

自然與科技可否合為同一教學領域？

林錫昭

明志技術學院講師

壹、前言

我國最近幾年所規劃推動的九年一貫教改工程雖已陸續啟動，然而七大教學領域中的「自然與科技」是否可以合為同一教學領域至今仍然爭議不止，實有必要進一步加以釐清。此一領域的主要內涵，係包括物質與能量、生命世界、地球環境、生態保育、生活科技等相關知能的學習，也注重科學與科學研究知能，培養尊重生命、愛護環境的情操，以及善用科技與運用資訊的能力，並能將其實踐於日常生活中。質言之，科學是透視並探索人類周圍世界的方式，科學乃是求知的一種途徑（Science is a way of knowing）；而科技則是提升人類改造世界的能力，科技是一種力行的歷程（Technology is a way of doing）（熊召弟，民89）。即以當代許多新穎科技而言，它們可以幫助人們的感官觸及無遠弗屆的地方，改變大千世界，使人類的生活更舒服，同時也可減輕原本勞心勞力的工作。當初將自然與科技合成同一教學領域的做法，想必是

希望科學與科技能相輔相成，相得益彰，使學生所吸收到的科學知識能活化為求生存與求變通的科技知能。亦即讓兩者間的知識可以進行統整並發揮創新的機能。理想的教學本應如此，然而實際執行上有無困難，這才是重點，本文擬從科技教育的觀點分析：（1）自然與科技的界定與分野；（2）先進國家對教學領域的分化概況；（3）自然與科技師資培育過程中的專業訓練內容；（4）實際授課時師資間的互換性或替代性；（5）教師在協同教學時的配合度與執行成效。將上列課題澄清後，即可判知自然與科技可否合為同一教學領域。

貳、自然與科技的界定與分野

如何建立自然科學與科技教育間的正常關係乃是科技教育界一直努力的重點工作之一。長久以來這種問題始終存在，部分原因為有人期望在自然科學教育的授課內容中能討論一些與科技有關的教材，也因此認為無須在學校課程中另闢一個獨立的教學領

域來進行科技教育。這樣的要求將使科技課程成爲是以應用科學（applied science）爲基礎的一種派典。若其爲真，則科技的進展將只是科學發展後的自然產物。事實上，大多數的新技术都是以舊科技爲基礎，經過不斷的研發改造後所形成的一種器物、裝置或智慧財。有時它的出現並不是直接受到科學發現的刺激。而許多科學原理與定則，乃是運用科技儀器觀測之後才被整合歸納而成的結果或定律。譬如人類是在普遍運用了牛頓三大運動定律之後，「靜者恆靜，動者恆動」、反作用力， $F = m g$ （萬有引力）等定律才被發現出來的。由此觀之，則科技方面的「致用」（行）往往比科學方面的「明道」（知）出現得早。基於此，認爲「科技」只是「應用科學」的人，似乎也會同意「科學」就是「理論科技」（theoretical technology）吧（李隆盛，民88）！

許多實例均顯示科技的突破，在剛開始的地方均被牽強附會的以爲是運用科學的結果。更進一步來說，科技的方法論也隨著科學家掌握元件的工作方法而改變。在這種情形下即產生了所謂的「工程科學」。他們認爲科技的新知識係經由系統化的觀察、驗證、假設和建構工程理論中得來。然而認爲科技是應用科學的人也有他們的論調，他們也能提出一大堆使用科學知識的例子，並且更進一步提出科學的方法論。無論哲學家、史學家針對科學與科技的界定或派典如何激辯

不休，然而我們發現科學教育一直存在人們的生活中，科技與科學雖然不盡相同，但其關係密切，乃是不爭之事實。

如圖1所示，科學係起源於對自然界問題的觀測。吾人利用探究法解釋自然界之各種現象，例如找出太陽西下前滿圓通紅的成因。而科技是肇始於人類爲適應週遭環境所產生的難題，必須運用難題解決策略，排除人類爲求在環境中舒適生活所產生的難題，譬如發明冷氣機解決氣候燠熱，溫度太高的難題。日光燈的發明說不定是先從觀察夕陽中獲得靈感，也因此持續探究紅橙黃綠藍靛紫的光爲何只剩紅光，從而針對紫外線、光譜、光子等自然界問題進行合理解釋，之後再利用螢光粉、安定器、起動器等元件組成日光燈，並將其應用在實際的生活難題解決上。個人爲解釋與解決這些問題，即須累積各方面的知識與智慧，以便進行合理的判斷與行動。由此可知自然科學與科技間的關係密不可分。

表1係就科學與科技的起源、方法、取向、目的、歷程、產出貢獻來區別兩者的特質，並可藉以釐清其間之關係。

事實上，科學係指有系統、有組織的知識；科技乃爲人類應用知識，結合工具與技術，用以解決其爲適應環境所產生的難題，並拓展人類能力的活動。科學活動的目的在解釋自然界之現象及探究宇宙運行的法則；科

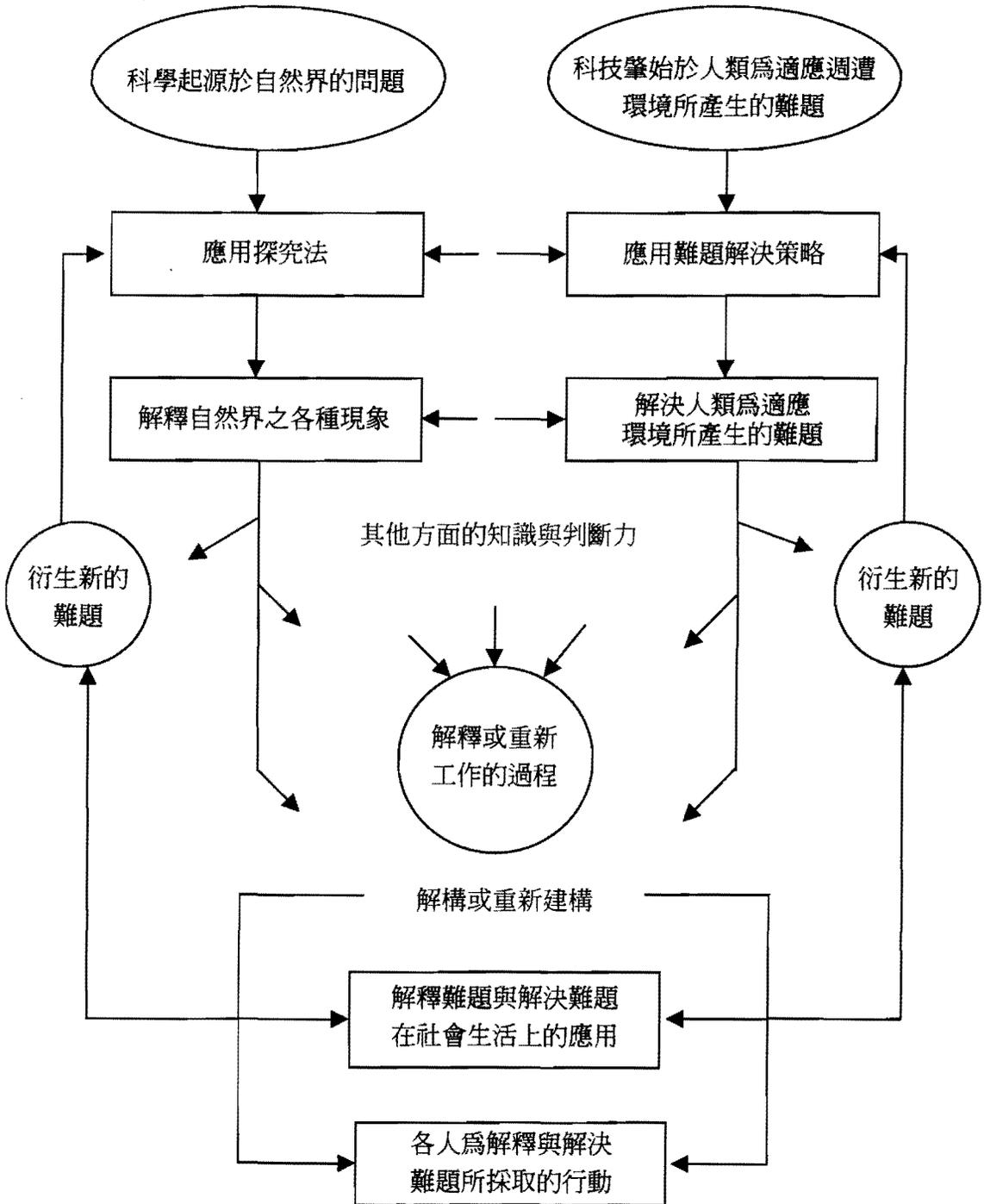


圖1 科學與科技間之關係及其教育目標間之連貫性
資料來源：Raizen，1995.

表1 科學與科技的區分

類別 區分項目	科學	科技
起源	自然界	人類為適應環境所產生的難題
方法	探究，觀測法	難題解決策略、設計、製造
取向	以分析的方式發現各種物性間之關聯性	採綜合判斷的方式，連結各主要科學發現與發明
目的	解釋自然界之現象	發現解決難題之策略
歷程	<ul style="list-style-type: none"> · 仔細觀察 · 產生質疑 · 提出假設 · 開始預測 · 進行實驗，觀測 · 蒐集有效資料 · 試圖推翻假設 · 驗證假設 · 建構理論基礎（學說與定律） 	<ul style="list-style-type: none"> · 了解人類需求與時機 · 界定核心問題 · 提出厚生理念或創新構想 · 蒐集有效資訊 · 分析可用資訊 · 發展解決方法 · 設計各種原型或製程 · 評析各種原型或製程 · 發展出最理想之解決方案或製程 · 產出最佳化之解法或製品（執行製作） · 評鑑各界對解法或產品之反應（測試與評估）
產出	洞悉自然現象之真理	製品、環境、系統
貢獻	建立真實世界的實用知識	滿足人類慾求，創造有利機會

資料來源：李隆盛，民91。

技活動的目的，則在發現解決難題之策略，用以滿足人類之各種需求。

科學與科技活動在目的與方法上雖有顯著性的差異，但其均須運用實事求是的「科學精神」與「科學方法」，也蘊藏難題解決的歷程。然而在科學活動中則較偏重發現（discover）

與探索（explore）的活動；而科技活動除須解決人類所面臨的難題或滿足其需求外，卻常伴隨著創新（innovate）與發明（invent）的內涵（黃能堂，民90）。

透過科學活動吾人可以洞悉自然界之現象，了解事物間的關係，並建

立共通性的原理、原則與定律，以便建構真實世界的實用知識；而科技活動的結果則可以產生製品，改良環境並創造優質系統，以滿足人類需求，豐富生活內涵。

在美國，「科學」與「科技」的界定與分野相當清楚。在學校，科學教育和科技教育的推動者均能分工合作。他們認為：「在科學世界中，人們致力於尋找精簡的通則，這種定則越少越好」，而在科技的世界裡，人們為求改善生活，將改變、提供或促成更美好、更新穎、更便捷、更精確和更有效率的生產、運輸和傳播來滿足人們的慾望與需求。也因此針對同一個問題，科技的答案不下數十個，其結果或製品往往在追尋中。例如，目前為止，並沒有最完美的家用洗衣機出現。因為有洗衣棒的單槽洗衣機，衣服容易破損，沒有洗衣棒的洗衣機，衣服容易打結，且棉絮多；家用滾筒式洗衣機雖然洗得乾淨，但因容量小，洗衣時間太長，為其缺點。

在美國學校的教育中，科學本質被認為是在解釋自然界的現象，即格物致知。生物課程用以探究生命科

學，物理化學課程用以探討能量與物質的科學。而科技的本質，則被認為是利用技術改變自然現象（即厚生），主要的轉換或變化領域包括製造、營建、傳播和運輸。目的均在促使人們生活在滿意的環境中。他們的自然與科技課程係採分立並行，相輔相成的方式實施，反觀我國卻採同一領域的方式進行，是否合適有待考驗。

參、先進國家對自然與科技教學領域的分劃概況

一、美國的科学與科技教育係採分立並行的教學領域

美國國科會(NSF)和航太總署(NASA)於1994~1995年間共提撥350萬美元的資金贊助「全名科技教育」(Technology for All Americans, TAA)專案，從表2 TAA專案對科技課程分年分級的規劃中可以看出他們對科技的介紹、探索與專精教育相當重視，也自成一個教學領域，其目的在培養國民，使其具備科技素養與運用科技之能力。

近年來，他們也在中小學推動數

表2 TAA對科技課程的主張

	幼小階段 (K-2和3-5年級)	初中階段 (6-8年級)	高中階段 (9-12年級)
課程目的	科技介紹	科技探索	科技專精
學生修課	每一年級	每一年級	至少兩年

資料來源:李隆盛,民 89。

學、科學與科技(Mathematics, Science and Technology, MST)的整合教育。1992-2002年間NSF亦以720萬美元資助在紐約小學裡所實施的五年教師專業發展專案，其目的在協助師生整合數學、科學與科技使其能能在教室中善用探索與設計的策略。這項名為MSTe的專案即希望透過科技教育與工程設計直接支援小學的科學和數學教育。因此乃係一種以科技教育為基礎，幫助學生學好MST的課程改革方案。MSTe專案雖是為了協助數理課程較差的學生，但實際上，科學與科技仍然分立並行，各成不同的教學領域。

二、澳洲的科學與科技教育係採獨立教學領域

澳洲義務教育課程共包括八大學習領域，即科學、科技、數學、藝術、外語、英語、健康與體育、社會與環境。顯然科學與科技亦是自成一格的教學領域。

三、紐西蘭的科學與科技係自成一格的學習領域

紐西蘭1-13年級學生的七大學習領域包括科學、科技、數學、語文、藝術、健康與體育、社會科學。其中科學與科技亦採分立並行的方式教學。

四、英國的科學與科技隸屬不同之學群

英國適合5-16歲學生研習的國定課程包含科學、數學、英文三大核心學科與科技、歷史、地理、美術、音樂、體育與11-16歲的學生研習的現

代外語等七大基礎學科。科學乃為核心學科之一；科技則是基礎學科之一，內含設計與科技(Design and Technology)及資訊科技(Information Technology, IT)。由此可知科學與科技亦屬不同之學群。

綜上可知，美、英、紐、澳等先進國家均無一將自然與科技的課程安排在同一個學習領域、我國七大學習領域的規劃與澳洲、紐西蘭的課程架構極為類似。我國的特點是多了一個綜合活動的學習領域、然而令人刮目相看的地方是將自然與科技合成同一教學領域，其著眼點何在實在耐人尋味。

肆、自然與科技師資培育過程中的專業訓練內容

若是將自然與科技合在同一教學領域，則師資培育單位的教師職前養成訓練勢必需要增加許多課程。無論是主修生物、物理、化學、地球科學與生活科技的準教師均須修習相關領域的課程。其中理、化、地科三者關連性較高，問題較少；但若要求主修科學的學生修習生活科技的課程，兩者課程屬性差異極大，且科技範疇相當廣泛，如何深入或淺嚐即止均是值得深思的課題。畢竟吾人生命寶貴，時間有限，如何習得宇宙間浩瀚的學問，也是耐人尋味的課題。同樣的欲要求主修生活科技的學生去修習其他四大學門的課程，也是談何容易的事

情。淺碟型的知識，如何深入淺出帶領莘莘學子步入知識的殿堂去追尋科學新知，並進行科技創新的活動？

90年4月30日九年一貫課程國中「自然與生活科技領域」專門科目審查會議的初步決議是該領域教師必須具備共同專門科36學分以上，並就化學、物理學、生物學、地球科學和生活科技五個學門（各4—8學分）中至少修習三個學門的課程，並須具備科學、史哲與科學認知及環境認知與環境倫理兩學門各2—6學分的課程修習經驗，亦即未來教師專長正朝淺碟方向發展（李隆盛，民90）。

90年11月7日教育部召開研商「九年一貫課程國民中學自然與生活科技領域任教專門科目調整規劃事宜」，其中有關自然與生活科技領域需修畢主修專長26學分並加修其他專長學分數若干乙節，會中決議應再兼顧教學需要及學生修習負擔考量上一併深入研酌。另外針對自然與生活科技概論部分，亦請就科目名稱及能包括自然與生活科技領域核心內涵再審慎研議。由這些議題可知自然與生活科技若要合為同一教學領域，其爭論點還有很多，困難度也不少。

91年3月1日教育部再針對上述議題審慎討論，會中主要決議如下：

（一）自然與生活科技領域宜重新劃分為「自然」與「生活科技」兩個學域。其中「自然」學域下應分化學、物理學、生物學、地球科學四個

教學專長。

（二）任教「自然學域」教師除需修備其中一項教學專長三十學分以上外，另需修習其他三個教學專長各四至六學分以上，同時需加修「生活科技概論」。自然與生活科技領域宜重新劃分為「自然」與「生活科技」兩個學域三學分，總共應修學分數下限為四十五學分。

（三）任教「生活科技學域」教師除需修備該學域教學專長三十學分以上外，另需加修「自然科學概論」三學分，總共應修學分數下限為三十三學分。

由上述學分認定參考原則及內涵可知，自然與生活科技課程事實上已分成不同的教學領域，只是另外造個「學域」的新名詞來取代它的地位罷了。若純粹以現階段國中小教師的知識背景而言，他（她）們以往從無接受過科學與科技整合教學的訓練，不具備兩者兼顧的知識，如何在短時間內以在職進修的方式去接受多元課程的考驗，也是教育當局值得探究的課題。

伍、實際授課時師資間的互換性

國小教師原來就具備分科專長與包班能力；國中教師卻只有分科專長，沒有包領域和包班能力。生活科技對現階段的國小教師應是較為新鮮的字眼。生活科技的課程性質有點像當前國小的勞作與科學實作的教學內

涵。若將自然學科併在同一教學領域，則目前國小擔任自然科學教育的老師將不知如何進行比較講求動手做的生活科技教學活動。畢竟他們以往均沒有修習過生活科技課程，如何傳授設計與製作技術？若是請來美勞教師投入自然與生活科技領域的教學，又豈不會讓人感覺九年一貫課程只是換湯不換藥的改革術？因此在國小階段，採融入型的教學方式是行不通的死胡同。

國中教師雖有分科專長，但畢竟要能熟悉自然與生活科技領域中各科目的教學，那簡直強人所難，緣木求魚。由此可知實際授課時，各科目師資間的互換性並不樂觀。很難進行統整或協同教學。

陸、教師在協同教學時的配合度與執行成效

若以協同教學的良法美意去檢視自然與科技可否合為同一教學領域，其答案相信八九不離十，均會認為只要教學主題設計允當，各科教師熱心參與，協同合作，將能發揮相輔相成、相得益彰的教學效能。然而若是一味強調科學與科技教學的統整工作，勢必要放棄許多原本即應建構的系統化知識，亦即須忽略或跳過某些教學單元，去進行或迎合主題式教學活動。一個設計良好，以問題導向為基礎的協同教學，最好是同一教學時間與學生活動範圍所及均有相關科目

教師參與解說與引導工作。然而在教師基本授課時數與超鐘點受限制的情形下實在很難進行有效的調配。

由於國人從小在學習歷程中較少接受團隊合作的養成教育與訓練，加以主觀意識較強，很難與同儕合作或妥協。根深蒂固的習性，很難在短時間內破除，這些因素均會衝擊協同教學的配合度與執行成效。

反正不論以自然學門中的哪一個科目為主題進行科學與科技的統整性教學，或以科技中的某一單元為導向進行科技與科學的融合式教學，均會涉及人員配合度，合作精神、投注心力、課程縱向連貫與橫向銜接及授課時數總量管制的問題。這些觸及深層文化背景與現實教育資源運用的課題，均很難有效予以克服。

柒、結語

科學活動一般均依循仔細觀察、產生質疑、提出假設、開始預測、進行實驗、蒐集有效資料、試圖推翻假設或驗證架設與建構理論基礎（學說、定理與定律）的步驟；科技活動從了解人類需求與時機開始，均透過界定核心問題、提出厚生理念或創新構想、蒐集並分析有效資訊、發展解決方法或方案、設計並評析各種原型或製程、產出最後解法或製品（執行製作）、評鑑各界對解法或產品之反應（測試與評估）、提出改良後之產品或系統等進程來滿足人類之需求，使其

得以適應周遭環境。兩者在目的、方法與活動歷程上均存在顯著性差異。同時從師資培育過程中的專業訓練內容，與授課時師資間的替代性及協同教學上的配合度與執行成效觀察，均可了解屬性不同的自然與科技課程實在無法融合成同一教學領域。況且世界上查無任何國家的中小學課程設計係將科學與科技融合在同一領域去實施統整性的教學。一般人能接受的理念多半是認定科學與科技間具有互動性、共通性、地位平等，且包含複雜的運作關係（王鼎銘，民90）。科技係運用科學知識、設計理念、技術、機具與物料，結合創意與藝文構思，去開發新製品以滿足人類慾望，使其更舒適的生活在宇宙間。總之，自然與科技本質互異，須採分立並行、全力以赴的方式進行紮根教學，再以統合連結、互相支援的途徑不斷追尋科學真象，開創科技新知。從教育部積極將自然與生活科技領域重新劃分為「自然」與「生活科技」兩個學域的情形看來，自然與科技教學採分立並行的發展態勢是顯而易見的事實，這也證明自然與科技不可合為同一教學領域。

捌、參考文獻

王鼎銘（民90），九年一貫國小生活科

技課程與教學。載於中小學生活科技課程研討會論文集，頁37。

李隆盛（民88），勿忽視科技教育重要性。科技與職業教育的課題，頁50。台北：師大書苑。

李隆盛（民89），「科技」在「自然與科技」學習領域中應和「自然」分力並行。科技與職業教育的提升（頁8）。台北：師大書苑。

李隆盛（民90），看波浪也看海流；讓「自然與生活科技」課程走出茫然與混亂。生活科技教育月刊，34（5），頁2-6。

李隆盛（民91），國中「自然與生活科技」教學單元設計。科技與人力教育的變革，頁36。台北：師大書苑。

黃能堂（民90），九年一貫國中生活科技教育與教學。載於中小學生活科技課程研討會論文集（頁28-29）。

熊召弟（民89），創塑真實的科學教室：「九年一貫的啓示」。載於國民教育階段九年一貫〈自然與生活科技〉課程發展研究國際研討會論文集，頁93）。

Raizen, S.A., Sellwood, P., Todd, R.D. Vickers, M. (1995). Technology Education in classroom. San Francisco: Jossey-Bass.

