

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫(1)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2511-S-003-061-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立臺灣師範大學地球科學系(所)

計畫主持人：張俊彥

計畫參與人員：李文旗、洪逸文、李蓉欣、徐靜文

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 2 月 3 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

一個共識的追尋：中等學校地球科學教育現況調查 - 總計畫與子計畫一
Seeking a Shared Vision: Investigating the Current Status of Earth
Science Education (I)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 91 - 2511 - S - 003 - 061 -

NSC 91 - 2511 - S - 003 - 062 -

執行期間：91年8月1日至92年07月31日

計畫主持人：張俊彥

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 9 2 年 7 月 3 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

一個共識的追尋：中等學校地球科學教育現況調查 - 總計畫與子計畫一

Seeking a Shared Vision: Investigating the Current Status of Earth Science Education (I)

計畫編號：NSC 91 - 2511 - S - 003 - 061 -

NSC 91 - 2511 - S - 003 - 062 -

執行期限：91年8月1日至92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

本研究的目的是為抽樣調查全台灣地區各中等學校(包含國、高中)地球科學教師,了解他們在理想狀況下和實際教學狀況下,所認為或感受到之中學的地球科學教育目標,以及學生應具備之『地球科學素養』重要性排序為何。並分析不同背景資料之教師,比較其中之異同!希望能提供研究結果和基層教師之意見,作為教育主管機關將來在擬定未來地球科學教育目標以及制定相關地球科學課程綱要之參考。

文獻探討

二十一世紀是一個國際關係日益密切、社會快速變遷、知識爆炸的時代,而科技、科學進步的速度之快,更是遠超過我們的想像。因此,為了迎接新世紀的各項挑戰,世界各國無不致力於各項新科技與科學的研究,同時,更積極設法改善基礎的「科學教育」,期使下一代均能成為具備完整『科學素養』(scientific literacy)的新新人類。

綜觀美國科學教育過去一百多年的歷史(DeBoer,1991),我們不難發現美國科學教育的改革,除了立基於想像、猜測、直覺之外(Mintzes, Wandersee, & Novak, 1997),多半走的是歷史不斷告訴我們的東西,而我們最需要的其實都是我們覺得最缺乏的事務,所以過去這些年來,美國科學教育有時著重實用且與日常生活有關,有時又回到科學家重視內容的

科學。那麼到底什麼才是我國科學教育的目標?是科學知識還是實用與生活導向?這兩者之間能尋求一個平衡點嗎?我們在中學短短的六年中,真的可以培養出具有重要基本能力和科學知能的青少年嗎?還是這只是制定教育政策的專家學者們一廂情願的理想而已!因此在中學階段,我們究竟希望培養出具備什麼樣『科學素養』的學生呢?

我國於民國七十四和八十四年國、高中分別將『科學素養』一詞,納入理化課程標準的教學目標中;另外,我國近年來進行大規模的教育改革,其中的國民中學九年一貫自然與生活科技領域的能力指標中,更是明白揭示了『科學素養』的定義和重要性。而且培養並提昇學生的科學素養,已成為當前世界各國科學教育重要的目標和共識(American Association for the Advancement of Science,【AAAS】,1993;教育部,2001)。

可是到底什麼才是『科學素養』?『科學素養』有一個全世界共同的定義或準則嗎?學生應該具備哪些『科學素養』?本文將針對上述問題作深入的探討,希望能對於科學教育的走向及未來科學教育目標的擬定有所幫助。

研究對象

本研究對象為台灣地區中學九十一學年度(91.08-92.07)任教地球科學之中學教師,共計一百名。根據教育部最新的教育統計資料顯示,九十一學年度國內約有一千所中學(國中約佔70%,高中約佔30%)。同時,為使

抽樣具有代表性，將所有學校分為北、中、南、東四區，再依照各區學校比例隨機抽樣 10%，共一百名任教地球科學教師當作本次研究樣本。

研究工具

本次研究所使用之問卷為國立台灣師範大學地球科學系科學教育研究小組所研發之「地球科學教學現況與教學觀點問卷」的第五部分：「學生應具備之地球科學素養」(expected earth science literacy, EESL)。在 EESL 的研究調查中共分為地球科學目標和地球科學素養兩個部分。而地球科學目標又分為理想狀況和實際教學情境；另外，地球科學素養再細分為三個向度（知識、技能或能力、態度）。

為了解全台灣地區各中學地球科學教師，他們心目中實際教學過程中，認為中學生應具備之『科學目標』和『科學素養』和其重要性排序，因此，本問卷參酌 DeBoer(2000)所歸納出來的九項科學教育目標：(1)使人類文化智慧得以傳承；(2)為學生未來工作生涯做好準備；(3)學生能運用科學於日常生活；(4)培養現代化隨時獲取新知的公民；(5)發展學生探究自然世界的思考模式和科學方法(6)使學生了解日常生活中與科學相關的議題與報導；(7)讓學生欣賞感激大自然之美；(8)使學生對科學產生正確的態度與觀感；(9)了解科技的本質與重要性及其與科學的關係。同時，從相關文獻中(如 Weiss, 1987)也將下列十二項科學課程的目標列入本問卷的設計考量中：(1)對科學產生興趣；(2)學習基本的科學概念；(3)為下一個階段的科學課程做好準備；(4)發展訓練探究的能力；(5)發展訓練有系統的方法來解決問題；(6)學習如何有效率的傳達科學想法；(7)察覺到科學在日常生活中的重要；(8)學習有關科學在科技上的應用；(9)學習與科學有關的生涯工作；(10)學習科學的歷史；(11)察覺到與實驗室相關的安全議題；(12)發展訓練實驗室技能。同時也參考九年一貫課程中，自然與生活科技學習領域的學習目標以

及高級中學自然科各科教學目標來編製。

研究流程

本研究首先經過深入的文獻探討與整理並參酌本國國情後，已設計並研發出適合本國國情之「地球科學教學現況」(status of earth science teaching, SEST)與地球科學教師心目中「學生應具備之地球科學素養」(expected earth science literacy, EESL)之整合式調查問卷(名稱為：地球科學教學現況與教學觀點問卷)，同時並進行問卷信、效度化的工作、問卷 pre-pilot 以及問卷的修正工作。

因此，經過數次嚴謹的修正後，於九十二年五月針對全國經過抽樣之地球科學老師發出本問卷，同時以郵寄問卷搭配電話催收問卷的方式進行。最後回收之問卷共有 74 份，回收率為 74%。經過剔除無效問卷，剩下 60 份有效問卷，作為分析之樣本。

問卷回收並輸入資料庫後進行量化資料之數值統計、內容分析、資料之交叉分析、工作。首先以 SPSS 統計軟體進行量化資料的分析，除了描述性統計、頻率統計等基本性質描述外，並用 Kendall's tau(τ_b)和 Spearman's rho(r_s)來分析 SEST 與 EESL 及其各向度之間的關係。

結果和討論

一、地球科學教育目標

在列舉的十二項地球科學教育目標中，地球科學教師們均認為在理想的教學狀況下，學生應達到的前三項分別為：(一)學生具備基本的地球科學概念(知識)；(二)學生能欣賞大自然之美(態度)；(三)學生能知道探究自然世界的思考模式和科學的方法(技能或能力)。由上可知，三個科學目標的向度均有涵蓋在內。可是在實際的教學情境中，教師們所認為地球科學的教育目標前三項卻為：(一)學生具備基本的地球科學概念(知識)；(二)為未來的升學考試(國中基本學力測驗或大學學科能力測驗)做好準備(知識)；(三)學生能感受或察覺到地球科學在日常生活中的

應用（態度）；因此可以明顯的看出，在實際的教學狀況中，升學考試還是主導整個教學的方向，在高唱教育改革已經十年的今天，教學上仍是如此，真是值得大家深思。除此之外，經過相關性分析之後，發現理想和實際教學之科學教育目標之 Kendall's tau b (τ_b) 和 Spearman's rho (r_s) 分別為 0.565 和 0.711 ($p < .05$; $p < .01$)，顯見兩者間仍呈現中、高度相關。

- (1) 以不同地區來做比較，發現在理想的教學狀況下，中區教師和南區教師的重要性排序呈現極高度相關 ($\tau_b = .906$, $r_s = .972$, $p < .05$)；但是在實際教學狀況下，中區教師和南區教師的重要性排序卻呈現低度相關 ($\tau_b = .295$, $r_s = .388$, $p < .05$)，從統計資料中可看出，兩個地區教師在實際教學之科學教育目標上，前兩位排行均相同，但之後的排序卻呈現極大的差異，中區教師認為技能、知識和態度平均發展，但是南部教師較偏向態度和技能的養成。其餘各地區教師間對於科學教育目標的看法，不管在實際上或是理想教學狀況下均呈現中度相關 (τ_b 介於 .548~.678 間， $r_s = .673 \sim .859$ 間， $p < .05$)。
- (2) 男、女性教師不論在理想或是實際教學狀況下均呈現中、高度相關 ($\tau_b = .727$ 和 .758, $r_s = .881$ 和 .881, $p < .05$)，可見看法並無什麼不同。
- (3) 年齡三十歲以下之教師和年齡 51-65 歲之教師，在理想的教學狀況下，科學教育目標重要性排序呈現低度相關 ($\tau_b = .339$, $r_s = .589$)；但是在實際教學狀況下，兩者的重要性排序卻呈現高度相關 ($\tau_b = .772$, $r_s = .848$, $p < .05$)，而從統計資料中也清楚的發現，年齡較輕的教師在理想狀況中，認為最重要的科學教育目標為偏向態度方面（學生能欣賞並珍惜大自然之美），但是年齡較大之教師卻是知識的部分（學生具備基本的

地球科學概念），由此可以看出，台灣地區不同年齡層教師在成長時空背景不同下，對地球科學教育目標的重要性認知亦不相同。但是在現實的教學環境中，可能因為升學主義的壓力下，所以在實際的教學目標上看法較為一致。

- (4) 至於在畢業科系方面，不管是否為地球科學相關類科畢業之老師，在理想或實際上的看法均大致相同 ($\tau_b = .818$, $r_s = .930$, $p < .05$)。
- (5) 另外，不論是任教國中或是高中的老師，在理想或實際上的看法均大致相同 ($\tau_b = .687$ 和 .636, $r_s = .827$ 和 .769, $p < .05$)。
- (6) 任教年資在三年以下之教師和任教年資二十一年以上之教師，在地球科學教育目標的理想狀況下之重要性排序上，呈現低度相關，看法顯然有所不同 ($\tau_b = .349$, $r_s = .485$)。從統計資料中也清楚的發現，任教年資較少的教師在理想狀況中，認為最重要的科學教育目標為偏向技能與態度方面，但是任教年資較久之教師卻是知識的部分，可是在實際教學狀況下，兩者的重要性排序卻呈現顯著相關 ($\tau_b = .624$, $r_s = .800$, $p < .05$)，均偏向知識的部分。這個結果與年齡因素一致，可見在現實的升學壓力下，大家不得不採取一致的做法。

二、地球科學素養（知識）

- (1) 東部教師在地球科學素養知識的部分看法和其他地區教師作相關分析，結果均未達顯著相關，可見和北部、中部、南部教師之看法不太一致 (τ_b 分別為 .419、.344、.281, $r_s = .538$ 、.505、.468)，從統計資料中發現東部教師認為最重要的知識為天然『災害與減災』，而其他地區則比較偏向環境變遷與污染。這可以顯著的看出東部地區由於天然災害（地震與颱風）較多，因此當地教師比較偏向重視災害方面的主題。

(2) 男、女性在知識方面的看法尚稱一致 ($\tau_b=.504$, $r_s=.708$, $p<.05$)。

(3) 年齡三十歲以下之教師和年齡 51-65 歲之教師，在地球科學素養知識的部分看法之重要性排序呈現低度相關 ($\tau_b=.236$, $r_s=.316$)。從統計資料中發現，年齡較輕的教師認為最重要的地球科學素養(知識)為『地球資源與永續經營』方面，但是年齡較大之教師卻是『天然災害與減災』部分，由上可知，不同年齡層之教師所關心的議題仍有較大之差異。

(4) 在畢業科系方面，不管是否為地球科學相關類科畢業之老師，在地球科學素養知識的部分看法均大致相同 ($\tau_b=.657$, $r_s=.827$, $p<.01$)。

(5) 另外，不論是任教國中或是高中，在地球科學素養知識的部分看法均達到顯著相關，也就是說看法大致相同 ($\tau_b=.455$, $r_s=.622$, $p<.05$)。

(6) 任教年資不同，在地球科學素養知識的部分，看法顯然有較大的差異，尤其是任教年資三年以下之教師看法和其他任教年資(4-10年；11-20年；21年以上)之教師顯然不同 ($\tau_b=.277$ ；.419；.016, $r_s=.421$ 、.580、-.002)；至於其他任教年資彼此間的看法則呈現中度相關 (τ_b 介於 .512~.563 間, $r_s=.580$ ~.684 間, $p<.05$)，看法較為一致。

三、地球科學素養(技能)

(1) 在地球科學素養(技能)的部分，不同地區的教師看法均呈現高度相關 (τ_b 介於 .714~.857 間, $r_s=.833$ ~.952 間, $p<.05$ ； $p<.01$)，看法幾乎一致。

(2) 男、女性在技能方面的看法呈現高度相關，看法一致 ($\tau_b=.786$, $r_s=.905$, $p<.01$)。

(3) 年齡 51-65 歲之教師，在地球科學素養技能的部分看法之重要性排序和其他年齡層之教師(30歲以下；31-40歲；

41-50 歲)均未達顯著相關 ($\tau_b=.546$ ；.473；.473, $r_s=.653$ ；.575；.695)。

(4) 在畢業科系方面，不管是否為地球科學相關類科畢業之老師，在地球科學素養技能的部分看法均呈現高度相關 ($\tau_b=.815$, $r_s=.898$, $p<.01$)。

(5) 不論是任教國中或是高中，在地球科學素養技能的部分看法均達到顯著相關，也就是說看法大致相同 ($\tau_b=.571$, $r_s=.714$, $p<.05$)。

(6) 任教年資不同在地球科學素養技能的部分，看法大致還算相同 (τ_b 介於 .667~.764 間, $r_s=.729$ ~.862 間, $p<.05$ ； $p<.01$)；只有任教年資 11-20 年的教師與其他兩種任教年資(3-10年；21年以上)教師的看法未達顯著相關 ($\tau_b=.500$ ；.400, $r_s=.619$ ；.467)。

四、地球科學素養(態度)

(1) 以不同地區來做比較，發現在地球科學素養(態度)部分，各區之間均未達顯著相關 (τ_b 介於 .333~.619 間, $r_s=.357$ ~.750 間)。可見不同區域之教師在地球科學素養(態度)方面顯然各有不同之看法。

(2) 男、女性教師在地球科學素養(態度)方面的看法，也未達顯著相關 ($\tau_b=.488$, $r_s=.613$)。

(3) 同樣地，經過統計分析，不同年齡層的教師在地球科學素養(態度)方面的看法，也未達顯著相關 ($\tau_b=.143$ ~.619, $r_s=.143$ ~.679)。

(4) 在畢業科系方面，地球科學相關類科畢業之教師與非地球科學相關類科畢業之教師，在地球科學素養(態度)方面之看法未達顯著相關 ($\tau_b=.619$, $r_s=.750$)。

(5) 不論是任教國中或是高中之教師，在地球科學素養(態度)的部分呈現負相關和零相關 ($\tau_b=-.048$, $r_s=.000$)，由此

可見，國中和高中老師在地球科學素養（態度）的部分看法顯然是完全不同。

- (6) 在任教年資方面，只有在任教年資為3-10年之教師和21年以上之教師，在地球科學素養（態度）的部分看法呈現高度相關（ $r_b=.810$ ， $r_s=.929$ ， $p<.05$ ， $p<.01$ ）外，其餘各任教年資間對地球科學素養（態度）的部分看法均未能達到顯著相關（ $r_b=-.103\sim.586$ ， $r_s=-.037\sim.721$ ）。

在上述的各項分析中，可以得到以下一些看法：

- (1) 由基層教師在實務工作的經驗中可以得知，中學生應達到的科學目標，不是空泛而無法達到的口號，而是最基本的科學概念，同時和生活經驗有關，並能將所學應用於日常生活中。
- (2) 所謂『科學素養』一詞，也是莫衷一是、說法不一，經由這次的研究，可以清楚的對『科學素養』一詞有更清楚的詮釋，也就是說所謂『科學素養』應該是能清楚的了解基本的科學概念，並能養成主動解決問題和尋找資料的能力，且將其應用於日常生活中，同時能具備欣賞並珍惜大自然之美的高尚情操。
- (3) 在實際教學中，「為未來的升學考試做好準備」這一項，幾乎都位居重要性之第二位，可見升學考試仍是領導台灣地區中學教育的最主要因素。因此，高唱教育改革的同時，如果不能改善此一現象，所有的改革都將淪為空談。
- (4) 可以明顯看出只有在地球科學素養（態度）的部分，幾乎均呈現未達顯著相關，其背後原因值得再作深入之研究探討。

今後，將根據本次實驗結果，繼續進行大規模的問卷調查和深入的研究，同時並計畫晤談具代表性的地球科學教師，以加強問卷之不足，同時亦可更進一步的了解教師的想法。希望藉由這些詳細的研究和調查，了解中等學校

地球科學教學的整體現況，同時為未來相關地球科學教育目標的研擬以及課程綱要的編撰打好基礎。

參考文獻

- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- American Geological Institute (1999). *Earth System Science in the Community (EarthComm)* (<http://www.agiweb.org/earthcomm/>)
- Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Graber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy*, (pp. 37 - 68). Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education: Implication for practice*. New York: Teachers College Press.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582-601.
- Gibbons, J.D. (1993) *Nonparametric measures of association*. Newbury Park: Sage.
- Hurd, P. DeH. (1998) . Scientific literacy : New minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Hurd, P. DeH. (2000) Science Education for The 21st Century. *School Science & Mathematics*, 100, 282-287.
- Mayer, V. J. (1997). Global Science Literacy: An Earth system view. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 101-105.
- Shamos, M. H. (1995) . *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ:

