

近代科學教育課程的變遷

國立台灣教育學院科學教育系

化學組 林振霖

科學教育中，學生應該學習什麼？如何學習？學習的目的安在？這些均為科學教育上最重要的問題。近代科學技術的進步，日進千里，科學教育課程在此時代之衝擊下，不斷地革新。現在，讓我們來研討近代科學教育課程的變遷，以增加對科學教育課程的了解，相信對於科學教學必有所幫助。

(一)科學主義科學教育課程

十八～十九世紀，歐美科學教育的重點在於將科學做為文化遺產，傳授給下一代，亦即將自然科學的體系本身做為教育內容，著眼於獲得科學知識與技能，其主要學習方法為「記憶」。這是反映教育思想史上「本質主義哲學」的教育課程，也就是「科學中心教育課程」(Science-centered Curriculum)。此種課程隨著科學知識的增加，必然變成教材過密，而其教育內容未曾經過教育學上的考慮，因此學生對於所習內容就不易消化吸收。

針對此種缺失，加以改進的課程就是「教科中心教育課程」(Subject-centered Curriculum)。這是從構成自然科學體系的領域中選擇適合學生發展階段的教材做為教育內容，而將此教材加以斟酌後，依照海爾巴爾德氏所主張的由「簡易到艱難」的次序，配合學生的心理發展階段，

予以編排，並尊重科學體系的科學教育課程。此課程的學習，一般稱為「系統學習」。而這亦是在世界各國曾受長期支持的傳統科學主義科學教育課程之一。此種科學教育課程重視有系統有組織的教材，偏重知識的教學，忽略了學生的社會性發展及身心的健全與否，因此亦遭受倡導經驗主義教育觀人士之反對。

(二)經驗主義科學教育課程

經驗主義科學教育課程的學習內容，乃尋求於學生的興趣或生活經驗中。學生之活動均採取解決問題的學習型態，因此一般稱為「解決問題學習法」(Problem Solving Method)，或因其採取單元型態的學習，而稱為「生活單元學習」此種課程以兒童為中心組織，所以也稱為「兒童中心教育課程」(Child-centered Curriculum)

一九〇〇～一九三〇年代，隨著美國杜威博士的經驗主義主張，此種教育課程，風行於美國各地，其代表性的課程計畫就是「加州計畫」(California Plan)。二次大戰後，世界各國的初級與中等教育受此教育課程的影響甚大，而美國的普通科學(General Science)運動(一九一三～一九二〇年代)亦受杜威思想的影響頗鉅。

「兒童中心教育課程」教材的選擇基準，置

於兒童的學習欲望，而科學文化的體系，從課程教材中消失，學習結果的總結構或組織都被遺忘。因此隨著社會的變遷，此課程也漸受本質主義者的批判。

一九三〇年代，布拉美而得於美國社會之經濟不景氣的混亂中提倡了改造主義教育論，以改造杜威理論。

(三)改造主義科學教育課程

改造主義教育課程，就是「未來中心教育課程」(Future Centered Curriculum)，其重點在於培育志向於再建未來民主社會所需之國民共通的必要能力。

一九三〇年代初期，弗吉尼亞州課程計畫(Virginia Plan 1933)中，出現了典型的社會中心的核心課程。此種教育課程可稱為「社會中心教育課程」(Society-centered Curriculum)。

此教育課程，使學校能夠貢獻其社會責任，使學生的學習經驗有益於社會人格之形成。但是，缺點在容易使成人的問題強加在兒童之上，或者忽略了兒童在學習上的理解、技能與態度的系統性發展。

(四)學問中心科學教育課程

一九五〇年代，對於當時美國科學的教科書不滿的美國大學科學教授們說：「美國的教師們只知如何教學却不知應該教什麼？」因此發動了美國科學教育改革的運動。

一九五七年十月蘇俄的第一個人造衛星升空，更加強了改革科學教育的呼聲。美國政府透過美國科學基金會支出巨款，支持科學教育改革的計畫，其他私人財團也以巨款支持了這種計畫。一九五七至一九六七年的十年間為科學教育課程改革運動的時代，以物理的PSSC做為代表的「

學問中心教育課程」(Discipline-centered Curriculum)在各科學課程中陸續產生，如化學CHEMS，生物BSCS，數學SMSC，國中科學SCIS等就是。

學問中心科學教育課程，注重科學基本概念，科學方法及廣泛應用能力的發展，因此精選範例性的教材(教育內容)，以發現學習法(教育方法)教育兒童，此種科學教育課程的得以開發，受布魯那(Bruner)的教育的過程(The Process of Education)一書的影響甚大。

學問中心科學教育課程的特性在於其內容的「學問性」「專門性」與「組織性」，以及多數大學科學教授與科學家的參與編輯。在此，「學問性」是指教育課程內容均取自專門學問上的知識，而沒有考慮學生的學習心理要素、社會問題及其他學問內容以外的教材；「專門性」是指只注重教科專門領域的改革，而沒有考慮其他科學教科的關連與統合；「組織性」，是指教育課程只注重學問體系的組織，而沒有考慮現實上，易於教學的課程內容形態而言。

此種一九五〇年代開始的科學教育改革運動，後來匯成了世界性的潮流，創造了許多成果，然而，其反面亦留下了值得反省的問題。我們也從這些改革運動中學習了下列心得。

(1)科學家的參與科學教育改革運動是絕對必要的

初期改革計畫中，由第一流科學家為中心，主導改革運動的結果，獲致了二項重要的效果。

第一為將近代科學的內容，予以教材化，編入科學課程中。

第二為第一流科學家的聲望提高了改革計畫的權威性，使改革計畫容易獲得經濟上的援助，改革計畫若無這些高額資金的援助則無法完成。

(2)教師的參與科學教育改革運動是甚為重要的。

科學家缺乏學校現場的經驗，也缺少對於學習過程的認識，因此有時會編出教師與學生均無法接受的艱難教材，此事曾經成為妨礙改革普及的原因。為了改善此種事態的產生，現場教師的積極參與改革運動是甚為重要的。新的課程改革中，如果教師們不能正確地理解與使用此種教材，則無法期望其成功。

(3)適應(Adaptation)比採用(Adoption)更良好

在某一國完成的改革計畫，依照原樣應用於他國，雖然有些國家如此試行，但均發現困難而感到不理想，尤其是開發中國家更是如此。例如物理學，雖然物理概念有其普遍性，在地球上的任何地方，其現象均順著物理法則發生。但是將其教科書在各國的學校中，依樣使用，卻因各國教育制度、語言、心理上……的各種問題而不易成功。尤其是生物學，各地區植物相或動物相，與教材編輯地的動植物相，常有很大的差異。因此直接採用改革計畫，不如將計畫改為適合於其國家的形式使用比較有效。

(4)學習過程的研究須要加強

多數科學教育計畫，忽略了學生的學習是如何進行的？雖然有些新計畫注意到心理學家的意見，但是對於科學的學習過程應該如何安排才有效？影響學習的因素又是什麼？均未加以注意。改革計畫似乎沒有可做為改善科學教育的基礎的完善學習理論。

(5)科學教育上只講究「探討的方法」並不完全

多數的科學教育改革計畫均重視「探討的方法」，並且強調做為「探討」動機的「好奇心」。「探討」雖然重要，但是世界人類今天所面臨的真正大問題如「公害」、「能源」等的解決，若只靠「探討」並不完全。因此，學習如何詳細計畫解決這些問題的一連串行為模式，在將來的

科學教育上也許更為重要。

(6)科學教育改革的國際性合作是可能的

科學教育改革的火花，燃遍了全世界，很多國際機構均積極的援助改革運動，改革的成果也證明了為科學教育的改革，所進行的國際合作是可能的。世界各國均衡量自己國家的利害後參加了改革的國際間合作，因而強化了各國間，有組織的資料與經驗的自由交換，加速了各國的科學教育改革。

(7)認識「統合科學」的必要性

後期的科學教育改革計畫，已對於統合各科學領域，表現了很大的關心，將來的教育課程也許會發展到科學與全部教育課程的統合。

(五)人性中心科學教育課程

「學問中心科學教育課程」推行十幾年後，也就是到了一九七〇年代，對於學校教育的現實，引起了世界性的批判。

學生對於科學失去興趣，選修科學的學生人數大減，學校中產生了許多科學課程的落第生，教育課程使學生非人性化，而妨礙學生完整人格的實現，學校不再具備人性陶冶的教育條件，因此企求培育「有餘裕，富有人性的學生」的呼聲升高。「沒有教育的學校」(School without Education)與「無學校的教育」(Education without School)的教育學用語也就在這時候產生。希爾巴曼(Silberman)於「教室的危機」中說「學者雖然知道學生必須學習的是什麼，但是不去問學生希望的是什麼？」。因此企圖從根本改革傳統的學校教育的運動展開於全世界，朝向「人性中心學校」的實現與「人性中心的教育」為目的的「人性中心科學教育課程」(Humanistic Curriculum)漸漸取代了「學問中心科學教育課程」。

人性中心科學教育課程就是以培育富有人性

，即富有創造性、自主性與個性的人性陶冶為目的的科學教育課程。「學問中心科學教育課程」的問題，在於忽視「根立於學問結構上的知識」與「學生生活問題」或「生活經驗」的關連。知識必須與經驗交流，才能給於學生「活」的意義。與經驗不相交合的知識，不論在學問上具有如何高度的水準，在學生的現實生活中卻不能形成為「活」的、「有用」的力量，這是「學問中心科學教育課程」的缺陷。

「人性中心科學教育課程」不但要教授現代科學的最新內容與方法，並且注重社會的適應性。

科學教育課程如果注重社會問題（如公害），則不應該將學問加以分化。反之，應該追求學問間的統合，因此將來的科學教育課程須要開發能夠反映科際趨向（Interdiscipline）的統合課程。

一九六八年世界科學文化組織（UNESCO）開始推行「統合科學」（Integrated Science）教學計畫，協助世界各國實施「統合科學」的教學與研究。

主張科學的教學必須統合的理由如下：

(1) 哲學上的理由

自然原本是單一的統一體，因此科學應該能夠統合而科學教學也應該統合。

(2) 教學的經濟性

統合教學科學可以避免不必要的重覆，例如

氣體分子運動，物理與化學均有。此種重覆在分科科學中有相當多量存在，此種教材如用統合的方法，可以更理想的應用於教學。

(3) 社會的需求

近代社會需求具有廣範圍科學素養的通才的呼聲愈升高。統合科學符合此種需求。

(4) 學習者的需求

在科學的學習上，心理學家漸漸發現有與「科學的理論」相異的「兒童的理論」的存在，因此學習過程應該沿著兒童的知能發展來設計，兒童如果以統合的方法學習科學，其學習效果必定更為良好。

(5) 開發中國家特別的需要

開發中國家的多數兒童，只能接受初等教育。在初等學校最容易以統合的方式學習科學，以及學習科學的態度與解決問題的方法。又在中等教育中，以統合方式教授科學則不須要分別養成物理、化學、生物、地球科學等專門學科的科學師資，較為經濟。

隨著近代科學技術的飛躍進步，人類雖然已解決了甚多問題，但是今天人類所面臨的問題尚有入口、公害、資源、能源、和平、貧窮等。科學已不僅探討真理，而更要負起其對社會的責任，關注於影響人類的生存與發展的環境。因此現代的科學教育必須注重環繞社會與人類的環境，而與社會密切配合，走向「人性中心」的科學教育。❀

