

師資培育機構及小學現場對職前教師 科學學科教學知識發展之影響研究

連思漢¹ 熊召弟^{2*}

¹臺北市立華江國民小學

²國立臺北教育大學自然科學教育學系

*hsiungct@gmail.com

(投稿日期：2010.3.4；修正日期：2010.4.23；接受日期：2010.5.14)

摘 要

本研究旨在探討師資培育機構與小學現場對職前教師教學實習間（三週集中實習至半年教育實習階段）科學教學專業成長之影響。本文主要以兩位女性職前教師為個案，藉由觀察、晤談以及量表收集資料，以學科教學知識角度分析師培機構及小學現場對個案科學教學知識專業成長的影響。研究發現：（1）職前教師知覺師培機構著重課程、教學及評量等知識的培訓，較欠缺學校現場情境及學生相關認知之學習機會；（2）職前教師在教育實習期間，大學教授與實習學校教師進行之對話模式能增進職前教師科學學科教學知識建構；（3）自然科輔導老師及班級導師對職前教師的科學教學專業成長具有互補的影響。研究結果可提供師資培育機構及小學現場規劃國小科學師資培育時之參考。

關鍵字：科學師資培育、教師專業成長、學科教學知識

壹、前言

一、研究背景

教師教學時會將自身擁有的知識透過適當的機制轉換至學生的學習，成功的教師擁有高效能的學科教學知識是新手教師的楷模。Shulman (1987) 認為學科教學知識 (Pedagogical Content Knowledge, 簡稱 PCK) 是教師所獨特具有的一種混合著學科與教學法的知識，能組織特別的主題或議題並在教學上加以呈現，使學習者習得多變的興趣與能力，因此學科教學知識一直是教師知識研究的重要課題。

對於職前教師而言，所謂的有效專業學習與發展，乃是個人知識能在持續開放而理性的思維過程中，不斷融入個人接受師資培育的受教以及與學校現場接觸的經驗，檢視並面對自己所學習的理論與學校現場中教師實際使用的相通或矛盾 (陳美玉, 2005)，建構出個人教學思維與行為模式。師資培育機構與學校現場是促進職前教師專業成長的重要場所，有關職前教師如何學習成為一位教師的研究，皆強調學校現場的實習課程是師資培育課程的核心。目前臺灣的職前教師主要是在畢業前，經由師資培育機構提供的集中實習建立初步的專業能力，隨後進入學校進行類似學士後的大五教育實習 (半年)。王美芬 (2007) 指出小學輔導教師、實習機構、大學指導教授及職前教師本身都是影響實習成功的重要因素。熊召弟 (2007) 提出實習輔導方案應以三角整合的方式，平衡小學輔導教師、實習機構、大學指導教授及職前教師本身等各關係人對實習輔導歷程的世界觀，創構出最佳的專業成長課程。因此，大學與小學的合作對師資永續成長的積極面存在絕對必要性。

然而，職前教師在實習歷程中，其學科教學知識的樣貌究竟為何？是否不斷的形變？高榮成與段曉林 (1995) 提出的化學科實習教師的研究，發現其學科教學知識偏重在學生與教學方面的發展，學科知識方面卻未有增加。Gess-Newsome 與 Lederman (1993) 探究十位職前生物教師，發現其學科教學知識呈現不穩定的狀態，特別是學科內容知識的不充分，影響其教學表徵的順暢。黃麗娟 (1995) 研究三位職前化學教師也與 Gess-Newsome 與 Lederman (1993) 有相同的發現，此外還提出職前教師對學生的認知不足以及懼怕教室方面管理的問題。孫敏芝 (2006) 研究中發現，四十位大五實習學生發現實習學生對兒

童學習特質的理解是其教學知識中最弱的一環。綜述以上研究可以得知，職前教師在進入學校現場教學時，其學科知識、情境知識與學生知識等都是有待琢磨的教學專業。

面對未來，「師資教育」扮演著相當重要的角色，科學師資的養成更是亟待提升的任務之一。因為學習者如果了解科學建構的歷程，學會如何判斷知識的合理性，才有可能成為具有理性、有判斷力的公民，也才能適應未來的生活（王靜如，2003）。然而科學教學現場複雜多變，職前教師面對此情境，如何讓孩子獲得最佳的學習，正考驗著職前教師的專業與熱情，也考驗著師資培育機構與小學現場對職前教師支持的能量與智慧。

近年來，因為教師供需市場以及實習制度的更變，臺灣的師資培育機構提供職前教師（師資生或實習學生）增進教學實務知識的機會或形式亦隨之改變；小學現場的輔導老師普遍認為實習學生的實習應重視班級教學，學科教學主要是數學和國語文，對於自然與生活科技領域的教學實習訓練鮮少強調。然而，在這全球重視科學與科技發展的時代，如何能有效提升職前教師自然科學的學科教學知識內涵是一項不容忽視的重要課題。本研究即是記錄在這臺灣師資培育變遷的年代，藉由兩位職前教師科學學科教學知識的改變情形，呈現師資培育機構與小學現場如何協助職前教師邁向教學專業成長的歷程，研究結果可提供師資培育機構規劃師資培育課程及實習模式的參考。

二、研究目的

本研究目的主要探究兩位國小職前教師於實習歷程中的科學學科教學知識的成長，以及覺知師資培育機構和小學現場等協助的影響，研究內容列述如下：

- （一）分析師資培育機構（大學指導教授）及小學現場（小學自然科輔導老師以及班級導師）在實習期間（集中實習階段以及教育實習階段）對職前教師科學學科教學知識成長之影響。
- （二）探討師資培育機構（大學教授、師培中心、研究者）及小學現場的重要他人（自然科輔導老師、輔導老師、重要他人等）對國小職前教師的科學學科教學知識成長之影響。
- （三）比較職前教師科學學科教學知識受師培機構及小學支持協助強度。
- （四）描繪個案教師在整體實習階段的科學學科教學知識發展樣貌。

貳、文獻探討

一、學科教學知識

(一) 學科教學知識之意義與內涵

Shulman (1986) 認為學科內容知識需透過教學融合呈現，是一種經過「轉化」的知識。在教學實務中，學科教學知識為一種教師與學習者之間的溝通橋樑，亦是一種填滿學科知識和教學知識之間空隙的知識 (Veal, Driel, & Hulshof, 2001)。張世忠與羅慧英 (2009) 認為深具豐富學科內容知識的教師能隨時藉由自我反思來調整教學，並建構出適合自己所教學生程度的教學表徵。學科教學知識具有經驗性、反省性與實用性，教師從反省自己教學經驗中，累積許多教學的知識與策略，以利教學的實施，而為了使教學流暢，教師往往以最實用、最符合現場需求來處理教學實務。van Driel、Verloop 與 Vos (1998) 綜合文獻指出，雖然學者們對學科教學知識所包含的成分有不同的說法，但主要包含學科內容知識、策略和表徵知識、學生的學習和概念知識、一般教學知識、課程和媒體知識、情境知識及目的知識等七種。

(二) 科學教學中學科內容知識之成分

「學科內容教學知識」協助教師發展出一個架構去思考和評價他們的教學，包含如何描繪科學概念、學習者的反應以及事先預想教學情境可能會發生的問題 (Veal et al., 2001)。Magnusson、Krajcik 與 Borko (1999) 綜合科學教學中學科內容知識之成份 (圖 1)，完整的描繪出科學教學的學科內容知識。圖 1 說明了科學之教學是有相當的挑戰性，科學教師必須具備豐富的科學課程架構的知識、對學生瞭解的知識及特定科學主題教學策略的知識，方能勝任自然科之教學。Magnusson 等人 (1999) 認為這三種成分的交互作用而影響科學的教學，內涵如下：(1) 科學課程架構的知識：教師所擁有且使用在架構教學的知識，教師要決定哪些概念對學生而言是重要的，內容包含概念化延伸的資訊；(2) 對學生瞭解的知識：包含學生典型的觀念、特定單元的舊經驗和學生難以理解的概念等；(3) 特定主題教學策略的知識：指教師使用特定主題的教學策略來幫助學生瞭解特定科學主題的內容，如類比、實驗活動、示範以及表示科學概念的其他資訊或活動。

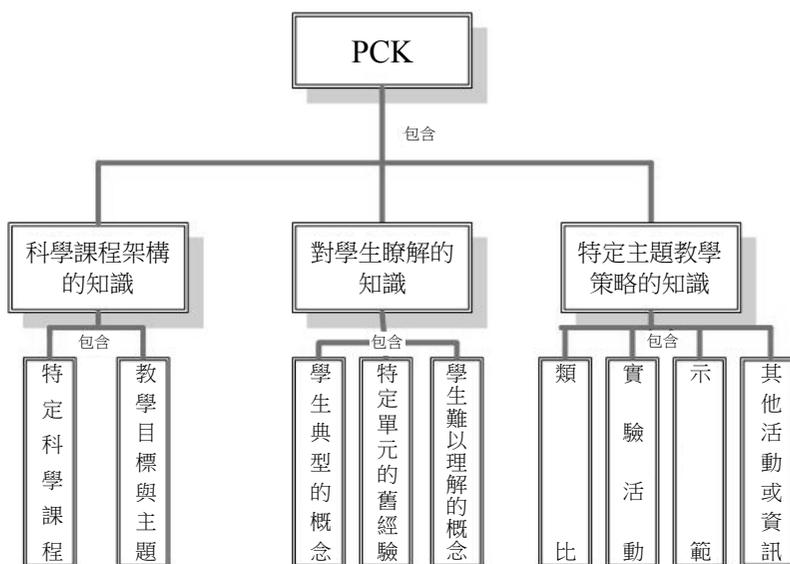


圖 1 科學學科教學知識架構圖 (Magnusson et al., 1999)

(三) 教師知識的動態本質

Cochran、DeRuiter 與 King (1993) 認為教師的知識本質非靜態呈現，而是主動不停地建構、不斷地發展。此不停建構的歷程與內外因素不斷的互動，並且隨時準備修正或顛覆，因此引入建構主義的觀點，提出以知曉 (knowing) 代替知識 (knowledge) 的學科教學知識的修正模式－「學科教學知曉」(Pedagogical Content Knowing, PCKg)。「學科教學知曉」特別強調動態的性質並定義為對教師對教學、學科知識內容、學習者的特質以及學習情境脈絡的綜合理解。江玉婷 (1995) 將 Cochran 等人 (1993) 的學科教學知曉模式修正為教學策略與教學目標、學科、學生、課程、教學情境等五種知識的互動。在這模式中，教學者本身的學科教學知識結構，會隨著五大領域的互動知識發展，而使學科教學知識逐漸生長茁壯。林美淑 (2005) 提到學科教學知識就巨觀的觀點而言，範疇源自於教師的學科知識、一般教學知識、課程知識、評量知識、學生知識、學校情境與文化之知識等領域知識之融合產物。當教師在教學中或準備教學時，心智中不斷的將數種領域知識加以融合，並以全方位的角度思考

如何教學時，學科教學知識便逐漸形成。若就微觀之觀點，則是教師在課室教學情境中，針對特定單元，所具備的學科教學知識，其內涵計有下列六大知識向度：學科知識、學生對特定單元的學習知識、表徵方式與教學策略、課程知識、評量知識以及情境與文化之知識。

二、職前教師在自然科學領域教學專業成長的實徵研究

在自然科的教學中應該採取何種教學法是職前教師時常提出的問題，郭重吉（1995）建議科學教師應多採用以探究取向、小組討論等教學的方法，以了解學生的想法，提供學生主動建構知識的機會，透過師生間的質疑與辯證，以建立知識與共識。熊召弟（1996）指出教師的熱誠、教學準備、瞭解科學的目標和方法、反省、合作研究教學及能隨著時空佈置「學童為中心」的真實教學環境，是朝往建構者觀的教學理想的重要動力。

關於職前教師在自然科學教學中專業成長的研究方面，Geddis、Onslow、Beynon 和 Oesch（1993）在針對兩位高中化學初任教師的研究中，探討初任教師的學科教學知識，如何將學科知識轉換成可教的內容知識。結果顯示初任教師花了很多時間在學科內容的準備上，非常重視學科知識，但對於時間和進度的掌控不是很好，有關學生的知識亦不足，在組織教材及運用有效的教學策略上遭遇很大的困難。認為職前科學教師對學生迷思概念的瞭解可以促進其教學表徵及策略的發展。黃文吟與張惠博（1994）在探究國中物理職前教師對於實驗教學的認知時，發現職前教師對於實驗教學活動情境的未知狀況，多無法預期與掌握，甚而僅是依賴自己的學習經驗及教科書。靳知勤（1994）在探討職前與在職國中教師對環境課程及教學方法之認知時，發現科學教師比非科學教師擁有較多的環境知識，在處理環境教學時，不論是課程的設計或教學方法的運用上，都較富自信。

熊召弟和譚寧君（1998）利用遠距教學輔導熱線（Distance Supervision Hot Line）的概念，幫助職前教師解決教育實習時遇及的教學疑難以及隨時提供教學資源，線上會議室的對話、討論，可以協助實習教師之專業成長。王美芬（1998）指出面對面的輔導是教師成長的重要方式，尤其是自然科學的教學成長，具體的教學體驗與鷹架支持對於教師專業的提升能發生效力。

三、實習輔導機制中專家教師的功能

(一) 師資培育者

吳麗君與熊召弟(2007)認為實習指導教授扮演著聯繫、溝通和協助的角色，具備諮商輔導、教育專業、實習評鑑、工作指導、行政協商等知能。王美芬(2007)建議大學指導教授在集中實習前應先安排職前教師進行微試教，多至小學觀摩教學。集中實習時除參與討論會時提供意見外，並需評估職前教師教學日誌、反思、改進方案等。在大五教育實習期間，大學指導教授應主動利用不同管道聯絡實習生、關懷其教學及行政實習狀況，返校座談時亦應多提供甄試或檢定考試的訊息。大學指導教授應扮演教學理論提供者和支持者，尤其在教學設計、學生輔導、教法、課程等之理論需與實習生討論，或在教學檢討時提醒並介入，以檢核理論。林凱胤、楊子瑩與王國華(2009)提出指導教授在實習期間給予實習教師的迴響有給予打氣加油、對反思內容表示贊同、督促與提醒、促使進一步反思、推薦反思的文章、釐清教學上的觀點與問題、闡明科學本質的教學、導正實習教師對實習工作的看法等。

(二) 小學輔導教師

初任教師經驗較不足，可以在資深教師身上獲得許多寶貴的經驗。實習教師本身的心態及遇到的實習輔導教師都影響著教育實習的品質與成效(熊同鑫, 2007)。Martin與Justin(1995)發現輔導教師能引導實習教師進行反思，以專業能力為基礎來協助實習教師發展知識、技巧及態度，並傳授其專業的學科知識。黃雅靖與李源順(2009)指出在初始教學時期輔導教師必須扮演楷模的角色，觀察實習教師與其進行班級常規方面的合作教學，在視導教學階段教師則應該扮演指導員，觀察實習教師並對於實習教師的表現給予系統的回饋。在反思階段則扮演批判的諫友，觀察實習教師再次檢視課程規劃，協助實習教師使用反思做為自我發展的工具。然而，簡頌沛與吳心楷(2008)指出，實習教師和資深教師的互動不一定和諧而單純，也可能是教學上的衝擊，引發實習教師對於自己所持的教學信念的衝突，影響後續在教學實務或知識的轉變。

參、研究方法

一、研究架構

為瞭解職前教師教學專業成長以及與師資培育機構、小學現場互動之間的關係，本研究選擇以「學科教學知識」為教學專業成長的核心，融合 Shulman (1987) 對學科教學知識描述的特徵及 Cochran 等人 (1993) 提及的「學科教學知曉模式」的整合型動態觀點，採用學科知識、課程知識、教學知識、情境知識、評量知識、學生知識等六向度以分析職前教師覺知其在實習歷程中，師資培育機構、小學現場對其科學學科教學知識成長與轉變的影響。本研究界定各知識的動態面向如圖 2，內涵如表 1 所示。

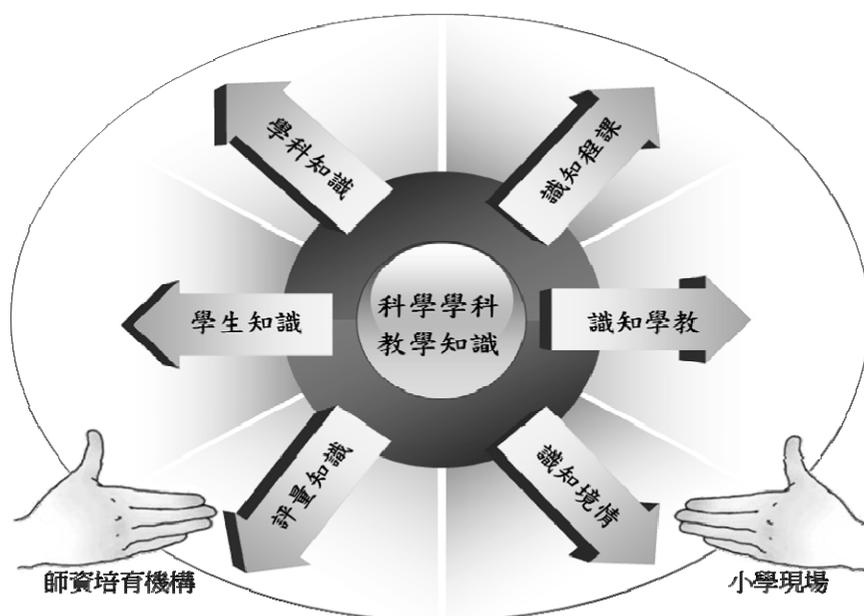


圖 2 研究架構圖

表 1 學科教學知識內涵表

	學科知識	課程知識	教學知識	情境知識	評量知識	學生知識
內涵	<ul style="list-style-type: none"> 能陳述科學概念的重點 老師熟悉科學原理或理論發展的過程 老師知道學生所提的科學問題之答案 老師瞭解科學與科技間的關聯 老師知道科學發現的歷史 老師解釋科學對社會的影響 	<ul style="list-style-type: none"> 能了解課程目標與實施要點 能以系統性的知識架構，清楚呈現教材內容 能融合科學本質於教材中 能激發學生創造、問題解決等能力 能依據能力指標整合教學資源 融入實驗、探究活動的教學 	<ul style="list-style-type: none"> 老師用的教學法使學生對科學維持興趣。 老師使用熟悉的例子、故事或類比來解釋科學的概念。 老師使用圖表或真實事物來解釋科學的概念。 能善用問答技巧，鼓勵學生積極參與學習 能提供適當的練習讓學生熟練學習內容 能控制教學流暢性掌握課堂情形 	<ul style="list-style-type: none"> 設定適切可行之班級常規 能具有針對行為欠缺的學生處理能力 能掌握教學活動與學生良好互動 善用社會獎勵（口頭獎勵及增強物） 音量適中、口語清晰 配合教學安排座位、布置教學環境 	<ul style="list-style-type: none"> 明確指導學生學習、說明評量方式 能依據學生學習目的與情形，選擇適切且多元的評量方式 能依據評量結果進行教學反思 針對評量表現給予適時回饋與指導 學生能理解、運用所學概念與技能 	<ul style="list-style-type: none"> 瞭解學生的學習困難 瞭解學生的起點行為 瞭解學生的個別差異

二、研究對象

參與本研究的是來自同所教育大學科學主修（理行）及數學主修（數明）的兩位女性職前教師。大學階段的三週集中實習場域分別在為臺北市兩所不同國小（理行於甲校實習，數明於乙校實習）進行。在大五教育實習階段，兩位職前老師（理行與數明）繼續參與本研究，理行回到小學母校（桃園縣丙校）參與教育實習，數明則繼續在原集中實習的學校（臺北市乙校）進行教育實習，參與研究的兩位職前教師以及相關實習狀況說明如表 2。

表 2 研究對象及實習狀況

職前教師化名	主修	教學年級		自然科輔導老師/ 實習場域		教學觀摩主題	
		集中實習	大五教育實習	集中實習	大五教育實習	集中實習	大五教育實習
理行 (S)	科學	五	六	陳老師/ 甲校	靜老師/ 丙校	重力 力的大小與方向 摩擦力 磁力	氧氣和二氧化碳 奇妙的電磁鐵
數明 (M)	數學	五	二	吳老師/ 乙校	美美老師/ 乙校	棲地適應 動物的分類 求偶與生殖	磁鐵的秘密 磁鐵玩具 DIY

三、研究情境

兩位個案職前教師在大學皆修習過自然科相關課程，在教學前皆已介入實習環境多次。當研究者問理行是否能勝任自然科教學時，明顯感覺她的信心不足；數明雖然不是主修科學，但個性活潑，且有較多的教學經驗，表示能勝任。無論是集中實習或教育實習階段，兩位個案職前教師的實習輔導教師全都擁有教育碩士學歷，僅有理行的自然科輔導老師（靜老師）擁有數理科系的學士與碩士學位。理行在集中實習遇及的陳老師，雖然過去並非科學主修，但是擁有兩年的自然科教學經驗，多次鼓勵理行在自然科教學上遇到任何問題都可以和她討論。數明在集中實習時的輔導老師是班級導師（吳老師），雖然沒有自然科教學的經驗，但吳老師熱心參與數明的自然課教學觀察，並給予她自然科教學的建議；進入教育實習的階段，數明選擇到低年級實習，輔導老師是有教學十多年經驗的美美老師，對教學富有熱忱，在班級經營及 e 化教學方面深獲好評。數明選擇生活科的教學，融合自然科學與藝術來試煉科學教學能力。研究場域說明如圖 3 所示。



圖 3 研究場域圖

本研究主修數學的數明原先只規劃於集中實習時教國語和數學，但因參與本研究而多規劃自然課教學。集中實習期間，自然科輔導老師要求數明負責完整的單元教學，增加教課堂數，其負荷約略影響了她整體教學的表現。而在教育實習階段，由於本研究尊重學校以及個案職前教師的計畫，完全採自然狀態下觀察，但是限於學校文化情境的影響，能夠於自然課上台實際教學的機會並不多，為了去除此項限制，研究者除了於職前教師每次自然科教學進行課室觀察外，並參與實習學生在小學的所有實習相關的科學活動，多方蒐集文件資料探究兩位職前教師在科學學科教學知識的成長情形。

四、研究者角色

研究者大學是主修數理教育，並有國小教師證書，在就讀碩士學位時，對於科學教師專業成長的議題有興趣，以實際走進國小現場觀察職前教師實習情形的方式進行本研究。研究者本身的角色定位為部份參與觀察者，除了取得職前教師的信任以便自由觀察外，藉由協助職前教師進行相關教學活動，建立互助互信的情感。研究中，多方蒐集職前教師相關的教學、反思及評量等資料，並與共同作者審視資料，針對重點做澄清、反思以建構教師知識。

五、研究流程

集中實習期間（2008年4月至5月間的三個星期）觀察兩位職前教師（以下稱師資生）進行的十二節自然科教學（課堂攝影、事後訪談）。2008年6月中旬，該大學之教育實習教授帶兩系師資生前往上海進行五天的參訪，研究者透過晤談及個案職前教師的札記瞭解此行的學習心得。在教育實習期間（2008年7月至2009年1月），觀察兩位實習學生自然科教學共計十二節，正式晤談共計十二次。資料收集是以晤談轉譯、教學影片、反思札記、課室觀察紀錄、座談會紀錄為主，探討職前教師專業成長的議題。除此之外，大學研究者與個案職前教師在教育實習期間的教案及教學影片的對話錄音亦為研究收集之資料；研究流程如圖4。資料分析包含編碼、解釋評論、文件組織等過程，文件中R代表研究者，S代表理行，M代表數明，I代表訪談，F代表研究者田野札記；例如：I/S-4-7即表示摘錄理行第4次訪談紀錄中的第7頁。

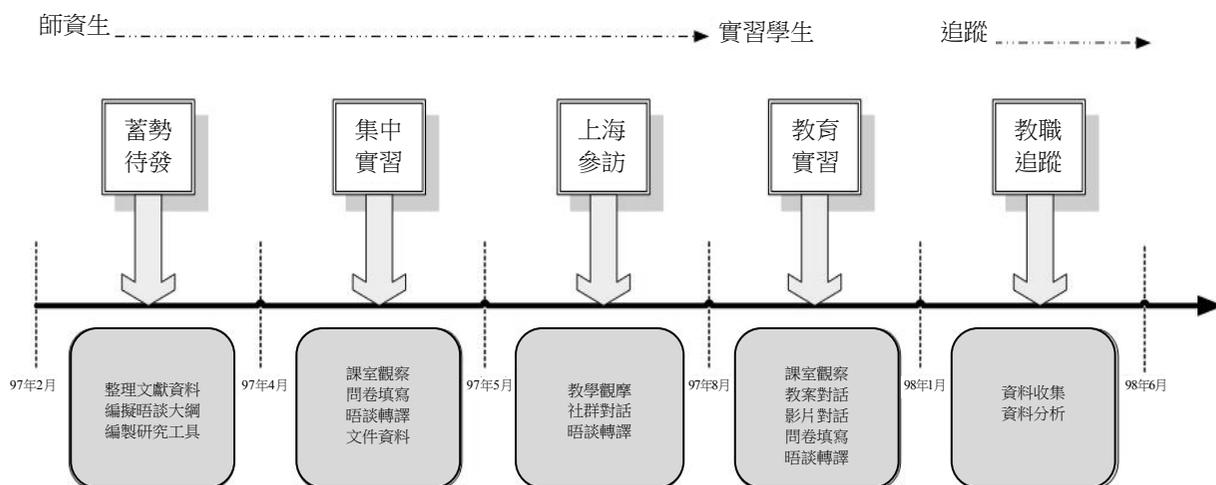


圖4 研究流程圖

六、研究工具及計分說明

(一) 學科教學知識內涵表

本工具的編製是參考張德銳、高紅瑛、丁一顧、李俊達與簡賢昌等人(2005)依據教育部教師專業發展評鑑規準於96年4月15日編修的專業評鑑向度以及吳季玲等人(2008)的國小科學教師教學專業發展評鑑工具，修改成適合觀察職前教師自然科學教學的量表，在每節課結束後分析其學科教學知識呈現的樣貌。

(二) 科學學科教學協助強度知覺表

依據前述學科教學知識內涵表改編而成，用以瞭解兩位職前教師對於實習階段，師資培育機構及小學現場對職前教師科學學科教學知識專業成長的協助情形。量表包含學科知識、課程知識、教學知識、情境知識、評量知識、學生知識等六大向度，計有0~5六個數字，5代表協助程度最強，3代表協助程度居中，1代表協助程度最弱，沒幫助則以0來表示。之後再將職前教師的意見轉換為師培機構及小學現場的得分情形，沒有幫助該項則計為零分，勾選1表示得1分，依此類推，每個主向度值是以細項目總得分(合計)及該值除以(總人數×題數)之平均數表示。

(三) 漣漪圖與蜘蛛圖

為了呈現實習場域裡重要他人與職前教師的相處情形及影響力，本研究分別以漣漪圖及蜘蛛圖為表徵。研究者首先以表格請師資生填答，表格的上方為實習場域中的重要他人(事先與職前教師討論過後決定)，表格的左方則為親疏關係與影響力，師資生可填入1~5六個數字，5代表與職前教師關係最親密或影響力最強，1則代表最疏遠或影響力最弱。在漣漪圖的呈現方面，圖中同心圓的核心分別代表理行(S)與數明(M)，越靠近核心者代表與她們的關係越密切，對她們的幫助也越多。越遠離核心者代表與她們的關係越疏遠，提供的協助也相對較少。圖中人物上方的符號代表實習學生感受重要他人對她們的幫助是正向(+)或是負向(-)。在蜘蛛圖的呈現方面，圖中每個箭頭上共有五個點，越接近箭頭方向的點表示該箭頭上的人物對實習學生在科學教學專業成長的影響力越強，反之則表示影響力越弱。

(四) 科學學科教學知識樹

職前教師的科學學科教學知識樹 (Mulholland & Wallace, 2005) ，則是根據教室觀察、晤談的結果描繪而成，教室觀察的內容則是按照表 1「學科教學知識內涵表」中的向度來填寫。為了使樹葉的描繪更加客觀，研究者綜合自然科輔導老師、研究對象及研究者三人的觀點共同評定。評定內容依據三位評分者於每次自然科教學過後針對研究對象六大知識表現的勾選情形（優良以 2 分計，滿意以 1 分計，待改進以 0 分計），每個主向度值是以細項目總得分（合計）除以（評定人數×題數×記錄次數）之平均值表之。科學學科教學知識樹上中的葉數是將平均值×10 倍後，再用四捨五入的方式取到整數位來表示。

七、資料蒐集與分析

(一) 課室觀察與對話

集中實習課室觀察時於教室後方架設攝影機，並與自然科輔導教師共同觀察記錄，進行資料蒐集。教學中學生發表之作品、操作情形，教師使用之圖片、教具等，則以照片為紀錄。研究者每次攝錄完研究對象教學之後，隨即針對影片中研究對象所遭遇的困難或衝突進行剪輯（每段長度大約 5 分鐘），邀請個案職前教師共同觀看、討論，以瞭解實習學生科學教學知識的發展。

(二) 訪談

研究者在參考相關文獻及研究之後，列出訪談大綱，在集中實習期間對每位師資生進行 3 次的標準化開放式訪談（師資生的背景、課程設計內容及專業成長情形）。在教育實習期間則是對每位實習學生進行 6 次的標準化開放式訪談（上海參訪心得、社會變遷下對實習的看法、教師信念、課程設計內容、專業成長情形與重要他人的關係）。

(三) 影片剪輯

影片拍攝後，研究者依據表 1 學科教學知識內涵表，將影片按照次向度的內涵予以剪輯後建檔，並歸類到六個主向度。目的除了要探討職前教師於自然科教學時其科學學科教學知識的呈現情形外，並藉以分析比對職前教師其科學學科教學知識的轉變情形。

(四) 分析步驟

除了教室觀察、訪談法之外，本研究蒐集職前教師的自評表、省思日記、會議紀錄、教案、發給學生的補充資料、學習單等各種文件資料，分析步驟如下：(1) 研究者將教室觀察筆記、訪談資料錄音，轉成逐字稿及田野札記；(2) 持續重複閱讀逐字稿和田野札記，決定主題；(3) 將蒐集的文件，予以編碼和分類，並尋求類別間的關係；(4) 試從資料中建構分類架構、發展論述情節，歸納暫時性的研究結果；(5) 過程中與研究對象印證，或與研究教授、重要他人討論；(6) 最後與相關文獻或理論做相互的比對和詮釋。

肆、研究結果

以下就實習教師在師資培育機構的集中實習階段以及相當於學士後的半年教育實習階段，分述師資培育機構及小學現場對職前教師科學學科教學知識成長之影響。

一、集中實習期階段

該師資培育機構的教育實習課程規劃是大四下學期安排約三週的集中實習，換言之，師資生要完全配合小學現場的課程安排，星期一至星期五全程在小學進行實習。在此階段，大學指導教師和小學現場教師提供師資生不同的鷹架支持。

(一) 大學指導教授協助師資生課程、教學及評量等的專業知識

師資培育機構開設的教材教法課，主要是指導師資生理解自然與生活科技的課程目標、教材結構、學習能力指標等的學科教學知識。由理行及數明的學習反思晤談之後，發現大學師資培育的重點在於課程、教學及評量知識的啟迪，且以課程方面的著力最為明顯。

師資生在進入教學現場前會先與指導教授討論課程設計的內容。師資生表示大學指導教授會針對自然科課程設計中活動的安排及教學流程上給予建議，使課程內容更加有趣，活動之間的銜接也更加流暢。(F/R-1-2)

理行提到大學指導教授在集中實習期間除了會到班上看她教學給予建議之外，在教學觀摩檢討會時亦給予她主要關於教學策略的回饋。數明則表示在教學影片檢討會時，大學指導教授提供動機的引發、學生學習的重點、課堂結束前的統整歸納等的教學建議。在評量的運用方面，理行表示大學指導教授建議運用學習單評量學生是否確實記錄實驗結果，數明表示大學指導教授要求設計不同類型的評量的活動，以瞭解學生的學習狀況。

(二) 小學自然科輔導老師能協助師資生提升學科、課程、教學、情境及評量等方面的知識

國內外研究顯示師資生在教學時學科知識似乎沒有增進，然而，數明在有機會試煉自然與生活科技領域的教學後，反應出對科學的進一步瞭解：「……輔導老師（吳老師）在學科知識方面給予許多回饋，例如：在教卵生的定義時，根據教學指引說明雌性動物受精後將卵排出體外再發育成小動物，所需的養分由卵提供，這種生殖方式叫做卵生，吳老師則提醒要注意有些動物是體外受精的，如魚、蛙等動物，是先排出卵再受精。」(F/R-4-7)，不僅增長了學科知識，同時學習到引導學生的適當教學語言表達。

在課程知識方面，理行與數明表示在實際教學前會先將設計好的教案內容與自然科輔導老師討論。理行的輔導老師（陳老師）常提醒她重視該堂課的教學目標、隨時檢視課程設計內容可否讓學生達成預期的教學目標。數明的輔導老師則是：「……盡量避免整堂課的教師講述教學，多設計以學生為中心的教學活動，像是加強小組討論或實驗操作等活動來活絡學習氣氛……」。(F/R-3-5)

在教學知識方面，理行在「力的單元」的教學，嘗試讓學生進行滾球活動以體驗力有大小及方向性，然而，整個場面的混亂，使得理行深感挫折，事後，輔導老師建議理行實驗前應先提醒學生遵守實驗室安全守則，不可隨意拋球以免損壞教室物品、傷到同學等。至於數明擅於製作教學媒體，輔導老師在稱讚數明的巧思之餘，特別提醒她在投影片教學時間過長，學生注意力渙散的現象，提供她在播放中間穿插引導學生問答的技巧。

為了讓學生在特定的教學情境中建構出有效的理解，學習氣氛的掌握相當重要。理行在「重力」的教學活動，能佈置牛頓發現地心引力的科學情境來引發學生學習動機，但輔導老師提醒理行太專注教學的呈現，卻忽略了課堂中學生的不當行為發生。數明的教學很活潑，不過吳老師仍提醒數明在小組競賽活動時遊戲應重視的公平性，這時候又要回歸到班級常規的一致性。如何拿捏適合所有學生

學習的課程，教師要能在內容知識、學習者的特質及整體教室社會互動環境下調整的情境知識，是理行及數明共同覺得來自小學輔導教師的協助相當重要。

在評量知識方面，理行上完「磁力」的教學活動後，輔導老師建議理行：「……實驗前應向學生說明觀察的重點，課堂中只看到學生瘋狂的玩磁鐵，忽略了實際觀察現象，若有實作評量的協助，可以協助學生更有意義的學習……」(F/R-5-6)。數明的輔導老師對於她經常以問答方式的學習評量方式，進一步希望她能做到：「……要針對學生回答內容給予回饋，不是看學生答對，就繼續往下教，而是要追問學生『你的答案是怎麼來的？』、『為何你有這樣的想法？』，或是請學生發表想法，以判斷學生是否真的瞭解，甚至可以把學生提出來的一些想法和其他學生共同討論……」(F/R-3-7)。評量的內容以及評量的技巧，理行及數明獲得小學輔導教師的協助雖然不同，然而都強調教師如何深入了解學生學習狀況的適當策略。

(三) 班級導師協助師資生教學情境知識與學生知識的發展

教師的教學情境知識主要是了解學生群文化以及面對學生群課室情境之因應的知識，適切的班級常規、佈置互動良好的教學環境等都是重要的教師知識之一。理行認為班級導師是最能提供班級經營技巧的重要人物。理行說班級導師經常分享教學現場裡可能遭遇到的狀況，並以自身的經驗提供理行處理的方法。

理行：導師會告訴我如何使用獎勵制度增進學生學習的外在動機、如何跟家長聯繫、如何辦理戶外活動、班級活動如何邀請家長、如何有技巧的告訴家長關於學生在學校的表現等。(I/S-3-2)

至於數明則表示在多次觀察輔導老師的教學時，學到了許多班級經營的技巧，輪到自己上場教學時，往往會加以仿效，對於班級秩序的掌控信心是逐漸增加。

在學生知識方面，理行表示自己會向導師詢問學生的背景，導師會提供她一些輔導學生的方法。數明表示從輔導老師那邊能得知學生的個性及背景，當她在課堂中遇到學生出現不當行為時，課後輔導老師會馬上告訴她學生有這種行為的可能原因，提供輔導學生的方法。師資生經常與班級導師或輔導老師分享學生的相關背景及學習狀況，這種溝通有助於師資生瞭解學生的學習困難及個別差異。

二、教育實習期間師培機構及小學現場對實習學生科學學科教學知識之協助情形

(一) 師資培育機構對實習學生科學學科教學知識發展的協助

1. 大學指導教授透過異地教育參訪方式促使實習學生的科學學科教學知識發展
集中實習之後就進入六月的畢業季節，兩系的指導教授為了提供師資生更豐富的自然與生活科技教學經驗，特別辦理臺北-上海數理師資培育的交流活動，理行和數明都參加了這次的參訪活動。此次教育交流活動包括：觀摩一位上海高級教師的自然課示範教學、臺灣（國北）、上海（教育科學研究院）兩位師資生的自然課演示（學生是上海小朋友）以及課後的討論。透過晤談，理行和數明對於上海高級教師教學的看法如下：

理行：上海高級教師非常注重讓學生去思考，有做一個實驗就是根本不告訴學生如何讓燈泡發亮，而是在教室前面擺置的長桌上有許多材料（小燈泡、電池等），學生自己要想選擇材料，並辦法讓燈泡發亮。所有的過程要學生自己去想、去策劃、去發現。（I/S-4-4）

數明：老師把東西放在前面，今天你們小組自己討論你要怎麼運用之前的課學習到的東西，讓這個電燈發亮。我覺得這個部份還蠻特別的，因為她們如果自己去拿材料的話，她們不見得會用課本教的，她們可能會用一些自己的方式，很符合自然課的精神，就是...發現很多不同的方式...探究的方式。（I/M-4-7）

理行及數明認為上海高級教師非常鼓勵學生的創新想法，課堂上，學生若有特別的實驗設計時，會告訴其他學生過來觀摩，同時經常的正向回饋，都是值得學習的教學專業。

在兩岸同儕師資生教學的差異方面，理行表示上海師資生代表教學表情較為有些嚴肅，問題結束會要求答案的統一性；臺灣師資生的代表在教學時顯然想以輕鬆活潑的方式進行課程，經常邀請學生說明發現了什麼，鼓勵學生踴躍發言。數明表示臺北師資生代表是以問題引導學生進行深入思考；上海師資生代表的口語清晰、語調抑揚頓挫，整堂課程是在清楚的律動下完成。此外，臺

北師資生善用資訊科技融入教學，上海師資生則善用黑板書寫以及實驗活動來活絡教學。理行和數明對於上海小學生的課堂素質表現，提出「……上海小朋友能完全能夠遵循教師的指令完成工作……」(I/S-4-9)，以及「……上海學生在課堂中完全沒有出現任何不當行為……」(I/M-4-10)等的不可思議。理行和數明提及在臺灣集中實習的教學經驗，為了要管理班級秩序幾乎喊破喉嚨，膨大海則是隨身必備的保養品。

對於評量的學習上，理行表示上海教師或師資生在課堂的問答評量時，傾向直接糾正學生的錯誤概念；臺北的師資生則鼓勵學生踴躍發言，若有錯誤的答案，教師會引導全班討論。數明發現上海專家教師或師資生的教學時，主要以實作評量進行，並有額外設計學習單或其他評量方式；臺灣的師資生則是設計學習單以及利用簡報科技來評量學生的學習成果，評量方式較多元。理行與數明表示此次上海參訪讓她們有機會可以觀摩上海高級教師的教學方式，尤其是發問技巧，例如：如何提出聚斂性、開放性等促進學生主動思考的問題。這次上海參訪的經驗影響了理行與數明日後在教育實習期間自然與生活科技教學的概念，強調促進學生主動思考及探究教學的運用的重要。

理行：在自然科的教學上應該要著重在讓學生主動探究，教師站在引導者或協助者的角色，讓學生經由操作過程中獲得科學知識。上海高級教師的課程設計就讓學生自己運用器材連接電線跟電池盒等形成通路，十分的生活化。(I/S-4-7)

數明：上海教師相當注重學生表達能力的訓練，所以每位上海學生都善於表達自己的想法，課堂上師生的互動極佳，有利於學習氣氛的營造，我希望自己在教育實習期間，能多鼓勵不愛發言的學生勇於表達自己的想法，並能在自然課教學時善用探究教學法。(I/M-4-8)

在離開大學進入小學現場的階段，大學指導教授能提供實習學生新的教育實習課程改革機會，例如：帶領實習學生至中國大陸進行教育實習（包括觀摩及試教），在這衝擊下，顯然理行與數明在自然科教學時重視探究的觀念開始能夠深植於心；在問答技巧的運用上，也能從原先待答時間不足或是自問自答的狀況思考出善用教學策略，引導學生思考的重要性。

2. 定期返校座談、教學觀摩及教學演示等是大學教授協助實習學生增長科學學科教學知識的主要方式

在指導實習學生方面，大學指導教授各有不同的重點及培育方式，理行表示返校座談時，指導教授會提醒他們要思考將創意融入於課程中，課程的內容要生活化，能符合學生的日常生活經驗。為了讓他們能在實習結束後順利考上正式教師，因此在返校座談時經常和他們分享學長姐考取經驗，並邀請國小主任協助教師甄試的模擬考試，增強應試的經驗。數明表示大學指導教授參與她的實習規劃，要求她至少要觀摩同儕二到三次的自然科教學演示，同時對於她的教學演示，特別強調自然科的實驗應重視學生可探討的許多變因，要能激發學生養成主動探究的習慣，教學才算是成功。在返校座談時，則是針對同學的教學影片，要求同學進行說明與討論，強調教學反思。

3. 研究者透過教案對話及影片對話等方式來促進實習學生科學學科教學知識的發展

研究者為了更理解理行與數明在教育實習階段科學學科教學知識的發展形貌，借用他們的教案設計以及教學影片作為對話的主題，然而這種介入，對於理行與數明的教學專業發展亦有影響。在教案對話時，大學研究者建議理行把能力指標與具體目標加以整合，並思考如何適當的提問以讓學生達成目標，顯然也是提供課程及教學方面的知識。在影片對話時，理行重述教學的內容、流程，並強調學科知識傳輸的重要，然而，影片呈現學生的無聊、不專心、隨意說話等，大學研究者建議理行提問後，多邀請學生發表看法，再做總結；對於學生科學概念的形，最好都透過實驗，讓學生親自操作，建構有意義的概念為佳。數明對於大學研究者在教案對話跟影片對話時的建議，對她如何進行自然科的教學上幫助頗多，例如：教案對話時，提供數明在多元教學方式的書寫上要順應自然科略做修正；影片對話時，數明更能體會讓學生自己實際動手操作來發現科學現象的重要性。

4. 師資培育中心對實習學生科學學科教學知識發展的協助

實習學生的教育實習有繁瑣的行政程序，在科學學科教學知識的發展，理行與數明表示師資培育中心對她們科學學科教學知識的發展影響極微。他們表示師資培育中心平時會以電子信件的方式聯絡她們填寫實習的相關資料，並提醒他們實習應該要注意的事項，雖然對於她們各科的教學上沒有太大幫助，但在獲得教師認證的行政支援是絕對的必要。十月裡，師資培育中心舉辦過一場集體返校座談，理行與數明認為此次座談會讓她們在教師檢定及甄試上的準備

更有概念。不過，她們表示演講的題材豐富，但礙於時間限制，只能選場次聽講，因此有「不論是在研習場次或是演講時間上都是相當不足的」的遺憾。

(二) 小學現場對實習學生科學學科教學知識發展的協助

1. 自然科輔導教師在小學現場裡扮演促進實習學生科學學科教學知識的關鍵角色

理行在教育實習時，主要的班級輔導老師是她小學時的導師，不過因為她具有自然科學教育系背景，希望能精進自然與生活科技的教學能力，因此學校安排一位縣府自然科輔導團專家教師—靜老師為她的自然科輔導老師。靜老師歡迎理行隨時坐在教室後面觀察她的教學，並鼓勵理行觀摩校內其他自然科教師上課。理行說：「……從靜老師身上學習到如何帶領學生進行小組合作學習的技巧，還有讓學生自己發現並說出科學知識重要性的策略，靜老師平時建立的循循善誘的問答方式、小組發表分享、書寫自然筆記的習慣，都讓我能瞭解學生的學習狀況……」(I/S-8-12)。靜老師主動指導理行帶領學生製作科學展覽的技巧與方法，還有推薦她參與校內發明展及水火箭比賽的評審，讓理行接觸到小學的各種科學活動。

數明選擇的教育實習學校是原先集中實習的學校，因為在集中實習時，她是安排在五年級實習，因此，教育實習階段，她選擇的是二年級實習。美美老師就是輔導老師，兩人的配合之下，數明會設計許多吸引小朋友的簡報、魔術表演、遊戲等以及運用電子白板的互動，營造活潑的教學情境。此外，美美老師提醒數明一定要評量學生的學習狀況，建議採取學習單、習作、實驗活動等多元評量方式合併使用，增進學生的學習。閒暇時間，美美老師還會指導數明瞭解學生的學習背景。

2. 班級導師能協助實習學生提升教學上應備的情境知識與學生知識

在情境知識方面，理行表示導師賦予班長管理秩序的任務，當導師在上課時尚未進到教室時，班長會主動帶領同學唸課文，使學生靜下心來準備上課。此外，導師會利用計分板要求學生的常規。在學生的行為規範上，導師時常表揚表現良好的學生，表現不好者則會先指出其行為，但不指出姓名，給予學生機會及警惕。在導師的影響之下，理行表示自己在自然科教學時逐漸了解制止學生不當行為的策略。在學生知識方面，導師時常和理行分享教導特殊學生的作法，面對過動的學生，允許延後繳交作業或將未完成的事項寫於聯絡簿告知家長。由班級導師的輔導，理行轉化這些技巧運用自然與生活科技的教學中，讓學生感受教學規定的一致性。

(三) 重要他人與實習學生的親疏關係及影響力

為了探究實習學生感受在教育實習階段重要相關人士對她們的教學專業的協助強度，研究者透過問卷及晤談方式，將理行與數明提出的重要他人協助教育實習強度覺知程度繪製成圖（圖 5），以便瞭解理行與數明在教育實習期間與重要他人相處的親疏關係。

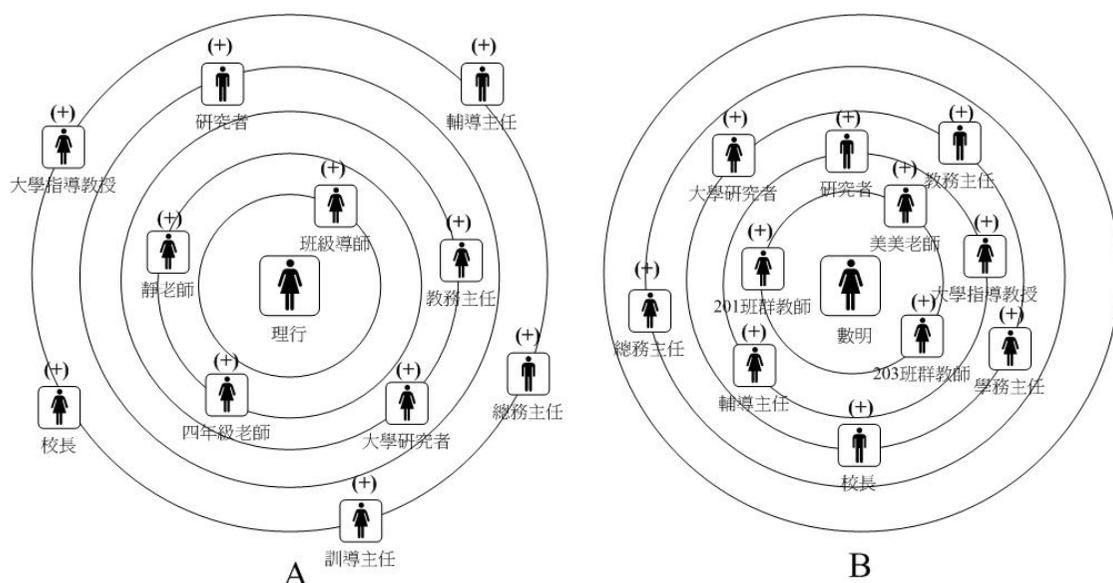


圖 5 實習學生與重要他人親疏關係之漣漪圖

理行與數明一致認為所有的回饋者都能給予她們正向的協助，整體而言，圖 5-A 的理行覺得自己在教育實習期間受到班級導師最多的幫助，其他還有靜老師（自然生活科技領域的輔導老師）以及一位四年級的老師對她的教學影響亦很大，大多數重要關係人士是處於最外圈。5-B 的數明感覺重要他人的親疏較為向中密集，顯然自覺受到多人的積極回饋，她提出二年級班群教師對她的整體幫助相當大，而在靠近核心的兩圈裡也有六位教師與她的關係相當密切。

為了瞭解重要他人對理行與數明的影響力是否與其親疏關係有關，研究者繼續以 5、4、3、2、1 的刻度繪製蜘蛛圖（圖 6）。整體而言，實習學生知覺到的小學方面的回饋者有八位，而大學方面的回饋者則僅提出三位，且小學現場

教師的影響力大於大學回饋者；大學回饋者的影響力又大於小學現場的行政人員。可見小學現場的班級導師及自然科輔導老師對實習學生在科學教學專業成長上有其舉足輕重的影響力量。

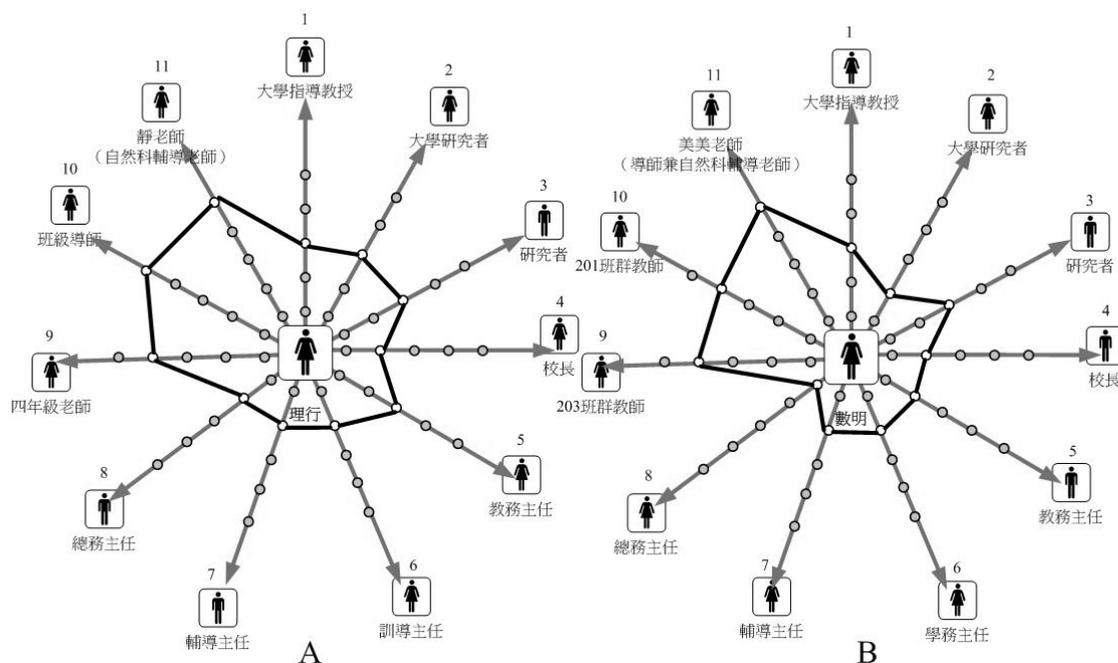


圖 6 回饋者對實習學生科學教學專業成長影響力之蜘蛛圖

三、職前教師科學學科教學知識受師培機構及小學現場協助情形之比較

(一) 科學學科教學知識受協助強度覺知量表分析

為瞭解實習學生感受師資培育機構及小學現場在教育實習期間對其教學成長的協助程度與集中實習有何不同，研究者邀請理行與數明填寫科學學科教學知識受協助強度覺知量表，平均結果如表 3 及圖 7 所示：

表 3 兩位職前教師於實習期間之科學學科教學知識受協助強度覺知比較表

實習階段	集中實習		教育實習	
	師培機構 協助程度	小學現場 協助程度	師培機構 協助程度	小學現場 協助程度
學科知識	2.33	2.33	2.09	2.5
課程知識	2.92	3.25	3.84	4.33
教學知識	2.00	3.35	2.80	3.70
情境知識	2.17	4.08	1.42	3.92
評量知識	2.10	3.40	2.40	3.90
學生知識	0.67	2.83	0.67	3.83
科學學科教學知識 (總平均)	2.03	3.21	2.20	3.53

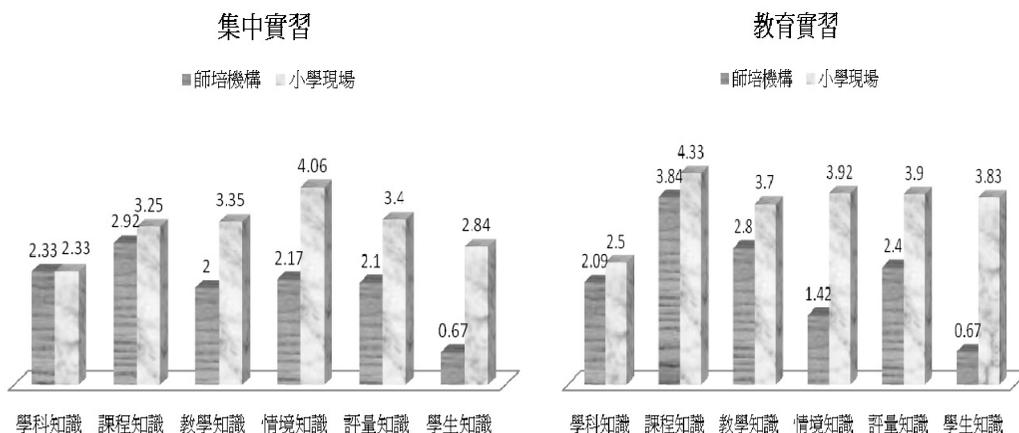


圖 7 兩位職前教師於實習期間之科學學科教學知識受協助強度覺知比較圖

由圖 7 中可以看出在教育實習期間，理行與數明 感受自己的課程知識、教學知識與評量知識，分別獲得師培機構及小學現場許多的協助，原因除了與實習學生在教育實習期間有更多機會進行教學觀摩及演示之外，也與教育實習期間，研究者推動進行的「教案對話」及「影片對話」模式的協助有密切的相關。

在情境知識和學生知識方面，理行與數明感受師培機構對她們這方面知識的協助偏弱，而小學現場除了能夠持續提供她們較強的情境知識之外，對她們在學生知識方面的協助也隨著教育實習時間的增長而有所提升。然而不論是在集中實習或是教育實習期間，理行與數明覺知師培機構及小學現場對她們學科知識方面的協助不夠明顯。此外，比起集中實習，理行與數明覺知自己的教學知識在教育實習期間受到師培機構及小學現場更多的協助，這也突顯教育實習對成為教師的重要性。

(二) 個案教師科學學科教學知識樹的描繪

為了進一步瞭解理行與數明在科學學科教學知識的發展情形，研究者利用知識樹的隱喻來呈現和分析研究對象科學學科教學知識的成長。科學知識樹的樹幹代表職前教師過去的教學經驗，樹的分枝分別代表六大知識，而分枝上的樹葉則是表示該知識的茁壯情形。基於概念保留的想法，教育實習期間的葉子數為集中實習期間的葉子數加上教育實習期間長出的新葉，如表 4 所示 (Mulholland & Wallace, 2005)。理行與數明於集中實習與教育實習期間知識樹的成長情形分別如圖 8 及圖 9 所示。

表 4 研究對象之科學學科教學知識得分一覽表

研究對象	理行的轉變 (較慢)					數明的轉變 (較快)				
	集中實習		教育實習		累積 葉數	集中實習		教育實習		累積 葉數
主向度	得 分	葉 數	得 分	葉 數		得 分	葉 數	得 分	葉 數	
(a)學科知識	0.61	6	1.14	11	17	0.17	2	1.03	10	12
(b)課程知識	0.94	9	1.25	13	22	0.37	4	1.33	13	17
(c)教學知識	0.73	7	0.93	9	16	0.78	8	1.37	14	22
(d)情境知識	0.69	7	0.86	9	16	1.00	10	1.50	15	25
(e)評量知識	0.80	8	0.83	8	16	0.64	6	1.00	10	16
(f)學生知識	0.26	3	0.89	9	12	0.30	3	1.22	12	15

註：表中的葉數是將平均值×10 倍後，用四捨五入的方式取到整數位

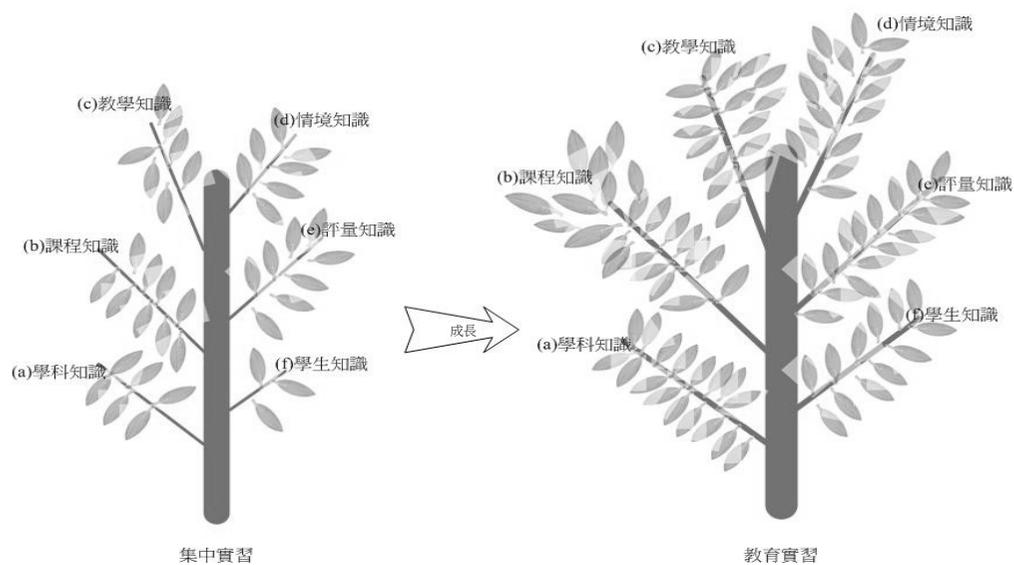


圖 8 理行的科學學科教學知識樹

由圖 8 中可以看出理行在集中實習期間最缺乏學生方面的知識，然而在教育實習過後，理行各方面的知識皆有所成長，而其中又以課程知識的發展最為茁壯。

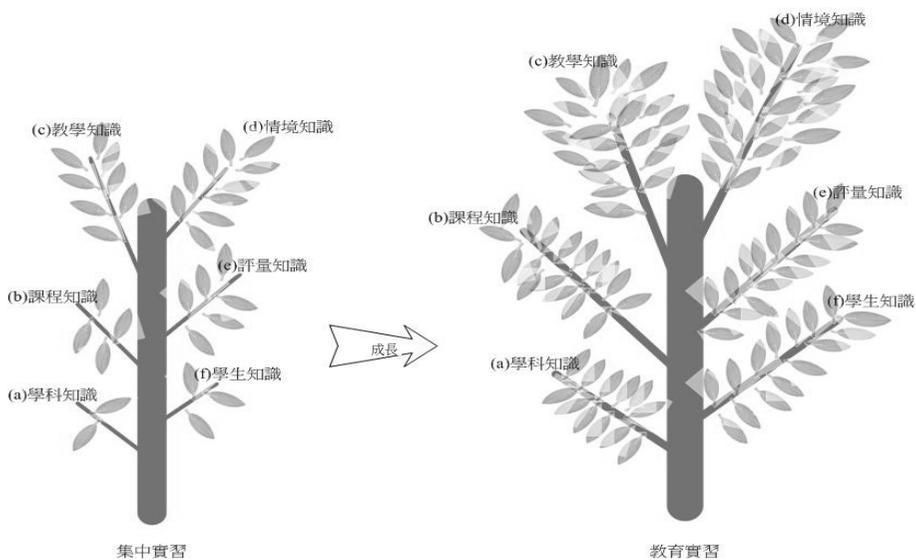


圖 9 數明的科學學科教學知識樹

由圖 9 中可以看出數明在集中實習期間最缺乏學科方面的知識，在課程知識跟學生知識方面也有所不足。不過在教育實習過後，數明在各方面的知識皆能快速成長，其中又以教學知識與情境知識的發展最為茁壯。比較圖 8 及圖 9 中可以得知，在教育實習期間，隨著時間的發展，理行與數明的知識樹不僅更加茁壯，樹葉也更加茂盛。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 師資培育機構及小學現場在實習期間對師資生科學學科教學知識成長之影響

從科學學科教學知識受協助強度覺知的分析結果，可以看出大學指導教授著重在理論知識的建構，小學的自然科輔導教師和導師著重教學實務，雙方各司其職，是促進職前教師邁向專業成長之路的重要推手。隨著實習時間的增長，個案教師感受到小學現場的教師能不斷提供情境、評量、學生等的知識。大學教育實習的革新策略，例如：國外教育參訪以及教案、影片省思對話的模式，得以使職前教師不斷有新的學習模式和新的教育思潮。此外，教學觀摩、演示及檢討會的舉行，有助於實習學生科學學科教學知識的增長。

然而，個案教師感受師資培育機構在情境知識與學生知識的提供顯然不足，以及無論是師資培育機構或小學現場似乎對其教學的學科知識增長無法提供及時的協助，值得重視。黃麗娟（1995）發現職前化學教師學科教學知識呈現不穩定的狀態，特別是學科內容知識的不充分，影響其教學表徵的順暢；以及高榮成與段曉林（1995）發現化學實習教師學科知識方面並沒有明顯的增加結果相似。此外，郭義章和段曉林（1998）的研究發現，個案教師偏重教學方面的思考，忽略學生與教學情境的考量。因此，大學與小學如何彌補彼此不足之處，透過合作、對話與知識分享等方式，發展夥伴關係，促進理論與實踐的結合，共同協助職前教師發展學科、情境與學生知識，進而達成三贏的局面，是值得實踐的方向。

(二) 師資培育機構及小學現場的重要他人對實習學生科學學科教學知識成長之影響

熊同鑫(2007)提出實習輔導教師對於輔導實習教師的態度、信念及輔導教師本身的專業能力，對於實習教師未來的教育理念存在著深厚的影響力；吳雅蓉(1998)研究指出實習指導教授是教育實習過程中輔導實習教師的核心人物之一，其良窳與實習之成效關係密切。本研究發現實習場域裡的重要他人(大學指導教授、自然科輔導老師、班級導師、其他教師等)是協助職前教師提升科學學科教學知識的重要人物，使得職前教師能夠往科學教育專業成長的路上不斷邁進，尤其小學現場的自然科輔導老師及班級導師對職前教師科學教學專業成長上更是有著舉足輕重的影響力量。

實習學生的個人特質亦非常重要，在教育實習期間，數明能與回饋者們維持親密的關係，不斷反思修正自己的教學，因此數明除了在教學上受到更多人的協助之外，在知識樹的表現也確實成長得更為茂密、更為茁壯，足見人際關係的智慧及反思批判的能力亦是提升職前教師專業成長的重要因素。

二、建議

(一) 師資培育機構應加強職前教師關注學生及情境方面的知識

孫敏芝(2006)研究四十位大五實習教師的學科教學知識，發現實習教師對兒童學習特質的理解是其教學知識中最弱的一環。本研究職前教師在進入小學現場實習前缺乏國小生態了解，對於學童的起點行為、如何因應學生的學習困難來進行輔導以及如何配合學生的個別差異來因材施教等都感到相當的困難。因此，未來師資培育機構除了要積極安排職前教師進入小學現場觀摩以增進情境知識外，在規劃課程時也應該思考如何讓職前教師對國小學童更加熟悉，方能增強職前教師對學童認知發展程度、先備知識與先備技能等方面的瞭解，並學會輔導一般學生或特殊學生的技巧與方法。

(二) 師資培育機構與小學現場應發展密切合作的夥伴關係

符碧真(1997)指出大學教授應走出學術的象牙塔，投入中小學教育，專業發展學校旨在鼓勵大學與中小學發展夥伴關係，以教育專業人員導向、學生

導向、工作任務導向或機構導向等任何型態呈現。新制教育實習制度改變了大學與中小學之間的合作關係，使得中小學較以往增添了學術味，大學也較以往更實務些。在社會環境的變遷之下，師資培育機構已不能獨自關起門來辦教育，應積極發展與小學現場密切合作的夥伴關係，使職前教師的「培育」與「致用」能相互融合。Nonaka 與 Takeuchi (1995) 表示對話或集體思考的歷程能夠釐清內隱的觀念與知識，成為大家能夠分享及利用的知識。研究中發現不論是「教學影片檢討會」、「教學觀摩檢討會」或是「教案對話模式」，都有助於師資培育機構與小學現場彼此間的溝通與互動。

(三) 小學現場「多」輔導教師的支持能提供職前教師的專業成長

吳淑芬與詹耀宗 (2008) 指出學習者若能在有經驗且能力較好的老師或同儕的協助下，以原有的經驗或概念為前導組織進行主動的、積極的學習，有助於達成有意義的學習。在職前教師自然科專業知能的成長上，自然科輔導教師扮演著舉足輕重的角色。因此，如何審慎遴選自然科輔導教師，在職前教師專業成長上顯得相當重要。目前小學現場都是直接幫職前教師安排好班級輔導教師居多，而非根據職前教師的需求來尋找合適的配對。簡頌沛與吳心楷 (2008) 研究發現善用社群中的共同資源所帶來的學習成效是超過單一輔導教師的直接介入。因此，小學現場應該要配合職前教師的專長與需求，進行多輔導教師的配對制度，比方說要增進職前教師在自然科的專業成長，除了要安排合適的班級輔導老師外，也可思索挑選優秀的自然科科任老師來輔導職前教師，多管齊下的效果勢必能讓職前教師科學學科教學知識的發展更為茁壯。

誌謝

本研究是由國科會計畫 (NSC 96-2511-S-152-003-MY3) 經費補助。

參考文獻

- 王靜如 (2003)。科學本質教學與教學知能。屏東科學教育，17，3-11。
王美芬 (1998)。自然科教師專業成長與遠距輔導的可行性探討。科學教育研究與發展季刊，11，3-18。

- 王美芬(2007)。國小科學教師的實習歷程與輔導策略。載於**科學教師之路：由實習輔導到專業成長**(3-27頁)。臺北市，心理。
- 江玉婷(1995)。國中地球科學教師學科教學知識之研究。國立臺灣師範大學地球科學系碩士論文，未出版，台北市。
- 林美淑(2005)。國中自然科教師學科教學知識成長之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化市。
- 林凱胤、楊子瑩、王國華(2009)。以部落格作為實習指導教授與實習教師溝通平台之初探。**科學教育研究與發展季刊**，52，1-20。
- 吳季玲、鄭旭泰、連啟瑞、熊召弟、賴慶三、林容妃、陳景期、彭文萱(2008，12月)。國小科學教師教學專業發展評鑑工具之發展編製。論文發表於中華民國第二十四屆科學教育學術研討會，彰化市：國立彰化師範大學。
- 吳雅蓉(1998)。師資培育機構教育實習指導教師實習輔導專業知能發展之需求評估。淡江大學教育科技學系碩士論文，未出版，臺北縣。
- 吳麗君、熊召弟(2007)。實習輔導研究中的灰姑娘：實習指導教師的觀點。載於**科學教師之路：由實習輔導到專業成長**(67-92頁)。臺北市：心理。
- 吳淑芬、詹耀宗(2008)。對不確定的容忍：高中化學實習教師的專業成長。**科學教育學刊**，16(5)，477-493。
- 孫敏芝(2006)。實習教師學科教學知識之探討：教學設計與教學實務。**教育研究與發展期刊**，2(2)，67-92。
- 高榮成、段曉林(1995)。化學實習教師學科教學知識之探究。**科學教育月刊**，6，113-133。
- 陳美玉(2005)。師資生個人知識管理及其對專業學習與發展影響之研究。**師大學報**，2，181-202。
- 符碧真(1997)。美國專業發展學校對我國新制師資培育制度之啟示。**教育研究資訊**，5(5)，31-44。
- 郭重吉(1995)。建構主義與數理科的學習輔導。**學習輔導**，38，32-39。
- 郭義章、段曉林(1998)。國中初任理化教師思考與呈現其學科教學知識之個案研究。**科學教育月刊**，8，53-69。
- 張世忠、羅慧英(2009)。協同教學對國中學生所知覺的科學教師 PCK 之影響。**科學教育學刊**，17(1)，49-68。
- 張德銳、高紅瑛、丁一顧、李俊達、簡賢昌(2005)。台北市教學輔導教師制度九十三學年度實施成效評鑑報告之一——國民小學問卷及訪談調查。台北

市政府教育局專題研究成果報告，未出版。

- 黃文吟、張惠博（1994）。職前物理教師對於實驗教學認知的研究。**科學教育**，**5**，185-207。
- 黃麗娟（1995）。**職前化學教師在微試教學中的學科教學知識**。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化市。
- 黃雅靖、李源順（2009）。三階段輔導模式下國小資深優良實習輔導教師數學教學能力成長之個案研究。**科學教育研究與發展季刊**，**55**，49-82。
- 靳知勤（1994）。職前與在職國中教師對環境課程及教學方法之認知與運用。**教育研究資訊**，**2**（6），111-120。
- 熊召弟（1996）。建構者觀的自然科教學。**科學教育研究與發展季刊**，**3**，3-11。
- 熊召弟、譚寧君（1998）。自然科遠距輔導教學熱線之建立與實施。**科學教育研究與發展季刊**，**11**，19-39。
- 熊召弟（2007）。一位師資培育者在研究學校本位實習輔導教師培育方案的學與思歷程：自然與生活科技領域。載於**科學教師之路：由實習輔導到專業成長**（93-135頁）。臺北市：心理。
- 熊同鑫（2007）。「曼托」與師資培育。載於**科學教師之路：由實習輔導到專業成長**（29-65頁）。臺北市：心理。
- 簡頌沛、吳心楷（2008）。高中實習教師的實務參與及身分轉變：情境認知觀點的探討。**科學教育學刊**，**16**（2），215-237。
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, *44*(4), 263-272.
- Gess-Newsome, J. & Lederman, N. G. (1993). Preservice biological teachers' knowledge structures as a function of professional teacher education: A year-long assessment. *Science Teacher Education*, *77*(1), 25-43.
- Geddis, A. N., Onslow, B., Beynon, C., & Oesch, J. (1993). Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education*, *77*(6), 575-591.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). *Teaching complex subject matter in science: Insights from an analysis of pedagogical content knowledge*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED390715)

- Martin, M., & Jastin, D. (1995). *Learning to teach science: Activities for student teachers and mentors*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED387315)
- Mulholland, J., & Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 767-790.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & Vos, W. D. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Veal, W. R., Driel, J. V., & Hulshof, H. (2001). PCK: How teachers transform subject matter knowledge. *Leadership in Education*, 4(3), 285-291.

A Study of Developing Elementary Pre-service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge by Teacher Education Institution and Elementary Schools

Tzu-Han Lien¹ Chao-Ti Hsiung^{2*}

¹Taipei Municipal Hua Jiang Elementary School

²Department of Science Education, National Taipei University of Education

[*hsiungct@gmail.com](mailto:hsiungct@gmail.com)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the impacts on the development of science pedagogical content knowledge (PCK) of pre-service elementary teachers between the teacher education institution and practicum elementary schools. Two female pre-service teachers participated in this study. Data collection includes observation records, audio and video recording, interviews, and questionnaires. Interpretative method dealing with these data based on the core concepts of pedagogical content knowledge. Findings showed that: (1) The pre-service teachers responded that the main learning from the University of Education (UE) was the knowledge of curriculum, instruction, and assessment but lacked of the knowledge of school context and the understanding of children. (2) The dialogical conversation about the lesson plan, teaching observations, and practical teaching clips among university professors, science mentors and pre-service teachers could improve positive construction of pre-service teachers' science PCK. (3) Science mentors and homeroom teachers in the elementary school have direct and explicit effects on pre-service teachers' science PCK. The results provided the implications and suggestions for teacher education institutions and practicum elementary schools on the quality of internship.

Keywords: science teacher education, professional development, pedagogical content knowledge

