

通識教育中科學課程之環境議題單元設計 與教學建議——以全球暖化議題為例

林樹聲¹

國立嘉義大學科學教育所助理教授

摘要

本文立基於「科學、技學、社會」的教育理念上，針對通識科學教育環境議題之課程單元設計與其教學提出相關的建議。此一設計不但可以培育學生學習從跨學科的觀點探討問題，而且也能使學生學習科學的經驗變得更具人文色彩。也就是說，以環境議題為主的課程單元內容就不僅止於事實的介紹，相對地，涉及與議題有關的成因、各種潛在的影響，以及支持與反對此一議題的科學證據，或進一步解決問題的行動，都應該被列為討論的範疇。此外，本文以全球暖化議題的設計與教學為例，具體說明這類議題試圖幫助學生建構相關的知識、培育關懷環境問題的情意，也形塑學生永續發展的價值觀、創造表達意見的空間，更力促學生落實解決問題的行動。而文末並以此一議題在科學學習上的研究結果為基礎，針對單元設計提出相關的建議。

關鍵字：環境議題、單元設計、科學/技學/社會、全球暖化、科學教育

¹聯絡方式 lin-s-s@mail.ncyu.edu.tw

一、前言

人類過去總是以自己的利益做出發，處處仗勢著各種科技的力量，有意和無意地破壞著我們賴以為生的大自然。多年以後，許多不利於人類發展的結果陸續浮現在我們的生活之中，而讓人類警覺到生存的危機，因此一連串的反省和行動因應而生，以防止破壞的擴大，加速對自我生存的威脅與傷害。

最為人熟知的例子之一，即是為了遏止「全球暖化」現象的加劇，許多國家共同簽訂的「京都議定書」(Kyoto Protocol) 已於西元 2005 年 2 月 16 日起生效。這意味著人類企圖共同約束自身的行為，以減緩全球暖化對人類生存的影響。而多數科學家認為，造成全球暖化加劇的原因主要是來自於人類燃燒大量石化燃料，排放太多所謂的「溫室氣體」(greenhouse gas) 至大氣之中，進而增加了大氣吸收熱輻射的能力 (Pickering & Owen, 1994)；同時，也因為人類大量砍伐綠色森林和污染海洋，導致許多能進行光合作用的植物與藻類大量死亡，因而使得自然界自然調控大氣含量的能力失去了平衡，所以直、間接地增強了溫室效應的作用 (Plimmer, Parkinson, & Carlton, 1996)。若任由此一現象繼續加速發展下去，它將危及到環境、生物、人類經濟等各方面的現況，造成不可挽回的結果。所以，重視此一議題的認知和了解，並採取行動防止全球暖化加劇是必要的。

面對這樣屬於全球環境的問題，自是不能只奢望憑藉著國際間的共識與合作來達成問題的解決。相對地，身為地球公民一份子的我們，是否也能對此問題盡上自己一份微薄的力量呢？答案當然是肯定的。透過教育的過程，師生都有機會探究和認識此一議題的原因和影響，進而改變自己的想法和習慣，甚至採取合宜的行動，一起加入減緩全球暖化的行列。儘管教育的過程往往無法顯現出立竿見影的成效，但所及的影響卻是長遠的，一樣不可忽視。

而高等教育階段中，通識教育的科學類課程裡，若能從環境議題做出發，引領學生對全球暖化的問題做深入的認知和探究，勢必也能為此一問題注入更多的關注。然而，當環境議題被放置在通識教育課程的脈絡裡來談時，應該如何做設計，才不會僅止於事實的介紹或科學概念的學習而已呢？本文將從「科學、技學、社會」(science/technology/society；簡稱 STS) 的教育理念出發，論述通識教育科學課程中，談論環境議題的重要與其設計的理念，並以「全球暖化」議題為具體課程單元的設計實例，文末並就教師教學方面，提出相關的一些建議。

二、STS 教育理念、環境議題及通識教育下的科學學習

(一) STS 教育理念下的環境議題

「科學、技學、社會」(science/technology/society；簡稱 STS) 教育理念興起於一九七零年前後的英、美地區，八零年代則因美國科學教育改革，教育目標

大幅轉變，才被多數科學教育學者所重視，且之後漸漸影響到各國科學教育目標的訂定與科學課程的改革，直到今天仍然持續著 (Layton, 1994)。該理念強調學校的科學課程必須與學生的真實生活做連結，並能促進學生了解科學、技學和社會三者之間的互動和影響，同時倡導讓學生從科技引起的社會議題裡學習到問題解決、批判思考和做決定等高層次思考的認知與技能 (Bybee, 1993)。

而這樣理念受到廣泛的注意，源由於長久以來科學教育發生的一些事實，令許多科學教育人士感到憂心忡忡。例如「學生學習科學的意願低落，年級愈高，愈不喜歡科學」、「學生的科學學習成就普遍不佳」……等 (Harms & Yager, 1981)。會造成這樣的結果主要是過去的科學課程是以培養科技菁英為導向，強調科學知識系統的學習，且利用大量解題訓練學生的邏輯思考，並不完全符合所有學生的需求。畢竟並非所有學生離開學校後，都將從事以科學為主的相關工作。因此，當科學教育目標轉向「培育全民科學素養」後，一些新興的理念就受到青睞，STS 教育理念即是其中之一。

在該理念引導下的科學課程與教學就因應而生，其中的一個特色即是開始強調「議題式」的教學 (issue-based instruction)。藉由發生在生活周遭的一些科技議題，作為教學的主題和內容，既學習與議題有關的科學原理、原則、概念和知識，同時也連結至社會方面，學習探究此一科學議題對社會的影響，或由其引發的社會問題 (Solomon, 1994)。換句話說，STS 教育理念下的科學學習內容，既涵蓋相關於議題的知識體系，也包括討論議題帶給社會的問題或爭議 (controversy)。這說明著 STS 議題企圖將個人對問題或爭議的意見與價值觀融入科學的教學中，如此一來，學生不再只是學習當個知識的「載體」(carrier) 而已，同時他也可以是「知識運用的主體」，例如學習利用習得的知識去判斷與爭議有關之訊息的可信度，以作為自己做決定的基礎。也因此由科學學習的內容就突破了以往只有接受知識、答案的對與錯，或問題僅有一個解決方法的結果。

顯然地，此點與傳統科學課程強調的內容並不相同；學生不僅學習科學 (learning science)，而且也學習包括與科學有關的倫理、社會、經濟、文化、社會等事物或觀點 (learning about science)。也因此，STS 教育理念出發的科學課程內容，跨越了純粹科學的範疇，融入了較多屬於人文與價值面向的範疇 (Deboer, 1991; Donnelly, 2004)。

而發生在生活中的環境問題正是 STS 議題中的一環，學生學習環境議題不但可以知曉議題中涉及的科學概念與知識，也提供學生思考和討論議題中可能涉及的衝突或兩難的狀況，例如「環境開發與生態保育」、「環境保護與國家經濟」、「生態保育與原住民權益」……等。也就是說，藉由環境議題的內容，學生可以從事的科學學習就不再只有建構知識體系的部分，同時也有機會在同儕或師生的對話過程中，表達自己的看法，進而了解科技發展對個人、社會、環境、生態或整個地球的影響，甚至進一步地從人文關懷的角度出發，採取保護生態、珍惜

環境的相關行動，充分體會科學學習與其自身的關連。由此看來，科學學習的內容不但兼具認知、情意和技能，也將更人性化、人文化地貼近學生的生活，更符合 STS 教育理念的主張。

(二) 在通識教育中談論環境議題

同樣地，通識教育下的科學課程的目標，也並非要訓練學生成為科學專業的人才，反而是從「知類通達」的觀點做出發，帶領學生脫離對自己專業以外的無知，因此衍生而出的課程內容，自然會有不同於專業課程的安排和組織。

然而，二者並不是毫不相關，也不是一種全然的「延伸」（例如：專業課程作為通識課程的延伸；或通識課程作為專業課程的延伸），更非完全是一種「基礎」（例如：通識課程為專業課程的先修基礎）的關係。相對地，「互補和互惠」應該是更適切的詮釋。

就互補而言，通識課程希望擴展學生被專業侷限的眼界，知曉看待世界的方法是多元的（自然科學即是解讀世界的一種方法），進而期待學生以更整全的觀點做思考，避免自己只流於從單一的面向去解析發生在周遭的各種問題。Zajda（2004）就指出，人類需要多元的思考，才能幫助自己在生活中合理且合宜地分析、整合、知覺、推理和論證事物。所以之於專業課程而言，通識課程的學習將彌補一個人專業視野的缺失，讓自己有機會從各個角度探究世界。

而就互惠來說，「知識整體論」的內涵就指出「一些領域的理論必須依靠著其他領域的輔助或證成才得以成立」，同時「許多問題的解決，往往需要藉助一些原本以為不相干領域的知識，而這些知識正可能就是關鍵的所在」（林正弘，1998）。事實上，許多發生在生活中的問題常常是定義不明的，也非單憑著自己的專業就能處理，反而需要從跨學科的知識領域做出較全盤的思維，才能更整全的了解和判斷問題的所在，進而做出更加周全的決定。Gaff（1983）也認為「任何領域都可以由其他領域獲取想法上的貢獻，或是問題上的洞察（p.43）」，這意謂著對學生而言，若能學習從不同的領域或面向去思考問題，確實有助於其未來處理相關的事務。所以，不論是通識課程或是專業課程的學習，都將相互回饋至彼此的領域中，幫助學生解決生活中的問題。

基於上述的理念，通識課程的目標試圖為學生打開有別於專業的世界觀，引領學生從專業以外的領域探究世界，其課程設計就不是將專業課程加以「簡化、淺化和通俗化」即可，二者的轉化並不是循著如此線性的關係做思維。尤其是對許多人視為畏途的科學學習而言，更值得跳脫以往全然強調知識體系、解題練習的設計，試著從不同的進向做通識課程的設計，如此才能提供學生另一種思考深度的內容。

而環顧當今社會，由於科技的不當應用所帶來的問題，不但讓人與人之間的關係變得疏離，也讓人與自然之間的關係變得冷漠，以致於人類破壞自然或自然對人類的反撲愈加強烈的訊息充耳可聞。究其原因，一切問題既成之於人，也解之於人。當人類失去對自己、對他人及對世界萬物與環境的關懷時，許多傷害就在蓄意與不經意間形成，若人類無任何警覺地繼續這樣下去，最後也會因為地球上各種生物之生息環環相扣，牽一髮而動全局的結果，所有的傷害將會指向人類自己，終至無法挽回的局面。所以，促進學生深切思考人在自然中的定位，以及人與自然的關係，並負起地球村一員的責任，重新反省科技的應用，且積極行動展現對周遭環境、生態和他人之人文關懷的具體面，那麼科技發展終於人類福祉的目標才可能真正實踐。

所以在通識課程中，藉著重要科技議題的引介，讓師生都有機會對議題中涉及的問題做出討論、批判與反省，這樣才符合通識化課程設計的意義（林樹聲、趙金祁，1999）。而與人類生存息息相關或發生在我們生活中的重要環境議題，正可以作為引領學生做出深入探究的媒介。

（三）環境議題之於通識課程科學學習的意義

此外，若由下列三項科學學習的觀點做闡釋，也能了解環境議題之於通識教育科學學習的重要：

1. 學習從不同的面向思考問題與其解決的方式

提及環境議題的影響層面或其所引發的問題時，往往會涉及廣泛的知識領域，並不僅止於討論科技本身的使用不當而已。例如：酸雨的影響可擴及生態、經濟、古蹟的維護、人類的健康等方面，而酸雨問題的解決則必須考量減少人類工業活動所排放廢氣的策略、處理廢氣的技術和成本、相關法令的制訂、酸化土壤和湖泊的挽救、環保觀念的宣傳與落實，甚至跨國的合作等。環境問題之複雜，不但由此可見，同時這也真正反映了發生在生活情境中的實際狀況。

所以，像這類跨知識領域且真實發生的環境議題，正足以提供學生統整不同領域的知識，並加以應用知識、學習跨學科思維的經驗（deBettencourt, 2000；Gambro & Switzky, 1996）。若加上也藉由傾聽來自不同主修背景者的看法，了解對問題的不同考量，對於學習從自己專業以外的領域去思考問題將有所助益。Agne（1985）就指出，除了對所討論的議題有所了解外，掌握議題背後可應用於其他議題下的原則與知識，才有利於學生做出學習遷移，更為終身學習打下基礎。同時，應用知識的範圍當然必須突破教科書的限制，唯有讓學生將所學知識擴展至處理現實問題的經驗，學校知識與校外情境的連結才會發生，如此的學習遷移才算穩固。也因此，學生對於某些環境議題的認知不但可以加深、加廣，其所習得的知識也能加以活化，避免只是成為保留在記憶中的「僵化的知識」(insert

knowledge)。

2. 學習負起公民責任，做出適切的決定

許多環境議題都涵蓋著「爭議」的部分，這些爭議起始於人們立基在不同的價值立場，對議題中所涉及的問題採取彼此衝突，或難以達成共識的解決方法所致 (Stradling, 1985)。同時，這些爭議也未必能藉由訴諸邏輯推理或實驗來加以釐清，也因而突顯了問題考量上的兩難困境 (Oulton, 2004)。例如基因改造作物 (genetically-modified organisms) 的問世，至今對於環境、生態與人類健康的衝擊仍無定論，然而因為其具有生長快速、抗病蟲害、產量多等解決糧食短缺的優點，所以市面上早已充斥著這類科技產品。因此，抉擇接不接受此類產品，或者這類產品應該如何受到規範，就成了社會大眾可以討論的焦點。

而這類與影響環境和生態有關的議題，同樣也可作為科學課堂中討論的內容，以此來訓練學生做決定的認知與技能。正如眾人所知的，當今學生步出大學後，都將成為社會中的公民。而作為社會公民的責任之一，即是參與大眾事務的決定 (Ratcliffe, 1997)。尤其是面對許多影響個人或眾人權利的問題時，更需要透過眾人的討論，取得一定的共識，才能做出多數人接受的決定。所以，如果學校教育的目的之一是幫助學生適應未來的社會生活，那麼培育學生負起社會責任且學習做出合宜的決定，則此類議題必然需要安排於學校的課程之中。

而由於做決定往往會經歷「確認問題、擬出解決方案、發展評估方案的指標、評估方案和選擇最佳方案」等步驟 (Eijkelhof, Kortland, & Lijnse, 1996)，所以學生在整個做決定的過程中，就會涉及「查閱資料、分析議題、評估資料」等程序。如此一來，學生就可知曉做決定的依據並非只是純粹考量個人的喜好即可，一連串嚴謹的程序是支持做出合宜決定必須的過程。

3. 學習培養永續發展的視野與態度

回顧現今出現的環境問題，多數是當時只考慮現況，沒有顧及未來的發展，所以有些結果造成了環境永久的傷害，無法再挽回；有些即使投注再多的心力與金錢，也不見得能回到初始的局面。最顯而易見的例子之一，即是台南中石化安順廠的案例。該廠雖已停業二十年，但當年製造過程所衍生的附加物——世紀之毒「戴奧辛」(dioxin)，卻依然污染著當地的河川和土地，造成附近居民罹患癌症機率偏高，且農地無法耕作、魚穫也不能食用的悲劇。這樣的案例正反映著過去不知重視「永續發展」，而導致今天必須付出更大代價的事實。

所謂的「永續發展」(sustainable development) 是指人類體認到整個地球是一生命共同體，未來發展的良窳均維繫在人類的的手中；只有人類與自然和諧相處

，在考量符合當前人類的需要，也不損及後代福祉之下，做出不浪費資源，不破壞環境，讓地球處於自然平衡的運作。唯有如此，不管是自然或人文在內的整體環境與生態的發展，才得以持續下去（Padilla, 2001）。

此一理念之於人類生存的重要已無需多言，且唯有透過環境議題的教導和宣揚，人人善盡己任，地球的永續發展才可能實現。儘管個人之於環境的力量很小，但只要每個人都善盡己任，有所行動，小小的力量不僅能被放大，也能回饋到環境的不同層面上，造成不可忽視的影響（Andersson & Wallin, 2000）。

所以，環境議題的學習所要形塑學生的，就不能只有認知的部分，有更多的期待應聚焦於學生對環境態度的培養與行動的採取。也就是說，學生必須對環境問題產生覺知、有所認識，進而能採取善待環境的舉動。因此，不論是關心環境問題的發生，改變自己的行為和習慣，或是以更謙卑的態度面對環境問題的解決……等，所有的反省都必須讓學生了解人與自然的關係並不是主從之分，而是一種對等的尊重、和諧相處的基礎。畢竟人取之於自然，用之於自然，沒有自然環境的供養，人類幾無存在的可能。White（1995）就提醒我們，當自然中的蟲魚鳥獸、一草一木都消失殆盡時，人的生命也將失去原本的活力而走向枯萎。也因此，唯有讓學生建立起永續發展的視野和態度，從人文關懷的立場去珍惜自然資源與環境，環境問題的解決才可能不流於短視近利的結果，也才可能創造優質的未來生活。所以，協助學生建立永續發展的價值觀，是談論環境議題時必須強調的。

三、STS 議題的教學目標、內容與策略

有關 STS 議題的教學，應該涵蓋哪些目標和內容呢？Ramsey（1993）具體指出了議題式教學可以達成「基本、知覺、調查和評估、公民責任」等四個層次的目標，其內容分別是（1）學生必須對議題涵蓋的科學知識和概念有所認知；（2）學生要能從科學、社會、宗教、經濟、倫理和道德等面向了解議題中所涉及的問題，並知曉不同團體對問題解決的立場；（3）學生能對議題中的問題展開調查，不但收集資料，也評估資料；（4）學生能根據證據，提出自己的看法，並對議題中的問題解決方案做出決定，或採取行動去解決問題。

而 Rubba 和 Wiesenmayer（1993）則認為進行 STS 議題教學時，至少應培育學生具備「基本的知識、調查的知識、行動的知識」等三方面的知識。其中「基本的知識」在建立學生對議題中，所涉及的科學概念之認知，並促進學生掌握不同團體對議題所表達的立場與價值，釐清問題涉及的層面。而「調查的知識」則是希望學生對議題中可能出現的爭議，或解決問題的方案，展開資料的收集、調查和解讀。一方面釐清爭議的所在，另一方面也探求解決方案的可行性或可能遇及的困難。至於「行動知識」則是個人或團體之於議題中的問題解決可能採取的

行動，或所做決定之落實。此外，Dawson（2001）則說明帶領學生討論 STS 議題時，可以採行「觀察和了解問題、提出各種解決方案、收集和分析資料、做決定和採取行動」之步驟進行組織教材和教學。

總之，「知識作為行動的基礎，行動作為知識的實踐」皆是上述各學者提出 STS 教學目標或內容的重點。這也說明著學生在學習 STS 議題時，就必須了解到認知與行動是相輔相成的。唯有有所認知的行動，才能展現行動的意義；也唯有有所行動的認知，才能更加張顯認知的價值。

也因此，探討 STS 議題就不能缺少下列幾個部分：（1）認識議題中所涉及的科學概念和知識；（2）了解議題中問題所涵蓋的各種社會層面；（3）知曉不同團體對問題的立場或解決方案；（4）能夠收集、分析和解讀與議題相關的資料；（5）對議題採取適切的行動，或做出自己或團體的決定，學習展現公民責任的行為。而這些項目同樣地也是 STS 議題下，環境議題教學必須涉及的內容和目標，同時也是組織教材的引導原則，更是未來評估學生學習成效的範圍和指標。

至於教學策略的應用上，由於議題中的問題往往涉及道德、價值、利益衝突等訊息或立場的判斷，或者不同解決方案的決定並無確切的標準答案。所以，教師除了在介紹「基本知識或層次」時加入必要的講述外，善用「提問、辯論、小組或全班討論、角色扮演、風險評估和分析、分組進行調查計畫和報告」等策略於其他層次的教學（Frazer, 1986），都能讓學生針對議題進行相互之間的對話，並在這些互動過程中確認關鍵的訊息、形塑概念，也表達和傾聽不同證據為基礎的觀點。換句話說，教師雖然主導整個教學的進行，但創造機會讓學生發言、表達意見、相互提出質疑，都是增進學生參與上課的方式。

四、以「全球暖化」議題為例的單元設計與教學建議

基於前述的理念，在通識科學教育中討論環境議題就有其重要的意義。而面對眾多的環境議題要做課程議題的選擇時，除了考量學生的興趣外，不論是發生在自己生活周遭的區域性問題，或是影響世界各國的全球性議題，都可作為上課討論的焦點。

而有關地球整體氣候變化的「全球暖化」議題，屬於國際性的問題，必須透過各個國家及全球所有人士共同努力，才可能加以解決。所以針對此一現象，國際之間合作簽訂和實施的「京都議定書」，就格外引發世人的關注。同時，全球暖化加劇的證據，在科學家之間仍有不同的解讀與意見，有些認為相較於過去的情況，這是氣候異常現象的警訊；有些則把持著保留的態度，認為那只是地球氣候週期性變化的一部分（Gribbin, 1990；Schneider, 1989），因此就形成了受到許多人討論的「爭議」。

所以，談論全球暖化議題一方面可作為學生檢視各方證據、了解科學知識形成需要經過論證的過程，正好促進學生對科學本質有更多的認知；另一方面則可促進學生了解世界各國如何看待此一問題，並體會自己是「地球村」中的一份子，對於提升學生的國際觀與世界觀則有一定的助益。誠如 Gaff (1983) 提及的，通識課程的目的之一在幫助學生檢視人類共同的事務、這些事務所引發的社會問題，及問題背後的各種價值，進而形成學生大學期間的一種共通經驗。Kyle (1999) 也認為有關全球與永續發展的議題應該被納入科學教育裡，因為任何教育的範圍都必須教育學生對人類的未來盡一份責任。因此在通識科學教育中，將「全球暖化」列為學生必須知曉的環境議題是適切且有意義與價值的。

所以，立基在前述理念所強調「學習不同面向思考問題、負起公民責任、建立永續發展的視野」的環境議題之學習意義，以及「STS 議題教學必須涵蓋的內容」等論述來組織和編排全球暖化的環境議題，則可以考量如下的設計與建議：

1. 單元之認知目標

- 了解全球暖化涉及的科學概念
- 了解全球暖化的成因
- 了解全球暖化可能造成的影響和問題
- 了解支持和反對全球暖化的科學證據和解釋
- 了解減緩全球暖化自己可以採取的行動
- 了解減緩全球暖化世界各國目前合作採取的行動

2. 涵蓋的內容和教法

根據單元目標進行教學內容的規劃，並擬出可配合的教學策略（表一）。整個教學的流程與邏輯，大致依循著單元目標的順序，從基本科學概念的建立、全球暖化的成因，到討論全球暖化可能造成的影響和問題，繼而找尋支持和反對全球暖化的科學證據和解釋，最後則討論為減緩全球暖化的現象，自己可採取的具體行動；同時，也知曉世界各國目前已合作採取的因應對策及落實的狀況。

而建構一些有關議題的背景知識是討論 STS 問題、及採取行動的基礎 (Cheek, 1992)。這個過程一方面讓學生自己更覺知到議題中所涉及的科學層面，且了解這些科學知識與生活中判斷事物的連結；另一方面，這些科學知識的學習也為學生鋪陳了日後體察「知識之於行動之重要性」的一大條件 (Moseley, 2000)，同時也是讓自己行動更具合理性與說服力的必要前提。

表一 全球暖化之環境議題教學建議可涵蓋的教學內容與策略

單元之認知目標	教學內容	主要教學策略
1.了解全球暖化涉及的科學概念	輻射、溫室效應、溫室氣體、二氧化碳、天氣、大氣層	•提問、講述、小組或全班討論 •建議可討論的問題： 1.輻射是什麼？ 2.輻射對人類與生態的影響是什麼？ 3.大氣層之於地球的功能是什麼？ 4.二氧化碳在大氣中的功能是什麼？
2.了解全球暖化的成因	成因	•提問、講述、小組或全班討論 •建議可討論的問題： 為什麼會造成全球暖化加劇的現象？
3.了解可能造成的影響和問題	可能影響的層面包括氣候、生態、地理、經濟、社會、醫療、政治等。	•提問、查閱資料、小組或全班討論、講述 •建議可報告或討論的問題： 全球暖化可能會造成哪些影響和問題？
4.了解全球暖化的科學證據和解釋	支持和反對全球暖化的科學證據，並評估證據的可信度	•提問、查閱資料、分組報告、小組或全班討論、講述 •建議可報告或討論的問題： 1.支持全球暖化加劇的科學證據是什麼？ 2.反對全球暖化加劇的科學證據是什麼？ 3 哪一方的證據較可信？
5.了解減緩全球暖化自己可以採取的行動	減緩全球暖化個人可採取的行動	•提問、小組或全班討論 •建議可討論的問題： 為減緩全球暖化，個人可採取什麼行動？
6.了解減緩全球暖化世界各國目前採取的行動	1.簽訂京都議定書的意義 2.京都議定書之內容 3.京都議定書的影響 4.支持和反對簽訂京都議定書之各國立場 5.評估京都議定書落實的可行性 6.我國因應京都議定書落實的可能對策	•提問、查閱資料、分組報告、小組或全班討論、講述 •建議可報告或討論的問題： 1.各國合作簽訂京都議定書的意義是什麼？ 2.京都議定書的簽訂，對世界各國造成哪些影響？ 3.為什麼有些國家拒絕簽訂京都議定書？ 4.京都議定書在落實的過程中，可能會遭遇哪些困難？ 5.台灣並非京都議定書的締約國，台灣該如何因應京都議定書的落實？

除了教師利用講述和提問的策略，協助學生建立一些基本的科學知識與概念外，學生於全班或分組討論之前，也必須先自行建構一些先備知識，以利課堂中的討論與發言能順利地進行。所以，教師可根據課程設計中的問題，在適當的學習時機，要求學生先查閱相關的資料。如此一來，學生也學習到了 STS 議題教學強調訓練學生「發現問題、收尋、組織、分析與統整資料」等一些探究的能力 (Bybee, 1993)。

而此一議題不乏可討論或做分組報告的問題，例如「輻射對於人類與生態的影響各是什麼？全球暖化可能造成哪些影響和問題？支持和反對全球暖化加劇的科學證據各是什麼？哪一方較可信？為減緩全球暖化，個人可採取什麼行動？各國合作簽訂京都議定書的意義是什麼？京都議定書的簽訂，對世界各國造成哪些影響？台灣如何因應京都議定書的落實？」……等皆是。

事實上，回答或找尋問題答案的過程，除了促進學生建構起討論問題的先備知識外，同時也希望學生能對整個議題有概括性的覺知和了解，再藉由後續師生或同儕互動的對話下，不但表達自己的想法，也傾聽別人的意見，甚至進一步地釐清、擴展、改變或肯定自己的主張。

對學生而言，科學學習向來就缺乏表達個人觀點和意見的機會，尤其在傳統科學學習只重視知識體系的情況下，而 STS 教育理念出發的設計，正是要打破這樣的事實 (Solomon & Thomas, 1999)。因此，透過全球暖化此類議題的討論，正足以為學生創造與科技對話的空間，讓學習不再只是權威知識的傳輸與解說。

值得一提的是，教師在進行此一議題的授課時，並不必然在教學一開始就要直接切入科學概念與知識的部分。換句話說，引起動機的階段不妨利用有關全球暖化的報章雜誌之報導、網路或媒體新聞，或者與主題相關的電影與影片，來引發學生的學習動機，或喚醒學生經驗 (Dimopoulos & Koulaidis, 2003)。也就是說，從生活訊息與議題內容的連結著手，更能強調出科學學習並不全然脫離生活的意義。

3. 評量和評鑑

學習評量在教學上的功能不但在診斷和檢測學生於某一階段中的學習成效，同時也可作為教師改善教學的一個重要指標。針對全球暖化此一單元的評量，除了訴諸概念與知識內容的紙筆測驗外，學生查資料、分組報告，都可作為評量的一部分。而紙筆測驗的內容也應該涵蓋一些「開放式的問題」，例如「你認為現今的科學證據足以說明全球暖化加劇的現象嗎？為什麼？」此類的題目讓學生有機會表達自己的意見，也藉著回答題目的同時應用到上課所學的內容或自行查閱資料的結果，相當於進一步了解學生將知識內化與應用的情形。

至於對整個教學單元的課程評鑑可以採行下列的方式：課程實踐前，教師自行請同儕或其他專家針對教學設計提出意見和建議，作為修改課程設計之參考；課程實踐後，教師收集來自學生填寫的有關教學意見的調查內容，分析學生的看法與建議；或者教師也可透過上課錄影，再於課後與同儕就錄影內容做討論，並對照教學計畫的方式，聽取同儕的意見，以確保此一單元是否符合當初 STS 理念的設計。此外，教師自我的反省亦是教學改進上不可獲缺的重要過程。唯有透過省思，教師才會意識到自己教學上可以改變的面向，洞察自己教學上的問題，進而採取改進的策略（Costa & Kallic, 2000）。

五、其他相關的建議

許多科學學習上的研究都顯示，全球暖化議題包括不易查覺和非具體可見的現象，以及抽象的知識與內容，所以對學生而言，此一議題並不是一個容易學習的主題，且在學習過程中，常常會出現一些自行建構而出的迷思（Francis, Boyes, Qualter, & Stanisstreet, 1993；Andersson & Wallin, 2000）。例如，一些學生易將造成全球暖化作用的「溫室效應」與「臭氧層破洞」的機制相互混淆，因而認為全球暖化肇禍於臭氧層破洞，促使來自太空的輻射量增加所導致（Dove, 1996）。再者，一些學生則忽略溫室效應為自然發生的一種現象，而誤以為溫室效應的出現是在人類工業活動發達之後（Rye & Rubba, 2000）；另有一些學生則認為使用無鉛汽油將可減緩溫室效應，但事實並非如此（Francis 等人, 1993）。

總之，這些科學學習上寶貴的研究結果，都可作為此一單元設計時，可考量強調或加以澄清、解釋的概念與知識。唯有考量和掌握學生學習此一主題的先前概念，才能對學生存有的迷思或不清楚的內容，進行有效的教學設計，也因此才易看見學習的成效，並達成初始設定的教學目標。

六、結語

《寂靜的春天》之作者瑞秋·卡森（Rachel Carson）曾在書中表示：意圖改變自然，表示人類沒有謙恭的胸懷；試圖控制自然，則是人類傲慢自大的表現。事實上，當今許多環境問題的發生，皆是由於人類心態上的偏差，未加考量人與環境依存的關係，以致於沒有妥善運用科技所致。而種種環境反撲的案例和災害，也再再讓人類省思到任何生物都無法離開環境而獨立生存，所以環境問題的發生正意謂著生物生存也會跟著出現問題的警訊。

所以，在通識教育的科學課程中，倡導對重要環境議題的認知，除了培養學生跨越專業的限制，學習從不同的面向思考問題與其解決的方式外，更重要的是希望新一代的學習者，對人與環境的關係不再是立基於「人定勝天、人能控制自然」的心態。相反地，採取愛護和尊重，甚至謙卑地向自然環境學習的態度，才是發揮人文的關懷，也是負起人對環境之社會責任的表現。因此，我們若希望自然與人文的發展能相輔相成地繼續下去，那麼透過重要環境議題的認識和省思，並徹底落實解決環境問題的行動，永續發展的事實才得以實現。

參考文獻

- 林正弘(1998)：專業融合的知識論基礎。第七屆通識教育教師研習營論文彙編。
- 林樹聲、趙金祁(1999)：大學教育中通識化科學課程的必要及實踐進向。通識教育季刊，第6卷，第4期，頁1-18。
- Agne, R. M. (1986). Teaching strategies for presenting ethical dilemma. In M. J. Frazer & A. Kornhauser (Eds.), Ethics and Social Responsibility in Science Education(pp.165-173). Oxford: Pergamon Press.
- Andersson, B., & Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO₂ emissions and the problem of ozone layer depletion. Journal of Research in Science Education, 37(10), 1096-1111.
- Bybee, R. W. (1993). Reforming science education—social perspectives and personal reflections. New York: Teachers College Press.
- deBettencourt, K. B. (2000). Science, technology, society, and the environment: Scientific literacy for the future. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), Science, technology and society: A sourcebook on research and practice (141-165). New York: Kluwer Academic Press.
- Cheek, D. W. (1992). Thinking constructively about science, technology, and society education. New York: State University of New York Press.
- Costa, A. L., & Kallick, B. (2000). Learning through reflection. A. L. Costa & B. Kallick (Eds.), Assessing and reporting on habit of mind (pp.15-28). Alexandria, VA.: ASCD.
- Deboer, G. E. (1991). A history of ideas in science education. New York: Teachers College.
- Dimopoulos, K., & Koulaidis, V. (2003). Science and technology education for citizenship: The potential role of the press. Science Education, 87, 241-256.
- Donnelly, J. F. (2004). Humanizing science education. Science Education, 88, 762-784.
- Dove, J. (1996). Student teacher understanding of greenhouse effect, ozone layer

- depletion and acid rain. Environmental Education Research, 2, 89-100.
- Dawson, V. (2001). Addressing controversial issues in secondary school science. Australian Science Teachers' Journal, 47(4), 38-44.
- Eijkelfhof, H. M. C., Kortland, K., & Lijnse, P. L. (1996). STS through physics and environmental education in the Netherlands. In R. E. Yager (ed.), Science/technology/society as reform in science education (pp.249-260). State University of New York Press.
- Frazer, M. J. (1986). Teaching styles. In M. J. Frazer & A. Kornhauser (Eds.), Ethics and social responsibility in science education(pp.141-144). Oxford: Pergamon Press.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A., & Stanisstreet, M. (1993). Ideas of elementary students about reducing the greenhouse effect. Science Education, 77(4), 375-392.
- Gaff, J. G. (1983). General education today. Jossey-Bass Publishers, Washington.
- Gambro, J., & Switzky, H. A. (1996). National survey of high school students' environmental knowledge. Journal of Environmental Education, 27(3), 28-33.
- Gribbin, J. (1990). An assault on the climate consensus. New Scientist, 15, 26-31.
- Harms, N. C., & Yager, R. E. (1981). What research says to the science teacher (vol.3). Washington, D.C.: NAST.
- Kyle, W. C. Jr. (1999). Science education in developing countries: Challenging first world hegemony in a global context. Journal of Research in Science Education, 36(3), 255-260.
- Layton, D. (1994). STS in the school curriculum: A movement overtaken by history? In J. Solomon & Aikenhead, G. (eds.), STS education: International perspectives on reform (pp. 32-44). New York: Teachers College Press.
- Moseley, C. (2000). Teaching for environmental literacy. Clearing House, 74(1), 23-24.
- Oulton, C. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. International Journal of Science Education, 26(4), 411-423.
- Padilla, M. P. S. (2001). Environmental education for environmental sustainability. Educational Philosophy and Theory, 33(2), 217-230.
- Pickering, K. T., & Owen, L. A. (1994). An introduction to global environmental issues. London: Routledge.
- Plimmer, D., Parkinson, E., & Carlton, K. (1996). The environment: A primary teacher's guide. London: Cassell.
- Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. Science Education, 77(2), 235-258.
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. International Journal of Science Education, 19, 167-182

- Rubba, P., & Wiesenmayer, R.(1993). Increased actions by students. In Yager, R. E. (ed.), The science, technology, society movement (pp.169-175). National Science Teachers Association, Washington, D.C.
- Rye J. A., & Rubba, P. A. (2000). Student understanding of global warming: Implications for STS education beyond 2000. In D. D. Kumar (ed.), Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice (pp. 193-230). New York: Kluwer Academic Press.
- Schneider, S. H. (1989). The changing climate. Scientific American, 261(3), 70-79.
- Solomon, J. (1994). Knowledge, value, and public choice of science knowledge. In J. Solomon & Aikenhead, G. (eds.), STS education: International perspectives on reform (pp. 99-110). New York: Teachers College Press.
- Solomon, J., & Thomas, J. (1999). Science education for the public understanding. Studies in Science Education, 33, 61-90.
- Stradling, R. (1984). The teaching of controversial issues: an evaluation. Educational Reviews, 36(2), 121-129.
- White, J. (1995). Education and personal well-being in a secular universe. University of London.
- Zajda, J. (2004). Learning multiple perspectives in studies of society and environment: A curriculum model. Curriculum and Teaching, 19(2), 41-59.

The Unit Design of the Environmental Issue in Science Curriculum in General Education: Take the Issue of Global Warming for Example

Shu-Sheng Lin

Assistant Professor, Graduate Institute of Science Education,
National Chiayi University

Abstract

The article discusses the ideas of curriculum design through the unit of environmental issues in general education. Based on science/technology/society theme, the article suggests that the unit contents of environmental issues should include the discussion of causes, potential consequences, possible cures and actions we can take to solve the problem in the environmental issue. With this, the article suggests that the learning of science should involve the concern of humanities. It broadens the students' understanding of this issue and provides them the opportunity to consider the problems in an interdisciplinary manner. The issue of "global warming" serves as an example to demonstrate the unit design in this kind of curriculum. Some suggestions based on the results of research in science learning about the issue of global warming are described in this article.

Key words: Environmental issue, unit design, science/technology/society (STS), global warming, science education