科學教育學刊
2001, 第九卷第四期, 323-350

Chinese Journal of Science Education
2001, 9(4), 323-350

它可行嗎？「地球系統」為整合主軸之教學模組研究

張俊彥[1] 賴麗琴[2]
[1]國立台灣師範大學 地球科學系（所）
[2]台北市立大同高中

(投稿日期：民國 90 年 6 月 11 日，修訂日期：90 年 10 月 30 日，接受日期：90 年 12 月 6 日)

摘要：本研究目的在研發以「地球系統」概念為統整主軸之「地球資源」主題的教學模組（Earth System - Earth Resources Instructional Module, ESERIM），並透過實驗教學研究評估此教學模組對高二學生之影響。研究工具包括「ESER 常識問卷」、「環境態度量表」與「ESER 課程回饋表」。研究設計採用實驗研究法之單一組前後測設計，並以某國立男女合校之高中二年級學生（n = 119）為研究對象。研究結果顯示：（1）ESERIM 有助於增進學生在地球資源方面的相關知識；（2）學生在認知方面的表現，似乎因性別、家長教育程度和最喜歡的學科而有不同；（3）實驗教學後，學生之環境態度有降低的趨勢，且可能因性別而有不同；（4）學生之環境態度與其課程回饋之間呈中度正相關；（5）學生主動的正向回饋，如「透過公聽會，我學習到以不同的角度去看待環境污染的問題」、「體認經濟發展與環境保護之兩難」等，呼應了 ESERIM 之設計理念與期望；（6）少數學生認為加油站訪查題目重複等因素可能會造成其學習上的困擾。

關鍵詞：中等教育、統整課程、地球系統教育、教學方法。

緒　論

「老師，我學這個要做什麼？」不知這是多少學生心中的困惑，同時，也是研究者經常反問自己的問題。「老師，我學這個要做什麼？」這樣沈重的話語，不禁讓人陷入深思，在滔滔的知識洪流中，在瞬息萬變的科技氛圍裡，到底學生該學什麼？而現今的課程設計是否能禁得起時代的考驗？身為人師者，又應如何引導學生去認識、適應這樣多變的社會？

無庸置疑地，21 世紀是一個資訊爆炸、社會快速變遷且國際關係日益密切的新時代（教育部, 1998），以往政經、學術或文化界涇渭分明的現象，已不復見，許多國際大型研究計畫均朝向跨領域合作及策略主導的形式

(Hurd, 1997, p. 32)，此種多元領域的整合發展儼然成為一種新興的趨勢。無可避免的，這股趨勢也將對教育界產生重大的影響與衝擊。

然而，21 世紀並非全然屬於一個科技文明繁盛，生活安樂無虞的時代。由於資源的濫用與不當的開發，已經造成許多全球性的環境及社會問題，諸如水資源及能源的缺乏、全球暖化及氣候異常、生物多樣性失衡、生化科技與人類倫理等等，皆為懸而未決且關係人類存亡之重大議題。面對這些嚴酷的考驗，我們對生活環境的認識卻相當有限，更遑論如何有效地善用、管理，並且永續經營地球。今日的莘莘學子，可能就是明日的決策者，而如果教育只是不斷地灌輸學生瑣碎且無法與生活結合的知識，學生陷於知其然，卻不知其所以然，知行無法合一的象牙塔之中，我們如何期待明天會更好？

目前，許多新近的研究顯示，最易於獲得的知識是統整瑣碎的細節成為一整體的觀念，並認為當一件事情愈具有意義、愈能置於情境脈絡、愈植基於文化背景、後設認知和個人的知識之中，便愈容易理解、學習和記憶（Iran-Nejad, Mckeachie & Berliner, 1990, p. 511）。美國教育學家杜威（Dewey, 1916，引自邱美虹, 1994）也曾表示，如果科學在學校的課程中不是一門呆板、記憶性的知識，那麼就必須與生活中的種種問題和需要息息相關。而國內最近這一波課程改革聲浪中的「國民教育階段九年一貫課程總綱綱要」（教育部, 1998），其最顯著的特色就是強調「課程統整」與「合科教學」，並且明示：「學習領域為學生學習之主要內容，而非學科名稱，學習領域之實施亦應以統整、合科教學為原則。」（p. 6）。同時，還強調課程內容應以生活為中心，學生透過課程，學習「人與自己」、「人與社會環境」和「人與自然環境」的互動關係，期許學生能夠將其所學與日常生活相結合，培養學生獨立思考與問題解決的能力。另一方面，在國外科學教育界的多項課程改革計畫當中，例如 1994 年美國地質協會(American Geological Institute, AGI)主導之美國地球系統科學社區化課程發展計畫 EarthComm (Earth System Science in the Community)（賴麗琴和張俊彥, 2000a）和美國科學教師協會（National Science Teachers Association, NSTA）之 SS&C 計畫（Scope, Sequence, and Coordination of Secondary School Sciences）等等，也都可以窺見課程統整已成為 21 世紀課程改革之重要課題。

在現行的中學科學課程之中，地球科學即是一門與環境及人類生活密切相關的科學，而且本身兼具極強的整合力（Chang & Mao, 1999; 羅珮華, 1996），美國科學教師協會（NSTA）執行長兼主導美國 SS&C 計畫的 Bill Aldridge 也曾寫道：化學、物理與生命科學均是了解地球及太空科學的重要基礎（Aldridge, 1993, p. 27)。基於地球科學本身具有統整科學的特性，Mayer (1991, 1995)提出以地球系統（Earth System）來統整中等學校科學課程的想法。Mayer 認為「科學最終的目的既是關心及改進人類所賴以生活的環境，科學課程為何不能架構在和地球相關的主題之上？統整科學課程是科學教育的長期目標，地球科學本身即為一門統整的學科，以地球體系系統及其次系統為架構，可以統整其他相關的科學。」（李春生, 1997）。然而，到目前為止，國內尚未完整研發出一套真正以「地球系統」為統整主軸的科學課程或教材。因此，本研究的主要目的是嘗試研發適合我國中等學校之統整性科學教材與教學模組，期許透過課程統整的設計方式，活化學生所學習的知識，跳脫學習領域之間的有形框架，增進學生與生活環境之間的聯繫、互動與了解，並能將所學應用在實際的生活議題或經驗之中。

研究目的

本研究的主要目的在以「地球系統」概念為統整主軸，研發以「地球資源」（Earth Resources）為單元主題之多元化教學模組（Earth System - Earth Resources Instructional Module，以下簡稱 ESERIM），並希望藉由實驗教學研究，來瞭解高二學生對於此種統整式科學課程與多元化教學策略的設計之感想和看法，並提供未來高中統整式科學課程設計與發展之參考方向。根據研究目的，本研究所設定之待答問題如下：

一、學生在歷經 ESERIM 前後，其在「地球系統地球資源篇常識問卷」（以下簡稱 ESER 常識問卷）的表現上有何不同？

二、學生在歷經 ESERIM 前後，其在「環境態度量表」的表現上有何不同？

三、不同背景的學生在「ESER 常識問卷」、「環境態度量表」和「地球系統地球資源篇課程回饋表」（以下簡稱 ESER 課程回饋表）的表現上有何不同？

四、學生對於 ESERIM 的觀感與看法為何？

五、學生在「ESER 常識問卷」和「環境態度量表」的表現情形，對其在「ESER 課程回饋表」表現上之影響程度為何？

文獻探討

一、課程統整的意義

我國傳統的地球科學課程在高中階段每週授課時數三節，國中階段則為每週兩節，而內容方面則是明顯的區分為地質、氣象、天文和海洋等四大部分，其中地質部分編寫的章節數最多；然而，這四大部分並未在課程內容上作一統整與連結。而現行的地球科學教育，除了將國、高中每週授課時數再刪減一節外，在內容設計方面依然是維持四大學門直接合併的形式。本研究嘗試突破地球科學課程內容制式的分科模式，改採以「地球系統」為統整主軸，來研發適合我國中等學校之統整性科學教材與教學模組。因此，有關課程統整的意義與重要性、地球系統教育的發展與教學要素等資料，均在文獻探討中加以陳述和說明。

二、課程統整的意義與重要性

課程統整的意義隨著時代演進，受到社會期望、政治經濟與文化更迭的影響而有不同的詮釋與內涵。1930 年代之前，許多倡導統整的學者分別從不同的角度出發，進行教育的檢討與改革，例如 DeGarmo（1895）關心一個已知學科的統整；Parker 致力於推展兒童中心與問題中心的教育方法（引自 McMurry, 1927, p. 331）。而 Dewey 則是強調在組織教育課程時，應同時考慮兒童經驗與社會議題，讓學校與生活結合（Dewey, 1915，引自 Beane, 1997）。另外，Kilpatrick（1918）主張教育應擺脫強制性的教學與被動的學習方式（Beane, 1997）。而近來有關建構論（constructivism）、多元智慧理論（multiple intelligences 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之發展有推波助瀾的影響。

長久以來，傳統教育樹立了教師的權威，卻也壓抑了學生的自主。然而，學生不但是教學的主體，更應是主動的學習者，學習應是一種自然、統整的過程，而非分立堆疊知識的競賽。學科分立的課程不易引起學生的動機與興趣（黃炳煌, 1999），也容易造成知識僵化及課程內容重複的情形。但是，現今社會的發展趨向多元化，不時充斥著新興的學科，有價值或有必要學習的知識或許無法順利地融入傳統學

科之間。因此，有必要將學校課程加以統整，以提供學生均衡與廣博的課程（方德隆，2000a），同時也能有效率地運用寶貴的教學時間（Glatthorn & Foshay, 1991）。

三、課程統整的五大內涵與 ESERIM

課程統整的內涵包含經驗統整、社會統整、知識統整、課程設計統整，與能力統整等五個層面（方德隆，2000b；李坤崇和歐慧敏，2000; 歐用生，1999; Beane, 1997; Gardner, 1993）：(1)經驗的統整：學習者在經驗反省過程中所獲得的概念，即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；(2)社會的統整：學校的重要目的是在提供不同特質與背景的學習者一些共同且可分享的教育經驗。這樣的過程有助於學生對於知識的學習，例如採用問題中心的統整設計課程，使知識與社會生活相聯繫，培養學生適應生活與解決問題的能力。另外，讓學生參與課程的計畫，讓他們體驗以參與和協同合作的方式，進行管理與作決定，師生在班級環境中，共同營造有利於社會統整的民主學習情境；(3)知識的統整：將知識置於情境脈絡中，使學生更容易接近並感受到知識的意義；(4)課程設計的統整：統整是一種特定種類的課程設計，目的在於使課程整合化、意義化與活用化；(5)能力統整：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—動覺智慧 (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）。

ESERIM 以「地球系統」作為統整的主軸，讓學生在不同的教學策略引導下，從熟悉的日常生活經驗出發，與社會環境互動並進行連結與統整，例如訪查加油站活動，即符合經驗與社會的統整。在實地訪查和公開發表討論的情境脈絡中，融入地球資源與地球系統之間互動的相關知識，提供學生將所學應用於真實生活之機會，這點亦達到知識統整的期許。同時，經過教學活動的親身經歷與體驗，在課堂中學生可自由發揮自己的想法與創見，也讓擁有不同背景與特質的學生能彼此溝通交流，分享學習心得，共同運用知識，理性而民主地解決問題。這樣的教學設計則融合了社會的統整與課程設計的統整之理念。由此可見，ESERIM 多元的教學策略適時引導學生成為學習的主體，學生在自主的探索過程中，學習應用並培養其七種人類智慧，充分兼顧課程統整的五項內涵，期使學習完整且意義化。

三、地球系統教育的意義與重要性

地球系統持續不斷地在變動中，較長時間的變動如板塊移動、生命演化等，了解這長期的變動，可協助人類對地球與人類本身在宇宙中的起源與定位，建立一個哲學的基礎；而較短時間的變化如全球暖化、酸雨、沙漠化、臭氧洞等等。不論是長時間或短時間的變動，都緊緊關係著世世代代人類的命運，同時也牽動著地球的將來（Mayer, *et al.*, 1992; Mayer, 1995）。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，那麼透過學校教育，將地球系統作為科學課程的主軸應是非常恰當的選擇。

1988 年 Bretherton 報告（Earth System Science Committee, 1988）指出，應重新將研究地球的目標予以概念化，而有地球系統科學（Earth System Science）之倡議（Mayer, *et al.*, 1992; Mayer, 1995）。地球系統科學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, Fortner & Kumano, 2001)。另一方面，Mayer（1995）更認為地球系統科學也能提供課程統整一個極佳的概念途徑。以相關地球系統及其運作過程的知識為基礎，學生在一個他們熟悉且重要的情境 –「地球」中，學習各種基本的物理和化學原理，亦可避免學科專家彼此競爭其代表性的窘境。

四、地球系統教育的發展、教學要素與 ESERIM

1988 年四月，美國地質協會（AGI）和全國科學教師協會（NSTA）有感於美國科學促進協會（American Association for the Advancement of Science, AAAS）並未把地球系統科學放入 2061 計畫中（Project 2061），可能會造成很大的遺憾，召集相關地球科學家和教育學者於華盛頓首府集會，規劃出四大目標與十大概念的基礎架構。經過與各地區教師及全國性的研討會交換意見後，即發展出現代科學課程的新焦點與哲學觀--地球系統教育（Earth System Education, 以下簡稱 ESE）（Mayer & Armstrong, 1990; Mayer, *et al.*, 1992; Mayer, 1995）。而後在美國國家研究委員會（National Research Council, 1995）公佈的國家科學教育標準中（*National Science Education Standards, NSES*），亦認為當代科學課程內容標準的重心，已從研習各傳統科學學科（如物質科學、生命科學、地球科學）轉移到整合各個學科內容，其原文摘要內容如下：*LESS EMPHASIS ON: Studying subject matter disciplines* (*physical, life, earth sciences*) *for their own sake. MORE EMPHASIS ON: Integrating all aspects of science content* (*NRC, 1995, p. 113*).

目前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，不僅仍極力在倡導與呼籲 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。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)以小組合作學習（collaborative group learning）的方式進行教學，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)不論是戶外教學（field）、實驗室教學（lab）、網路應用（Internet）、科技活動（technology activities）、區域資源站（local resource sites），甚至是在普通教室內等，都是可以進行 ESE 教學的方式或地點。同時，ESE 也適合讓各個年級層的學生學習；(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、協調與作選擇（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。

ESERIM 選擇地球資源中的石油為主題來設計課程，由於石化產品在我們的日常生活中相當常見，甚至是不可或缺的物資，學生對其亦不陌生，所以，以石油為主題的課程，應較能引起學生學習的興趣和動機。同時，石油也是 20 世紀人類最重要的資源與能源之一，石油本身所帶來的正面和負面影響，也值得我們進一步探討與省思。以石油為主題，將牽涉到

與地球其他次系統的交互作用和資源管理等環境議題，學生透過多種教學活動的引導，以小組合作的方式進行實地訪查，學習分析與歸納多面向的資料以評估環境議題，體悟平衡經濟發展與環境保護之兩難困境等等；而在教學過程中及活動完成時，亦設計適當的評量方式讓學生充分表達所學。因此，ESERIM 之設計除了實踐 ESE 的理念－人類應學習對地球環境有整體性的認知外，也兼具 ESE 之重要教學要素。

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」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，成為眾所矚目的焦點。因此，本研究嘗試結合課程統整與地球系統教育之精神與理念，順應我國進行教育與課程改革之步伐，期許能拋磚引玉，為中學階段科學課程統整之設計與教學研究方面提供一些建議與參考。

研究方法

一、研究對象

研究樣本來自台灣東部某國立男女合校之高級中學，以往該校高中入學採獨立招生方式，歷年入學最低錄取標準分數平均約為 520 分，校內每年級各有十四個班級，包含體育班與資優班等二班特殊教育班級。該校為了增強學生的學習信心，發揮學生潛能，並提高班級之教學效果，於二年級部分採取以下編班方式：第一，學生依其意願與性向選組，編成第一類組、第二類組和第三類組等班級。第二，各類組學生依成績高低排序，編制資優班一班，而其餘學生採二段編班方式，分為一階班和二階班，逕依成績高低採男女分開及S型混合編入，成績較高者編屬一階班，其餘為二階班。

參與本研究的對象來自高中二年級第一類組，以地球科學為其選修志願，包含一階班和二階班的學生，共計有三個班級，125 名學生。但是，由於學生出缺席的狀況造成本研究之有效樣本為 119 名學生，其中男生 48 名，女生 71 名，而學生之平均年齡約為十七歲。關於學生家長之教育程度與社經背景狀況如表 1 所示，其中父母親教育程度及家庭月收入等三項，因少數學生在此項目並無填答，致使資料未達總數 119 人。

擔任本實驗研究教學的老師即為該校之地球科學教師，畢業於台灣師範大學地球科學系，具有十二年之豐富教學經驗，目前正於台灣師範大學地球科學研究所科學教育組進修碩士，熟知各種教學技巧，極具創意。該教師對於高中地球科學教育非常關心，除積極投身各項進修活動外，也參與國科會及教育部研究計畫之進行，而在教學崗位上亦相當認真熱心，多次指導學生參加科學展覽及科學競賽，成績斐然，著實是一位非常優秀進取的教育工作者。

二、教學模組

ESERIM 的研發工作緣起於國科會為期三年之特別研究計畫（NSC 89-2511-S-003-144）「地球系統為整合主軸之多元化教學模組研究」，其架構包括演化與延續、地球之動態與平衡系統（包含動態的地圈、水圈、和環境與生態）、地球資源、和天然災害與防治等主題

表 1：研究對象之家庭背景資料

項目	細項	人數	百分比（%）	備　註
性別	男	48	40.3	
	女	79	59.7	
父親教育程度	大專以上	24	20.2	缺一人
	高中職	57	47.9	
	國中以下（含國中）	37	31.1	
母親教育程度	大專以上	14	11.8	缺一人
	高中職	48	40.3	
	國中以下（含國中）	56	47.1	
家庭平均月收入	高收入（十萬元以上）	26	21.8	缺一人
	中收入（五萬　十萬元）	71	59.7	
	低收入（五萬元以下）	21	17.6	

單元（張俊彥, 2001）。ESERIM 的設計是以「地球系統」(Earth System)概念為統整主軸，參考美國的 Biological Science Curriculum Study (BSCS)（Hall & McCurdy, 1990）提出之 5E Inquiry Model，包括參與(Engagement)、探索（Exploration）、解釋（Explanation）、細思（Elaboration）與評估（Evaluation）等五階段的探究教學模式，並根據本研究教學模組之設計需要，改良成為四階段的「學習環模型」(A learning cycle model)。這四階段分別是引起動機（Engage）、調查研究（Explore）、分析解釋（Analyze/Explain）和應用評估（Apply/Evaluate），ESERIM 即是以此四階段「學習環模型」作為統整各個教學策略的主要設計架構（張俊彥, 2001）。而在課程設計精神上，參酌 Mayer (1991, 1995) 所提倡之「地球系統教育」的想法，認為地球系統的學習並不僅侷限於知識上的追求，對於情意上的培養亦須重視。此 ESERIM 曾經由兩位現職中學教師以及三位教授（兩位為環境教育專長，一位為科學教育專長）完成 ESERIM 內容效度之專家審查。本研究即為「地球資源篇」的研究結果。

ESERIM 在課程內容上，選擇從「石油」這個議題出發。自十九世紀以來，石油即與人類的生活密不可分，時至二十一世紀，石化產品隨處可見，不勝枚舉，石油雖然是珍貴的地球資源，但是同時卻也即將面臨「入不敷出」的窘境。因此，研究者希望藉著在人類發展史上極具戲劇性變化的角色－石油，來編導整齣地球系統精緻運作和互動的戲碼。活動一開始，運用回溯生活周遭石化產品的來源和收集教室內石化產品的小組競賽方式來引起學生的學習動機，而後學生將親身參與規劃並執行訪問加油站的調查工作，其間還須經由不同管道收集相關資料，並在工業區興建案公聽會中，展現他們分析資料的成果，發表學生透過小組討論所獲得的新想法。最後，採用價值澄清教學法，提供學生學習應用已知的、多方面的資料，評估現實生活中真實發生的環境議題。承上所述，ESERIM 在教學策略上，嘗試採用各種不同的教學方法融合在教學活動中，期使學生在活潑化的學習氣氛下，增強其學習動機與參與感。關於教學策略與四階段學習環模型之

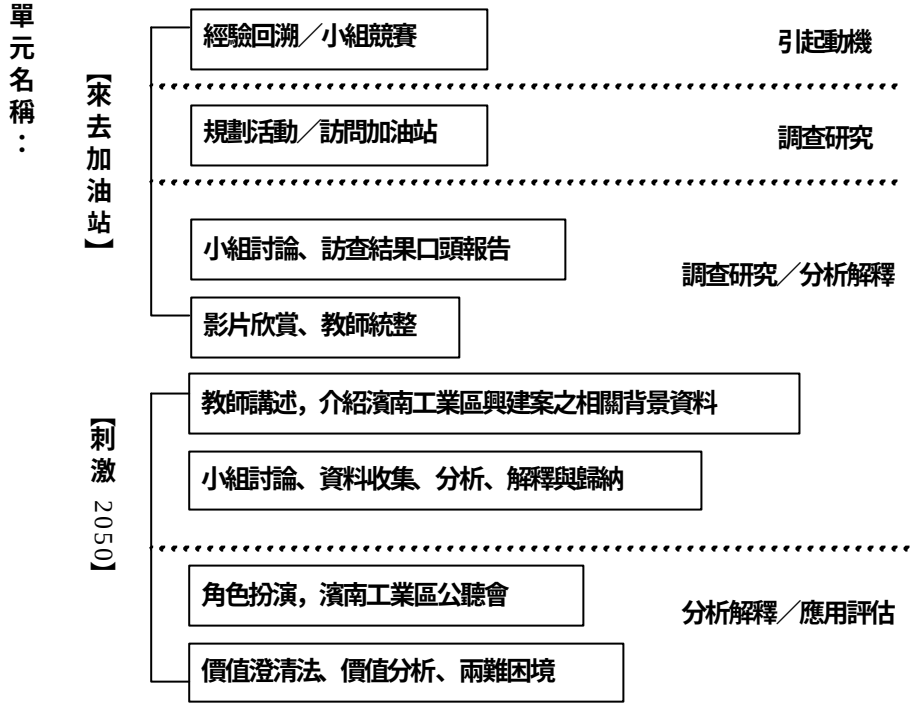


圖 1：教學策略與四階段學習環模型之架構圖

架構，參考圖 1 所示。

從課程統整的四個向度：經驗統整、社會統整、知識統整和課程的統整而言，ESERIM 以「地球系統」作為統整的主軸，讓關於地球資源與地球系統之間互動的知識置於實地訪查和公開發表討論的情境脈絡中，同時，在教學策略的設計規劃下，學生有實際的機會與其日常生活的經驗進行連結與重整；另外，雖然每位學生擁有的背景與特質並不相同，然而透過教學活動的親身經歷與體驗，彼此之間的溝通交流，分享學習心得，共同運用知識，理性而民主地解決問題。

三、研究工具

本研究所使用的測驗工具共有下列三項：「ESER 常識問卷」、「環境態度量表」與「ESER 課程回饋表」。

(一)ESER 常識問卷

根據 ESERIM 的主要課程內容，本份問卷設計有五大主題，包含加油站常識、汽油常識、石油常識、七股環境和濱南工業區，共 35 題單選題，每一題皆有四個選項，每題配分值均為一分，滿分為 35 分。

問卷編製過程中，研究者主要參考來自地心（中國石油股份有限公司石油通訊編輯委員會, 1996）、生態七股網站與高中科學過程技能學習進展測驗（林政宏、毛松霖, 1994）等資料，而後經一位教授、兩位石油專家（中國石油股份有限公司探採研究所研究員）以及三位現職中學教師進行專家審查與內容效度化的工作。同時，本份問卷經試驗性及正式教學研究施測之後，以庫李公式（KR-20）（註 1）進行信度分析，信度值 $r_{KR\text{-}20}$ 介於 .55 至 .71。而在試題分析方面，研究者主要是依據試題難易

表 2：ESER 課程回饋表試題分向信度

向度（題數）		α	向度（題數）		α
課程分	對課程的整體意見和看法（15 題）	.82	環境分	與此課程內容相關之環境問題（11 題）	.78
	對於【來去加油站】的看法和感受（18 題）	.86			
	對於【刺激 2050】活動的看法（6 題）	.75			

度和試題鑑別度兩項的分析結果，以及審查專家的建議，針對選項內容、選項配置以及題幹語意的表達進行適度地修改。

(二)環境態度量表

研究者參考 Richard G. Kuhn 和 Edgar L. Jackson 在 1985 年所編製的環境態度問卷，依據本研究的需要加以改編為「環境態度量表」。此量表主要包含兩大部分，一為個人資料，另一為環境態度。個人資料採單選題形式，共有五題，內容係由文獻探討中整理出與環境態度相關的變項，選取性別、父母親教育程度、家庭經濟狀況、宗教信仰和最喜歡的學科等五類。而關於環境態度的部分，則選用以李克特（Likert）五分量表的形式呈現，共有 25 項敘述題。此份量表經由三位教授（兩位環境教育專長，一位科學教育專長）和三位中學教師進行內容效度的審查，並於試驗性及正式教學研究施測之後，以統計分析其信度 Cronbach's α 值介於 .79 至 .84。

(三)ESER 課程回饋表

本課程回饋表參酌「對地球科學態度問卷」（Chang & Mao, 1999; 董家莒, 2000），並根據本研究之實際需要加以編製。此份量表主要採李克特（Likert）五分量表的形式設計，課程回饋表之內容包含「對課程的整體意見和看法」、「對於【來去加油站】的看法和感受」、「對於【刺激 2050】活動的看法」以及「與此課程內容相關之環境問題」等四個向度，共 50 題。而其中學生在「與此課程內容相關之環境問題」向度之成績定義為「環境分」，在另外三個向度之成績總和則稱為「課程分」。另外，為使學生的意見能充分表達，不受課程回饋表中既定的試題所限制，研究者亦在此回饋表末設計有一開放式作答的空間。

ESER 課程回饋表由三位教授（兩位環境教育專長，一位科學教育專長）和三位中學教師進行內容效度的審查，並於試驗性及正式教學研究施測之後，分析其內部一致性之 Cronbach's α信度係數，α值介於 .93 至 .95。而向度的分類決定係經由三位專家（一位科學教育專長教授，兩位中學教師）進行獨立審查分析後，考驗其評分者信度值為.82 .97（Cohen's Kappa＝.82 .97），最後，三位專家共同討論並確定出此份課程回饋表之四個向度。關於各向度之試題內容說明、題數配置與各分項之 Cronbach's α信度分析結果如表 2 所示。

四、研究設計

本研究以實驗教學的方式，實際探討以「地球系統」為統整主軸之多元教學模組對高中學生學習之影響，採用實驗研究法之單一組前後測設計（one-group pretest-posttest design）(Borg & Gall, 1989)。為求 ESERIM 在實際教學中能更兼具完整與實用性，本研究於八十九年六月、八月和九月，分別在台北市某公立高中、彰化縣某國立綜合高中及宜蘭縣某國立高中，共進行三次試驗性教學研究（pilot studies），參與研究的高一學生各為 81 人、111 人及 138 人。在三次試驗性教學研究（賴麗琴和張俊彥, 2000b），除了協助完成測驗工具的修改以及信度與效度的建立之外，更重要的是提供來自學

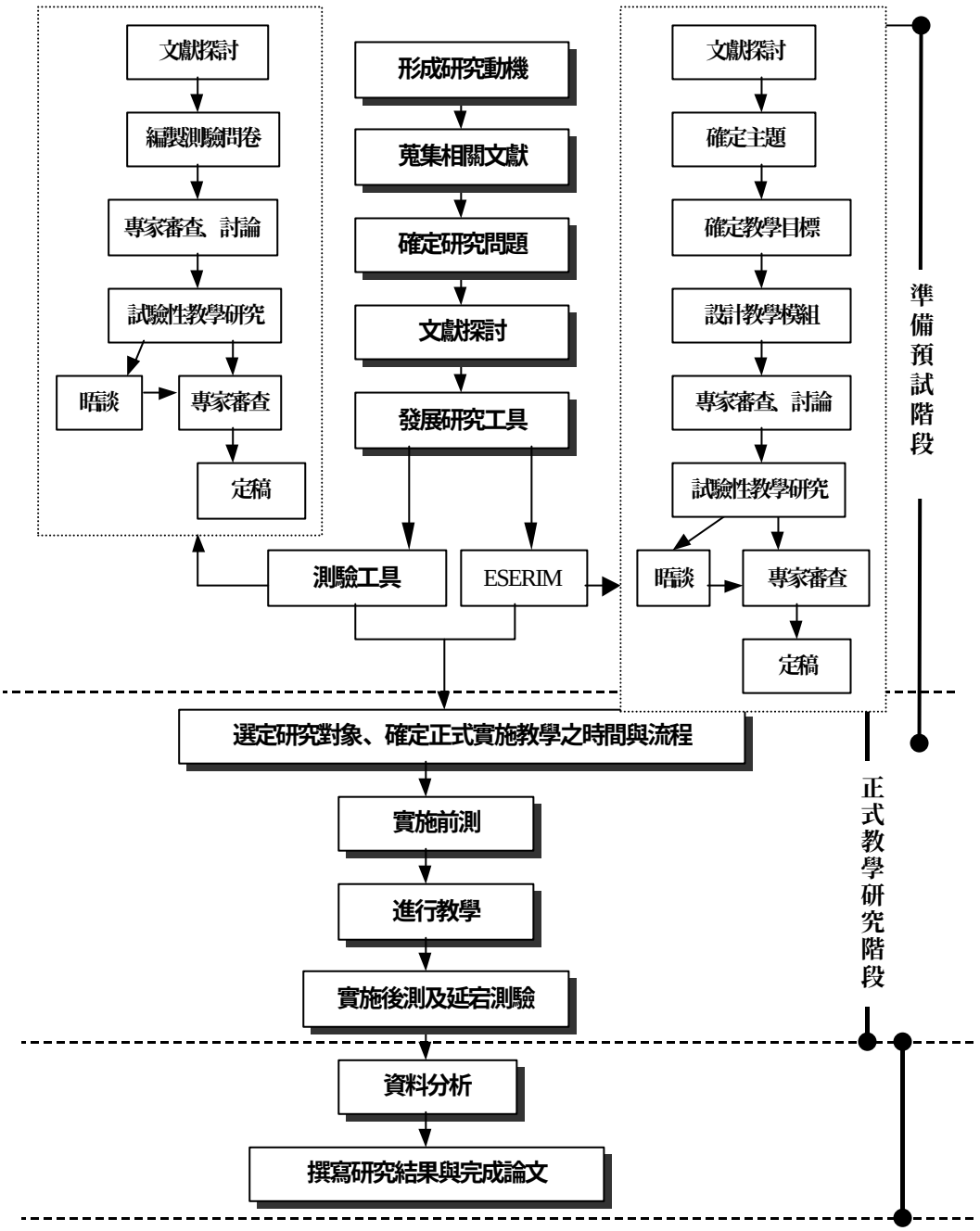


圖 2：研究流程圖

學生和任課教師們寶貴的實際教學經驗分享，以及研究者進行教室觀察所獲得之第一手資料。關於本研究之詳細實施流程圖見圖 2。

五、資料分析

(一)敘述性（descriptive）統計

ESER 課程回饋表：將課程回饋表依其四個向度及 50 個敘述題（items），進行分向與分題之次數統計，以更清楚了解學生對於 ESERIM 之看法與感受。

(二)推論（inferential）統計

本研究在推論統計部分，主要是進行 t 考驗（paired samples t test）、相關分析（Pearson product-moment correlation）、線性迴歸分析（linear regression）以及變異數分析（Analysis of Variance, ANOVA）。其中，採用 t 考驗、線性迴歸分析和變異數分析時，必須滿足樣本來自同一個母群、常態性分配（normal distribution）、樣本獨立性（independent）和變異數同質性（homogeneity of variance）之基本假定（Stevens, 1996）。

若未能通過常態檢定，將使犯 Type I error 的機率提高，然而據 Stevens（1996, p. 238）指出，即使資料的分佈非常歪斜（skewed），也僅使犯 Type I error 的機率提高至.055 或 .06。故本研究若無法滿足常態檢定時，則將顯著水準（level of significance）值降低至 .04。而如果將資料分群比較時，各群內部的變異數彼此之間存在顯著差異，意即變異數未達同質，則必須將資料加以轉換（transform）使之符合變異數同質性的假定後，方可繼續進行統計分析。

另外，本研究在資料分析上，亦列出 effect size（Cohen's d）與 CI_{95}（Confidence Level）值，針對統計結果達顯著的資料，進一步提供實際顯著程度（practical significance）的說明，亦即實驗效果（effect size）。根據 Cohen（1988, p. 20），effect size 的計算方式如下：

$d = \frac{m_A - m_B}{s}$， m_A 和 m_B 為平均數；σ is the standard deviation of either population (since they are assumed equal)。Cohen 並指出當 d 值小於 .2 表示實際顯著程度低（small），介於 .2 .5 表示實際顯著程度低至中等（small to medium），而 .5 .8 之間表示實際顯著程度中至高等 (medium to large)，d 值高於 .8 則表示具有相當高的顯著差異。從三所接受實驗教學的學校（受試學生共有 286 人）中分析發現，「ESER 常識問卷」成績之標準差（s）為 3.81，而「環境態度量表」成績之標準（s）差為 7.62。

以下將本研究進行之統計考驗，分別詳細說明於下：

1. 平均數差異的統計考驗：在「ESER 常識問卷」與「環境態度量表」的分析中，比較這兩項測驗在前測、後測和延宕測驗之成績表現是否有顯著差異。
2. 相關分析（Pearson product-moment correlation）。
   (1) 進行「ESER 常識問卷」和「環境態度量表」之前、後測及延宕測驗的相關分析，以了解學生在常識部分的學習和其所抱持的環境態度之間的相關程度。
   (2) 將「ESER 課程回饋表」之「對課程的整體意見和看法」、「對於【來去加油站】的看法和感受」和「對於【刺激 2050】活動的看法」等三個向度之成績合併為「課程分」，而第四個向度「與此課程內容相關之環境問題」則視之為「環境分」。進行「課程分」和「環境分」與「ESER 常識問卷」及「環境態度量表」之相關分析。
   (3) 進行「ESER 課程回饋表」四個向度與「ESER 常識問卷」及「環境態度量表」之相關分析。以了解可能影響學生常識部分的學習及其環境態度是在 ESERIM 那些向度。

表 3：「ESER 常識問卷」前、後測與延宕測驗之敘述性統計結果

	前測		後測		延宕測驗	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
試驗性教學研究 (n = 139)	18.38	3.13	21.94	2.98	／	／
正式教學研究 (n = 119)	19.14	3.53	22.18	3.67	23.18	4.03

表 4：「ESER 常識問卷」前、後測與延宕測驗之分析

		平均值差	t	p	*Cohen's d*	*95% CI*
試驗性教學研究 (n = 139)	後測－前測	3.56	12.63*	.000	0.93	(3.00; 4.11)
正式教學研究 (n = 119)	後測－前測	3.04	9.52*	.000	0.80	(2.41; 3.67)
	延宕－前測	4.03	10.91*	.000	1.06	(3.30; 4.77)
	延宕－後測	0.99	3.07*	.003	0.26	(.35; 1.63)

* p < .01

(4) 在「ESER 課程回饋表」的分析中，求取課程回饋表內四個向度彼此之間的相關情形。

3. 線性迴歸分析（linear regression）

將「ESER 常識問卷」、「環境態度量表」或「環境分」作為預測指標（predictor），推測或解釋學生對於 ESERIM 之接受程度。

4. 變異數分析（Analysis of Variance, ANOVA）

將學生依性別、父母親教育程度、家庭月收入、學生個人的宗教信仰與最喜歡的學科加以分群，分析各群在「ESER 常識問卷」、「環境態度量表」和「ESER 課程回饋表」的表現上是否達統計上的顯著差異。

研究結果

本研究教學之結果分為四部分討論，包括「ESER 常識問卷」分析、「環境態度量表」分析、「ESER 課程回饋表」分析與綜合分析。以下茲分別說明於下：

一、「ESER 常識問卷」分析

本研究曾於八十九年九月針對與本研究對象相同學校之高一新生進行試驗性教學研究（pilot study），參與試驗性教學研究的包括來自一階班和二階班的學生，共有 139 名，其中男生 28 名，女生 111 名。表 3 同時呈現試驗性以及正式教學研究的結果，亦即在「ESER 常識問卷」前測、後測與教學後八週實施之延宕測驗的描述性（descriptive）統計結果；表 4 則顯示前測、後測與延宕測驗以 paired t-test 考驗差異顯著性之結果。此部份資料在前後測及延宕測驗均未符合常態分配，根據 Stevens（1996）的研究結果，本研究將顯著水準值降低至 .04，以控制實驗之錯誤率。

在試驗性和正式教學研究中，學生之「ESER 常識問卷」後測總分平均值在統計上均顯著地高於前測總分平均值。且以上兩者的

表 5：「環境態度量表」前、後測與延宕測驗之描述性統計結果

	前測		後測		延宕測驗	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
試驗性教學研究 (n = 139)	98.85	7.30	98.27	8.55	／	／
正式教學研究 (n = 119)	95.77	9.00	94.76	7.85	94.60	8.69

表 6：「環境態度量表」前、後測與延宕測驗之分析

		平均值差	t	p	Cohen's d	95% CI
試驗性教學研究 (n = 139)	後測－前測	- .58	-1.14	.26	.08	(-1.58; .43)
正式教學研究 (n = 119)	後測－前測	-1.01	-1.51	.13	.13	(-2.33; .32)
	延宕－前測	-1.18	-1.68	.10	.15	(-2.57; - .21)
	延宕－後測	- .17	- .27	.79	.02	(-1.39; 1.05)

表 7：「環境態度量表」前後測分題比較

題　目	平均值		平均值差 (後測－前測)	標準差	t	p
	前測	後測				
6.科學和技術的發展與應用對人類的影響有利也有弊。	4.60	4.46	- .14	.74	-2.11*	.04
8.人類並不需要去適應大自然，因為我們有能力改變自然環境，使自然環境適合我們生存。	4.25	4.06	- .19	.96	-2.20*	.03
11.為了生存，人類必須和大自然和諧相處。	4.58	4.44	- .13	.69	-2.13*	.04
18.環境問題，是全人類應該共同面對和積極解決的問題。	4.61	4.42	- .19	.75	-2.81*	.01
23.自然的存在不只是為了人類，也是為了所有的生物。	4.54	4.41	- .13	.71	-2.06*	.04
29.人類已經嚴重的破壞了大自然的環境。	4.34	4.13	- .22	.77	-3.09*	.00

effect size（d 值）均在 .8 以上，根據 Cohen（1988）所述，這表示學生在前後測表現差異之實際顯著程度（practical significance）相當大（large effect）。另外，考驗結果亦顯示受試學生在延宕測驗之總分平均值在統計上顯著高於前測及後測。而根據性別、父母親教育程度、家庭平均月收入、學生之宗教信仰以及最喜歡的學科等背景資料將研究對象進行分群比較，結果顯示各群學生在 ESER 常識問卷前後測以及延宕測驗之平均成績均未達統計上之顯著差異。

表 8：不同性別在「環境態度量表」之差異分析

	群別	平均值	標準差	*F*	*p*	*Cohen's d*
前測	男（*n* = 48）	93.75	11.42	3.72	.06 [a]	.44
	女（*n* = 71）	97.14	6.64			
後測	男（*n* = 48）	92.98	8.07	4.28*	.04	.39
	女（*n* = 71）	95.97	7.51			
延宕測驗	男（*n* = 48）	92.44	9.86	5.14*	.03	.48
	女（*n* = 71）	96.06	7.53			

a 表示趨近顯著值 $p < .05$

* $p < .05$

表 9：ESER 課程回饋表敘述統計分析

$n_P = 138$	平均值		標準差		最大值		最小值	
$n_M = 119$	P	M	P	M	P	M	P	M
總分（50 題）	204.47	196.32	17.28	18.43	246	240	149	124
對課程的整體意見和看法	64.91	63.61	6.06	6.15	78	76	47	35
對於【來去加油站】的看法和感受	69.49	66.26	8.12	7.86	90	86	46	43
對於【刺激 2050】活動的看法	26.45	25.07	2.72	2.66	30	30	18	18
課程分	157.36	151.24	14.58	14.86	193	185	116	93
環境分	47.12	45.08	4.39	4.50	55	55	33	30

P 試驗性教學研究（pilot study）；M 正式教學研究（main study）

二、「環境態度量表」分析

表 5 和表 6 顯示高二學生的環境態度在前測、後測與延宕測驗中的變化情形，在前測及延宕測驗部份之資料屬於非常態性分佈。在試驗性和正式教學研究中，高一和高二學生的環境態度之後測表現均有低於前測的趨勢，但未達統計上的顯著差異。進一步追蹤學生之環境態度的變化情形，同樣發現延宕測驗之成績仍呈現低於前測及後測的趨勢，且未達統計上之顯著差異。

表 7 呈現環境態度量表部分題目之前後測比較結果，進一步得知高二學生在第 6、8、11、18、23 和 29 題後測之平均成績顯著低於前測。然而，值得注意的是，雖然在統計上，學生於此六題之後測表現有顯著降低的趨勢，但細究各題的平均成績而言，學生在這些題目所表達的看法仍是維持在「同意」（4 分）和「非常同意」（5 分）之間的層次。

另外，依背景資料將研究對象進行分群比較，研究結果如表 8 所示，此部份資料除前測之外，均通過變異數同質性檢定。在未接受 ESERIM 之前，男女生所抱持的環境態度接近顯著差異，女生之成績高於男生（$p = .06$）。然而，在後測與延宕測驗的表現上，女生的環境態度成績在統計上則顯著地高於男生。此兩

表 10：ESER 課程回饋表各向度之部分統計結果

n = 119 百分比（%） 題號／題目	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
對課程的整體意見和看法					
1.我覺得課程內容很有趣。	22.7	52.1	24.4	0	.8
2.我覺得課程內容包含很廣，不同於以往的地球科學課。	38.7	47.9	11.8	1.7	0
3.我覺得課程內容太複雜了，不好理解。	.8	1.7	33.6	54.6	9.2
7.我覺得課程與日常生活相關。	45.4	47.1	0	5.9	1.7
10.此課程幫助我釐清自己對環境問題的看法。	21.8	52.1	24.4	.8	0
11.我覺得瞭解地球資源是很重要而且有意義的事。	43.7	52.1	2.5	.8	0
12.我能體會珍惜地球資源的重要性。	47.1	50.4	2.5	0	0
13.了解石油造成的污染問題令我覺得不安。	10.1	43.7	37.0	9.2	0
15.此課程使我意識到應該為環境保護盡一己之力。	25.2	63.9	8.4	1.7	0
對於【來去加油站】的看法和感受					
16.我喜歡加油站訪查的活動。	16.0	31.1	42.0	6.7	2.5
17.任務單能幫助我知道如何進行訪查。	18.5	48.7	24.4	6.7	.8
20.我學習到向陌生人詢問問題時該有的禮貌與技巧。	15.1	47.9	31.9	4.2	.8
21.我喜歡以親身訪查和收集資料的方式了解加油站和石油，而不只是看講義。	28.6	42.9	25.2	1.7	1.7
24.我覺得加油站也是一個可以學習知識的地方。	18.5	68.1	12.6	.8	0
25.親自去過加油站訪查後，上課時我覺得比較有參與感。	24.4	55.5	20.2	0	0
26.此活動讓我更有動力想學習地球資源課程。	18.5	43.7	34.5	3.4	0
27.我覺得要自己親自觀察、分析，比較容易學到新知識。	33.6	48.7	17.6	0	0
31.上台報告讓我很緊張。	16.0	31.9	38.7	10.1	3.4
對於【刺激 2050】活動的看法					
35.公聽會的活動讓我深刻體認到經濟發展和環境保護的衝突。	35.3	58.0	5.9	0	.8
36.經由公聽會可以幫助我瞭解自己和他人對濱南工業區環境問題的看法。	27.7	63.0	9.2	0	0
38.透過公聽會，我學習到以不同的角度去看待環境污染的問題。	35.3	58.8	5.9	0	0
39.我覺得公聽會的活動無法讓我學習到知識。	0	1.7	15.1	65.5	17.6
與此課程內容相關之環境問題（環境分）					
43.我覺得學生不需要了解濱南工業區開發案的環境問題。	0	2.5	13.4	64.7	19.3
45.因為對石油短缺的危機意識，我會做到節省能源和不浪費資源。	19.3	58.0	21.8	.8	0
46.上完此課程後，我會比較關心和注意到電視或報章雜誌上提到的環境問題。	12.6	52.9	31.9	1.7	0
48.瞭解地球資源是很重要的，因為這關係到地球上所有生物的福祉。	47.1	50.4	1.7	.8	0
50.石化工業造成的環境污染問題值得我們去關心。	42.0	54.6	1.7	0	0

項之 *Cohen's d* 值均在 .2 至 .5 之間，表示介於低至中等（small to medium）的實際顯著程度。

三、「ESER 課程回饋表」分析

由表 9 可以得知，試驗性和正式教學研究的學生對於「ESER 課程回饋表」均給予相當於「同意」之評價。在四個向度中，學生在「對課程的整體意見和看法」、「對於【刺激 2050】活動的看法」和「與此課程內容相關之環境問題」（稱為「環境分」）等三個向度均給予「同意」之評價，而在「對於【來去加油站】的看法和感受」此向度，則是評為「尚可」。

表 10 針對 ESER 課程回饋表之五十項敘述題作次數統計分析，僅呈現研究對象對於各向度之看法中較為重要的結果。學生對於 ESERIM 多數抱持肯定的評價，認為課程內容很有趣，課程內容與生活相關，且包含範圍很廣，不同於以往的地球科學課。另外，多數學生認為這個課程幫助他們釐清自己對環境問題的看法，也使他們體會珍惜地球資源的重要性，並且意識到應該為環境保護盡一份心力。

研究對象依背景資料分群進行變異數統計分析，各群資料均通過變異數同質性之基本假設的檢定。整體而言，不同分群學生之間對 ESERIM 之看法與觀感並無顯著不同。

統計回饋表末開放性填答部分共有 111 位學生主動發表意見。分析過程中，研究者商請另一名協同研究員將學生之意見加以分類整理，並統計學生各類主動回饋的次數，完成資料之三角校正工作。以下將從「正向回饋」與「負向回饋與建議」等兩部分加以說明。

(一) 正向回饋

根據表 11 之統計分析結果，學生對於課程之看法以「上課方式活潑、有趣，能引起學習興趣」、「學習到很多東西或日常生活的知識/常識」以及「學習效果比較好，印象深刻」等描述詞居多。值得一提的是，雖然有 21 位學生主動建議「應多加舉辦類似的活動」，但根據實際擔任教學教師的轉述，曾有一個班級在教學進行中即主動告知教師，他們已經表決通過另外自行舉辦一場關於「核四」的公聽會，並希望藉此機會了解大家的想法，釐清核四興建案的疑惑。

表 11：ESER 課程回饋表「心得與正向回饋」之意見分析

正向回饋	學生主動回饋次數
上課方式活潑、有趣，能引起學習興趣	37
學習到很多東西或日常生活的知識／常識	28
學習效果比較好／印象深刻	24
應多加舉辦類似的活動（訪查與公聽會）	21
增加對環境的了解	20
體認經濟發展與環境保護之兩難	20
能從多方面去看待與思考事情	14
增加師生與同儕之間的互動	14
上課時很有參與感	13
學習到技能：溝通、觀察、推理、口才	12
學習尊重及了解他人的意見	12
刺激學生主動表達意見	9
上課方式可以刺激大腦思考	8
增加自信心	1
總計	233

以下節錄部分學生的心得或正向回饋，由於學生是以無記名方式填寫回饋表，但為說明方便起見，故以英文字母做為學生的代號。而以下摘錄的文字，除了為說明類別劃分依據而加畫的底線外，其餘皆真實呈現學生在回饋表填答的語句和符號等，研究者並未另外加以註解。

上課方式活潑、有趣，能引起學習興趣

1.A：如今的上課方式，改成讓學生主動去找資料，自己口頭報告，這種感覺至少不

會對地科這門學科，充滿死板和死背的呆板課業，現在由於改成此種既活潑又好玩，讓我對於此學科慢慢地充滿期待…下次要幹嘛？

B：這是一個非常不一樣的課程，以前上課枯燥乏味，現在恨不得每次上課快到來，這真是不錯的上課方式。如果有機會，真想可以上台發言，試試膽量、口才。

根據上述畫底線部分，出現此「既活潑又好玩」與「真想可以上台發言，試試膽量、口才」等關鍵句，故將此部分的意見歸類於「上課方式活潑、有趣，能引起學習興趣」之一項。而 B 生所述「真想可以上台發言，試試膽量、口才」則歸類在「刺激學生主動表達意見」中。

2.C：我是覺得這種方式，感覺到很好，也改觀了所謂'上課'的定義，親自去做的事，總是能讓自己有更深的體驗，對於課程也不會枯燥乏味，也能聽聽許多人的意見，去發掘出自己所無法察覺到的思索領域，…..。

D：我覺得讓同學們自己去收集資料和辦公聽會，真的比上課本內容獲益更大，而且也比較能去體會。不只是能學到日常生活派的上用場的知識，也可以懂得許多不同的想法，對事物的看法和觀點也會比較多元，這樣可以幫助學生溝通和適應社會種種事件。

此部份意見之關鍵句為「感覺到很好，…..，對於課程也不會枯燥乏味」，歸類於「上課方式活潑、有趣，能引起學習興趣」之一項，而 C 生所提「親自去做的事，總是能讓自己有更深的體驗」和 D 生所表達的「比上課本內容獲益更大，而且也比較能去體會」則歸屬於「學習效果比較好／印象深刻」；另外，C 生還提到「發掘出自己所無法察覺到的思索領域」，表達出對自我學習歷程更深層的檢視與省思，故將此意見劃分為「上課方式可以刺激大腦思考」一項，而 D 生之「學到日常生活派的上用場的知識」和「對事物的看法和觀點也會比較多元」則分屬於「學習到很多東西或日常生活的知識/常識」和「能從多方面去看待與思考事情」等兩項分類。

3.E：在一般上課的內容中，幾乎都必須照著課本，一字一字的念，但在實地探訪和公聽會中，可讓我們得到比書面內容更多的功效，我想這才是地球科學真正必須知道的部分。因為我們並非環境觀察者，但我們是地球人，瞭解環境之變遷和其生態是否遭到破壞，都是比得到學習許多難以在將來使用的知識更為重要的！（我想這樣的上課方式才是教改應努力的方向）此次的課程使我的生態觀點又更為的擴大，也更能體會在經濟和生態中的平衡之難。

第一個關鍵句為「讓我們得到比書面內容更多的功效」，劃分為「學習效果比較好／印象深刻」一項中，其次表達「此次的課程使我的生態觀點又更為的擴大」的心得，此意見則歸類在「增加對環境的了解」中；最後，以「體認經濟發展與環境保護之兩難」之正向回饋而言，該生直言敘述–「也更能體會在經濟和生態中的平衡之難」，此意見即相當符合此正向回饋之屬性。

4.F：其實透過了這兩次的活動（加油站訪查、公聽會），讓我們能以探討的方式，而去吸收不同於自己的意見，也能讓自己更有表達的空間，能讓自己置身於課程內容之中，而顯得生動，使自己產生參與感，能對課程有更深刻的印象，並不是只一味地只吸收老師上課所說的一些理論，而實地去拜訪、討論，能延伸出一般上課外的細節，且自己以力行的方式，去學到平常所不知的專業知識（常

識），這可能比段考成績 100 分還來得有收穫吧！！

關於「去吸收不同於自己的意見」以及「讓自己更有表達的空間」等兩個關鍵句，本研究將之分別歸類為「學習尊重及了解他人的意見」和「刺激學生主動表達意見」此二項正向回饋中。另外，該生清楚地表達 ESERIM 的課程設計能讓學習者有置身於課程內容之中的感覺，進而產生參與感，並加深對課程的印象，故將此部分的陳述歸於「上課時很有參與感」。最後，「自己以力行的方式..，這可能比段考成績 100 分還來得有收穫吧！」此關鍵句則劃分為「學習效果比較好／印象深刻」之分類中。

5.G：我認為這次的課程對我的見識、思考力、邏輯推理能力都有十足的幫助。以往我們的思考模式，確實有改進的必要。不該死背講義、課本上的知識，而應作一個主動的學習者。而且這次課程包含了許多的察訪過程，使我們眼界大開，實地瞭解知識的獲得過程。

H：這次的活動最讓我感到印象深刻的就是「訪問加油站」，這是我第一次到外面做學術性的訪問，感覺十分新鮮有趣，也使我感受人情原來還是如此的溫暖，經由此活動，亦可增加一些日常生活的常識，並培養與人溝通的能力，此類戶外活動是我認為學習的最有效方法。

根據 E 生畫底線之部分敘述與 F 生之「培養與人溝通的能力」等意見，是歸類在「學習到技能：溝通、觀察、推理、口才」之正向回饋中；另外，F 生之「可增加一些日常生活的常識」和「我認為學習的最有效方法」則分屬於「學習到很多東西或日常生活的知識／常識」和「學習效果比較好／印象深刻」等兩項分類。

6.I：地科課比一般'正規'課程（因為非正規是選修的）要來的輕鬆，而且不用急著趕課，上課多了些趣味，所以壓力也比較小，由於課程內容多樣化，又不拘泥於課文，藉由上課進行的對談彈性化，使學生不僅獲得了知識，也得到更深一層的體悟，我覺得很不錯，還有組內的互動感覺也很好，算是一門造福學生的課程吧！很不錯…不錯的。

關於「課程內容多樣化，又不拘泥於課文」和「...使學生不僅獲得了知識，也得到更深一層的體悟，我覺得很不錯」此部分描述劃分在「上課方式活潑、有趣，能引起學習興趣」的類別中，而「上課進行的對談彈性化」和「組內的互動感覺也很好」則屬於「增加師生與同儕之間的互動」。

7.J：其實這幾堂課讓我覺得很特別，因為我們上課會上一些課本沒有的，大部分人比較少去注意的，但是這些都是很重要，跟我們都是息息相關的。因此，我真正感覺到藉著這次的活動，讓我學到不少東西，而且是很有用的，所以這有意義的活動，應該常常舉辦。

該生的感想陳述直接且明確，由「我學到不少東西，而且是很有用的」與「這有意義的活動，應該常常舉辦」兩個關鍵句，可以很清楚地將其分別歸類在「學習到很多東西或日常生活的知識／常識」和「應多加舉辦類似的活動（訪查與公聽會）」中。

(二)負向回饋與建議

從表 12 可以得知，有少數受試學生對於「來去加油站」單元部分，提議訪查題目應該更具多樣性與選擇性和延長活動（上台報告）與討論的時間等。除此之外，如何準備考試以及是否能兼顧其他課業也是較少數學生頗為憂心的部分；然而，對於上課的情形被錄影也有 6 位學生表現出較為負面的情緒。關於訪查題目建議修改的部分，係因高二學生在進行訪查

表 12：ESER 課程回饋表「建議與負向回饋」之意見分析

負向回饋與建議	學生主動回饋次數
對於上課錄影的情形有反感	6
加油站訪查題目各組應不同	5
可以增加一些相關影片的欣賞	4
活動或討論時間太短	4
學生活動手冊內容不足	4
上課秩序有點亂	3
活動準備太花時間，擔心影響其他課業	3
打報告麻煩	3
希望能實地訪查／參觀	3
分組討論麻煩	2
不知如何準備段考	2
可以做一些相關的小實驗	1
講解投影片太快	1
公聽會分組太細，不易收集資料	1
請相關人士來分享我們的意見（公聽會）	1
缺乏實際行動	1
總計	44

加油站活動之前，試驗性教學研究中的高一學生已經先行訪問過，故某些加油站已經接受訪問過多次，致使高二學生容易在訪問過程中遭遇挫折，且面臨訪問題目重複的窘境。

由於「建議或負向回饋」之分項細目，大多直接引用學生的語句，故以下僅節錄部分學生的意見，並將關鍵句劃底線標明，而不再贅述其劃分的依據：

1. ……，我認為旁邊那台攝影機有點..討厭(沒有原因的討厭)
   有人在旁邊錄影，感覺怪怪的。
2. 以後如果要做這種課程（研究者註：訪查加油站）時，請老師設計一、二年級的不同教材，也比較有變化性嗎！
   ……，然而每一組都去訪查同樣內容、同樣資料，很沒獨特性，下次能不能分組找尋不同資料。
3. 如果能輔以一些和課程相關的簡單小實驗，想必定然更完美。….如果可以觀看一些有關環保意識&經濟開發議題的影片，課程會更生動。例如：返家十萬里（經濟開發對生物、動物、環境面的影響），茱利亞羅伯茲----？片名我忘了耶！（地區開發時，當地居民的心態）
   .., 關於環境與經濟的問題，若能實地參觀是最好的，不然我也希望能觀看一些錄影帶，讓我們了解實地情形，若能這樣會更好。基於學校的因素，我們是不可能去真正的到實地去訪查，所以對課程也有些許的差距，畢竟行萬里路勝過讀萬卷書，且書上說的也不一定正確，要相信自己的眼睛。
4. ..但，我覺得時間太過匆促，有些東西都還沒吸收了解，就要上台報告，有些不僅自己不懂，可能有些人也無法即時吸收，無法去做好好的統整。
   我覺得這種上課方式會使我們比較能夠產生興趣，….，我認為並沒有什麼缺點，…..，唯一不夠的可能是時間不夠多吧！
5. 現在身為高二，課業比較繁忙，如果有太多的作業與調查需要我們親自去做，恐怕會應付不來。
6. 打報告很麻煩，分組討論的場面有點混亂，採訪加油站最好是老師帶全班一起去，以免造成加油站人員的困擾及工作分心，學生活動手冊不足。
   分組的過程中，似乎有些雜亂，若能各組固定座位，不僅討論可以更快速，也可節省大家互找組員的時間。
7. 講解石油時（放投影片時），有點太快了，吸收的不是很多，很怕在考試都不會。
8. 老師可不可以提供一些方向呀，實在不知道要怎麼準備段考

表 13：地球資源常識與環境態度之相關

環境態度量表	ESER 常識問卷		
	前測	後測	延宕測驗
前測	.02	.25**	.22*
後測	.03	.20*	.24**
延宕測驗	.11	.29**	.27**

* $p < .05$

** $p < .01$

表 14：地球資源常識、環境態度與課程回饋之相關

ESER 課程回饋表	ESER 常識問卷			環境態度量表		
	前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
課程分（向度 I、II、III）	- .07	.11	.04	.43**	.58**	.43**
向度 I	- .06	.16	.11	.45**	.61**	.41**
向度 II	- .06	.05	- .03	.38**	.51**	.37**
向度 III	- .03	.08	.05	.31**	.42**	.35**
環境分（向度 IV）	- .06	.16	.10	.46**	.60**	.56**

** $p < .01$

向度 I：「對課程的整體意見和看法」
向度 II：「對於【來去加油站】的看法和感受」
向度 III：「對於【刺激 2050】活動的看法」
向度 IV（環境分）：「與此課程內容相關之環境問題」

9. 我覺得上這樣的課很好玩，但要交報告，所以就覺得有點煩。
   ……。總而言之，我覺得課程變得比較活潑，但，若不要交報告的話，那會更好啦！
10. 然而我們都知道石油的污染、不適當開發的後果，但總覺得政府說多做少，那我們做這活動，除了讓我們得取新的知識外，對其他似乎也沒什麼改變。

四、綜合分析

(一)地球資源常識與環境態度之相關

由表 13 中可以發現 ESER 常識問卷和環境態度量表兩者表現之間的相關性均偏低。值得一提的是，ESER 常識問卷成績與環境態度量表之間的相關係數，從兩者前測之接近零相關至延宕測驗提升為低度相關。

(二)地球資源常識、環境態度與課程回饋之相關

由表 14 可以發現，無論是課程分或環境分，與 ESER 常識問卷均呈低相關，甚至前測部分為負相關，但是，與環境態度的相關性則可達中度正相關。然而，值得注意的是，ESER 常識問卷和環境態度量表與 ESER 課程回饋表之相關程度，從前測至後測均有提高的趨勢。

表 15：ESER 課程回饋表各向度之相關

	向度 I	向度 II	向度 III	課程分（向度 I、II、III）	環境分（向度 IV）
課程分（向度 I、II、III）	.91**	.93**	.81**	1.00	.74**
環境分（向度 IV）	.73**	.64**	.59**	.74**	1.00
總分	.91**	.91**	.80**	.97**	.84**

** $p < .01$

表 16：環境態度與 ESER 課程回饋之迴歸分析

ESER 課程回饋表	環境態度量表								
	前測			後測			環境分		
	R^2	F	β	R^2	F	β	R^2	F	β
總分	.21	31.36	.94	.38	72.35	1.45	—	—	—
課程分	.19	26.62	.71	.34	60.67	1.11	.54	139.05	2.43

表 17：環境態度、環境分與課程分之迴歸分析

	ESER 課程回饋表之課程分					
	R^2	F	β	t	容忍度	VIF
環境態度後測	.57	78.20	.42	2.91	.64	1.57
環境分			1.99	7.96	.64	1.57

註：容忍度（Tolerance）與變異數膨脹係數（variance inflation factor, VIF）為環境態度後測和環境分兩個預測指標變項之共線性檢定，統計結果顯示兩者之間並無共線性的問題。

另外，環境態度量表後測相較於前測及延宕測驗，與各向度之間的相關性較高，呈中度正相關，且達統計之顯著水準。

(三)ESER 課程回饋表各向度之相關

由表 15 可以得知，ESER 課程回饋表之總分與各向度之間均呈高度正相關，且具有統計之顯著水準，而其中尤以向度 I 和 II 與總分之相關最高。另一方面，向度 IV「與此課程內容相關之環境問題」（環境分）與課程分之相關屬高度正相關，此部分與環境態度後測和課程分之相關分析結果可互為呼應。

(四)環境態度與 ESER 課程回饋之迴歸分析

迴歸分析之結果如表 16 所示，我們可以發現環境態度量表後測成績解釋 ESER 課程回饋表總分之變異程度比前測具有較高的解釋比例。下列方程式表示以環境態度後測成績對學生在 ESER 課程回饋表的反應進行預測：

$Y = 1.45X + 58.79$，其中 X 代表環境態度之後測成績。

將 ESER 課程回饋表之總分區分為課程分

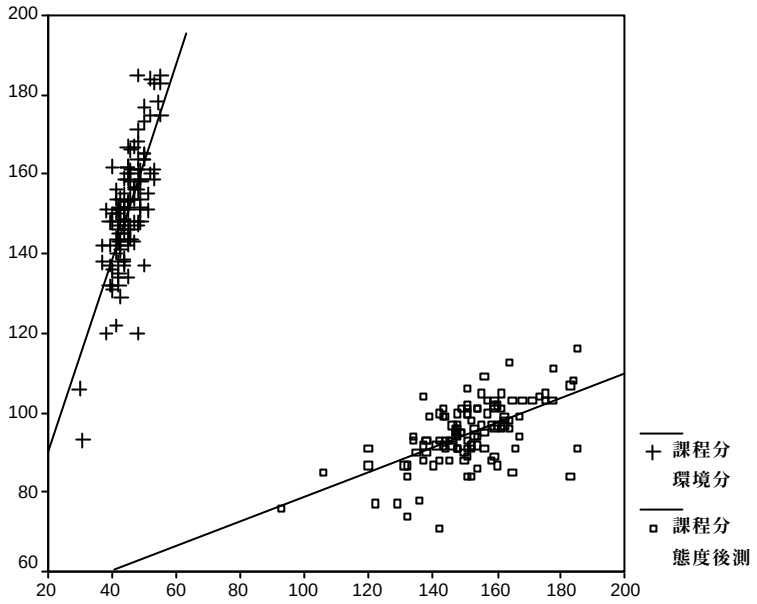


圖 3：環境分和環境態度後測成績與課程分之散佈圖

和環境分兩部分分析，則發現環境分可以解釋課程分大約 54.3%的變異程度，而環境態度後測成績則具有約 34.0%的解釋比率。選擇以環境分和環境態度後測成績來共同預估課程分的表現（表 17），則解釋比率可提高至 57%，三者之間的線性關係可以下列方程式表示：

$Y=0.42X_1+1.99X_2+21.77$，其中 X_1 代表環境態度之後測成績，X_2 代表環境分。關於環境分和環境態度後測成績與課程分之散佈圖（scatter diagram），如圖 3 所示。

討論與建議

一、ESERIM 有助於增進學生在地球資源方面的相關知識

在「ESER 常識問卷」之統計分析中可以發現，學生後測成績顯著地高於前測，同時，*Cohen's d* 值均在 .8 以上，即表示此趨勢的實際顯著程度（practical significance）相當大（large effect）。而在與研究對象相同學校之高一學生進行的試驗性教學研究，以及在台灣北部和中部兩所公立高中實施的研究教學，也是出現相同的結果與趨勢，顯示學生經由教學模組的引導學習後，在相關地球資源認知方面確實能有所收穫。國內學者從文獻分析中曾正面的預期課程統整可促進有效的學習，採用有系統的課程組織與教學方式，增進學習者獲得知識、學習方法及促進對課程內容的了解，同時，學習的知能得以增強，並提升教學的效果（許信雄, 1999; 歐用生, 1999; 方德隆, 2000a, b），但上述這些研究均未能提供真實的實驗數據加以支持。本研究結果除能提出有力的實驗數據呼應學者們之論點外，亦可彌補統整課程教學研究在此方面之缺憾。

二、在研究教學後，學生環境態度之表現有降低的趨勢

在試驗性和正式教學研究中，高一和高二學生環境態度轉變的情形有一致的趨勢，意即

環境態度後測的成績均是低於前測，但未達統計上的顯著差異。而在延宕測驗中，高二學生的環境態度成績低於前測及後測，但是也未達統計之顯著差異。上述結果雖未達顯著差異，但在試驗性及正式教學研究中若都有相同的趨勢，則非常可能為非偶發（non random results）之結果，故亦應特別注意。另外，學生所抱持的環境態度，可能因性別而有不同。在國內調查國小教師與高中學生的環境態度，亦曾發現女性比男性積極（陳是瑩和曾怡禎, 1991；鄭東昇，1994；引自許心欣, 1995）的現象。

學生環境態度的轉變很可能與 ESERIM 的教學活動設計有關，學生從「加油站訪查」實地瞭解石油與民生和環境的互動，到「濱南工業區公聽會」以多面向的角度來檢視經濟發展與環境保護的兩難困境，這些不僅提供了學生不同的想法和體驗，也讓學生有機會重新審視自己看待環境議題的觀點。1996 年北美環境教育學會（The North American Association for Environmental Education, NAAEE）為發展環境教育教材，公布 *Environmental Education Materials: Guidelines for Excellence*，其中綱要一即強調「公平與正確性」（Fairness and accuracy），包括事實的正確性（Factual accuracy）、平衡地呈現不同的理論與觀點（Balanced presentation of differing viewpoints and theories）、開放性的探索（Openness to inquiry）與多面性的思考（Reflection of diversity）。而綱要三則指出培養技能的重要性（Emphasis on skills building），其中之一的技能即為批判性與創造性的思考能力（Critical and creative thinking）。這些均反映出教材的設計應考量真實且客觀地呈現環境之各種問題與情況，並提供學生學習批判性思考的機會與嘗試，將知識與能力真實應用於生活當中。這樣的理念恰與 ESERIM 之設計不謀而合，同時，環境態度降低的趨勢亦顯示 ESERIM 的確使學生看待環境議題的看法有些許地轉變，從一味地感性訴求環保，漸趨向能兼具理性的思考和判斷。此外，在與人應對進退的技巧和禮節、合作分工、溝通、表達意見、統整分析資料等方面都是學生在教學後，檢視自我學習上的獲得與期許。

特別值得一提的是，研究對象中有一個班級主動向教師表示要自行舉辦一場關於「核四」的公聽會，同時，他們已經在公民課的活動中收集了許多相關資料。但根據任課教師表示，礙於課業壓力與學校其他活動安排的關係，學生原本想利用班會課的時間來進行，可惜最後似乎還是沒有下文。儘管該班學生最後無法如期舉行「核四」公聽會，但由此舉動或許可以發現 ESERIM 除了引起學生參與的興趣之外，也激發了學生的表達慾望與活動創意，並引導學生自主學習，關心生活周遭真實發生的議題。

三、整體而言，學生對 ESERIM 表示滿意；教師亦認為值得在中學階段推行

從 ESER 課程回饋表之統計分析得知，高一和高二學生均給予 ESERIM 接近「滿意」程度的評價。在課程回饋表開放性填答部分，學生表示上課方式活潑、有趣，且能引起學習興趣；活動過程中也學習到很多與日常生活相關的知識及常識，而且多數學生均表示如此的學習方式產生的學習效果比較好且印象深刻，並不認為課程內容所牽涉的範圍太廣，以致於不易理解。另外，此課程也增加了他們對環境的了解，以及深刻體認到經濟發展與環境保護兩難困境的感受。更值得一提的是，學生還強調 ESERIM 能幫助他們學習從多方面、多角度去看待與思考生活周遭發生的事情與問題，也可從活動中學習如何表達自己的意見，並與他人溝通、合作，這些結果均相當符合此多元

教學模組之設計理念與期望。在學習的困擾部分，少數學生表示對於「來去加油站」單元部分，認為每組題目相同且缺乏變化，間接造成訪查的困擾。而在單元「刺激 2050」部分，學生建議應增加相關影片的欣賞或是進行實地考察，或許更能幫助其了解關於石化工業與環境之間的問題與衝突。除此之外，學生活動手冊關於公聽會部分的背景資料不足，也造成某些學生在資料收集上的困擾，然而，此部分也反映出非都市型區域資訊管道較為閉塞的問題。另外，僅有極少數學生對於如何準備相關單元內容的考試，以及來自其他課業方面的壓力感到困擾與擔憂。

在綜合分析方面，ESER 常識問卷成績的好壞與環境態度的表現之間相關性偏低，但是，ESER 常識問卷成績與環境態度量表之間的相關係數，從前測至延宕測驗有提升的趨勢。似乎顯示經過 ESERIM 教學後，有增強學生在認知部分的表現與其所抱持的環境態度間的關聯程度，此結果與 Bradley, Waliczek, & Zajicek 等人在 1999 年於德州針對 475 位高中學生（9th ~12th grade）所做的研究可相互呼應。而課程回饋表的反應與 ESER 常識問卷呈低相關或接近零相關；與環境態度的相關性則可達中度正相關。另外，ESER 常識問卷和環境態度量表與 ESER 課程回饋表之相關程度，從前測至後測均有提高的趨勢。這是否意味著透過 ESERIM 的教學，能提升學生對課程的觀感與其在常識問卷和環境態度的表現之間的相關程度，此方面透露的訊息亦值得提供未來相關的研究作為參考。研究中亦發現以環境分和環境態度後測成績共同預估課程分的表現，則具有 57%之解釋力（R^2＝.57）。意即學生在接受教學之後所抱持的環境態度，對於預期學生在 ESERIM 課程活動等方面的觀感，有接近六成的影響力。

整體而言，研究者及任課教師均肯定學生經由 ESERIM 的學習表現。學生在相關地球資源內容認知方面確實有所成長，而經由親身訪查、規劃與溝通、討論、報告等活動的引導下，除了增加與教師、同儕以及社區環境間的互動外，亦學習了從多元的角度審視環境周遭的生活議題，尊重不同的想法與意見，了解個人與群體、環境之間相互依存的微妙關係，體會理性且民主解決問題的歷程。而地球系統教材在 Worthington 高中進行為期兩年的 BESS 計畫(The Biological and Earth Systems Science Program)也同樣顯示學生獲得許多不錯的正面結果（張俊彥, 2001）。因此，本研究以「地球系統」為統整主軸所設計之多元教學模組不僅可提供作為高中階段統整式科學課程設計與教學之有效參考，亦能為活化教學與統整學習提供一個創新的實行管道。

最後，本研究主要因研究對象、研究工具等因素所限，對於研究結果的通則化，將受到推論上的限制，且本研究在許多部分也無法與前人研究相互比較或獲得佐證。第一，由於本研究背景、教學模組以及研究工具等因素之限制，本研究之結果不宜推論至其他不同學習領域、教學模式、國家、區域或文化背景之設計上。第二，目前我國對於相關課程統整的研究仍屬起步階段，多著重在探討課程統整理論、意義或實行模式方面（方德隆, 2000a,b；黃永和, 1999；黃譯瑩, 1998；歐用生, 1999），且研究對象絕大多數均設定在國民小學階段（李坤崇和歐慧敏, 2000; 林怡秀, 1999; 葉興華, 2000; 熊同鑫, 1999; 熊同鑫、陳淑麗和王振興, 2000; 薛梨真, 1999），而論及在自然科學統整課程部分的研究更是少有，因此本研究實難從前人研究中獲得相關學生在統整課程學習情形方面的參考與支持。第三，相關地球系統教育之論述或研究，近十多年來才從美國科學教育界中發展與推行，在教學研究方面，國內均尚未為文探討，國外也僅於 Worthington 高中試

用過地球系統教育教材（Fortner 等人, 1992；2001）。因此，本研究在此方面亦難獲得相關資訊。由此可見，本研究提供了國內中等學校階段在科學課程統整上的實徵研究數據，呈現學生經過統整課程學習後之表現情形，盼稍能彌補我國課程統整研究在此方面之不足。

註 1：若採用庫李公式 KR-21 分析信度，必須滿足問卷中各項試題的難度一致（equal difficulty）之前提假設（Fraenkel & Wallen, 1993），由於本份問卷並不符合這項基本假設，故本研究採用庫李公式 KR-20 分析信度。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會特別研究計畫補助經費（計畫編號 NSC 89-2511-S-003-144），研究小組成員藍秀茹、蕭建華、翁玉華、徐靜文與蔡宛芸等人的大力相助和積極參與。並感謝台北市立西松高中、國立溪湖高中與國立羅東高中校長、老師與學生的支援與配合，使此研究得以順利完成。本文在投稿過程中，復蒙審稿委員提供寶貴建議，均此誌謝。

參考文獻

1. 中國石油股份有限公司石油通訊編輯委員會（1996）：來自地心。台北：中國石油股份有限公司。
2. 中華民國課程與教學學會編（2000）。課程統整與教學。台北：揚智文化。
3. 方德隆（2000a）：九年一貫課程學習領域之統整。課程與教育季刊, **3**(1), 1-18。
4. 方德隆（2000b）：課程統整之模式與實務。高雄師大學報, **11**, 181-212。
5. 李坤崇和歐慧敏（2000）。統整課程理念與實務。台北：心理。
6. 李春生（1997）：怎樣教好國民中學地球科學新課程。國立編譯館通訊, **10**(2), 5-10。
7. 林怡秀（1999）：國民小學課程統整模式之研究。國立花蓮師範學院國民教育研究所碩士論文。
8. 林政宏和毛松霖（1994）：科學教育指標之研究：科學學習進展指標—科學過程技能學習進展測驗（高中）。國立台灣師範大學地球科學系印行。
9. 邱美虹（1994）：科學課程革新—評介 Project 2061, SS & C 和 STS 理念。科學教育月刊, **174**, 2-12。
10. 張俊彥（2001）：地球系統為整合主軸之多元化教學模組研究。未出版之行政院國家科學委員會專題研究計畫期中報告，NSC 89-2511-S-003-144。
11. 教育部（1998）：國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。台北，教育部。
12. 許心欣（1995）：參與環境保護工作之民間團體主要幹部環境態度調查。國立台灣師範大學環境教育研究所碩士論文。
13. 許信雄（1999）：課程統整。現代教育論壇, **4**, 240-247。
14. 陳是瑩和曾怡禎（1991）：台灣地區國小教師環保意識的調查研究。載於周昌弘編：台灣環境教育研究（pp. 1-18）。中央研究院植物研究所印行。
15. 陳新轉（2000）：課程統整之理論性研究及其對九年一貫社會領域課程綱要(草案)之啟示。國立政治大學教育研究所博士論文。
16. 黃永和（1999）：課程統整的理論與方式之探討。新竹師院學報, **12**, 231-260。
17. 黃炳煌（1999）：九年一貫之課程統整。健康國小新進教師研習手冊。台北：健康國小。
18. 黃譯瑩（1998）：課程統整之意義探究與模式建構。國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學, **8**(4), 616-633。
19. 葉興華（2000）：我國國小推行課程統整之研究。國立台灣師範大學教育研究所博士論文。

20. 董家莒（2000）：「問題解決」為基礎之電腦輔助教學成效。國立台灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
21. 熊同鑫（1999）：以自然科為核心之統整課程教學研究。論文發表於中華民國第十五屆科學教育學術研討會。彰化市：國立彰化師範大學理學院科學教育研究所。
22. 熊同鑫、陳淑麗和王振興（2000）：以自然科為核心之統整課程教學研究。論文發表於中華民國第十六屆科學教育學術研討會。台北市：國立台灣師範大學理學院科學教育研究所。
23. 歐用生（1999）：從「課程統整」的概念評九年一貫課程。教師天地, **101**, 15-24。
24. 鄭東昇（1994）：高中學生環境態度之研究。國立高雄師範大學工藝教育研究所碩士論文。
25. 賴麗琴和張俊彥（2000a）：美國地球系統科學社區化課程發展計畫(EarthComm)簡介。科學教育月刊, **232**, 61-67。
26. 賴麗琴和張俊彥（2000b）：統整課程之研發與其初步成效之探討。論文發表於中華民國第十六屆科學教育學術研討會。台北市：國立台灣師範大學理學院科學教育研究所。
27. 薛梨真（1999）：國小實施統整課程的可行性研究。初等教育學報, **12**, 125-167。
28. 羅珮華（1996）：地球科學教育在 STS 扮演的角色。科學教育月刊, **190,** 23-27。
29. Aldridge, B.G. (1993). Basic components of the natural sciences. In National Science Teachers Association (Ed.), *Scope, sequence, and coordination of secondary school science: Vol. 1. The content core* (pp. 25-40). Washington, D. C.: The National Science Teachers Association
30. Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration–Designing the core of democratic Education*. New York: Teacher College Press.
31. Borg, W. R., & Gall, M. D. (1989). *Educational research* (5th ed.). Longman Group Ltd.
32. Bradley, J. C., Waliczek, T. M., & Zajicek, J. M. (1999). Relationship between environmental knowledge and environmental attitude of high school students. *Journal of Environmental Education, 30*(3), 17-22.
33. Chang, C. Y., & Mao, S. L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *The Journal of Educational Research, 92*(6), 340-346.
34. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
35. DeGarmo, C. (1895). *Herbart and the Herbartians*. London: Heineman.
36. Dewey (1915). *The school and society* (rev. ed.). Chicago: University of Chicago Press.
37. Dewey (1916). *Democracy and education*. New York: Macmillan.
38. Earth System Science Committee (1988). *Earth system science*: Washington, DC, National Aeronautics and Space Administration, 48.
39. Earth system science in the community. http://www.agiweb.org/earthcomm
40. Environmental Education Materials: Guidelines for Excellence. http://naaee.org/npeee/materials.html
41. Fortner, R. W. (2000). A web-based slide presentation on Earth Systems Education (ESE) & Environmental Education (EE). http://earthsys.ag.ohio-state.edu/
42. Fortner, R. W., Pinnicks R., Shay, E., Barron, P., Jax, D., Steele, W., & Mayer, V. J. (1992). Biological & Earth Systems Science: A program for the future. *The Science Teacher, 59*(9), 32-37.
43. Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1993). *How to design and evaluate research in education* (2nd

ed). New York: McGraw-Hill Inc.

44. Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. New York: Basic Books.
45. Glatthorn, A. A., & Foshay, A. W. (1991). Integrated curriculum. In A. Lewy (ed.), *The International Encyclopedia of Curriculum*, (pp. 160-162). Oxford: Pregamon Press.
46. Hall, D. A., & McCurdy, D. W. (1990). A comparison of a Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) laboratory and a traditional laboratory on student achievement at two private liberal arts colleges. *Journal of Research in Science Teaching, 27*, 625-636.
47. Hurd, P. D. (1997). *Inventing science education for the new millennium*. New York: Teachers College Press.
48. Iran-Nejad, A., Mckeachie, W. J., & Berliner, D. C. (1990). The multisource nature of learning: An introduction. *Educational Research, 60*, 509-515.
49. Kilpatrick, W. (1918). The project method. *Teachers College Record, 19*, 319-335.
50. Mayer, V. J. & Armstrong, R. E. (1990). What every 17-year old should know about planet Earth: The report of a conference of educators and geo-scientists. *Science Education, 74* (2), 155-165.
51. Mayer, V. J. (1991). Framework for earth system education. *Science Activities, 28*(1), 8-9.
52. Mayer, V. J. (1995). Using the earth system for integrating science curriculum. *Science Education, 79*(4), 375-391.
53. Mayer, V. J. (1997). Global science literacy: An earth system view. *Journal of research in science teaching, 34*(2), 101-105.
54. Mayer, V. J., Armstrong, R. E., Barrow, L. H., Brown, S. M., Crowder, J. N., Fortner, R. W., Graham, M., Hoyt, W. H., Humphris, S. E., Jax, D. W., Shay, E. L., & Shropshire, K. L. (1992). The role of planet earth in the new science curriculum. *Journal of Geological Education, 40*, 66-73.
55. Mayer, V. J.,Chang, C. Y., Fortner, R. W., Goto, M., & Orion, N. (2001). *Re-examining the Nature of Science: Implications for Global Science Literacy*. A symposium presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MI, USA.
56. Mayer, V. J., Fortner, R. W., & Kumano, Y. (2001). Reforming the representation of science in pre-college curricula. In V. J. Mayer (ed.) *Global Science Literacy* (1st volume) (chapter 1 & 3).
    http://www.ag.ohio-state.edu/~earthsys/global/Chap01.html
    http://www.ag.ohio-state.edu/~earthsys/global/Chap03.html
57. McMurry, F. M. (1927). Some recollections of the past forty years of education. *Peabody Journal of Education, 4*, 325-332.
58. National Research Council (1995). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
59. Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social science* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
60. Trend R. (2001). Thomas Huxley and Earth system science: Opportunities for fostering global science literacy in UK schools. In V. J. Mayer (ed.) *Global Science Literacy* (2nd volume) (chapter 4).
    http://www.ag.ohio-state.edu/~earthsys/global/Chap17.html

Does it Work? A Study on the Earth-System Integrated Instructional Module

Chun-Yen Chang[1] and Li-Chin Lai[2]

[1]Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan
[2]Taipei Municipal Ta Tung Senior High School, Taipei, Taiwan

Abstract

The purpose of this study was to develop an Earth System-Earth Resources integrated Instructional Module (ESERIM) and examine the effects of the ESERIM on 11th graders' science learning. Instruments included the *Earth System-Earth Resources Test* (*ESERT*), *Attitudes Toward Environment Inventory* (*ATEI*), and the *Earth System-Earth Resources Questionnaire* (*ESERQ*) including two subscales: *Perceptions toward Instructional Module* (*PIM*) and *Perceptions toward Environment* (*PE*). A one group pretest-posttest experimental design was used. Participants included 119 11th grade students enrolled in an optional earth-science course at a national senior high school located in the eastern region of Taiwan. The results revealed that (1) the ESERIM significantly improved student achievement on the *ESERT*; (2) the achievement on the *ESERT* tended to be influenced by students' gender, SES, and their favorite subjects; (3) there was a decreased in the attitudes of students after instruction, as measured by the *ATEI*, with the scores possibly affected by students' gender; (4) there were significantly moderate correlations between students' attitudes toward environment and their perceptions toward the ESERIM; (5) positive responses of students, such as "I learned how to approach the issues of environmental pollution from different perspectives" and "I was aware of the dilemma between economic development and environmental preservation", were strongly aligned with the design and objectives of the ESERIM; and (6) a few students' attitudes toward the ESERIM demonstrated a degree of frustration, such as partially repetition of the "Interviewing Gas Station" activity. These findings suggest that implementing the Earth System theme has the potential to serve as a model for future development of integrated curriculum and instruction.

Key words: Secondary education, Integrated curriculum, Earth system education, Instructional method.