編輯的圖或文字，可以直接從一個網頁自動聯結到原先設定的另一網頁。
5. 出現另一網頁。
6. 在其他資源搜尋引擎上再連按二下左鍵
7. 利用搜尋引擎進行資料詢查。在空格內填入“地震”後按【ENTER】鍵；此時，可以看到右上方軟體圖示的旗幟在飄動。
8. 可以看到搜尋結果
9. 如果希望改用奇摩站的搜尋引擎來查詢資料，可以用滑鼠在瀏覽軟體左上方的【上一頁】圖示上點選，瀏覽軟體會顯示

前一個畫面內容。重複點選可以一再回溯先前已下載的網頁內容，直到教育部其他搜尋引擎的網頁出現後，再點選奇摩站超文件。

當不小心點選了不需要的超文件聯結，在網路傳送資料過程中，同學可以用滑鼠點選瀏覽軟體上方【停止】的圖示，中止資料的下載，如此可以避免等待下載所耗損的時間。

經過多次的網站或網頁聯結後，如果同學希望快速顯示已經下載的網頁容，可以用滑鼠點選瀏覽軟體上方的【下一頁】圖示。如此瀏覽軟體會把貯存在記憶體內已下載內容直接顯示，不必經過網路的傳輸。

10.利用同樣的超文件聯結方式，同學可以找到許多有用的資料，請同學自行探索。

貳、利用搜尋引擎進階查詢資料

由於網際網路上所聯結的電腦數量非常龐大，每台電腦主機又建置許多資料，如果網路使用者希望在浩翰如海的網路世界，尋找所要的網站或資料，實在是非常不容易的事。

為了解決使用者的困難，許多網站的經營者設立搜尋引擎。搜尋引擎是網站經營者，利用資料庫系統的觀念與技術，將所搜集到的資料建檔並製作索引目錄，然後利用具有親和力的使用介面，讓網路的使用者容易利用。

使用者找尋資料時，可能對於資料存於何處有些初步概念，知道資料可能存放於那些類別的網站，此時使用者可以利用

搜尋引擎原來的分類進行搜尋，如下圖中雅虎中文網頁所顯示。

假設同學希望找尋有關生物科方面的資料時，可以利用雅虎中文網頁上【科學】超文件聯結進行搜尋，如此可以縮小搜尋的範圍，較容易找到需要的資料。

如果對於希望找尋的資料可能存放於何處沒有概念，使用者可以利用網頁搜尋的技巧來尋找資料。許多搜尋引擎都設有全文檢索的功能，這是網站經營者在建置搜尋引擎時，便把蒐集到的所有網頁內容納入搜尋資料庫；使用者在利用網頁搜尋功能時，必須在搜尋引擎的選項上，指定使用【網頁】方式進行搜尋。例如我們使用新浪網搜尋引擎時，可以在輸入搜尋字串後，選擇以網頁方式進行全文搜尋。

利用網頁方式進行搜尋，雖然可以不用知道資料可能的存放位置，但是經由全文檢索的結果，只要搜尋引擎所蒐集的網頁內容中有相同的字串，便會全部列示出來，使用者需花費眾多時間過濾搜尋結果，降低搜尋引擎的功能。

參、貯存所獲得的資料

辛苦搜尋得到的資料，對使用者來說都彌足珍貴。有二種方式可以讓使用者將所需要的網頁資料貯存起來。

第一種：選定網頁中有用的部份內容，利用瀏覽軟體上方的「檔案—複製」功能，將複製的內容暫存於剪貼簿，並轉貼至所須其他文件上。

第二種：直接將瀏覽軟體顯示的網頁內容，利用「檔案—另存新檔」的

方式貯存起來。

參、結語

模組設計的範圍可大可小，其結構可

(下轉第 49 頁)