

科學課程革新

—評介 Project 2061, SS & C 和 STS 理念

邱美虹

國立臺灣師範大學科學教育研究所

科學是在探索我們所處的物質世界，以便從中對事物尋找出合理的解釋（通則化的知識）；然而這些解釋必須要能夠經得起考驗。

—Simpson (1963, 引自 Yager, 1993)

前 言

今年四月間美國科學促進學會 (American Association for the Advancement of Science, 簡稱 AAAS) Project 2061 研究計畫主持人 James Rutherford 至台灣停留短短數日，帶來一陣科學課程革新的旋風後，又匆匆離去，所留下的是令人對該計畫案及其與近年來頗受科學課程革新所重視的科學—技學—社會 (Science-Technology-Society, 簡稱 STS) 理念之關係的許多省思。如果科學在學校的課程中不應是一門呆板、記憶性的知識，那麼就必須與生活中的種種問題和需要息息相關 (Dewey, 1916)。上述 Simpson 對科學的定義正是在強調個人經驗 (如探索、解釋、和測試) 的重要性。若是如此，那麼科學課程應如何設計才能培養學生對科學的本質、科學與生活各層面的關係有較深層的了解呢？筆者在此野人獻曝，擬針對 Project 2061, SS & C 與 STS 的理念進行討論，並進一步提出個人對師資培訓的淺見。

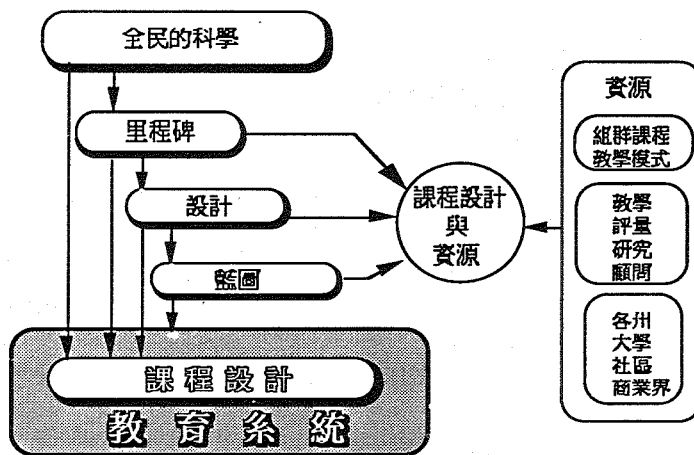
Project 2061 之簡介

1985 年 AAAS 對未來高中生科學、數學、和技學教育訂立了一個理想的目標，是年恰為哈雷彗星接近地球。由於哈雷彗星每次造訪地球的時間 (76 年) 與人類生命的週期大約相等，因此對於目前即將入學的孩童而言，他們將目睹下次哈雷彗星之到來，為培育未來世界人之科學素養，故以 Project 2061 自許之。事實上 Project 2061 也在反應出今天科學教育的一個危機，譬如全美少於 1/2 的人知道地球繞太陽一周需要一年 (Hartoonian, 1992)；又如哈佛大學的畢業生被問及：為什麼地球在夏天時比

冬天時要熱？超過 25 % 學生的答案為：因為地球在夏天時比較靠近太陽（Brandt, 1993）。如何正視這些問題並提出有效的改革方案，乃是 Project 2061 的初衷。

自 1985 年 AAAS 提出 Project 2061 以來，至今已近 10 年光景，這期間 AAAS 除了在 1989 年出版的全民的科學（Science for All Americans, SFAA）中對全美高中生在完成高中教育後所應具備的科學素養提出一連串的看法外，爾後並發展出科學素養的里程碑（Benchmarks for Science Literacy, 1993），該書中界定了學生在完成二、五、八、十二年級時所應具備的知識與技能。其他有關課程編寫架構、教學模式、以及教育系統在各方面的配合都將陸續發展為組群課程（Blocks）、取代性教與學之模式（Models）和為課程全面改革之用而規劃的藍圖（Blueprints）。最後並將各階段課程設計與其資源（curriculum design and resource, CDR）發展成一以電腦為主的多媒體系統，以供教育者應用 Project 2061 的工具與理念，進行各區課程編輯、課程分析及管理，以簡化由 K-12 年級課程重整所面臨的複雜性。

Project 2061 之架構如圖一。



圖一：Project 2061之架構圖

四個基本的問題

基本上 Project 2061 是一種激進的取向，有長遠計畫以及科際整合的野心。因此，Project 2061 有四個基本的前題引導它到今天所處的狀況（Ahlgren & Rutherford, 1993）：

1. 以目標為導向 (The ends come first.)

Project 2061 根據學生在每一特定階段完成時在科學、數學、技學三方面所必須具備的知識與條件來決定課程編寫的方向。因此有些傳統的課程因科學家與數學家認為其重要性較低，便不編列在內。或是有些課程因認知科學家認為對大部分學生而言太難而被刪除。

2. 在精不在多 (Less is better.)

一反過往以量取勝的心態，Project 2061 主要強調的是學習的品質，如學生的思考與理解，因此減少課業份量以提供較多討論與思考的時間，以奠定學生未來學習的良好基礎。

3. 凡事都有其複雜面 (Nothing is simple.)

教育本身就是一個複雜的有機體，若要有澈底的改革就需全面的配合，如課程、師資培育、學習教材、評量等全方位的考量。

4. 以教師為中心 (Teachers are central.)

事實上教師扮演著扭轉教育乾坤的掌門人的角色，沒有他們對課程改革的認同與推動，課程改革將永遠只是天方夜譚！就因為這樣的理由，因此 Project 2061 在課程架構規劃過程中，提供教師相當的參與機會，以期能借重其教學之專長設計適合學習的內容。

工作群

Project 2061 並不是在設計一套新的 K-12 的科學課程模式，而是企圖經由學區團體和各區課程設計專家來組合成具地方色彩的課程，以適應各地區之教學需要與有效的運用社會資源。

由於 Project 2061 所牽涉的內容甚廣，因此其研究群也就格外龐大。目前 Project 2061 選擇了六個具代表性的地區作為課程改革的據點（分別在喬治亞州、威斯康新州、麥克法蘭、賓州費城、德州聖安東尼、加州聖地牙哥及舊金山），每一區包括了 25 位教育人員（針對不同年級、不同學科背景與專長挑選），其中 5 位小學教師、5 位中等教師、10 位高級中學教師、3 位校長以及 2 位課程專家。這些成員包含了不同背景與訓練的教師：如生命科學、物質科學、社會學、數學、技學、人文科學等（Rutherford, 1994；詳見 Update, 1992:13）。對工作人員而言，一個舒適的工作環境是基本要求，故這些教師每年可自學校中抽出 40 天的時間全部投入此工作，同時不論是在家中

或學校，他們都有電腦，除供課程資料處理外，教師們並能透過電訊傳播網路來交換意見。

為能有效地支援這六個中心地區，Project 2061 同時適時地評量各中心研究發展的成果，以期能盡到督導的職責，並提供適當的經濟支助。Project 2061 工作群最重要的特色便是以跨年級（cross grades）和跨學科（cross subjects）為主，以消弭過往各年級或各學科之間相互獨立的情形。

雖然 Project 2061 中的六個地區以學校為中心，發展了一些取代性的課程模式，以增強學生在科學、數學以及技學方面的能力，但事實上這些課程模式的發展，還包含更廣的學科訓練在內。譬如在威斯康辛州的課程模式中就提到：

我們的畢業生將理解學習是一個終身過程。他們將自許為全球的公民，具備應有的知識、技能和態度來面對這世界，並嚐試去改變它…。全球公民應慶幸他們擁有這種多樣化（diversity）的訓練，面對問題時不會採取漠不關心的態度，同時能瞭解人在地球上的生活特性便是經濟與生態學之間的相依性。他們終將發現生活的意義。（Project 2061, Educating for a Changing World, McFarland Model, 引自 Hartoonian, 1992）

試想一個交響樂團在演奏交響樂時，有時薩克斯風單獨演奏，其他樂器分為背景音樂，襯托出主旋律之美，有時也可能是長笛或黑管。演奏家和指揮家的技巧關係交響樂的品質。至於如何安排音樂、樂器的設計，以及音響的擺設位置也都直接或間接的影響音樂整體的表現。又如一個足球隊的成敗，不僅要有優秀的四分衛（quarterback）充分運用個人的球技，與適時發揮其潛能外，同時球員間的默契更是成功的必要條件。在龐大的樂團中的各種樂器與足球隊中各球員所代表的就是不同的學科，而樂器間的協調與球員間天衣無縫的合作，正是 Project 2061 所欲追求的目標。Project 2061 的課程模式是否有效不僅視其設計本身的良窳，同時也端賴教育工作者的認同與實際教學的技巧、學生學習的環境、評量的方式，以及與行政等的相互配合。

以下僅就 Project 2061 研究層面的第二成品科學素養的里程碑（Benchmarks for Science Literacy, 簡稱 Benchmarks, 1993）作一簡單的介紹。

科學素養的里程碑

Benchmarks 並非是一個課程架構、課程設計或課程計畫。Benchmarks 主要

是作為課程發展的一個指標，以幫助教育學者去選擇或刪除主題以配合教學，來達到SFAA所建議的科學素養之五大準則；那就是：(1)求知；(2)闡明人類的意義；(3)改進個人工作與經濟；(4)增加社會責任；(5)強調個人經驗(AAAS, 1987)。

首先，Project 2061並非為了提出唯一組織教學方法的課程改革方案，相反的Project 2061希望課程未來朝向多元化的目標去努力(Benchmarks, 1993)。Benchmarks強調其規劃的目的是以一些共同的核心課程(common core)為主，以使所有學生皆具有基本的科學素養，並選擇性的減少使用專門術語，理由很簡單，成人們在日常生活中所使用的術語實在有限，故沒有必要強調此部分。

其次根據該計畫的另一負責人Andrew Ahlgren (1993)的看法在課程設計上，Benchmarks所較關心的是概念的銜接性順序(sequence)，而不是在於將某些概念歸屬於特定的年級。Ahlgren認為“要對八年級學生設定課程標準遠較去瞭解八年級較四年級學生理解得多，但較十二年學生理解得少為難”(Raising Standards for American Education, 1992, p.1-4)。因此，Benchmarks並非如一般人所認為的是提供一套完整的教材，供各級學校所用；相反的，它是提供一套“新”課程的理念架構，然後給予各州(或對Project 2061有興趣的課程研究者)相當大的彈性空間去設計具地方色彩的教材。單從這個角度來看，對我們未來課程編寫開放後，有相當大的啓示。

再者，Benchmarks的特色之一為短文的編寫，短文的功能有下列兩點：(1)從教育或心理方面的研究中尋找可利用的資源，以加強對內容的理解；(2)對每一年級可能造成學習上的困難提出警示，尤其是那些會影響學習或不易改變的概念(Ahlgren, 1993)。

Ahlgren一文中提到參與此計劃一研究員Pat Heller的看法：Benchmarks的編寫不應是太專業化而產生一些不必要的限制，或是太一般化而令人無所適從(換言之，即為中庸之道！然而這正是課程編寫所面臨的最大挑戰之一！)。

最後Benchmarks還有兩個特色值得一提，便是：(1)它為不斷在發展中的產品；(2)它有電腦的版本供設計者自由的進行編輯，以配合個人有創意之教學所需(Rutherford, 1994)。這兩個特色進一步充分顯示出該計劃案所提供的彈性空間。

雖然SFAA的理念已被科學家與教育家廣泛地被接受為科學素養，成為全國課程標準主要指標之一，Benchmarks也對各地區課程改革造成相當的影響，但仍有值得思索的問題。Ahlgren & Rutherford (1993)兩位計劃主持人就曾指出，有時Benchmarks被誤認為主要是提供“如何教學”的指南，因而造成有些讀者認為在書中無

法尋得教學方法或有關“動手操作”(hands-on)的活動。由於 Benchmarks 的編寫是基於學術研究結果的彙整與分析後所獲得的產物，因此它強調的是如何解決學生可能在學習上所面臨的問題，或建議那些活動可以幫助學生去克服學習上的困難。至於活動和評量等，則將出現於組群課程中。另一誤解是針對技學與社會學。SFAA 已明確指出 Project 2061 並非嘗試去說明科學或技學是好或是壞，而是希望具有科學素養的人對科學與技學的看法，應是基於其對各種儀器設備操作的正確認識，而非基於個人的無知或偏見。雖然 Benchmarks 可能在設計教學與評量上被誤用，但其最重要的貢獻是刺激教師們之間的溝通、考慮個別差異、以及探索科學的本質(Ahlgren & Rutherford, 1993)。

根據美國勞工部1992年的報告指出，當只有3%~4%的人力資源(勞動力)是從事科學與工程時，為何我們要求所有的國民都必須學科學呢？(U. S. Department of Labor, 1992, 引自 Hoffman & Stage, 1993)但想想，若有朝一日，當超市售貨員問你購物的東西要放在“紙袋或塑膠袋？”的問題時，你會如何回答呢？又如洗衣時應選擇合成清潔劑呢？還是天然肥皂絲呢？你有垃圾分類、使用環保電池或電池回收的觀念與行動嗎？相信我們即將在未來面對更多需要作決定的情況，如何培養學生作正確的價值判斷與決定是必然的趨勢。

小 結

Project 2061 對課程改革的衝擊可謂不小，為了因應未來變革所需的科學素養，在行政方面有系統的進行規劃：如長期的發展課程計劃、組織龐大、研究群層面廣、跨學科與跨年級的合作模式、選擇適當參與和執行的地區等，在課程設計方面以 SFAA 理念為主導，強調以所有學生為對象、以學術研究為導向以取得共識、概念性的理解(在精不在多)、統整性的訓練、提供其他可行的課程模式、有彈性具地方色彩、由教師提供改變的計劃、重視科學的思考方式與科學的本質、確認科學與科技的限制、以質不以量取勝。但往往優點也常常正是其缺點，譬如在行政方面實際上耗時不易掌握成效，組織龐大牽涉甚廣不易協調；而在課程設計方面不易統整數學、科學與科技共有的概念以及設計適當的評量的準則，同時不易配合個別需要，因此此一計劃案所面臨的亦是一空前的挑戰。

談到 Project 2061 就免不了要談到與其相關的 SS&C 和 STS。以下簡單扼要的對二者說明一番。

SS & C

Project 2061 花了將近十年才發展出課程模式，這樣謹慎的步調，讓人不禁深表欽佩，正若要製造飛機不可能將機翼裝在機車旁就可以了(Hoffman & Stage, 1993)。相反的，由美國科學教師學會(National Science Teachers Association, NSTA)主持的 Scope, Sequence, and Coordination (SS & C) 則被視為較適中的解決之道。過去認為最好是每學年只學習一門學科，理由很單純也似乎很合理，學校裡就是沒有足夠的時間從概念的介紹、到實驗、再進而到抽象與形式化的訓練。在整個學習過程中太多的內容必須在極短的時間內消化，以至於很難產生有意義的學習。為了改進上述的現象，NSTA 提出 SS & C，顧名思義，此計劃強調的是廣度 (Scope)、順序 (Sequence)、協調 (Coordination)。SS & C 建議化學、生物、物理、地球科學自六或七年級起每年皆應教授這些課程，直到高三為止 (Aldridge, 1992, 引自 Hoffman & Stage, 1993)。與 Benchmarks 類似，SS & C 提供課程設計者一個模板 (template)，以便選擇教學素材和建立評量工具。套句 SS & C 的標語“所有的學生，所有的學科，所有的年級”，因此 SS & C 可視為 Project 2061 短期計劃的版本。

雖然 SS & C 注重課程縱向的順序性、各學科之間彼此的協調、以及兼顧學生知能的發展，但在實際教學中仍難兼顧各學科的平行關係，同時如何培育這類型的教師仍是一大挑戰。

STS

自 1970 年起，美國的一些大學(如康乃爾、賓州、史丹福及 SUNY-Stony Brook)開始著手計畫新的學科課程，也就是現在所謂的 STS。在當時，英國各大學團體也開始從事這項工作。逐漸的，四年制學院、專科學校、散布各地的中小學以及數百個研究機構也跟著加入，將 STS 用在各領域上面。事實上 STS 的名稱由來，最早可能要歸因於 Siegel-Rosing 和 Price (1977) 收集了一些以科學、技學、和社會為主的文章 (Solomon, 1988)。這些研究不但包括從經濟和政治層面來看科學，同時也包含了對科學本身的歷史、社會、和哲學部分作深入的探討。當然，這樣對科學與文化整合的企圖就免不了另人想起 C. P. Snow 著名的“兩種文化”。

1981年 Project Synthesis 提出之後，美國科學教師學會開始著手尋找

最好的科學教育課程，STS 即為最初尋找的對象之一。經過一番努力之後，STS 成為訂立新的教學目標、新的課程模組、新的教學策略及新的評量方式等領域頗富盛名的科學教育理念。美國愛荷華州在 1983 年的科學教育改革方案 Chautauqua 就是採用 STS。由於這個方案，到今日已有 1,700 名教師（尤其是 4~9 年級）將 STS 模組的科學課程運用在他們的科學教室之中。在愛荷華州之後，其他各州（如亞歷桑納、佛羅里達、紐約、威斯康辛）也相繼跟進（Yager & Roy, 1993）。1984 年，NSTA 委員會無異議採納推薦的提案，宣布今後美國的高中生都將接受 15 % 到 25 % 的 STS 課程。這項變革很快的為高中及高中以下的學校系統所接受，許多州的教育部門也儘速的為它建立制度。到 1990 年為止，美國有 2000 個學院的 STS 課程、100 個正式部門的內部訓練計畫及數千個高級中學採用 STS 教學。STS 的總部設在美國賓州州立大學（Penn State University）其任務是嘗試將學習融入學生所來自的真實生活中，並鼓勵學生發問或自己嘗試解決問題（Yager & Roy, 1993）。

STS 的教學方式

進行 STS 的科學教學必須有一套範疇較廣的教學策略，如擴散性的思考（*divergent thinking*）、小組工作，以學生為中心的教育討論方式、解決問題、模擬、做決策、產生矛盾與衝突、辯論、使用媒體和其他社區資訊（Aikenhead, 1988; Solomon, 1989; 引自 Aikenhead, 1994）。雖然目前有關 STS 教學策略的研究有限，但如 *Discussing Issues in School Science (DISS)* 強調以小組討論科學相關的社會議題的重要（Solomon, 1989, 1993），以及 Byrne & Johnstone (1988) 所提出的三點建議：(1) 角色扮演、討論與做決定的策略對態度發展較為有效；(2) 小組討論可刺激思考與激起興趣，並能使學生彼此發展較佳的認同感；(3) 分析、評量歷史個案對幫助學生瞭解科學過程較為有效。這些都被視為是 STS 科學教學可以努力的方向。

STS 的形成性評量

在此所謂形成性評量即為研究的目的在使課程發展人員能在課程實施前適時對其工作內容加以修正，以期達到發展者的目的。在整個形成性評量的過程中，最重要的是提供教材設計者有系統的回饋。雖然有關 STS 的研究發展數量至今已相當可觀，但事實上有關 STS 的形成性評量研究卻相當有限（Aikenhead, 1994），如 Dutch Physics Curriculum Development Project (PLON)（Eijkelhof & Lijnse, 1988），

Environmental Education Project (Kortland, 1992), 和 New York Science Technology and Society Project (NYSTEP) (Cheek, 1992)。原因不外乎課程發展人員僅願單從非正式少數教師的反應來做裁決或只針對試驗性階段中所可能發生的問題加以改進, 以縮短課程設計所需要的時間。

簡單而言, STS 的發展主要就是要面對學校的科學知識與社會問題的脫節, 雖然被認可的過程相當緩慢, 但卻被視為科學教學中一較為可行的模式 (Yager, 1990)。對 STS 推動不遺餘力的 Iowa 大學教授 Robert. E. Yager 和美國賓州州立大學 Rustum Roy (1993) 曾對 STS 與傳統教學作一比較 (見表一)。

表一 美國一般科學課程與 STS 實驗課程的比較 (Yager & Roy, 1993)

一 般 科 學 課 程	STS 實 驗 課 程
描述教科書中的主要概念	認識地區性問題的重要性及影響
根據教科書及實驗手冊上所記載的方法使用實驗室與進行實驗活動	使用當地的人力物力資源來解決問題
學生被動的同化來自教師及教科書中的資訊	學生主動尋找所需要的資料
以資料上宣稱的重點為重點	以對個人的影響為注意的焦點, 利用學生本身的好奇心與關心
學生學習科學時, 完全接受教科書及教師講義上對科學的看法	對科學內容的認識不單只是來自書本的知識
學生練習基本的過程技能, 但並不將它用於評量的目的上	不再強調那些從事科學工作者賴以使用的過程技能
描述科學家 (大部份是已去世的) 及其發現, 很少注意學生未來的職業	以學生未來的職業為重點, 強調未來學生可能從事的科學或科技方面的職業, 尤其是不同於科學研究、醫學及工程學方面的領域
集中注意力於教師和教科書中所提出的問題	學生能覺察自己身為公民的責任, 嘗試去解決自己所提出的問題
科學是學校科學課程中的一部份, 只在科學教室中發生	學生能習得科學在公共團體及社會中所扮演的角色
科學是學生獲得資料的主體	科學是學生被鼓勵去欣賞、喜歡的一種經驗
科學課程中所教的是以「那些是已經知道的事?」為重點	科學課程中所教的是以「未來會是什麼樣子?」為重點

小 結

綜上所述，基本上 STS 考慮社會議題、重視科學與生活社會之相關、培養學生價值判斷力、以及解決問題與做決策的能力。但也由於偏重社會議題，常無法兼顧學科內容的深度。同時 STS 模式應隨社會議題改變而改變，誠如 Rosenthal (1989) 所言：社會議題本身改變，STS 的課程模式就應隨之而變，否則就會失去時效了。面對這樣的課程設計，教師若無相當的訓練則難勝任。因此，如何選擇適當的教材進行課程設計與師資培訓，是 STS 所面臨的問題。

檢討與建議

上述三個方案由上而下的設計特色，雖然著眼點各不相同，但都提供教師相當充分的發揮空間。同時不論是 Project 2061 或 STS 的課程改革運動都在嘗試解決目前學校知識與生活經驗脫節的問題，尤其是 Project 2061 課程改革方案更以其排山倒海之勢的野心與對科學教育的呼籲衝擊為大，其涵蓋層面遠較以關心科學、技學、與社會互動關係為主的課程架構來得廣，且又能避免矯枉過正而忽略了學科內容的重要性。

雖然初看 Project 2061 的理念有些彷彿了無新意、舊調重彈（因為這些想法、考慮、策略都曾先後出現在許多文獻中），但以其長期規劃與動用的人力與資源等各方面的考量而言，對當前科學教育不啻為一暮鼓晨鐘，或許有些更深層的涵意值得我們學習。

今天或許有些人較關心其各階段的產品，但更重要的是這些課程理念的啟示，以及其在製作過程中究竟發生了那些問題？如何妥協？如何解決？以至於到最後列印成冊的點點滴滴，才更是我們落實於發展國內具本土色彩的課程時，可資借鏡之處。

然而就算有名琴（如好的課程）也要有名家（如傑出的教師）才能彈出優美的音樂；再加上凡事皆需有醞釀期方可成之。因此教師培訓的問題就不可等閒視之。著者倒是認為可從兩方面來進行，首先是職前教師的訓練（如師範院校的各種教育相關課程、教材教法等）先行理念的傳遞（所謂思想改造嘛！），讓他們能體認科學本身與人類所處的發展史、科技間的互動關係，有一整體的認識以儲備一批未來教學中具全方位科學素養的生力軍。

其次是在職教師的訓練，可透過各種型態的活動（如研討會）或進修機會，逐步使他們接受新課程理念的薰陶，以因應未來課程可能帶來的衝擊。但值得注意的是永遠不要期望所有的人都在一夕之間改變了。根據 Rutherford (1994) 的經驗，Project 2061 在去年也只能改變 10 % 參與的教師，我們若能以此為目標循序漸進，則改革有望。但

是爲使這些教師不被他人所同化，因此著者對在職教師的訓練提出了一個三部曲的看法，首先必須使某些人接受新課程發展理念，以能充分表現於教學中；其次是必須使他們獲得領導權或決定權，以便影響他人或做政策性的決定；最後要能將這些志同道合的人聚集起來，交換教學正面與負面的經驗，發揮其功能，以避免消失於人群之中。

最後，無可避免的是我們必須面對評量的問題。要成功的進行教育改革就必須改變評量方式與內容，否則將無法落實於科學教育中。因而如何設計適當的評量工具將是課程改革的另一挑戰。

結 語

得過兩屆諾貝爾獎得主（1954年化學獎，1962年和平獎）的萊納斯·鮑林（Linus Pauling）曾提到他早期對科學的好奇心：「當我大約十二歲時，我已開始收集昆蟲。我自己從圖書館借了一本書，然後開始收集昆蟲並爲牠們進行分類。」除此之外，鮑林幼年時期在祖母家附近的河流上擲石爲樂的經驗也種下他日後對晶體結構的研究興趣。加州理工學院的榮譽教授 Ernest Swift 回憶說：「鮑林在孩提時期學到很多事物。每當我們在檢視某些晶體時，他常會說：『這是我以前在河谷底……看到的石頭。』」（邱翼聰等人譯，1994）反觀，在我們的教育系統中，學生缺乏這樣一個具知性且具感性的學習歷程，學校課程內容與社會考試制度要求的是立竿見影的成效，評量的方式也以記憶性、缺乏推理的試題爲主，因此誤導學生以爲科學就是一種背誦事實的科學（邱美虹，民83）。同時科學家的發現也常被視爲是一種意外之喜，但你是否曾經想過爲何這些發現都出現在科學家的身上呢？當然原因之一可能就是科學家是受過訓練的觀察者（trained observers），同樣的事情發生在他人眼前，可能稍縱即逝（Hill, p. 59, 1992）。因此在訓練學生對科學本質與科學態度的認識，實爲刻不容緩的課題。課程改革運動關係“全民”科學素養，先了解我們所面臨的問題，方能截他人之長補己之短，以導引我們在未來課程改革上走向理想之途。

參考文獻

邱美虹（民83），落實科學教育，當代青年，34-35。

邱翼聰、吳世雄、邱式鴻譯（1994），萊納斯·鮑林—科學與和平的鬥士（Linus Pauling: A man and his science. Anthony Serafini 著，1989），牛頓出版股份有限公司。

- AAAS (1992). Update Project 2061: Education for a changing future, American Association for the Advancement of Science.
- Aikenhead, G. S. (1994). A review of research into STS science. Paper presented to the annual NARST meeting, March 28, Anaheim, CA.
- Ahlgren, A. (1993). Creating benchmarks for science education, Educational Leadership, 50, 5, 46-49.
- Ahlgren, A. & Rutherford, F. J. (1993). Where is Project 2061 today? Educational Leadership, 50, 8, 19-22.
- Benchmarks for Science Literacy. (1993). Washington, D. C.: American Association for the Advancement of Science.
- Brandt, R. (1993). On teaching for understanding: A conversation with Howard Gardner, Educational Leadership, April, 4-7.
- Byrne, M. S. & Johnstone, A. H. (1988). How to make science relevant. School Science Review, 70, 251, 43-46.
- Cheek, , D. W. (1992). Experiencing the culture of science and technology through adolescent investigations of local STS issues. In S. Hills (ed.), The history and philosophy of science in science education, Vol 1. Kingston, Canada: Faculty of Education, Queen's University.
- Eijkelhof, H. M. C. & Lijnse, P. (1988). Broadening the aims of physics education. In P. J. Fensham: Experiences from the PLON project. International Journal of Science Education, 10, 4, 464-474.
- James, E. O., Robinson, M., & Powell, R. R. (1994). Beyond STS: An energy education curriculum context for the 21st century, Journal of Science Teacher Education, 5, 1, 6-14.
- Hartoonian, H. M. (1992). The social studies and Project 2061: An opportunity for harmony, Social studies, 83, 4, 160-163.
- Helgeson, S. L. (民81) Trends and Issues in Science Education, 出於《當今科學教育的潮流與爭論點》，國立臺灣師範大學科學教育中心編印。
- Hill, J. W. (1992). Chemistry for changing times. Macmillan Publishing Company, New York.
- Hoffman, K. M. & Stage, E. K. (1993). Science for All: Getting it right for the 21st century, Educational Leadership, 50, 5, 27-31.

- Kortland, K. (1992). Environmental education: Sustainable development and decision making. In R. E. Yager (ed.), The status of STS: Reform efforts around the world. ICASE 1992 Yearbook. Knapp Hill, South Harting, Petersfield GU31 5LR, UK: International Council of Associations for Science Education.
- Raising Standards for American Education. (January 24, 1992). Washington, D. C.: National Council on education Standards and Testing.
- Rutherford, F. J. (1994). Update Project 2061. Presented at Symposium on Science and Mathematics Curriculum, National Taiwan Normal University, Taiwan.
- Simpson, G. G. (1963). Biology and the nature of science, Science, 3550.
- Science for All Americans (SFAA). (1989). Washington, D. C.: American Association for the Advancement of Science.
- Solomon, J. (1989). The social construction of school science. In R. Miller (ed.), Doing science: Images of science in science education. New York: Falmer Press.
- Solomon, J. (1993). Teaching science, technology and society. Buckingham, U.K.: Open University Press.
- Spiegel-Rosing, I. and Price, D. DE S. (Eds.) (1977). Science, Technology and Society: A cross-disciplinary perspective, Beverly Hills, CA, Sage.
- U.S. Department of Labor (January, 1992). Employment and Earning. Washington, D. C.
- Yager, R. E. (1993). Science/Technology/Society--- Addressing the real problems in science education, National Association of Secondary School Principals (NAASP) Curriculum Report, 22, 3, 1-4.
- Yager, R. E. & Roy, R. (1993). STS: Most pervasive and most radical of reform approaches to "science" education, In From what research says to the science teacher (vol. 7), R. E. Yager (Ed.), 7-13, National Science Teachers Association.