行政院國家科學委員會補助專題研究計畫期中報告

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

※ **地球系統為整合主軸之多元化教學模組研究(1/3)** ※

※ **A Study on Teaching Module Development – An Earth-System Integrated Theme (TMD - ESIT)** ※

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

計畫類別：■個別型計畫　　□整合型計畫

計畫編號：NSC 89－2511－S－003－144－

執行期間：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

計畫主持人：張俊彥

共同主持人：李春生、鄒治華、傅學海

本成果報告包括以下應繳交之附件：

□赴國外出差或研習心得報告一份

□赴大陸地區出差或研習心得報告一份

□出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

□國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立臺灣師範大學地球科學系

中　華　民　國　90 年　5 月　23 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫期中報告

地球系統為整合主軸之多元化教學模組研究(1/3)

A Study on Teaching Module Development – An Earth-System Integrated Theme (TMD - ESIT)

計畫編號：NSC 89-2511-S-003-144-
執行期限：89 **年** 8 **月** 1 **日至** 90 **年** 7 **月** 31 **日**
主持人：張俊彥 (changcy@cc.ntnu.edu.tw)
執行機構及單位名稱：國立臺灣師範大學地球科學系

摘要

本研究計劃的主要目的在：（一）根據主題式的設計原則、STS **的設計理念、與「引起動機、探索調查、分析解釋、應用評估」等四階段「學習環模型」的設計架構，研究開發一套適用於中等學校之「地球系統為統整主軸的多元化教學模組教材」；（二）整理並發展出評估此教學模組教材成效的量化測驗工具。包括下列四個不同向度的量表：**1.**成就測驗；**2.**科學過程技能；**3.**對科學態度之量表；以及** 4.**問題解決能力評量工具，作為此教學模組教材的成效指標；（三）以預試性教學研究方式修正改良此教學模組教材，使其成為適用於目前台灣中等學校的統整式科學課程教材；（四）以正式實徵教學研究和量化與質化的成效評估方式來進行此教學模組之成效評估；（五）舉辦「地球系統為整合主軸之教學模組」研討會，來達成教師的專業成長與研究經驗之傳承分享；（六）根據研究結果，對目前中等學校在統整科學課程、教材教法及未來研究上，提出建議及改進方針；（七）提供給中等學校教師實際將此教學模組應用於九十學年度即將實行的九年一貫新課程之「自然與科技」學習領域。**

關鍵詞：地球系統、統整課程、中等學校、教學模式

緒論

在現今知識爆炸的時代，科學及科技的更新與進步之快，遠超過我們所能想像。為了迎接二十一世紀的挑戰，世界各國不但致力於科學與新科技的研究，更著重於如何改善基礎的科學教育，使我們的下一代都能成為具備「完整科學素養」的新新人類。培養並提昇學生的科學素養已成為當前國內外科學教育的一個最重要的目標及共識 (American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1993; **教育部，**1999)**，然而要如何才能培養並提昇學生的科學素養？科學的課程、教學及評量要如何設計、發展及改進，才能達成上述這個目標？這些都是當前科學教師及科學教育研究者試著回答的問題與努力的方向。**

學校的科學教育要能夠達到最大的功效，科學的教學須作細心的規劃、適合的教學方法須妥善選擇與運用來幫助學生學習、教材和內容的編排要能加強概念的學習並與教學緊密配合、而教學評量工具亦需能追蹤學生的學習成果；因此科學的教學與教材一直是科學教育中最重要的一環。基於此，本研究希望能夠研發出一套統整教材內容與教學策略的「地球系統為整合主軸之多元化教學模組」【Teaching Module Development － An Earth-System Integrated Theme (TMD - ESIT)**】，並期能以此套教學模組發揮出學校科學教育的最大功效，進而達成提昇國民科學素養的最終目的。**

理論基礎

（一）科學課程或教材的統整：統整式

的科學課程或教材已儼然成為科學教育本世紀的「網路概念股」，其背後一個最簡單的理由是：人類的學習或其所學之應用皆屬統整式的思考，而非片段與零碎知識的運用，因此學生在國民教育階段的學科領域教材亦應以統整的方式來編排與教學。基於此，我國國民教育階段九年一貫課程總綱綱要中(教育部, 1998)特別強調：「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)。英國的一群科學家與科學教育的精英學者，也針對未來二十一世紀英國的科學教育提出了十點重要建議(Millar & Osborne, 1998)，其中一點便是強調科學課程除了應讓學生了解科學的關鍵想法外，統整科學課程亦有其必要性，其原文摘要內容如下：The science curriculum should provide young people with an understanding of some key ideas-about-science……5.3 INTEGRATING VARIOUS ASPECTS OF THE CURRICULUM：It is essential that the different elements of the science curriculum discussed in section 5.2 are integrated into a coherent programme. (p. 2020)

美國國家研究委員會(National Research Council, NRC）在 1995 年十二月公佈的國家科學教育標準中（National Science Education Standards, NSES）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 sakeMORE EMPHASIS ON: Integrating all aspects of science content(NRC, 1995, p. 113)由上述可知，國內外一些先進國家都重視科學課程內容的統整及其必要性。

（二）地球系統概念為統整主題：地球科學課程在古今中外學校科學課程中向來處於較弱勢的地位。但近幾十年由於全球環境的變遷，很多人漸漸發現原來我們對所居住的這個地球的認識仍然相當有限；再加上當前傳統科學課程的不足，美國國家科學教育標準中（NSES），明白揭示了八項內容標準（Content Standards）以作為學生在科學領域中應學的知識與技能的大方針，其中共包括：結合科學的概念及方法、探究式的科學、物質科學、生命科學、地球及太空科學、科學與科技、個人及社會觀的科學、以及科學的歷史和本質等八項內容標準(p. 104)。這是美國地球科學教育一個非常重要的轉捩點，因為它將地球與太空科學從物質科學中特別獨立出來，突顯了地球及太空科學在科學課程中的重要性。相較於全世界如今重視的地球體系、以及對環境保護、和珍惜地球資源的呼籲；這個標準也同樣呈現出全球的新趨勢。地球科學本身即是統整的科學，它包括地質、天文、氣象、海洋等與學生日常生活密切相連的學科內容，而學生學習這些學科知識的基礎都奠基於對物理、化學、生物等基本科學學科的了解。

美國科學教師協會(National Science Teachers Association, NSTA)執行長兼主導美國 SS&C Project (Scope, Sequence, and Coordination of Secondary School Sciences)的 Bill Aldridge (1993) 便曾寫道：Chemistry and physics are fundamental to an understanding of the life science. And chemistry, physics, and the life science are fundamental to an understanding of the Earth and space sciences (p. 27)。而美國科學促進協會 (American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1993)在其 Project 2061 計劃之 Benchmarks for Science Literacy 一書中也述及類似的想法如下：An integrated picture of the earth has to develop over many years, with some concepts being visited over and over again in new contexts and greater detail. Some aspects can be learned in science, others in geography; some parts can be purely descriptive; others must draw on physical principles. (p. 66)

基於地球科學本身便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。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，提出之後雖引起國內外科學教育界許多的回響(如 National Center for Earth Science Education, [NCESE], 1991; 李春生，1997)。

（三）多元整合式教學策略的運用：長久以來，學校之科學教育一直很重視能夠增進學生的學習成就、引導學生的概念發展、培養他們在科學上的正面態度、更重要的是能夠提昇學生高層次的思考能力。許多不同的教學策略也應運而生。不論是「講述互動式」、「探究式」、「問題解決式」、「發現式」、「合作學習式」、或「電腦輔助式」的教/學方法，都是朝此方向前進。我們研究小組近年來在地球科學實徵教學的研究結果發現：1. 應用「探究式」的教學策略，在增進學生的地球科學學習成就(achievement)和他們對地球科學的態度上（attitudes toward earth science）皆有顯著的成效 (Mao, Chang & Barufaldi, 1998; Mao & Chang, 1998)；2. 運用「問題解決式」的教學策略，可以有效地增進學生的地球科學學習成就，並幫助修正他們在地球科學上的迷思概念或另有架構 (alternative framework) (Chang & Barufaldi, 1999)；3. 利用「合作學習」的教/學策略，可顯著地增進學生的地球科學學習成就 (Chang & Mao, 1999a)；4. 地球科學的電腦輔助教材，可顯著地增進學生學習地球科學的成效 (Chang, 2001)；5. 學生對於建構式教學方法的態度多持較正面的看法 (Chang, Hua, & Barufaldi, 1999)；以及 6. 統整「探究」與「合作學習」的「探究小組式」的教學策略，可顯著地增進學生的地球科學學習成就以及他們對地球科學的態度 (Chang & Mao, 1999b)。本研究小組在上述的研究中多採單一或統整兩種教學策略的教學模式，且整體教學實施所花的時間均在六個禮拜以內，雖然獲得許多正面的成效與鼓勵，但仍覺有不足之處。尤其是最近的研究發現，學生對於單一且實施期間過長的教學方法可能會產生厭倦之情。再者，平時正常學校的教學便須進行整個學期共十八週的時間，若能研發出一套能夠密切配合學校之教學進度且為期較長的教學模組教材，不但能將研究成果實地運用於真實學校教學情境中，其整體成效的評估也更具說服力。Mille & Davison (1998) 也指出主題式或整合式的數學或科學課程教材，若未伴隨著教學上之結構性的改變，對學習者並無太大的益處。因此本研究小組期望能研發出一套以地球系統為統整主軸且整合多個教學策略的教學模組教材，如同美國國家科學教育標準中所述：Teachers of science integrate a sound model of teaching and learning, a practical structure for the sequence of activities, and the content to be learned. (NRC, 1995, p. 31)Skilled teachers of science have special understandings and abilities that integrate their knowledge of science content, curriculum, learning, teaching, and students. (NRC, 1995, p. 62)

基於上述三點緣由及理論基礎，本研究除了希望朝向以地球系統概念為主題作教材內容統整的研發外，亦欲兼顧其與教學方法或策略的緊密整合與連接；即設計開發適合特定教學單元內容的教學模組教材。這樣的教學模組在教材方面預計至少要先能夠統整地球科學中的四大學門（地質、天文、氣象、海洋），同時也會試著將其他的科學學科內容融入在地球系統的主題下。

目前工作進度

到目前為止，本研究根據「引起動機、探究調查、分析解釋、應用評估（Engage, Explore, Analysis/Explain, Apply/Evaluate, EEAA）」等四階段的「學習環模型」（A learning cycle model），且針對下列三個地球系統主題（Theme）「地球資源、天然災害與防治、地球之動態與平衡系統」，分別發展出「地球系統-地球資源篇」（6 節課）、「地球系統-天然災害篇」（6 節課）、以及「地球系統-野外考察篇」（8 節課）等共 20 節課可貫穿整學期的統整課程與多元化教學模組。

其中「地球系統-地球資源篇」（6 節課）已經過國內北、中、東三所高中分別進行

試驗性教學以及正式教學研究共六次的實驗教學研究（參見末頁之研究流程圖）。整體而言，教師與學生對「地球系統-地球資源篇」的課程均表示滿意；從學生主動的正向回饋與表現可以發現學生多有如下的反應：「覺得上課方式活潑有趣，能引起學習興趣」、「學習到很多東西或日常生活的知識與常識」、「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」，以及「體認經濟發展與環境保護之兩難」等等，這些均呼應了本研究「地球系統-地球資源篇」之設計理念與期望。此外，任課教師們亦表示十分滿意學生的學習表現，而學生對於教師們在「地球系統-地球資源篇」之教學情形也都抱持肯定的態度，教師們亦認為此多元教學模組值得在中學階段推行。相關研究結果正在整理中（張俊彥和賴麗琴，投稿中）。

而「地球系統-天然災害篇」（6 節課）亦已在國內北、東兩所學校完成試驗性教學研究，現正在進行資料分析與教學模組的修正，預計將於七月間在中部的一所高中進行第三次的試驗性教學研究，下學期九月初開學後將在此三所學校同時進行正式教學研究。至於「地球系統-野外考察篇」（8 節課），乃以野外考察為主軸的教學活動，預計於 6 月初在兩所學校同時進行第一次的試驗性教學研究。

參考文獻

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**, **35**, 5-16。

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。**

張俊彥和賴麗琴(**投稿中**)**：「地球系統-地球資源篇」科學統整課程之研發與實踐。科學教育學刊。**

American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Chang, C. Y. (2001). A problem-solving based computer-assisted tutorial for the earth sciences. *Journal of Computer Assisted Learning, 17*.

Chang, C. Y., & Barufaldi, J. P. (1999). The use of a problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal of Science Education*, *21*, 373-388.

Chang, C. Y., Hua, H. P., & Barufaldi, J. P. (1999). Earth science student attitudes toward a constructivist teaching approach in Taiwan. *Journal of Geoscience Education*, *47*, 331-335.

Chang, C. Y., & Mao, S. L. (1999a). The effects on students' cognitive achievement when using the cooperative learning method in earth science classrooms. *School Science and Mathematics*, *99*, 374-379.

Chang, C. Y., & Mao, S. L. (1999b). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *The Journal of Educational Research*, *92*, 340-346.

Mao, S. L., & Chang, C. Y. (1998). Impacts of an inquiry teaching method on earth science students' learning outcomes and attitudes at the secondary school level. Proceedings of the National Science Council Part D, 8, 93-101.

Mao, S. L., Chang, C. Y., & Barufaldi, J. P. (1998). Inquiry teaching and its effects on secondary school students' learning of earth science concepts. *Journal of Geoscience Education*, *46*, 363-367.

Mayer, V. J. (1991). Earth-system science. *Science Teacher*, *58*, 34-39.

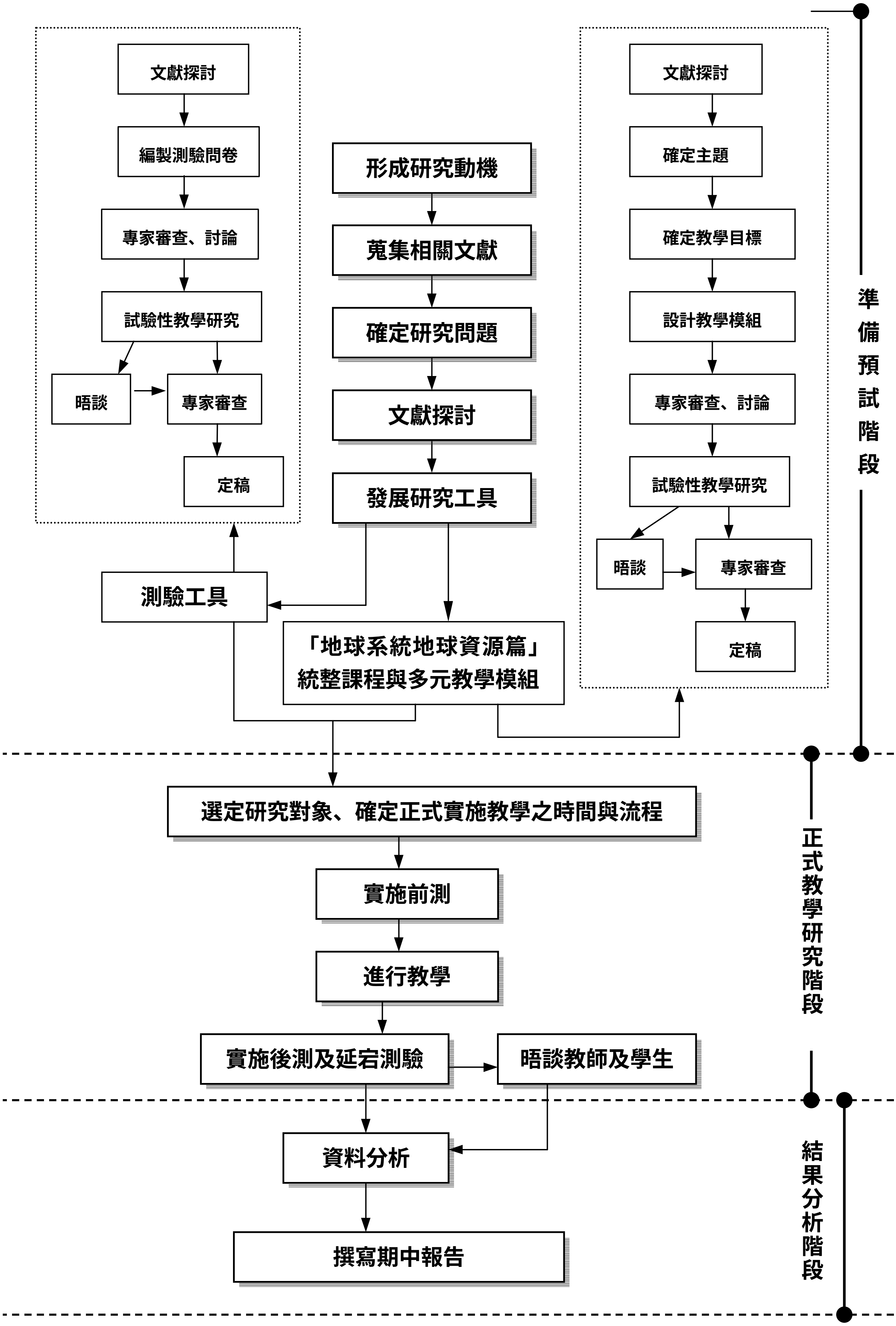
Mayer, V. J. (1995). Using the earth system for integrating science curriculum. *Science Education*, *79*, 375-391.

Millar R. & Osborne, J. (Editors, 1998). *Beyond 200: Science education for the future. The report with ten recommendations*. London: King's College London.

National Center for Earth Science Education (1991). *Earth science education for the 21st century*：*A planning guide*. Alexandria, VA: American Geological Institute.

National Research Council (1995). *National science education standards*.

Washington, DC: National Academy Press.



準備預試階段
文獻探討
編製測驗問卷
專家審查、討論
試驗性教學研究
晤談
專家審查
定稿
形成研究動機
蒐集相關文獻
確定研究問題
文獻探討
發展研究工具
文獻探討
確定主題
確定教學目標
設計教學模組
專家審查、討論
試驗性教學研究
晤談
專家審查
定稿
測驗工具
「地球系統地球資源篇」
統整課程與多元教學模組
正式教學研究階段
選定研究對象、確定正式實施教學之時間與流程
實施前測
進行教學
實施後測及延宕測驗
晤談教師及學生
結果分析階段
資料分析
撰寫期中報告