

現今科學教育改進的方向

王澄霞 林杏元

國立臺灣師範大學化學系

今日的學生完成學校教育後，許多人在事件處理上仍是十分無知，以至無法參與或領導以科技為導向的當代社會。這種現象雖然令人心寒，但也不令人詫異。有超過 200 份關於美國中小學科學教育的全國性報告都指出現今的科學課程有很多缺點。(Bromley, 1989)

如今，科學課程的改變契機正在形成。大家都同意科學教育的科目必須反應當代科學及技術的思潮；也同意教學目的必須著重個人的福祉及社會的需要。並且當代的人需要具“學習如何去學習”的技能及“高層次思考”的能力。因此需要改革科學教育以培育學生迎接 21 世紀的到來。

一、各學科之統整

今日的科學可劃分為 25000 至 30000 種研究領域。這些領域的研究成果可見於 70000 種的期刊中，而其中的 29000 期刊是 1978 年以後才創刊的。一些傳統學科混成新的研究領育，如生物地球化學 (Biogeochemistry)；以及基因工程學 (Genetic engineering) 等 (Hurd, 1991)。而在其它方面，科學也有了改變。在本世紀中，科學與技術已合併為一個統整的系統。例如，當物理學家發現雷射光不久後，科學家便接著將之用來發展出無血手術儀器；製造出錄製音樂用的雷射唱片；也發明了在超級市場結帳上廣汎閱讀器。而在生物科學上，對於生物技術的研究成果也可能在新世紀中改造全球的社會及經濟結構。這些當今科學的發展趨勢卻還未反應到科學課程上。幾乎很少人體會到：在最近幾年，不同領域的自然科學間的藩籬逐漸模糊，而重要的概念也逐漸融合。我們應該藉著各學科之課程統整，試著解決這些問題。

二、教育內容之現代化

今日科學的另一項問題是它的教育內容都沒有趕上時代。傳統的科目各為獨立學科：例如生物、化學、地球科學、及物理學，這些學科與人類生活經驗沒有多少真切的關

聯，以致於這些傳統的科學內容在課堂以外毫無用處。因此，一種新的改變趨勢就是把現代科學納入課程中。現今社會正急速改變也引發了人們對“何種知識最有價值”之問題的新看法，也使人們重新思考各種知識在整個文化脈絡中的定位問題。例如：“處於危險中的國家”一書的作者便建議：各種科學學科應特別注重：將科學知識應用到日常生活中或用於和科技有關的社會與環境問題上（Gardner, 1983）。

現代科學的進展大多導由於社會的需要而不止基於理論。因此，科學的研究大多和人類及社會需要有很大的關連，例如：尋找AIDS的解藥；開發新的能源；增加食物產量；發展傳播系統；或決定公共政策等研究。其結果便使科學、技術、社會、教育、及人類問題等方面產生了複雜的交互關係。這種科學與社會間的密切關係便激發了“以人類資源作為科學教育主題”的概念（Carey, 1990）。而這種概念用在課程發展上，即與人類有關問題事務，與公共有關的科學及技術上，去挑選課程的內容。

三、高層次思考之教導

科學課程的另一項問題就是它著重於學生以研究者的角色去學習科學課程，從有科學教育以來，這便是大學前教育的一項中心目標。由於歷屆的教育者本身便是在這種教育模式下學習，因此這種教育一直延續到現在。沒有受過多少所謂“科學方法”訓練的學生們——甚至包括小學的學生——便被要求能夠“像科學家般的思考”。然而；所謂的科學方法至今甚至在科學界也大多還無定論。傳統的科學課程都教導學生用科學家專業的技能去思考，並認為有所謂唯一的“科學”思考方法。但現今科學領域中成千上萬的研究卻顯示對科學及技術上的問題卻有多種的思考方式。例如；物理學、生態學、認知心理學、分子生物學、及電腦科學等的研究人員，他們的思考方式都不相同，同時思考方式也隨著研究主題及研究人員的不同而有所不同（Hurd, 1991）。

很顯然的，科學及技術學科的學生們須要高層次的思考技能。這些技能是定性的並涉及資訊的處理與利用，以提供有效的行動途徑。在科學上，這些技能可用來處理社會及人類問題——例如；環境保育工作的推展，以確保人類的生存及增進生活的品質。而傳統的科學課程，卻限定了問題的範圍，只處理特定的研究領域問題。

當科學知識運用在人類事務上時，許多複雜的論題便接踵而至。這些問題包括：價值觀、倫理問題、機率問題、政策問題、偏好問題、資料庫的限制，及妥協等問題。各種不同的方案必須加以權衡，危險性必須加以評估，各種證據也必須加以證實或反駁。要使科技上的知識和人類經驗加以結合，學生必須要能夠在各種不同的資料來源中判斷

其正確性。他們學習著去分辨理論與教條的不同，分辨機率與必然性的差異；分辨事實與幻想；分辨科學與神話及偏方的不同；及科技在人類及社會使用時其限制等。而高層次的思考便是從事這些判斷的關鍵。

四、採用較好的教科書，少用專用術語

科學課程的另一個問題——與“以科學家的方式去思考”有密切的關係，就是學生必須學習太多的奇怪術語。他們被要求去背誦那些科學家們用來與同事交談用的奇怪術語，方程式、公式、及沒有聯貫的事實。在今日一般的科學學科上，學生每天大約遇到三至五個術語——這些術語他們壓根兒也沒聽過、也沒看過、甚至在考試過後也不會再使用。

現在的科學教科書真像一本圖文詳盡的字典，有些中學的教科書甚至超過了一千頁的知識，而這些知識大部分是科學事實。然而，即使學生都知道了這些科學上所發現的資料，他們在事件的處理上，依舊可以說是無知的。

五、教導學生認識並能適應變化

由於科技急速的變化——人類生活的各個層面也同樣發生急速改變——使得我們體會到科學教育的目標就是能認識並應付這些變化。科技正是提供了無窮盡的開拓領域。科學改變的速度極快，使得新知識的量在十年內便增加了一倍。而大部分的技術在五至七年內便過時了，這在電子業方面尤其顯著。我們的文化也正經歷重大改變，使得我們必須思考重新改革科學教育。這社會主義力量造成年輕一代的想法、價值觀及生活，與二十年前的想法完全不同。在我們重建科學教育時，便不應忽視這些社會問題；諸如：健康問題、未婚懷孕、藥物濫用、自殺、不斷升高的他殺事件、傳統家庭的解體、及學生學習動機的顯著降低等。

經濟的改變也是值得思量的課題。從本世紀中期以來，我們國家及其它已開發國家的經濟狀況都取決於我們是否有能力去創造新的知識，尤其是在科學及技術方面的知識。知識已取代了蠻力、土地、及其它天然資源，而成為國民生產總毛額的第一決定要素。因此，我們的學生將必須比以前的世代學習得更多，並且更有智慧地工作。難怪，在美國為了經濟的目的而大力贊助科學教育者，大多來自商業界及工業界了。

上述這些改變已使得“學習如何去學習”成為科學教育無可避免的潮流。大家正在尋找如何訓練學生有能力在整個生命過程中不斷去充實及豐富他們自己。為了達到此目

標，需要發展一種科學課程，選擇並安排好適當教材來概括化學習經驗。傳統的以學科為基礎的科學課程，其範圍太狹窄，已無法達到上述目的了。從傳統式的教學轉變為強調“學習如何去學習”的教學方式，這已經為未來科學教育結構畫出藍圖了。其目的並不在於預測未來，而是要利用我們所學的，去計畫及引導未來。例如，如何達到較高的生活品質，較適合人類生活的環境，如何獲得安全可靠的能量來源，達到身心的健全，以及長壽等，這些事都是在我們生活過程中所必需計劃的。

六、開發統整課程

儘管過去幾十年中，科學課程曾有不少建議改變的聲音，但並沒有產生多大變化，至今在美國曾作過的改變包括——要求較高的科學學科成績才能畢業、較多的教學年限及較多的教學時數、較多的實際教學活動、學習評量的改良、較嚴格的教學要求等——這些改善都立意良善，但對課程的現代化並沒什麼幫助。事實上，這些改善反而使得已陳腐的課程更加穩固。而無助於引導人們拓展科學教育的新視野(Hurd, 1984)。

使課程改進運動停滯不前的主要原因就是缺乏下面兩項問題的共識：第一是有用的公民應接受什麼樣的科學教育，其次是每個公民應該知道什麼？1990年代的課程改革運動強調學校各科目間的整合；使自然科學、數學、及技術社會科學、行為科學、及人類學，在概念上能產生整合，而形成一個整體。這種完整的知識將使學生能夠從不同的閱讀領域中學習，並利用知識，而能從各層面完整的檢視人類問題。要想打破傳統科學學科對智識中的桎梏及守舊勢力，便不是件容易的事。我們必須從頭開始。如果只是簡單的修定及更新舊的教材，或是草率的改變教學體系，或是修正測驗技術，或是重組教學機構；這些都不可能有太大的收穫。

想要改造科學教育，以使得學生畢業後能具備科學智識，有賴自然科學家、社會科學家、行為學家、教師、及其他教育人員——以及人類學家、哲學家及科學社會學家的代表們一起坐下來以善意及互相尊重的精神，來共同決定一個國民生活在我們這個科技導向的社會中，所應具備哪些知識。

參考文獻

1. Bromley, D.A. (1989). "A Conversation with D. Allan Bromley," by B.J. Culliton. Science 246:203.

(下接第 11 頁)

18. Hewson, P.W. & Hewson, M.A.B. (1988). An appropriate conception of teaching science: A view from studies of science learning, Science Education, 72(5), 597-614.
 19. Kable, J.B. & Yager, R.E. (1981). Current indicators for the discipline of science education, Science Education, 65(1), 25-31.
 20. Kimble, M.E. (1968). Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers, Journal of Research in Science Teaching, 5(1), 110-120.
 21. Mechling, K.R. (1975). The preparation of junior high science teachers: By default or by design? School Science & Math., 75, 395-398.
 22. Troyer, M.B. (1986). A synthesis of research on the characteristics of teacher educator, Journal of Teacher Education, 9, 6-11.
 23. Wood, R.L. (1972). University education students' understanding of the nature and processes of science, School Science and Mathematics, 72, 73-79.
-

(上承第5頁)

2. Carey, W.D. (1990). "Sidebars on an Anniversary." NSF Directions 3,1:1,6.
3. Gardner, D.P., Chair, National Commission on Excellence in Education (1983). A Nation at Risk: The Imperative for Education Reform. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, p.5.
4. Hurd, P. (1984). Reforming Science Education: The Search for a New Vision. Washington, D.C.: Council for Basic Education.
5. Hurd, P. (1991). "Why We Must Transform Science Education" Educational Leadership, 49, 2:P.33-35.