科學教育學刊
2009, 第十七卷第一期, 49-68

Chinese Journal of Science Education
2009, 17(1), 49-68

協同教學對國中學生所知覺的科學教師 PCK 之影響

張世忠[1]　**羅慧英**[2]
[1]中原大學　教育研究所
[2]桃園縣內壢國民中學

（投稿日期：民國 97 年 9 月 19 日，修訂日期：98 年 3 月 9 日，接受日期：98 年 3 月 13 日）

摘要：本研究目的是探討協同教學對國中學生所知覺的科學教師 PCK 之影響，兩位協同教師與學生 36 位參與本研究，包括一位資深與一位生手教師，採用輪流教學或輔助之協同教學模式，內容是針對九年級上學期一整學期的地球科學課程。本研究包含量化與質化的分析方式，採用「學生對教師學科教學知覺問卷」來了解協同教學前後，學生對個案資深教師之 PCK 知覺變化，亦使用「省思日誌」、「學習日記」與「晤談記錄」等，經過三角檢證，分析歸納形成研究主張。經過協同教學後，研究發現學生對這位資深老師的 PCK 知覺在整體的得分上有達到顯著差異。「學科專業知識」、「教學策略」和「教學表徵」都達到顯著差異，而「學生知識與評量」未達到顯著差異。研究亦發現協同教學有助於資深教師多運用資訊教學方式來提昇學生學習興趣；教師更常使用動畫並增加故事、生活實例方式解釋科學概念；在科學與科技間之關聯知識有明顯的進步；協同教學亦有助於實施多元評量方式。最後本研究對現職教師之科學教學方面提出具體建議。

關鍵詞：協同教學、學科教學知識、地球科學、專業成長

壹、緒　論

我國傳統的科學課程設計，深受學科本位課程觀所影響。導致教師大多以所任教的科目作為「專業認同」（professional identity）的對象。因此要求教師參與課程統整，等於是重建他們的「專業的自我概念」（professional self-concept），進而改變專業認同，此為極艱難的歷程，且我國國中科學師資養成教育都是以學科為本位的，並非以目前「自然與生活科技」領域為範疇，要教師採取統整形式的領域教學，在執行面及專業上有其困難度（張世忠，2005；謝金城，2003）。所以必須要仰賴教師的團隊合作才能化解這種困境，因此教師間共同合作的最好策略即是協同教學。在教師的專業發展上，協同教學已漸漸地被確認為是一個很重要的觀點，

協同教學提供每一位獨特、不同的專業教師很好的成長機會（Abell, 2000; Jang, 2008; Roth, Tobin, Carambo, & Dalland, 2005），也讓學生體驗與模仿如何合作與學習合作的技巧並且提昇學習成就（Jang, 2006; Thousand, Villa, & Nevin, 2006）。

Shulman（1986, 1987）認為學科教學知識（PCK）使教師知道如何針對學習者的能力與興趣來將特定的教學主題予以組織、表徵及調整，以利教學之進行，它是教師知識的核心，也是有效教學的基礎，更是學科教師有別於學科專家的地方。研究發現科學教師的 PCK 關係到學生學習獲悉某具體主題，對於學生學習的困難，以及教導某個具體的主題教學策略或教學表徵的知識（如：模型、隱喻）和活動（如：說明、實驗），這些組成部分緊密相關並且應該被以靈活的模式使用（De Jong, Van Driel, & Verloop, 2005; Grossman, 1990; Lederman, Gess-Newsome, & Latz, 1994; Loughran, Mulhall, & Berry, 2004; Van Dijk & Kattmann, 2007）。目前在科學教育的領域當中，近來有關 PCK 之相關研究已在科學領域科目有顯著的成效。針對國中階段相關之 PCK 研究（王國華、段曉林與張惠博，1998；林美淑，2005；林曉雯，1996；江玉婷、邱美虹，1997；邱美虹、張欣怡，1998；王國華、段曉林與張惠博，1998；Geddis, Onslow, Beynon, & Oesch, 1993; Tuan, Chang, Wang, & Treagust, 2000；Van Driel, De Jong, & Verloop, 2002），已有豐富的研究成果。

在上述 PCK 研究中，以資深教師而言（林美淑，2005；邱美虹、張欣怡，1998），在理論與實際的專業中，能建立自己的專業認知與能力，逐步發展教師的知能，教師反省的因素扮演相當重要的角色，有經驗和較強學科背景的老師，能更好的表徵他們的 PCK。以生手教師而言（江玉婷、邱美虹，1997；Geddis et al., 1993; Van Driel, De Jong, & Verloop, 2002），對於教學具高度熱忱且師生間互動良好，但生手教師的教學方法是從早年經驗中學習出來的教學知識以形成其獨特的教學風格，故早年經驗對其教學知識發展的影響頗深，所以生手教師對於學生知識的探究，以及教學的文化情境知識較為缺乏，教學經驗明顯不足。然而無論是資深教師或是生手教師，教師為提昇自我的學科專業知識，皆可以進行協同教學的方式，多接觸不同教師的教學刺激，並透過群體的討論互動更能促進教師教學專業成長（張世忠，2005；賴美娟，2004）。協同教師的存在也增加了相互學習方式與資源（Roth, Tobin, Carambo, & Dalland, 2004, 2005），然而，目前應用協同教學以發展國中科學教師 PCK 的研究甚少，因此，研究者嘗試將應用協同教學以提升國中資深個案教師之 PCK，以了解學生在經由此模式教學下，學生對教師教學策略、表徵與學科專業知識等之知覺（段曉林、王國華與張惠博，1998；Tuan, Chang, Wang, & Treagust, 2000）。根據本研究的目的，研究者擬提出以下的研究問題：

(一)應用協同教學前後，國中學生所知覺個案科學教師之 PCK 變化為何？

(二)協同教學對個案科學教師 PCK 影響之內涵為何？

貳、文獻探討

一、協同教學的意涵、模式與研究

協同教學通常由二個或二個以上之教師共同組成一個教學群，結合了個人專長及潛能，共同計劃、共同作決定以及共同行動（柯啟瑤，2000；Oja & Smulyan, 1989）等。Welch, Brownell 與 Sheridan（1999）認為教師合作式之協同教學有一些名詞常常交替使用，例

如共同教學（co-teaching）（Cook & Friend, 1996; Roth & Tobin, 2001; Walther-Thomas, Bryant, & Land, 1996）和協同教學（team teaching）（Sandholtz, 2000; Welch & Sheridan, 1995）是類似之教學系統。換句話說，協同教學不僅是共同合作而已，更強調所有教學參與者間，在民主、平等與自願組合的基礎上，進行平等溝通，交互反省思考，共同分享知識及經驗，以及一起參與教學行動的計劃與執行（Bennett, Ishler, & O'Loughlin, 1992; Buckley, 2000）。

國內外學者對協同教學模式修正與歸納可分為五種（張世忠，2002；黃玉娟、杜華綠，2004；Cook & Friend, 1996; Friend & Cook, 2003）：

1.大班教學（Large class instruction），一位教與另一位協助，一個教師在實施教學技巧引領學生進入課程時，另一個教師能適時輔助學生。
2.分站式教學（Station instruction），教室分幾個站，每站劃分教學內容，每一位老師都教課程的一部份，所以學生會輪流從這站到另一站去上課。
3.循環式教學（Rotation instruction），就教師自己的專長，選定該領域的若干單元，循環教導數班中的每一班。
4.分組式教學（Regrouping instruction），依學生對主題的需要或學生的能力，加以適當分組。
5.協同教學（Team-teaching），教師主要輪流教學或者輔助扮演示範的角色。

Roth, Tobin, Carambo 與 Dalland（2004）探討的共同教學是由兩位老師共同負責與學生一起進行高中化學課程，指出在這種歷程中，不僅搭配的老師其教學方式越來越接近，而且無意識產生共同的在教室內走動、手勢和身體活動的模式，本研究增加初任教師更多獲得教學經驗與學習的機會。Roth, Tobin, Carambo 與 Dalland（2005）進一步研究探討共同教學，這種社會性和身體上的習慣協調其產生可能的來源，發現協同教師的存在增加了他們在教學上獲得更多社會與物質資源進入的管道。Abell（2000）敘述協同教學的歷程，由一個大學的研究員和一位教師，一起教導小學六年級的科學所擁有的實際經驗。他們的教學包括計劃、試教、回饋、反應，將其變成一套協同教學的模式。透過協同教學的真實經驗去定義一個協同教學者應有的角色，協同教學讓他們表現得像一個共同學習者。

張世忠（2005）探討在國中一年級「自然與生活科技」領域之教學，由某一個國中的三位「自然與生活科技」領域教師自願組成一個協同教學小組，採用質的研究法，以詮釋性的方法作資料分析。結果發現國一新教材讓教師面臨領域教學、專長不足、及能力指標等相關問題；協同教學讓教師可以專長互補，並部分解決領域教學後專長不足問題；協同教學亦讓學生相互學習，刺激學生的反應，從相互楷模中學習成長。賴美娟（2004）在探討協同教學與教師的專業成長的研究中採用張清濱（1999）所提出之協同教學步驟進行，組成教師團，在上課前五位自然科教師一起設計規劃，並研擬教學流程，再分別進行教學活動，教學活動結束後再進行討論，共同評量。結果發現：(一)協同教學對於教師專業成長有明顯的助益；(二)教師具有強烈學習與改變的動機可明顯的提昇教師專業；(三)教師的互動情形影響教師在協同教學中的成長；(四)協同教學的方式可提昇教師的教學省思。

二、科學教師的 PCK 之相關研究

段曉林、王國華與張惠博（1998）發展

國中學生對教師 PCK 知覺問卷，以文獻研究資料為基礎編制問卷概念類別與題目，再經學者專家、經驗教師與學生檢核其表面效度，以中部縣市國中634名學生為對象進行 PCK 問卷前測，前測資料經分析與修改後，再以中部縣市國中935名學生為對象進行正式 PCK 問卷施測，最後將其問卷 PCK 之內涵分成「課程知識」、「學科知識」、「教學策略」、「教學表徵」和「對學生學習的理解」等五個向度之正式量表。而王國華、段曉林與張惠博（1998）更進一步探討學生在教室環境中對科學教師學科教學表現的感受，以了解國內科學課室教學的面貌。採用質量合併方式進行，受調查學生人數共計1879人。研究發現學生對於科學教師的學識豐富表示肯定，但發覺到老師經常利用考試來檢查他們的學習情形，老師所用之知識表徵方式和教學策略與活動等的多樣性較少，也發現學生對教學的學科教學知覺隨教師性別、學科、學生性別、學校大小和地理位置等因素而有顯著不同。

江玉婷與邱美虹（1997）探討國中地球科學初任教師與資深教師在轉換自的學科知識成為可教給學生的知識時所呈現的學科教學知識。研究結果顯示在教學策略與教學目標的知識上，初任與資深教師並無明顯的差異。初任與資深教師的學科知識架構都呈現清楚的邏輯先後次序，且資深教師較為完整。但兩者都有一些迷思概念。邱美虹與張欣怡（1998）研究經由教室觀察與晤談方式探討一位國中資深理化教師的學科教學知識。研究發現影響該名教師的教學因素除了學科教學知識外，還有自我反省的因素也扮演相當重要的角色，同時研究結果也發現這些因素之間彼此有明顯的互動關係。可見一位深具豐富 PCK 的教師應該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。

Van Driel, De Jong 與 Verloop（2002）在他們對師資的 PCK 研究中指出學科專門知識在 PCK 的發展中是不可缺少的，而 PCK 會在老師實際教學中更進步。教師取得對教學策略和表徵的知識在特定科目的教學和學生的認知。這 PCK 有助於使老師能夠預先知道學生對特定科目學習上的問題。De Jong, Van Driel 與 Verloop（2005）更設計一個從教學中學習的化學單元，認為學習是一個有效的教學經驗與工作坊的連結。透過實際教學中的學習，雖然個人發展會依據教師本身而異，然而教師發展出自身在模型教學上的 PCK。

三、本研究特色

由以上相關實證研究發現目前並無針對應用協同教學來發展科學教師之 PCK 研究，但從相關性之實證研究可知，首先段曉林等（1998）發展「學生對教師學科教學知覺」（SPOTK）問卷，而王國華等（1998）以此問卷調查發現學生對於科學教師的學識豐富表示肯定。學生對於教室環境的知覺能有效的預測其學習成就和瞭解教學的過程，所以學生對於教師教學的知覺是提供教師可參考的資料，PCK 是教師的一種特殊知識，除必須抓住所要講授概念的意義外，還要能藉由類比、隱喻或其他方式讓學生理解，因此學生對教師之 PCK 應該能感受到。老師可以參考學生對教師學科教學知覺的調查結果，進而反思改善自己的教學（邱美虹、張欣怡，1998）。

另外，透過協同教學教師間可以專長互補，讓彼此之間的對話增多，更多教學省思，解決領域教學之專長不足問題（張世忠，2005；賴美娟，2004）。而協同教師的存在也增加了社會和物質資源進入的管道，而且

為將不常發生的行動增加機會，也提供更好的機會讓初任教師學習如何教學(Roth, Tobin, Carambo, & Dalland, 2004, 2005），進而改善教學實務，達到教師專業發展的目標。

由以上討論結果，本研究將採用協同教學來探討對國中科學教師 PCK 發展之影響，本研究整合「協同教學」與「學生對教師學科教學知覺問卷」的特點，說明如下：

1.本研究對教師的 PCK 界定，主要採用段曉林等（1998）編制之「學生對教師學科教學知覺問卷（SPOTK）」，評量內容包括教學策略知識、教學表徵知識、學科內容知識、學生理解知識等四個類別所編成之四個分量表以作為本研究探知科學教師學科教學知能呈現的工具。

2.應用段曉林等人（1998）發展學生對教師學科教學知覺量表之優點，主要考量教師在教室中是威權的代表，容易陷入自以為是的思維中，為了能更客觀的看待教學現場，應以學生的觀點出發，將能了解教師的 PCK 發展的狀況。尤其學生本身更是全程在教學現場中，由學生的認知更能明白教師是否達到預計的教學目的，而學生可由較多的學習經驗來回答，不像觀察或晤談資料受到少數對象等限制（De Jong, Van Driel, & Verloop, 2005; Van Driel, De Jong, & Verloop, 2002），且是由全體的學生判斷並非僅是少數的觀察者。

3.段曉林等人（1998）「學生對教師學科教學知覺」量表，其限制是量化呈現方式，無法深入瞭解個案教師的 PCK 成長因素。本研究收集多方面學生方面的質性資料，除了量表外，增加如晤談、省思札記、回饋單、和學習工作單等質性輔助資料，以深入探討協同教學對教師的 PCK 是否有成長。

4.運用協同教學，採用 Cook 與 Friend（1996）之輪流教學或輔助之協同教學模式（Team-teaching）方式。即是兩位教師依其專長組成教學團隊，並利用任務分工的合作教學的方式應用於科學領域教學中。在課堂中，兩位教師同時出現在教學現場中進行同一課程，運用兩位教師不同的專長，讓教學現場更活潑，教學內容更多樣化。

參、研究方法

本研究採用個案研究法，針對個案科學教師（慧慧老師）學科教學知識之變化來探討，以量與質並行研究分析方法，以下將就本研究參與研究學生與教師、實施步驟、資料收集與分析等方面加以說明。

一、學生部分

本研究之對象為安安國中九年甲班之學生。該研究對象之學校創立於民國五十年，地點位於工業區內，人口數較其他地區為多，全校學生總人數2941名，全校共有80班，九年級共計26班。研究對象九年甲班學生共36位（男生21人，女生15人），班級呈常態編班，家長社經背景中等，以勞工階級居多。

此班級為慧慧老師導師班級，由國一開始，自然科課程即由慧慧老師所任教，國一課程主要為生物部份，國二課程以理化為主，國三課程理化及地球科學部份皆由慧慧老師任教。因身為導師，故學生對於上自然科課程的態度會比較認真，常常於課後會和慧慧老師討論一些課外的問題，例如：什麼是反聖嬰現象？黑洞是什麼？也因身為導師，學校方面相對所配的課程會比較多，便於導師班級經營管理，與學生間相處的時間

較多，彼此間亦培養出共同的默契，師生間信賴與互動亦很頻繁。

二、教師部分

慧慧老師本身為安安國中九年級之導師，畢業於師範大學地球科學系，教學資歷十年，平時的教學大多採用講述與搭配實驗活動方式進行，屬於比較傳統講授的教學方式。因此，學生上課時的氣氛較為沉悶，相對影響了學生學習的興趣。有鑑於此，她期望透過資訊融入課程的方式，了解學生對自己的教學策略與學科教學知識的影響為何，以作為教學改進的參考依據，然而此教學方式有別於傳統講述的教學方式，教師必須要花費更多心力才能完成，是有其困難存在，不宜個人貿然實施，所以尋求一位有共同理念且能合作研究伙伴是有其重要性。

直至進入大學研究所就讀，又恰好認識本研究協同教師，兩者間產生共同的默契，她期望在有限的課堂時間內，將課本內的知識，結合網路科技與內容補充知識，讓學生能充分獲得，也為了提昇自己對自然與生活科技領域的專業知能。協同教師（曾老師）為理工科系畢業，他正在修習中等教育學程之研究生，也曾於國中擔任短期代課自然科教師，具有教學熱忱與學習動機，對資訊融入教學方面亦有所專精。

三、實施步驟

研究者考量在不調整學校教室與課務編排等教學原貌下進行，採用 Cook 與 Friend（1996）共同教學中-協同教學模式（Team-teaching）方式。主要是教學前共同討論與預備，教學進行中，兩者輪流教學或輔助的角色。本研究協同教師每週要定期開會一至二次，策劃及管制教學目標、進度與流程相關事宜，透過討論方式瞭解本研究的目的、特色、方法及網路資源系統，蒐集在網路上有哪些豐富的補充教材可以運用，並學習如何互動及交流。

本研究自96年10月到97年1月共一個學期，研究只針對國中三年級上學期的地球科學課程，自然學習領域每週五節課，其中一節分配給地球科學課程；每節課四十五分鐘進行教學。主題包含第六章中之「地球的構造」、「板塊運動」、「岩層記錄的地球歷史」、「台灣地區的板塊與地貌」及第七章中「我們的宇宙」、「日、地、月的相對運動」、「轉動的地球」等主題。在此以「地球的構造」單元作一應用在自然與生活科技領域的教學活動設計（如表1所示）。

(一)教學前的決定

協同教學最費時的就是教學前的準備，但是愈詳細的計畫，在上課時能呈現出來將會是最完美的。協同教師在正式上課前，必須先互相了解對方的特色，故請協同曾教師利用時間先觀摩慧慧老師（T1）上課的風格及課程內容，如此雙方將更清楚協同教學時的教學的段落。協同曾教師（T2）之資訊背景強，運用其優點，在討論過程，表達出在課本及講述教學所無法呈現的內容，若以電腦動畫及影片的方式表現出來，將會對於學生產生不同的刺激。協同教師將上課預計要播放的影片及動畫做好後，經過數次討論、修改，確認正式教學內容後，並確定教學時間，即共同準備器材與共同授課。

(二)引起動機

慧慧老師先介紹協同教師，讓學生認識新老師，然後開始與協同教師互動，透過對話的方式，讓同學了解今日為何有兩位教師共同上課，並讓學生對於今日的課程有所期待，以更積極的態度來對待此課程。

(三)教學活動

進入教學主題，先由慧慧老師（T1）開

表 1：協同教學應用在自然與生活科技上之教學活動設計

教學科目	自然與生活科技	教學年級	國中九年級上學期	
課文名稱	6-1 地球的構造	教材來源	康軒版第五冊第 6-1 章	
教學時間	45 分鐘	教學設計	慧慧老師（T1）、曾老師（T2）	
教材分析	1.瞭解地球內部分三層構造 2.瞭解地球有軟流圈及岩石圈 3.瞭解岩石圈與板塊間的關係			
教學流程	協同教學主要活動		配合教具及教學法	時間（分）
教學前的討論	1.T1 與 T2：請 T2 先至 T1 別班的課堂上，了解整個的教學流程。 2.T1 與 T2：確定協同上課時間 3.T2：完成上課投影片內容 4.T1 與 T2：討論上課流程 5.T2：準備軟硬體設備、DV 6.學生先作課前預習		*	未佔本節課上課時間
引起動機	T1 與 T2：教師引發學生的動機並回憶舊經驗 學習活動：介紹協同教師，讓學生發問與認識		講述	5
教學活動	T1：地球內部分三層：地殼、地函、地核分析三者之間的組成及關係比較 學習活動：學生作筆記並繪圖 T2：用動畫表現出地球三層間的關係以及地震波傳動的結果 學習活動：運用影片介紹地球三層之內容，運用發問讓學生是否了解 T1：地球內部有兩圈：軟流圈、岩石圈 T2：用動畫表現出軟流圈熱對流的方向及兩圈之間的關係 學習活動：讓學生嘗試操作並說明原因 T1：說明岩石圈與板塊間的關係 T2：用動畫作今日課程之總結 學習活動：運用學習單評量學生對課程了解		板書、講述 電腦、資訊 板書、講述 電腦、資訊 板書、講述 電腦、資訊	10 5 10 5 5 5

始進行課程內容，運用講述的方法並配合板書，詳細說明固體地球三層的介紹，讓同學了解課程內容，學生能作筆記並繪出固體地球三層圖。接著，由協同教師（T2）利用電腦動畫表現地震波在地底下的傳播方式，並有影片介紹地球三層之內容，以加深同學的印象，同時運用發問技巧詢問學生是否了解。接著，T1再將地球內部分成兩圈：岩石圈與軟流圈，利用講述與板書讓同學了解地球內部分。T2利用電腦動畫表現軟流圈內熱對流的現象，並透過動畫顯現出因熱對流將會造成岩石圈分裂，而產生板塊，並讓學生嘗試操作並說明原因。再由 T1做最後的課程內容總結，T2用動畫展示完成一堂課的內容，最後協同教師運用學習單評量學生對課程了解。

四、研究工具與資料收集

在研究工具方面包含量化與質化的設計研究方式，量的資料收集採用「學生對教師學科教學知覺問卷」（段曉林、王國華與張惠博，1998）來了解協同教學前後，學生對教師之 PCK 知覺變化，質的資料收集方面以問卷為主要參考架構，透過協同教學過程，在課室教學中進行錄影，運用「省思日誌」、「科學學習日記」與「晤談記錄」等資料來了解協同教學對國中科學教師 PCK 之發展。以下針對本研究運用之研究工具介紹。

(一)學生對教師學科教學知覺問卷

本研究問卷調查主要採用段曉林等（1998）發展之「學生對教師學科教學知覺問卷（Student Perceptions of Teacher's Knowledge Questionnaire, SPOTK）」（Tuan, Chang, Wang, & Treagust, 2000），評量內容包括其中教學策略知識（instructional repertoire, IR）、教學表徵知識（representational repertoire, RR）、學科內容知識（subject-matter knowledge, SMK）、學生理解知識（Knowledge of how to assess students' understanding, KSU）等四個類別所編成之四個分量表以作為本研究探知科學教師學科教學知能（PCK）呈現的工具，各分量之信度之 α 值分佈於0.94至0.97之間，因素分析結果也支持四個因子的主結果。而這四個分量表的主要概念為：IR 分量表在探知學生對老師所用之教學策略與方法之感受；RR 分量表在探知學生對老師所用之學科內容之表徵方式，如用比喻、示範、解說、媒體及活動等之理解；SMK 分量表在探知學生對老師之學科知識的感受，如老師知識是否豐富、統整、容易了解；KSU 分量表在探知學生對老師實施評量的感受。本問卷採 Likert 量表的方式，希望學生按各種題意對教師教學呈現之感受，以「從來沒有」、「很少發生」、「偶爾發生」、「經常發生」和「總是如此」五分法予於表示意見。

學生對教師學科教學知覺問卷實施共二次，第一次時間於協同教學前進行研究之前測，由協同教師對九年甲班36位學生實施，第二次是於協同教學後再進行研究之後測，接近學期末時間。

(二)協同教師之省思日誌

協同教師在每次進行教學過程中觀察學生之學習情況，並於教學活動後立刻紀錄學生的學習反應與回饋，研究中觀察是針對運用協同教學以發展國中科學教師 PCK 作資料的蒐集，藉以作為學生對科學教師學科教學知覺是否轉變的一項重要依據。另外針對教學課程中所發生的特殊狀況、困難、瓶頸等問題，或採用的解決方法，加以觀察與記錄於省思日誌中。此日誌也可當成教師在教學時反思與檢討的工具，亦可作為對教學、課程進行之反省改進之依據。

(三)學生之科學學習日記

在每一個教學單元結束後，讓學生填寫科學學習日記，藉以瞭解學生對課程概念、課程進行的看法等相關訊息。另外，也將研究進行中學生的習作、學習單等相關評量資料蒐集起來，藉由習作與學習單，瞭解學生之學習情況與問題。經由多方面之學生學習活動紀錄相關資料之搜集與分析，教師可從中發現學生的學習困難處，並可針對問題討論，以作為教學改進與加強之參考。

(四)教師及學生之晤談記錄

有關晤談之時間，分成兩次，第一次於第二次段考範圍之課程結束後實施，希望透過晤談的過程了解這段時間的教學需要改進之處，重新修正教學策略之後，於下一階段進行改進，第二次晤談於第三次段考範圍結束後實施，了解協同教師與學生對於整個協同教學過程的感覺。本研究採用半結構式的

晤談方式，於晤談前先行以問卷內容為綱要的方式列出問題，晤談資料包含教師之晤談與學生之晤談。在學生的選擇方面，包含在校內成績表現上、中、下，皆各選二位，且以較願意表達的學生為優先選擇的對象，在晤談過程中，根據晤談對象、情境及氣氛決定晤談的內容及順序。晤談主要利用單元結束後的下課時間進行，目的在瞭解學生學習的困難、對教學活動實施的意見及學習感受。此晤談方式能蒐集到較有系統之資料，且能夠較深入的發掘學生學習的問題。

五、資料分析

Guba（1981）指出對同一現象，使用不同的方法蒐集不同的來源和型態的資料，將可增加信效度或避免研究者的偏見，增進其研究判斷的正確性。因此本研究則採用多元資料檢證的方式進行研究，並依據研究目的及實際需要而進行資料蒐集與分析如下所述：

(一)量化資料分析

本研究量化之工具「學生對教師學科教學知覺問卷」內容分為四個分量表，評量方式採用 Likert 量表的方式，希望學生按各種題意對教師教學呈現之感受，以五分法予於表示意見。故其計分方式乃依學生之勾選不同，分別給與1至5不等的分數，若為反向敘述則予反轉計分。本研究以教學策略知識（IR）、教學表徵知識（RR）、學科內容知識（SMK）、學生理解知識（KSU）四個分量表之計分，由各分量表之各題得分之合計而得。最後所獲得數據，利用 SPSS 統計套裝軟體進行描述性統計及 T 檢驗等分析。

(二)質性資料分析

除了本研究量化之工具外，為探討協同個案教師 PCK 改變因素，本研究也進行質的資料蒐集，質的資料主要有協同教師之省思日誌、學生之科學學習日記、教師及學生之晤談記錄等，另以教師之觀察與課程之教案為輔。對於質性方式收集之資料，採 Patton（1990）建議的步驟。首先，集合所有原始性的資料；其次，組織、分類和編碼原始性資料，使其成為容易分辨和相關整合的資料檔。最後，依研究問題與發現的類型，進行資料間交叉比對，在資料的分析是一直採用持續性的比較，而透過這些資料相比對並經過三角檢證（Triangulation），分析歸納形成研究發現和主張，以了解科學教師學科教學的成長和其相關因素。

本研究質的資料則是以描述性的文字做整理與呈現，而在教學中師生晤談部份，研究者以所蒐集到質性資料其代碼方式「T1」表示慧慧教師，「T2」表示曾教師，學生則以「S 座號」的方式呈現，紀錄之內容以逐字稿整理，以利事後進行分析與詮釋。

肆、研究結果

根據本研究擬探討的研究問題，第一部分說明協同教學前後，國中學生對教師之 PCK 知覺改變情形；第二部分說明協同教學對科學教師 PCK 影響之內涵。

一、協同教學前後學生對教師之 PCK 知覺改變情形

根據 SPOTK 問卷前測與後測在四各項度的得分作一比較，得到表2 SPOTK 問卷前後測比較分析，以呈現出在協同教學後教師之 PCK 詳細面貌。由表2的數據中，我們可以發現，其中在協同教學之前測，個案教師之「學科專業知識」得分最高（M＝36.56, SD＝3.60），其次是「學生知識與評量」（M＝35.39, SD＝4.60），第三為「教學表徵」（M＝34.58, SD＝4.38），而「教學策略」最低

表 2：SPOTK 問卷前後測之比較分析（$N = 36$）

向度	前測		後測		t	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
教學策略（IR）	32.44	4.16	33.58	3.55	-2.40	.022*
教學表徵（RR）	34.58	4.38	36.31	3.58	-2.154	.038*
學科專業知識（SMK）	36.56	3.60	38.83	3.64	-4.787	.000*
學生知識與評量（KSU）	35.39	4.60	36.78	4.57	-1.667	.104
整體	138.97	12.74	143.08	11.70	-2.451	.019*

註：*$p < .05$

（$M = 32.44$, $SD = 4.16$）。依各題之平均得分而言，學生對教師的「學科專業知識」之感受（$M = 4.06$），都在「經常發生」以上，顯示學生經常認為老師的學科知識是豐富的、值得肯定；學生對教師的「學生知識與評量」（$M = 3.93$）及「教學表徵」（$M = 3.84$）趨近於「經常發生」，表現出學生認為老師常常利用評量來檢視學生的學習情形，在上課時常常會利用學生熟悉的事物來解釋科學概念。學生對教師的「教學策略」（$M = 3.60$）得分較低，顯示學生對於教師的教學策略多樣性較少。然而在協同教學後，由表2的資料呈現出，學生對老師的 PCK 知覺在整體的得分上有達到顯著差異水準（$p < .05$）。在四個向度中，「學科專業知識」有大幅的進步（$p < .00$），「教學策略」、「教學表徵」亦達顯著差異水準（$p < .05$），其中僅「學生知識與評量」未達到顯著差異水準，無論在哪一個向度其總得分皆有增加的趨勢，為了更加清楚教師之 PCK 改變的情境和狀況，故分述各向度內單題變化情形並描述於下。

(三)學生對科學教師「教學策略」之知覺的改變情形

由表3可知，「第1題，我的老師在上課時進行分組教學活動」達統計上顯著差異水準（$p < 0.5$），但是前後測之平均值比較是降低的，顯示教師在此次協同教學之研究過程中較少採用分組教學。雖然在第1題分數是降低，但是其他項目分數皆有提昇的現象。尤其是「第4題，我的老師使用不同的教學活動提昇我的學習興趣」、「第5題，我的老師使用模型幫助我了解科學的概念」亦達顯著差異（$p < 0.5$），可見在學生觀點中，老師在協同教學後的「教學策略」是有進步的。

表 3：學生在教學策略（IR）各題之前後測平均分數

題號	前測		後測		t	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
1	3.28	0.70	2.42	0.73	5.96	.000*
2	3.72	0.88	3.92	0.77	-1.10	.280
3	3.44	1.08	3.69	0.98	-1.20	.238
4	3.94	0.79	4.33	0.68	-2.42	.021*
5	3.11	1.09	3.61	0.80	-2.39	.022*
6	3.78	0.87	3.97	0.84	-1.10	.280
7	3.72	0.81	3.92	0.87	-1.31	.198
8	3.97	1.00	4.11	0.71	-0.76	.454
9	3.47	1.03	3.61	1.10	-0.66	.515

註：*$p < .05$

(四)學生對科學教師「教學表徵」之知覺的改變情形

由表4可知，在此向度中僅「第17題，我的老師用我能了解的語言來解釋科學的概念」達到顯著差異水準（$p < .05$），其餘各項目雖未達到顯著差異水準，但是得分均有增加。可見在學生的角度認為在實施協同教

表 4：學生在教學表徵（RR）各題之前後測平均分數

題號	前測		後測		t	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
10	4.06	0.58	4.17	0.81	-0.70	.487
11	4.11	0.78	4.25	0.77	-0.78	.443
12	3.75	1.11	3.94	0.79	-1.10	.280
13	3.86	0.99	3.64	0.99	1.05	.300
14	3.14	1.05	3.42	0.91	-1.17	.251
15	3.78	0.87	4.00	0.86	-1.03	.308
16	3.86	0.93	4.11	0.67	-1.43	.163
17	4.08	0.77	4.42	0.73	-2.09	.044*
18	3.94	1.01	4.36	0.72	-1.84	.075

註：*$p < .05$

表 5：學生在學科專業知識（SMK）各題之前後測平均分數

題號	前測		後測		t	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
19	4.31	0.75	4.64	0.54	-2.52	.016*
20	4.17	0.85	4.61	0.60	-2.75	.009*
21	4.22	0.76	4.47	0.61	-1.66	.107
22	4.11	0.82	4.25	0.65	-0.90	.377
23	4.11	0.78	4.39	0.69	-2.14	.039*
24	3.94	0.75	4.33	0.63	-2.58	.014*
25	3.75	0.84	3.89	1.06	-0.76	.454
26	3.67	0.93	3.83	1.14	-0.90	.373
27	4.28	0.85	4.42	0.81	-0.87	.392

註：*$p < .05$

學過程中老師在「教學表徵」的向度中均有進步。有關「第13題，我的老師使用真實事物幫助我們了解科學的概念」分數降低之原因，研究者針對課程之部分進行分析，發現應該是與課程內容有關，因為不論是在第六章或第七章內容皆屬於較抽象或實物太過龐大，教學時難以放進教學現場，雖然協同教師透過模型、動畫影片等輔助，但畢竟所使用之物品並非完全真實之物，故學生與先前經驗比較下，認為老師沒有使用真實事物幫助學生了解科學概念，導致第13題之得分有下降的趨勢。

(五)學生對科學教師「學科專業知識」之知覺的改變情形

由表5可知，在「第19題，我的老師知道他（她）自己所要教授的科學概念」、「第20題，我的老師清楚說明科學概念」、「第23題，我的老師知道我們所提的科學問題之答案」、「第24題，我的老師了解科學與科技間的關聯」共有4題達到顯著差異水準（$p < 0.5$）。在本向度中，第25、26題前測分數偏低，內容為「第25題，我的老師知道科學發現的歷史」、「第26題，我的老師解釋科學對社會的影響」。此與王國華等（1998）之研究中提到我國學生對於科學教師在呈現科學史、科學與科技之間的關聯及科學對社會的影響等三方面略顯不足相仿。然而經過協同教學後，雖未達到顯著差異水準，但得分皆有增加的趨勢，可見在此向度中，學生認為協同教學後教師之學科專業知識方面是有增長的。

(六)學生對科學教師「學生知識與評量」之知覺的改變情形

由表6可知，此向度中僅「第33題，我的老師能評量我對教材單元的了解程度」達到顯著差異水準（$p < 0.5$），不過其他項目雖未達到顯著差異，但其得分均達到「經常發生」之頻率（除第30題之外，但其分數亦非常接近），顯見學生對於老師在「學生知識與評量」方面，認為教師經常性在評量學生，而學生也覺得這樣的評量可以評出他們的了解程度。在此向度中，值得注意的是「第34題，我的老師用考試來檢驗我的理解程度」的得分有降低的趨勢，顯見學生有感受到老師在協同教學的過程中較少使用考試的方式來檢驗學生的理解程度。

表 6：學生在學生知識與評量（KSU）各題之前後測平均分數

題號	前測		後測		*t*	*p*
	平均值	標準差	平均值	標準差		
28	3.75	0.87	4.08	0.87	-1.97	.057
29	3.89	0.85	4.08	1.00	-0.94	.352
30	3.69	0.95	3.94	1.01	-1.09	.285
31	3.94	0.86	4.17	0.74	-1.49	.147
32	3.92	0.81	4.06	1.04	-0.76	.454
33	3.75	0.81	4.14	0.68	-2.58	.014*
34	4.36	0.76	4.03	0.97	1.46	.154
35	4.08	0.77	4.19	0.79	-0.85	.401
36	4.00	0.72	4.08	0.77	-0.57	.571

註：*$p < .05$

二、協同教學對科學教師 PCK 影響之內涵

除了學生進行 SPOTK 問卷的實施前後測外，為了進一步了解協同教學如何對科學教師 PCK 之影響，以質性資料分析來輔助，包括協同教師之省思日誌、學生之科學學習日記、教師及學生之晤談記錄等。

(一)教學策略部分

有關在「教學策略」之改變，發現「協同教學有助於教師多運用資訊教學活動提昇學生學習興趣」與「協同教學有助於教師多運用模型來幫助學生理解」二方面轉變情形，說明如下：

1.協同教學有助於教師多運用資訊教學活動提昇學生學習興趣

運用協同教學，兩位教師同時出現在教學現場中進行同一課程，運用兩位教師不同的專長，慧慧老師採較傳統的上課方式，甚少運用資訊教學活動，但協同曾老師運用其資訊專長，將課程內容轉化成電腦動畫，透過板塊的模擬動畫、岩層重新排列組合…等方式讓教學現場更活潑，教學內容更多樣化。

T2：上地球科學時透過電腦動畫與軟體的操作，讓整個學習地球科學更有趣嗎？

S11：對阿！因為有變化，而且用電腦上的話，感覺會很清楚而且那些圖案就會直接浮現，讓你直接可以看的出來。不會像課本就一張圖而已，而電腦又可以用很多不同的這樣一起來看，用電腦上可以比較清楚。

S32：對阿！因為就是看課本和課本的圖片就印在那邊，不知道為什麼它會變成這個樣子。然後看動畫，動畫就會動，然後就會知道它為什麼會怎麼移動，像正斷層逆斷層，看課本就是會看不懂，然後看動畫，就知道它動的方向，就知道它為什麼叫做正斷層逆斷層，然後就會比較清楚，不會忘記。（晤談 S32961126）

2.協同教學有助於教師多運用模型來幫助學生理解

慧慧老師會運用模型解釋抽象概念，但經由協同教學，他們更常用運用模型來幫助學生理解主題概念。在「6-3岩層紀錄的地球歷史」單元中，慧慧教師利用海綿的柔軟特性，展現出褶皺的岩層變形，利用保麗龍的輕巧表現出斷層的活動，亦會隨手利用課本及粉筆，表現出不同岩層的柔軟狀況不同，有些易脆有些柔軟，當岩層受到擠壓時，就會有不同的情形產生，用兩本不同的課本亦可展現出斷層的狀況，來讓同學了解。

T1：你認為地科老師有什麼特別上課的方式？

S41：慧慧老師會利用身邊現有的東西就馬上做出實驗，像斷層，正斷層逆斷層，我們本來看圖不懂，他馬上用那個學校點名簿和簽到簿，做正斷層逆斷層給我們看，很厲害。

S01：那天慧慧老師拿兩個大海綿的東西，本

來不知道他要做什麼，後來才知道是要弄斷層給我們看。（晤談 S01961126）

(二)教學表徵部分

有關協同教學對教師之「教學表徵」之改變情形，則可以由以下四方面：「常運用動畫幫助學生理解」、「增加運用學生了解的語言來講解課程」、「更多融入科學史幫助學生理解」和「增加使用熟悉的類比與事件來解釋科學」等質性資料加以佐證：

1.常運用動畫幫助學生理解

慧慧老師很少運用動畫教學，但經由協同教學後，動畫教學成為上課常態。在表4可知「第18題，我的老師解釋科學概念時使用錄影帶」的得分偏高，確實在協同的教學過程中，協同老師運用大量的圖片與動畫，讓學生了解科學的概念。

此次課程「6-1地球的構造」，雖然我們人站在地球上，但對於地球內部的構造卻無法真實的看見，所以本章的內容是很抽象的，以往的經驗總是要以雞蛋或蘋果為例子，介紹這三層的狀況，但今天，雖然也用了同樣的例子，但透過動畫的3D 影像，讓學生更能直接看見，不須憑空想像了，否則對於那些聯想力不足的學生而言，真是太吃虧了！（省思 T1961025）

T2：上地球科學時透過電腦動畫與軟體的操作，讓整個學習地球科學更有趣嗎？

S16：用動畫的話比較能夠可以清楚的感受到，課本所講授到的內容，光是從課本內容自己想像的話，好像會想錯之類的。（晤談 S16961126）

2.增加運用學生了解的語言來講解課程

在表4中可知「第17題，我的老師用我能了解的語言來解釋科學的概念」得分最高，亦達顯著差異。顯現出協同教師比慧慧老師單獨教學更能互相切磋，進而用學生能了解的語言來解釋科學的概念。慧慧老師已經有十年的教書經驗，隨時觀察學生的流行動態，避免自己與學生之間產生很大的代溝，而曾老師因為年紀較輕，較容易與學生打成一片。

身為班級導師，必須除了當一位經師之外，還必須當一位人師，學生的問題層出不窮，避免問題發生的最好方式就是去了解他們，因為了解他們，所以在上課時就比較能掌握步驟了。（省思 T1961122）

上課中慧慧老師如何與學生產生互動的方式，是我從未見過的，讓我學習到日後班級經營的不同技巧。（省思 T2961025）

3.更多融入科學史幫助學生理解

在表4顯現出「第14題，我的老師用故事解釋科學的概念」得分有提昇的現象，慧慧老師會用故事解釋科學的概念，但經由協同教學，他們更常用科學史來幫助學生理解主題。恰好在本次課程中介紹到有關「大陸漂移學說」、「海底擴張學說」、「板塊構造運動學說」等理論的演變，特別提及號稱「地球科學之父」韋格納的生平，說說有關地質方面的故事讓學生了解。

今天要說板塊構造運動的理論演變，過程中也難得的說到數位有關地球科學上的名人，今天的學生難得可以聽聽故事，輕鬆一下，學生對於韋格納的遭遇都頗為同情，研究一輩子的理論卻沒被當時的人所接受，等到死了二十多年後才再被重視！（省思 T1961108）

4.增加使用熟悉的類比與事件來解釋科學

慧慧老師會用比喻來解釋科學，但經由協同教學，他們更常用熟悉的類比與事件來解釋科學。在宇宙的組織中，描述宇宙、星系、恆星等組織大小，教師會利用在學校中之學校、班級、學生此組織模式來做比喻，如圖1，因為這是學生所熟悉的，很容易就與宇宙組織做一結合，並快速了解。

(三)學科專業知識部分

在協同教學後，學生尤其認知老師在科

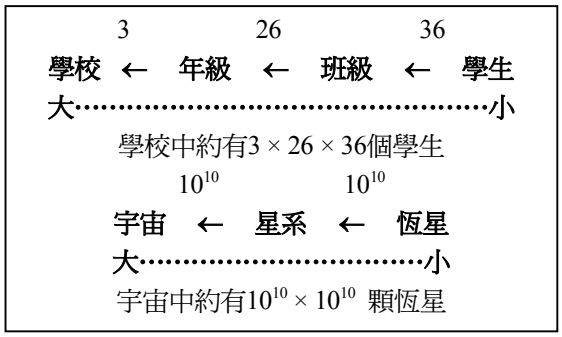

圖 1：運用類比來解釋宇宙組織圖

學與科技間之關聯有明顯的進步，此與協同教學過程中，運用資訊融入教學有著很大的關係，學生在課堂上看到兩位老師運用科技（電腦），將課程融入其中，更可感受到聲光刺激的效果，提昇他們的學習興趣。而且透過以下質性資料亦可發現，在協同教學研究後，不只是慧慧老師本身專業知識有所成長，尤其是協同曾教師所獲得的幫助更大。

經由這次協同教學的體驗，對我而言也是一種學習，地球科學並非是我的本科，有了這次的經驗，我也把這兩章的內容了解得更透徹，相信對於未來擔任自然科老師，一定有很大的幫助。而且這些教學技巧與經驗是無法在書本上可以學習，我想往後的教學我也會嘗試。（省思 T2970114）

今天與曾老師及學生做晤談，發現曾老師對於整個教學過程比較採學習的心態來進行，畢竟地球科學並非他的本科，不過在兩人的溝通過程中，曾老師認為他學到很多，而對於我而言，曾老師將動畫影片的部份做得很棒，有些部分我只提出構想，沒想到曾老師做到了，在上課的過程中，引起學生的讚嘆呢！我想下次在上同樣課程時，應該也要考慮將電腦動畫放入課程中，趁這次好好跟曾老師多學學資訊方面的能力吧。（省思 T1961126）

我覺得這次曾老師進步很多耶，二年級的時候他也有來幫我們上理化，那個時候，覺得他好緊張，有時候他說的我都聽不懂，不過這次他幫忙上地球科學，那個動畫的部份，真棒！（日記 S30961025）

(四)學生知識與評量部分

有關教師在「學生知識與評量」之改變，可由質性資料來發現對學生評量部分。在協同教學彼此互動中有助於在「遊戲分組搶答」、「評量試卷加註解釋」和「學生動手描繪」之三方面轉變情形：

1.遊戲分組搶答（快問快答）

慧慧老師單獨教學時甚少運用遊戲評量活動，但經由協同教學，他們會進行遊戲分組搶答。在第六章「板塊運動與地球歷史」中，雖然有些概念比較抽象，但是需要記憶之內容仍偏多，為了加強學生印象，協同教師特別在班上進行分組，舉行快問快答的遊戲。由於上課時數的限制，此種分組搶答的活動並非每堂課都可實施，協同教師利用第六章課程結束時才進行，首先將班上分成六組，每組同學分1～6之編號，然後設計許多相關之題目來讓學生進行搶答，第一題由各組之1號搶答，第二題由各組之2號搶答，以此類推，協同教師在黑板製作表格紀錄得分，分數最高之組別，平時分數將可獲得加分的機會。

2.評量試卷加註解釋

慧慧老師單獨教學時較沒有時間檢討試卷，經由協同教學，協同教師較有時間進行評量試卷加註解釋活動。在第七章，因為需要判斷日地月的相關位置變化，所以為了確認學生是否真的理解第七章之內容，協同教師在每一次測驗之後，一定請學生在錯誤的題目後解釋正確之原因，並將訂正本交回老師處，老師再重新批閱一次，以確認學生已經了解，若解釋錯誤，必定先在訂正本上加註正確之內容。為了避免造成學生在訂正時有嚴重的困擾，每次考完試，必定會先檢討試卷，而學生也會趁此機會盡量將自己的問

題提出，所以在檢討試卷時，必定會花較多的時間。

真討厭，今天要訂正的題目真多，又要寫很久了！（日記 S29970103）

曾老師幫助我批閱學生試卷，以確認學生是否了解，例如第七章中「日、地、月的相對運動」，學生需要先在訂正本上加註正確之內容。（省思 T1970107）

3.學生動手描繪

協同教師有助於學生在動手操作活動。在「7-3轉動的地球」，為了讓學生了解太陽在天空中運動軌跡的變化，協同教師訂定分組活動，讓學生親自動手描繪出太陽方位變化的軌跡，來了解陽光直射與斜射造成地球上的四季變化。

今天上課有用到分組，那個模型真好笑，不過可以知道太陽在天空走過的地方也不錯。（日記 S39970110）

協同教師運用模型幫我們這組定太陽方位，太棒了。（日記 S20970110）

伍、討　論

本研究個案資深科學教師，在協同教學研究之前，由學生的知覺可知對已教他們二年自然科之慧慧老師 PCK 之原貌，在這四個向度中以「學科專業知識」得分最高，其次是「學生知識與評量」與「教學表徵」，而「教學策略」最低，這與王國華等（1998）研究發現似乎雷同。在協同教學後，學生對老師的 PCK 知覺在整體的得分上有達到顯著差異水準（$p < .05$）。國內研究已發現教學經驗與教師反思能力（邱美虹、江玉婷，1997；邱美虹、張欣怡，1998）或採用行動研究（林美淑，2005）都可以發展教師學科教學知識。本研究更進一步採用協同教學模式，結合學生對於教師學科教學知識之反思知覺問卷，發現學生對老師的 PCK 知覺在四各向度中，「學科專業知識」有大幅的進步（$p < .00$），「教學策略」、「教學表徵」亦達顯著差異水準（$p < .05$），其中僅「學生知識與評量」未達到顯著差異水準，然而每個向度其總得分皆有增加，這表示協同教學已影響學生知覺個案教師 PCK 有所提昇。

在學科專業知識方面，協同教學前，學生仍認知個案老師的知識豐富，不僅清楚課程概念，對課程熟悉，且表達明白，並能適時回答學生之科學問題。但是課程中卻較少與社會、科技、歷史做一結合，讓學生了解科學對社會、生活以及未來的影響。在協同教學後，學生在課堂上看到老師將科技（電腦）融入課程中，學生更認知老師在科學與科技間之關聯有明顯的進步。另外在科學史的運用及解釋科學對社會影響的部份亦有增加的趨勢。在協同教學的過程中，學生感受到不同教師的背景知識不同，並認為兩位教師不只在時間搭配上或是上課內容中都能專長互補，彼此補強對方的盲點，讓彼此之間的對話增多，解決領域教學之專長不足問題（張世忠，2005），學生可以有更多樣的學習機會。尤其對於初任曾教師而言，適時的觀摩與學習，對於日後擔任自然科教師時，將會更駕輕就熟。

在教學策略方面，協同教學前，學生認為老師上課時較少使用分組與模型教學活動，學生對於模型教學是有所期待的。但協同教學後，因為時間有限與課程設計的因素，本研究仍較少使用分組教學活動，但學生仍能感受到協同老師很用心的設計教學活動，多運用資訊教學活動並使用動畫影片等輔助教學來提昇學生的學習興趣，透過兩位教師在課堂上的互動，讓學生能感受到不同教師的上課風格，多元的上課方式（張世忠，2005），這是協同教學比傳統教學優勢地方。

另一方面，在協同教學轉變下，個案老師會運用模型解釋抽象概念，她更常運用模型來幫助學生理解主題概念，並適時的提供科學活動讓學生持續研究相關議題。

在教學表徵方面，協同教學前，學生認為教學內容中常用適當的圖表來解釋科學概念，但是在教學內容中卻少以故事、科學史等解釋科學的概念。協同教學後，學生知覺到個案老師的表徵方式更多元化，能以更適切的方式來解釋科學概念。配合課程內容較無法以真實事物在課堂上呈現，但是增加運用動畫影片的方式，讓學生能身歷其境，這是協同教學之結果。在課程講解方面，在板書中搭配適當之圖表，在講解過程中融入故事、生活中實例來讓學生更能理解科學概念，學生更認知到老師常常運用學生較能了解之語言來解釋科學概念，以學生角度出發，來解釋科學概念。因為協同教學之課程內容，屬於較抽象或實物太過龐大，在教學過程中難以放進教學現場，雖然透過模型、動畫影片等輔助，但畢竟所使用之物品並非完全真實之物，故學生與先前經驗比較下，認為個案老師較不常使用真實事物幫助學生了解科學概念。

在學生知識與評量方面，在協同教學前，學生認為老師所出的考題能使學生檢查他所學概念的理解程度，雖然學生對於考試容易顯得不耐煩，但確實紙筆測驗較能屏除個人的主觀意見，讓同學能獲得較公平的分數。在國內因文化與社會價值的影響下非常重視考試，也讓學生認為考試是主要評斷本身理解程度的標準。但是由表6亦發現「第30題，我的老師所使用的評量方法，可測出我的理解程度」為此向度中得分較低，顯見雖然學生同意老師所出的考題使我能檢查自己對所學概念的了解程度，但是對於老師所使用的評量方法是否能測出我的理解程度卻給予較低的評價。可見個案科學老師亦掉入「考試領導教學」的舊窠臼中。在協同教學後，雖然在「學生知識與評量」整體方面未達到顯著差異，然而學生認為教師經常性在評量學生，而學生也覺得這樣的評量可以評出他們的了解程度。但在協同教學過程中，學生有感受到老師較少使用考試的方式來檢驗學生的理解程度。個案老師增加運用「遊戲分組搶答」、「學生動手描繪」等多元評量的方式，評量出學生對教材的理解程度，並在每次測驗評量後，請學生訂正錯誤之處，來確認學生對內容了解情形，這亦是協同教學讓個案教師轉趨於多元評量之實施。

陸、結論與建議

本研究最大貢獻是經過協同教學改變後，發現學生對於教師 PCK 之知覺有所提昇，個案科學教師雖然是有十年經驗教師，平時依照自己教學經驗與步調來教學，甚少藉由外在刺激因素或反思管道來提升教師PCK。本研究特色是採用創新協同教學模式，並結合學生對於教師學科教學知識之知覺問卷，提供教師之反思途徑，進而提升個案科學教師 PCK。因此，協同教學不僅對初任教師之專業成長有幫助（張世忠，2005），亦可以提升資深科學教師之 PCK，這亦是本研究之特點；尤其另一位協同教師具有資訊科技專長，能對個案教師缺乏之專長做互補（Jang, 2008），研究發現協同教學能幫助教師多運用資訊教學活動提昇學生學習興趣與運用動畫幫助學生理解。然而這也是本研究限制，因為國中學生知覺可能是對協同教師經由協同教學雙方面之感受，而非單由對個案資深教師之教學知覺，這值得未來研究做探討。最後，藉由本研究實施的成果，提出幾點建議，希望能協助其他科學教師亦能運

用協同教學來幫助其 PCK 之發展，並期望能對往後相關研究有所助益。

一、協同教學可運用在資深教師與初任教師

協同教學是可行的且可以讓教師相互學習，因為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（Roth, Tobin, Carambo, & Dalland, 2004）。而資深教師可從初任教師獲得教學策略較新的刺激與訊息，如本研究在個案教師科技方面的能力提昇，並且雙方間互利共存，關係上不易起衝突。

二、提昇 PCK 可由「學科專業知識」先著手

在學生對教師學科教學知識的知覺回應中可見，經過協同教學課程後，教師在「學科專業知識」中有明顯的差異，可見學生在協同教學後更認同老師在學科專業知識的豐富。學科專業知識是所有一切的基礎，基礎打穩了，一切就簡單許多，有豐富的學識，良好的表達能力，又站在學生立場來思考，自然就會發展出許多不同的教學策略，使用不同的教學表徵來讓學生了解科學概念。事實上這些不同的向度仍是息息相關的，所以建議要提昇教師 PCK 成長，應該由「學科專業知識」先著手（Van Driel, De Jong, & Verloop, 2002），能清楚說明科學概念是最重要的。

三、不必為了提昇 PCK 而提昇 PCK

科學單元是多樣性的，不一樣的單元適合的方式是不同的，不必為了希望符合 PCK 問卷中的每一項，而強迫教師都必須做到，不需要分組就不必分組，無法拿出真實事物幫助學生理解，也不需要自責，教學策略可以是多樣的。但是能做到的，教師也要問自己是否真有去做？該有模型可以讓學生看的，該有影片可以讓學生欣賞的，有去做嗎？本研究中所使用之模型盡量以書商有提供的模型為主，原因就是希望教材是人人都有，但科學教師有拿出來使用嗎？

本研究只針對慧慧教師之 PCK 改變做研究，對於協同曾老師的部分並未深入探討，兩位教師 PCK 改變有何差異，其中影響因素為何…等，在未來研究上建議透過詳細的比較分析後，詳加討論。本研究只針對「第六章 板塊運動與地球歷史」及「第七章運動中的天體」兩章節做協同教學研究，但國中地球科學仍有其他不同屬性的單元，建議可選擇其他單元再進行研究，如千變萬化的天氣等方面。

參考文獻

1. 王國華、段曉林、張惠博（1998）。國中學生對科學教師學科教學之知覺。**科學教育學刊，6**（4），363-381。
2. 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。
3. 林曉雯（1996）。國中生物教師教學內容知識的詮釋性研究。**屏東師範學院學報，9**，263-290。
4. 邱美虹、江玉婷（1997）。初任與資深國中地球科學教師學科教學知識之比較。**科學教育學刊，5**（4），419-460。
5. 邱美虹、張欣怡（1998）。科學教師學科教學知識之研究－一位國中理化教師之個案研究。**亞太教師教育及發展學報（Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development），1**（1），93-104。
6. 段曉林、王國華、張惠博（1998）。學生對教師之學科教學知覺問卷之發展。**科學教育學刊，6**（2），129-147。

7. 柯啟瑤（2000）。協同教學初探。**翰林文教雜誌，15**，8-35。
8. 張世忠（2002）。協同教學之研究與省思：以兩位國中初任教師為例。**教育研究資訊，10**（4），139-158。
9. 張世忠（2005）。網路融入協同教學之研究：以國中「自然與生活科技」領域為例。**中原學報，33**（4），725-743。
10. 張清濱（1999）。怎樣實施協同教學。**師友，387**，43-47。
11. 黃玉娟、杜華綠（2004）。協同教學之探究。**國教世紀，211**，13-26。
12. 賴美娟（2004）。**協同教學與教師的專業成長：個案研究**。國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文，未出版，台北市。
13. 謝金城（2003）。推動九年一貫課程的策略性做法－以台北縣為例。**國立編譯館館刊，31**，67-73。
14. Abell, S. K. (2000). From professor to colleague: Creating a professional identity as collaborator in elementary science. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(6), 548-562.
15. Bennett, R. V., Ishler, M. F., & O'Loughlin, M. (1992). Effective collaboration in teacher education. *Action in Teacher Education, 14*(1), 52-56.
16. Buckley, F. J. (2000). *Team teaching: What, why and how?* California: Sage.
17. Cook, L., & Friend, M. (1996). Co-teaching: Guidelines for creating effective practices. In E. Meyen, G. Vergason, & R. Whelan (Eds.), *Strategies for teaching exceptional children in inclusive settings* (pp. 155-182). Denver, CO: Love.
18. De Jong, O., Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(8), 947-964.
19. Friend, M. & Cook, L. (2003). *Interactions: Collaboration skills for school professionals* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
20. Geddis, A. N., Onslow, B., Beynon, C., & Oesch, J. (1993). Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education, 77*(6), 575-591.
21. Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
22. Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Communication and Technology, 29*(2), 75-91.
23. Jang, S. J. (2006). The effects of incorporating web-assisted learning with team teaching in seventh-grade science classes. *International Journal of Science Education, 28*(6), 615-632.
24. Jang, S. J. (2008). Innovations in science teacher education: Effects of integrating technology and team-teaching strategies. *Computers & Education*, *51*(2), 646-659.
25. Lederman, N. G., Gess-Newsome, J., & Latz, M. S. (1994). The nature and development of preservice science teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. *Journal of Research in Science Teaching, 31*, 129-146.
26. Loughran, J. J., Mulhall, P., & Berry,A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching, 41*, 370-391.
27. Oja, S. N., & Smulyan, L. (1989). *Collaborative action research: A developmental approach*. London: Falmer.

28. Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage Publication.
29. Roth, W.-M., Tobin, K. (2001). Learning to teach science as practice. *Teaching and Teacher Education*, *17*(6), 741-62.
30. Roth, W.-M., Tobin, K., Carambo, C., & Dalland, C. (2004). Coteaching: Creating resources for learning and learning to teach chemistry in urban high schools. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(9), 882-904.
31. Roth, W., Tobin, K., Carambo, C., & Dalland, C. (2005). Coordination in coteaching: Producing alignment in real time. *Science Education, 89*(4), 675-702.
32. Sandholtz, J. H. (2000). Interdisciplinary team teaching as a form of professional development. *Teacher Education Quarterly, 27*(3), 39-50.
33. Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*, 4-14.
34. Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*, 1-22.
35. Thousand, J. S., Villa, R. A., & Nevin, A. I. (2006). The many faces of collaborative planning and teaching. *Theory into Practice, 45*(3), 239-248.
36. Tuan, H. L., Wang, K. H., Chang, H. P., & Treagust, D. (2000). The development of an instrument for assessing students' perceptions of teachers' knowledge. *International Journal of Science Education, 22*(4), 385-398.
37. Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education, 23*, 885-897.
38. Van Driel, J. H., De Jong, O., &Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' PCK. *Science Education, 86*, 572-590.
39. Walther-Thomas, C., Bryant, M., & Land, S. (1996). Planning for effective co-teaching: The key to successful inclusion. *Remedial and Special Education*, *17*, 255-265.
40. Welch, M., & Sheridan, S. M. (1995). *Educational partnerships: Serving students at risk*. Ft. Worth, TX: Harcourt Brace.
41. Welch, M., Brownell, K., & Sheridan, S. M. (1999). What's the score and game plan on teaming in school: A review of the literature on team teaching and school-based problem-solving teams. *Remedial and Special Education, 20*, 36-49.

The Impacts of Secondary Students' Perceptions of the PCK of Science Teachers Using Team Teaching

Syh-Jong Jang[1] and Huei-Ying Luo[2]

[1]Graduate School of Education, Chung-Yuan Christian University

[2]Nei-Li Junior High School, Taoyuan County

Abstract

The purpose of this study was to explore the impacts of secondary students' perceptions of the PCK of science teachers using team teaching. Two teachers (one experienced and one novice) and 36 students were involved in this study. The study used a team teaching model. An earth science curriculum was implemented and lasted for one semester. The study used both quantitative and qualitative analyses. Data were collected from the Students' Perceptions of Teacher Knowledge Questionnaire, reflection journals, learning diaries and interviews. The constant comparative analytic process and triangulation were utilized for generalizing the findings and categories. After the intervention, we found that the students' perceptions of the experienced teacher's PCK had improved and that a statistically significant difference existed except for the dimension of KSU. In IR, team teaching was more beneficial for using computer techniques to promote students' learning interests. In RR, the teacher preferred using animation, stories and living examples to explain concepts in science. In SMK, students found the teacher would use more technology (e.g., computer) to integrate science and technology. In KSU, team teaching was beneficial for using multiple assessments to assess the students' understanding. Finally, suggestions are provided for the science teacher professional development and future research.

Key words: Team Teaching, Pedagogical Content Knowledge (PCK), Earth Science, Professional Growth