

第二章 文獻探討

本研究嘗試評估統整性科學教材與教學模組在中學實施的成效，並擬以地球系統為統整主軸，參酌地球系統教育之精神與理念進行多元教學模組之設計與編製。因此，在本章「文獻探討」中，針對課程統整與地球系統教育等兩大部分的相關研究以及論述作一整理與討論，茲分為以下五節呈現：

第一節 課程統整之意義與重要性

第二節 課程統整的特質與模式

第三節 課程統整之問題與省思

第四節 地球系統教育

第五節 先前三個教學模組的研究成果

第一節 課程統整的意義與重要性

一、課程統整的起源與演進

「統整」這個觀念，最早出現在柏拉圖談論靈魂的和諧（harmony of the soul）時出現，人們也可以在德國教育學者赫爾巴特（Herbart, 1776-1841）的自我意識之統一性（unity of self-consciousness）觀念中，發現它的影子（黃譯瑩，1998）。

西元1800年代，統整的概念著重在學校應負起統一或「社會統整」的責任（Beane,

1997)。然而，至19世紀末期，德國教育學者赫爾巴特（Herbart）之追隨者發展出學科關聯的理念（correlation of subjects），倡導環繞著「文化階段」（culture epochs），以聯繫分立的科目，使學校教育的順序與文明發展的順序相呼應（DeGarmo, 1895; McMurry, 1895，引自Beane, 1997），進而有學習統整（integration of studies）的意義含於其中（Ward, et al., 1960，引自陳新轉，2000）。

在這個於1892年建立而於1905年沒落的赫爾巴特學會中，會員如Charles De Garmo, Francis Parker 及杜威等知名教育家都曾經從不同的角度來說明「統整」的教育觀。De Garm重視的是一個已知學科之間的統整；Parker 則強調所有學科之間的重要關聯，並且以孩童的需求為課程設計原則，重視兒童本身經驗的相關性與一致性（Tanner & Tanner, 1975；引自黃譯瑩，1998）。而杜威則認為，學習環境應是一個有機體的全體，而非一堆孤立個體的拼湊。他創辦學習環境如同迷你型社區的實驗學校（laboratory school），明白顯示其統整學校學習內容與真實生活的教育觀，他認為孩童要能直接從生活中學習，並且透過學校與生活的結合，讓學科與學科之間的關聯性自然地發展出來（Dewey, 1915, 1916；引自黃譯瑩，1998）。

相關課程統整的研究及倡導運動之熱潮，一直持續到二次世界大戰爆發才迅速消退。受到戰爭影響，社會環境以及人類的價值觀急遽變化，此時，右派人士便提出教育不應讓青少年分析和批判經濟和社會問題的主張。同時，古典人文主義人士批判課程統整不以邏輯架構、組織學科教材，將導致智慧成分衰退，學童學業成績不理想等等敗象。另一方面，戰後的科學和技術等知識快速發展累積，學校即面臨如何將大量增加的知識納入課程的棘手問題。這些批評與質疑，逐漸冷卻了推動課程統整的熱潮。此外，1957年蘇聯人造衛星史波尼克號（Sputnik）的成功發射，不但重創美國在世界列強中的競爭力，引燃美國檢討學校課程與教育的導火線，也幾乎為課程統整的研究與推動劃下句點。

時至1980年代，教育探討之焦點移至課程內容中之文化、經濟與政治因素，以及誰來定義、決定課程內容之分析等問題，使得課程統整逐漸重新受到重視。而近來有關

建構論 (constructivism)、多元智慧理論 (multiple intelligence theory) 以及腦相容學習理論 (brain-compatible learning theory) 等方面的研究成果,也啟發教育人員重新詮釋「知識」、「學習」與「學習成果」的意義 (陳新轉,2000)。同時,培養基本能力的教育目標之興起,亦對新世紀課程統整理念的發展有推波助瀾的影響。

在「統整」教育觀歷史中,雖然不同學者對「統整」的起源與意義提出不甚相同的解釋,但以「世界」的觀點來看,就不難體認其本質都是相同的,「統整」實為世界運行的原則,也是世界運行時所反映出來的一種變動的常態,絕非僅是單純的堆積、聚集或加減;「統整」的本質就是要能建立連結、聯繫進而完整化、並且更新。

二、課程統整的定義與內涵

(一) 課程統整的定義

不同教育學者對於課程統整的定義,在廣度與深度的詮釋上不盡相同,並且隨著時代的變遷,對於課程統整的定義也不同。以下將國內外部分學者對於課程統整之定義整理如表2-1.1:

表2-1.1 國內外部分學者對於統整課程的定義

作者	定義
聯合國教科文組織 (UNESCO,1981)	在其報告中指出，課程統整可依各個國家之不同需求和針對特殊問題，而有不同的意義和形式。現今課程統整的意義是強調將知識與經驗加以重建，使之成為一個整體，以適合兒童生活狀況之需求，使他們能夠各自發展成為社會上有用的成員。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為基礎來設計課程，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，以便學習者能夠獲得學科間的學習（引自楊坤原，1996）。
Jacobs (1989)	課程統整是一種知識觀點與課程整合的途徑，應用各種學科的方法或語言，來檢視某一中心主題、議題、問題、爭議或經驗。
Burns (1995)	課程統整是一種全方位的學習，強調學科與學科間，以及學術課程和職業課程之間的「聯結」(connections)與「關係」(relationships)，其目的是在不同領域之間建立橋樑而非劃分界線。
Beane (1997)	對課程統整的定義是透過教師及學習者的合作，在不受制於學科界限之下，打破學科界限，定出重要議題或問題來形成課程，進行強化個人與社會整合之可能性的課程設計理論。
黃政傑 (1992)	課程統整強調橫向或水平的聯繫，課程的內容和活動必須使學習者將所學的概念與原理關聯起來，成為有意義的整體。
黃譯瑩 (1998)	<p>分別從心理學、教育學、社會學和哲學等四個角度來說明課程統整的原理和意義。</p> <p>(1) 心理學：「統整課程」是一種能夠自然地賦予學習意義的課程組織，是指個人本身所發生的有意義的學習。</p> <p>(2) 教育學：「課程統整」是指由教師或課程專家所指導的教學活動，對學習者學習內容之規劃，不同科目之間將會被聯繫起來，安排成許多學習單元或問題解決的情境。</p> <p>(3) 社會學：「課程統整」是指個人與他人及組織互動，同時參與組織與組織之間的互動，而將使彼此的必然差異能被相互瞭解、同化或調整，在此過程中將發展</p>

	<p>出自我適應的感受與其相關的能力。</p> <p>(4) 哲學：「課程統整」是指對於不斷地將社會、個人、所有事物、各種形式的運作，以及物質與精神生活上的各種情境相互碰撞在一起，以幫助思考及行為準則演化至具有更高整合層次的一種重視。</p>
吳清山、林天佑 (1999)	課程統整係指，針對學生學習內容加以有效的組織與連續，打破現有學科內容的界限，讓學生獲得較為深入與完整的知識。
方德隆 (2001)	課程統整是一種課程設計的理論，打破學科限制，考慮學生學習、教師教學、學科知識等因素，由師生共同擬定問題和議題，增加個人和社會的統整，以促進有意義的學習。

由以上學者提出的定義當中可發現，對於課程統整的主張每位學者有所差異，但都是一種相對於傳統分科課程的課程內容組織。這種以學生生活為中心出發，目的均是希望學生能透過完整的、不受習領域限制的教學規劃，從多元的活動當中建構相關知識，並將所學運用於日常生活當中，讓學生得到一個更完整的統整學習。

(二) 課程統整的內涵

Beane (1997) 和歐用生認為課程統整的內涵應包含經驗統整、社會統整、知識統整、課程設計統整等四個層面。而李坤崇和歐慧敏則認為，應將能力統整納入成為第五個層面，茲分別說明如下：(Beane, 1997; Gardner, 1993; 歐用生, 1999; 方德隆, 2000b; 李坤崇和歐慧敏, 2000; 方德隆, 2001; 賴麗琴, 2001)

1. 經驗的統整：學習者從經驗的建構中形成自我的信念與價值，並且從中獲得有關自己與世界的觀念。在經驗反省過程中所獲得的概念，成為學習者面對各種問題與議題的最佳資源，使得學習者具備解決問題情境的能力。統整的學習一方面將新經驗統整於學習者的意義架構中，另一方面則組織或統整過去的經驗，以協助學習者適應新的問題情境。課程統整主張學習是新知識和經驗的繼續統整，因此，經驗統整不是累積與

儲存，而是意義化與應用化的歷程。

2. 社會的統整：在民主社會中，學校的重要目的在提供一些共同或共有且可分享的經驗。雖然學生有個人不同的思考，但以社會議題為組織課程的中心設計理念，強調學校與社區生活是統整的，經由師生共同規劃課程，除了培養學生適應生活與解決問題的能力，並且有助於營造社會統整的民主學習情境。
3. 知識的統整：課程統整強調知識的脈絡化、知識對於生活的意義化、知識與生活經驗的統合化。將知識當成一種動態的工具，讓個人或群體能加以運用在日常生活之各式議題上，以協助我們理性且客觀地分析與解決問題。
4. 課程設計的統整：統整是一種特定種類的課程設計，優良的統整課程具有以下五項特質：（1）主題意義化：課程以問題和議題為中心，在真實世界中，對個人及社會均具有重要的意義。（2）主題脈絡化：課程的設計著重在與統整主題有關的學習經驗上。（3）知識研發化：知識的發展和應用並非為了將來的生活、考試測驗與成績作準備，而是為了探討主題所涉及的問題，課程統整強調的是當前的生活。（4）知識意義化與活用化：強調實際的活動設計，使學生將課程經驗統整到其他的意義架構中。（5）學生參與化：讓學生實際參與課程規劃，以了解學生如何形成問題。
5. 能力統整：教育部於87年公布之「國民教育階段九年一貫課程總綱綱要」（教育部，1998），雖提出課程設計應以學生為主體，以生活經驗為重心，並培養現代國民所需之十項基本能力，但這十項基本能力相較於Gardner(1993)的「多元智慧理論」而言，仍不夠明確化且系統化。因此，建議設計統整課程時，統整能力的向度應兼顧Gardner(1993)之七種人類智慧，包括語文智慧(linguistic intelligence)、音樂智慧(musical intelligence)、邏輯—數學智慧(logical-mathematical intelligence)、空間智慧(spatial intelligence)、肢體—運作智慧(bodily-kinesthetic intelligence)、人際智慧(interpersonal intelligence)和內省智慧(intrapersonal intelligence)等(李坤崇和歐慧敏，2000)。

第二節 課程統整的特質與模式

一、課程統整的特質

長期以來，傳統課程因學科的分科區隔，使得所學的知識零碎而不能結合，並與學生的實際生活有嚴重脫節的弊病。然而，教學活動中學生應是主體，且是主動的學習者，學習應是一種統整的過程，而非分立堆疊知識。因此，一般提倡課程統整的學者認為，唯有打破過去的課程形式，重新思考課程的哲學理念與設計方法，才能給予學生有意義的學習。

根據文獻分析，茲將課程統整之異於傳統課程的特質整理如下（Beane, 1997；歐用生, 1999；李坤崇和歐慧敏, 2000；周珮儀, 2000；方德隆, 2001；賴麗琴, 2001）：

- 1.讓學習更有意義：課程統整的內容與教學型態是多元的，出發點是以學生興趣為主，並結合週遭生活經驗，因此學生對於學習的動機會更為強烈，學習亦變得更有意義，且學生容易將學習內化、活化，而不再只是單純的記憶、片段及零碎的知識。（Beane, 1997；引自周珮儀, 2000）
- 2.提升學習的成效：統整課程中的知識與技能的呈現是有系統的，如此更能夠增強學生學習的效能，使學習更有效率。
- 3.強化生活與學習的結合：統整課程可以引導學生經歷「基本知識技能」、「生活延伸」、「生活實踐」等三階段，將基本知識技能用來擬定解決生活問題的策略，最後將此策略選用且實踐於生活中，而生活實踐的範圍包括日常生活表現、社會生活、經濟（自

然)生活、健康生活等,學習與生活間真正成結合(李坤崇和歐慧敏,2000)。

- 4.增加學生與教師的互動:統整課程是以學習者本身為學習中心,學習者並非以往被動的接受者。學生可以主動地參與課程的設計,當學生參與其中愈多,自主學習能力愈佳,師生的互動關係也愈好。
- 5.課程外的議題延伸:統整課程主張採主題式教學,可融入重要社會議題之知識於學習課程中,讓生活中之時事與學習連結,有利於學生運用已習得的知識。
- 6.提升教師專業知能:統整課程著重個人與社會生活的結合,教師必須自行編選教材與決定活動方式,在此過程中,教師除了不斷提升自己的專業知識、專業素養,教學研究能力亦將大幅提升。

二、課程統整的模式與策略

課程統整的方式很多,每位學者專家提出的模式或策略各有其特色,分類的依據也不盡相同。如Jacob(1989)提出連續體(continuum)的六種統整課程;

Fogarty(1991)則採取三類十項的統整課程分類模式;Pizarro(1993)綜合各家學者說法,指出主要統整模式有六種,如表2-1.2。

國內相關的文獻研究中,黃譯瑩(1998)則提出四大類統整課程參考模式,如表2-1.2;林怡秀(1999)依據各個模式所採取的途徑,分成學科與超學科的途徑兩大類。葉興華(2000)利用課程統整的策略,區分為學科和超學科二大範疇,以及單一學科式、平行學科式、跨學科式、科際整合式和超學科式等五項策略。陳新轉(2000)則是根據課程統整核心之學科知識取向的強弱,以及課程設計的方式,將統整模式劃分為概念性

多科並列統整模式、概念性學科互動統整模式、主題性多科並列統整模式、主題性學科互動統整模式，以及主題性超學科統整模式等五大類；游家政（2000）從學科界限、參與者和實施方式等三個面向分析學校課程統整的可能型態等。

表2-1.2 Pizarro (1993) 六種統整模式

學者 (年代)	統整模式名稱	理念
Clark (1986)	統整教育模式 (integrative education model)	旨在開發學生的潛能，並連結學生思考 (thinking)、知覺 (senses)、感覺 (feeling) 與直覺 (intuition) 等四項心智功能的統整架構。
Jacobs (1989)	科際整合單元模式 (interdisciplinary units)	整合學校課程中的所有學科觀點，並以問題、主題的探究為核心，協助學生於探究過程中覺知學科間的關係。
Palmer (1991)	課程聯結模式 (curricular connections)	運用「輪形設計」整合科際間的課程，軸心為目標和主題，軸幹為統整的學科，學科間以活動進行連結，相當具有彈性變化。
Drake (1992)	故事模式 (story model)	強調故事是一種學習方式，可被運用於各年齡層的主題學習，以探究不同的主題。
Miller (1992)	全人教育模式 (holistic model)	旨在避免零碎課程，強調學科結合的統整性，力求線性思考與直覺間的平衡，並兼顧全人教育。
Kovalik (1993)	統整主題教學模式 (integrated thematic instruction)	結合大腦研究、教學策略和課程發展三領域的研究結果，主張學校課程不再侷限於教科書，教師應發展教室層次的統整課程。

(資料來源：修改自蔡宛芸，2002)

表2-1.3 黃譯瑩（1998）四大類的統整課程參考模式

參考模式	內容	
<p>學科統整課程 (subject-with-subject integrated curriculum)</p>	<p>旨在統整已知的各類知識，其目的在減少學校教材分化或重複的機會，突顯學科知識於生活中之價值，了解事件的多面性，以及拓展知識領域。</p>	
	<p>複科統整課程</p>	<p>將具有共同學科屬性、原始知識型態或結構、或相互關聯的科目加以統整的課程架構</p>
	<p>多科統整課程</p>	<p>以解決生活上的問題為建立連結的中心，統整有助於解決問題的各學科領域，或表面無直接相關之科目，以協助教師與學生體認學科知識與日常生活的連結。</p>
	<p>科際統整課程</p>	<p>連結不同學科的研究方法、語言與觀點，針對共同主題、事件、問題或經驗進行檢查與探討的統整課程。</p>
	<p>跨科統整課程</p>	<p>在兩種或兩種以上的研究領域之間，建立更新的連結，以其中一種學科之研究方法、語言及觀點來加以探究與連結，並賦予此學科之中心精神及知識型態。</p>
<p>己課統整課程 (self-with-subject integrated curriculum)</p>	<p>旨在統整個人與學校課程。教師與學習者不僅要在學科之間建立連結，自我本身也必須與之統整，建立對這些科目或學科除了「認知」以外，「情」與「意」上的連結意義。</p>	
<p>己我統整課程 (self-with-self integrated curriculum)</p>	<p>統整個人在學校與非學校教育的時間、空間下的自我，在個人的注意力或意識，及其本身於心理上與生理上的變化之間建立連結。</p>	
<p>己世統整課程 (self-with-world integrated curriculum)</p>	<p>統整個人與人類社會大大小小的組織，以及更進一步地統整個人與包括所有有機與無機系統的世界整體。</p>	

(資料來源：修改自蔡宛芸，2002)

綜觀上述國內外各種統整課程的模式，種類與名稱繁多，容易令人混淆不清，在實際教學應用上，亦容易造成教師的困擾。事實上，教師在進行統整課程設計時，應該就設計的教學目標、學科本質、學生的興趣和能力、教師的知識和能力、社會的需求等因素做較為通盤之考量（楊坤原，1996）。沒有任何一種策略適合所有的學生，應該要順著課程設計的需要，靈活運用各種策略（Palmer, 1995）。Apple（1995）也提醒教師在運用各種策略時，更要思考應該要教些什麼，為何要如此教的問題，這才是探討課程統整策略的真正目的（葉興華，2000）。

因此，在設計以地球系統為統整主軸之多元教學模組時，過去的研究者嚴謹思考此統整課程想傳達給學生的中心思想（主題）為何，並採「引起動機、探究調查、分析解釋、應用評估（Engage, Explore, Analysis/Explain, Apply/Evaluate, EEAA）」四階段的「學習環模型」（A learning cycle model）的架構設計多元教學模組，將知識自然地融入適切的教學活動當中，關心學生的課程參與以及其學習分享的過程與成果，同時也注重知識的活用與議題的生活化和意義化。

第三節 課程統整之問題與省思

課程統整並非是唯一的學習途徑，在其歷史發展中亦有曾遭受批評與質疑。

一、課程方面

- （一）學習淺化：可能來自統整課程設計不當，使得某些專有名詞在使用上出現衝突，或因此而被忽略（Alleman & Brophy, 1993）；也可能因為受限於主題的選擇而遺漏了某些學科知識中的重要內容（Carter & Mason, 1997）。

(二) 統整困難：並不是所有的課程內容都可以進行統整，若在未了解學科性質及內涵的情況下，就貿然進行統整，極可能形成課程拼盤（黃炳煌，1995）。異質或不同領域的科目，在統整過程中除了容易引起學科專家的爭議外，對於教師而言也是一大挑戰。總之，學科知識性質的差異、邏輯的架構、概念和探究方法等的不同，都是造成統整困難度增加的原因（Carter & Mason, 1997）。

二、教師方面

(一) 教師的認知與信念：教師對學生以及其學習情形具有相當程度的影響力，如果教師本身無法體認或贊同課程的改變，則課程統整對教師而言，便不具有意義，當然更無法將統整課程的精神融入於教學中。Brazee 和 Capelluti（1995；引自林怡秀，1999）認為教師的改變要其自覺需要改變才有用。

(二) 教師的能力與培訓：教師接受統整的教育觀後，還需要有進行課程統整的能力，這樣的能力除了知識的能力外，還有教學、應變及課程設計的部分。此外，Carter（1994）和Grisham（1995），都曾提出課程統整中教師訓練的重要性（引自林怡秀，1999；賴麗琴，2001）

第四節 地球系統 (Earth System) 教育

地球系統持續不斷地在變動中，與世世代代人類的命運緊緊相扣，同時也牽動著地球的將來。Mayer 等人 (1992) 表示，如果科學的目的是為了解我們所居住的環境，覺知我們在環境中所應當扮演的角色，那麼透過學校的教育，以地球系統作為科學課程的主軸應是非常恰當的選擇。Mayer (1995) 接著又提出，以地球系統來統整中等學校科學課程的想法，他認為，既然科學與人類社會、地球環境息息相關，科學課程應可架構在地球系統與次系統的主題上作一統整(張俊彥，2000)。

一、地球系統教育之起源

1960 年代後期起，由於衛星收集資料的能力加強，以及超級電腦分析資料之技術突破，在高科技的領導之下，人類大大的增加了對地球的瞭解，因此也影響了地球科學家對其各種不同領域學科探索方法及彼此之間關係的新解釋，認為地球科學應綜合成一整體科學，而有地球系統科學 (Earth System Science, ESE) 之倡議，並於1988 年提出一份Bretherton報告 (Earth System Science Committee,1988)，報告中清楚指出，應重新將研究地球的目標予以概念化，取代傳統研究大氣圈、生物圈、水圈、太陽系和宇宙各領域的單一方法，改採科際整合的、概念化的方式，集合科學及非科學界的共同努力，以完整的了解地球系統如何運作、各次系統間如何相互作用，甚至人類是如何影響這些系統等 (Mayer, et al., 2001)，充分說明新時代的地球科學已經作了大改變。

地球系統教育 (Earth System Education , ESE) 發展的背景可說起源於70年代末期起一連串的科学教育改革聲浪。美國國家科學基金會 (National Science Foundation,NSF) 為此曾資助一個對美國現階段教育的綜合研究計畫名為Project Synthesis (Harm,

1977)。該計畫曾對未來的科學教育提出建議，認為科學應與科技和社會緊密結合，自此科學、科技和社會（S/T/S）遂成為科學教育的一個新方向（李春生，1997）。

1988年四月，一些地球科學家及熱心教育者在華盛頓首府集會，當然包括Bretherton報告的參與者，而發展出一套供作地球系統教育（Earth System Education, ESE）的四個課程目標、十個概念群、七個綱要（Mayer and Armstrong；李春生，1997）。

二、地球系統教育的內涵

地球系統教育共包含四大課程目標、十個概念群和七項綱要（Mayer and Armstrong, 1990）。分別介紹如下（李春生，1997；Mayer, etc, 1992）：

（一）課程目標

- 1.科學思考（Scientific Thought）：能利用地球科學具有的科學歷史性、描述性的過程來瞭解科學探究的本質。
- 2.知識（Knowledge）：能描述並解釋地球上的作用及特徵，並能預測其改變。
- 3.管理（Stewardship）：對於環境及資源的相關議題有廣泛的認識及見解。
- 4.欣賞（Appreciation）：能由美學的角度欣賞地球。

由課程目標可以知道，地球系統教育不只是認知上的學習，對於情意方面，如態度和價值觀的培養亦相當重視。Mayer and Armstrong（1990）即曾表示，對於科學的「態度」和「價值」的改變，可說是ESE教學目標和以往傳統科學課程最大的不同處。

（二）十大概念群

Mayer 和 Amstrong (1990) 所述地球系統教育之十大概念群之下還包括數個細項說明，以下僅條列此十大概念：

1. 地球系統為浩瀚宇宙中太陽系的一小部分。
2. 地球系統包含水、岩石、冰、大氣、生命等次系統的交互作用。
3. 地球的次系統會持續的演化，其改變是經由自然的過程和交互作用引起的循環所產生。
4. 地球的自然過程發生於數十億年至幾分之一秒的時間之內。
5. 地球次系統的許多部分，因過度或錯誤利用，而受到限制或變得脆弱，或由人類活動而加以改變，例如化石燃料、礦產資源、乾淨的水、土壤、植物與動物相。
6. 我們愈瞭解地球的次系統，愈能管理地球的資源。人類常使用地球的資源，如水及礦物。
7. 人類活動不論有意或無意都會對次系統造成衝擊。
8. 對地球次系統愈瞭解愈能引發美學的欣賞。
9. 科技的發展促進我們瞭解地球的能力。
10. 地球科學家研究地球系統的起源、作用及演化的人，他們運用專門的知識去探測資源，並預測地球的未來。

由這十大概念群可知，對於地球系統的認識、瞭解，甚至是管理，是一個相當重要的概念。人類應學習對地球環境有整體性的認知，並對地球環境抱持尊重和欣賞的態度。

（三）七大課程綱要

1. 地球是一獨一無二的美麗星球。
2. 人類的行為，無論是群體或個人、有意或無意，均會對地球行星產生嚴重的影響。
3. 科學的思考及技術的發展，有助於我們瞭解和利用地球及太空的能力。
4. 地球系統由水、岩石、冰和大氣、生命等次系統交互作用而組成。
5. 地球形成至今超過四十億年，而它的次系統仍不斷的演化。
6. 在浩瀚無垠的宇宙中，地球為太陽系的一個小次系統。
7. 有許多人從事與研究地球起源、交互作用或演化過程的職業。

由以上七項課程綱要得知，ESE 之課程內容十分強調次系統間的交互作用關係、演化與延續、對地球的尊重，以及地球系統遭受人為干擾等方面的問題。除了從學術的角度看待地球系統之外，也不斷強調研究地球系統與個人、社會和經濟的關係。

三、地球系統教育的貢獻與影響

根據ESE 之四大課程目標與十大概念群，可以提供我們在科學教育改革的歷程中一

些啟示與參考。Mayer (1991b) 認為，ESE 對於從幼稚園至高中的課程內容中，至少有三項是其他學科所無法貢獻的特色：

- (一) 哲學方面：地球存在有多久了？如James Hutton 和Charles Lyell 等許多科學家，都曾提出不同的創見與理論，而這些科學理論對於我們文化的衝擊極大，因此我們不能再認為地球是專供人類使用而創造出來的，同時，我們也必須了解，人類是在地球數十億年的演化過程中的一個角色，在人類之前也曾有許多生物出現、繁衍乃至於滅絕。關於如此深遠的時間概念 (deep time) 需要豐富的想像力與許多思考才可以體會，然而，這對於了解地球在宇宙中的地位以及其演進的過程卻是非常重要的。
- (二) 方法學方面：地球科學提供學生絕佳的機會去學習科學家解決問題的方法，透過對於天氣系統變化的經驗、觀察風化的現象，以及嘗試解釋地貌的改變等，這些問題與現象的觀察與探討，均有助於學生對於科學探究本質的深層了解。另一方面，藉由對地球的「實驗」，也能使學生體認到科學並不只是在實驗室中動手操作的產物，突破時間與空間的限制，地球科學家仍能發展出偉大的理論，進而更了解地球環境的演進過程。
- (三) 概念方面：現今的科技已經可以使我們逃脫空間的侷限，從太空中看到整個地球，這使我們的觀念產生極大的轉變。同時，透過衛星、超級電腦與網路等等設備，可以讓來自不同區域的科學家能一起合作研究以探究地球環境。隨著對地球各方面的研究，我們已了解到地球是一個不可分割的大環境，而其中的任何改變，都可能對其他部分造成劇烈的影響，尤其是人類的活動在過去及未來都會是這個大環境變動的重要起因之一。

另外，地球系統教育是以地球系統作為統整科學課程的組織中心，而地球系統中發生的現象幾乎是所有學生共有的經驗，例如天氣、河流、岩石……等等，藉此可以打破國際的疆界，甚至是文化的藩籬（Mayer, 1997），使得學習兼具本土性與世界觀，培養學生具有國際性宏觀的理解力及洞察力（Mayer, 2002；引自Mayer, 1997）。

李春生(1996,1998)提出地球系統教育對我國未來的科學教育改革有下列六大方向的啟發：

- 1.提供統整科學的可行途徑：以地球作為整合其他自然學科的主要架構，甚至可以包括其他相關的非自然學科，將知識融入與人類實際生活問題相關的情境中，使得學習更具意義與實用性。
- 2.注重地球次系統間的交互作用：ESE 注重對地球次系統的了解，同時也強調次系統之間的交互作用，地球系統中各種作用與現象絕非獨立發生，必定與其他次系統產生關聯。
- 3.地球系統科學為一整體：注重將地球視為一整體來研究，而非片段的知識拼湊。
- 4.對科學價值重新評估：地球系統教育讓我們不再自限於一己的觀點，而以環境和人類共同的觀點、以地球整體的觀點，來重新評估科學的價值。
- 5.以美學的角度欣賞地球：ESE 打破以往科學教育的限制，對於我們所關注的地球環境，同時以科學與美學的角度來審視。在欣賞地球環境時，能使我們對自然的定律產生敬畏與讚嘆，而當我們愈能感受到自然之美時，也就愈能親近它、關心它，進而保護它。
- 6.和日常生活相結合：地球系統科學所研究的許多題材都是隨手可得的，在每個人的生活四周，大自然就像是實驗室，且人人都可以參與研究。

我們若仔細檢驗International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) 所舉辦的第三屆國際數學及科學研究 (Third International Mathematics and Science Study, TIMSS, 1995) 及在1999年舉行的TIMSS-Repeat的課程架構, 不難發現, 在不同國家的中等學校中, 地球系統與環境的議題幾乎都已列入正式的科學課程中 (Robitaille, et al., 1993; Martin, et al., 2000)。地球科學(系統)的獨特性便是其具有跨學門及整合的本質。但可惜的是, 目前台灣的中小學教育, 都只著重在傳統分科科學知識的灌輸及科學家科學方法的培養, 卻常常忽略讓學生以系統及整合方式來學習科學, 地球系統教育或許可提供我們一條通往統整科學課程的可行之道(張俊彥, 2004, p.45)。我們期許以地球系統為統整主軸的課程設計模式, 能使學生學習欣賞、尊重和關懷地球, 並學習到「完整的地球」。

四、地球系統教育之發展

地球系統教育計畫以俄亥俄州立大學為中心, 並與北科羅拉多州立大學共同合作 (Mayer, et al., 1992)。支持ESE 的許多學者, 不僅致力於倡導與呼籲ESE的重要理念, 同時藉由許多計畫的執行與推展, 讓ESE 更趨於成熟且具體化, 並展現知行合一的行動力。

(一) 地球系統教育之教學要素

Fortner (2000) 針對ESE 之教學要素及範疇提出以下說明:

- 1.以與生活相關的重要問題引導學生進行知識的探索，並強調多利用學生熟悉的事務或地方為出發點，鼓勵學生提出任何有創意的想法或合理的解答。
- 2.教學方式建議多以小組合作學習（collaborative group learning）的方式進行，並鼓勵小組內及小組間的互動。
- 3.統整各學科知識的內容，進行科際整合式之研究或調查活動。
4. ESE 適合讓各個年級層的學生學習。而教學地點或方式可以是戶外教學（field）、實驗室教學（lab）、網路應用（internet）、科技活動（technology activities）或區域資源站（local resource sites），甚至是在普通教室內等。
- 5.在教學的互動、探索以及建構的過程中，學生必須學習溝通、協調與作決定（decision-making）等技能。
- 6.學習成果和過程方面的評量應是兼備並行的，教師可以透過各種真實評量（authentic assessment）的技巧來評量學生的表現（Mayer, 1997）。
- 7.ESE 教導關於地球系統在不同時間和空間尺度下的各種現象與作用。讓學生能觀察周遭環境短期的驟變，也能體會全球之長時期的轉變過程。

（二）相關ESE 之研究計畫與發展

相關ESE 之推廣計畫相當眾多，有ESE 種子教師培育計畫（Program for Leadership in Earth System Education, PLESE）、全球變遷活動計畫（The Globe Change Activity Project）、「全球變遷與大湖區」大眾教材開發計畫（Global Change Scenarios for the Great Lakes Region）、美國地球系統科學社區化課程發展計畫 EarthComm（Earth

System Science in the Community)、俄亥俄州海洋教育計畫 (Ohio Sea Grant Education Program, OSGEP)、生物和地球系統整合計畫 (The Biological and Earth System Science Program, BESS) 和地球系統科學教育計畫 (Earth System Science Education, ESSE) 等等(李春生, 1996; 賴麗琴和張俊彥, 2000; Fortner, et al., 1992; Mayer, et al., 1992; Mayer, 1993; Mayer & Tokuyama, 2001), 而ESE 最近有地球系統教育數位圖書館計畫 (Digital Library for Earth System Education, DLESE), 且目前仍有許多的相關研究或計畫不斷地蓬勃發展當中。

在美國ESE 之教學成果以及其在統整課程方面的可行性, 已由上述的研究計畫的施行過程及其成果, 獲得許多學校的肯定與支持, 亦值得成為我國研發中學科學統整課程的重要參考。

根據文獻分析, ESE 與統整課程在精神或課程設計的理念上, 既不相互違背, 且具有相輔相成的效果。美國地質學會在二十一世紀地球科學教育計畫 (*Earth Science Education for the 21st Century: A Planning Guide*) 中, 即特別提出以地球系統 (Earth System) 作為統整的主題; 英國教育學者Trend (2001) 亦認同ESE 統整性的架構, 具有培養英國中等學校學生科學素養的潛力; 而日本學者Kumano (1998) 也給予ESE 相當正面的贊同與支持 (引自Mayer, Fortner & Kumano, 2001)。由此可見, ESE 與統整課程兩者儼然已直登當代科學教育改革之大舞台, 未來也期許成為眾所矚目的焦點。

第五節 先前三個教學模組的研究成果

一、地球系統地球資源篇

實徵教學研究結果發現，地球資源篇的教學模組有助於增進學生在地球資源方面的相關知識、實驗教學後，學生之環境態度有較為正確的趨勢，且學生對課程有許多主動的正向回饋（張俊彥和賴麗琴，民90）。此外，研究結果亦顯示，參與教學模組研究的三位教師對此統整式教學模組均抱持肯定與支持的態度，並表示此科學統整課程相當值得在中學階段推行實施。教師們亦認為透過以「地球系統」為主軸之統整教學，學生可以學習到尊重不同的意見與看法，多面向的角度去思考問題，並能發揮團隊合作的精神，嘗試以理性的方式解決問題，甚而也改變了學生對於求取知識的方式與態度等等（張俊彥和賴麗琴，2001；2003；張俊彥，2004，p.47）。

二、地球系統天然災害篇

實徵教學研究發現，學生表示這樣多元的上課方式活潑輕鬆、有趣，能引起學習興趣；活動過程中也學習到很多東西或與日常生活相關的知識及常識；而且多數學生表示學習效果比較好且印象深刻、上課時很有參與感，此外，「地球系統-天然災害篇」投影片的教學效果很好。除此，此課程也增加他們對環境問題的了解，體認經濟發展與環境保護的兩難。更值得一提的是，學生覺得「地球系統-天然災害篇」能幫助他們學習多方面去看待與思考生活周遭所發生的事情或問題，並能在教學的活動中學習到如何與人溝通、觀察事物，並訓練其推理和口語表達的能力（張俊彥和藍秀茹，2002；張俊彥，2004）。

三、地球系統野外考察篇

實徵教學研究發現，大多數學生覺得此課程的內容範圍廣泛且與生活相關，學生對於此種不同於以往的統整式課程，無論在課程整體內容、考察前準備、考察中執行、考

察後統整、學生自我評量、環境相關問題等向度上，學生均感到滿意。學生亦感受到這個課程的學習是將學習環境從室內延伸至戶外，學習情境是由靜態的文字圖像結合動態的真實體驗，學習的方式是由教師的規定指派轉變為學生的自主設計。另外，兩位實施教學的教師也認為此課程賦予學生的實際經驗及其影響不是一般教學活動所能輕易取代的(張俊彥和蔡宛芸，2002；張俊彥，2004，p.47)。