

統整科學課程之論題與趨勢

楊坤原
國立臺灣師範大學科學教育研究所

一、統整科學課程 (integrated science curriculum) 的涵義

簡言之，統整科學課程是將科學視為一個整體，不再分化為生物、化學、物理、數學或地球科學等學科，而其課程的編製，是以主題 (theme) 或概念 (concept) 為中心，將生物、化學、物理、數學和地球科學的教材貫連成一體 (楊冠政，民66；Gardner, 1983; Heikkinen & Armstrong, 1978)。而Berlin和White (1991)則認為，「統整」係指將數學的方法融於科學之中，而將科學的方法也融入數學之中，使得這一個「統整」分不清是數學或是科學。然根據Relan和Kimpston (1991)的分析指出，從已發表的各種不同之課程統整的形式與方法中，可以顯示出對於「統整」一字的涵義之解釋，仍相當分歧，並且也曾出現過諸如「多學科課程」(Multidisciplinary curriculum)、「學科間課程」(Interdisciplinary curriculum)、「融合課程」(Fused curriculum)、「相關課程」(Correlated curriculum)、「跨學科課程」(Transdisciplinary curriculum)及「統整課程」(Unified curriculum)等名稱的差異。傳統上，統整課程之設計係將若干學科加以混合，而打破單一學科的分科化、專一化的教學方式。而晚近對統整課程的解釋則具有較廣的範圍，不但指學科間的組合，而且還包括了跨學科領域的技能(例如：思考、推理、解題能力、學習策略等)之內容(Bereiter, 1986; Relan & Kimpston, 1991)。Tyler (1949)則將統整視為是課程內容的水平關係，聯合國教科文組織(UNESCO)的報告則提議課程統整可依各個國家之不同的需求和針對特殊問題，而有不同的意義和形式。該報告指出，以往所謂的「課程統整」都是將二或多個學科加以組合，而形成一個有意義的學習領域，幫助學習者能有效地整合學習的經驗。而現今較被認同的「課程統整」之意義則是強調將知識與經驗加以重建，使之成爲一個整體，以適合兒童生活狀況之需求，使他們都能各自發展成爲社會上有用的成員。基本上，統整課程是忽略學科之界限，而以兒童的本質和自發性探究及其活動與經驗爲基礎來設

計課程，不考慮分科的情形，而將學科內容和教學過程以主題、活動、問題或課程為中心，重新加以組織，以便學習者能獲得學科間的學習。Jacob (1989) 區別了「學科間的課程」是指「應用不同的方法和語言來檢視一個中心主題、議題、問題、單元或經驗」；而「多學科課程」與「跨學科課程」均是強調超越學科的界限之設計。

從以上幾位學者或組織對「統整課程」之定義及觀點中可以發現，許多研究者對統整課程的涵義之解釋都大同小異，惟其間仍存有些許的差別，而在使用的名稱上，也是衆多紛紜、莫衷一是。或許針對此一情形最好的詮釋，就猶如Relan 和 Kimpston (1991) 所云，課程「整合」之解釋就好比是一個連續體 (continuum)，而其階層的差異正可反映出課程統整的深度。整體而言，課程統整的程度尚須視內容、學習的過程和技能等因素來加以決定。雖然各種統整的方式皆有異同，但其廣泛性和組織形式則各有其獨特之處。因此，即使各家所用的名稱、方式及程度上有所差異，但他們都一致主張統整課程就是要打破以往存在之學科的界限，將各學科內容加以統整，藉以幫助學習者達成更完整、更有意義的學習。

二、統整科學課程實施的原因及理念

從前的科學課程設計都是採「學科中心」的方式。然自1970年起，美國的科學教育界便開始進行許多嘗試，意圖發展出統整科學和數學教育的課程 (Berlin, 1989)。直到今日，提倡研究統整科學課程的呼聲及努力，仍然持續不絕 (Jacob, 1991; Drake, 1991; Hurd, 1991; Brophy & Alleman, 1991)。究竟支持統整科學課程的原因為何？其所蘊涵的實施理念是什麼呢？根據Switzer 和 Voss (1981) 之觀點，統整科學課程必須實施的原因是由於科學與技術之快速發展，社會上的價值觀受到嚴重的衝擊，為了找尋新的價值，因而必須對科學和技學有整體的認識。此外，一個國家的科技發展有賴全民的參與，因此，科學教育的課程應該傳授完整的科技知識，以使全民均具有參與的能力。Kelly (1982) 認為實施課程統整主要有二個考量因素，一是心理學的因素；一是社會學的因素。心理學的因素係因有鑑於大多數學生對當前現行的教育內容均感到無趣與排斥，故許多人便建議應該重新設計與學生興趣以及以探究方法為基礎的統整科學課程，以改善學生的學習。社會學的因素則是因為有些課程的內容，實際上與學生並無太大的關係，尤其是囿於傳統之分科式的課程設計方式，更使得學生所學的知識與現實上無法配合。由於社會改變的緣故，勢必衍生出促使知識組織的重整之必要性，故學科必須不斷地作改變，以迎合社會變遷的需求。同時，因為解決生活上之

種種問題所需的能力，往往是跨學科性的，爲了滿足生活上的需要，課程的設計也應朝向統整的方式，使學生所學到的知識能與日常生活的現況相互驗證。如此，對學生及社會而言才具有意義。Gardner (1983) 指出，學校之科學和數學的教學應該相互整合，以便使學生能具有日後從事科學、工程或電腦科技之職業的基本能力。此外，也應培養全民能夠決定公共政策的能力，以提高生活的品質。Hecht (1986) 發現，由於知識增加的速度及數量太快太多，許多新的知識不斷產生，如果要在不增加現有的學科數目，以免給予教師和學生過多之負擔的考量下，統整課程的實施實有其必要性。而爲了配合學生往後的工作需求及生活適應，課程的設計及學校的教學的確應往學科統整的方向去努力。Adeniyi (1987) 則覺得，因爲學校教育的目標應該在於使學生能發展自己的能力，並且也要能應用所學的知識去適應科技的社會與生活。於是，他遂強調「科學 - 技學 - 社會 (STS)」之密切關係，並可以之作為教育的新方向，故支持統整課程的實施。Bicak 和 Bicak (1990) 主張爲了欲使學生成爲一個思考者，讓他們所學的知識得以產生遷移，教師應該致力於進行統整科學的教學，藉由強調各科目之間的相互關係，幫助學生作整體的理解。Alleman & Brophy (1991) 的見解是著眼於平衡各學科的內容，節省上課的時間與顧及學生能有整體的學習之考量，因而贊成統整課程的實施，他同時也強調統整課程的設計必須以要與社會教育的目標相配合。Hurd (1991) 則以爲課程必須反應現代科技的潮流，爲了迎合 21 世紀之個人生活與社會環境的改變，必須將老舊過時的課程加以改編，而統整科學課程正是此一改變的一個趨勢。McBride 和 Silverman (1991) 曾明確的提出實施統整科學課程的四項理念：(1)科學和數學是密切相關的思考系統，在物質世界中彼此相關；(2)科學可提供學生學習抽象之數學概念的具體實例；(3)數學可藉由提供定量數據及解釋科學關係之種種方法，使學生更深入地了解科學的概念；(4)科學的活動隱含著出數學的概念，因而可提供學習者了解數學和科學的相關性之機會，並提高其學習動機。因此，統整課程實有其實施的必要。此一理念同時也獲得Berlin 和 White (1991) 等人的贊同。在聯合國教科文組織的報告中也指出，基於心理學、教育學、社會學和行政上的各因素之考量，課程設計應本著統整知識和學習的過程、認知和情意、知識和行爲、學校學習和真實生活、學科領域等幾個大原則之下，去從事統整科學課程的編製。Relan 和 Kimpston (1991) 也提出了同樣的建議。

歸納上述各學者所提之種種主張實施統整科學課程之原因及理念，可以從中發現，支持實施統整科學課程的主因，大都認爲是因科技的突飛猛進，造成社會價值及生活需

求的改變，為使學生能有充分的能力來適應未來高科技的生活環境，如何教導學生具有整體的科學觀，以及促成知識與實際生活的相互配合之要求遂成為許多課程設計的基礎理念。而從學科的本質來看，由於數學與科學所使用之歸納、演繹等思考的方式頗多相似，使得學者們統整科學課程的設計與教學應屬可行而值得嘗試（White & Berlin, 1992; Berlin & White, 1991）。

三、統整科學課程設計的方法

不同的學者所強調之統整科學課程的設計方法，均存有或多或少的差異；各種方法所設計的科學課程之統整的程度也各有不同。為了深入了解與比較各種統整科學課程的異同，茲將各學者所主張之統整科學課程設計的方法分述如後：

(一) 以「主題」為單位的設計

Brunkhorst (1991) 和 Crane (1991) 等人主張以「主題」為單元，作為統整科學課程的設計方式。他們認為經由主題的設計，可以包括生物、化學、物理或地球科學等學科的基本概念，因此，適於此作為編製統整科學課程的基本單元。

(二) 以「中心論題」為單位的設計

Hecht (1986) 認為統整科學課程的設計，應打破生物、化學、物理等的學科之藩籬，而改以一些與各科都有關係之中心論題來進行教學，配合學生的興趣，授與整合性的科學知識。

(三) 以「計畫取向」的設計

Berlin 和 White (1991) 綜合許多學者的意見，提出以「計畫取向」的設計來連接科學、數學的知識與教室外的事件。他們所謂的計畫就是指具有「幫助學生了解他們所學的知識之價值，以及所學的知識與其他層面的知識之連結」的功能之設計。

(四) 以「模組單元」為組成成分的設計

美國統整科學教育聯盟 (Federation for Unified Science Education, FUSE) 所設計的統整科學課程，是以模組單位當作課程的基本成分。這種設計在每一個單元中，均包含至少的一個科學論題。根據 Switzer 和 Voss (1981) 的觀點，這種設計可以幫助學生統整自然科學的概念以及提昇其解決問題 (problem-solving) 的能力。

(五) 以「內容領域」為單位的設計

Alleman 和 Brophy (1991) 指出，統整課程有不同的形式。某些學科主題本

身就已跨越不同的學科（例如：生態學）。然而某些主題雖是屬於某一學科，但也必須應用其他學科的知識來加以學習。故統整科學課程原則是組合各學科的知識，而形成一個內容領域。至於到底該採何種統整的形式，需視課程統整的目標及所統整之學科的本質而定。

(六) 以「計畫輪」的單位設計

Palmer (1991) 由於考慮到課程的設計必須配合教師的能力及所要統整之各學科內容的邏輯性，提出了「計畫輪」的設計方式。這種設計可同時融合許多必要的學科內容，可讓教師或課程設計者著重於某一特殊的學科領域，也可適當地與其他學科領域的內容相互連結。使用這種設計，教師、課程設計者和督學可以跨越學科限制，彼此討論共同的目標、主題和技能，使各個科目之間得以有更適切的連結。此外，計畫輪也可作為組織因子 (organizer) 來計畫和發展新課程。基本上，這種設計理念仍然是以一個學科為主要的焦點，再配合各相關學科的內容，藉此達到統整科學課程的理想。

(七) 美國的西北教育服務區 (Northwest Education Service District, NSED)

整理了80年代之ERIC的資料，歸結出統整課程的形式，主要可分為三大類：

- (1) 將相關的次領域統整到一個學科領域之中。例如：將所與語言學的相關的領域，統整為一個「整體語言」的科目。
- (2) 將二或多個相關的學科領域加以統整。例如：科學和數學之間的統整。
- (3) 將新課程融入現有的課程或學科領域中。例如：將專門培養思考技能的活動之課程內容設計統整到自然科學的課程之中。

(八) 聯合國教科文組織

聯合國教科文組織在1981年的報告中也列舉了三種統整科學課程的設計之方法：

- (1) 以廣域的學科作為統整科學課程的方法。此法係將二或多個彼此密切相關的學科加以組合，形成一個廣域性的學科。
- (2) 以「主題」或「計畫」作為統整科學課程的方式。這是以主題或計畫來作為組織學習經驗的中心，並以此達到統合知識、技能和經驗的目的。
- (3) 以兒童的興趣及其所關心的問題當作課程統整的依據。這種統整方法的要旨，是以解決學習者真實生活中所可能遭遇到的問題為考量的依據。由於生活中的問題可能涵蓋個人的問題、社會的問題、職業的問題、社區的問題等類別。因此，學生需要具備不同學科的能力方能應付，所以，若以這些問題為中心來設計課程，自然就可導致學科之間的統整。

(九) Cohen 和 Staley (1982) 在綜合以往各學者所進行的研究之後，歸納出三種課程統整的方法：

(1) 「單元取向」——這種設計方式已在美國和歐洲的教育上行之有年。此一設計係以教師及學生共同感到興趣的單元為中心進行教學。不管該單元的主題是否與科學有關，但一定都是屬於較為寬廣的範疇，可涵蓋眾多的學科。

(2) 「主題單元」——這種設計主要是以主題的形式呈現，其內容可包括過程、概念和問題。由於主題本身就具有較大的範圍，故可採用統整學科的設計。

(3) 「計畫工作」——此一設計是由一小群學生選擇一個題目，一起工作一段時間。在此期間，學生往往必須利用不同學科的知識和技能來解決問題，因而達到統整科學課程的要旨。

(十) Fogarty (1991) 由文獻中整理出十種統整課程的設計方式。他根據「單一學科內」、「跨越多學科」及「學習者自己與學習者之間」的設計形式，將十種統整的方式劃分為三大類。其中屬於「單一學科內」的設計者包括下列三種模式：

(1) 「片斷模式」——這是傳統之課程組織的一種設計。每一個學科都被視為是一個獨立的實體，學科領域彼此之間的關係只潛藏於各學科之間。這種設計表面上是片斷的，但假如教師彼此間能相互合作，列出課程的主題、概念或技能的優先順序，仍可由最優先的課程內容開始，進行統整學科的教學。

(2) 「聯結模式」——此模式係將某一學科之內的細部或相互關連的部份作緊密的聯結。雖然還是屬於同一個學科，但各部份彼此之間的主題、技能和概念均可相互聯結。

(3) 「套裝模式」——此模式是以某一課程的不同層面為統整的目標。例如，在教授有關「血液循環」的內容時，除了可以著重於血液循環系統的概念之外，亦可探討一些與血液循環有關的事實或現象。彼此透過問題的探討，訓練學生思考推理的能力，由此達到統整科學課程的實質意義。

屬於「跨越多學科」的設計方式則有如下幾種：

(1) 「序列模式」——此模式的設計是利用某一共同的架構，將不同的學科予以聯結。雖然安排的主題或單元是個別教授的，但可以將之加以重排和編序，以提供一個相關概念的廣泛性架構。

(2) 「共有模式」——此設計方法是將兩個不同的學科，利用重疊的概念當作組織的元素來加以統整。

(3) 「網狀模式」——這種設計模式是使用一個內容豐富的主題來統整各學科。

(4) 「線狀模式」——這個設計是採統合課程 (metacurriculum) 的方法，將不同學科的思考技能、社會技能、多重智力、技學和研究技術加以串聯。

(5) 「統整模式」——這是一種藉由發現不同學科之間的重疊之技能、概念，同時統整四個以上的學科之設計方式。

屬於「學習者自己與學習者之間」的設計方式有以下兩種：

(1) 「浸入模式」——讓學習者依照自己的興趣和所具備的技能，選擇學科的內容，而由學習者在沒有外來的干預之情況下，自己嘗試進行學科的統整。

(2) 「網狀組織模式」——此一設計是由學習者主導統整的過程。學習者經由專家的觀點，過濾所有的學習內容，並且將各學習內容作內在的聯結，再以此為基礎，將來自其他相關的學科領域之專家知識彼此結合。換言之，學習者必須先將自己所學得的知識作一聯結，而後再加入其他來源的相關知識，最後再對所有的知識做一個多向度的統整。

綜合以上所提的各種課程統整的模式或方法，統整科學課程的方式應可總結為三大類：

(1) 強調以主題或計畫為中心的統整科學課程設計。例如：Crane (1991)；Brunkhorst (1991)；Hetch (1986)；Berlin 和 White (1991)；Switzer 和 Voss (1981)；Cohen 和 Stanley (1982) 等學者所提倡者。

(2) 強調以跨越多學科的組織為統整科學課程的設計方式。例如：Palmer (1991)；NSED (1989)；Fogarty (1991) 等所提出的方式。

(3) 強調以學習者為重心的統整科學課程之設計。例如 UNESCO (1981) 所提之以兒童興趣為統整科學課程的原則以及 Fogarty (1991) 所提到的浸入模式及網狀組織模式等。

當然這只是根據設計統整科學課程時所著重的層面所作的區分。實際上統整科學課程在設計時，應該就設計的目的、學科本質、學習者的興趣和能力、教師的知識和能力、社會的需求等因素做較為通盤之考量，如此方能設計出符合心理學、社會學及教育學等各方面需求的統整科學課程。

四、統整科學課程實施的論題及實際的困難

雖然已有許多研究者先後提出設計統整科學課程的方式與理念，在實際的執行和設計上，尚有若干的論題有待解決。諸如教師的能力、學校的設備、教材的使用與行政的

措施等，都是採行統整科學課程時，在執行上所遭遇的難題。此外，欲進行統整之各個科學學科之間的邏輯關係之差異，也是統整科學課程的設計上之一大限制（Kelly, 1982）。

(一) 有關教師的能力之問題

Yager (1991) ; Cohen 和 Staley (1982) ; Hecht (1986) ; Palmer (1991) ; Relan 和 Kimpston (1991) ; Berlin 和 White (1991) ; Kelly (1982) 等學者在探討統整課程實施的問題時均一致提到，一旦實施統整課程，現有教師的學科知識及能力是否能勝任新課程的教學？教師的態度上是否願意接受或排斥？凡此種種的問題若無法有效因應，統整科學課程的實施恐怕未必比原有的課程有較好的成效。

(二) 有關學校的設備之問題

Alleman 和 Brophy (1991) 指出，統整課程所安排之活動的進行可能需要一些昂貴的設備或廣大的空間，以供學生使用。此外，一些硬體設施（例如：安全設施、隔音裝置等）的裝置也都需要耗用大量的經費。

(三) 有關教材的使用之問題

McBride 和 Silverman (1991) 認為實施統整課程的難題之一是教材使用的問題。以美國為例，由於各個學校所用的教材大都不是統整的形式，而一般也很少有編製統整教材的機構，因此，教師通常都無法實施統整學科的教學。

(四) 有關上課的時間之問題

McBride 和 Silverman (1991) ; Berlin 和 White (1991) 均考慮到，統整科學課程的單元設計在實行上較一般的課程單元需花費較多的時間，這可能會與現行的上課以節為單位之時間的安排有所衝突，而必須做有效的調整。

(五) 外在因素之影響

Relan 和 Kimpston (1991) ; Adeniyi (1987) 及 Berlin 和 White (1991) 等人都指出，來自家長和社會的要求與支持、社會與文化的目標、經濟和政治的勢力、大眾的觀點等因素，都足以影響統整課程實施的成敗。

(六) 統整之學科間的邏輯關係之考量

Relan 和 Kimpston (1991) ; Adeniyi (1987) ; Kelly (1982) ; Berlin 和 White (1991) ; Switzer & Burton (1981) 及 Relan 和 Kimpston (1991) 等學者都關心到統整課程的各學科之間彼此的相容性之問題。基本上，

這些學者都是從科學哲學的觀點出發，認為每一個學科都有其專屬的語言、架構、研究方法等獨特的本質。如果沒有將這個層面的關係加以釐清，而只是著眼於若干共通的部份，則其合宜性尚待考量。此外，以統整的設計方式是否可能會失去原有各學科之特徵？統整的課程其實施的成效可達可種程度？這些關鍵的問題迄今仍無定見，頗值深思。

(七) 其他的問題

諸如教室管理的問題 (McBride & Silverman, 1991)；學生之學習過程和適應的問題 (Adeniyi, 1987)；學校的結構、組織、行政層面的問題 (Berlin & White, 1991)、評量的問題 (Berlin & White) 等也都是實施統整科學課程時應一併納入考慮者。

五、結語

教育往往是社會改變的反映。以往由於受到工業革命成功的鼓舞，強調專業化的知識，故盛行以學科為中心的分科教學 (Relan & Kimpston, 1991)。如今已有若干研究者已開始提倡統整科學課程的重要性，並以研究證實，在進行統整科學課程的教學之後，學生的學習成就的確有較好的表現 (Green, 1991; Berlin, 1989; Friend, 1985)。日前由美國科學教育界所提出之 Project 2061 的課程設計理念中，也支持應將科學和數學知識作必要的統整，以發展學生的科學能力，使其成為能符合未來高科技社會的需求。由此可知，鑑於目前及未來社會發展的遠景，統整科學課程的設計與實施亦不失為日後科學課程設計與發展可以考慮的趨勢之一。

課程的統整絕非是不同學科之間任意的組合或聯結，而應該在課程設計之前就必須先對設計的目的、各學科之哲學的基礎、欲統整之學科的結構、實施的限制和執行的條件等要項，進行整體性的考量，如此才可能設計出一個理論與實際上均為可行的統整課程。由於目前有關統整科學課程在執行成效上的研究還相當有限，可用的統整科學之教材的編製亦不多見，師資培育的措施也尚未完備，因此，相關的問題，應該是未來研究及設計統整科學課程的學者必須再深入探討的一個努力的方向。

參考文獻

1. 楊冠政 (民 66) 統合科學教育簡介。教學教育月刊，第 9 期，台北市：國立臺灣師範大學。

2. Adeniyi, E. O. (1987) . Curriculum development and the concept of " integration " in science - some implications for general education. Science Education, 71 (4) ,523 - 533.
3. Berlin,D.F. (1989) . The integration of science and mathematics education : exploring the literature. School Science and Mathematics, 89 (1) ,73 - 80.
4. Beriter,C. (1984) .How to keep thinking skills from going the way of all frills. Educational Leadership,42 (1) , 75 - 77.
5. Bicak,C.J.,& Bicak,L.J. (1990) . Connections across the disciplines. Journal of College Science Teaching, 336 - 339
6. Brophy,J.,& Alleman,J. (1991) . A caveat : curriculum integration isn't always a good idea. Educational Leadership. 49 (1) ,66.
7. Brunkhorst,B. (1991) .Every science, every year. Educational Leadership,49 (1) ,36 - 38
8. Cohen H.,& Staley, F. (1982) . Integrating with science : one way to bring science back into the elementary school day. School Science and Mathematics, 82 (7) ,565 - 572.
9. Crane,S. (1991) . Integrated science in a restructured high school. Educational Leadership, 49 (1) ,39 - 41.
10. Friend,H. (1985) .The effect of science and mathematics integration on selected seventh grade students attitudes toward and achievement in science. School Science and Mathematics, 85 (6) ,453 - 461.
11. Fogarty,R. (1991) .Ten ways to integrate curriculum. Educational Leadership, 49 (1) ,61 - 65.
12. Gardner, M. H. (1983) .Ameliorating current problems in science education. Science Education,67 (5) ,587 - 594.
13. Green,L.C. (1991) . Science - centered curriculum in elementary school. Educational Leadership,49 (1) ,42 - 46.
14. Hecht,K. (1986) .Teaching nature science - an integrated approach. Physics Education, 21,283 - 287.
15. Heikkinen,M.W. (1978) .Unified science and teacher's conceptual level. School Science and Mathematics. , 78 (6) ,513 - 516.
16. Hurd, P. D. (1991) . Why we must transform science education. Educational Leadership, 49 (1) ,33 - 35.
17. Jacob, H. H. (1991) .Planning for curriculum integration. Education Leadership, 49 (1) ,27 - 28.
18. Janet,A., & Brophy,J. (1991) . Is curriculum interaction a boon or a threat to social studies? ERIC Document Reproduction Service No ED, 337 388
19. Kelly, A.V. (1982) . Curriculum : theory and practice. (2nd ed.) ,Bath : Pitman Press.
20. Mc Bride,J. W., & Silvermen, F. L. (1991) . Integrating elementary/middle school science and mathematics. School Science and Mathematics, 91 (7) ,285 - 292.

(下轉第 73 頁)