

培育富有人性的科學教育

—日本新科學課程的精神—

林如章 洪志明 王澄霞

國立臺灣師範大學化學系

自從1957年蘇俄搶先發射人造衛星以後，世界各國乃開始競相推展科學技術的研究、國家建設的開發和國際間經濟的競爭，這些都需要相當多的人才；加以在第二次世界大戰時期發展出來的量子力學、基本粒子論、物性論、高分子化學、分子生物學等新科學的研究，與學校教育內容不能相配合等原因，導致教育計畫的革新。爲了針對科學革命或技術革新，把培育人才資源的教育目標與經濟社會的開發計畫合而爲一，亦即爲了繁榮經濟社會的目的，而有計畫地培育人才，已經爲教育大改革的中心主題了，這乃是衆所皆知的事實。

然而一般社會上及爲人父母者認爲，如果子女能進入大學的理、工、醫等學系就讀，他們都有一種滿足的心理；假如子女在校功課表現卓越出色，則被認爲將來必能成大器。支配這種社會的價值觀就是「在競爭中獲勝」。因而教育的目標便秉持著實利主義的觀點——個人事業的成功、人才能力之養成與國際競爭中之獲勝。1960年代科學教育的教材表現了高度地結構化，處處依據學習的理論作有組織地變換認知結構，使學生能從學習中去力行現代科學的內容與方法，進而使自己成爲社會上可用之材。

認知心理學家布魯納 (Bruner, J. S.) 主張在設計教學課程時，活用學科之概念構造是很重要的。蓋聶 (Gagne, R. M.) 也提出在編組學習計畫時，概念層次化和學習之教材編序化的重要性。日本對於這些教育理論也相當重視。如果瞭解了組成知識結構的基本概念，學習是可以轉移的，亦即學生能夠連續地拓展、加深其知識領域。此種學習轉移理論支配著上述的教育理論。而教育界所深信的不是特殊的轉移，而是指一般轉移的可能性，稱之爲原理的轉移 (Transfer of Principles)。也就是說假如能夠學習並瞭解學科的結構，就能夠連續不斷地學習，亦即指「學生所學習的概念愈是基本的，則其愈會將它應用及擴展到更多新的問題上」的轉移理論，所以學生的認知活動與在知識尖端的科學家們之研究活動並無兩樣。皮亞傑 (Piaget, J.) 認爲年幼的小孩不可能作形式操作 (formal operation)，必需要等到少年期認知能力發展以後，纔可能建立形式操作。但當時的教育界人士，却相信根據動作實物表現法、影像表現法及符號表現法等三項組合的教學，能做到有效的學習指導。很多人相信布魯納所說的，「假如思考經過動作的、影像的及符號的認知過程，不論任何知識或概念，均可施教於任何發展階段的兒童」。

然而事實上在當時到處都可聽到學生們說「不懂」、「不知」、「難以理解」之類的怨言，這種

教育可說是「破爛的教育」。希伯曼（Silberman）在「教室的危機」一書中指出，很多所謂易學的新教材，實驗結果卻比原來的舊教材難教，同時也說明了其最大的敗因乃是編纂教材的人，沒有從新考慮「教育究竟是什麼」所致。因此需從「形成完美的人」的教育本質重新考慮討論自然科學體系和方法的文化價值。

站在「人是可以塑造」的觀點上，把大量生產汽車時所用的系統分析、系統組合及系統評價等的實地教學方法，引進到學校教育。如同生產汽車時以回饋機構來控制生產過程等方式，來引導學生的行為，使其學得既定的教學目標。在這種主張的基礎上，實行教育的過程中，探究過「人是什麼」、「小孩子又是什麼」等諸如此類的問題，而慢慢接近到追求文化價值、經營社會生活、如何生活於大自然以及發揮個性視為人之本質的教育觀。因此教育的目的不僅是爲了造就經濟發展所需的人才和促使個人事業的成功，也是爲了追求更遠大的目標——社會的福祉、個人的幸福、個人的奉獻、社會的協調以及增強國力。教育是要以每一位國民具備所需的素養爲目標，不僅是追求在競爭中獲勝的價值觀，也是培養耐心、意志力、自律精神和實踐力的人生價值觀。此種更豐盛情操和人生愛的教育，漸漸地受到重視和強調了。

以當前學校教育的現況和學校四周的社會環境，今後學校的教育應以培養富有人性的兒童爲目標，這也是日本新的科學教育目標所強調的，他們的目標爲：

1. 培養每一兒童自我思考的能力和富於創造性的智力及技術。
2. 培養兒童堅強的意志力和自律精神。
3. 培養兒童愛護大自然和關愛別人的情操。
4. 培養認真工作的態度。
5. 培養社會參與意識和服務奉獻的熱忱。
6. 鍛鍊強健的體魄。
7. 培育愛家庭、愛故鄉、愛祖國及有信用和被尊敬的個人。

日本自前年開始實施新課程後，有很多的評語，如「教育本質的轉變——從知識傳授轉變爲培養自我正確判斷之能力」、「以學生之立場使學習負擔適量化」、「重視國小、國中、高中教育實施之一貫性」、「創造富有彈性的學習環境」、「授課時間減少百分之十」、「教學內容減少百分之二十五至百分之三十」、「更正填鴨式教學法」、「教科書變薄，學校更快樂」、「實現以學生立場能理解之教學」等等。

日本國小理科課程是以大自然的事物和現象爲學習的對象。藉著對大自然事物、現象的接觸與觀察中，收集資料，處理資料，以讓兒童建立假設，運用實驗，進而對事物之性質或狀態有所理解以歸納出規律性的學習活動，來培育有理解自然事物、現象的能力，且能運用科學方法思考以作正確判斷的兒童爲目標。自然科學是強調讓兒童接近大自然，使兒童對大自然的事物、現象發生興趣和關心，引發其求知的好奇心，讓他們體驗發現大自然秘密的喜悅感，品嘗研究大自然的樂趣和對奇異現象的訝異感，並培養兒童喜愛大自然的情操。在教學過程中，尊重兒童豐富的感受性和創造性，誘導其所熱愛的活動，拓展其科學的看法、想法和操作法，同時把握自然科學的基本概念。藉著對大自然的探討，兒童能應用既有的經驗、知識和能力，解決問題，使創造自然科學文化的工作變得可行，以實現

科學教育的任務——「形成完美的人」。科學教育就是期待能培育出創造未來文化和作為社會棟樑的人。

1980 年日本修訂了新科學教育課程，由於爲了要實現具有彈性和充實的學校生活，乃削減了標準上課時數。因爲上課時數的減少，各學校才能安排寬裕的創意實驗時間，並設計獨特的教學活動。按地區、學校及兒童之實際情況，充分地檢討並制定適當的教學目標，使兒童能有充分的時間去做科學的活動，如飼養小動物、栽培花草、整理環境、探究大自然和研究創造發明等。藉著雙手，做出富有創意的發明，是求知的活動，同時可以培養兒童的技能、意志和感情等，在教育上有很重要的意義。應用科學的知識，透過富有創意的發明過程，亦即推敲構想、選定題材、準備材料、設計、加工、組合，不但能發揮兒童的個性、技能和創造力，同時也展開「眼到、心到、手到」的教育作用。以往的學校教育，往往偏重於知識的學習，在日常生活中也很少勞動而流汗，所以培養自我活動、鍛鍊身體和積極的工作態度是必要的。上述的科學活動，不僅可以讓兒童體驗工作的樂趣和收穫的喜悅感，同時也可以培養兒童主動工作的正確勞動觀和職業觀。

日本文部省公布的最新中小學科學課程修訂，乃是按照兒童的認知發展改進而成的新學習指導，特別是低年級的理科改革，引起了所謂「活動的理科」的風氣。讓兒童觀察和探討大自然的事物、現象，並親近生物，藉著感覺和行動，注意事物、現象的顯著特徵，比較相異處和變化的情形，是重要的學習指導目標。對剛入學的兒童而言，校園是最近身旁的大自然了。進到新的環境，使兒童興起樂於來學校的心情，並使他們覺得學校生活是非常快樂有趣的，這在學習指導的過程中是非常重要的，由校園拓展到兒童對日益遭到破壞的廣大自然界的關心和摯愛，養成觀察研究大自然的態度與能力，讓兒童能互相協力地學習，和朋友共同合作，盡量表達自己的思想，共同批評考察，以客觀地、理論地發掘大自然的奧秘。

最後把日本原來的與現今的科學教育之目標、學習內容、課程結構、課程哲學基礎、教學環境、教學法及評量法之變遷歸納如下表：

原 來 的	現 今 的
爲了獲得人才資源	——> 爲了創造豐富多彩文化、創造新社會及完成自我實現
爲了創造事業和達成工作目的	——> 爲了具備國民共同必備的基本素養、社會的福祉、個人的幸福和個人的教育
爲了在競爭中獲勝	——> 爲了培養耐性、意志力、自律的精神、同心協力、實踐社會意識和奉獻熱忱的教育
爲了培育對經濟發展有貢獻的人	——> 爲了培育獨立個性、追求文化價值、過社會團體生活和懂得如何在自然界中生活的人
爲了學習現代科學的內容和方法	——> 爲了對大自然事物、現象的理解、培養研究大自然的能力、態度，愛護大自然的情感和認識人與大自然之關係
以自然科學的內容背景作直線型分科	——> 加強對大自然的認識、各科內容的連繫及經驗和知識的重組

內容高度結構化	——→ 內容結構有彈性、比較寬鬆且可以重組
決定教材內容的背景是自然科學	——→ 決定教材內容的基礎是自然科學、心理學、社會學、哲學和教育心理學、教育學等綜合性科學，並產生了教科教育學
探討科學家思考、研究、發明的過程	——→ 訓練兒童能解決問題、參與團體討論，學習自我評價及從挫折失敗中學習
傳統式的班級教學	——→ 小班級或小團體的學習及個人的學習或研究
在一般教室和自然科教室教學	——→ 利用自然科教室、一般教室、校園、森林、山川、天文台、博物館、科學館、圖書館等地方進行教學
教科書是主要教材	——→ 利用各種教學媒體，設計製作教材、教具並加利用。
教師是主要的角色	——→ 教師擔任管理、規劃、協助的角色，培養兒童獨立學習、提升兒童程度的教學和創造團體學習的環境
以詳細的行為目標來評價	——→ 以各事例的研究和各行為目標的達成度來評價

（資料來源：武村重和，“豊かな人間性の育成と理科教育”，理科の教育，1982年1月，第49-53頁）

水的循環

黃朝恩

封面說明

- （上）雨、雪降落在地面，一部份蒸發返回大氣，一部份被生物吸收，一部份滲透至地下，其餘大約有 40 % 則形成地面上的逕流，匯為溪澗江河，最後歸注於海洋。照片所示乃發源在深山的小溪，它不但雕塑出奇形怪狀的地形景觀，滋潤了蔥鬱蒼翠的植物群落，更給人類提供寶貴的水資源，包括發電、灌溉、給水、養殖、航運、觀光等各方面。
- （下）大海是水的老家，地球上的水有 97 % 以上蓄存於海洋。本照片遠方的薄霧乃因大量的水滴集結在海面的空氣中所成。海面上方由於吸濕核衆多，通常只要相對濕度達到 75 ~ 80 %，水汽即可凝結，而吸濕核主要由波浪碎裂時拋出的鹽粒所提供。

（續見封底圖說明）