airiti Library

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

# 數理教師對科學、數學與數理統整的態度與信念

Investigation of Science and Mathematics Teachers' Attitudes and Beliefs towards Science, Mathematics and the Integration of Science and Mathematics

doi:10.6173/CJSE.2006.1405.03

科學教育學刊, 14(5), 2006

Chinese Journal of Science Education, 14(5), 2006

作者/Author： 蔡淑君(Shu-Chun Tsai);段曉林(Hsiao-Lin Tuan);邱守榕(Sou-Yung Chiu)

頁數/Page： 545-570

出版日期/Publication Date ：2006/12

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

http://dx.doi.org/10.6173/CJSE.2006.1405.03

DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，
是這篇文章在網路上的唯一識別碼，
用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 http://doi.airiti.com

For more information,

Please see: http://doi.airiti.com

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

最完整的學術整合查詢平台—華藝線上圖書館 ● http://www.airitilibrary.com ● Find more academic articles on Airiti Library

科學教育學刊
2006, 第十四卷第五期, 545-570

Chinese Journal of Science Education
2006, 14(5), 545-570

# 數理教師對科學、數學與數理統整的態度與信念

**蔡淑君** [1] **段曉林** [1] **邱守榕** [2]

[1] 彰化師範大學 科學教育研究所

[2] 彰化師範大學 數學系

（投稿日期：民國 93 年 12 月 31 日，修訂日期：94 年 10 月 5 日，接受日期：94 年 11 月 17 日）

**摘要**：本研究主要探討數理教師對科學/數學與數理統整的態度與信念，冀以作為科學與數學統整研究參考的基礎。研究對象為 89 位在職進修的數理老師，進行「科學/數學本質與教學的態度與信念問卷」量表施測，並挑選 8 位教師晤談。量化資料以 T 檢定分析數理教師對科學/數學本質與教學的態度與信念，並輔以晤談資料佐證，另再以「社會空間分析架構」分析晤談資料呈現數理教師在數理本質、教學、學習、統整等方面的觀點。結果發現，數理老師在科學與數學的信念（BSM）、對科學與數學的態度（ASM）、教科學與數學的信念（BSMT）、對學習如何教科學與數學的態度（ASMLT）、以及對教科學與數學的態度（ASMT）各向度表現均顯示正向。此外數學老師在對科學和數學的態度（ASM）向度、對未來進修數學相關領域的意願等方面顯著高於科學教師，其影響數學教師進修的原因除了喜愛程度之外，學科教學的需求是很重要的影響因素。最後，數理教師在數理本質、教學、學習、統整等看法大致相似，唯在學習先天論、「科技」在教學上的角色、對「操作」的定義、「生活實例」在教學上的功用等方面有不同的看法。

**關鍵詞**：數理統整、數理教師、教師信念、教師態度

## 壹、前言

科學與數學之間密切的關係應是不容置疑的，但數學與科學各自所扮演的角色以及兩學科領域之間的連結等問題，在國內的研究中較少受到重視。數理統整並非新的議題，早在 1901 年美國成立學校科學與數學協會（School Science and Mathematics Association, SSMA），就已開啟了討論科學與數學統整議題的大門，陸續的研究也相繼提出學生的數學基礎會影響科學方面的學習（Berlin & White, 1998; Czerniak, Weber, Sandmann & Ahern, 1999; Farenga & Joyce, 1999; Ormerod & Duckworth, 1975）。數理統整的議題不僅在學術研究上受到重視，在教

育政策宣導上，也提出數理統整的教育目標。國內的課程綱要則以數理學科學習指標的連貫方式說明如何進行數理統整的教與學（蔡淑君和段曉林, 2004），在數學領域中還特定明列”連結”的主題以彰顯統整的必要性，同時在科學領域的“過程技能”主題中，許多能力指標都與數學相關（教育部, 2004）。而國外的課程標準，如科學教育（American Association for the Advancement of Science, AAAS, 1993; National Research Council, NRC, 1996; National Science Teachers Association, NSTA, 2003）或是數學教育（National Council of Teachers of Mathematics, NCTM, 1989, 1991, 2000）的課程改革目標，也明示數理統整的必要性。上述的趨勢均指出，科學與數學統整的議題漸受國內外教育學者的重視，值得深入探討。然而，儘管學界與政策上的鼓吹，但在現實的課室教學未見具體落實。其原因一方面可能在現今學校環境中，進行科學與數學的教學與學習大都是各自獨立進行，另一方面可能在師資培育系統中，亦未規劃培養教師數理統整的能力。

許多學者提出，教師的信念是影響教學實務改變以及課程改革成功與否的重要因素（Clark & Peterson, 1986; Fang, 1996; Kagan, 1992; Thompson, 1992），而「信念」是內隱的，表現於外形成可見的「態度」。因此關於如何培養教師數理統整能力的問題，研究者認為必須先瞭解數理教師的信念、態度，特別是具有教學經驗的教師，再根據其所持有的態度及信念，來設計培養數理統整教學能力的課程，是本研究所切入的角度。因此在缺乏國內科學與數學統整相關研究的情形之下，本研究欲在科學與數學統整領域初步地探討國內數理教師對科學、數學與數理統整的信念與態度及其間之異同。

有鑑於此，本研究的主要目的為探討數理教師對科學、數學與數理統整的態度與信念，擬以兩項待答問題探討：

1. 比較數理教師對科學/數學本質、教學、學習、數理統整的態度與信念之間的異同處。
2. 探討影響數理教師的科學/數學信念、數理統整信念與態度之差異因素。

## 貳、文獻探討

以下就「數理統整」及「教師對科學、數學與數理統整之信念與態度」兩部分進行探討。茲分別論述如下：

### 一、科學與數學統整

有關科學與數學統整的研究議題，有統整定義的反思（Berlin, 1994; Oakley, 1974）、對統整的評論（Beane, 1995）、統整課程發展（Jocobs, 1989）、師資培育（Haigh & Rehfeld, 1995; Stuessy, 1995），以及統整計劃的實施（Westbrook, 1998）等。這些文獻都表達了科學與數學統整的重要，但很少對數理統整的定義提出具體且一致性的看法。例如 Jocobs（1989）認為兩個或更多學科一起教就是統整，統整課程實施的時間長短可由一節課到為期一學期之久（Czerniak, et al., 1999; Isaacs, Wagreich, & Gartzman, 1997）。並且以統整學科間融合的程度提出連續性的課程設計理念，從以學科為基礎（discipline-based）、並列（parallel）統整、多科統整（multidisciplinary）、科際統整（interdisciplinary）單元與課程，到整合時間和全面性的計劃等層次的統整。而 Berlin 和 White（1992）對於統整提出兩項明確的定義，其一為：統整是將數學方法融入科學之中，並且將科學方法融入數學之中，變成無法區分是數學還是科

學，另一為：統整是混合數學的量化層面與科學的情境層面。顯然 Jacobs 比 Berlin 和 White 認同的統整範圍更為廣泛，Jacobs 不僅包含兩學科完全融合的模式，也認同以學科為基礎的方式進行統整，而 Berlin 和 White 對統整的定義則較重視將兩門學科完全整合。

另一位學者 Beane（1996）談論統整時提出，統整應包含四項特徵：(一)由真實世界中個人或社會週遭的問題與議題組織成課程。(二)在非學科限制的主題情境脈絡中使用其相關知識。(三)研究當代問題的知識而不是為了考試或測驗的結果。(四)強調在活動或任務當中，知識的實際運用和問題解決。由此可見，他強調統整必需包含社會意義，重視問題由情境中產生，並不認同 Jocobs 所提的並列（parallel）統整，或是多科統整（multidisciplinary）的型式。

在統整的類型方面，Davison, Miller 與 Metheny（1995）指出科學與數學統整的五種類型：(一)特定學科的統整（discipline specific integration）：以輔助特定學科為目的，如在科學的學習過程中常涉及數學的計算，為了輔助科學學科的學習，特別在數學課程中加強計算的部分，包含計算、估算能力，或計算器的使用等，作為科學與數學整合的方式。(二)特定內容的統整（content specific integration）：以解決情境問題為目的，如求得大樓高度或樹的高度的問題，為統整相似形的數學概念和光的科學概念，在解決問題的過程中可以同時學習到科學與數學的知識。(三)過程的統整（process integration）：以學習必要技能為目的，如「測量」的概念及技能在科學與數學的學習過程中為必備的基本能力，因而在測量的部分進行整合。(四)方法上的統整（methodological integration）：因使用好的教學技巧而統整，如學習環的教學策略，在提供學生建構新想法的機會中，進而將所學的科學與數學知識整合。(五)主題統整（thematic integration）：以主題學習為目的，選擇一個統整科學、數學、語文、社會文化的主題，如以環境保育為主題，從中了解環境中生態種類平衡、以圖表表現保育的重要性，並結合保育機構介紹解說等等，在此過程中完全打破學科界線，但也可分析出包含科學、數學、語文、社會文化等議題（蔡淑君和段曉林, 2004）。另外 Steen（1994）提出五種可能進行科學與數學統整的方法，包含只在科學教學中完全的使用數學方法；只在數學教學中完全的使用科學的範例或方法；數學教學完全視為科學的一部份—當作語言或是工具；科學教學完全視為數學的一部份—當作原理的應用；以及在科學中完全的使用數學方法並且在數學中完全的使用科學的方法，兩門學科達到足夠的協調使得統整是可行的。不過 Steen 認為上述五種方式以第五種兩學科互為完全的統整較為合宜。

以上各種對統整的觀點，都是企圖要將科學與數學統整加以定義，但目前尚未達到共識，因此並不討論統整課程是否比傳統或是以學科為主的課程具有成效（Berlin, 1994; Czerniak, et al., 1999; Lederman & Niess, 1997; Pang & Good, 2000）。科學與數學統整的理念並不是那麼容易的被大眾接受，Berlin 和 White（1992）指出有人擔心在科學與數學統整的過程中，可能會迷失兩個學科本身重要的哲學觀、方法論、歷史上的差異等，除此之外，Lederman 和 Niess（1998）也強調數學與科學本身應具有其各自不同的學科本質特色。Schwartz, Gfeller 和 Lederman（2001）以知識論的四個部分：知識的確定性（Certainty of knowledge）、知識的簡易性（Simplicity of knowledge）、知識的來源（Source of knowledge）、知識的合理化（Justification of

knowledge），提出當代數學本質與科學本質的比較（見表 1）。

從表 1 可見，科學與數學本質具有知識是動態的、由人類的創造力與想像力得來等相同處，但兩者之間也具有些許差異，科學強調觀察、歸納、實徵性、一致性；數學講求邏輯推理、演繹證明、非實徵性、獨斷性，科學與數學的本質具有相同與相異之處，在落實統整理念時，這些差異之處或許是造成阻礙的原因，但了解此兩學科間的特色，應能以截長補短的方式進行整合。

從前述闡明科學與數學密切的關係的文獻中，清晰可見科學需要數學的情形，而數學需要科學的例證可在科學史與數學史中發現。在 18 世紀之前，數學家通常是在科學問題中看數學問題，許多數學家亦被視為是科學家，例如伽利略、刻卜勒等等，用數學方法、型式來說明科學的發現，當時數學發展的目的大多為了解決自然現象的問題，因此數學需要科學「提供問題」。而 19 世紀後數學家從解決科學的問題中注意到數學本身的問題，在分析、幾何、代數等層面欲達成數學系統的建立，例如微積分的嚴密性、歐氏幾何與非歐幾何的結構等等，可以脫離自然情境而研究的數學內在問題，數學才從科學中獨立出來。在實證研究方面，Elliott, Oty, Mcarthur 和 Clark（2001）在大學代數課程中，透過安排與課程相關的科學演講的方式進行教學，讓學生在學習代數的概念之前能夠理解相關概念的科學應用，有助於學生的代數學習認知與情意上的成效，亦可由學習的觀點上說明數學需要科學。

綜合上述觀點，欲探討教師對科學、數學與數理統整的觀感，可由下列幾個面向著手：(一)數理學科的本質：即教師認為科學、數學，以及科學與數學統整的內涵，包含所認定的學科性質、學科的本質、學科的意義等等，例如：教師認為科學為實徵性的學科，而數學為抽象性的學科，會影響其採用「互補」的方式進行科學與數學的統整。(二)數理教學的本體論：教師對科學或數學教學的定位，即認為科學或數學教學是什麼？教學的目的為何？例如：教師認為科學的教學是在教導學生認識自然界的現象，而數學教導則偏重在教抽象的符號運算等等。(三)數理教學的知識論：教師對科學或數學教學的信

表 1：科學與數學本質在知識論上的比較（Schwartz, et al., 2001）

| 知識論的領域 | 科學本質（NOS） | 數學本質（NOM） |
|---|---|---|
| 確定性 Certainty | □ 暫時性的（tentative）<br>□ 在觀察與推論之間連結<br>□ 證據與推論受人的創造力、想像力與社會文化價值所影響 | □ 動態的（dynamic） |
| 基礎 Simplicity | □ 以模型（models）來解釋現象，不強求複製<br>□ 被接受為科學的知識通常其內在具一致性 | □ 藉由一連串的邏輯推理達到相互之間的關係與連結 |
| 來源 Source | □ 實徵性的觀察和具有理論蘊含的詮釋<br>□ 人類的創造力與想像力被接受為科學知識通常其內在具一致性 | □ 人類的創造力和想像力<br>□ 獨斷的，與其他數學想法並不一致 |
| 合理化 Justification | □ 實徵性的<br>□ 被接受為科學知識通常其內在具一致性 | □ 基於抽象的邏輯演繹證明<br>□ 非實徵性的數學物件（objects） |

念，即認為教科學、數學、科學與數學統整的方法，例如：科學教學必須透過實驗操作，而數學教學需要較多的演練等等。(四)數理學科的知識論：教師對學習科學與數學的方法之看法，即認為如何學習科學、如何學習數學、在科學與數學統整中學生如何學習等等觀點。

從許多文獻（Clark & Peterson, 1986; Fang, 1996; Kagan, 1992; Thompson, 1992）可知，影響教室實務改變的因素之中以教師信念的影響最為深遠，尤其是學科與學科教學信念方面，影響教師在實務教學中的表現，教師展現於外的態度亦反應其教學的信念。因此本研究由教師的信念與態度進行探究，以作為科學與數學統整的其他領域（如師資培育）發展參考依據。

## 二、教師對科學/數學及數理統整的信念與態度

在科學教育與數學教育的研究中，許多探討數學信念和科學信念的研究，可分為探討對學科本質的信念，以及對學科教學的信念兩類。Handal（2003）認為數學信念主要由數學是什麼、實際和理想的數學教學如何發生，組合而成。相同的，在科學信念的研究也大多討論這三類信念之間的關係。教師的信念與看法會影響教師的教學，進而影響學生的學習（Clark & Peterson, 1986），如 Brickhouse（1990）指出教師對科學和教科學的態度與看法會影響實際教學的方式，而在 Handal（2003）研究數學教師亦有相同的發現。因此，教師信念影響教學實務的觀點在科學與數學教育研究領域中已被證實（Cornett, Yeotis, & Terwilliger, 1990; Grouws & Good, 1989; Peterson, Fennema, Carpenter & Loef, 1989; Schwartz & Riedesel, 1994; Thompson, 1984; Tobin & Fraser, 1989）。

然而，國內的教學信念相關研究（呂玉琴和溫世展, 2001; 陳忠志, Taylor & Aldridge, 1998），多僅討論傳統與進步兩種相對取向為主軸，並且分別只針對數理學科內的信念系統進行評估，並未探討數理統整的信念。Stipek, Givvin, Salmon & MacGyver（2001）的研究發現個人的信念系統是一致的，換言之，如果教師對學科知識的觀點偏向進步取向，則其他相關的信念系統—學生學習、教學方式等也偏向是進步取向。基於此觀點，面對實施科學與數學統整之際，教師對科學與數學以及兩者統整的信念應該是影響教師採用統整策略或方式的重要因素，科學教師在沒有受過數學教育訓練的過程中，如何看待數學知識，以及對數學學習的看法，將會影響科學教師進行統整課程時對數學角色的定位與決定。

關於數理教師對科學與數學統整的信念與態度之相關研究，McGinnis, Shama, Graeber, Parker, & Watanabe（1997a）發展「科學/數學本質與教學的態度與信念問卷（Attitudes and Beliefs about the Nature of and the Teaching of Mathematics and Science）」量表，以 94’、95’ 兩個學期分別為 200 和 210 個學生，透過問卷分析初步建立問卷向度以及說明問卷信效度。McGinnis, Watanabe, Shama 和 Graeber（1997b）針對 391 位數學、科學或教育研究所的學生進行問卷施測，發現參與數理教師培育計畫 Maryland Collaborative for Teacher Preparation（MCTP）的成員比一般老師有正向的態度和信念。McGinnis, Parker 和 Graeber 又於 2000 年針對 113 位 MCTP 的學生以及一般的中小學初任教師進行實施改革理念的比較，研究發現 MCTP 所培育的未來教師對改革的觀點比一般教師更多，足以表示 MCTP 的計畫能培育具有改革想法的新老師。

本研究考量融合信念與態度面向的完整性，主要採用 McGinnis 等人（1997a, 2002）發展之問卷，其問卷針對科學與數學學科設計了五個向度，分別包含科學與數學的信念、對科學與數學的態度、教科學與數學的信念、對學習如何教科學與數學的態度、對教科學與數學的態度，這些面向足以呈現教師的信念與態度的完整面貌，再輔以質性方法討論深層內涵。國外學者對於科學與數學統整的信念已進行了一些研究，如 Lehman（1994）、Stevens 和 Wenner（1996），以及 McGinnis 等人（1999a, 2000）的相關研究，而國內在科學與數學統整方面的議題尚未發展，而此方面的探討也付之闕如。

Lehman（1994）比較 161 位國小職前教師與 60 位在職教師對科學與數學統整的看法，透過自行設計的問卷進行資料收集，發現職前與在職教師呈現許多差異，在職教師認為本身具有足夠的科學與數學兩門學科的專業知識，足以進行統整課程的設計，並獲得更多科學與數學統整上需求的知覺，但是他們也認為科學與數學統整的進行並非一般教學可達到，對數學老師而言是一項額外的任務，因此會有時間不足的問題。而職前教師方面，較多人認為學科分開教學比統整教學好。

另外，Stevens 和 Wenner（1996）透過問卷針對 67 位國小職前教師，探究其科學和數學知識、對科學與數學教學的信念。學科方面以各專業領域區分，包含物理、生物、化學、地科以及數學等等，信念方面則主要討論本身的教學能力自信心。結果發現，這些職前教師不論在科學或是數學的專業知識明顯不足，但是他們仍對小學科學或數學的教學頗具信心。此研究雖一併討論了科學與數學的層面，但並沒有進行比較或整合。

除了前段論述多篇以問卷、量表作為研究工具的量化研究，也有質化的研究，如 McGinnis, McDuffie 和 Parker（1999a）特別針對 5 位新任教師進行個案研究，發現這些新任老師能夠實施數學與科學教學改革主要受到學校文化的影響。另外，McGinnis, McDuffie 和 Parker（1999b）與 6 位參與計畫的小學老師進行行動研究，從符號互動的角度討論科學與數學的整合，提出所有的研究人員（包括教授、合作研究者和小學教師）都認同在參加計畫的過程中進而接受從教學改革去整合數學與科學的課程。

上述探討科學與數學統整的信念相關研究多聚焦於科學與數學統整方面，容易忽略科學與數學各自的學科本質，但分開討論科學與數學的信念，又沒有對統整的意義進行探究。因此研究者認為欲探討科學與數學統整的相關研究，除了反映出教師對科學與數學統整的觀點，以及提出實施的困難之外，依據 Lederman 和 Niess（1998），以及 Schwartz 等人（2001）強調數學與科學本身應具有其各自不同的學科本質特色的觀點來看，教師對科學與數學學科的信念應該對此兩學科統整有所影響。然而，在統整的信念討論上，常忽略原本學科本質的信念，而較少提出學科信念間的關係與影響。有鑑於此，本研究將特別比較量表中科學與數學兩方面對應之單題，呈現在學科的情境問題下所展現的信念與態度差異，並且透過深入訪談，試連結科學與數學學科各自本質與數理統整的看法。

## 參、研究方法

本研究樣本選自國內兩所附設科學與數學在職教師進修的研究所，共有 89 位在職教師，其中 37 位科學教師、52 位數學教師，

男教師 50 人、女教師 39 人，這些教師大部分為國高中老師，只有 2 位國小教師，平均年資 9.5 年，為一群資深教師。Lehman（1994）提出資深教師比初任教師或職前教師對科學與數學統整的知覺具有較正向的看法，再加上 McGinnis, McDuffie 和 Parker（1999a）與 McGinnis, Parker 和 Graeber（2000）指出新進老師進行教學改變受學校文化影響最大，而資深教師具有豐富課室教學以及落實教育部新課程標準的經驗且為學校文化主要的影響者。因此本研究選取資深教師為研究對象，探究其對數理教學與統整的觀點以便日後能設計相關在職進修課程。

本研究主要採用 McGinnis 等人（1997a, 2002）所發展的“科學/數學本質與教學的態度與信念問卷（Attitudes and Beliefs about the Nature of and the Teaching of Mathematics and Science）”量表。此量表包含五個向度，分別為科學與數學的信念（Belief of Science and Mathematics, BSM, 共 14 題），如「在數學課裡，獲得問題的正確答案比探究的過程重要」；對科學與數學的態度（Attitudes toward Science and Mathematics, ASM, 共 5 題），如「我喜歡數學」；教科學與數學的信念（Belief of Science and Mathematics Teaching, BSMT, 共 10 題），如「小組活動應該屬於數學課裡正式的一部分」；對學習如何教科學與數學的態度（Attitudes toward Science and Mathematics Learning to Teach, ASMLT, 共 3 題），如「我想要學習如何使用科技（如計算機、電腦）來教科學或數學」；對教科學與數學的態度（Attitudes toward Science and Mathematics Teaching, ASMT, 共 4 題），如「我認為我有能力去教科學與數學這兩個學科的連結」。其問卷發展結果各向度的α值介於 0.60~0.81 之間。研究者將英文版量表進行翻譯，並依據此量表架構設計半結構式晤談問卷，詳細的晤談題目與量表單題對照於附件中呈現。為了因應國內數理教師大部分都是單純的教授科學或數學課程，因此只具有科學或數學教學的經驗，由於兩國教學經驗上的差異，研究者為避免無從填答的情形，在量表翻譯的同時將原分為數學與科學課程的兩個單題整合為第 6 題「我喜歡學習如何在數學或自然與生活科技課裡運用科技（如計算機、電腦）」，因此原量表 37 題刪改為 36 題，在專家效度方面，透過數學與科學領域的大學教授檢核，另請有經驗的數理教師、科教/數教的研究者約 10 人進行表面效度的檢核。研究者依據專家和測試者的意見進行修改，再對本研究對象 89 位教師進行研究施測，以收集量化資料，在本研究中重新施測整體α值為 0.81，各向度α值分別為 0.72、0.57、0.79、0.68、0.59。其中“對科學與數學的態度（$\alpha = 0.57$）”、以及對“教科學與數學的態度（$\alpha = 0.59$）”兩向度α值偏低的問題，在 McGinnis 等人（1997a, 2002）的研究中以 486 位正在進修的在職國小教師為對象，其施測結果於第二和第五向度的α值為 0.81、0.60。其中“對數學與科學的態度”向度偏低可能是本研究樣本數較低的緣故，而“教科學與數學的態度”向度的結果與 McGinnis 等人的研究結果相當，皆屬於信度值較低的向度。為避免僅由量化結果詮釋可能造成的誤差，因此本研究將再配合晤談資料的收集，並將質量資料相互驗證以提升本研究發現的可靠度。在晤談方面進行半結構式訪談，所挑選的晤談對象以量化資料的平均值 ±1 個標準差作為區分高、中、低三群的教師，分別挑選高分與低分群各兩位（1 位科學，1 位數學），中分群四位教師（2 位科學，2 位數學），作為整體樣本的代表進行晤談資料的收集，由 2 位研究者分別進行晤

談，一人晤談四位教師，其中數理教師各半，以深入瞭解數理老師對科學與數學統整的信念與態度。

針對上述資料的收集，本研究將所收集的量化資料進行 T-test 分析，比較科學教師與數學教師在哪些信念及態度上具有顯著性的差異。晤談資料進行轉錄成逐字稿之後，引用「社會空間」分析架構（潘淑滿, 2003）的分析方法，將數理教師的背景當作已知向度，半結構式晤談問卷各題為未知向度，兩位研究者一為科學背景、另一為數學背景，分別分析 8 位教師晤談資料，完成分析架構的表格。完成表格之後，一方面進行兩位研究者的分析結果交叉比對並再與晤談對象確認分析結果，另一方面則比對晤談對象之量表分數，上述由多位研究者以及多方資料來源進行資料分析比對視為三角校正，透過此方式以達分析結果校正以及信度的確認。晤談資料分析結果，輔以量化結果之證據，另一方面提出質性的主張以顯示研究發現。以下晤談資料編碼以 $ST_{1H}$~$ST_{4L}$ 表示四位科學老師的回應，$MT_{1H}$~$MT_{4M}$ 表示四位數學老師的回應，其中 H、M、L 為標明晤談對象在整體量化資料中分佈於高、中、低群之教師。

## 肆、研究發現

本研究融合質與量之分析，分為兩方面呈現研究結果與發現。一方面呈現量化問卷的統計分析結果，比較數理教師對科學/數學的信念與態度差異，進而輔以晤談資料做為佐證。另一方面亦由社會空間分析架構分析晤談資料，所提出的各發現均仔細分析八位科學或數學老師資料達到一致性，以下將數理教師對科學/數學與數理統整的信念與態度，綜合整理提出論述，並列出具代表性之原始資料做為佐證。

### 一、數理教師對科學與數學的信念與態度差異

#### (一)數學教師對數理學科的信念與態度比科學教師具有更正面的回應

由表 2 的結果顯示各向度的平均值皆大於 3 且接近 4（同意），這些數理教師對科學與數學的態度與信念並沒有很大的差異，均傾向正向。比較科學老師（ST）與數學老師（MT）在各向度上的回應顯示，僅在「對科學與數學的態度（ASM）」達顯著差異（$p < .01$），數理教師兩者的平均分數分別為 3.88 及 4.13，雖有達顯著差異但均顯示正向（M > 3）的態度（見表 2）。而比較數理教師的平均數值，數學教師普遍在各向度之平均值分數均比科學教師略高，只於「對教科學與數學的態度（ASMT）」向度兩者分數相當，顯示較多數學教師對此兩學科的信念與態度比科學教師具有更正面的回應。而科學教師對數學呈現較低的態度，其原因在於科學教師認為數學是較為抽象的學科，與日常生活的經驗關連性較少，不容易舉出合適的例子來

表 2：數理教師於各向度平均之分析結果

| 向度 | BSM (M/SD) | ASM (M/SD) | BSMT (M/SD) | ASMLT (M/SD) | ASMT (M/SD) | Total (M/SD) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ST | 3.48/.24 | 3.88/.45 | 3.91/.46 | 3.21/.53 | 3.90/.48 | 3.77/.27 |
| MT | 3.52/.22 | 4.13/.40 | 3.95/.39 | 4.38/.50 | 3.88/.50 | 3.84/.24 |
| t 值 | .80 | 2.78** | .46 | .94 | .23 | 1.25 |

註：**$p < .01$

做為教學呈現的說明。

R：那你喜歡數學嗎？

$ST_{4L}$：我喔…普通，一半不能說討厭啦，但是我沒有那種去鑽研（數學）的興趣…我對科學的態度很明顯就是比數學強。…我覺得（數學）那種東西就是比較抽象，而且很難去舉證跟哪些東西有關係，很難有趣啦。（$ST_{4L}$-04232004）

(二)數理教師除了對教科學與數學態度上的差異，對於進行數學科進修的意願亦有顯著差異

針對單題進行分析（見表 3），數理教師表現出顯著差異的單題都落於「態度」的面向，表示數理科老師在科學與數學的信念上具有一致性，這些老師接受進修的課程，吸收新的知識（如科學本質），與不同學科的老師進行互動，在信念上較能夠趨於當代的觀點而形成一致。雖有一致的信念，其展現之態度卻有所差異。由第 1 和 13 題發現，科學教師對數學課程的進修意願明顯的低於數學教師，但相對的，數學教師對科學課程的意願，其分數很高並且幾乎與科學教師所呈現的分數相同。換言之，不論數學或科學教師對於未來的學習都呈現出科學課程的需求，但數學課程並不受科學老師的嚮往。再細探第 2 和 21 題，數理教師對兩學科的喜愛程度雖都持正向的態度，但兩者間具有顯著差異（$p < .001$），儘管科學教師對數學學科呈現正向的態度，對於在數學課程方面的進修卻呈現意願較低的態度（M = 2.76）。

此外，科學老師感受到電腦科技在教學上的需求，面對目前九年一貫自然與生活科技領域統整物理、化學、生物、地科等學科，科學老師除了自己的主修科目之外，因應在職場上的需求，他們對統整科學各學科和使用科技的意識也獲得覺醒，因此科學老師在未來的進修選擇上，對於進修與科學相關或科技方面的學科表達高度的意願，但明顯地表達沒有進修數學的意願。

$ST_{4L}$：…特別我覺得電腦資訊方面的應用還要加強，譬如說我們本身要教學生使用 EXCEL 製作圖表等的能力，…像是怎麼去把數位相機的相片喔，怎麼樣去結合電腦，結合 power point，我想這個不難啦！只是我本身還沒有去沒有這個動手去從事這個方面，那包括電腦資訊方面的自己還要再進修啦。再來其他的教學知能方面，你說以國中的話當然有時候在生物方面像是延伸到宇宙的部分，說實在我們還是有所不足的，新知方面特別是關於科學

表 3：數理教師回應呈顯著差異之單題

| 所屬向度 | 單題內容 | ST (M/SD) | MT (M/SD) | t 值 |
|---|---|---|---|---|
| ASM | 1. 我以後打算進修更多與數學有關的課程。 | 2.76/.95 | 4.25/.65 | -8.24*** |
| ASM | 13.我以後打算進修更多與科學有關的課程。 | 4.19/.66 | 4.00/.69 | 1.31 |
| ASM | 2. 我喜歡數學。 | 3.51/.84 | 4.51/.57 | -4.03*** |
| ASM | 21.我喜歡科學 | 4.43/.55 | 3.85/.57 | 4.85*** |
| ASMLT | 29.我希望我所修習的大學或研究所的數學課程，有助於我未來小學或中學的數學教學。 | 3.97/.80 | 4.44/.57 | -3.06** |
| ASMLT | 31.我希望我所修習的大學或研究所的科學課程，有助於我未來小學或中學的科學教學。 | 4.32/.53 | 3.83/.88 | 3.32** |

註：*$p < .05$/；**$p < .01$；***$p < .001$.

方面的新知，要持續的補充，對在這方面有所不足，在生物方面的、在地球科學方面的、在天文學方面的。（$ST_{4L}$-04232004）

數學老師在未來對進修的選擇希望能夠依教學情況所需，在課程設計或是電腦科技方面再進行學習，但仍僅限於數學本科範圍或是應用科技於數學教學的能力。

R：你希望未來能進修哪一方面的課程？

$MT_{1H}$：課程設計、分析。像那種考題分析，比如說它設計這樣的題目，重點在哪裡，考到甚麼東西，缺點在那裡，為什麼不能這樣設計。會產生什麼東西？我覺得這個我都需要。（$MT_{1H}$-03312004）

R：往後研究所或者是進修。或研習的機會的話，你覺得會涉獵那方面的？

$MT_{3L}$：應該是比較屬於資訊方面的。因為我覺得那個比較立即有用。（$MT_{3L}$-03312004）

面對進修的選擇，都是依其教學情況所需來選擇。又為了因應目前科技在教學中的重要角色，因此數學教師都認為有必要再學習科技的能力，並能夠應用在教學上。數學對科學老師來說是抽象、無趣的學科，因此對數學的再進修興趣缺缺。另一方面也因為這些科學老師具備比較豐富的科學知識背景，在生活中能夠感受到科學的用處而對科學更加熱衷，並不需要特別以數學作為科學學習過程中的必要條件，使得科學老師認為本身所具備的數學知識足以用來面對科學的教學。

$ST_{1H}$：…會去比較深入的研究數學，應該是相關的科系或是說你對這門學科有興趣的，或是你從事的工作跟它相關的，那其實他才會特地的去…去研究數學這些東西。那像一般的人其實我覺得很少也不太可能去深入研究數學這種東西，可是科學的話其實它本來就是跟生活相結合的，所以這是很大的差別。（$ST_{1H}$-03252004）

影響教師進修的原因除了基本的喜愛程度之外，針對學科教學的需求是很重要的影響因素。因此，促進科學教師對於數學學科進修的意願必須提升教師對學科知識需求的知覺，甚至比培養教師的學科興趣來的重要，在專業成長領域的研究中，常以教師需求的覺醒作為成長的要件（Lee, 2004），此觀點與教師對學科需求的覺醒其重要性相為呼應。另一方面，由表 3 第 29、31 題中呈現出，科學老師對在大學或研究所中所修習的數學課程認為在教學上的幫助較為不足，這也可解釋影響科學教師進修數學課程意願的原因，這些科學教師基於以往修習數學課程的經驗，以及在現今所教授的科目中的應用層面，而對未來進修數學課程的意願顯得較為缺乏。

(三)數理教師在“數理進修意願”、“學科與教學態度”以及“學科本質”方面呈現差異，其中數學老師對“科學/數學的教學方式”的觀點明顯不同，科學老師則對於“科技在數理學習中的角色”以及“數理進修的期望”有所不同。

本問卷題目包含一些科學與數學學科對應的問題，以探討在數學與科學不同學科情境之下，數理教師的回應情形，例如「我喜歡數學」與「我喜歡科學」，以下討論此類對應單題，分析結果見表 4。由表 4 指出，數理教師共同在”數理進修意願”、”學科與教學態度”、以及”學科本質”幾個方面呈現差異，包含「1(13)我以後打算進修更多與數學（科學）有關的課程」、「2(21)我喜歡數學（科學）」、「3(16)從國小到國中，只有某些具有

表 4：數理教師在科學與數學對應題型之分析

| 題號（題型） | | MT（N＝37） | | | ST（N＝52） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 數學 | 科學 | 數學題（M/SD） | 科學題（M/SD） | t 值 | 數學題（M/SD） | 科學題（M/SD） | t 值 |
| 1 | 13 | 4.25/0.65 | 4.00/0.69 | 2.36* | 2.76/0.95 | 4.19/0.66 | -7.79*** |
| 2 | 21 | 4.15/0.57 | 3.85/0.57 | 4.38*** | 3.51/0.84 | 4.43/0.55 | -5.69*** |
| 3 | 16 | 3.33/0.98 | 3.62/0.84 | -2.39* | 3.19/1.13 | 3.84/0.90 | -3.47** |
| 4 | 22 | 3.42/1.04 | 3.21/1.04 | .88 | 3.35/0.98 | 3.14/1.13 | .67 |
| 5 | 24 | 3.92/0.84 | 3.75/0.90 | 1.35 | 3.65/0.86 | 3.92/1.12 | -1.47 |
| 6 | 20 | 3.10/1.05 | 3.35/1.06 | -1.59 | 3.05/1.03 | 3.16/1.01 | -0.85 |
| 7 | 23 | 3.58/0.80 | 3.90/0.66 | -2.91** | 3.76/0.86 | 4.08/0.72 | -1.92 |
| 9 | 17 | 4.38/0.57 | 4.23/0.51 | 2.41* | 4.32/0.67 | 4.46/0.56 | -1.71 |
| 10 | 14 | 3.94/0.78 | 4.13/0.66 | -1.81 | 3.62/0.98 | 4.19/0.66 | -4.31*** |
| 26 | 25 | 3.40/0.98 | 3.69/0.73 | -2.60* | 3.22/0.98 | 3.27/0.87 | -0.50 |
| 29 | 31 | 4.44/0.57 | 4.38/0.57 | 1.35 | 3.97/0.56 | 4.49/0.80 | -3.89*** |
| 33 | 30 | 4.12/0.73 | 3.83/0.88 | 2.99** | 3.81/0.84 | 4.32/0.53 | -4.27*** |

註：*$p < .05$; **$p < .01$; ***$p < .001$

特殊能力的人在數學（自然與生活科技）課裡才能確實地理解數學」、「33(30)我恐懼教數學（科學）」等單題。

除此之外，數學老師尚在「7(23)在數學（自然與生活科技）課裡，學生應該在老師介紹科學（數學）專有名詞之前有具體實物操作的機會」（$p < 0.01$）、「9(17)在數學（自然與生活科技）課裡，應該給學生正式的機會去思考他（她）們所學的內容」（$p < 0.05$）、「26(25)上數學（自然與生活科技）課時，應提供計算機使學生可隨手取用」（$p < 0.05$）等單題中對科學與數學不同學科表達顯著差異的看法，說明數學老師對於“科學/數學的教學方式”有明顯不同的觀點。

另一方面科學老師「10(14)在數學（自然與生活科技）課裡使用科技（如計算機、電腦），將會提昇學生對數學的理解」（$p < 0.001$）和「29(31)我希望我所修習的研究所數學（科學）課程有助於我未來小學或中學的數學（科學）教學」（$p < 0.001$）也展現科學與數學表現不同的觀點，對於科技在教學上的幫助，科學老師注重能夠將抽象科學概念具體化的功能，而數學老師則以應用數學概念為考量，視為延伸的學習，因此儘管數理教師未來都希望進修有關科技的課程，但在教學上則各有重視的層面，再進修所習得的知識或技能在教學上發揮不同的功效。

$ST_{3M}$：有一些東西比較抽象，或是根本在實際操作是達不到的時候，我就會想用這個方法（電腦）呈現出來讓小孩子清楚，比如說電解部分，如果你看不到，可以用電腦模擬呀，就是有一種模擬的情境讓他感受到那個現象或是那個現象讓他看到，因為我覺得我們有很多學習都是眼見為真，就像我看到了我就會想要比較會接受這樣子。（$ST_{3M}$-03232004）

$MT_{1H}$：我有用過 excel，就上統計的時候，先講一講重要的數學概念，像平均數、中位數，介紹一些…那個直方

圖、折線圖，然後下一節課就帶他們到電腦教室，用 excel 做資料，我覺得學生真的學的滿高興的。…（$MT_{1H}$-03312004）

## 二、數理教師對科學/數學與數理統整的信念與態度

以下針對數理教師對科學/數學與數理統整的信念與態度呈現晤談資料分析所提出之發現，以「對科學/數學本質」、「對科學/數學教學」、「對科學/數學學習」以及「對科學與數學統整」四個層面論述，可從表 5 中比較科學老師和數學老師的觀點。

### (一)數理教師對科學/數學本質的觀點

從表 5 中可見，科學教師認為科學是對環境中的自然現象進行解釋，範圍涵蓋較廣，舉凡自然環境中的現象甚至數學都屬科學的範疇，也就是說透過人類與自然環境之間互動而產生有系統的知識，都屬於科學。科學教師認為數學強調具有邏輯推理的性質，可以純粹是人類活動所訂定的規則，雖較為抽象，但這套規則可以套用或解釋事物，所以是學習科學的重要基礎。

$ST_{1H}$：我覺得科學就是人類嘗試去解釋自然現象，就是對自然現象的一個解釋，我認為這個就是科學。…那其實數學我覺得應該也是算是在科學的範圍，如果是以廣義的解釋的話，應該也是科學其中的一部分。…我覺得數學就是人類，然後他去訂一套準則，那個準則是用邏輯推理來訂的。那這個訂出這套準則之後呢，就會用這套規則套用或是解釋所碰的一些事物，或者問題，我覺得這個就是數學。…我覺得科學會用到數學，科學會用到數學的一些基礎，所以人家說數學是科學之母嘛！（$ST_{1H}$-03252004）

數學教師強調科學需要以客觀、驗證的

表 5：數理教師對科學、數學與數理統整的信念、態度比較

| | | 科學老師 | 數學老師 |
|---|---|---|---|
| 科學/數學 | 科學 | • 自然現象的解釋 | • 了解自然現象<br>• 客觀、有驗證的一定程序 |
| | 數學 | • 人類訂定的規則，符合邏輯推理、抽象的<br>• 套用或解釋事物，強調“解釋” | • 由演繹的方式形成定理、定義或一套規則<br>• 解決生活問題，強調”應用” |
| 科學/數學教學 | 科學教學 | • 實驗操作、講解科學概念、透過科技輔以教學 | • 較具體，可直接觀察、實際操作 |
| | 數學教學 | • 少操作，步驟性的紙上解題 | • 較抽象，容易與其他領域結合<br>• 演算也屬於操作活動 |
| 科學/數學學習 | 科學學習 | • 所有學生先天上都具備學好科學的能力 | • 與先天能力有關，需先天具有對科學有好奇心 |
| | 數學學習 | • 與先天能力有關，需具備良好的邏輯推理、抽象思考的能力，並不是每位學生都能學好數學 | • 與先天能力有關，需具有興趣和推理能力的條件<br>• 可透過練習達到學習成效 |
| 科學與數學統整 | | • 數學是科學的工具，在科學中常見於計算的部分<br>• 數學是科學的重要基礎<br>• 傾向「特定學科統整」 | • 數學是科學的工具<br>• 科學作為數學的應用情境<br>• 統整需視單元而定 |

程序來討論自然現象，因此學習科學主要是為了「了解」生活中的現象。對於數學，他們則認為數學包含數字和邏輯演繹的規則，其內容較為抽象，學習數學的目的是能夠「解決」日常生活中的問題，並且數學老師對科學的觀點偏向邏輯實證主義，強調科學知識是經由發現問題、提出假設、以實驗的方法進行驗證的程序而來，只要符合這套程序所產生的知識就是科學。此外數學教師認為數學知識的合理化過程較為嚴謹，必須經由演繹的方式形成定理、定義或是一套規則，可以在其他的領域上使用，作為學習的基本工具。

$MT_{2M}$：…它（數學）是一套人類為了能夠了解這個現象，用自己的一個思考、想法，所衍生出來的一門學問。然後它可以經過一般的演繹，先歸納然後做一般的演繹然後成的定理、定義，然後去做廣泛的推廣，這樣的一個學問。…科學我覺得…它經過一般的合理的一個程序，然後經過客觀的驗證，然後有它的定性，經過一個這樣探究的程序…經過比如說發現問題，然後是思考，然後去找出問題的發生的可能原因，只能假設。然後提出實驗方法和工具方法，然後驗證，經過實驗的方式或研究的方式來驗證，這樣就可以稱為是科學。

（$MT_{2M}$-03252004）

由上可知，數理教師對科學/數學本質的觀點有異同之處，相同處在於數理教師都認為科學是用來解釋或了解自然現象；而對數學的觀點則有不同，雖都認為是人類訂立的一套符合邏輯演繹的規則，因此很抽象，但科學教師認為這個規則是為了套用或解釋事物，強調“解釋”，而數學教師認為是解決生活問題，強調“應用”的層面。

**(二)數理教師對科學/數學教學的觀點**

1.科學/數學教學的方法

科學教師認為操作在科學學習過程中扮演很重要的角色，學生可以透過實驗活動和教師講解科學原理得到理解來學習科學，或是透過科技的使用來幫助教學；但認為數學的學科知識是抽象的，所以在數學教學方面很少進行動手操作的活動，即便有操作也只是透過有步驟性的進行紙上解題。

$ST_{1H}$：操作是讓學生學習科學，不管是科學概念啦，或者是科學能力啦，科學過程技能，其實是滿好的一個方式。從操作裡面其實他們可以學到滿多的東西!所以我會用操作，那當然另外有些東西，是你還是必須要去做概念的引導，所以我覺得兩個很大的主軸就是操作跟概念的引導，…我覺得科學可能比較可以讓人家探索…探討的東西會比較多。那數學的話有可能是一些紙上的探討，紙上的一些運算推理，這是我覺得他一個很大的差別。所以你不會看到一個數學老師在做實驗，所以你也不會看到數學老師在操作。

（$ST_{1H}$-03252004）

數學老師對科學的看法則是認為科學是探討自然環境中的現象，因為可以看得到，較為具體，因此可以直接在教學中透過觀察、實際操作、實驗等方式進行教學，而數學方面因為是邏輯演繹的規則，較為抽象，因此在教學時單以數學內容進行教學常讓學生感到無趣，必須將數學概念與生活進行連結，把生活連結視為舉例的角色。除了與生活連結之外，數學的教學透過活動、或演算作為數學的“操作”，以達到學習的效果。

$MT_{1H}$：從生活上的東西，遊戲的方式，還有就是你還要起點行為可以進入操作，就像剛才說的把兩個字拆開配乘兩個

字相加。這樣子的話只要簡單的加減跟算術能力就可以了。...包括用筆的演算，我覺得你出的題目能夠讓他上手做我覺得是操作的一部份。...我覺得科學能夠動手做，實際的例子比較多，數學的東西抽象的比例比較大，像上次說的反應速率跟逆反應(科學單元內容)，我覺得這個東西是比較抽象，可是我覺得這種東西在數學裡面好多。($MT_{1H}$-03312004)

$MT_{4M}$：...那數學可能就要利用生活中看見的現象來當做學生學習的素材，所以這個素材的選擇就很重要，如果只是一連串的數字這樣子，那學生一定不會有興趣，因為他覺得學這個也沒有辦法解決問題啊！所以一定會跟其他科做結合的...($MT_{4M}$-03252004)

可見，科學與數學老師對「操作」的定義不盡相同，科學老師對操作的定義偏向操弄物體而非符號之實驗活動。而數學老師認為紙上演練的活動，雖沒有具體的實物操作，但這種對符號的操弄也屬於操作的一種。

2.對科學與數學教學的態度

科學老師表示本身熱衷於科學，除了教學上的需求還會主動涉獵科學相關的知識，或是在面對生活上的問題時會用科學的角度解決問題，科學老師儘管認同科學與數學具有密切的關係，但是對於科學與數學的態度有明顯的差異，並不會因為兩者間密切的關係而有相似的態度。但是對數學則持較保留的態度，較不願意嘗試數學教學。

$ST_{4L}$：我喔...普通，一半不能說討厭（數學）啦，但是我沒有那種去鑽研（數學）的興趣，...我對科學的態度很明顯就是比數學強。...我覺得（數學）那種東西就是比較抽象，而且很難去舉證啦！跟哪些東西有關係，很難有趣。...我從沒想過要去教數學耶!

($ST_{4L}$-04232004)

數學老師對科學與數學都表示正向、積極的態度，且仍對本身專業之數學領域持較高的態度。不過在教學上並不會因為喜歡數學的程度較高而喜歡教數學，數學老師覺得數學比較抽象、乏味，反觀科學比較具體且生活化而嚮往進行科學的教學，並希望有機會能夠去教科學。

R：你會想要教科學嗎？

$MT_{1H}$：我會想耶！我覺得教數學好乏味，因為生活中找不到什麼例子。

($MT_{1H}$-03312004)

**(三)數理教師對科學/數學學習的觀點**

1.科學與數學學習的先決條件

科學老師基本上所有的學生先天上都具備有學好科學的能力，認為只要對科學具有學習的意願與興趣，就能夠學好科學；在數學學習方面則認為，學生本身在先天上所具備的能力，會影響學生學習較艱深的數學，要學好數學需要有良好的邏輯推理、抽象思考、對數字符號高度敏銳等能力，所以並不是每位學生都能夠學好數學。足見科學老師對於學習科學與數學區分為後天努力或先天認知能力的差別。

R：你認為每位學生都能夠學好科學嗎？

$ST_{3M}$：嗯。我認為應該都可以。

($ST_{3M}$-03232004)

$ST_{4L}$：我想學這兩種領域（科學、數學），最主要都是願意去思考它，主動去探究它的，這是我覺得一樣的。至於不一樣的話，數學可以是比較抽象的，抽象概念的表達，說實在的我也不覺得我自己數學學的很好，那有時候是抽象思考能力，甚至這種多面性的思考能力喔，有時候也要滿強的。但是理

化的話，...願意鍥而不捨的去探究它，按照一定的步驟過程去實驗去探究它的話，應該都可以進行科學的探究。但是我覺得比較高深的數學就牽涉到個人的天賦資質問題，有時候反而比較不容易。（$ST_{4L}$-04232004）

數學老師相較於科學老師認為在學習上需要更多的天賦。他們認為學生學習科學，需要天生對自然現象具有好奇心，並且具備良好數學基礎的學生，才能夠學好科學；數學學習方面，如果是較抽象或艱深的部分，則需要具備興趣、推理能力的條件，這些條件與先天性有關，但後天的因素（如學習成就）也會造成一些影響，先天上的優勢在數學或科學上有利於學習的速度。數學老師不論對科學學習或是數學學習，都認為先天與後天的認知能力與興趣均會影響學生學習科學與數學的速度、持續力或深度。

R：...每一個人都可以學好數學？

$MT_{3L}$：應該是吧!因為數學只是一種技巧、方法，應該可以學這基本的過程，當然更深一層，像抽象的部分，或是那種比較深入的，這就要看天份了。（$MT_{3L}$-03252004）

$MT_{2M}$：興趣好奇都是天生都有。就像我發現小孩子對很多事情都很有興趣，都很好奇，都想去 touch 看看，但是後來可能發現在學習上，可能學習環境或者一些大環境或者整個其他種種因素的關係，造成他一些挫折或者學習落後的關係，導致他對學習失去信心後，他就學不好，可能是這個原因。（$MT_{2M}$-03252004）

由上可知，科學與數學老師都認為學習數理學科需要興趣，但認為興趣是否「與生俱來」有不同的看法，同時都認為天生的能力會影響數學的學習，主要是因為認為數學的抽象性質不是每個人都可以學好。而對於科學的學習，科學老師認為每個學生都可以學好科學，而數學老師認為學習與先天的能力有關，其包含情意層面的好奇心，以及認知層面的抽象能力等。

2.科學與數學學習的目的

科學教師認為學習科學基本上能夠了解自然環境對現象進行解釋，更深層的則是運用這些理解可以對自然現象進行判斷與預測，不僅瞭解自然環境、也需養成科學素養與態度，並將所學落實應用在生活當中。而數學學習則是在培養個人的基本能力，包括邏輯推理、符號應用，以及數字運算等，這些數學能力有助於學生的科學學習或是能夠在其他領域學習時加以運用。

R：您認為學生為什麼要學科學？

$ST_{1H}$：我覺得第一個它是跟生活息息相關的，因為生長在這樣一個文明的社會，其實我們生活是脫離不了科學的，這就是我覺得他們要學習科學的第一個重要原因。那第二個我覺得，基本的科學素養應該是現代公民他應該具備的。那第三個就是，其實學習科學是可以訓練很多能力，那這個能力其實跟他未來在生活上或者是在工作上其實有相關的地方，譬如說你可以運用一些科學的方法，科學的能力來解決你生活上的問題，這是我覺得他們應該要學科學的地方。（$ST_{1H}$-03252004）

數學老師認為學習科學是為了能夠滿足對自然現象的好奇，因此科學學習需要與生活經驗相結合，才能夠讓學生達到真正的學習。而學習數學雖是為了面對日常生活中所遇到的數學問題找尋解決的方法（如買賣問題），但數學的抽象化，是一套既定的規則，因此對數學學習的策略可採用抽離情境的練習方式來加強。

$MT_{1H}$：我覺得某些時候數學可以經過比較反覆的練習可以獲得，可是我覺得科學的東西是比較廣泛的，你可能知道這個概念以後，可是生活上反而類似的東西比較多，你反而要去聯想或類推，或是歸類我覺得比較難，可是我覺得真正學的數學範圍都比較侷限，科學的東西我覺得類推的反而比較大。（$MT_{1H}$-03312004）

$MT_{2M}$：他今天要處理日常生活中的事情，有關於數字變化，就要學數學。簡單的就是加減乘除，...那國中的話可能就再繼續深入一點，可能對幾何的部分要學習比較多，...家裡面買房子大概幾坪大概多大有一點概念，所以學生要學數學目的就是要解決日常生活中的數學問題。（$MT_{2M}$-03252004）

$MT_{4M}$：我想要學科學可以從內跟外兩個原因來講。內的話就是他想要了解他的存疑，因為大自然界很多現象，包含從小為什麼會打雷？為什麼？有很多為什麼，...這慢慢的過程裡面其實就是科學，...所以學科學是在解答他的疑惑...科學部分就會觀察，比較深層一點就是你會探究它的原因，那數學可能就要利用生活中看見的現象來當做學生學習的素材...（$MT_{4M}$-03252004）

數理教師認為「生活實例」在科學與數學學習中扮演不同的角色，在科學方面作為學習科學知識的「題材」，在數學學習中則被視為是學習過程中最後階段的舉例的角色。

**(四)數理教師對科學/數學統整的觀點**

1.科學與數學的關係

數理教師都將對方的學科所扮演的角色立於工具性的面向，但工具的屬性不同。科學老師明確的表示在科學教學中的數學只是教學或學習上的工具，數學是為了學習科學的一項技術。因此，科學老師面對學生的數學困難常採用“技術”導向的解決方法，例如在學習科學的過程中面臨到計算層面，通常採用重覆練習或是簡化的方式（以較簡單的數字練習）訓練學生。同時，此想法也影響科學教師進修數學學科的意願，認為有個人特別興趣或工作需求的人才會進修，而科學老師認為個人的數學能力足以負擔科學教學中的數學成分，並不認為有工作上的需求需要再進修數學。

$ST_{2M}$：我覺得這兩個之間的關聯我會覺得，數學是做科學研究的工具，就是它有助於我們做科學上面研究的一些工具。那所以數學好的人，可能對於他自己在做科學上的研究是有幫助的。（$ST_{2M}$-03312004）

$ST_{1H}$：數學對我來講，它只是一個我在要去學習科學或者是教導科學上會用到的一個工具而已，我只是把數學當作是一個工具。...：不會對他特別的研究或者是喜愛。...我覺得數學它的功用就是在這個地方。（$ST_{1H}$-03252004）

而數學老師亦將科學視為數學學習的工具，但其屬性為作為“情境”的工具，學校數學被視為抽象、乏味的學科教學，認為科學有較多的例子，可作為數學學習或應用的情境，這使得數學老師對於科學學科知識以及學習抱持著嚮往的態度。

$MT_{4M}$：數學應該是科學的工具吧！...要解決科學的問題有時候要用到數學的計算...或是公式呀，像自由落體...距離速度那個...有時候我們在數學課的應用問題裡也常教到這樣的（科學的）問題...不過我們數學教完以後就是要教學生會應用...（$MT_{4M}$-03312004）

科學與數學老師都將彼此學科作為教學上能夠加以應用的工具，但兩者的應用面向不同。科學老師將數學作為技術層面的工具，因此科學老師採用練習、簡化數字的方式解決教學上遇到的數學問題，反觀數學老師是將科學視為情境做延伸或說明數學知識內容，也就是說他們通常在數學教學中採用教完數學概念後再延伸、應用到科學情境。

2.科學與數學統整的方法

科學老師認為在此數學負責解決學生學習科學過程中所遇到的計算問題，許多需要用到很多計算的科學單元，如莫耳、運動定律、力等單元，可以與數學學科進行統整。此類型統整教學因為能夠讓學生感受到學習數學的用處，學生興趣應該會提高。因此科學老師一般傾向的統整方式應以科學內容為主，輔以數學之演算技能的方式進行教學。也因如此，在進行科學教學中若遇到需要數學的部分才請數學老師協助教學。在此數理統整的方式屬於 Davison, Miller 與 Metheny（1995）提出的「特定學科統整」的類型。因此科學與數學兩門學科的統整最好能夠由兩個科目的老師以協同教學的形式進行教學。

$ST_{1H}$：其實我覺得（科學與數學統整）可以去嘗試，這樣的統整其實是對數學好，是對數學老師好，因為可以把他們學生對數學的興趣拉高，那對科學來講的話我倒覺得還好。所以如果我是數學老師，然後我了解到科學的這些好處，其實我會願意跟科學統整，可是如果我是科學老師的話，我也會願意跟數學老師統整，可是我會僅限於計算的部分。計算部分我會很樂意的跟數學老師統整，就是說概念部分我來教，那計算的部分就是由數學老師來教。那我覺得如果能夠這樣合作的話其實會不錯，因為數學老師來教計算的部分他們會教的比我們好，那我們也會比較輕鬆一點，

///

$ST_{1H}$：莫耳滿可以統整的，因為它需要用到數學的能力太多了，所以如果能夠統整這個地方，學生會學的更好。因為我們科學老師在教莫耳，在莫耳的計算方面，其實我覺得我們不會教的比數學老師還要好，所以由他們來教這個部分的話，其實應該會很好的。（$ST_{1H}$-03252004）

對數理統整方面，數學老師認為目前在進行數學教學時，就能夠融合科學進行教學，不過並非每個單元都適合統整，仍要視單元特性而定，如測量等單元，在情境中較易展現，是比較容易進行統整的數學單元，必須先將主要的數學概念教給學生，而科學層面的知識作為擴展、運用的層面，或是將這些科學層面的知識作為數學的情境佈題。

$MT_{3L}$：我覺得（對科學和數學統整）看法是說，不會為了統整去統整。有些單元很適合統整。比如說就像我剛講的函數之類的，或者是，我會看單元，那個單元如果很適合的話，那就不要只有教數學的部份。其他都可以多讓他了解。…純數學知識的話，當然如果純數字，就不能跟科學做比較，沒辦法做連接，可是大部份來講應該都有吧。比如說我們數學在講測量的時候，那測量跟光一定有關係。那光跟科學就有關係。像這樣都可以做連結。（$MT_{3L}$-03312004）

總言之，不論是科學或數學老師，對於進行科學與數學統整的知覺都是從自己的學科領域出發，再融入或延伸至另一個學科，持有學科本位的觀點。對於科學與數學統整

的看法，兩者均朝向 Davison 等人（1995）所提出的特定學科統整類型。此外，數理教師均認為數理統整需視單元特色進行，並非所有單元均適合統整。

## 伍、討論

根據量化結果發現，數理教師對本身的學科或對方的學科，顯現出正向的科學與數學信念與態度，對於往後推動科學與數學統整的目標是必備的條件。尤其是由這些老師的回應當中發現，數學教師在教學上知覺到科學學科進修的需求，Frykholm 和 Meyer（2002）提到數學老師在數學教學的基礎上，發現豐富的科學情境可以與數學連結，此論點亦發現於本研究中。在本研究中這些有經驗的數學教師累積過去的教學經驗，認為在數學教學上極度地需要科學情境的學科知識作為教學應具備的知識。在科學老師方面，雖對數學學科呈現正向的態度，但對數學學科專業的進修意願反應較不理想，其原因之一可能是科學老師的以往在師資培育機構所提供的數學課程，無法直接地提供科學老師在實務教學上的幫助；或另一可能原因為，對於國中科學教師來說，較關心的是在科學教學中需要哪些數學概念與技能，數學在科學教學中的角色多扮演工具性的角色而已，科學老師大多認為本身的計算能力對於國中科學課程已足以運用，並不需要再進修有關數學的課程。數理教師雖對數理進修意願方面呈現差異，但都有意進修科技資訊方面的課程，主要可能受近年來科技發展的衝擊，意識到科技能力是必須要提升的教學能力之一，尤其是融入科技的教學能力方面。

對於在數理學科統整方面的看法，科學與數學老師認為在統整的議題上必須要視單元而定，但在實際的教學中，因為科學的課程和數學的課程其編排內容有所差異，造成兩者之間無法相互協助。例如，在科學中所使用的計算或概念（如正反比概念），在數學教學中可能尚未安排教學或甚至無此概念課程安排，因此，在科學與數學學科之間的教材內容如何互為參照，是非常重要的。

再者，針對數理教師對科學/數學本質、科學/數學教學、科學/數學學習、科學/數學統整四個方面的觀點所提出的論述，從知識論觀點來看，數理教師皆認為科學與自然現象的知識有關，但科學老師認為科學只是一套解釋自然現象的知識，換言之，知識不是既定的，而是由人類創造的；在對數學本質方面，亦表示數學知識為人類訂定的規則，顯示科學老師的學科信念較偏向建構取向的科學本質觀。而數學老師則認為科學為了解自然現象、有一定的程序，認為數學強調演繹、定理、定義，其內涵是假設自然現象中已有既定的知識存在，屬於偏向邏輯實證主義的觀點。國內有關對科學學科或教學信念的研究（陳忠志等人, 1998; Tsai, 2002）表示大多數老師在對科學學習上都偏向建構主義觀，本研究發現科學老師不僅對科學學科如此，在對數學學科方面也偏向建構主義觀。而數學老師方面，儘管國內研究（呂玉琴和溫世展, 2001; 莊淑琴, 2003）提出數學教師的學科信念、教學信念也偏向建構主義的觀點，但在本研究中，以科學方法的層面來看，不論對科學或數學學科都傾向邏輯實證主義的觀點。

在學習方面，數理教師都認為在科學學習過程中需要具體操作、觀察、實驗等方式進行學習，而數學的學科內容本質上較抽象，不易進行實務上的操作，但數學老師將符號的操弄亦視為有助於教學的操作活動，

如紙上演練或工作單的活動，因此他們認為可以透過反覆的練習達到學習成效。數理老師雖都認同在數理學科方面的學習應讓學生實際操作，但礙於數學內容抽象不容易具體呈現，或較少提供機會讓學生具體操作，因此在數學學習上「練習」還是佔有不可或缺的地位，可見數理老師因對數理學科的本質有不同的觀點，而對數理學科的知識論方面亦持有不同的觀點。

在數理統整方面，數理教師所認定數學或科學彼此分別在數學或科學教學中所扮演的角色，可能是影響著教師進修的選擇的原因之一。科學老師雖認同數學是科學的重要基礎，但正是因為數學作為「基礎」的角色，科學老師認為不需要進修更廣泛的數學，只要在科學教學上夠用就好了。並且在國內科學老師的培育課程中，必安排數學基礎課程作為大學科學課程學習的基礎，例如微積分。但數學老師的培育課程中未必安排科學課程，或是將科學課程安排為選修課程，例如普通物理。如此培育背景之下，數學老師欠缺科學課程的訓練，或許造成其對科學課程的再進修表達高度的需求與熱忱，相對於科學老師或許已具備數學相關的基礎知識，對於數學方面的再進修意願較低。

## 六、結論與建議

### 一、結論

本研究的目的是透過一群有經驗的數理教師，探究其對科學/數學及數理統整教學的信念與態度。量化結果發現，數理教師對科學與數學的態度上雖持正向態度，但有顯著的差異。在專業成長上數學課程的需求，數學教師也明顯的高於科學教師，但在科學課程的需求上，數理教師的回應幾乎是一致的，認為科學的學科內容較數學的學科內容符合生活經驗並能作為教學上貼近生活的事例。數學教師認同使用科技幫助學習的理解不及科學老師，可見科技在科學教學中佔有較重要的地位，並且數學老師運用媒體來進行教學的認知較少，還是習慣以傳統的解題方式進行教學。

在質性晤談資料分析指出，數理教師雖然具有不同的專業背景及任教科目，但是均呈現出許多類似的信念。亦即，數理教師都能夠知覺到數學與科學兩門學科之間密切的關係，並且認為數學運算能力確實會影響到科學的學習，特別是面臨需要計算的單元，如莫耳、光等單元，涵蓋數學的計算或三角函數概念，因此科學與數學老師都認同數學做為科學工具的功能。

數理教師也一致地認為科學所涉及的領域可以從日常生活中觀察現象得來，經由客觀、驗證的方式進行辨證，而數學則是由人類透過邏輯推演的程序所形成的規則。此結果與 Schwartz 等人（2001）對科學與數學本質進行比較分析，提出科學強調觀察、歸納、實徵性、一致性；數學講求邏輯推理、演繹證明、非實徵性、獨斷性相似。莊淑琴（2003）亦提出數學是由事實、規則和技巧累積而成的，是屬於工具主義的數學哲學觀點。本研究不論科學或數學教師所呈現的數學信念皆為此一類型。

數理教師對於科學/數學的學習受先天或後天影響的看法有些為差異，數學教師認為天生的能力會影響數理兩者學科學習的成效。天生具有良好邏輯推理、抽象能力的學生在學習數學的過程中比較不會受到挫折。而天生對自然環境現象有興趣、感到好奇的學生，在學習科學時他們比較容易理解科學，因為數學是學習科學需要具備的基本能力，因此數學能力較好的學生，他們在學習科學的過程中也比較容易達成學習的目標。

在看待數學學習方面，科學老師亦有同感，但對科學學習則認為每位學生都有具備學好科學的能力，不受先天能力所影響。

## 二、建議

基於本研究結果，發現問卷效度於「對科學與數學態度」、「對教科學與數學的態度」向度偏低，建議未來相關研究可增加樣本數以提高α值，或是增修問卷題目以更符合國內教學環境。

另一方面，本研究提出有關教師專業成長的課程規劃建議應針對數理教師不同的背景需求而組成，形成以教師為中心的專業成長團體，並且如 McGinnis, McDuffie 和 Parker（1999a）在研究中提出，老師之所以會相信參與計畫有助於數學與科學教學上的連結，是因為在特定課程中教授強調兩個學科關聯的先前經驗。因此在進修課程中應多傳達科學與數學兩者相關聯的議題，以加強兩者統整之教學或學習信念。尤其是數學進修課程的安排，對於科學老師來說，需更注重如何將學生的數學計算能力運用於科學問題之中，不僅是進修專業的高等數學。對於職前教師的培育規劃，除了重視本科學科素養之外，也須學習科學與數學連結的知識與教學策略，能夠在教學上將學生分別學習到的科學或數學知識進行連結。再者，依據本研究發現數理教師在此兩門學科上有不同的需求與信念，因此，進行科學與數學統整的方式必須考量不同學科背景老師的需求與信念而設計，這一方面將於後續研究繼續探討。另一方面，在教學上數理教師有時亦考慮了科學與數學統整的情形，但礙於教師專業知識不足而無法發揮，因而建議數理教師應相互合作，共同規劃在數學與科學課程中相關的單元，得以加強學生的數學能力以便學習科學，同時透過科學與數學統整的教學也可讓學生體會數學的用處。

## 參考文獻


1. 呂玉琴和溫世展（2001）：國小、國中與高中教師的數學教學相關信念之探討。**國立台北師範學院學報**, **14**, 459-490。
2. 教育部（2004）：**九年一貫課程數學學習領域之能力指標**。2004 年 6 月 19 日，取自 http://teach.eje.edu.tw/9CC/fields/2003/math_3_1.php。
3. 莊淑琴（2003）：國小教師數學本質信念之研究。**彰化師大教育學報**, 4, 139-165。
4. 陳忠志, Taylor, P. C., & Aldridge, J. M.（1998）：國中教師科學本質及科學教學信念對理化教室環境的影響。**科學教育學刊**, **6**(4), 383-402。
5. 潘淑滿（2003）：**質性研究：理論與應用**。台北市：心理。
6. 蔡淑君和段曉林（2004）：論科學與數學之統整。**科學教育月刊**, **275**, 6-19。
7. American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
8. Beane, J. A. (1995). Curriculum integration and disciplines of knowledge. *Phi Delta Kappan, 76*, 616-622.
9. Beane, J. A. (1996). On the shoulders of giants! The case for curriculum integration. *Middle School Journal, 28*, 6-11.
10. Berlin, D. F. (1994). The integration of science and mathematics education: Highlights from the NSF/SSMA wingspread conference plenary papers. *School Science & Mathematics,* 94(1), 32-35.
11. Berlin, D. F., & White, A. L. (1992). Report from the NSF/SSMA Wingspread conference:

A network for integrated science and mathematics for teaching and learning. *School Science and Mathematics, 92*(6), 340-342.

12. Berlin, D. F., & White, A. L. (1994). The Berlin-White integrated science and mathematics modle (BWISM). *School Science and Mathematics, 94*(1), 2-4.
13. Berlin, D. F., & White, A. L. (1998). Integrated science and mathematics education: Evolution and implications of a theoretical model. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 499-512). Great Britain: Kluwer Academic.
14. Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education, 41*(3), 53-62.
15. Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research in teaching* (pp. 255-296). New York: MacMillan.
16. Cornett, J. W., Yeotis, C., & Terwilliger, L. (1990). Teacher personal pratical theories and their influence upon teacher currivular and interactional actions: A case study of a secondary teacher. *Science Education, 74*(5), 517-529.
17. Czerniak, C. M., Weber, W. B., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics, 99*(8), 421-430.
18. Davison, D. M., Miller, K. W., & Metheny, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really M? *School Science and Mathematics, 95*(5), 226-230.
19. Elliott, B., Oty, K., Mcarthur, J., & Clark, B. (2001). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on student' problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 32*(6), 811-816.
20. Fang, Z. (1996). A review of research on teacher beliefs and practices. *Educational Research, 38*(1), 47-65.
21. Farenga, S. J., & Joyce, B. A. (1999). Intentions of young students to enroll in science courses in the future: An examination of gender differences. *Science Education, 83*, 55-75.
22. Frykholm, J. A. & Meyer, M. (2002). Integrated instruction: Is it science? Is it mathematics? *Mathematics Teaching In The Middle School, 7*(9), 502-508.
23. Grouws, D. A., & Good, T. L. (1989). Research into practice: Issues in problem-solving instruction. *Arithmetic Teacher, 36*(8), 34-35.
24. Haigh, W., & Rehfeld, D. (1995). Integration of secondary mathematics and science methods course: A model. *School Science and Mathematics, 95*(5), 240-247.
25. Handal, B. (2003). Teachers' mathematical beliefs: A review. *The Mathematics Educator, 13*(2), 47-57.
26. Isaacs, A., Wagreich, P., & Gartzman, M. (1997). The quest for integration: School mathematics and science. *American Journal of Education, 106*, 179-206.
27. Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation.* Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
28. Kagan, D. M. (1992). Implications of research on teacher belief. *Educational Psychologist, 27,* 65-90.
29. Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1997). Inte-

grated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics, 97*(2), 57-58.

30. Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1998). 5 Apples + 4 Oranges = ?. *School Science and Mathematics,* 98(6), 281-284.
31. Lee, O. (2004). Teacher change in beliefs and practices in science and literacy instruction with English language learners. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(1), 65-93.
32. Lehman, J. R. (1994). Integrating science and mathematics: Perceptions for preservice and practicing elementary teachers. *School Science and Mathematics, 94*(2), 58-64.
33. McGinnis, J. R., Kramer, S., Shama, G., Graeber, A., Parker, C. A., & Watanabe, T. (2002). Undergraduates' attitudes and beliefs about subject matter and pedagogy measured periodically in a reform-based mathematics and science teacher preparation program. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(8), 713-737.
34. McGinnis, J. R., McDuffie, A., & Parker, C. (1999a). *An investigation in preparing teacher candidates to make connections between science and mathematics.* Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, Boston, Massachusetts.
35. McGinnis, J. R., McDuffie, A., & Parker, C. (1999b). *An action research perspective of making connections between science and mathematics in a science methods course.* Paper presented at the Association for the Education of Teachers of Science, Austin, Texas.
36. McGinnis, J. R., Parker, C., & Graeber, A. (2000). What happens to first year teachers prepared to make connections between science and mathematics when they enter the workplace? Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, Louisiana.
37. McGinnis, J. R., Watanabe, T., Shama, G., & Graeber, A. (1997a). *Development of an instrument to measure teacher candidates' attitudes and beliefs about mathematics and science.* Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, Oak Brook, Illinois.
38. McGinnis, J. R., Shama, G., Graeber, A., & Watanabe, T. (1997b). The assessment of elementary/middle level candidates' attitudes and beliefs about the nature of and the teaching of mathematics and science. Paper presented at the American Educational Research Association, Chicago, Illinois.
39. National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics.* Reston, VA: NCTM.
40. National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics.* Reston: VA: NCTM.
41. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics.* Reston, VA: NCTM.
42. National Research Council. (1996). *National Science Education Standards.* Washington, DC: National Academy Press.
43. National Science Teachers Association (2003). *Standards for Science Teacher Preparation*. Retrieved June 20, 2005, from the World Wide Web: http://www.nsta.org/main/pdfs/NSTAstandards2003.pdf.
44. Oakley, J. S. (1974). Reflection on the integration of mathematics and science. *School Science and Mathematics, 74*(4), 293-296.

45. Ormerod, M. B. & Duckworth, D. (1975). *Pupils' attitudes to science: A review of the research*. Atlantic Highlands. NJ: Humanities Press.
46. Pang, J. S., & Good, R. (2000). A review of the integration of science and mathematics: Implications for further research. *School Science and Mathematics, 100*(2), 73-82.
47. Peterson, P.L., Fennema, E., Carpenter, T. P., & Loef, M. (1989). Teachers' pedagogical content beliefs in mathematics. *Cognition and Instruction, 6*(1), 1-40.
48. Schwartz, J. E., & Riedesel, C. A. (1994). *The relationship between teachers' knowledge and beliefs and the teaching of elementary mathematics.* (ERIC Document Reproduction Service No. ED 366 585)
49. Schwartz, R. S., Gfeller, M. K., & Lederman, N. G.(2001). *Integrating science and mathematics: A natural connection or strange bedfellows?* Paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Costa Mesa, CA.
50. Steen, L. A. (1994). Integrating school science and mathematics: Fad or folly? In D. F. Berlin (Ed.), *NSF/SSMA Wingspread Conference: A Network for Integrated Science and Mathematics Teaching and Learning* (pp. 7-12). Columbus, Ohio: National Center for Science Teaching and Learning.
51. Stevens, C., & Wenner, G. (1996). Elementary preservice teachers knowledge and beliefs regarding science and mathematics. *School Science and Mathematics, 96*(1), 2-9.
52. Stipek, D. J., Givvin, K. B., Salmon, J. M., & MacGyvers, V. L. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education, 17*, 213-226.
53. Stuessy, C. L. (1995). Invited comments: A model for preservice teacher preparation that integrates the teaching and learning of mathematics and science. *School Science and Mathematics, 94*(1), 30-31.
54. Thompson, A. G. (1984). The Relationship Between Teachers Conceptions of Mathematics and Mathematics Teaching to Instructional Practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15, 105-127.
55. Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York: MacMillan.
56. Tobin, K., & Fraser, B. J. (1989). Bar-riers to higher-level cognitive learning in high school seiebce. *Science Education, 73*(6), 659-682.
57. Tsai, C. C. (2002). Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education, 24,* 771-783.
58. Westbrook, S. L. (1998). Examining the conceptual organization of students in an integrated algebra and physical science class. *School Science and Mathematics, 98*(1), 19-25.

E.P.S.

# 附錄 晤談問題與量表單題對照表

| 向度 | 晤談題目 | 量表題目 |
|---|---|---|
| BSM | 1. 您認為什麼是科學？什麼是數學？（兩領域有何關聯？有何具體例子）。 | 5 數學是由一些不相關的主題組成（如代數、算術、微積分、幾何）。<br>24 科學是由一些不相關的學科主題所組成的（如生物、化學、地科、物理）。<br>18 科學是一個不斷擴張的領域。<br>19 科學理論很難被其它理論代替。 |
| BSM | 2. 哪些學生能夠學好科學？數學呢？您認為要學好科學或數學所具備的能力相同或相異？請具體說明。 | 3 從國小到國中，只有某些具有特殊能力的人在數學課裡才能確實地理解數學。<br>16 從國小到國中，只有某些具有特殊能力的人，才能在自然與生活科技課程中確實地理解科學。 |
| BSM | 3. 您認為學生為什麼要學科學？為什麼要學數學？兩者目的能整合嗎？ | 11 學數學主要的理由是做為學習科學的技巧。<br>27 學習科學最主要的理由是藉由提供真實生活實例來學習數學。 |
| ASM | 4. 您自己對科學的態度？數學呢？為什麼？ | 2 我喜歡數學。<br>21 我喜歡科學。 |
| ASMT | 5. 在您的科學課堂中，會教到數學的概念嗎？若有，請舉例說明。您打算如何教這些單元？<br>6. 您認為有必要在您的科目結合科學與數學嗎？如何結合？請具體說明。 | 32 我喜歡在教自然與生活科技或數學時，強調兩個領域間的連結。<br>34 我認為我有能力去教科學與數學這兩個學科的連結。 |
| BSM、BSMT | 7. 您如何教科學？您覺得應該怎麼教科學（數學）才能夠讓大部分的學生了解？<br>8. 您認為教數學與教科學最大的差別在哪裡？<br>9. 您覺得科學最主要是讓學生學到什麼科學本質？數學呢？兩者有何差異？<br>10. 您如何在教學中展現這些本質？ | 6 為了要了解數學，學生必須在老師給予範例後，能解決與範例類似的問題。<br>8 在數學課裡，獲得問題的正確答案比探究的過程重要。<br>9 在數學課裡，應該給學生正式的機會去思考他（她）們所學的內容。<br>12 小組活動應該成為數學課裡正式的一部份。<br>15 在自然與生活科技課裡，得到科學問題的答案比參與科學探究的歷程重要。<br>17 在自然與生活科技課裡，學生應該給正式的機會去思考他（她）們所學的內容。<br>20 為了要了解科學，學生必須在給予範例後能自行解決類似的問題。<br>28 小組活動應該成為自然與生活科技課程中常態教學的一部份。 |
| BSMT | 11. 您如何教學生新的專有名詞或是重要的學科概念呢？實物操作在新概念的學習中扮演何種角色？ | 7 在數學課裡，學生應該在老師介紹數學專有名詞之前有實驗操作的機會。<br>23 在自然與生活科技課裡，學生應該在老師介紹科學專有名詞之前有具體實物操作的機會。 |

E.P.S.

| | | |
|---|---|---|
| BSMT | 12. 在您教科學時，有沒有使用科技（電腦、電視、計算機、網路）來協助您的教學？您如何使用？您使用的目的是什麼？ | 4 在數學課裡使用科技（如計算機、電腦），主要是對學習緩慢者有幫助。<br>22 在自然與生活科技課裡使用科技產品（如計算機、電腦），主要是對學習緩慢者有所幫助。<br>10 在數學課裡使用科技（如計算機、電腦），將會提昇學生對數學的理解。<br>26 上數學課時，應提供計算機使學生可隨時取用。 |
| BSMT | 13. 您認為科技能夠幫助學生學習科學嗎？為什麼？教師如何運用科技於教學中？ | 14 在自然與生活科技課裡使用科技（如計算機、電腦），將會提昇學生對科學的理解。<br>25 上自然與生活科技課時，應提供計算機使學生可隨手取用。 |
| ASMLT | 14. 在教學上，如果遇到課程內容的問題時，您會如何解決？（如果是其他學科的問題呢？）<br>15. 教學時您認為自己的科學教學知能是否足夠？有否想修習那些科目？ | 1 我以後打算修習更多與數學有關的課程。<br>13 我以後打算修習更多與科學有關的課程。 |
| ASM、ASMLT | 16. 您在大學或研究所修過哪些科學（數學）課程？您認為對您的教學有幫助嗎？您希望修什麼課對您的教學有幫助呢？如果要進行統整教學要學習那些科目？ | 36 我喜歡學習如何在數學或自然與生活科技課裡運用科技（如計算機、電腦）。<br>29 我希望我所修習的研究所數學課程有助於我未來小學或中學的數學教學。<br>31 我希望我所修習的大學（研究所）科學課程有助於我未來小學或中學的科學教學。<br>35 我想要學習如何使用科技（如計算機、電腦）來教自然與生活科技課程。 |
| ASMT | 17. 如果有機會，您願不願意教數學呢？為什麼（不）願意？ | 30 我恐懼教科學。<br>33 我恐懼教數學。 |
| 綜合 | 18. 你對“數學學與科學統整”的可能性有何建議與看法？哪些單元可整合？學習時如何整合？ | |

# Investigation of Science and Mathematics Teachers' Attitudes and Beliefs towards Science, Mathematics and the Integration of Science and Mathematics

**Shu-Chun Tsai[1], Hsiao-Lin Tuan[1] and Sou-Yung Chiu[2]**

[1]Graduate Institute of Science Education,
National Changhua University of Education
[2]Department of Mathematics, National Changhua University of Education

**Abstract**

Teachers' beliefs and attitudes are important to their professional development and their integration of science and math into classroom teaching. Thus, this study focused on a group of experienced science and math teachers enrolled in an in-service professional development program. Their attitudes and beliefs toward the content, pedagogy, and integration of science and math were investigated. Eighty-nine teachers, including 52 math and 32 science, completed questionnaires and eight teachers were subsequently interviewed. The questionnaire used to collect data was "Attitudes and Beliefs about the Nature of and the Teaching of Mathematics and Science" (McGinnis, et al, 2002). It consisted of five scales: beliefs about mathematics and science, attitudes toward mathematics and science, beliefs about the teaching mathematics and science, attitudes toward learning to teach mathematics and science, and attitudes toward teaching mathematics and science. Results showed significant differences between science and math teachers in their attitudes toward science and math, and their desires for taking further math courses in the professional development program. In addition, there were different views between science and math teachers on the usefulness of technology, the definition of "operation", and the use of "daily-life example". Suggestions for more study were provided in the paper.

**Key words**: Integrating Science and Mathematics, Mathematics and Science Teachers, Teacher' Beliefs, Teacher' Attitudes