科學教育學刊
2014, 第二十二卷第四期, 363-388
DOI: 10.6173/CJSE.2014.2204.02

Chinese Journal of Science Education
2014, 22(4), 363-388

airiti

運用專業成長活動促進高職教師探究教學知覺轉變之個案研究

張宇樑
國立嘉義大學　教育行政與政策發展研究所

摘要

本研究奠基於高瞻計畫之執行，由大學端研究團隊協助一群高職教師透過專業成長課程、討論分享、和省思調整等方式擴展其專業知能，以合作方式共同進行以「跨領域機電整合智慧機器人」為主題及探究教學為核心之課程設計。據此，本文旨在探討高職教師於此專業成長過程中，對於「探究教學」知覺的轉變情形。研究者採用質化個案方法，以嘉義地區某國立高級職業學校之9名教師為研究對象，蒐集在接受為期一年專業成長過程中對探究教學知覺之轉變情形資料，並以編輯分析式策略進行分析。研究結果發現，參與之高職教師們在探究教學之知覺的兩大面向「學習觀點的定位知覺」及「課程與教學的實務知覺」上有明顯之轉變；且在接受專業成長活動後，已能明確知覺到探究教學對學生科學學習之助益，更能據以設計主題之探究教學活動。最後根據結果提出對高中職教師透過專業成長活動進行課程設計、及藉由與大學端之長期合作模式來協助教師們在探究教學知覺上轉變之兩項建議，期望能促進高中職教師理解與投入探究教學之實施。

關鍵詞：知覺、高職教師、專業成長、探究教學

壹、前言

2009年臺灣學生在國際學生能力評量計畫(Programme for International Student Assessment, PISA)中「科學素養」排名第12名，顯示學生在面臨科學相關問題時，對於使用科學知識、形成科學議題、解釋科學現象、以及進行科學舉證等，與國外學生是有差距存在(洪碧霞、蕭嘉偉、林素微，2010)。林煥祥、周進洋、李暉、劉聖忠與林素微(2008)進一步指出，PISA的試題內涵包含基本的「直接歷程」和需要高階思考的「解釋歷程」，臺灣學生的通過率在前者是73%，後者是49%，可見臺灣學生在表達自己觀點的能力上必須加強(洪碧霞等)。事實上，好奇本來就是孩子的天性，探索更是本能，而學習就是一段讓學生主動探索生活世界，嘗試發現新事物的歷程(蔡清田，2000；National Research Council [NRC], 2000)。臺灣的教育長期以來深受升學主義影響，使得學校逐漸

*通訊作者：張宇樑
(投稿日期：民國102年7月3日，修訂日期：民國103年2月12日，接受日期：民國103年3月6日)

airiti

失去教育的本質，也讓孩子誤解學習的目的，失去探索世界的動力，值得教育工作者們持續深思如何突破此一困境。

「探究」是一種思考模式，亦是資料蒐尋與理解事物的過程，已有許多國家將培養學生的探究能力列入課程大綱的重點教學項目(Staer, Goodrum, & Hackling, 1998)；特別在科學教育領域，希望學生能在學習過程中透過探究學習活動，發展與理解自然世界中之科學概念(NRC, 1996)。因此，教師須擁有設計與執行探究式教學的專業知能，在探究教學的歷程中，從事透過學生之「自主性」學習，引導學生認識問題、瞭解問題，並提出各式解決方案加以執行，而後經驗證與推翻找到最適當的決策與結論等的教學工作。當學生經過觀察、提問、調查、探索、討論、反思、操作、合作與剖析後，學習將更具意義與趣味(李松濤、林煥祥、洪振方，2010；張惠博，1993；張靜儀，1995；Tobin, 1990)。Sutman (1996)強烈建議要使學生有意義的學習科學的內容，培養正確面對科學事實的技能與態度，便要營造探究的情境。探究式教學特別強調真實生活情境的佈題與利用學生的好奇心(Alberta Learning, 2004)，當學習脈絡與真實生活情境越相近時，其學習效果越佳；而如何有效引導學生的科學探究學習能力和習性，則需要教師的協助和催化。

過去技職教育對臺灣經濟及社會的發展具有不可取代的重要性；但隨著產業結構由勞力密集走向技術密集，進而轉型為知識密集產業，高職教育必須符應未來人力需求，逐步調整其人才培育目標。李隆盛(2007)認為，國內技職教育需有更有前瞻性的政策，需重視學生通用知能培養，加強學生職場本位學習；更重視技職教師的專業素養。事實上，技職院校的學生由於學業基礎能力較弱，因此多以培養其專業技能為主；特別在工程(engineering)領域，高職教師的教學多採用傳統的講授和示範教學，反而忽略學生自行探究、解決問題和創新能力的培養。而這種較缺乏科學探究的學習型態，應該要被檢討與改變(NRC, 2012)。在美國，為能因應時代潮流和世界變遷對工程領域發展的挑戰，學者專家們經過長時間的討論與規劃，公佈了「下一世代科學標準」(Next Generation Science Standards [NGSS]; NGSS Lead States, 2013)，特別要求對工程相關概念應使用科學探究的方式進行學習。而在臺灣，為能協助高中職突破現有課程與教學之框架，行政院國家科學委員會科學教育發展處規劃推動共兩期之「由下而上」輔導式「高瞻計畫」(國科會高瞻計畫，2007，2011)，其目的亦在將大學端之學術研究資源引入高中職端，藉以協助高中職研發創新課程和改進教學現狀，提供學生更真實的學習情境，誘發高中職生對科技的好奇心與興趣，培養其能主動探索動態新興科技發展過程與進行科學探究之能力。這樣的課程與教學革新作為，正是前述高職教育之工程領域亟需被調整和精鍊的核心內容。然而，教育改革的動力及教育品質的關鍵在於教師(饒見維，2003)，教師專業知能與素質之良窳更影響著學生身心發展與學習表現及國家未來的競爭力。因此惟有透過持續的教師專業成長，才能因應教學現場新的挑戰與需求(教育部，2012)。如前所述，國內高職教育需要引入重視科學探究的教學方式，本研究即立基於此高瞻計畫(第二期)之執行，在第一年間提供參與之高職教師透過專業成長課程、經驗交流、和分享資訊等機會，擴展其專業知能，合作進行以探究式教學為核心的課程設計(註1)。

基於教師對探究式教學的認知與理解是前述課程設計成功與否的關鍵，本研究中之

airiti

教師專業成長乃聚焦於教師知覺(perception)之探討。根據認知心理學派對知覺的定義(Michael & Mark, 2000)，教師知覺意指教師主動的認知歷程與主觀賦予事件意義之程序，且教師知覺受其發展階段、專業知識和經驗、及外在環境等因素影響；而教師知覺則對教師之判斷和決策及課程與教學之實踐有關鍵性之影響(Barcelos, 2003; Pederson, 2003)。理解教師知覺的情形和可能轉變，則有助於推斷其未來之教學行為(Calderhead, 1996; Chester & Quilter, 1998)。鑑於此，本研究將針對參與教師對探究教學之知覺進行深入的探析。再者，根據文獻資料分析的結果，針對高職教師在專業成長後對探究教學知覺之研究上付之闕如，故本研究之執行和發現具有相當之重要性，且正可作為回應前述高職工程領域革新的重要參考依據。是以，本個案研究之主要目的，在接受為期一年之專業成長課程的歷程中，探析參與研究之高職教師對探究教學之知覺轉變情形，以作為後續研究中教師實際執行探究教學之分析依據；同時對如何規劃與執行專業成長活動提出相關建議，以促進更多高職教師理解與實施探究教學。

貳、理論基礎

一、教師專業成長

近年來各國都將國家發展重點置於教育品質的建立以強化國家競爭力，面對教育改革和教育政策變化的衝擊，教師專業成長宛如教育改革的領頭羊，可以帶動其他層面的發展與改進(吳清基，2009)。教師專業成長不僅能協助教師增進教學效能，在教學信念和教學實務上，亦能幫助教師持續學習、吸取新知、及促進教學態度等情意觀點的轉變(曾崇賢、段曉林、靳知勤，2011)。同時，亦能促進教師個人的自我實現，改進學校的專業文化，以達成教育目標並提升教學品質。此外，教師專業成長是一種教師轉換實務與理論間運用的能力，同時透過思考將知識轉化為教學策略的循環發展歷程(Hanley, Maringe, & Ratcliffe, 2008; Jones & Enriquez, 2009; National Science Teachers Association [NSTA], 2006)。傳統的教師通常專注於固有的知識與教材，較少接觸新的知識和資源，常有教材或考試領導教學的現象。因此教師需要在專業上不斷的進修成長，並將所得的專業知識與技能充分運用於教學活動中，才能因應教育改革的潮流趨勢。教育改革如果沒有落實到教師身上，是無法在教學現場看到任何成果的，因此促進教師專業成長，是教育改革當中一項重要的課題。

(一)「合併一校內外合作」教師專業成長模式

國內外諸多教育領域的學者已提出各種型態或採用不同理論基礎之教師專業成長模式，如 “top-down”(由上而下)、“bottom-up”(由下而上)以及 “partnership” (夥伴)等模式(Al-Daami & Wallace, 2007)。張宇樑(2010)亦根據相關文獻整理歸納出三大類之教師專業成長模式：一為在學校內之學生中心互動模式，強調藉由教師同儕間的互動以引動在教室內師生之互動，進而反饋且為教師同儕互動引入活水，而所有互動之核心內涵皆以關注學生需求為核心；另一為教師參與校外機構之學習和成長模式，透過參與校外機構辦理之研習營或研究計畫，習得在校內無法得知之新知，促進教師回學校後採用新的教學模式以調整教與學的環境；最後則為「合併一校內外合作」模式，著重中小學與大學間的合作夥伴關係(clinical partnership)，且在整合前述兩種模式，讓參與專業成長之兩

airiti

方可在共同學習的概念架構下，相互學習與探究，同時能有效將資源帶入中小學之教室內。在上述模式中，「合併—校內外合作」模式正符合前述高瞻計畫之「由下而上」輔導原則，即由大學端協助高中職教師成立教師專業社群，有效運用結合校外之資源，協助高中職教師在其校內進行在探究教學領域之專業成長。正如Crawford (2007)研究所提，在合作式的專業成長計畫下，由教育研究者和課程設計者提供適切的協助與支援，將有助於實務現場教師進行教學轉變；且更可藉由大學研究人員的支持，促使教師針對想要探索或實際面臨的問題(如：教材發展、教學方式改變)，進行實質改進的反思與自我評鑑(Kazempour, 2009)。此外，在Parke與Coble (1997)的研究中發現，運用合作式行動研究的方式協助教師進行課程發展，教師持續與同事和大學教授進行討論，並透過計畫、實施與修正的行動模式，有助於教師瞭解課程改革的意涵、改善教學實務、及落實科學教育目標。再者，此合作型專業成長模式確有助於教師改善教學實務，透過對話、反思、和回饋的歷程，找到改善教學品質的方法(陳均伊、張惠博、楊巽斐、鄭一亭，2006)。據此，本研究即採用此「合併—校內外合作」模式，由大學端研究團隊輔助高職教師進行專業成長，提供教師們透過與專家、同事對話的機會，從中思索以探究教學為核心之課程設計時可能面臨的問題；再藉由反思與回饋的歷程，以期能協助高職教師發展出適用之探究式課程，同時為日後探究教學之實施奠基。

(二)以科學探究為主軸之教師專業成長相關研究

本研究的教師專業成長乃針對提升教師在探究教學之專業知能為目標。科學探究可被視為一種學習模式，是指學生運用發散思考、問題解決等方式學習科學知識，協助學生依據數據和理論知識為其觀點作辯護(陳均伊、張惠博，2008)。而教師執行科學探究教學，其目標是讓學生主動探究其所經驗的真實問題，結合知識、技能與創造力，從中學習科學概念，進而解決問題(NRC, 2000; Settlage, 2007)。在國外科學探究與教師專業成長的相關研究中，多見研究使用提供教師科學實作、瞭解教與學、設計與實施探究教學等策略協助教師實施探究教學的策略；且研究發現多數教師經專業成長後，能瞭解科學探究的重要性，並設計與實施探究導向的教學活動(Fry, Klages, & Bamhill, 2010; Gerber et al., 2003; Jeanpierre, Oberhauser, & Freeman, 2005)。此外，Karen (2005)之研究則透過由高中科學教師及大學研究人員組成之合作探究夥伴關係，協助教師設計與執行以問題本位學習(Problem-Based Learning, PBL)為教學取向的課程；研究發現在兩年的教師專業成長過程中，透過規劃反覆循環之課程規劃及反思和行動的歷程，及持續對欲解決問題之探究，終能提高教師知識和課堂實踐及其對教學理論的理解。Tom, Joyce與Janet (2013)亦以206位K-12教師為對象，規劃為期兩週之專業成長課程(包含PBL內容及課程與教學設計)以進行以問題本位學習為核心的教學活動，其後再以一整學年的教學實踐歷程，幫助教師反思與修正其教學設計；在前述歷程中，同樣亦以大學教授和教師之夥伴關係模式，成功協助教師們透過親身體驗學習之課程設計和教學實踐的過程，達成轉變教師思維和提升專業知能以改善教學品質的目標。

在國內，因較少有透過專業成長活動以協助高中職科學教師(尤其是工程領域)設計與執行探究教學之研究，故筆者借鏡少數同屬高瞻計畫且已發表之研究成果、及其他針對

airiti

國中教師之相關研究。首先，在高瞻成果部分皆屬第一期高瞻計畫之成果，是以高中為主，大學為輔的專業成長模式。例如：透過教師間協同合作、引入校外資源和進行專業研習、及執行教學實驗與反思檢討等方式(林孟郁、鍾武龍、張月霞、李哲迪、陳穎儀，2013)；藉由教師間共同學習專業、教學實務分享、及對話與討論等方式(林永發，2010)；以建模及認知師徒制為主軸教師工作坊和專家諮詢活動之方式(吳武雄、蔡哲銘、邱美虹、常月如、葉昭松，2009)。以上這些專業成長模式都是高中教師根據大學端所提供之資源，進行以探究教學為核心的課程研發與實施的例子。

其次，針對國內其他教師探究教學專業成長的研究如下：陳均伊(2010)以個案研究方式，探討專業成長情境中一位國中自然教師對於探究教學觀點的轉變。研究發現，經由文獻閱讀、科學探究活動、教學、及觀摩與研習會等活動，促使個案將理論與實務結合；由探究教學教案的設計與實施，熟悉與調整教學方式，並藉由與同儕教師的互動，累積探究教學經驗與精緻探究教學觀點。而蔡明致、林莞如、葉辰楨、張文華與王國華(2011)則以行動研究的方式，探討國一教師參與探究式教師專業成長後於教學上的效果與轉變，研究發現以探究教學模式之設計、實施、和修正的專業成長循環過程，有助於增進教師對於科學課程的教學知識與策略、信念與態度、和評量方式等專業知能，進而增進其學生之探究能力。此外，在數學領域部分，秦爾聰、林勇吉、林晶珮與段曉林(2009)則藉由讓國中教師參與大學研究團隊之方式，提供教師透過相關文獻閱讀並與大學團隊成員討論之機會；在實施數學探究教學之循環活動中，討論如何有效解決教學現場遇到的問題，而這樣的對話與實踐過程，亦促進教師在探究教學和班級經營之專業成長。林勇吉、秦爾聰與段曉林(2010)之研究則是以三種螺旋循環策略來協助國中教師發展數學探究教學之信念與實務能力，包含：透過文獻閱讀協助教師理解、資深教師示範教學和參與教師作為學習者的實際體驗、設計教案與實際教學及實際觀察學生學習表現；研究發現透過實作和反思及與大學研究人員之討論，確實有助於教師之專業成長。最後，曾崇賢等(2011)以十位國中科學教師之觀點為例，透過科學探究教學效能問卷及二次半結構式晤談，探討其探究教學的專業成長歷程；研究發現教師若經成長學習經驗和學術課程指導後，多能認同探究教學模式，且能進一步引發其教學轉變之動機與作為。

綜上所述，本研究在前述之「合併一校內外合作」之專業成長模式下，根據相關研究結果規劃三大主題專業內涵與循環漸進式的專業成長活動；三大主題專業內涵為探究式教學、課程與教學設計、及機電整合與智慧型機器人。在活動方式部分，以提供高職教師反覆循環之課程設計行動及對話與反思為核心，規劃專業學習活動、課程設計與討論活動、及反省交流與修正調整活動。前述各項活動則再區分為全體、小組、和個別等三類依序循環執行之漸進式活動；最後再配合試驗性探究教學活動，以提供教師初步實踐、反思、及調整其課程設計之機會。

二、探究式教學在科學領域之應用

(一)何謂探究與探究教學的優勢

早在1964年，Novak就提出，探究是人類為了滿足其對於合理解釋各種現象之好奇心，而主動探尋知識與理解之所作所為。在美國國家科學標準(National Science Education Standards)中，科學探究(scientific inquiry)意指「科學家運用多元化之方式研究自然世界

且根據研究資料提出合理解釋；將之應用於學生學習中，則在提供類似之學習活動，以促使學生能發展與理解科學概念，同時理解科學家之研究方式」(NRC, 1996, p. 23)。其實，Harford與MacRuairc (2008)指出探究是教育的本質，教師應以探究式教學為教育的核心幫助學生進行反思與學習。Fry等(2010)也強調探究教學帶給學生的學習經驗是一個發展的歷程，可幫助學生發展獨立學習以及批判性的思維能力。許多研究指出探究式教學確實有其成效，有助於學生養成觀察、推理等習慣，如：學生能如科學家般進行批判性思考，提出理論或進行論證、實作及人類的活動之間的關係(李松濤等，2010；Espinosa-Bueno, Labastida-Pina, Padilla-Martínez, & Garritz, 2011)；學生喜歡探究的學習經驗，他們可將問題解決與學科課業間作連結，甚至可以像個學者般進行科學探究。且學生在探究活動後多樂於分享，因為探究學習的過程十分如同在尋寶般有趣 (Liu, Peng, Wu, & Lin, 2009)。此外，探究式學習除可加快學習腳步外，亦能激起學生學習科學的動機(Brown, Friedrichsen, & Mongler, 2008)；而在Banerjee (2010)研究中，53%的學生更因此提升自信心，60-70%的學生也以工程或科學相關科系做為未來的升學目標。

承上，「探究式教學」是一種定義及研究問題的過程，學習者使用探究方法，探索有關的訊息，包括確立問題、構思假設、尋求解決方法(Halonen et al., 2003)。換言之，探究是學生融入自己整個學習的動態過程，包括具體化問題、經由探索、發表與討論最後建立自己的理解、意義與知識的歷程，之後根據自行建立的全新知識解決問題(Alberta Learning, 2004)。然而，探究式教學看似創新與傳統的教學有很大的不同，實際上卻不然，因為早在1902年Dewey提出「做中學」(learning by doing)理念時，就已鼓勵學習者主動與環境產生互動、發現問題，在動手做的過程，找到解決問題的方法(Dewey, 1933)。他在*How to Think*書中提倡思考的五個步驟：問題的產生、確定問題的性質、提出可能的解答或假設、從批判中選擇一個假設、證實假設並得到結論；同時強調科學的教學，不應該著重在灌輸學生大量知識，重要的是需透過思考及實作的學習態度。這些主張被視為是探究教學的開端，也是開啟知識探究模式的先趨者。

其次，為因應探究教學的需求，教師要有能力設計與執行科學探究活動。探究教學的主要理念在於教師需安排發現問題之活動或具有認知衝突之情境，讓學生在此活動歷程中主動去探尋問題，並構思或尋求解決問題的方法。教師的角色是提供探究的動機和方向、及協助學生發展有組織的思考方法。學生的角色是積極的思考者，從發問、觀察、分類、解釋、應用到發展通則，整個過程均積極參與，勇於表達想法並接受他人意見，最後能解決問題或理解欲學習之概念(張惠博，1993；Bryan, 2003)。因此，在科學教學之過程中，教師若能妥善規劃一個好的科學實驗，讓學生透過探究學習之方式來體驗科學實驗的過程，如此便可促使學生能發現問題、瞭解問題、並提出各式解決方案加以執行，而後再經驗證或推翻的程序，進而歸納出最適切的決策或結論。在此過程中學生多為「自主性」學習，當學生經過觀察、提問、調查、探索、討論、反思、操作、合作與剖析後，學習將更具意義與趣味，且更能促進其內在動機之提升(蔡執仲、段曉林，2005)。事實上，目前學生的學習多僅根據學習的內容去蒐集資料與分析、觀察、推理和形成結論，卻忽略了真正去發現問題進行探究的過程。由於「探究式教學」不同於以往強調知識概念與技能之記憶學習方式，而是以學

airiti

習者為主體的科學學習活動取向，學習者在學習過程中不僅要實際參與、體驗與理解活動的意義，並且要主動發現問題、建構知識與解決問題(Marsh, 2008)。亦即，探究式教學要營造一個需要小組合作、共同規範與認同、磋商與溝通的環境，重視並引導學生透過科學活動的過程理解科學知識，及學習科學社群建構科學知識的型態與方式(段曉林，2008)。

(二)探究教學的模式

探究教學所使用的教學模式和策略很多，Anderson (2002)認為探究是一種教與學的取向，不同學者對於探究式教學的模式與步驟有不同的想法，每個人的教學方式都可是獨一無二，沒有所謂對錯，只要符合探究之精神，皆是好的探究教學模式。根據美國國家科學標準(NRC, 1996)，探究式教學與傳統之教學的主要區別，在於探究教學強調須設計演示和證明科學內容的活動及調查和分析科學問題的活動，且更強調作為論證和解釋的科學及可將想法和結論與同儕公開交流，因此其核心即為在教學過程中能夠進行探索、解釋、與交流。據此，探究式教學必須要有下列主動探究之過程：使學生接觸問題、事件、或現象，藉機製造衝突事件；經由形成假說與測試假說的過程，以探討所提出的解釋之合理性；分析及詮釋實驗數據，綜合各部分的想法，建立模型；應用所學到新的情境；回顧與評估學到什麼及如何習得；而課室之中的教學若能符合前述探究之特徵和歷程，即屬探究教學(NRC, 2000)。而「5E探究教學模式」(Bybee et al., 2006)正是以前述探究之精神為核心所設計的教學模式，且相當符合探究教學之原則(NRC)。此模式強調由學生進行知識的主動建構，並以參與(engagement)、探索(exploration)、解釋(explanation)、精緻化(elaboration)、評鑑(evaluation)等五個循環階段進行教學(Trowbridge & Bybee, 1990)。且此模式以建構主義為基礎，強調教師需設計一個探究學習環境，吸引並允許學生透過引導來探索、解釋所學、且進行評量(Orgill & Thomas, 2007)，因此這樣的教與學的設計的確有助於學生的學習(林佳昌等，2009；Bybee et al.)。許多研究(林建隆、徐順益，2007；Liu et al., 2009; Windschitl, 2003)亦指出，5E探究教學模式主要在設計引導式探究活動，教師僅提供材料與問題讓學生進行探究，而學生在教師的引導下依照自己所設計的程序來解決問題。據此，本研究在高職教師進行課程發展與設計時選用「5E循環 —— 參與、探索、解釋、精緻化、評鑑的探究教學模式」(Bybee et al.)來設計學習活動，使學生能透過親身體驗之實驗操作活動。同時亦能透過這種探究式的教學活動，期能促使學生主動的發現與解決問題，以培養其主動探究及獨立解決問題之能力。

(三)探究教學的相關研究

諸多研究結果(紀雅方、溫熾純，2008；楊明坤、李建璋、林淑惠、林依柔，2010；劉宏文、張惠博，2001；蔡執仲、段曉林，2005；Chin, Lin, Chuang, & Tuan, 2007)皆指出，探究式教學對學生的學習成果具有正面提升之效果，且能提升其之學習動機、興趣、與態度。Tuan, Chin與Shieh (2005)則認為，雖然探究需要經過長時間的進行，才能有效的提升學生的動機，但是對於學習者建立自信卻有立即的顯著影響；鄭嘉裕(2005)和邱榮章(2006)亦發現學生在探究情境下，其學習技能及合作氣氛有提高的現象。由此可知探究式教學確實能幫助學生找回學習的自信心，提高學生學習的主動性，對於學生學習有立即與長遠的幫助。此外，劉宏文與張惠

airiti

博(2001)以安排開放式探究的學習情境，研究高中學生參與其中形成問題及解決過程的情形，結果顯示學生在參與開放式探究的過程中，能學習到如何形成問題、設計實驗、收集資料、進而解決問題的整個歷程。再者，對執行探究教學的教師而言，黃智皇(2008)則發現教師在實施探究教學過程中，本身需要不斷地思索教學內容，即與學生進行立即性的溝通瞭解等，也就是教師自己本身也在進行探究，所以能有效促進教師專業發展；正因如此，教師的專業水準與素質的提升與否亦就成為預測學生成就的關鍵(張新仁，2008；Rowe, 2003)。然而，國內針對高職教師進行科學探究教學之實徵研究甚少，除前述第一期高瞻計畫之少數成果外，只有以探究教學設計電腦程式設計課程(王鼎中、丘聖光、林淑玲、梅文慧、林美娟，2009)或為設計探索式化學實驗課程(曹淇峰等，2009)之兩項實徵研究。在以機器人為專業內容之探究教學部分，亦僅有林建良、黃台珠、莊雪華與趙大衛(2013)配合第一期高瞻計畫，運用CIPP (Context, Input, Process, Product)評鑑模式來進行高中機器人創新課程之評鑑研究。綜上所述，針對高職(工程領域)教師以機電整合智慧型機器人為主題及探究教學為核心，並透過專業成長課程以協助其進行課程設計，同時探究教師對探究教學知覺轉變情形之研究尚付之闕如的情形下，期能藉由本研究開展此對象和主題之研究序幕，對高職教師在理解與執行探究教學上有所貢獻。

參、研究設計

一、研究方法

本質化個案研究立基於第二期高瞻計畫之執行，促進參與研究之高職教師合作進行以探究教學為核心的課程設計，同時探討高職教師在接受為期一年之專業成長歷程中，對於「探究教學」知覺的轉變情形。因本研究屬教師知覺之研究，根據Merriam (2001)之觀點，知覺研究主要以訪談法為主，並以觀察輔助之；且教師知覺可由教師的語言表達和思維之紀錄、或行為表現之觀察得知其實際情形，故研究者針對教師、專業成長場域、及課程設計過程等項目進行多元資料之蒐集與分析，以回應研究目的。其次，本研究採用多重個案整體設計，係將9位個案「視為一個整體之分析單位，並選用不呈現單一個案(no single cases are presented)的方式呈現研究結果」(Yin, 2003, pp. 148-149)，故不針對單一個案進行分析，也不作交叉分析，僅針對影響所有教師對探究教學之知覺轉變情形進行分析，而此9位個案之資料乃做為回應研究目的之證據基礎。

二、研究對象與專業成長

本研究之研究對象為嘉義地區某國立高級職業學校之9名教師，這些教師來自該校兩科別——「電機科、機械科」。除一位教師為任教十年內者外，其餘8位教師皆有十至二十年之任教年資；所有教師皆為電機或機械專長，一位教師擁有國立大學機械工程博士學位、及五位教師擁有碩士級學歷。根據文獻評析之結果，研究者以「合併一校內外合作」之專業成長模式，讓9位教師接受由研究團隊提供45小時之三大主題專業內涵(探究式教學、課程與教學設計、及機電整合與智慧型機器人)與循環漸進式的專業成長活動(全體、小組、和個別等三類之專業學習、課程設計與討論、及反省交流與修正調整活動)；另安排4小時之試驗性探究教學活動。又，除前述規劃之定期專業成長活動外，另依教師需求安排不定期之延伸活動。

airiti

三、資料蒐集與分析

教師專業成長是一持續不變的歷程，為了能夠探討研究對象在專業成長中對於「探究教學」知覺的轉變歷程，研究重視多方資料的蒐集與交叉驗證和資料的厚實，故本質化個案研究資料的蒐集橫跨專業成長活動錄影(編碼PD)、課程設計與討論活動(CD)、反省交流討論活動、團隊會議(ME)、教師省思(TR)與訪談(IN)、及研究者省思與紀錄(RR)等。其中，教師訪談部分安排焦點團體訪談2次、個別訪談每人至少4次、及多次非正式和追蹤訪談等；觀察資料則來自各項活動錄影，文件資料則屬教師課程研發資料、反思紀錄、和會議記錄等。訪談之重點則包含：教師現有之教學想法和理念、授課內容、及教學實務作為；教師對探究及探究教學之理解(理念、授課內容、及教學實務作為)；教師在課程與教學設計之心路歷程與省思(影響知覺轉變的原因、可能遭遇的問題及解決策略、專業成長課程和同儕互動之支持情形。本研究採用Crabtree與Miller (1992)提出之編輯分析式(editing analysis)策略進行分析。因為在國內本研究主題和對象的相關研究較少，在學術上此研究主題尚未形成一個理論，故依研究目的考量，參考以「以科學探究教學為主軸之教師專業發展」的相關文獻探討形成分析的基本架構，故較適合用較客觀、多帶直覺和詮釋的編輯式分析之。亦即，採用有組織的預先規劃之分析範疇，進行文本資料的編輯、剪裁、再重組，具有循環不斷地分析歷程之特性，直至找出類別中之關聯與意義，再加以詮釋(Crabtree & Miller, 1992)。此外，本研究屬個案研究，重視個案研究資料的複現現象，採用之根本邏輯乃在預測類似的結果(predict similar results)，即一種原樣複現(literal replication; Yin, 2003)，即至少兩位以上教師必須出現相同的感受、意見或行動時，才將該現象歸納為研究結果之主題，並藉以做為歸納研究結果的根據；在此邏輯下，基於本研究希望在專業成長之歷程中探析所有參與教師對探究教學知覺的轉變情形，故在歸納出前述主題後，仍持續循環性地蒐集其他教師知覺之資料，以確認有完整且具脈絡性之資料來回應研究目的。

肆、研究結果與討論

研究對象所在之高職為嘉義地區歷史悠久之職校，教師們具有豐富教學經驗，然因職校強調其專業技能之養成，故教學模式多以講授式與演示法為主，對於其他教學方式較少涉略。因此教師們未參與高瞻計畫之前，對於「探究」二字非常陌生。而高瞻計畫之目的是期望學生能經由教師設計之探究式活動中，學習「探究」之精神；故教師是否具有「探究教學」之知覺，為計畫執行成敗之關鍵。故研究者根據前述科學探究教學之意涵與模式、及教師知覺等預先規劃之分析範疇及編輯式分析方法，針對所蒐集到之多元資料進行分析，經交叉分析比較後，統整出個案教師們在「專業成長前」到「專業成長中與後」對探究教學知覺轉變情形的解釋架構(見圖1及表1)，並據以歸納形成「教師對探究教學之知覺」的兩大主題——「學習觀點的定位知覺」及「課程與教學的實務知覺」，以下分別說明之。

一、學習觀點的定位知覺

(一)由重視技能訓練的學習目標改變為肯定探究教學是思考與實作並重的增能教學

我國技職教育主要以培育基層產業技術人才為宗旨，且在課程與教學內涵上以培養學生之實務技術能力為主(朱玉仿，2007；教育

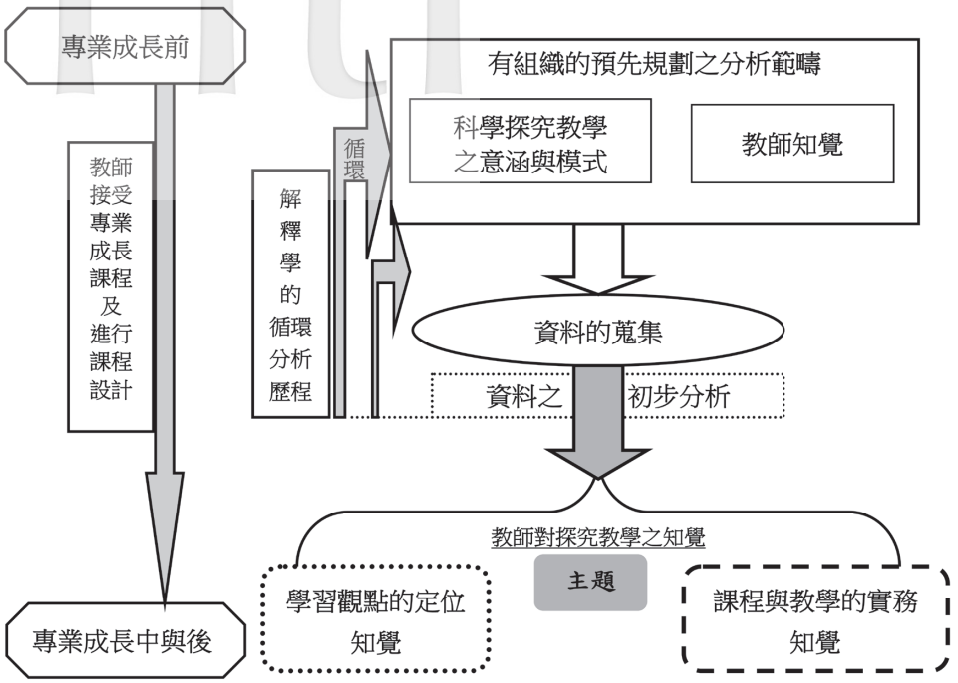

圖1：教師對探究教學的知覺分析架構與主題

表1：教師在探究教學之知覺轉變情形的解釋架構

專業成長前	專業成長中與後	教師知覺
1.技職教育之課程重在學生技能的訓練，不重視思考和探究能力培養 2.認為「考試至上」且以教育學生參加統測為主，導致常感教學時間不足 3.習慣教師所有課堂中是學習的中心，是直覺地告訴學生答案的權威者	1.透過思考與實作並重的探究教學更能強化學生的專業知能 2.探究是一連串發現問題、解決問題、和主動動手作之過程，且有助於未來學習 3.探究教學中教師應擺脫主導者角色，成為以學生為中心促進其學習之多元角色	學習觀點的定位知覺
1.缺乏獲得探究教學專業知能之管道，教師對探究教學非常陌生 2.照本宣科的教學模式是常態，教師示範後學生照著固定步驟操作 3.重視固定實作流程與制式步驟，此為實施實習課程的準則 4.擔心課本中知識難與實務現象連結	1.探究教學應擺脫傳統教學中「我教、你聽」的單一教學策略，知悉其他教學策略 2.抓緊與機器人相關之重要單元內容概念，且以探究的教學流程融入原有課程中 3.重視探究是一種精神與教學理念，不拘泥於固定教學模式 4.可把握探究教學活動設計的原則	課程與教學的實務知覺

airiti

部技職司，2003)。在本研究中，多數參與教師認為其學生能力不足，且高職課程重在訓練技能為主而不在思考或理論的培養，T1師在省思日誌中寫道：「以職業學生的背景來講，他們的差異很大。有的來自鄉村、有的來自城市，學生學業成績大都不好，還是上課要多加強他們的基礎」(020812-T1-TR)。故教師們認為傳統的教學方法較能在短時間能傳授較多的知識，學生能補足國中時的學業落差。因此研究初期發現：教師們的教學模式多脫離不了傳統教學的框架，大部分都是運用講解式教學與演示法為主，老師鮮少讓學生自行探索與研究、或是以合作方式學習的情況也少見。另外，教師們多認為學生學習一技之長是首要任務，而且在技能學習的過程中重要的是反覆練習而不一定要理解理論和原理。T6就表示：「技職教育嗎！就是重視技能，知道怎麼做很重要，知不知道原理就其次，因為他們又不是要當工程師需要動腦思考」(011212-T7-IN)；T7也表示：「在職校，我覺得大部分的老師都是以訓練學生的單一技能熟練為主，講授完就實習嗎！」(011212-T7-IN)。由上可知，多數老師在研究初期都認為高職學生學業成就較低，並認為不大需要用開放式教育的方法去鼓勵學生探究與思考；技職教育的精神也被窄化成為技術人員的訓練，強調只需知道 “how” 的重複練習，而不需具備知道 “why” 和 “what” 知識背景與解決問題的能力。

但在經過一連串的專業成長活動之後，教師們對重新省思高職學生學習的定位，並對探究教學的知覺漸漸改變，兩位教師在研究後期皆有感而發地提到：

> 原來不是成績不好的小孩就不會思考，他們也會發現問題還想解決的辦法。他們上課也有把我教的理論聽進去，用力學的公式來算怎麼設計會跑的滑臺。放手給他們探索還真的需要呢，不是只是一直教一直教，他們反而覺得上課很無聊。(060212-T2-TR)

> 我本來以為探究教學是資優生在做的，原來它是適合每種學生的，而且學生在過程中可以思考、研究、找問題、找答案，其實還蠻符合我們的實習課的需要，只是我們實習課只重操作而沒讓學生多思考和自己探索……這樣的(探究)教學法真的兼顧到思考和實作，學生也變活了，不是一個口令一個動作。(060212-T4-TR)

由上述的訪談可知道老師們在專業成長後，瞭解探究教學並非專屬於資優教育的教學法，而原本學業成績較不理想的高職生，亦並非無法展現他們發現問題和解決問題的能力。再者，他們也瞭解：探究教學不僅能激發學生的思考力，更重要的是透過學生實際動手作的歷程，學生更能深化知識與技能，並且培養與同儕互動和合作的社會建構學習。因此，教師們到研究後期皆肯定探究教學是促進學生思考和實作的一帖良方，學生可以透過探究教學獲得認知、情意、技能的學習，教師也能在探究教學中獲得教學的省思和專業的成長。

(二)由認為「考試至上」到理解探究教學重在引發學生主動學習與解決問題的優勢

教師們一開始對於能否於課程中實施探究式教學抱持懷疑的態度，主要原因有二：一為升學的壓力所致，尤其是「統測」讓教師質疑探究教學的成效；二為時間因素，上課、教學、及學生因家長期許而額外需花費的補習時間等，讓教師誤認為探究教學等同於「浪費時間」，如T5老師曾抱怨的內容可見端倪：

airiti

學生升上二年級後就要開始為統測做準備，這個計畫還要走這麼久，如果到時候正課都上不完了，這才是很嚴重的事情，現在還有挪時間來實施探究，感覺就是時間不夠，還有學生除了學校的正課外，下課後還要去補習，有時學生課程上不完就算是假日也需要到學校上課，連假日都這麼忙了再把探究擺進來是不是會浪費時間可能也甚麼都看不到！(022312-T5-IN)

初次的專業成長課程中，教授提及：「探究式教學注重學生由探究而獲得知識，強調學生的主動學習，希望學生能由探究的過程中培養互助合作、獨立思考以及解決問題的能力」(022212-PD)；且與傳統講述教學相較，需花費較多的時間讓學生進行探索、解釋與溝通等過程(Carin, Bass, & Contant, 2005)。Jeanpierre等(2005)及Trautmann, MaKinster與Avery (2004)的研究皆指出，教學時間不足是導致教師不願意進行探究式教學的原因之一。故對於課程內容緊湊、時間有限的情況下實施探究式教學，教師們認為的確是一件很困難的事情；再加上教師對於探究教學的不熟悉，一開始即出現偏頗的感受。

但經過幾次教師專業成長課程及相關活動後，教師們對於探究已有更深層的認識，教師們面對「探究對學習的意涵是什麼?」，皆能有所回應：「T5：應該就是讓學生主動去學習吧！」(041612-T5-IN)、「T3：他們要自己從活動的過程中學習。」(041912-T3-IN)、「T7：簡單來說學生要自己發現問題和解決問題。」(041912-T7-IN)、「T1：以前都是結果論，現在是強調過程」(041812-T1-IN)。儘管教師們經由相關成長活動已能瞭解「探究」的內涵，但對於其重要性與實用性仍有所存疑，因此在一次的研究團隊會議中，T4教師即提出此議題詢問其他教師們觀點：

T4：探究到底對學生有什麼樣的實質幫助，為什麼我們要用這樣的教學方式？

T2：依教授們的說法，如果我們將活動設計出來，學生應該對課程就比較有興趣。

T7：讓他們自己動動腦也好！

T1：對呀!學生都太依賴老師了，永遠只等著老師的答案。

T8：如果能因此激發他們的創意也不錯啊！對他們未來也是有幫助。

(050212-ME)

在資訊容易取得的21世紀，若不懂得創新是很容易被社會淘汰的。有鑑於「現在的學生太被動了」(042712-RR)是多數教師的看法，因此若「探究式教學」能有效提升學生學習動機、讓學生能主動學習，對於學生的未來將有助益。多數研究亦證實，探究不僅可以引發學生的學習興趣、提升學生的問題解決能力，亦能促進和他人溝通的技能、培養學生主動建構知識的能力，同時使學生對學習有更積極正向的態度、提高學生知識及技能方面的學習成效(劉宏文、張惠博，2001；Chase & Giboson, 2002; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Windschitl, 2003)。T2師也逐漸認同上述看法而有所省思，「現在知道探究教學其實不會帶給課程進度壓力，而且有點像是希臘哲學家蘇格拉底所採用的『產婆法』，讓學生是主動的發現學問發現我們要教給他的東西，這樣其實很好，感覺上少了以前都是老師在講的感覺，而且學生動手操作的話印象也會比較深刻吧！」(041812-T2-IN)。另外，研究者在觀察過老師的試驗式教

airiti

學後的省思日誌中也記錄了「只要改變教學的方式，讓教學更活潑，就能激起學生主動探究的能力」(060812-RR)。教師們因認識而消弭對於探究教學的誤解，並對能透過探究教學活動設計帶給學生動手操作的樂趣與學習，因此對其未來能提升學生學習成效與參與動機產生信心，就如同教師們在試驗性教學後，討論與回顧上課過程情形時之發現：「好像比起來學生是有學的比較好還是比較快樂的感覺吧！」(072012-T6-ME)。綜合教師們觀點，探究是讓學生在活動過程中，主動發現問題且運用所學知識解決問題，如同Bruner (1960)所述教學不在於增加某一學科的知識，而在使學生為自己而學習，求知是過程而非結果，而「探究」就是讓學生主動去探尋，並解決問題的過程。由此可知，在專業成長後，教師們已能知覺學生的學習重點不僅在考試成績的好壞而已，更重要的是學生的學習態度和一連串主動建構知識和解決問題的知識與技能，而探究教學正好可以引發這些可以帶得走的能力。

(三)由習慣教師是學習的中心和權威改變為探究教學是以學生為中心的增能賦權

傳統與探究教學在教師角色上也有很大的不同，前者是以教師為中心，而探究教學則是將學生視為學習主體，強調教師應避免給予學生指導與提示(陳均伊，2010)。傳統教學常可見學生在學習中提出問題，教師們會很直覺的告訴學生答案。T1就回憶過去他於課堂上的角色而說到：「以前其實沒有給學生甚麼時間，都是我在講，其實這樣就不一定講的完了，其他評量啦、教材啦、甚麼其他的也都是一開學就要決定好的，本來就很難讓學生去討論」(040712-T1-IN)。亦即，過去課堂上教師多為主導的角色，呈現以教師為中心的教學方式，對於學生的需求較少予以回應，或許也無時間回應。然經專業成長之洗禮後，教師們的觀點有所轉變，如T7師在一次討論活動後提及：「我覺得探究式教學，就是老師不要給學生太多直接的東西，學生錯誤的時候，應該鼓勵同學互相討論，不能再像以前直接跟同學說：『我做給你看，不然就沒有探究的精神了』」(062712-T7-IN)，這表示在探究式教學中當教師們察覺學生發生學習困難時，將不會優先選擇直接告知正確科學概念，或指正學生的缺失，而是將鼓勵同學藉由同儕討論、設法解決問題，試圖營造以學生為中心的學習環境，從中學習科學知識與探究技能，期以發展批判思考與問題解決的能力。

某次專業成長會議，教授問起在探究教學裡「教師應該扮演甚麼樣的角色？」，教師們多有自己的見解(042212-ME)：一為對話者「我覺得有時候不一定要給答案，就和學生討論然後用反問的也是一種」(T3)；二為促進者「學生如果討論不起來或是比較沒聲音的時候，我想可能怕是講錯吧！我都會用鼓勵的，鼓勵他們大膽的講」(T7)；三為觀察者「現在比較會停下來去觀察學生的反應，觀察學生可能的需要是甚麼，從中考慮以後做調整吧」(T8)；四為引導者「其實用引導的很好，可能是給提示吧，學生不見得習慣探究的模式，一下子也回答問題比較困難，如果給點提示會更好」(T2)。由前述對話可知教師們理解探究教學的進行必須是開放的，學生才是探究學習之主角，即使面臨學習困難或問題，必需藉由同儕間的互助合作，共同解決問題與進行學習；教師則是多方的輔助者，幫助學生勇於嘗試。T6在訪談中表示：「我漸漸知道我們老師不應該是教室裡的權威者了！透過探究教學，我們應該是把學習權丟給學生，相信他們有能力學習」(060712-T6-IN)。T2也表示：「探究

airiti

教學就是給他於吃不如教他如何釣魚的道理吧！這樣學生才會擁有帶著走的能力，老師不用一直講，他們也有自己找知識的力量」(061412-T2-IN)。老師們在期末對探究教學的知覺正如同Dunkhase (2003)及Pataray-Ching與Roberson (2002)之觀點，探究式教學的執行必須讓學生從事完全開放的探究活動；同時也符膺Crawford (2007)之探究式教學以學生為主體的觀點。相信教師們未來在擁有更多探究教學經驗後，將能充分扮演知識的傳遞者、促進者、診斷者、改革者、實驗者、及研究者等多元角色來協助學生學習；並讓學生成為學習的主角、知識的主宰者。

二、課程與教學的實務知覺

(一)由缺乏探究教學專業知識的理解改變為知悉探究教學之策略應用

計畫之初，教師們對於「探究」兩字屬完全未聽過的狀態且從字面上猜想意義，在進行專業成長課程前，研究者先與教師們進行初次訪談，一開始問教師們「知道探究是什麼嗎？」教師們異口同聲直呼「探究？」，並紛紛表示未曾聽過「探究」一詞：「『探究』聽都沒聽過！」(021712-T2-IN)；「『探究』是什麼，其實我不知道耶。」(021712-T1-IN)；「我沒有這個概念」(022012-T3-IN)。由於大部分的研究對象為教學經歷15年以上之資深教師，教學經歷豐富，授課內容屬於專業科學領域而非一般科學領域，教師本身的專業已臻高峰，這樣的情形似乎和相關研究所提之觀點接近，即年資愈深者即較無進修之動力，或許因此而缺乏理解探究式教學的企圖心和管道(陳木金，2006)。再者，因為探究教學為當代新課程與教學的重要元素(國科會高瞻計畫，2007；NRC, 1996)，所以這些教師在職前師資培育階段並未接受到這些專業訓練，也難怪這群資深教師沒聽過探究。再者，教師們的專業背景屬工程領域，他們皆表示傳統工程領域之教育並未涉略科學探究，因此即便部分教師有接受碩士或博士的在職進修洗禮，仍然沒有多大的轉變。

而本研究所安排的教師專業成長活動圍繞「探究」之主軸，期望教師能在理解後轉化為實質的行動，且能結合與運用不同教學策略一同進行教學；課程中除了說明探究的內涵、也提及「5E探究教學模式之參與、探索、解釋、精緻化、評鑑，強調知識具有主動建構的特性」(040712-PD)。由於此模式的概念相較於習慣使用傳統式教學方式的教師而言，有諸多的差異，像是有教師以為：「探究是探索嗎？」(041212-T4-IN)，或認為「5E裡的探索應該就是類似try and error」(041212-T3-IN)；因此在專業成長初期，教師們的不完整理解導致其產生誤解。

一知半解的轉折點就在4月份「科學探究課程設計」的專業成長活動中，許教授提及「探究教學是一種探索的過程，根基於發問與發現」(040712-PD)，導致他們發現探究之重點應架構於問題之上，且著重於讓學生主動發現或提出問題，「我就覺得反正(探究)就是要讓學生主動去找出問題所在是為什麼？」(041512-T5-IN)；「我對探究最直接的反應就是讓學生提問題，代表學生有在探究」(041712-T1-IN)；「探究式教學就是要讓學生不斷的發現問題，然後提出問題」(041212-T3-IN)；同時，T2師有更深層的思維，他和其他教師也因此在設計的活動中，加入了許多讓學生發現和提出問題的機會：

> 我認為探究是更深層的去瞭解，因為我們有基礎的認識後發現有不足的地方，我才會去做更深層更深入的瞭解，去研究有沒有更好的解決方法。(072012-T2-ME)

airiti

> 我在參與和探索活動的階段讓他們可以針對蒐集到的相關資料或是別組的機構設計提出問題，也讓他們有討論和互相質疑的空間，這跟我以前的教學方式是完全不同的！(072012-T5-ME)

由此可見教師已能理解並妥善設計探究活動。

再者，教師們在設計探究活動時，已不再像以前只是單向的傳遞知識，而是以學生為主體，「考量學生的能力，設計小組活動讓學生能藉由合作的方式主動探究問題和解決問題」(053112-CD)；甚至是如T5師所言：「原來我可以配合5E的模式一起使用分組討論、或讓學生分享發表進行意見交流……，要能活用這些方法才會有真的探究！」(051412-T5-CD)。如T2師於「機件原理」之探究活動中，設計提供不同的軌道讓學生分組討論，且可自選軌道以設計出教師要求的「拘束平臺」：

> 以前在上這門課的時候就是看課本，課本裡面怎麼寫我就怎麼上，從我這裡直接帶給學生，也比較難知道學生懂不懂，現在我知道可以用發問的、討論的還有實作的，然後可以給多一點的材料讓學生有所思考與選擇，其實這樣的火花是我沒想到的也覺得很驚奇，事實上學生應是可以自己解決問題的。(041112-T2-CD)

事實上，Trowbridge與Bybee (1990)指出，探究式教學與傳統教學最大的不同即在於學生是自由地探究問題，依其不同的學習情況，給予學生自由發揮的空間。從上述教師的回答可以看見他們漸能把握探究教學的各種策略應用，那未來這些教學策略將可進入課堂中了！

(二)由照本宣科之教學改變為精煉課程內容以奠基探究教學之設計

職校課程以專業科目為主，多強調技術能力之培訓，T7師提及：「我們職校，我覺得大部分老師都是這樣，因為我們是訓練技能熟練為主」(031212-T7-IN)。因此，教師們紛紛表示，其教學方法多以直接講述和示範教學為主，如此較易達成技能熟練的目標；而講述與示範的內容也多根據課本內容直接告知學生怎麼做，而非讓學生去思考該怎麼做：

> 一般我們高職的專業科目這部分比較少一點……都是直接跟學生講說怎麼做……，做完之後再去發現問題，再去思考問題發生的原因。(040312-T6 & T8-ME)

> 基本上，我的教法是，會先講簡單的例題，然後我們就再依樣畫葫蘆，出個例題讓學生算算看，然後再介紹另外一種變種，可能我會給你答案，但是你要自己去湊原本的答案是什麼東西，問我這是什麼教學我也不知道。(040212-T3-CD)

再者，教師們雖然認為教案為課堂教學的重要依據：「上課前都應該編教案教材，只是我們都沒有這些動作，反正來我們就上了」(040612-T2-ME)，但實為「我從來不寫教案，教案只有評鑑或是考教甄的時候」(040612-T7-ME)。亦即，雖然教師們體認到編寫教案有其必要，但似乎「僅止於用以應付評鑑或觀摩等實際教學活動」(040612-RR)。綜言之，教師們非必要不會特意撰寫教案，上課內容也以課本為主，且多使用教師手冊提供之教案進行課堂教學。再者，與機器人相關的課程十分龐雜，目前市面上並沒有一套高職專用的課程可供參酌；因此，研究初期老師們常常對課程設計感到無能為力。

airiti

後來，教授建議可以以現有課程中特定章節作為融入的目標，或以「機電整合智慧機器人」設計和製作過程所需知能為主。是故，於設計活動時教師們心中產生了許多疑惑：「我不知道融入的東西對不對？因為它(機器人)太廣了」(040212-T6-CD)；「機器人範圍這麼大，我到底要寫(融入)什麼東西？要用什麼活動？」(041312-T7-IN)。雖然原已有主題，但因為主題包含之概念太廣，再加上因有兩個科別專長的教師，所以在設計活動時，反而因為有太多的想法而無法聚焦。直到專業成長時徐教授建議，教師們可在兩科的教學中同時融入「雙軸連桿設計」，或其他能共同運用在機器人的機構或控制元素後，以逐步引導的方式讓學生在最後一年的專題課程中設計出屬於學生的機器人。他們才發覺：「原來融入的主題不一定是完整的機器人，也可將範圍縮小在機器人的某個部分」(041912-T5-IN)。T7說到：「有主題之後比較容易設計活動，所以在教案的編寫上也就輕鬆多了」(051412-T7-CD)，同時於後續的課程設計上也較能有共識。確立主題核心後，教師們對於探究教學的課程之設計更為踏實，教師們根據課程規劃之理念，針對主題提出學生需習得之概念，再將概念串連成概念圖，然後根據概念圖訂定課程目標等，進而思考如何根據精煉出的主題概念設計探究教學活動。實際上，融入式課程設計已突破需增加教學時數的迷思與格局，藉由調整其課程內容、知識結構與脈絡，再融入以核心概念設計主題統整教學單元來設計活動與教學(Brinckerhoff, 1985; Jarcho, 1985)，故將有助於課程之順利實施；由此可見，教師們所理解和執行之設計已逐漸與學者之意見相符合。

(三)由固守制式步驟與流程之教與學改變為體悟探究教學重在精神而沒有固定模式

由於職校強調技能培訓，故研究前的實作課程之授課時數多於理論課程，教師們說到：「對學生來說這些本來就是新的東西，老師沒有先教他們，怎麼可能會」(040912-T6-IN)；「學生要先學會了某個指令之後才能應用，所有教學內容都是有連貫性的，比較不會考慮到他們想學什麼」(041112-T7-CD)。再者，為顧及學生操作器材的安全性，教師須「在課堂中要求學生依照操作步驟來操作」(032812-RR)。然而，學生雖能學會操作步驟，完成賦予之任務，但卻無法瞭解為何要有此過程、及其目的為何；如此易使學生習慣以教師為中心，遇到問題等待答案，進而失去主動探究的機會。

第三次教師專業成長活動中，段教授以探究教學法的實例，讓教師以分組製作竹蜻蜓：「所謂的探究教學，並不需要每一節課都要融入探究活動。但是教師必須先規劃或是估算一堂課中，理論要講多少，希望學生學習到哪個層級，然後再將探究活動融入，所以5E可以分開放在每一節課，而不是一定要一節課完成所有5E」(050212-PD)。原先教師們認為探究必須遵循5E的模式，「我剛開始以為這(5E)是一個流程，一堂課一定要把這個流程結束」(050412-T1-CD)；但經段教授指導後，他們漸能體會原來「5E，是可以分散到每堂課，可能這堂課的活動只有參與和探索，也可能只有探索和解釋」(050412-T8-CD)。同時也知曉「(5E)探索這個部分就是讓他們(學生)自己去操作的那個過程，讓他們有機會去做中思考。」(072012-T7-ME)。至此，教師們已能瞭解探

airiti

究式教學沒有固定模式，且在試驗性教學後，T2師更體認精神與理念才是重點：「我覺得很多方式都可以叫作探究，只要我們把討論、引導以及開放式課堂做好，探究就可以產生，然後老師一定要忘記自己是教室裡**的老大，讓學生提問也讓學生找答案，給點時間我覺得就可以變成探究，應該沒有甚麼步驟或是流程吧**」(072012-T2-ME)。是以，教師們能充分理解，在教學過程中，教師引導學生「發現問題、認清問題、解決問題，學生提出可能的假設、擬定可行的解決方案、決策出合適的方案、驗證假設並獲得結論」，經由這些問題解決歷程，讓學生像個科學家一樣地在探究活動中自主學習，從探究活動中學習到知識與能力，才是真正帶領這群高職學生突破現有學習框架所需的。同時，也能清楚理解如何設計融入式之探究活動，突破原有舊思維和框架，設計出更適切的教學活動。

(四)由擔心課本知識與實務現象脫節改變為細數探究活動設計之原則

理論課程雖然是職校學生的必修課程，但多數教師因上課時數的限制，為了完成課程進度，採用講述式教學來照本宣科，不重視學生的討論和參與：「**上課時間真的不怎麼夠，都我來講比較快**」(030212-T6-TR)。如同柯華葳(2011)所提，國內教師常有錯誤的教學信念：「教科書是專家編的，要努力教完，學生程度才不會落後」。但事實上，理論雖是技能養成的必備品，但對多數學生而言均屬紙上談兵，對於該如何將課本學習到的概念與實務作連結並不清楚。儘管教師原認為「**等學生到達一定程度之後，就能體會其中的關聯**」(032712-T8-TR)，卻也明顯感受到學生對於理論課程所呈現的慵懶與無趣，「**通常課堂課很多學生都是睡一片，會聽的沒幾個，有些沒睡的也搞不好是在神遊，有聽沒有懂**」(030912-T1-TR)。因此，如何引起學生學習動機，提供學生探究式學習的機會是教師需要思考的重點。

其實，5E教學模式確有助於學生學習找尋證據、操作與解釋等科學探究技能(NRC, 2000)。諸多研究(陳均伊、張惠博、張文華，2003；Carin et al., 2005)皆發現，透過5E教學模式的實施，教師能經由與學生互動的機會，觀察與傾聽學生的想法或表現、確認學生的概念，以協助學生發展科學概念。雖然教師們在一開始設計活動時，曾誤解5E教學模式之基本原理，多認為其階段之區分如同Bloom的知識階層，低階需要達成才能進到高階，因此部分教師們在教學活動設計「**多半停留在參與階段，探索階段至評鑑階段則沒有設計**」(040912-RR)：「**我剛開始以為這是一個流程(5E探究循環)，評鑑應該是最高層次**」(041112-T1-CD)；「**我以為這是一個流程。所以我覺得解釋應該比探索還要高一個層次**」(041412-T5-IN)；但在專業成長後，漸能體會「**探究的5E是一種教學流程，應該要以問題來做為各階段間的啟承轉合**」(083012-T2-ME)；且發現「**學生有可能在資料分析之後，決定重新設計調查活動，蒐尋資訊也可能與主題的討論同時進行**」(083012-T8-ME)，足見其有明顯之知覺上的轉變。

綜上所述，經過團體和一對一討論後，研究者發現教師們能夠脫離模式的框架，找到進行探究式教學的原則與核心，自編寫的探究教學活動中得知，教師們以設計分組的合作活動為主，提供學生進行小組討論、互動的契機，且「**增加讓學生自行探索的時**

airiti

間，及增加引導式及討論式教學法，逐漸轉為以學生為中心的教學方式」(072012-RR)。尤其是高職中原來雖有群科體系的規劃，但實際上卻多無法突破傳統校園體制中的孤島文化，教師們本身就不太有討論與合作的機會(林永發，2010)；但經歷過一年的專業成長活動後，教師們因親身經歷良性互動與合作的歷程，因此也有助於他們能設計更多有利師生互動和合作探究的學習活動。而這樣的設計也符合Crawford (2007)之觀點，即使用合作性探究之教學，將有助於學生間和師生間的互動，如此藉由同儕間與師生間相互之學習成長動力，將能有效提升學生之學習成果。最後，在評量學生的部分，教師們除了固定之期中(末)評量外，另將學生探究過程的「學習紀錄、討論情況、及口語發表等，也列入評分項目中」(060112-RR)，同時也在試驗性教學中「實際使用設計的評量工具來檢核學生之學習」(072012-RR)。如此使用多元化和形成性評量方式之設計，也印證其所設計的「跨領域機電整合智慧機器人課程」已邁向探究教學模式。

伍、結論與建議

綜合本研究之發現可知，參與高瞻計畫之高職教師們在探究教學之知覺的兩大面向上皆有轉變，即「學習觀點的定位知覺」和「課程與教學的實務知覺」，在接受專業成長活動後，已能明確知覺到探究教學對學生科學學習之助益，更能據以設計「跨領域機電整合智慧機器人課程」為主題之探究活動。在專業成長前，教師們原先之教學模式多脫離不了傳統教學的框架，再加上多數教師認為高職學生能力不足，因此他們皆重視固定流程與制式步驟的學習，且皆採講述式教學，不重視學生的討論和參與。這樣的情形造成學生習慣以教師為中心，課本知識與實務現象無法連結的現象。但經過專業成長活動的洗禮後，教師們漸能理解探究之內涵，並經由設計探究式教學活動與同儕討論之過程，體認「探究」的重要性。此外，教師們亦能知覺學生的學習需從實作的經驗中獲得相關的知識；而探究式教學的問題多起源於學生的日常生活經驗，故有助於他們將所運用於日常生活中。其次，教師們在設計探究式活動時，已不再拘泥於對5E教學模式之原有誤解，亦不僅以教師為中心之單向知識傳遞，而是邁向以學生為主體，考量學生能力與興趣，轉變為能設計小組活動讓學生能藉由合作方式主動探究問題和解決問題；這樣的設計也符合了學者們所提的探究教學設計觀點(段曉林，2008；Anderson, 2002; Bybee et al., 2006)。由此可知，教師們在教師專業成長活動後，其對「探究式教學」之知覺已有明顯之轉變。據此，如前所提，研究者希望透過本文能對高職教師在理解與執行探究式教學上有所貢獻。鑑於參與本研究之高職教師的確在探究教學知覺上有所成長，可見研究團隊提供之「合併一校內外合作」教師專業成長模式(張宇樑，2010)及參考相關文獻(如：Karen, 2005; Tom, Joyce, & Janet, 2013)所設計之成長課程規劃，確實對高職教師在探究教學之專業提升有明顯助益。在此模式中，研究團隊依教師課程設計需求，提供循環漸進式專業成長活動——即課程設計、討論、和省思活動，及具層次性之個別、小組、和團體協助等；又針對課程設計及其主題，提供三種專業內涵——探究式教學、課程設與教學設計、及機電整合與智慧型機器人等。這樣之規劃與執行模式，將可作為後續高職教師探究課程設計專業成長之參考。

其次，要促使資深教師改變其教學信念，採用新的教學策略進行教學，實屬不

airiti

易。在本研究初期，教師們提出其常會面臨教學時間不足及學生概念學習難以應付考試等問題，並對此融入式課程設計的可行性產生質疑；然而，經由專業成長活動後，其知覺皆已能逐漸轉化，進而設計適切之探究活動以因應之，且更能透過試探性教學驗證其可能性。如Barcelos (2003)及Pedersen (2003)之看法，教師知覺對其判斷、決策及教學實踐有關鍵性影響；故由本研究結果可知這些高職教師已逐漸轉變其長久以來所深信或使用的課程內容和教學方式，這樣的知覺轉變對其未來執行探究教學，雖仍會面臨其他可能之挑戰，但定能有相當大的幫助。同時，由於參與教師們已能跳脫出以往高職工程教育的框架和舊思維，設計出能培養學生主動探究思維和解決問題能力之探究教學活動，顯見這批高職教師們已有能力面對在時代潮流和世界變遷中對工程領域發展的挑戰，且能如同下一世代科學標準中所提(NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012)，在高職工程領域的課堂中讓學生體驗科學探究的學習模式，真正讓學生之學習更有意義、且樂於學習。誠如李隆盛(2007)所言，臺灣高職品牌需重新定位；若能在獲得大學端長期支援與合作模式之向上提升動力催化下，由高職教師對探究教學之知覺轉變開始，讓更多教師理解與實施探究教學，使主動探究在我們的課室中趨於普及，這將更有助於學生能擁有科學探究之求知慾望且樂於進行科學學習。

附註

1. 本研究所屬第二期高瞻計畫，第一年主要在進行「跨領域機電整合智慧機器人」為主題、探究教學為核心的課程設計與評鑑，專業成長內容包含三大面向。因研究內容範圍較大、研究分析資料龐雜，且限於篇幅，故本文僅聚焦於教師對探究教學之知覺。另，第一年教師主要任務為課程設計，尚未進行正式教學實驗，沒有學生正式參與。

誌謝

本研究由行政院國家科學委員會第二期高瞻計畫中部分資料改寫而成；在此對於提供建議之所有審查委員及參與研究者表達謝意。

參考文獻

1. 王鼎中、丘聖光、林淑玲、梅文慧、林美娟(2009)。創新程式設計課程與教學模式之研發。**科學教育月刊**，**321**，2-11。
2. 朱玉仿(2007)。技職教育改革文獻回顧與前瞻。**研習資訊**，**24**(3)，127-134。
3. 紀雅方、溫嫩純(2008)。5E學習環融入數學探究教學對國中生學習動機之影響。**台灣數學教師電子期刊**，**13**，1-12。
4. 李松濤、林煥祥、洪振方(2010)。探究式教學對學童科學論證能力影響之研究。**科學教育學刊**，**18**(3)，177-203。
5. 李隆盛(2007)。高職品牌需重新定位。**師友月刊**，**485**，26-28。
6. 林永發(2010)。從校本課程到高瞻計畫——麗山高中專業學習社群的經驗分享。**中等教育**，**61**(2)，152-165。

airiti

7. 林佳昌、楊子瑩、王國華、林凱胤、余安順、楊秀停(2009)。資訊融入5E探究教學對八年級學生學習成效之行動研究。**嘉義大學國民教育研究學報**，**22**，131-157。
8. 林孟郁、鍾武龍、張月霞、李哲迪、陳穎儀(2013)。高中教師在創新科學課程專業學習社群中的發展歷程。**科學教育學刊**，**21**(1)，75-96。
9. 林勇吉、秦爾聰、段曉林(2010)。以敘說探究探討一位國中教師發展數學探究教學之信念與實務。**教育科學研究期刊**，**55**(3)，1-32。
10. 林建良、黃台珠、莊雪華、趙大衛(2013)。發展一延伸性CIPP課程評鑑模式運用於高瞻計畫課程——以高中機器人課程為例。**科學教育學刊**，**21**(3)，237-262。
11. 林建隆、徐順益(2007)。國中自然與生活科技教師發展5E探究式光學單元教學模組之研究。**物理教育學刊**，**8**(1)，1-16。
12. 林煥祥、周進洋、李暉、劉聖忠、林素微(2008)。**臺灣參加PISA 2006成果報告**(NSC 95-2522-S-026-002)。臺北市：科技部。
13. 邱榮章(2006)。**探究教學活動對國中學生「自然與生活科技」影響之行動研究**。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市。
14. 吳清基(2009)。**高等教育現況檢討及追求卓越之發展策略專案報告**。臺北市：立法院。
15. 吳武雄、蔡哲銘、邱美虹、常月如、葉昭松(2009)。以建模與認知師徒制開發新興科技融入高中課程之教學研究——臺北市建國高級中學高瞻計畫之總計畫。**科學教育月刊**，**319**，2-7。
16. 柯華葳(2011)。語文課與閱讀能力的培養。**教育研究月刊**，**210**，5-14。
17. 段曉林(2008，12月)。**迷人的科學探究教學**。發表於中華民國第廿四屆科學教育學術研討會。彰化市：國立彰化師範大學。
18. 洪碧霞、蕭嘉偉、林素微(2010)。PISA數學素養認知成份分析對補救教學的意涵。**課程與教學季刊**，**13**(1)，47-66。
19. 秦爾聰、林勇吉、林晶珮、段曉林(2009)。實施數學探究教學所遭遇的問題與解決之道：一位七年級數學教師之行動研究。**台灣數學教師電子期刊**，**19**，35-58。
20. 國科會高瞻計畫(2007)。**第一期高瞻計畫概述**。查詢日期：2007年10月1日，檢自http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=5249。
21. 國科會高瞻計畫(2011)。**第二期高瞻計畫徵求書**。查詢日期：2012年7月27日，檢自http://tci.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi?o=dnclret&s=id=%22RF10000904574%22.&searchmode=basic&tcihsspage=tcisearch_opt2_search。
22. 曹淇峰、廖家榮、林志弘、邱美嬌、譚利亞、蔡蘊明(2009)。探索式化學實驗課程之開發。**科學教育**，**316**，2-8。
23. 張宇樑(2010)。學習型組織與數學教師專業發展。**教育研究月刊**，**198**，103-117。
24. 張惠博(1993)。邁向科學探究的實驗教學。**教師天地**，**62**，12-20。
25. 張靜儀(1995)。自然科探究教學法。**屏師科學教育**，**1**，36-45。

airiti

26. 張新仁(2008)。**從有效教學談中小學教師專業發展評鑑**。臺北市：國立臺北教育大學。
27. 教育部(2012)。**中華民國師資培育白皮書：發揚師道、百年樹人**。臺北市：作者。
28. 教育部技職司(2003)。技職教育改革文獻回顧與前瞻。**技術與職業教育，73**，1-7。
29. 陳木金(2006)。從班級經營策略對教學效能影響看師資培育的實務取向。**教育研究與發展期刊，2**(1)，33-62。
30. 陳均伊(2010)。教師專業成長之個案研究：一位國中自然教師探究教學觀點的轉變。**教育科學研究期刊，55**(2)，233-264。
31. 陳均伊、張惠博(2008)。一位化學老師實施探究教學的歷程與省思之個案研究——以「火山爆發」教學活動為例。**師大學報科學教育類，53**(2)，91-123。
32. 陳均伊、張惠博、張文華(2003，12月)。**國中教學模組發展實例：以「鏡」為例**。發表於自然與生活科技課程研討會。臺北市：國立臺灣師範大學。
33. 陳均伊、張惠博、楊巽斐、鄭一亭(2006)。以學校為本位的合作式專業成長：一位資深教師的教學信念與反思。**科學教育月刊，294**，2-14。
34. 曾崇賢、段曉林、靳知勤(2011)。探究教學的專業成長歷程——以十位國中科學教師的觀點為例。**科學教育學刊，19**(2)，143-168。
35. 黃智皇(2008)。**落實探究教學於高一數學課室之行動研究**。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市。
36. 楊明坤、李建璋、林淑惠、林依柔(2010)。探究式教學融入國小高年級數學領域學習之行動研究——以體積單元為例。**屏東教大科學教育，32**，39-50。
37. 劉宏文、張惠博(2001)。高中學生進行開放式探究活動之個案研究——問題的形成與解決。**科學教育學刊，9**，169-196。
38. 蔡明致、林莞如、葉辰楨、張文華、王國華(2011)。試行AA Vee圖融入三階段探究教學模式對科學教師專業成長之影響。**師資培育教師專業發展期刊，4**(1)，87-116。
39. 蔡執仲、段曉林(2005)。探究式實驗教學對國二學生理化學習動機之影響。**科學教育學刊，13**，289-315。
40. 蔡清田(2000)。**教育行動研究**。臺北市：五南。
41. 鄭嘉裕(2005)。**科學探究教學模組設計、教學與精緻化之行動研究——國小中年級「植物的認識與種植」為例**。未出版之碩士論文，國立屏東教育大學科學教育研究所，屏東市。
42. 饒見維(2003)。**教師專業發展：理論與實務**(再版)。臺北市：五南。
43. Al-Daami, K. K., & Wallace, G. (2007). Curriculum reform in a global context: A study of teachers in Jordan. *Journal of Curriculum Studies*, *39*(3), 339-360.
44. Alberta Learning. (2004). *Focus on inquiry*. Retrieved September 7, 2012, from http://www.education.gov.ab.ca/k_12/curriculum/bysubject/focusoninquiry.pdf
45. Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, *13*, 1-12.

airiti

46. Barcelos, A. M. F. (2003). Researching beliefs about SLA: A critical review. In P. Kalaja & A. M. F. Barcelos (Eds.), *Beliefs about SLA*: *New research approaches* (pp. 7-33). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

47. Banerjee, A. (2010). Teaching science using guided inquiry as the central theme: A professional development model for high school science teachers. *Science Educator*, *19*(2), 1-9.

48. Brinckerhoff, R. F. (1985). Introducing social issues into science courses: Modules and a short-item approach. In R. W. Bybee (Ed.), *Science technology society*: *1985 yearbook of the national science teachers association* (pp. 221-227). Washington, DC: The Association.

49. Brown, P., Friedrichsen, P., & Mongler, L. (2008). 2-liter bottles and botanical gardens: Using inquiry to learn ecology. *Science Activities*, *44*(4), 153-157

50. Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

51. Bryan, L. A. (2003). Nestedness of beliefs: Examining a prospective elementary teacher's belief system about science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(9), 835-868.

52. Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., et al. (2006). *The BSCS 5E instructional model*: *Origins, effectiveness, and applications*. Colorado Springs, CO: BSCS.

53. Calderhead, J. (1996). Teachers: Beliefs and knowledge. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 709-725). New York: MacMillan.

54. Carin, A. A., Bass, J. E., & Contant, T. L. (2005). *Teaching science as inquiry* (10th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

55. Chase, C., & Giboson, H. L. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, *86*, 693-705.

56. Chester, C., & Quilter, S. M. (1998). Inservice teachers' perceptions of educational assessment. *Journal for Research in Mathematics Education*, *33*(2), 210-236.

57. Chin, E.-T., Lin, Y.-C., Chuang, C.-W., & Tuan, H.-L. (2007). The influence of inquiry-based mathematics teaching on 11th grade high achievers: Focusing on meta-cognition. In J. H. Woo, H. C. Lew, K. S. Park, & D. Y. Seo (Eds.), *Proceedings of the 31st conference of the international group for the psychology of mathematics education* (Vol. 2, pp. 129-136). Seoul, Korea: PME.

58. Crabtree, B. F., & Miller, W. L. (Eds.). (1992). *Doing qualitative research*: *Multiple strategies*. Newbury Park, CA: Sage.

59. Crawford, B. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(4), 613-642.

60. Dewey, J. (1933). *How we think: Restatement of the reflective thinking to the educative process*. Boston, MA: Health.

61. Dunkhase, J. A. (2003). Coupled-inquiry cycle: A teacher concerns-based model for effective student inquiry. *Science Educator*, *12*, 10-15.
62. Espinosa-Bueno, J. S., Labastida-Pina, D. V., Padilla-Martínez, K., & Garritz, A. (2011). Pedagogical content knowledge of inquiry: An instrument to assess it and its application to high school in-service science teachers. *US-China Education Review*, *8*(5), 599-614.
63. Fry, J., Klages, C., & Bamhill, A. (2010). A systematic approach to measuring inquiry in teacher education. *Studies in Learning*, *Evaluation, Innovation*, *and Development*, *7*, 37-51.
64. Gerber, B. L., Price, C., Barnes, M., Hinkle, V., Barnes, L., & Gordon, P. (2003, March). *Excellence in rural science teaching*: *Examining elements of professional development models*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Philadelphia, PA.
65. Halonen, J. S., Bosack, T., Clay, S., McCarthy, M., Dunn, D. S., Hill, G. W., et al. (2003). A rubric for learning, teaching, and assessing scientific inquiry in psychology. *Teaching of Psychology*, *30*, 196-208.
66. Hanley, P., Maringe, F., & Ratcliffe, M. (2008). Evaluation of professional development: Deploying a process-focused model. *International Journal of Science Education*, *30*(5), 711-725.
67. Harford, J., & MacRuairc, G. (2008). Engaging student teachers in meaningful reflective practice. *Teaching and Teacher Education*, *24*(7), 1884-1892.
68. Jarcho, I. S. (1985). Curricular approaches to teaching STS: A report on units, modules, and courses. In R. W. Bybee (Ed.), *Science technology society*: *1985 yearbook of the national science teachers association* (pp. 162-173). Washington, DC: The Association.
69. Jeanpierre, B., Oberhauser, K., & Freeman, C. (2005). Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*, 668-690.
70. Jones, S., & Enriquez, G. (2009). Engaging the intellectual and the moral in critical literacy education: The four-year journeys of two teachers from teacher education to classroom practice. *Reading Research Quarterly*, *44*(2), 145-168.
71. Karen, G. (2005). Fostering teacher learning through collaborative inquiry. *The Clearing House*, *79*(2), 88-92.
72. Kazempour, M. (2009). Impact of inquiry based professional development on core conceptions and teaching practices: A case study. *Science Educator*, *18*(2), 56-68.
73. Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*, 551-578.
74. Liu, T.-C., Peng, H., Wu, W.-H., & Lin, M.-S. (2009). The effects of mobile Natural-science

airiti

learning based on the 5E learning cycle: A case study. *Educational Technology & Society*, *12* (4), 344-358.

75. Marsh, C. (2008). *Studies of society and environment*: *Exploring the teaching possibilities* (5th ed.). Sydney, Australia: Prentice Hall.
76. Merriam, S. B. (2001). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
77. Michael, W. E., & Mark, T. K. (2000). *Cognitive psychology*. New York: Psychology Press.
78. National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
79. National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*: *A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
80. National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education*: *Practices*, *cross-cutting concepts*, *and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
81. National Science Teachers Association. (2006). *NSTA position statement*: *Professional development in science education*. Retrieved April 29, 2011, from http://www.nsta.org
82. NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards*: *For states*, *by states*. Washington, DC: National Academies Press.
83. Novak, A. (1964). Scientific Inquiry. *Bioscience*, *14*, 25-28.
84. Orgill, M., & Thomas, M. (2007). Analogies and the 5E model: Suggestions for using analogies in each phase of the 5E model. *The Science Teacher*, *74*, 40-45.
85. Parke, H. M., & Coble, C. R. (1997). Teachers designing curriculum as professional development: A model for transformational science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, *34*(8), 773-789.
86. Pataray-Ching, J., & Roberson, M. (2002). Misconceptions about a curriculum as inquiry framework. *Language Arts*, *79*(6), 498-505.
87. Pedersen, S. (2003). Motivational orientation in a problem-based learning environment. *Journal of Interactive Learning Research*, *14*(1), 51-77.
88. Rowe, K. J. (2003, October). *The importance of teacher quality as a key determinant of students' experiences and outcomes of schooling*. Retrieved April 29, 2011, from https://www.det.nsw.edu.au/proflearn/docs/pdf/Rowe_2003_Paper.pdf
89. Settlage, J. (2007). Demythologizing science teacher education: Conquering the false ideal of open inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, *18*(4), 461-467.
90. Staer, H., Goodrum, D., & Hackling, M. (1998). High school laboratory work in Western Australia: Openness to inquiry. *Research in Science Education*, *28*(2), 219-228.
91. Sutman, F. X. (1996, May). *Seeking more effective outcomes from science laboratory experi-*

airiti

ences (*grades 7-14*): *Six companion studies*. Paper presentation at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Philadelphia, PA.

92. Tobin, K. G. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better question and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, *90*(5), 403-418.
93. Tom, J. M., Joyce, M. P., Janet, E. (2013). Problem-based learning as an effective strategy for science teacher professional development. *The Clearing House*: *A Journal of Educational Strategies*, *Issues and Ideas*, *86*, 216-223.
94. Trautmann, N., MaKinster, J., & Avery, L. (2004, April). *What makes inquiry so hard?* (*And why is it worth it?*). Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Vancouver, Canada.
95. Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. (1990). *Becoming a secondary school science teacher* (5th ed.). New York: Merrill.
96. Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, *27*(6), 639-654.
97. Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, *87*(1), 112-143.
98. Yin, R. K. (2003). *Case study research*: *Design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

科學教育學刊
2014, 第二十二卷第四期, 363-388
DOI: 10.6173/CJSE.2014.2204.02

Chinese Journal of Science Education
2014, 22(4), 363-388

airiti

A Case Study on the Transition of Vocational High-School Teachers' Perception of Inquiry Teaching through the Application of Professional Development Activities

Yu-Liang (Aldy) Chang

Graduate Institute of Educational Administration and Policy Development, National Chiayi University

Abstract

Based on the execution of the High Scope Project, this study aimed to group vocational high-school teachers for the purpose of professional development with the assistance of the university research team. The targeted group of teachers was equipped with appropriate professional knowledge and ability to cooperatively deign the "interdisciplinary inquiry curriculum on 'Mechatronic' intelligence robot," accompanied by various activities of discussion, sharing, reflection, and adjustment. Accordingly, this article was to explore the possible transition of these vocational high-school teachers' perception of "inquiry teaching" during this one-year professional development process. A qualitative case study approach was employed in this study. Participants were nine teachers of a public vocational high-school in Chiayi area. Data were collected throughout the executive process of the professional development program and then analyzed by the editing analytic techniques for examining the transition of these teachers' perception of inquiry teaching. According to the data analyses, two themes regarding these teachers' perception of inquiry teaching were extracted to show their changes after receiving the professional development program: "orientated perception of learning conception" and "practical perception of curriculum and instruction." The findings indicated that these teachers progressively aware the advantages of inquiry teaching for their students' scientific learning, which led to a proper deign of the targeted curriculum with an emphasis of inquiry teaching. Recommendations derived from findings and discussions were proposed for assisting high-school teachers in future curriculum design tasks and enhancing their perception transition through the support of a cooperative long-term professional development program provided by the university research team. It is also expected that more high-school teachers can comprehend the core concept of inquiry teaching and are willing to devote themselves to implementing inquiry teaching in their classrooms.

Key words: Perception, Vocational High-School Teacher, Professional Development, Inquiry Teaching

* Corresponding author: Yu-Liang (Aldy) Chang