

「和而不同」的「科技」與「自然」 及其九年一貫課程的研訂

李隆盛

在英國的國定課程(National Curriculum)中，科技(technology)和科學(science)各自是十大學科之一。在紐西蘭課程綱領(Curriculum Framework)中，科技和科學也各自是七大學習領域之一。我國研訂中的國教九年一貫課程綱要，將科技和自然合併在「自然與科技」學習領域(七大領域之一)，由「自然」及「科技領域與生涯發展課題」兩個研訂小組，及一個「自然與科技」研訂委員會分工合作(見圖1，筆者係委員會兩名副召集人之一及科技研訂小組主持人)。

幾個月來兩個研訂小組各自努力地研訂草案，兩組之間也做了多次的溝通、協調。但是，兩者的「統整」並不順暢，其主要原因出在「自然」組人員屢次自行草擬或大幅修改出「科技」組無法接受的課程草案。這種現象的根本在於不

少自然科學教育人員：不了解科技、存有「大科學」思想、對「科技」用語不習慣、以及遭遇「自然」授課節數緊縮的困境。本文說明和這些原因有關的觀念及「科技」組的立場。

一、科技是科學的夥伴，不是附庸

哈雷彗星繞太陽一周約需76年的時間，地球人最近一次看到哈雷彗星是在1985年，下一次將在2061年。現在的中小學生大多有機會看到下一次的哈雷彗星。美國科學促進會(American Association for the Advancement of Science, AAAS)在1985年推動了2061方案(Project 2061)，致力於科學素養(science literacy)實質內容、習得對象和推動程序的研發與宣導。2061方案第一階段完成「美國全民科學教育」(Science for All Americans, SFAA)報告書，建構了確認所有學生在高中畢業之前應習得之科學、數學和科技知能與習慣的概念基礎。之後AAAS又發展了「科學素養的標竿」(Benchmarks for Science Literacy, BFLS)，BFLS調整了SFAA的建議及擬訂了所有學生在二、五、八和十二年級應知道和能做到的科學、數學與科技。

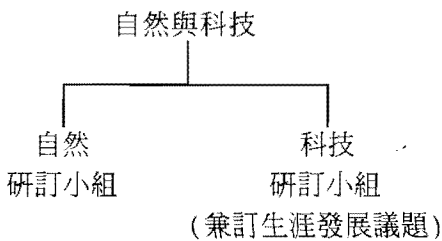


圖1 「自然與科技」課程綱要研訂委員會及小組架構

SFAA 說：「科學的努力源自科學、數學和科技的結合。科技提供科學和數學探究上的重要工具和技術以及啓發探究的新路線。過去，新科技常出自實用知識的累加；但今天，新科技較常出自著重在事物如何作動之原理的科學性之了解。數學本身就是科學，但它也供作自然科學主要的語言，及廣泛作為科學與科技的分析工具」(AAAS, 1995, p. 8)。

美國科技教育人員大多感佩 AAAS 體認科技的重要性，但是對基本上是由科學教育人員發展的 SFAA 報告無法全盤接受，因為科學教育人員常用「大科學」思想，把科技看成是它的從屬、工具而非夥伴（見圖 2）。

美國俄亥俄州立大學的 Dr. Michael Scott 喜歡用圖 3 說明科技與科學的分野。由圖 3 簡約地說：在科學層面，生物是解釋生命的科學、物理是解釋能量的科學、化學則是解釋物質的科學……。在科技層面，製造和營建是分別在廠內和工地生產物品（車輛、房舍等）的活動、運輸是搬運物品和人員的活動（陸路、水路等）、資訊與傳播是處理和傳達訊息的活動（網路通訊等）……。這些科技活動的目的重在調

適環境（自然與人造環境），使人的生活更有效率、更美好。這些科技領域（製造、營建、資訊、傳播等）就相當於物理、化學、生物、地科等自然學科。換句話說，科技和自然是「和而不同」的。

國際科技教育學會(International Technology Education Association, ITEA)在 SFAA 之後，得到國科會(NSF)和航太總署(NASA)的資助，從 1994 年起進行了「美國全民科技教育」(Technology for All Americans, TAA)專案。TAA 專案已在 1996 年完成第一階段的報告「研習科技的哲理與結構」，界定科技是有行動的創新(human innovation in

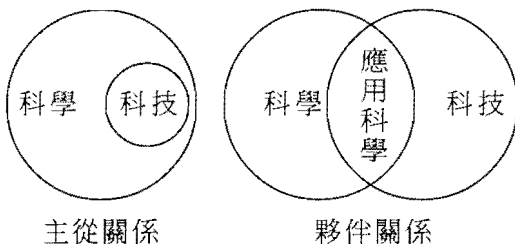


圖 2 科學和科技是夥伴關係，不是主從關係

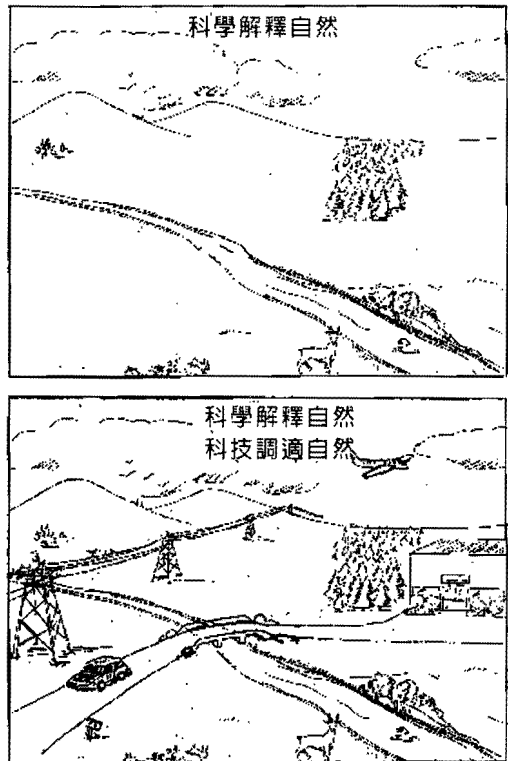


圖 3 科技與科學(自然科學)的分野

action)，科技研習包括：(1)設計、發展和使用科技系統，(2)開放、問題導向的設計活動，(3)認知、操作和情意的學習策略，(4)應用科技知識與程序及時宜的資源於真實的經驗，和(5)個別和團隊解決問題。

學生研習科技的目的是成為具有科技素養的人，科技素養是使用、管理和了解科技的能力。具有科技素養的人是：(1)考慮不同觀點和系絡的問題解決者，(2)了解科技包涵各種系統及使用強調系統導向的方法，(3)使用科學、數學、社會科學和人文的概念管理科技系統的，(4)能認清適切解決方法和預測解決方法執行的結果，(5)了解主要的科技概念，(6)整合來自工程、藝術、設計、技藝、技術、機械和社會人員的特性，(7)了解和領會基本科技發展的重要性，(8)組合巧思和資源以滿足人的需求與欲求，(9)使用和了解各種分類系統，(10)能看到社會正如何被發明和創新重塑，及(11)能評估科技系統的影響與後果。TAA 並界定資訊、物質和生化三大系統是科技的系絡(context)。

換句話說，科技教育人員承認也尊重自然科學的重要性，也希望看到自然與科技有更多的聯結或協力。但是我國「自然」組部份修訂人員比前述 SFAA 更窄化「科技」。例如，在「自然與科技」課程綱要的「基本理念」中，負責綱要彙整的「自然」組人員一直採用下列第一欄中的兩段文字詮釋「自然科學」與「科技」，將「科技」組針對其第二段文字提出的修訂文字(見第二欄)置之不理。

學習科學能開拓視野，使世界看起來不同；我們發現青翠的花木

源自於陽光、空氣和水，風源自於空氣的流動，雲源自於水蒸氣的凝結，燃燒使花木回歸塵土和大氣，溶解使岩石奔流入海。我們更進一步探討植物是如何將陽光、空氣和水形成花木的，空氣是怎麼流動起來的，水蒸氣的凝結、水的蒸發又是怎麼發生的。在深一層的瞭解中，我們相信一切的變化有其因果法則，所有的奇幻現象必有其道理可解。這些自然現象、自然演變規則的知識我們稱為自然科學。

科學使我們知道在什麼情況下將發生什麼現象，於是設計這種情況來使事件發生，這些設計的技術就是科技；例如人們利用磁場的改變產生電流、利用電流通過導線產生熱和光、利用育種技術產生新的生物品種。人類不斷地探究自然現象，對現象的瞭解及對其妙的運用，使我們的見解和思想、我們的生活方式和內容都發生了改變。(自然組)

學習科技可以擴展我們的能力，讓我們的生活過得更有效率、更美好。舟車的發明，使我們可以打破空間的限制；電腦與通訊設備的發明，讓我們可以方便的溝通訊息、傳播知識；居家設備與日常用品的生產使用，使我們的生活品質得以提昇；還有許許多多人類智慧結晶的發明與創新，都以造福人群和關懷環境為依歸。這些創新與發明或來自於人類生活的體驗與創作，或來自於科學原理的應用。而不論簡單或複雜、實用或精緻，都有可觀。探究這些人類智慧結晶所創新與發明出來的事物與方法，我們稱之為科技的學習。(科技組)

二、「科技」務實，「自然」該求真

語文常是約定成俗的。同一事物有多種名詞時，固然可以各自表述，但應看看各種用詞的消長趨勢。"technology" 愈來愈被大眾和官方稱為科技：台北市木柵捷運線科技大樓是 "Technology Building"，科技島是 "technological island"，「資訊科技」公司常用 "information technology"，國、高中的「生活科技」是 "living technology"，電視第四台上的「科技」節目絕大多數對應的是 "technology"。普遍並用中、英文的香港官方文件上，"technology" 就是「科技」。可是，國內不少自然科學人員仍然固守「科技」是「技術」、「工藝」和「技學」……。沒細察 "technique" 是「技術」，「工藝」可能是 "industrial arts" 或 "crafts"，「技學」主要是自然科學教育人員不願科技教育人員說 "technology" 是科技下的促銷品。

英語文裏，叔伯舅都是 "uncle"，愛斯基摩人對下雪大小規模的描述則有二十幾種之多。所以對事物的用詞、稱呼和文化有關，不同時空有不同的發展和需要。通得過普羅大眾篩選的用詞才是（或才能）「口徑」較一致。

常有人說科學求真、道德求善、藝術求美。相對的，科技務實。科技教育人員是面向普羅大眾愈來愈認定 "technology" 是「科技」的事實。自然科學教育人員對於這種事實該多「求真」。

三、科技教育專業和科技研討小組的權責應受到尊重

科技課程綱要研訂小組幾個月來和

自然組的互動情形，先是自然組前、後兩次在聯席會議（月會）建議另闢「生活」學習領域，容納生活科技、家政和健康等學科，連續兩個月都沒得到支持之後才和科技組進行較頻仍的會談。但可能是因為「自然與科技」學習領域的授課節數被規劃成和數學、健康與體育等領域一樣多，在感覺「房子嫌小」之下，除了一面希望科技「另謀出路」之外，一再告訴科技組：自然原有物理、化學、生物和地科四個科目，所以科技在「自然與科技」中只能佔五分之一，不是一半。

儘管「科技」組爲了學科的適度統整，一再依「自然」組不斷變動的綱要草案形式，進行科技部份的課程草擬。但「自然」組彙整人員（在「自然與科技」研訂委員會召集人授命下，兼「自然與科技」課程綱要彙整人），一直不尊重科技教育的專業及科技研訂小組的研訂權責。總是彙整出「科技」組不能接受的「科技」內容，最後則替「科技」組草擬出「科技」組無法接受的內容，繳給總綱。

筆者常說：科技教育人員都學過自然科學，知道自然科學的重要性，也能尊重自然科學教育人員的專業。但是，自然科學教育人員不見得接受過適切的科技教育，所以對「科技」常從純科學的角度看待科技和窄化科技。以往，這種不夠重視全面發展的教育結果，正需要國教九年一貫課程多重視，使全民都有均衡的公民素養（含人際互重、科技教育人員更瞭解科學，科學教育人員更瞭解科技）。當前，在九年一貫「自然與科技」課程綱要的研訂中，「科技」組的要求很基本和嚴肅，就是「科技組所草擬

的課程內容可以接受批評，可以修訂」，但不能由「自然組」越廚代庖。

參考文獻

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1995). Science for all Americans. Project 2061 Summary.

International Technology Educational Association (ITEA). (1996). Technology for all Americans: A rationale and structure for the study of technology.

(作者現為台灣師大工技系教授兼主任)
※本文係88年5月15日在遠哲科學教育基金會「『自然與科技』國民教育九年一課程研討會」報告稿



工作崗位上訓練

工作崗位上訓練(on-the-job training, OJT)是在工作現場或旁邊進行的訓練。這種訓練由於情境真實，所以有利學用配合與學習遷移。但OJT也常因學習和工作混雜，以致不如工作崗位外訓練(off-the-job training, off-JT)。結構化OJT(SOJT)是OJT的一種調適，SOJT的訓練師通常擅長確保教學效能的方法和熟識訓練的教學目標，而且常用包含需求評估、任務分析、表現目標、教學發展、實施和評鑑等步驟在內的教學系統設計模式，進行OJT。(李隆盛)