

在職中學數理教師教學專業發展現況、 需求與困境調查之初探

余安順^{1*} 施昆易¹ 王國華¹ 劉世雄²

¹國立彰化師範大學 科學教育研究所

²國立彰化師範大學 師資培育中心

*anshun@pchome.com.tw

(投稿日期：2009.7.16；修正日期：2009.9.8，2009.10.2；接受日期：2009.10.30)

摘 要

本研究之目的在於調查在職中學數理教師之教學專業發展的現況、需求與困境。研究主要採用問卷調查法，利用方便取樣方式，邀請數理教師52人（數學：14人；生物：13人；理化：25人）參與本研究，調查工具採用「中學數理教師教學專業發展需求調查表」。本調查工具除了基本資料之外，主要內容以學科教學知識、教學策略與媒體應用、學習環境與表徵的知識和評量的知識等四個面向，去探討教師專業發展需求。研究結果顯示，數理教師從事專業發展的誘因主要是晉級加薪與提昇教學能力，在專業發展方式的選擇上，現況以學位進修、參加校內研習與同儕討論的方式為多，其中，又以協同互助導向的專業發展方式的需求更為顯著。在專業發展需求的部分，需求面與實際面有顯著的落差，以教學策略與媒體應用、學習環境與互動的知能需求較高。困境部分則包括時間因素、個人能力及信念和家庭因素。

關鍵字：數理教師、教學專業發展

壹、前言

教師是教育改革的執行者，因此教師的教學專業發展是影響教育發展的重要關鍵因素之一。教師的專業發展有許多面向，除了本身的學習與成長之外，課室經營管理、課程的規劃、評量的素養、學科背景知識都是影響教師教學表現的因素，然而這些相關的因素最後的展現往往可以由教師的教學表徵顯露出來。

行政院教改審議會曾提及，第一線的教師目前的進修管道狹窄，內容也趨向單一，許多進修或是研習的內容並無法真正落實或是表現在教師的教學現場上（行政院教育改革審議委員會，1996）。而這些問題並非最近才發生，Rubin (1978) 很早就指出，在資源的分配上多著重在訓練新的教育工作者，而要改進教學的品質，更應該將資源建立於如何持續地提升在職教師的教學知能。

再者，礙於進修與研習的場地限制或是時間的因素，教師往往因為授課與行政庶務的雙重時間壓力之下，犧牲教學的專業發展（饒見維，1996），因此如何覓求一個方法與管道可以同時節省時間與兼顧教師教學專業發展變成刻不容緩的議題。另外，要提升教師教學專業的第一步，便是清楚地釐清與瞭解到底教師在進入教學現場之後，其教學專業的現況與需求為何，才有辦法進一步藉由各種方式協助教師自我成長。對於科學教師與一般教師在專業發展上的差異，科學領域的教學專業性與一般教育的差別，在於科學領域的教學或是學習上的理解有其獨特之處，近代的科學理解強調人本的建構、後設認知，甚至於概念改變等獨特的面向 (Mintzes, Wandersee, & Novak, 1999)。加上全美科學教育標準 (National Research Council [NRC], 1996a) 對於科學領域的教師，提出該領域教師在專業發展上特別要著重的範疇，包含科學教師應該要了解如何學習科學 (learning science)，要了解如何來教科學 (learning to teach science)，以及老師要有終身學習的知能 (learning to learn) 進而發展出適合自己的專業發展方案。因此科學領域教師在進行教學的專業發展上，其需求便與一般教育的教學知能有別。

美國國家科學促進會 (American Association for the Advancement of Science [AAAS]) 提出的科學素養里程碑 (Benchmarks for Science Literacy, AAAS, 1993) 指明，科學教學的成功，在於教師是否能增強其學科教學知識的融會貫通，而學科教學知識的本身除了學科知識、教學知識，更重要的是教師是否能以學生本位的教學概念出發，融合其科學教學的知能與教學策略，因此，科學教師在

教學上的專業發展有其重要性。

綜合以上論述，擬訂好的教師專業發展方案，常需考慮教師發展的特殊情境因素，包括任教的環境、教師個人因素及任教學科性質等等。本研究為了進一步發展科學教師的成長方案，必須瞭解科學領域教師目前對於專業發展的現況與需求，並確認教師在實際專業發展現況與自我認知需求上之差異。

貳、文獻探討

一、教師專業發展的內涵

專業成長指教師從事教學工作時，參加由政府、學校機關所舉辦的教育性的進修活動或自行主動參與各種非正式的專業成長活動，以導引自我的反省與瞭解及增進教學之知識、技能及態度，其目的在促進個人的自我實現，改進學校專業文化，達成學校教育目標，增進學校的教育品質（李俊湖，2007；饒見維，1996）。

在過去往往將教師的專業成長或進修與專業發展劃上等號，認為教師在修過一些課程的規劃與研習之後，其個人的教學專業就得以發展。近來在成人學習理論、學習型組織與建構主義的思潮帶動之下，專業發展的活動已經漸漸由個人的發展趨向於團體、社群與互動建構發展，教師除了被動的接受研習灌輸之外，更強調透過互動與立即需求的帶領，成為以學習者為中心的學習主體。

教師專業發展的內涵，從文獻中可以分成兩個部分來探討，一部份是從教師內在的信念、心像、知識、後設認知能力提升以及看法改變等；另一部份從外在的教學改變、學生知識增長、教學技巧與策略的提升等來看教師的專業發展（陳美玉，1999），很多研究儘管所訴諸的面向有些許差異，但是基本上所探討的教師專業發展，都從內在認知與外在行為的提升，來評斷教師在專業上改變與否。如 Kagan (1992) 的研究中，便從後設認知的增加、學生知識的增加、注意力的轉移、標準程序的發展、問題解決技巧的成長等角度，去探索教師在專業上的差異；Sherron 和 Fletcher (2008) 則從外在的教學表徵、與學生的互動、環境的營造等面向，觀察教師外在的教學行為表現，藉此瞭解教師在教學上的專業表徵。

而在科學教學上 Magnusson、Krajcik 和 Borko (1999) 提出幾個科學教學中

的學科教學知識的內涵，包括科學教學取向、科學課程的知識和信念、了解學生對科學的理解之知識和信念、科學教學評量的知識和信念和科學教學策略的知識和信念。教師對於所任教的專業科目知識必須有所領悟之後，加上瞭解所接觸學生對於科學的理解程度，才有辦法選擇合適的教學策略。而這些教學策略的決定，有賴於在課室間與學生的互動，教師根據學生學習表現進而修正自己的教學表徵，因此學生的學習表現與科學教學之間如何調整，教師的科學教學評量知能便顯得非常重要。

二、科學教師教學專業發展的現況與需求調查的研究

Chval、Abell、Pareja、Musikul 和 Ritzka (2008) 的一項研究中舉出，科學或是數學教師專業發展的成效無法彰顯的主因，往往來自於提升教師專業發展的課程沒有兼顧教師專業發展的個人背景、現況、經驗、知識、信念和需求。由此可知教師個人的背景、現況與經驗等因素，都會影響整個專業發展的後續成效，如果排除這些影響因素，教師的知識、信念乃至個人的需求就無法真正的落實到教師的教學上。

有些學者認為要促進科學領域教師的專業成長，必須著重的面向在於教師本身的經驗、需求與期待上 (Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry, & Hewson, 2003)。因此如何瞭解教師在教學現場有何專業上的不足以及個人需求期待和現實的落差，便成為教師在專業發展之前的叩門磚，只有先發掘現況的限制與不足才能加以協助教師進行後續的專業發展。

三、科學教師教學專業發展的需求

(一) 科學教師本身的背景條件

相關的專業發展研究都指出，背景因素或多或少會影響教師從事專業發展的意願，更甚者有研究從生涯的角度去探討教師在不同的生涯發展中其對應的專業發展的狀況。國外對於教師專業發展的研究取向與國內的角度有些許的不同，尤其在教學文化、教師背景或是整個教學大環境的運作上皆與國內的教師有很多不同之處 (NRC, 1996b)，而本研究的焦點在於國內科學領域教師的專業發展需求上，因此在國內現有對於教師背景變項的研究可以看到，多以性

別、年齡、年資或是在學校教學以外的兼任行政職務為探討的變項（孫國華，1997；饒見維，1996），相較於國外的教師而言，因為教學環境文化的不同，國內的學校現場，教師往往在工作內容中，並非僅僅只有教學工作，有些教師可能另外必須擔負其他的行政職務。

（二）科學教師的教學專業成長方式與管道

從參與活動的觀點來看，專業成長包括正式進修管道、研討會、研習期間的人際交往與溝通、參加專業組織的活動、閱讀期刊、寫作出版、參觀訪問、參與課程設計、教具製作、協同研究、向師長請益及同儕活動。由此可知，此定義著重在參與活動的外在展現，並沒有提及專業發展的自我察覺（高強華，1989）。

謝文全（1998）認為常見的在職進修方式有：參觀示範教學或參觀其他學校、參加暑期進修、參與課程編製工作、自修或從事專業性及一般性的閱讀、參加推廣講座、交換教學、參加各種研討會、從事實際研究調查工作、選修大學所設立之夜間及週末課程。蔡秉倫（1998）則從正式與非正式的專業發展管道，去探討類似上述的各種方式。

呂鍾卿（2000）則進一步歸納，將教師專業發展的來源分為四方面：

- 1.就進修機構而言：有師範院校、大學、教師研習中心、學校圖書館、公立圖書館等。
- 2.就課程類別而言：有教育實習課程、職前課程、師範院校及大學的課程、在職進修課程等。
- 3.就活動型態而言：有地區討論會、教職員會議、同事互動、同儕的指導與支持及視導人員之視導等。
- 4.就授課人員而言：有視導人員（督學）、學校行政人員（校長或主任）、教師同儕、師範院校教授等。

從許多實證性研究中可以歸納出，專業發展的方式相當多元（吳玲梅，2003；郭木山，2005；曾慧敏，1993；饒見維，1996），在眾多的方式當中，可以從郭木山的個人自我導向與協同互助導向的觀點，將專業發展方式作一個簡單的分野。所謂個人自我導向即是教師本身可以自主性的安排、規劃與完成專業發展活動；而協同互助導向之意則是教師必須透過合作、協同或是互助的形式，以便進行專業發展活動。是故本研究將專業發展活動的形式，依此架構整理如表1。

表1 教學專業發展方式

	閱讀講座	參觀操作	成長團體	省思研究
個人 自我 導向	1.從事學位進修 2.從事學分進修 3.閱讀相關專業 書報	4.學習教具製作 5.電腦學習 6.觀賞錄影帶		7.進行個人行動 研究 8.撰寫教學札記 或反思札記 9.參加科展
協同 互助 導向	10.參加校內自辦 的研習 11.參加校外的研 習	12.進行教學觀摩 13.參加社會或私 人機構舉辦的 課程或活動 14.課室觀察	15.參加讀書會 16.參加教學研究 會 17.教學群小組討 論	18.同事間討論請 益 19.與同事協同教 學 20.與同事協同行 動研究

註：架構參考郭木山（2005）；專業發展項目研究者自行整理

（三）科學教師教學專業發展需求的面向

全美科學教育標準 (National Research Council, 1996b) 將教師專業發展分為四個部分來討論，可以將其標準簡單歸類為教師的個人經驗、教師的統整性知識、運用教學回饋來增進教學以及具有嚴謹的教學方案運行等四方面。從這些針對科學教師所提出的面向看來，都指向教學專業依賴著教師個人的知識體系作基礎，在基礎上進行實務的演練教學，利用教學之後的反思與回饋來改進本身的教學方案。Bransford、Brown 和 Cocking (2000) 則以知識、學習者、社群和評量為中心的出發點，提出教師在專業發展上應該以這四種角度去探討教師專業發展的需求。

Shulman (1986, 1987) 提出的幾項教師在進行專業發展需具備的知識：

- 1.學科內容知識：即學科領域中的概念及架構。
- 2.一般教學知識：包括班級經營與組織之原則及策略。
- 3.課程知識：即對教材與課程的理解。
- 4.學科教學知識：融合學科內容與教學方法的知識，是教師自我專業理解的特殊形式。
- 5.學習者特性的知識：對學生已有的知識與概念的理解。

6.教育情境知識：對如何將社區和文化融合在小組或班級的活動中，以及在校園的管理與資源裡的理解。

7.教育的目標、目的、價值及教育哲學與歷史的知識。

從文獻中的觀點不難看出，在一般教師的專業發展著重於全方位個人成長，從科學領域教師的專業發展來說，教學的知識與能力佔了很重的比例，因此在 Shulman (1987) 與 Grossman (1990) 的觀點裡，教師的教學專業知能的內涵可以簡要區分為學科教學知識 (pedagogical content knowledge)、教學策略與媒體應用、學習環境與表徵互動知識、評量策略知識等四大向度。綜合以上文獻所述，本研究所探討的教學專業發展知能的面向與內涵如表2：

表 2 教學專業發展知能內涵

	學科教學知識	教學策略與媒體 應用	學習環境與表徵 互動知識	評量策略知識
內涵	•學科教材內容知能 •設計教學方案知能 •改善教學態度 •提升教學信念	•引起學習動機知能 •多元教學方法知能 •資訊應用知能 •教材呈現知能	•課室互動知能 •學習環境營造知能 •班級經營知能 •教學節奏知能	•學習評量知能 •評量工具設計知能 •解讀評量回饋知能

教師的專業發展過程，除了在教學相關知能的成長之外，往往有許多因素造成教師無法實現專業發展，而其因素的面向與內涵複雜，所包含的除了教學工作之外尚有許多可能妨礙因素。

(四) 教師專業發展之困境

Huling-Austin (1989) 提出教師在專業發展的過程中容易遭遇某些困境，如教授非本身專長的科目、任教班級太多、或是在班級經營與教室管理有困難、或擔任繁重的行政工作或課外活動等。Veenman (1984) 也曾就有關教師的困境進行了綜合性的分析。結果發現教師在專業發展部分可能的困境有：1.教學負擔過重以致缺乏時間準備，2.缺乏同儕支持，3.學科的知識不足，4.行政事務性的工作負擔，5.缺乏學校的支持，6.缺乏時間，7.沒有適當的專業指導和支持等。而吳玲梅（2003）在深度訪談8位在職教師的研究過程中，其在相關的問卷中，將教師專業發展可能遇到的困境做訪查，發現教師在專業發展的過程可能遇到的困境有：1.參與專業成長活動的時間無法配合，2.個人或家庭因素無

法配合，3.專業成長活動的水準參差不齊，4.專業成長活動的效果不彰，5.學校進行專業成長的風氣不盛，6.學校不支持，7.缺乏足夠的專業成長管道，8.經費支出的考量，9.缺乏進修等專業成長機會的資訊，10.對於如何進行專業成長不甚了解，11.教學工作負擔沈重，12.由於本身惰性使然等十二項。

除了上述的這幾項困境之外，教師在專業發展的過程中，因為個人差異的不同，因此會遭遇到的困境也大不相同，但是從學習者為中心的角度上來說，唯有教師先排除本身的困境之餘才有辦法進行專業發展，因此，了解教師的需求之外，教師的困境也成為教學專業發展必要排除的因素。

綜合以上文獻可知，科學教師在教學知能上可以分成學科教學知能、教學策略與媒體應用知能、學習環境與表徵互動知能與評量知能等類別，整個教學的過程與內涵都可以包括在這四個面向當中。而教師本身的條件限制、專業發展的管道，乃至於過程中可遭遇的困境，都可能是影響專業發展成功與否的重要因素，因此本研究分別以現況、需求與困境的角度，展現其中較為顯著的關鍵點。

參、研究方法

一、研究對象背景

本研究的樣本以任職於中部地區國中科學領域的現職教師為對象，以正在中部某大學修習教學碩士班的學生29人，並再邀請這些樣本教師任教同領域的同事填答，人數為30人，因此總共的人數為59人。排除某些填答不完整之問卷，有效問卷52人，有效問卷回收率88%。52人當中教授科目為數學、生物與理化，其中數學有14人、生物13人與理化25人，當中不乏有某些教師同時教授兩種不同的科目，但是仍以其主要專長科目為主。

從蔡培村（1996）教師職期的觀點來看，在各個職期階段的教師，實務經驗與教學專業發展的階段性不同，因此依據教師法第十三條聘期的規定，教師的職期可分成四個階段，分別為六年以下的初任教師 (novice teacher)、七到十年的中間教師以及十年以上的專家教師 (expert teacher)。更甚者在二十年以上的教師稱之為資深教師，但資深教師同屬於專家階段，因此本研究以三階段的職期作為探討的分野。

從問卷的基本資料當中整理研究對象的基本資料，其詳細資料如表3所示：

表3 科學教師基本背景分佈

性別	平均 年齡	年資分佈	行政職務	婚姻狀況	住家是否與任 職學校同縣市
男性：18	32.7	初任教師：20	教師兼主任：2	已婚：30	同縣市：38
女性：34		中間教師：16	教師兼組長：9	未婚：22	不同縣市：14
		專家教師：11	教師兼導師：29		
		實習教師：2	科任教師：8		
		(3位未填)	(4位未填)		
總數：52		49	48	52	52

本研究的對象在性別的部分，女性的科學教師約略比男性教師多，有研究指出在教師職業的性別比例中，女性的比例是超過男性，而且性別的懸殊影響了專業發展的進行（符碧真，1999）。研究對象年齡平均在32歲左右，在教師的職級部分，初任教師佔了20位，中間教師為16位，專家教師11位，實習教師有2位。在教學領域分佈上以教授數學、生物和理化科目的老師為大宗。在教師是否兼任行政職務部分，以導師的職務居多，兼任組長職級以上者有11位教師，在各級學校體系中，組長級以上教師必須處理相關職務公文的指派工作，因此可歸納為具有行政實際實務的教師與非行政職務教師兩類。在饒見維（1996）研究中指出，婚姻狀況在專業發展中是一個生涯發展的因素，因此將其納入討論的因素之一。從表3中也說明，本研究的教師與其任職的學校所在地，有14位教師的居住地並不是與其任職的學校同處於相同縣市，因此在時間與空間的限制之下，教師的專業發展現況也是值得探討的因素。

二、研究工具

本研究的研究工具是採用余安順、何信權、董曜瑜、施昆易和王國華（2008）所發展的中學科學教師教學專業發展需求調查表，本調查表的架構可以分成三部分，第一部份為科學教師本身認為需要進行的專業發展方式的調查，第二部分深入探討專業發展知能的需求，第三部分調查科學教師專業發展

方式的現況與困境。

（一）教師進行專業發展方式的需求

專業發展方式的調查由表1的架構（郭木山，2005），分為個人自我導向與協同互助導向兩種取向出發，並將目前教師可能進行的專業發展活動方式（呂鍾卿，2000；吳玲梅，2003；高強華，1989；郭木山，2005；謝文全，1998；饒見維，1996），整理成20種專業發展方式讓受試者填答，此部分為複選題，因此受試者可以依據個人希望進行的專業方式進行填答。

（二）教師進行專業發展知能的需求

專業發展知能的需求，共有四大類16個選項，此四類的界定分為A.學科教學知識、B.教學策略與媒體應用、C.學習環境與表徵的知識、D.評量的知識等四類。

問卷在專業發展知能部分除了詢問需求程度之外並融入開放性的問題，例如：

「關於多元教學方法的知識，我的需求程度？」

平常使用的教學方法為何？_____

「關於學習活動設計的知識，我的需求程度？」

平常使用的教學活動為何？_____

以此判斷科學教師在相關題項中，教師實際在課室裡的教學情形。

（三）科學教師專業發展的現況與困境

在專業發展知能現況與困境的題項中，現況意指教師本身目前真實教學中確實正在進行專業發展方式，此部分的選項與第一部份相同，為了避免教師可能因為本身專業發展進行現況的不足而影響其判斷自我需求的結果，因此將現況的題項調查置於問卷的最後，先調查教師自己評估的專業發展需求之後，再進行現況的瞭解。

問卷經過預試的結果顯示，在專業發展知能需求四個面向內部一致性的信度考驗 α 值介於.92~.96上，整體 α 值為.98，因此具有良好的信度。問卷效度部分，除了經過專家效度的檢驗之外，在受試者的受試者效度當中，對於教師個人希望進行的專業發展方式、現況與困境等複選題皆有.97以上的釋題率，換句話說，這些部分的題意表達皆有很高的效度。在專業發展知能需求的向度中平均也有.86的高效度。

以下針對問卷的效度考驗提出說明：

1. 專家效度

在此部分所指的專家，包含兩位教授與兩位在職的資深教師，專家效度部分所著重的焦點，在於題目的設計內容是否達到足以檢測出教師的教學專業需求，過程主要是逐一檢視題幹，並作出修改的建議，舉例如：

Q：訓練學生的科學過程技能的能力部分，您是否需要充實？

專家意見認為是否需要充實有隱含希望受試者填答需要的意涵，有指向性的作用，因此修正為：

Q：整體而言，訓練學生科學過程技能這方面的知識，我的需求程度？

2. 受試者表面效度

在受試者的表面效度當中，受試者在填答問卷之後，請受試者針對每一個問題給一個本身釋題的分數0-100；換句話說，如果受試者對於問卷的題項非常瞭解題目的含意，即給出一個自我評估的分數，藉此確定受試者可以清楚的釋題。對於教師個人希望進行的專業發展活動、進行中的活動與困境等複選題皆有97%以上的釋題率（如表4）。因此，這些部分的題意表達皆有很高的效度，受試者不至於會誤解題意。

表4 問卷受試者效度

教學專業發展方式（複選）		教學專業發展知能需求（五點量表）				專業發展現況與困境（複選）	
題項	平均	題項	平均	題項	平均	題項	平均
2.1	.98	A1*	.68	B1	.90	4.1	.97
2.2	.97	A2*	.78	B2*	.90	4.2	.98
2.3	.98	A3	.85	B3	.93	4.3	.97
2.4	.98	A4	.86	C1	.87	4.4	.98
		A5	.91	C2	.90	4.5	.98
		A6	.91	C3	.89	4.6	.98
		A7*	.79	D1*	.89	4.7	.98
				D2*	.87	5.1	.98
				D3	.90	5.2	.97

備註：*號題項表示有開放性問題

三、資料分析

本研究在教學專業發展的方式部分共有20個選項（詳見於表1），此題項為多選題，在這20個選項中1-9項為個人自我導向的方式，而10-20為協同互助導向的專業發展方式，資料除了以此兩大類作為分析取向外，並探討自我需求認知與現況的差異。在教師專業發展知能的需求程度部分採用李克特五點量表，從非常不重要到非常重要分為五等第，並依次遞增給予1-5分的比重分配，取各子題題項的平均數之後，再求其整體四個專業發展知能面向的平均。分數越高者表示教師在該向度的需求程度較高，反之亦然。

此外透過中學科學教師的教學職級、是否擔任行政職務等面向，分別去檢視在這些面向的區隔之下，不同面向條件的科學教師其在教學專業發展知能上的需求差異。再者從婚姻狀況與是否與任職學校同縣市的角度分析教師在教學專業發展的困境。在此部分的資料除了進行資料比較之外，並進行無母數卡方適合度檢定（ χ^2 Goodness of Fit Test）分析。根據黃國光（2000）指出，當樣本為很大並且假定樣本是由常態下抽樣之下，通常以有母數檢定作為分析方法，而無母數檢定則較不受分配影響，此外，當資料屬於類別或次序變數性質，以及樣本量不大的情況下，可以選擇以無母數卡方適合度檢定分析。本研究之樣本抽樣屬於特定族群，且本研究所得到的資料屬類別或次序的性質，故採用無母數卡方適合度檢定較為適合，因此在各面向統計資料，以無母數卡方適合度檢定分析與交叉表分析（Crosstab）加強研究結果的說明。

肆、研究結果

一、科學教師教學專業發展的現況

（一）科學教師從事專業發展的原因與動機

從圖1的結果可以發現，科學教師在專業發展的原因與動機上，在晉級加薪與提升本身的教學實務能力明顯高於其他選項，晉級加薪屬於外在的動機，同時也是比較實質的動機。在內在動機的部分，教師普遍認為提升專業的能力是從事專業發展活動的因素。此外，關於專業發展活動的進行，學校的規定與因應學校轉型方面則多數認為不是其參加專業發展活動的因素。

經過無母數卡方適合度檢定的結果， $\chi^2=75.8$ ， $df=7$ ， $p<.05$ 已達顯著，因此科學教師進行專業的動機具有顯著的關連。

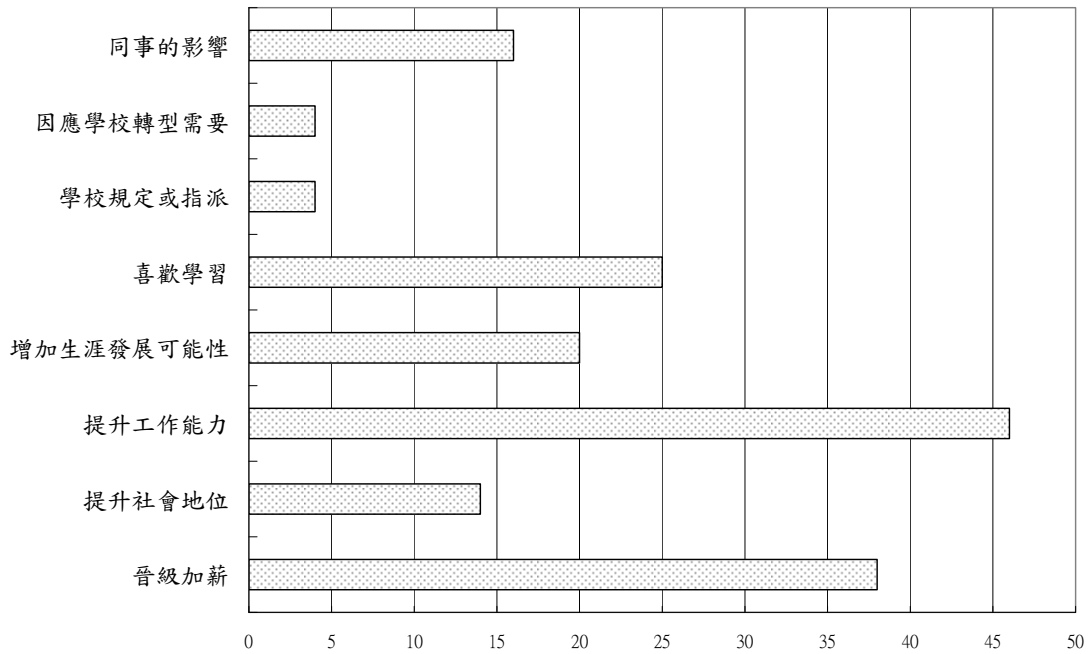


圖1 教師進行專業發展的主要原因圖 (N=52)

人次

(二) 科學教師從事專業發展的方式

科學領域教師進行專業發展活動的方式當中，結果發現教師在本身希望進行的活動與真正有在進行的專業發展活動是有所差異的，從圖2的結果顯示，教師在閱讀相關專業書報、學習教具製作、運用電腦學習、課室觀察與和同事進行協同教學或研究方面，跟目前有在進行的專業發展活動差異較大，意即教師在上述的這幾個方面，在真正的教學工作中是比較難以達到。而在從事學位進修、參加校內研習與同事間討論請益這三個部分，是教師覺得實際比較容易達成的專業發展活動方式。

因為研究樣本多數以在職進修的教師為主，本身因為著手進行學位的進修，因此在時間與空間的考量下，教師有較高的傾向參加校內研習或是與同事討論，因為這些方式都是可以在上班時間內完成。

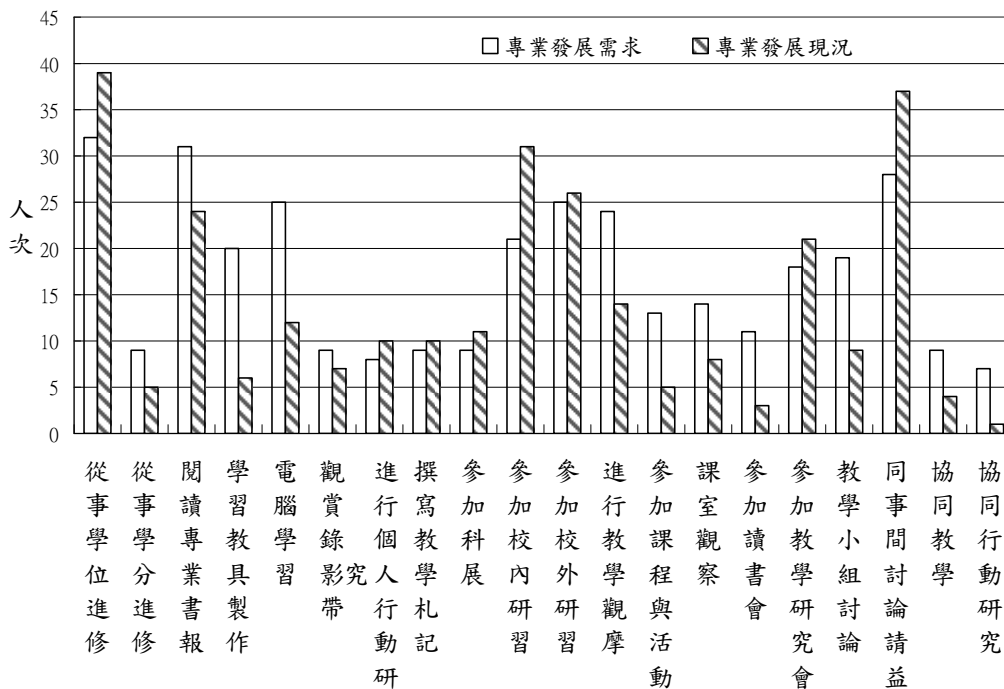


圖 2 教師專業發展活動的方式現況與需求比較圖 (N=52)

經過表5交叉分析的結果顯示，教師在學習教具製作、電腦學習、進行教學觀摩、參加課程與活動、參加讀書會以及和教學小組討論等方式達到顯著水準。從表5的結果不難看出教師在專業發展方式的選擇上，有傾向協同互助導向的學習方式，因此在從事教師專業發展的內容設計，除了個人的專業知能提升外，可以從事協同互助與合作式的課程設計，以符合教師選擇專業發展方式的傾向。

在問卷中開放性的問題裡有提及教師如何提升學生學習的生活應用，雖然從表5的結果中，有許多項目並未達顯著，但是有不少教師表示他們也會利用這些方式來提升學生的生活應用，例如：

T5：帶學生參加科展。

T9：協助學生進行科展研究。

T11：利用科展的實驗融入生活中的例子。

表 5 專業發展方式之現況與需求交叉分析表 ($N=52$ ；自由度 $df=1$)

專業發展之方式		χ^2	顯著性 p
個人自我導向	從事學位進修	2.17	.14
	從事學分進修	1.32	.25
	閱讀專業書報	1.89	.16
	學習教具製作	10.05	.002**
	電腦學習	7.09	.008**
	觀賞錄影帶	0.29	.58
	進行個人行動研究	0.26	.60
	撰寫教學札記	0.06	.80
	參加科展	0.24	.61
協同互助導向	參加校內研習	3.84	.05
	參加校外研習	0.03	.84
	進行教學觀摩	4.14	.04*
	參加課程與活動	4.13	.03*
	課室觀察	2.07	.15
	參加讀書會	5.28	.02*
	參加教學研究會	0.36	.54
	教學小組討論	4.88	.02*
	同事間討論請益	3.32	.06
	協同教學	2.19	.13
	協同行動研究	4.87	.02*

註：* $p < .05$

** $p < .01$

（三）科學教師專業發展的知能需求的差異

科學教師在進行專業發展的各個知能面向當中，從表6的數據可以發現在教學策略與媒體應用、學習環境與互動知能以及評量的知識這幾方面的差異性不大，教師希望加強的教學知能與真正在進行的專業知能相去不遠。

表6同時也顯示，學科教學知識的部分顯現的差異性較大，人次的統計相差47%，表示科學教師在學科教學知識的需求渴望並沒有匹配實際進行的專業知能發展，而學科教學知識的持續發展之所以會遠高於其內在需求，可以對應到圖1的內在動機因素，教師都希望藉著專業發展活動的進行，來提升本身的工作能力，而教師工作能力的展現，最直接的表徵就是學科的教學活動，因此教師在進行專業發展活動的選擇上，往往會以提升學科的教學知識為其主要的選項。

表 6 科學教師專業發展之知能現況與需求表 (N=52)

	學科教學知識	教學策略與 媒體應用	學習環境與 表徵互動知識	評量策略知識
教師專業發展之知能需求	51%	85%	56%	38%
教師專業發展之知能現況	98%	82%	45%	35%
現況與需求差異	47%	3%	11%	3%

若以交叉分析來檢視科學教師專業發展知能細項的現況與需求之差異，表7結果顯示，在引起學習動機、電腦相關知能、呈現教材知能、課室互動知能、班級經營知能與評量工具設計知能等部分，教師本身認為需要加強與實際進行的現況達到顯著的差異。

表7的結果中，在多元教學法知能的題項並未達顯著，但是從問卷的開放式問題中卻可看出，有高達33位科學教師，大多數是以講述式教學為主要教學方式，其他有輔以實驗法教學、分組合作學習或是探究活動，但仍屬於少數。

此外在學習評量的知能方面，數據同樣未達顯著，但是從科學教師的回答中，評量的方式仍然停留在課堂間問答、小考、紙筆測驗、實驗紀錄等傳統式的總結性評量居多。儘管有部分教師表示，他們還知道有其他諸如檔案評量、網路評量等其他方式，但是可以很明顯地看出，科學教師在學習評量的知能上尚待成長。

表 7 專業發展知能現況與需求交叉分析表 ($N=52$ ；自由度 $df=1$)

專業發展之知能		χ^2	顯著性 p
學科教學知識	學科教材內容知能	0.11	.73
	設計教學方案知能	3.82	.51
	改善教學態度	0.69	.40
	提昇教學信念	0.49	.48
教學策略與媒體應用	引起學習動機知能	9.34	.002**
	多元教學法知能	0.04	.84
	電腦應用相關知能	8.09	.004**
	呈現教材知能	7.58	.006**
學習環境與表徵互動知識	課室互動知能	5.63	.01*
	營造學習環境知能	3.10	.78
	班級經營知能	6.42	.01*
	教學節奏知能	3.15	.07
評量策略知識	學習評量知能	0.02	.87
	評量工具設計知能	6.25	.01*
	解讀評量回饋知能	1.81	.17

註：* $p < .05$

** $p < .01$

二、科學教師教學專業發展的需求

(一) 不同職級的科學教師其教學專業發展知能的需求

從科學教師教學專業發展需求程度來看，圖3的曲線分佈顯示專家教師對於自我教學專業發展的需求明顯高於初任教師與中間教師，除了在評量策略知識這部分略低於中間教師之外，其他三個領域的專業知能自我需求都高於其他級別的教師。

此外，關於教學策略與媒體應用部分，初任教師因應著教學經驗的不足，因此在教學策略與應用的面向需求程度呈現上揚的趨勢。而專家教師部分因著

教學經驗的豐富，對於評量的策略知識需求明顯下降，需求程度介於中間教師與初任教師之間。特別的一點是，教學經驗越豐富的科學教師，學科教學知識的需求程度理應較低，但結果卻顯示，專家教師並不會因為教學年資與經驗的累積，而降低其對學科教學知識的需求渴望，由此可見，專家教師對於本身學科的教學專業知識仍然抱持一定敏銳性與需求度。

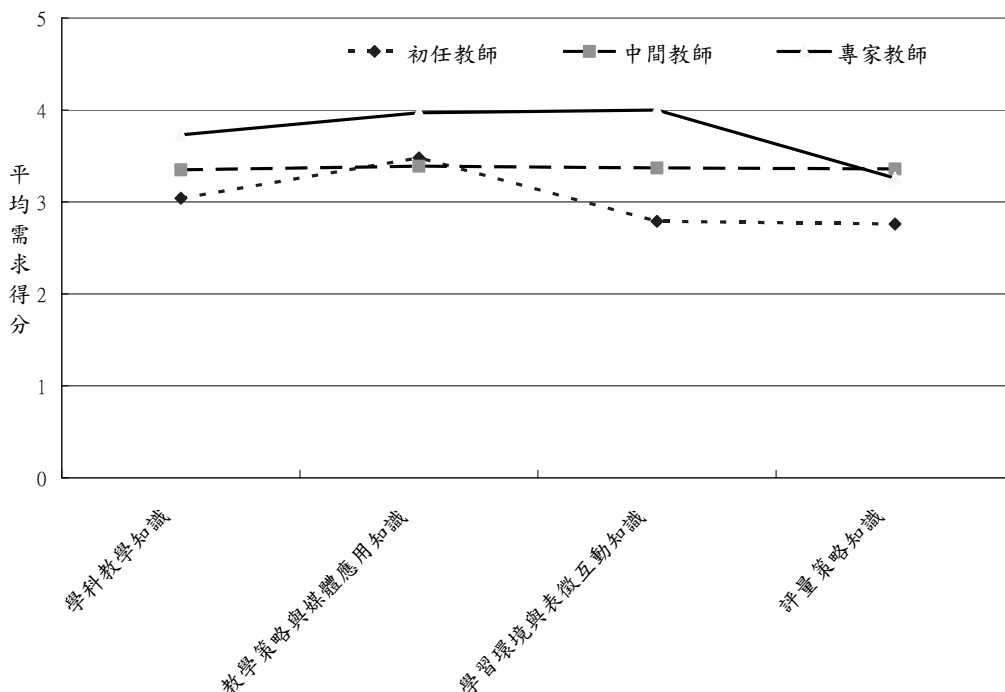


圖3 不同職級的科學教師的教學專業發展知能需求圖
(初任教師：20；中間教師：16；專家教師：11， $N=47$)

(二) 行政職務對科學教師教學專業發展的影響

教師是否有兼任實質的行政職務會不會對其專業發展需求產生影響？從圖4中可以明顯看出，沒有擔任行政職務的科學教師，其教學專業發展知能的需求程度皆比有擔任行政職務的科學教師來的高，由此可見，在學校中擔任行政職，的確會降低專業發展的渴望與需求度，雖然擔任行政職務的教師依規定得依職務的輕重獲得減低授課時數的特許，但是在學校行政體系中，教師減少的

時數往往不及行政庶務的繁瑣，因此擔任行政職務的教師不只在教學上受到影響，在教學專業發展的需求度上也比未擔任行政職務的教師低落。

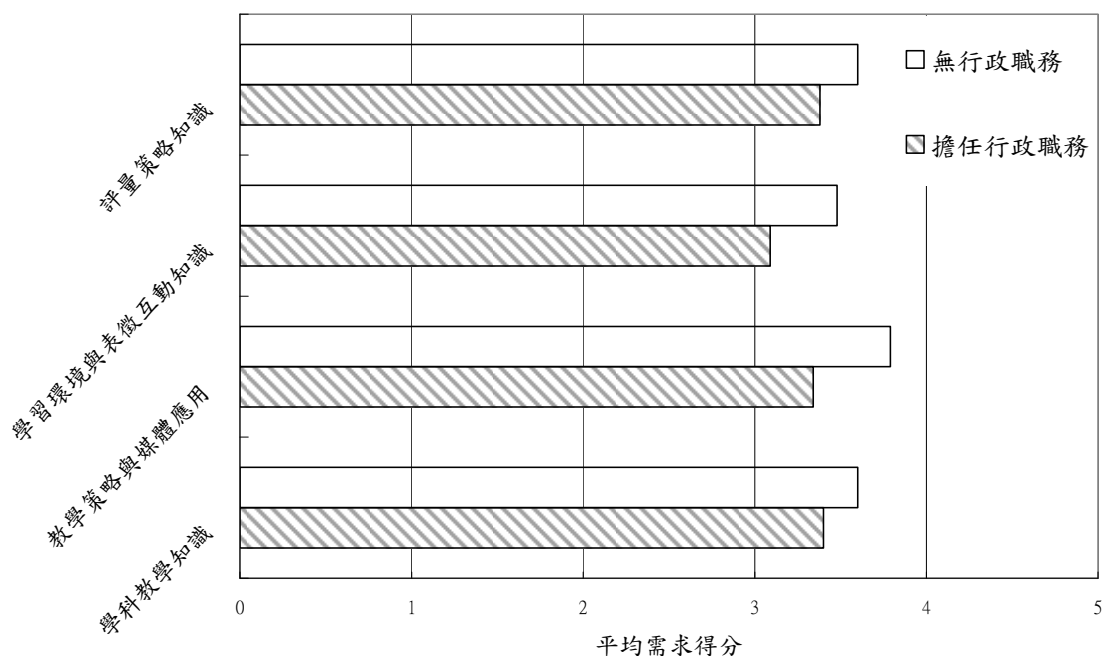


圖 4 是否兼任行政職務教學的教師專業發展知能需求比較圖
(有行政職務：11；無行政職務：37， $N=48$)

三、科學教師教學專業發展的困境

(一) 影響科學教師專業發展的因素

在科學教師專業發展的過程中，可能遭遇某些困難而減低專業發展的意願。從研究調查的結果發現，科學教師對於專業發展的困境，以時間無法配合和個人或家庭因素居高，主要在於在國中階段任職的教師，有80%以上的教師不是兼任行政職務就是兼任導師的職務，兼任行政職務的教師除了授課之外，因為佔有行政職缺的緣故，教師必須處理相關職責的行政業務，沒有兼任行政職務的教師一般也都擔任導師的職務，在中等學校職責的規定之下，導師必須與學生的作息緊密結合，換句話說，導師的工作除了既定的授課節數安排之

外，舉凡早修、午休乃至於課外活動時間，皆必須與學生相同作息，因此導師在備課與授課之餘，已經難得抽出空閒的時間進行個人的教學專業發展，因此教學的專業往往來自於教學實務經驗的累積。

再者，教師或許會選擇夜間或假日時間進行專業發展的活動，但往往因為個人與家庭的因素，在家庭責任的負擔之下，很難再撥出時段進行專業發展的活動。其次儘管在地教育單位或是本身學校舉辦研習或是其他專業發展活動，在研習內容與專業的水準內涵參差不齊、學校本身的專業發展風氣不盛的影響之下，教師對於教學專業的發展上便顯得窒礙難行。呼應於教師專業發展的方式的結果來看，教師渴望閱讀專業書報、同儕的課室觀察、同事協同教學或研究等方式在實際的課務中又難以實現。

經過無母數分析檢定的結果， $\chi^2=97.53$ ， $df=9$ ， $p<.05$ 已達顯著，因此科學教師專業發展的困境因素具有顯著的差異。

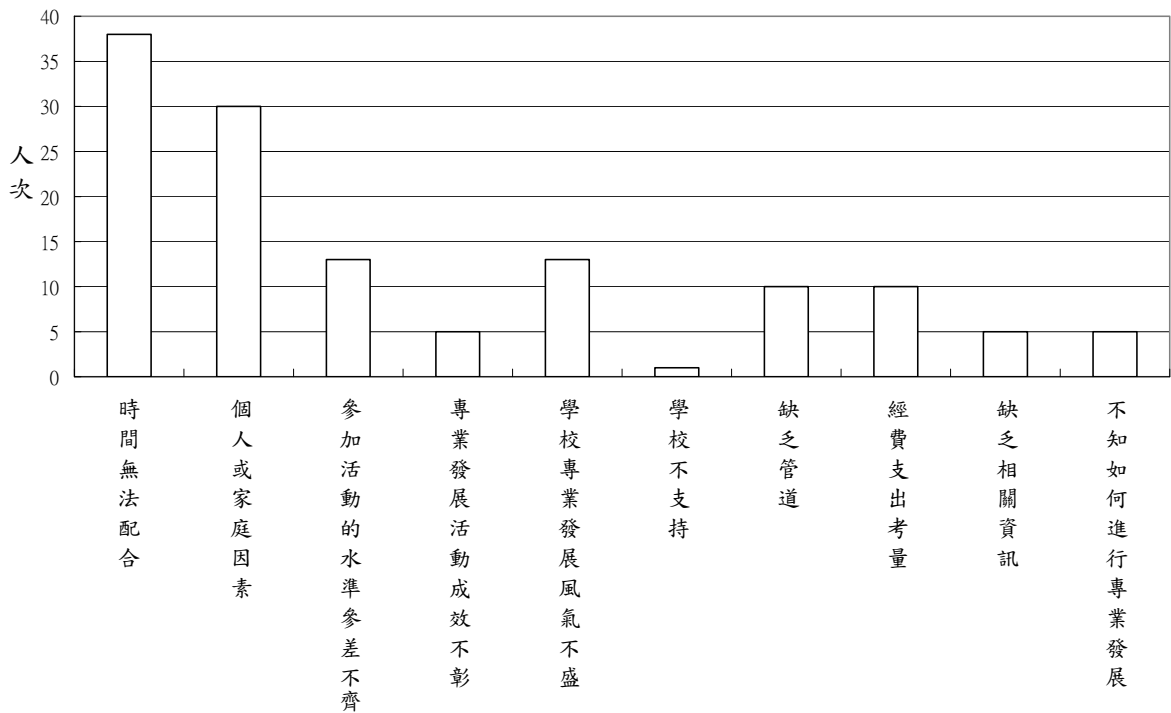


圖 5 教師專業發展的困境因素 (N=52)

（二）居住地距離與專業發展困境的關係

為了釐清教師對於時間限制的困境，究竟是因為學校教學工作的繁重，還是個人的舟車勞頓導致，因此進一步探討教師對於任職的地域與居住地距離的遠近是否會影響到教師專業發展，從交叉分析的結果顯示，居住地是否與學校同縣市與時間因素、個人家庭因素兩個面向來看，時間因素的 $\chi^2=3.81$ ， $df=1$ ， $p=.051$ ，因此未達顯著，個人家庭因素的 $\chi^2=0.002$ ， $df=1$ ， $p=.96$ ，同樣也未達顯著。

結果顯示從影響教師專業發展困境的兩個因素來說，任職地與居住地的遠近並沒有直接的影響，換句話說，雖然影響教師專業發展的因素以時間或是家庭因素為高，但是居住地的遠近卻沒有直接的關係，進一步可以證明，個人的舟車往返並非是教師缺乏時間或是家庭因素所影響的。從圖6的結果更可以清楚地顯示任職學校與居住地是否同縣市與這兩個因素在百分比上是呈現平行的關係，因此可以發現，教師並未因為與學校遠近的不同，而認為時間上或是家庭上無法配合的情況產生。

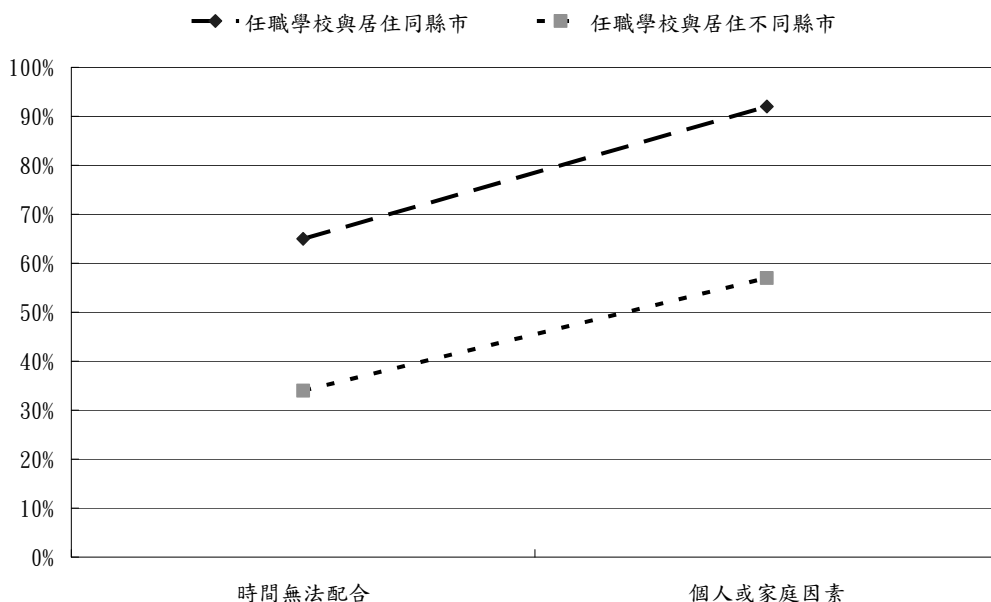


圖 6 居住地距離與專業發展困境的關係（同縣市：38；不同縣市：14， $N=52$ ）

（三）婚姻狀況對於專業發展困境的影響

雖然圖7的結果得知教師的專業發展困境與家庭因素沒有直接關聯，但從是否有婚姻的因素深入探討影響教師專業發展的原因，已婚的教師不管在時間上或是家庭因素上，皆比未婚教師的影響甚鉅，尤其以個人或家庭因素這部分來看，已婚的教師仍然認為婚姻是影響專業發展的重要因素。

經過無母數分析檢定的結果， $\chi^2=5.88$ ， $df=1$ ， $p=.01$ 達顯著，因此科學教師結婚與否具有顯著的差異。

圖7的結果呼應圖5的研究結果，從個人與家庭的因素來看，可以明顯看出婚姻在此的確影響著教師的專業發展，並且也呈現出顯著的差異。

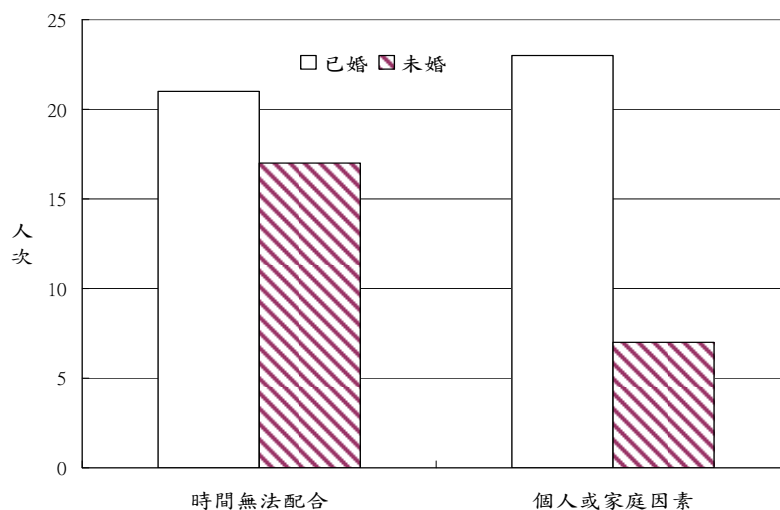


圖 7 婚姻狀況對於專業發展困境的影響（已婚：30；未婚：22， $N=52$ ）

伍、結論與討論

一、科學教師教學專業發展之現況

教學活動是教師工作的直接表現，教師的教學專業發展除了專業的學科知識之外，教學的策略、教學表徵的技巧、師生的互動與課業的評量都可以從教學的過程裡得以展現。本研究所調查的科學教師，從教師內在的感受與實際

的工作條件，到外在的教學專業發展活動的實際面來看，驅使教師從事教學專業發展動機跟一般教師是無異的。對於目前在職的教師來說，晉級加薪是最直接的激勵措施，因著晉級的誘因，加上本身希望提升教學工作的能力，因而影響到教師選擇專業發展的方式。為了晉級，從事學位進修變成是在職的教師積極參與的管道，而參加校內研習或是同事間討論請益則是在現實條件的限制之下，教師較為方便從事的專業發展選擇。而一般研習的活動規劃，不管是校內或是校外舉辦，大多以學科教學知識作為主軸，而科學教師所希望的教學專業發展，可能並不只有侷限於學科的部分。而此現象與 Chval 等人 (2008) 所針對數理領域教師所研究的結果有類似之處。數理或是科學領域的教師，因著其學科教學的特殊性有別於其他領域學科，因此專業的內涵所著重的學科知能更加多元，學科的知能所包含的面向更加倚賴科學實驗、科學經驗與科學教學策略的累積。此外，研究結果也顯示出教師對於本身認為需要加強的相關知能與現況有落差，顯示在科學教師專業發展的管道或是方式上，並未能真正落實專業發展需求。

從結果的發現，科學教師在協同互助專業發展的現況上有低於個人自我導向的表現，從其他相關的研究結果比較下（吳玲梅，2003；郭木山，2005；饒見維，1996；Chval et al., 2008），其他研究並未針對科學領域教師提出專業發展方式現況分析。從本研究看出科學教師在協同互助方面，自我認知的需求確實比實際的現況來的高，因此如何進行同儕教師的互助合作關係提升，可以作為規劃科學領域教師專業發展的參考。然而，互助合作的方式眾多，如何讓科學教師可以進行課室教學觀摩、參加課程與活動教學、提高科學教學小組討論的機會乃至於合作式的行動研究，可作為未來研究努力的規劃與設計。

二、科學教師教學專業發展之需求

一般會認為教師隨著年資的增長，相對的其專業發展的自我需求意願會隨著經驗而降低（張德銳，2004），本研究結果（圖3）卻顯示，對於學科的教學知識、教學策略乃至於教師的班級經營，並不會因為教學經驗的老練而認為不需要更上一層樓。而對於初任教師來說，相較於專家教師，教學經驗比較薄弱，因而在教學策略的相關知識需求便顯得需求度較高。

差異性較大的部分，科學領域的教師與一般領域不同之處在於，科學的課程規劃往往涵蓋了實驗課程或是生態觀察的課程，這些課程的進行並不一定

在教室裡進行，很可能在於實驗室中，甚至是校園的各個角落。對於初任教師來說，學習環境的營造與互動表徵的知識需求度理應較高，但是在研究結果上並未呈現，反而是有經驗的專家教師認為更需要去提升這部分的知能。由此可見，相較於其他年資較長的教師而言，初任教師對於自我的需求感並不強，如饒見維（1996）所言，如果教師本身未意識到專業發展的需求不足，便不會更進一步的規劃甚至著手進行自我的專業發展。

三、科學教師教學專業發展之困境

雖然教師都希望可以藉由各式的專業發展管道來提升教學能力，但是時間的限制與家庭的因素卻對教師產生莫大的阻礙，時間的限制並非來自於外在現實環境的舟車勞頓，或是家庭的關係，有趣的是結果也顯示結婚與否的確影響了教師從事專業發展的決定。

研究結果同時也發現，擔任行政職務與婚姻的確影響著教師教學專業發展活動的進行，誠如 Sparks 和 Hirsh (1997) 所言，教師的學習和學校之間必須是相互照應、互相支持的情況下，才有可能避免因為學校組織的運作導致教師專業發展的困難。因此為了提升教師的教學專業，未來進行教學專業發展活動的規劃上，其考量的因素與配套措施，便可植基於這兩點出發，提供教師一個沒有後顧之憂的專業發展環境。

教師在學校可能同時肩負教學與行政的雙重角色，在工作與個人的專業發展之間，往往礙於現實面的考量很難做到雙重兼顧，研究同時也顯示，同儕之間的立即性問題解決以及教學經驗的傳授累積，的確能直接影響教師的教學專業經驗，因此未來對於同領域科學教師之間如何透過各種管道提升交流的機會與平台，值得作進一步相關的教學設計與探討。

致謝

本文的順利完成，承蒙行政院國家科學委員會經費補助（NSC 97-2511-S-018-006-MY3），以及國立彰化師範大學溫燮純教授的論文寫作指導，並感謝協助填寫問卷的教師們。

參考文獻

- 行政院教育改革審議委員會（1996）。**教育改革總諮議報告書**。台北市：行政院教改會。
- 余安順、何信權、董耀瑜、施昆易、王國華（2008，12月）。**以遠距視訊平台為基礎之科學教師教學專業發展需求調查工具發展**。論文發表於彰雲嘉大專院校聯盟2008學術研討會。彰化市：國立彰化師範大學。
- 呂鍾卿（2000）。**國民小學教師專業成長的指標及其規劃模式之研究**。國立高雄師範大學教育系博士論文，未出版，高雄市。
- 李俊湖（2007）。教師專業成長。**研習資訊**，24（6），97-102。
- 吳玲梅（2003）。**高職教師專業成長現況與需求之研究—以國立羅東高級商業職業學校為例**。國立東華大學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮市。
- 符碧真（1999）。誰來當老師—我國教師組成結構變化之研究。**國科會人文及社會科學彙刊**，9（3），337-397。
- 郭木山（2005）。學校本位教師專業發展之意涵與實踐。**教育資料與研究**，62，108-117。
- 高強華（1989）。教師生涯發展及影響因素之研究。**國立台灣師範大學教育研究所集刊**，30，113-133。
- 陳美玉（1999）。**教師專業學習與發展**。台北市：師大書苑。
- 曾慧敏（1993）。**國民小學教師生涯發展及其工作需求、生涯關注之研究**。國立政治大學教育研究所博士論文，未出版，台北市。
- 孫國華（1997）。**國民中小學教師生涯發展與專業成長之研究**。國立高雄師範大學教育學系博士論文，未出版，高雄市。
- 黃國光（2000）。**SPSS與統計原理剖析**。台北市：松岡。
- 張德銳（2004）。專業發展導向教師評鑑的規劃與推動策略。**教育資料集刊**，29，169-193。

- 謝文全（1998）。**教育行政：理論與實務**。台北市：文景。
- 蔡秉倫（1998）。**國民中學實習輔導教師專業成長之研究**。國立台東師範學院教育研究所碩士論文，未出版，台東市。
- 蔡培村（1996）。**教師生涯與職級制度**。高雄市：麗文。
- 饒見維（1996）。**教師專業發展—理論與實務**。台北市：五南。
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- Chval, K., Abell, S., Pareja, E., Musikul, K., & Ritzka, G. (2008). Science and mathematics teacher's experiences, needs, and expectations regarding professional development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(1), 31-43.
- Grossman, P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Huling-Austin, L. (1989). Beginning teacher assistance programs: An overview. In L. Huling-Austin, S. J. Odell, P. Ishler, R. S. Kay, & R. A. Edelfelt (Eds.), *Assisting the beginning teacher* (pp. 3-18). Reston, VA: Association of Teacher Educators.
- Kagan, D. M. (1992). Professional growth among preservice and beginning teachers. *Review of Educational Research*, 62(2), 129-169.
- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K., Mundry, S., & Hewson, P. (2003). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Magnusson, J., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 147-161). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.

- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (1999). *Teaching science for understanding: A human constructivist view*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- National Research Council. (1996a). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (1996b). *The role of scientists in the professional development of science teachers*. Washington, DC: National Academy Press.
- Rubin, L. (1978). *The in-service education of teachers: Trend, process, and prescriptions*. Boston, Massachusetts: Allyn and Bacon, Inc.
- Sherron, T., & Flechter, C. (2008). *Exploring the effects of professional development on science teaching practices*. Paper presented at the annual meeting of the Association for Science Teacher Education, St. Louis, Missouri.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Sparks, D., & Hirsh, S. (1997). *A new vision for staff development*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Veenman, S. (1984). Perceived problem of beginning teacher. *Review of Educational Research*, 54(2), 143-178.

A Survey of the Practices, Needs and Barriers of Science and Mathematics Teachers' Teaching Professional Development

An-Shun Yu^{1*} Kun-Yi Shih¹ Kuo-Hua Wang¹ Shih-Hsiung Liu²

¹Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

²Center for Teacher Education, National Changhua University of Education

*anshun@pchome.com.tw

Abstract

The purpose of this study was to investigate current practices, needs, and barriers of science and mathematics teachers' teaching professional development. The study adopts a questionnaire survey method. Using convenient sampling, 52 teachers (14 mathematics teachers, 13 biology teachers, and 25 physics and chemistry teachers) were invited to the study. The instrument for the study is "Survey on Teaching Professional Development for Secondary Science and Mathematics Teachers", which is consist of two parts, including background information of the subjects and subjects' needs of professional development. The results reveal that salary raise and improvement of teaching ability are two major extrinsic motivations for professional development. Currently, most teachers select graduate school degree study, school-based program, and private peer discussion as ways of professional development; especially prefer the approach of collaborative learning with colleague. On the needs of professional development, the teachers response that differences exist between needs and practices, learning new teaching strategies and instructional media design are two most needs in teaching practice. Finally, factors for the barriers of professional development include time, personal ability and belief, and family.

Keywords: science and mathematics teacher, teaching professional development