科學教育學刊
2013, 第二十一卷第一期, 75-96
DOI: 10.6173/CJSE.2013.2101.04

Chinese Journal of Science Education
2013, 21(1), 75-96

高中教師在創新科學課程專業學習社群中的發展歷程

林孟郁[1,*]　鍾武龍[1]　張月霞[2]　李哲迪[2]　陳穎儀[1]

[1]國立苗栗高級農工職業學校
[2]國立臺灣師範大學　科學教育中心

摘要

本研究旨在探討教師在參與國科會專案型計畫中，為了研發新興科技課程與實施探究式教學，所建構出的教師專業學習社群及其互動所形塑之專業領導歷程。資料蒐集係透過13位參與計畫教師進行訪談、焦點團體討論及文件分析法。本研究以專業學習社群中的實踐系統作為研究理論分析架構，並以在實踐系統中歸納出協同合作、專業發展、課程與教學創新三個子系統為發展主軸，進一步分析教師們在專業學習社群中如何分享、合作以及共同發展課程，並實施創新教學活動。根據資料分析，發展歷程可區分為「探索—規劃—研發」及「磨合—實踐—發展」兩階段，在不同的發展階段中，教師在上述三個實踐子系統中亦出現不同的表現：(1)協同合作：從強調完成團隊既定目標轉變為檢示自我在社群的角色定位；(2)專業發展：從需引進專家學者強化知能轉變為能進行教學演示並推廣創新課程；(3)課程與教學創新：從以符合「探究式教學法」理論為導向轉變為以改變學生學習模式並進而提升學習成效為導向。本研究藉由分析教師成員在社群互動中研發科學課程知識的發展歷程，做為教師專業發展、課程與教學創新和社群運作改進之反思與參考。

關鍵詞：分散式領導、教師專業發展、專業學習社群、課程發展

壹、研究背景與目的

教師專業發展是當前教育改革的熱門議題，因為教師專業發展是影響教育成效的重要因素之一。專業學習社群在教師專業成長及學校變革的相關研究中，近幾年來已是受到國內外學者關注的議題(陳佩英、焦傳金，2009；DuFour, 2004; Hollins, McIntyre, DeBose, Hollins, & Towner, 2004; Wood, 2007)。針對提升教師的專業發展，相關研究皆倡議，教師應發展並參與專業學習社群，因專業學習社群不但可提供教師們協同合作的機會以共同進行探究和問題解決，專業學習社群亦可使學校組織變成專業學習型組織，從學校內部發展出一股由下而上的教育改革動力(林思伶、蔡進雄，2005；張新仁，2009；Barth, 1988; Hord, 2004)。

*通訊作者：林孟郁
(投稿日期：民國101年2月17日，修訂日期：民國101年10月1日，接受日期：民國101年10月17日)

07-林孟郁.indd 75　2013/4/11 下午 12:25:50

我國行政院國家科學委員會(國科會)為了強化高中職在前瞻科學與科技課程的發展能力，自2006年推動以高中職學校為研究主體的「高瞻計畫」。高瞻計畫鼓勵高中職教師在課程發展的計畫中扮演教學領導者的角色，主導創新課程的開發並落實該創新課程於高中教室中以改進教學現況。本研究以臺灣中部的高職學校——國立苗栗高級農工職業學校(苗栗農工)的高瞻課程教師團隊及其在課程發展的推動歷程為研究對象及主題。該計畫教師團隊自2006年開始以「生物質能新興科技課程發展與教學實驗計畫」為主題，在苗栗農工學校內籌劃並推動了近四年的高瞻課程計畫。從課程發展帶動學校變革的角度來看，一個探討高中職教師在專業學習社群中，如何被賦予權力責任，以及如何透過團體行動的互動情境形成課程發展協同合作文化的研究，將能進一步讓我們瞭解，教師專業發展的需要以及教師成長模式所帶來的對教室教學及學校變革的重要性及助益為何。

本研究將從教師領導取向的教師專業發展的角度(Elmore, 2000; Harris & Muijs, 2005; Lieberman, Saxl, & Miles, 2007; Smylie, Conley, & Marks, 2002)，以專業學習社群的理論架構(DuFour, 2004; Hord, 2004; Lave & Wenger, 1991; Lieberman, 2000)，分析在一個以開發創新科學課程為目標的苗栗農工教師團隊中，其社群的實踐文化為何，以及此實踐文化是如何在執行課程發展的任務中被形塑，並進一步探討在此課程發展社群中，教師增權賦能角色的發展過程。研究的分析將以專業學習社群中的實踐系統為架構，探討在社群中教師個人及計畫團隊於科學課程計畫發展上在不同階段，如何透過分享及交流的社會互動，進而提升對科學課程與教學知識的理解及應用。苗栗農工課程實驗計畫的實踐歷程的研究結果，將有助於對開發科學創新課程中教師專業社群的理解，並進一步能提供教師專業成長與學校變革設計與實施的參考架構。

貳、文獻探討

教育改革在持續進行的過程中，已加入了許多不同於以往的理念，如學校本位、課程研發、行動研究、協同教學等，為落實這些理念，教師的角色也起了很大的轉變。「教師為因應課程的決定權由中央轉移至學校，教師要從被動學習者轉換為主動研究者，從進修研習者轉換為教師專業發展者，以及從知識的傳授者轉換成能力的引發者」(徐超聖，2004，頁1)。改革的呼聲亦強調學校本位的課程應該發展成以教師為中心的在職進修模式。此種改革方案的核心概念，就是要加強以教師為教學領導的教師專業發展(Elmore, 2000; Harris & Muijs, 2005; Lieberman et al., 2007; Smylie et al., 2002)。教師應被鼓勵培養自身研究技能與態度，研究自己的教學實務，由此建構教學和課程知識，形成改革方案，自己加以實施。實務工作者研究自己的實務，才能落實課程與教學改革，才是教育改革的可行途徑。為因應教育典範的轉移，如何提升教師專業發展，以符合當代教育改革的潮流與方向，將會是學校優質化及教育改革成功與否的關鍵所在。教師專業發展、專業學習社群及分散式領導等議題，便在此改革脈絡中漸趨發展和日益受到重視。

一、專業學習社群

「專業學習社群(professional learning community)就字面上的意思來看，社群(community)是kom與moin兩個印歐語系的字

根，前者的意思是指每一個人，而後者的意思則是交換，合在一起有共同分享的概念」(蔡進雄，2003，頁42)。專業學習社群是由一群專業工作者所組成之學習與成長的團體，其強調「合作、分享與支持」的概念。成員基於對專業有共同的信念、願景或目標，透過成員之間省思對話、探索學習、協同合作及分享討論等方式，來促進服務對象之學習成效的提升，並精進自身的專業素養(林思伶、蔡進雄，2005；張新仁，2009；Hord, 2004)。DuFour (2004)則指出專業學習社群的三個核心原則是：「專業學習社群要能善用與促進彼此之間合作分享的文化、專業學習社群的進行，要聚焦於專業成長與有效學習的結果，以及專業學習社群要確保學生學到什麼，而不是教師教了什麼」。林瑞昌(2006)以專業社群的概念為核心，提出一些教師專業發展上的建議，包括(一)共享的專業價值：學習績效做為教師專業發展核心價值，以形成專業社群；(二)專業的對話：在行動中發展專業，建構以實踐為基礎的專業；(三)專業的支持：教學檢視融入專業社群精神，成為專業發展的一部分；(四)專業的合作與投入：培養教師領導人，在社群中幫助教師專業發展；及(五)專業的檢視：參與學校決策過程，激發專業發展動力。

為了能更清楚的理解專業學習社群內成員間的社會互動及學習互動的發展，不同的研究者提出區分社群的發展階段。從有機體的角度分析社群成員們共同投入一個議題或任務的歷程，Wenger, McDermott與Snyder (2002)提出社群的發展可分為潛在期、結合期、管理期及轉型期等四階段。Huffman與Hipp (2003)從分享和支持性的領導、共同的價值和願景、集體學習和應用、分享個人教學實務及支持性條件等面向分別概化出在社群的動態發展上，歷經起始階段、運作階段及制度化階段等，各階段中成員間會出現的不同特質及行為表現。而Díaz-Maggioli (2004)則從社群成員間的熟悉度及是否具有團結一致的共識性，將社群的發展分為禮貌互動、焦點關注、衝突管理、團結一致及有效運作五階段。就改變觀點觀之，學習及知識的創造在社群的發展中所經歷的改變是一個從個人到集體的主動解構知識的過程，Mitchell與Sackney (2000)指出成員在社群中與其他成員會採協同學習的方式透過在情境中行動的反思及分析其對知識的理解及學習。社群的發展基本上可視為是一個從個人到團體分享的社會互動及學習互動的一種實踐文化的轉變歷程(Wenger, 1998; Wenger et al., 2002)。

就教師專業效能而言，相關的研究發現專業社群可帶來提升教學成效的改善及學校的變革，而強烈的社群感可增加教師教室教學效能，進而提升對學生學習成效的集體責任感(Andrews & Lewis, 2007; Little, 2002; Louis, Kruse, & Bryk, 1995)。在分析有哪些校內及校外因素及過程的運用促使了專業學習社群的發展，Stoll, Bolam, McMahon, Wallace與Thomas (2006)分別從不同的面向指出社群發展狀態與教師專業發展、學校變革及變革的管理息息相關。學校內專業學習社群的專業互動是一件重要的事，校長營造教師社群行為與教師專業社群表現有關，對於塑造教師信念、教學實踐、專業成長、學生學習、學校整體效能上，都扮演很重要的角色。因為「專業社群的建立，能促進教師協同合作、相互觀摩、討論與經驗分享，最重要的是促進教師的專業成長」(莊筱玉，2006，頁45)。國內外諸多學者(林思伶、蔡進雄，2005；張新仁，2009；Barth, 1988; Hord,

2004)倡議，在教師專業學習社群裡，一群教師們抱持共同的信念、願景或目標，為致力於促進學生獲得更佳的學習成效，而努力不懈地以合作方式共同進行探究和問題解決，其不僅重視教師專業知能的成長或個別興趣的追求，更強調學生學習成效的提升，且有別於傳統由上而下、被動聽令行事的學校文化，教師專業學習社群可使學校組織變成專業學習型組織，從學校內部發展出一股由下而上的教育改革動力。

二、教師專業發展與分散式領導

Duke (1990)認為，教職員專業發展是由組織所規劃的，它在學校目標引導下，鼓勵所有教職員朝共同方向進行集體成長。專業發展則不僅是事實知識的獲得，更是一種動態的學習。蔡碧璉(1993，頁3)進一步指出，「它涵蓋正式與非正式的各種能達成其積極成長的各種活動，並且是由教師本人認為其有專業成長的必要，而又同時能獲得機構組織的行政人員與同事等共同支持，進而不斷評估與改進的連續性歷程」。饒見維(2003)強調教師專業發展乃是指教師從師資培訓到離開教職為止，整個過程中都必須持續學習與研究，不斷的發展其專業內涵。高熏芳(1998)認為教師專業發展是指教師在教學工作中逐漸增長專業知能，發揮效率與功能，扮演成功的角色，成為自我實現者。因此，教師專業發展具有五項特點：持續性(continuum)；終身學習(life-long learning)；逐漸蛻變(becoming)；融合性(integral)；全校性改進(school-wide improvement)。根據以上的觀點，教師專業發展是在學校目標引導下，透過正式和非正式的學習、進修等活動，鼓勵所有教師朝共同方向集體來成長，教師在教學工作中不斷追求個人教學知能、技巧與態度等進步與發展的努力及意願，逐漸增長專業知能發揮效率與功能，扮演成功的角色成為自我實現者。

教師的專業發展已被視為是學校變革中自我更新機制的一環(Lieberman et al., 2007; Smylie et al., 2002)。在這個觀點下，過往以個人能力及基於職務角色而賦予的領導者角色已傾向於以集體的、任務取向的及組織分散式的領導觀(Elmore, 2000; Smylie et al.)。Spillane (2006)認為分散式領導的觀點有三個重要的成分，首先，領導實踐是中心和關切的支柱；其次，領導實踐是由領導者、追隨者和情境的互動產生，每一成分對於領導都是很重要的；再者，情境界定領導實踐，也透過領導情境被界定。共同的集體行動以及上文所述專業學習社群的特質都被視為分散式領導的表現(Spillane)。在社群發展中，教育領導(pedagogical leadership)與策略領導(strategic leadership)並行共存，因而在學校中，教師領導者與行政領導者之間發展出了新的角色及關係(Crowther, 2001)。Bennett, Harvey, Wise與Woods (2003)進一步指出，領導應被視為是人際關係動態的結果，而不只是個人行動；信任與開放是人際關係的基礎；擴展領導的範疇，不只是教學社群，包含其他社群，以創造團隊文化；專門知識為領導角色的基礎，而不是職位；領導為具流動性(fluid)而非位處特定的職位或角色，進而讓領導者和追隨者的角色區分逐漸模糊。

綜合以上的論述，本文將分散式領導界定為，學校領導並不只是校長個人所為，而是由一組人貢獻其主動開創、專業知識給學校所形成的整體效果。專業知識是多樣化的，廣泛分布給許多人，每個人不一定是決策者，但是每個人都重要，更多人參與領導活動會比傳統式的單一領導其成效來得更

高。學校領導者並非專指校長，而是學校中負起實際領導責任的個人或群體，因此，學校領導的實踐是構築在學校領導者、追隨者和情境三者共同交互作用中。

參、研究方法與設計

一、研究對象

本研究以苗栗農工高瞻課程計畫團隊所形成的專業學習社群為研究對象，並以「實踐系統」(陳佩英、焦傳金，2009)的概念做為研究之分析架構。實踐系統指的是社群在形成相同的共識後，所呈現出來的行動結果。並分析歸納出發展高瞻課程專業學習社群所形成的三個實踐系統為：協同合作、專業能力發展和課程教學創新。在此三個架構下，其分析主軸在探討教師們如何在此課程專業學習社群中分享、合作行動研究以及共同發展創新教學活動，並進而提升學生學習成效和改善教學現況。

二、苗栗農工高瞻課程計畫

國科會為協助發展高中職的前瞻領域科學與科技課程，提升高中職科學與科技教育的品質，特規劃推動由下而上輔導式的「高瞻計畫」。希望配合教育部95年高中、職課程暫行綱要的實施，透過學校研發創新課程改進教學現況，提供學生更真實的學習情境，誘發學生對科技的好奇心與興趣，培養學生能主動探索動態新興科技發展過程並探究科技對人類的影響等科學研究能力，進而提升全國高中職科學與科技教育的品質，培育具備科學與新科技素養的國民。「高瞻計畫」規劃之基本理念如下：以高中、職為主體的課程實驗計畫；配合大學同步進行之課程發展模式的輔導與評鑑；經由課程創新之發展引導學生學習模式的改變(國科會高瞻計畫推動辦公室，2010)。

苗栗農工以「生物質能新興科技課程發展與教學實驗計畫」為主題，結合有關生質能新興科技課程發展與教學活動實驗課程，通過行政院國家科會委員會補助執行專案研究計畫，簡稱為「高瞻計畫」。此整合型計畫包含三個子計畫：子計畫一為植物資源生質能系統建置及課程發展與教學實驗研究，課程單元有「生質柴油」和「生質酒精」；子計畫二為動物及微生物資源生質能系統建置及課程發展與教學實驗研究，包含的課程單元有「畜產廢棄物產沼氣」、「微生物產氫」及「生質燃料電池」等；子計畫三為生質能源科技課程與教學評鑑實驗研究，主要執行工作為輔導課程發展和課程評鑑。

計畫團隊結合校內各科教師與資源設備，成立跨科、跨領域資源共享的平臺，研究訪談對象成員共13位；如表1所示。

三、資料蒐集及分析

本研究資料來源採文件分析、直接參與觀察、訪談等三種方式。在文件部分，研究者透過學校教務處行政單位取得社群活動之會議記錄、研習活動、競賽書面資料、教具及教學設計材料及計畫成果報告書等管理文件。

於觀察方面，本研究的部分研究者為學校成員一分子，因此得以以觀察者與參與者之雙重角色，在計畫執行三年多的期間中以直接參與以及非正式觀察，瞭解參與高瞻計畫教師成員間互動之情形，藉由參與觀察以及前項撰寫期中及期末計畫成果的機會，研究者得以在課程計畫發展的過程中不斷反思及分析歸納，參與教師與計畫團隊間在課程與教學知識及經驗的互動分享模式及內涵。

表1：訪談參與者背景資料彙整

對象	性別	年齡	教育程度	職務	教學年資
宋校長	男	66	40學分班	校長	44
莊主任	男	53	40學分班	教務主任	29
劉老師	女	44	博士(肄)	園藝科教師	13
白老師	女	48	博士	化工科教師	15
王老師	男	53	碩士	森林科教師	23
邱老師	男	41	碩士	畜產保健科教師	11
洪老師	男	39	碩士	實驗研究組長	8
蕭老師	女	37	碩士	生物科教師	10
周老師	男	42	碩士	食品加工科教師	15
趙老師	女	35	碩士	家政科教師	7
錢老師	男	36	碩士	機械科教師	11
孫老師	女	38	碩士	英文科教師	12
鄭老師	男	39	碩士	電機科教師	10

註：1. 本文受訪教師姓名皆為假名。
2. 宋校長為高瞻計畫執行期間中的校長，現已退休。

本研究的教師訪談採用半結構式訪談，訪談的問題涵蓋苗栗農工教師參與課程發展團隊的經驗、其對創新課程與教學的理解、對自我專業角色的認識及與團隊其他參與教師的關係與互動模式。本研究進行教師訪談的時間為計畫案已進入後期彙整的結案時期，為降低參與訪談的教師隨時間經過及其他專業成長等因素，影響其對參與高瞻課程發展的自我及與成員間互動的理解及論述，在研究資料的分析上，研究者將教師的訪談資料、計畫會議資料、教具及教案修改歷程紀錄等不同資料互相參照以三角校正法(Denzin, 1989)交叉驗證，提高研究歸納分析的效度。

如前文所述，本研究的目的在探討一個以開發創新課程為目標的團隊中，教師領導的實踐文化如何在執行課程發展的任務以及在擴大教師角色的高職教師社群中形成及發展。配合國科會對計畫案審查及成果評鑑等推動進度，苗栗農工高瞻社群的發展從2006年計畫籌劃提案到2010年計畫結案評鑑可概分為兩個階段，分別為「計畫申請與課程規劃」階段與「教學實驗及課程修訂」階段。

為進一步理解苗栗農工高瞻課程團隊的在不同階段發展上的特質，本研究以實踐系統的架構，檢視教師在專業學習社群中及分散式領導角色上的感知及行動表現。經分析歸納，出現在苗栗農工高瞻課程社群中的三個實踐系統為：協同合作、專業能力發展及課程教學創新。本研究分析主軸即探討在不同的實踐系統中，教師個人及團隊在課程計畫發展的不同階段如何透過分享及互動進而提升對課程與教學知識的理解及應用。

肆、結果與討論

自2006年至2010年，苗栗農工「高瞻計畫」團隊自準備時期起至計畫結案彙整執行期間約為四年，本文結果與討論將此四年分為「計畫申請與課程規劃」與「教學實驗及課程修訂」二階段來呈現團隊如何進行互動

與運作。第一個階段(2006年11月至2008年08月)為申請計畫與課程設計規劃，內容經歷「探索—規劃—研發」等歷程；第二個階段(2008年09月至2010年08月)為新課程的試教實驗及課程修訂，共經歷「磨合—實踐—發展」等歷程。經資料分析，苗栗農工高瞻社群在三年兩階段的課程發展中，所發展出的實踐系統，並參考陳佩英與焦傳金(2009)的概念做為研究之分析架構，如圖1所示。

發展高瞻課程專業學習社群所形成的三個實踐系統分別是「協同合作」、「專業能力發展」和「課程教學創新」，而其所發展出來的子系統分別為：一、協同合作：包含成員背景加入、行政體系態度、計畫執行共識、磨擦與衝突、妥協與進步、信任與分享；二、專業能力發展：包含背景知識不足、進行專家諮詢、參加校內外研習、課程教具製作、專業知能提升、課程推廣指導；及三、教學創新：包含主題形成共識、約定團體行動、擬定教案內容、實施教學實驗、進行課程評鑑、教學反思與改進。

一、計畫申請與課程規劃階段——探索、規劃、研發

Mulford與Silins (2003)提出一個全校性政策性或整合型的計畫，組織的領導者要有一致性的共識，是得以讓整合型計畫在校園推動的關鍵。校長及行政領導層級的承諾及

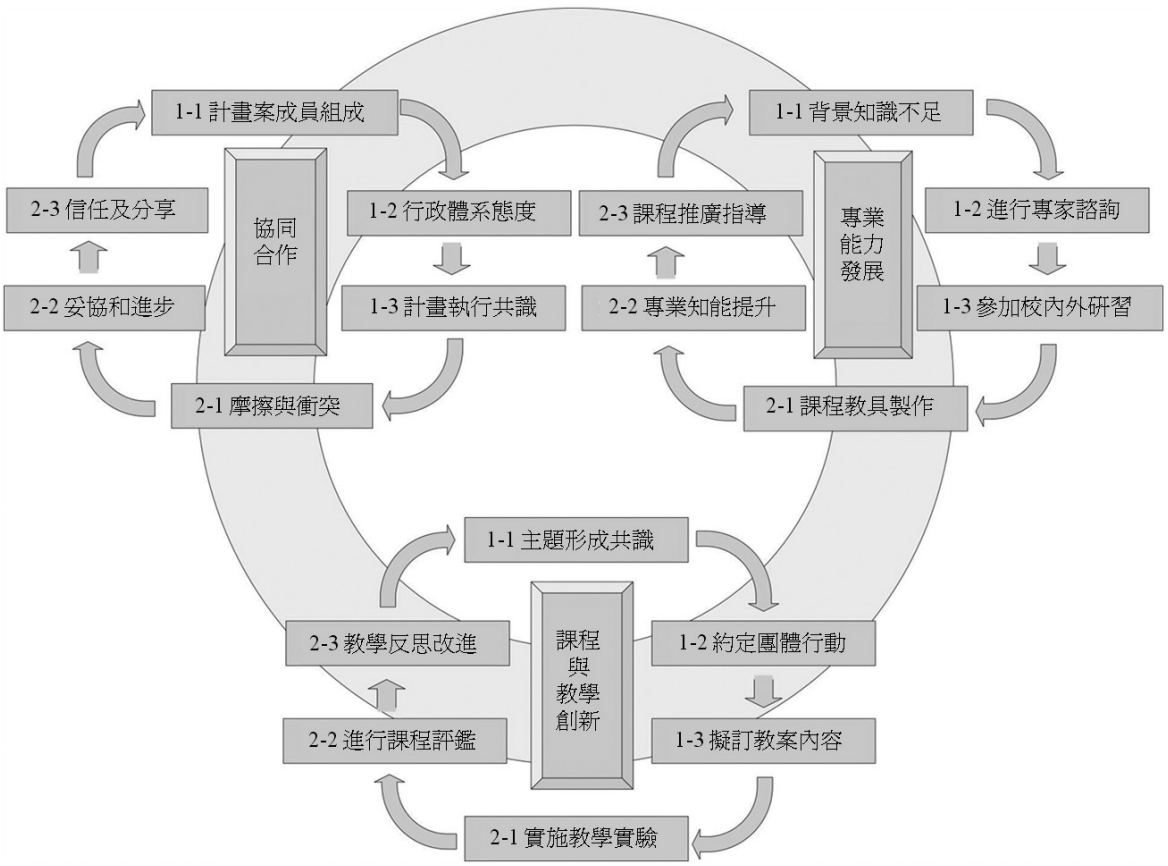

圖1：苗栗農工高瞻課程專業學習社群實踐系統發展圖

支持，亦即學校領導的積極支持，被視為專業學習社群得以發展的重要支援。苗栗農工在初接到國科會高瞻計畫的徵求書後，即以非正式的方式徵求老師們的意見，在所徵詢的老師皆表示「有意願」並抱著「願意接受挑戰」(20110323焦點訪)的同時，更獲得校長及教務主任在行政層級的支持。對苗栗農工未來在科學教育的發展理念，如校長所言，「要有前瞻性的思考，就要教育現代學生以培養未來人才」(20110316A1)。就學校的立場，長期而大型的課程計畫案將帶動教師與學生的成長，如教務主任在談到為什麼要支持高瞻計畫案在苗栗農工的推動時說的：「沒有一個大計畫讓我們有機會去做一下嘗試，科學的素養與態度都是有必要提升的，只有透過課程改革沒有其他的途徑，只有課程去做改變才有可能」(20101221A2)。

在學校的組織中，教師社群發展之成功與否與校長及行政管理階層能否扮演對學校各層級領導的積極支持的角色有關(McLaughlin & Talbert, 2001)。苗栗農工在計畫規劃初始即獲得了校長和來自學校行政領導層級的承諾與支持，使得在通過國科會的審查甄選後，苗栗農工的高瞻計畫——「教師為發展新興科技科學課程而建立的專業學習社群」得以在支持「培育未來科學人才」及透過科學課程改革以「提升科學素養」的學習氛圍中正式展開為期近四年的運作。

(一)協同合作

1. 計畫案成員組成——建立具不同專業能力的跨科教師團隊

在社群形塑初始階段，如上述，苗栗農工學校行政體系樂觀期盼教師能自發性成立與積極的籌組計畫團隊。依研究者觀察，在計畫教師成員的徵詢組成階段，學校的行政層級並無任何的介入或干預，因而計畫主持人被賦予相當高的自主權。研究團隊成員主要橫跨「植物」與「動物」兩大自然科學領域之教師，為能更豐富「生質能源」課程，計畫團隊又再尋求工業類群教師，如電機、冷凍空調和化工科教師的共同合作。而在教師及課程評鑑部分，尋找和教育專業背景相關和共同科目之教師一起合作。

根據計畫書及報告書資料顯示，苗栗農工的高瞻計畫以試圖將跨科別領域之教師串聯起來一起合作的意圖，建立起「生物質能新興科技課程發展與教學實驗計畫」研究團隊。研究者的觀察也發現，大部分之成員均基於提升學生學習成效與充實學校實驗設備的理念，主動加入本計畫團隊群策群力，誠如生物科蕭老師和化工科白老師所言：「可以整合學校老師的教學，實驗室也沒有什麼經費，但是我又想給學生看一些東西，又可以趁機學一些東西，有錢可以做實驗聽起來，好像一舉兩得！」(20110314C2)。「希望可以設計讓學生可以動手作的實驗課程，另外就是說過程中可以爭取到一些經費改變我們教學設備，提高學生學習動機」(20110316B4)。

從計畫教師成員結構來看，團隊中的教師在課程發展的合作對象，是由來自不同的科別領域教師所組成的。這個願意共聚在一起共同為一目標努力的跨科別課程團隊，在學校固有的體制下注入一股願意整合與共享的力量。而這樣的結構影響著社群後續的實踐系統在團隊協同合作模式的發展，學校組織文化已經開始產生微妙的變化，一股多元教師群的由下而上的力量正在學校中孕育蔓延開來。在學校教師專業學習社群中悄悄地埋下了「分散式領導」(Spillane, 2006)模式的種子與契機。

2. 行政體系態度——行政充分授權提供教師分散式領導的發展空間

對教師們的增權賦能是分散式領導能否在學校環境中落實的重要背景條件(Smylie et al., 2002)。計畫初期，校長對於團隊的運作給予充分授權與高度支持，校長將權力下放給教師以提升教師參與決策，他說道：「既然老師們有心自發要做，執行的技術面也好或者哲學思考層面也好，不論行政上、經費上或是場所上我盡量支持你們，學校教師在執行這樣的計畫應要鼓勵、支持他們」(20110316A1)。就這樣，校長的完全授權，讓教師可以完全發揮和運作，再加上學校的行政充分的支援與服務，例如教務主任在課務處理給予了研究團隊極大的協助，他說：「課務處理學校行政體系都會盡最大的能力去支援給予協助。可以減輕他的負擔就比較能夠聚焦在高瞻計畫上」(20110315A2)。

在執行一個大型的研究計畫中，所要動用的人力是相當的可觀，在學校中若要從行政體系中協調一部分的人員出來執行研究型計畫，勢必會影響例行性的工作品質和計畫執行成效；而我們發現本研究個案成員，皆由教師自己自發性的籌組團隊，而不是由校長和主任指派工作，機械科的錢老師也是在這樣的情況下進入本研究團隊，他說：「一開始我也是被動，因為我完全不知道這個東西，幾個成員老師算是平常私交也不錯就互相拉攏，大家聊一聊，蠻認同徵求書的理念價值，所以可以申請嘗試看看」(20110316D1)。在焦點訪談中也有教師提到當初參加的動機：「像這種team我覺得最主要是大家那種默契和情義相挺，比較棒的是在當初我們這個計畫是完完全全是由下而上發展出來的」(20110323焦點訪)。如此一來，社群成員在完全授權的情況下，開始展開高瞻計畫最重要的課程發展任務。

3. 計畫執行共識——落實由下而上的「合議式」課程發展模式

由下而上又兼具水平式組織的靈活性，使得計畫執行共識很快的建立起來，如來自畜產保健科的邱老師所說的：「計畫最好是由下而上，私下形成一個共識。我有意願，我可以承擔，默契就遠遠會比學校指派的來的好很多」(20101221C1)。而在總計畫的整合規劃下，在會議中採用合議式的發展模式，畜產保健科邱老師指出：「大家幾乎都是平輩啦，沒有什麼一級主管在上面下指導棋之類的，幾乎所有的決定都是我們合議出來的，不是命令出來的東西，你看其他學校幾乎都是主任在那邊領著做，我們這邊都是老師在主導，所以我才會說是合議出來的結果」(20110315C1)。

討論出清楚的執行目標與任務之後，相對的可以減少教師在執行上計畫課程上所遭遇到的困擾及摸索，減少不必要的溝通和虛耗，無形中也提升了計畫執行效率和達到預期目標，這方面教務主任給與研究團隊很大的肯定：「總計畫這邊跟所有老師討論，我們每一年段的工作大綱目標和主軸，其實是很明確，要很清楚讓大家都有方向感，那我想大概執行起來，是在解決問題而不是製造問題造成大家的困擾」(20110315A2)。

由於各子計畫的編制教師皆是跨科別領域的合作，計畫任務編組也打破了各科及處室的建置，生物科蕭老師說：「課程開發初期時，很吸引我的就是跨科的討論，我如果沒有參與大概不會去跟其他科的老師討論」(20110314C2)。這樣的夥伴關係，針對本身所負責的計畫執行業務與激發教學思維的提升有很大的助益。在過程中開始展開了分散式領導的行動體，教務主任更開玩笑的說：「我的身分好像也不大像是教務主

任，從計畫一開始裡的那個構想書，到計畫的事務執行上都是老師們自己形成的共識」(20101221A2)。

(二)專業能力發展

1. 發現知識背景不足——專業內容知識(生質能)如何轉化為學科教學知識

在校內團隊漸漸形塑後，開始針對「生質能源」主題進行研究，但是一開始的時候並不是所有計畫團隊教師對此新興議題都能瞭解，要將其專業知識轉化開發為課程更是不知從何下手，園藝科的劉老師和畜產保健科的邱老師回憶說：「廢棄物處理比較屬於環保專業領域，我本身是學畜牧。其實我也滿惶恐，幾乎是從零開始」(20110315C1)。「生質能從政策面、實務面甚至技術的轉移已有很好的完整架構，但從來沒有人去整合成課程。我們可是從教育的點上去切入，一開始也是摸不著頭緒不知如何下手很困惑」(20110315B1)。面對自己所要開發新興科技課程上的專業知能不足，於是開始依個人備課經驗，從蒐集資料開始，針對專業知能的領域透過人脈與網路上的資源，諮詢生質源領域學有專精的專家學者，例如畜產保健科的邱老師「剛好有同事的同學是在臺灣動物科技研究所，他的研究室主管剛好是做廢水處理」(20110315C1)，而園藝科劉老師則是上網查詢「找到的資源在產官學界中，包含從農委會到工研院，還有業界新日化公司生質柴油就是一個完整的脈絡」(20110315B1)。

2. 進行專家諮詢——以研究成果(理論知識)為導向實驗課程設計

成員們開始展開一系列的專家學者諮詢與相關協助，於是乎漸漸摸索出「生質能源」在臺灣的發展現況，便開始著手進行課程研發。子計畫一為植物資源生質能系統建置及課程發展與教學實驗研究，課程單元有生質柴油和生質酒精；子計畫二為動物及微生物資源生質能系統建置及課程發展與教學實驗研究，包含的課程單元有畜產廢棄物產沼氣、微生物產氫及生質燃料電池等。成員分工合作皆針對該計畫的主題找到合作的專家學者，並對教材的選擇與實驗操作在課程適切做一系列的諮詢與支援。「當初去工研院的時候，生質能的範疇方向沒有抓很清楚，分工後方向脈絡抓得越來越清楚，團隊拜訪後經常透過一個會議討論也會比較有共識」(20110323焦點訪)。

在教材的選擇與課程上之實驗操作專家諮詢也給了團隊成員一些寶貴的經驗及實際的幫助，生物科蕭老師說：「我們比較欠缺的就是實驗操作的經驗，跟成大的張教授詢問微生物產氫方法，包括養菌所有的流程和實驗操作，甚至連一些實驗室的菌種也給我」(2010122C)。專家諮詢是本計畫專業能力發展最重要的關鍵，而專家學者們的支援，讓成員在實驗課程開發無疑是打了一劑的強心針，給予更大的信心與方向，讓本計畫可以更順利的向前邁進。教務主任認為「其實我們接這個案子很順利能夠執行完畢，就是所有專家學者對我們無私的協助」(20101221A2)。

3. 參加校內、外研習——強化教師即學習者的角色以提升課程發展的專業知能

社群成員針對所要研發新興科技課程領域上的專業背景不足，除了專家諮詢增加教師們的專業知能之外，並積極辦理各項校內教師進修或是讀書會，以增加觀察練習的機會及經驗交流，社群內的教師也積極的參與校外的教師專業成長研習活動。包括生質能專業知識提升、實驗操作及教學法等以擴

展自身教學背景之廣度與深度，才能符合新興科技瞭解的能力。社群內教師開始大量參與各種校內、外研習活動，生物科蕭老師和食品加工科周老師以及園藝科的劉老師回憶說道：「參加逢甲大學的生質能課程在暑假兩學分40堂課，會想在專業領域上知道多一點，學生問的時候不會一問三不知，至少不能只知道微生物產氫吧！」(20101220C2)。「一開始生質能源部分的知識背景也是邊做邊學，類似這樣種子教師的一個研習營，就說知道大概實驗怎麼做啦，教材規劃要做到什麼程度」(20110316B3)。「找工研院和中油煉油廠做生質酒精的研究員邀請他們當講師，還邀請包括農委會、中興大學的教授針對做能源作物的，很大膽就辦了兩天的全國性研習，回響還不錯！」(20110315B1)。

(三)課程與教學創新

1. 主題形成共識——發展配合學校屬性與教師專長的新興科學課程

由於執行計畫學校是一所具備12個科，六種類群，二百餘位教職員工，擁有豐沛的人力資源，在這個龐大資源組織結構體中，要整合的確不太容易，但是卻必須找到學校最大的優勢所在；初期整合型計畫所訂定主題領域主要需考量到學校特質、師資人力與設備資源上，在計畫執行上會較具可行性及達到預期目標與效益，畜產保健科邱老師說：「應該是說我們當初在擬訂這個主題，其實有經過好幾次的修正，應該主要選擇生質能源這一塊還是考慮到學校的資源跟人力」(20101221C1)。

在執行的過程中，為了符合「高瞻計畫」的精神，課程在規劃上也需與新興科技作結合，所以計畫團隊將主題鎖定在「生質能源」這一主題，就非常符合能源科技趨勢，而全國並無有這樣的課程，這對老師來說就是一個全新的嘗試與挑戰，於是開始找尋校內計畫合作的伙伴並把開發課程聚焦在生質能源課程範疇上，便有成員在焦點訪談中提出：「學校屬農工學校，從動物跟植物上的資源去整合也比較有個方向性有所依據，之後討論配合學校屬性、教師背景，然後發現生物質能源也是全球關注的議題」(20110323焦點訪)。

接著森林科王老師也提出他的看法：「發展生質能源在人文情意面上是個很好的議題，但重點發展又會與糧食競爭原來的作物改種植能源作物也會造成生態平衡的問題，其實都是可以培養學生多元、不同角度和批判性思考很好的主題」(20110314B2)。

2. 約定團體行動——教學目標形塑於互動、交流、觀摩中

主題擬定之後，接著就開始針對課程上的教材及教具設計進行研發，但在計畫初期階段，大家在教材及教具設計上未能有一個明確的教學目標，所以教師在專業知能的發展上就顯得非常的紊亂沒有系統，此時團隊成員必須有人出來領導整合教師們的想法，例如教務主任便指出這套創新課程「是讓學生真正在教學的過程當中，培養需要的思考能力、發現問題的能力、解決問題的能力也好，甚至透過團隊合作來學習，形成一個通則，而這個能力是可以做轉移的可以帶得走的」(20110315A2)。才能使團體目標不至於失焦。此外，園藝科劉老師也主動召集大家召開讀書會釐清包括教學目標在內的一些觀念，她說，「在團隊中，彼此都很有想法但也有很多疑慮需要大家多討論和交流，所以在第一年的時候大概都會是我來召集開會或讀書會，可以幫助大家釐清一些觀念」(20110315B1)。

討論和分享已經成為該團隊一種互動專業學習成長的模式，成員也非常喜歡這樣的方式，所以之後常常會透過許多正式或非正式的會議不斷的釐清與討論課程設計的宗旨與目標，讓課程設計愈來愈進入軌道，就像化工科白老師回憶在總計畫會議中教務主任所提到有關創新課程的意義為何？點出了苗栗農工創新課程的核心概念：「我們不是說要多麼新興前瞻科技，主要是透過科技領域知識轉化成課程，再融入創新教學方法，別人沒把這些整合成課程，你完成了就是創新呀」(20101220B4)。

3. 擬訂教材內容——以校園內部／外部評鑑系統進行課程發展

為了讓課程和教學更精進，評鑑是必然的手段之一；但該團隊特別的是它並非由大學教授擔任評鑑工作，而是由高瞻團隊中子計畫三的校內教師同儕進行評鑑，這樣的結合，也受到高瞻訪問委員的肯定，機械科錢老師說：「其他高瞻學校是由大學教授在作課程評鑑，但我們學校是另一群老師來擔任，一開始也很沒信心，但第一年訪視委員也很肯定我們的組合，說不定會有不一樣的結果出來」(20110316D1)。

要計畫成員一開始要擬訂教材內容其實並非那麼容易，許多老師們在課程教材內容訂定遇到挫折，擔任子計畫三評鑑課程的家政科趙老師說：「大部分老師在建製實驗流程是沒問題的，但是課程如何去落實探究式學習精神對他們是比較大的困難存在，那樣子因為很難跳脫那個傳統教學模式」(20110316D2)。其實剛開始成員對某些課程發展並不是那麼有信心，像開發課程的食品加工科周老師和校內評鑑教師討論後：「就發現教學方法與策略如何去設計，尤其是在教案設計對我來說就比較困擾」(20110316B3)。

由於社群教師課程發展是由校內子計畫三的老師負責做課程評鑑與課堂紀錄觀察，計畫執行的第一年段由子計畫三的課程評鑑教師歷經文獻蒐集與專家諮詢，家政科的趙老師說：「邀請彰師大段教授來學校做專題講習，之後我們對探究式教學課程的規劃有了較正確的認知」(20110316D2)。專家們到校講習指導後也才慢慢對課程發展和評鑑有了初步的規劃，開始建立一套屬於自己的課程回饋機制，探討課程評量指標，對計畫成員教師做第一線課程開發輔助與引導。

所以成員對於課程教材教法的困擾，便會直接反應給子計畫三的課程評鑑教師，尋求援助，食品加工科的周老師也因此解決了他在課程設計教材教法上的困擾，他說：「就每個月一次會議，還是會有討論到教案的部分。然後在教案設計上面也是去徵詢教授或子計畫三夥伴的意見之後再作修正」(20101221B3)。

二、教學實驗及課程修訂階段——磨合、實踐、發展

(一)協同合作

1. 磨擦與衝突——不信任感動搖教師社群的發展

第一階段剛開始成員們因來自不同的專業領域，第一次在同一個計畫平臺合作或許不是那麼熟悉，所以都保持如Díaz-Maggioli (2004)所描述的比較保留和客氣的「禮貌互動」模式。從進行教學實驗的這個階段開始後，計畫事務和行政工作的重疊性開始增多，互動也更頻繁，再加上因為是由校內成員擔任課程發展與評鑑的角色。以學校同儕的角色進教室去評鑑子計畫一、二教師的課程實施及教學能力，除了帶給教授高瞻課程的老師壓力之外，評鑑教師的專業度也開始遭受到團隊部分教師的質疑與批判。

在這個「衝突管理」(Díaz-Maggioli)的社群發展階段，擔任課程評鑑工作的機械科錢老師說起那段不愉快的經驗：「雖然我們不是對課程發展這麼專業，但是他在那麼多人前面說我們的不是，而且感覺好像被捅一刀那種感覺，大家也都是在學習呀！大家有時候在開會之間啦，我是感覺他對我們這方面就是比較不是那麼信賴、那麼信任」(20110316D1)。

計畫執行期間，不只是課程評鑑的問題，擔任課程開發的教師成員間也常因認知不同，彼此的合作關係出現了不信任感和磨擦，這樣的感覺連教務主任也察覺到這個社群開始出現危機：「就是在經費分配和採購的過程中，他後來去查人家的帳，買什麼也到處亂傳，那其他的老師心裡上就不舒服，就真的是就有一點不愉快，所以那當然也有一點誤會，像我們學校內部就是發生過這樣的一個磨擦」(20101221A2)。更雪上加霜的是該階段開始進入到教具和實驗器材的建置與採購，開始需要和行政系統做密切互動，但由於教學和行政人員的角色不同，立場和作法也不同，於是抱怨和不滿也隨之接踵而來，食品加工科周老師說出了他當時的不滿：「行政採購我以為很簡單，打電話給廠商就送東西來，但學校一關又一關，常常一個東西請購上去後一個月後才讓我買，那課怎麼上呀！那就是採購這方面是很麻煩，總務跟會計有時也很難配合」(20110316B)。成員之間和與行政人員之間一股不滿與動蕩在這個高瞻計畫的社群間流動著，風暴儼然已快形成。

2. 妥協和進步——以專業地位／領導角色協調共識的形成

團隊此時正處於一個較動蕩不安的狀況，團隊成員在採購過程中，又因為彼此的不信任而造成了些許誤會，使得團隊關係處於一種緊張的狀態，緊密的關係開始出現裂痕，甚至於有人要退出團隊。研究分析發現，當種種衝突發生時，還是需要具有「由上而下」的權威性角色進行協調。在苗栗農工高瞻團隊中，衝突的化解是由職務或知識的權威體出面，例如當在課程發展出現衝突時，就由知識權威出面協調，例如大學教授或專家們，在子計畫三擔任評鑑的電機科鄭老師就面臨過這樣的問題：「開會的時候要請老師按進度交教材和教案幫他們審查時，就很怕他們不理會我們壓力也很大，但教授們真的幫我們解決這部分的問題和困擾」(20110316D4)。當行政配合出現問題時，就由職務權威出面協調，例如校長和教務主任，「在採購程序和經費分配上所遇到的衝突及紛爭，在團隊運作上是有負面的影響。像我是總計畫的負責人或是甚至到校長，都會出面去協調去打圓場把它化解掉」(20101221A2)。

雖說團隊為教師領導的「分散式領導」社群，但是資料分析發現，學校校長在其中還是擔任很關鍵的角色。在這個平行領導的「領導者、追隨者與情境互動」互動模式中，在領導角色的扮演上，不是教師取代了校長的地位(Spillane, 2006)。當摩擦衝突出現時，教師及校長各自都扮演著溝通協調角色。除了透過在學校科層組織中具有職務領導權威性角色的校長出面進行了有效的協調外，擔任高瞻總計畫共同主持人的大學教授，也以學術領域專業知識象徵的領導者角色出面溝通，成功的化解了團隊教師間及團隊與學校行政體系間的衝突而重拾了對社群的信心和信任。依研究者的觀察，團隊教師間以及學校行政體系與高瞻計畫團隊間在衝突後能彼此的包容、信任與尊重，是這個

「支持性條件」(Huffman & Hipp, 2003)的出現，使得原本可能使社群瓦解的危機，在苗栗農工的課程專業學習社群中卻得以化危機為轉機，參與教師並能因此不斷因妥協而團結在一起及不斷進步的重要因素之一。

3. 信任及分享——從工作／任務導向發展相互依賴的信任情誼

經過了磨擦與衝突的不信任，這些暴風雨的確也讓團隊引起不安的風浪，但幸好經由計畫主持人及校長的協調和解決，讓大家在溝通後有了妥協的共識。在這個社群裡，大家願意一同合作，一起分享，已經不是單純的工作任務導向，反而讓成員更瞭解彼此，重新定位自已在專業社群所扮演的角色與責任，產生更堅定的信任情誼。教務主任說：「金錢物質的這樣一個回饋，並不是每個人都把他看的那麼重，……，就像我們稱讚一個孩子一樣，執行高瞻計畫這件事情得到肯定認同，只要是身為計畫成員的一份子，正面的發展就會越好」(20110315A2)。

在訪談時每一位成員講到這一段高瞻經歷時，不約而同的認為那是一段美好的回憶，化工科白老師愉悅的說：「像我們去高瞻嘉年華競賽的時候，反而是在討論晚上要去那裡吃飯、喝茶找樂子！最大的收穫就是你認識這一群朋友，比如說以後你課程上遇到甚麼困難可以互相討論」(20110316B4)。而畜產保健科邱老師也引述了化工科白老師的話說：「喔，計畫結束了都好無聊，我們都沒什麼機會聚在一起」(20110316B4)。而畜產保健科邱老師的感覺也是如此：「也很難得在學校內找到一群志同道合的老師，計畫可以執行的很成功又玩得很愉快！」(20110315C1)。

(二)專業能力發展

團隊經過第一階段的探索、規劃、研發階段之後，再經歷第二階段的磨合期，便進入第二個階段中最重要的課程「實踐」部分，即是這近四年的完整課程教材呈現、開始指導學生參加各項競賽，最後則是進行推廣分享活動，達成將這套新興科技課程推廣出去的目標。

1. 跨科別交流——打破教師在傳統校園體制中的孤島文化

在一般傳統校園體制中，孤島文化在許多學校都會出現，苗栗農工也不例外，校內許多老師就像食品加工科周老師一樣：「以前我是都單打獨鬥也沒過協同教學經驗，畢竟我們都是以個人為主的上課方式」(20101221B3)。老師們顯得相當的無奈，但執行「高瞻計畫」之後，為了完成預期的目標，校內教師開始有了交流和互動，例如會去討論課程教法，就像食品加工科周老師一樣：「常常就是找同儕，應該說小組討論，會去把我們的問題想說這解決不了怎麼辦？第一個會想找伙伴們來討論解決問題」(20101221B3)。而在焦點訪談時，也有老師告訴我們：「原來一開始呢我沒有塑造一個很好的情境來引導學生，蕭老師就告訴我說，可以給學生看影片可以去上YouTube找找看，我們覺得有困難的時候，我們老師都可以互相去請教，大家都不會說故意隱藏」(20110323焦點訪)。化工科白老師在遇到教學瓶頸時也開始與其他成員請益與討論：「我去參觀他的實驗室，生物科蕭老師告訴我說用海報，讓學生討論的結果寫在海報上，再一起討論效果氣氛也不錯，我也參考他這種方法」(20101220B4)。獲得了良好的回應和成效。

團隊計畫合作到末期，教師們在彼此的教學上和指導學生競賽方面，可以充分合

作與支持。最難能可貴的是各教師進行跨科別的合作與交流，打破學校建制，讓資源得以流通共享，例如設備、技術、甚至不同科別的學生也可以一起進行研究。例如生物科蕭老師回憶說：「一起指導科展，你就會看每個人帶學生他做研究的方法、撰寫報告方式，這些跨科的合作是在沒有高瞻之前是不曾發生過的」(20110314C2)。

2. 專業知能提升——建立社群／校園內外資源網絡增進生質能教學知識與教具開發的能力

為了更豐富「生質能」的專業知識，成員們必需去進行教具製作，增加學生的理解能力，成員會經過教具的設計後，彼此分享在設計教具的過程中遇到的一些困難及討論解決之道，為了讓教具成本降低和更適合教學示範與操作，甚至會和製造教具的廠商一起想辦法尋求困難解決的方法；生物科蕭老師和食品加工科周老師在製造教具時都遇到了困難：「其實我以前也不是養微生物的，那養微生物過程裡面遇到一些困難，那你就去問對方就中間的困難的如何討論與解決啦」(20110314C2)。也為了改變學生的學習模式與增進學生的學習動機，食品加工科周老師「畫一個實驗圖請廠商燒成我們要的水封。到第三年的第二學期又再跟伙伴與廠商一直研究，後來想到實驗數據可以連接到電腦，去秀出他的整個曲線圖出來」(20110316B3)。

透過社群之間的交流分享和校園內外資源網絡的建立，逐漸增進「生質能」教學知識與教具開發的能力，這一股無形的力量也擴大到苗栗農工全體師生在科學教育的深耕與發展，實驗研究組組長洪老師也感受到學校這樣的氛圍：「像科展作品以前沒幾件，現在大家的作品水準也會比較高，有一些研究都會跟大學合作，尤其任課的老師是我們高瞻的成員，那他們可能會把這樣的氛圍帶到各科裡面去，就不會那麼害怕去接觸」(20101220C3)。

3. 課程推廣指導——從教師轉化為教師研究者分享課程發展歷程

「生質能」的專業知識已經完備，教案和教具都已經發展成熟之後，最後的目標便是希望能將這套教材或將執行科學教育的經驗分享出去，進行這樣新興課程的推廣與指導，在全國各種研討會中進行分享，像園藝科劉老師經常被邀請去做分享：「比較特別的經驗是受能源局邀請作講師，針對能源科技教育的議題在北中南區有三場的研討會，分享我們學校作生質能課程開發的歷程給高中職教師」(20110315B1)。

生物科蕭老師也到高中職去進行分享和講習：「我曾經去明道中學去演講，講過微生物產氫這個主題，就她們想要養菌就找到我，然後就是老師也過來我們學校這邊看看交流」(20101220C2)。甚至有國小學生和老師來請教畜產保健科邱老師指導他們做科展競賽：「他們有去思考怎麼樣把我的設備作整合，最後實驗器材沒有一個東西是copy我的！都是用一些很陽春的東西啊，比如說定溫，他沒有辦法像我買一個定溫水域槽，就買那種水族缸的那種加溫棒來替代，我就覺得很棒！」(20101221C1)。在推廣過程中，看到自己辛苦三年所建立起來的教具和教案獲得肯定和回響，計畫成員們也得到相當大的成就感。

(三)課程與教學創新

計畫執行重點除了課程研發或研習場合的講授，成員們還要開發創新的教學方法，為了達成教學創新的目標，一開始計

畫成員的共識便將教學鎖定是「探究式教學」，畜產保健科邱老師和英文科孫老師分別提到「探究能力培養，希望孩子能夠主動學習和發現問題，透過實驗結果來驗證及思考自己的實驗設計與歷程出了那些問題試著去解決，而不是被動著等老師告訴你答案」(20101221C1)。「教學上轉變我覺得是一開始老師就很明確的知道這堂課就是inquiry-base learning，其實他課程設計的時候就很注重講述的部分不要那麼多，多給學生提問題還有設計實驗流程跟表達」(20101221D3)。

但是事實上執行起來並不容易，一開始成員們對於「探究式教學」並不十分熟悉，加上學生的程度要實施這樣的教學仍需要給予訓練和學習，剛開始時的確是成效不彰，難免會有一些陣痛期，焦點訪談時就有成員分享說：「我們第一次教學實驗時還是跳脫不了傳統的方式來教！也辦了幾場探究式教學觀摩，然後就比較知道，要不斷的一直讓學生自己去摸索這樣子！」(20110323焦點訪)。

1. 實施教學實驗——教師在真實的教學現場挑戰以學生為中心的探究式教學法

「探究式教學」也是全體成員所具備的共識，這些計畫成員都是在真實的教學場域中進行教學，需要不斷的反思與修正，希望本身的教學能符合探究式的精神，這方面其實子計畫三的課程評鑑成員也給予了很大的協助：「錄影的話像是老師他還想做，就是他希望自己做個修正這樣子。然後他，其實主要應該是想拍學生，就是他看到他自己，然後覺得怎麼樣改進會更好」(20110316D4)。

化工科白老師也提到他自己在教學上的反思和改進，經過這樣的修正，也達到他所要的教學模式和目標：「第二次教學實驗我不再教他們太艱深的專業知識，先用影片來開始引導他們要對我所要授課的主題有興趣呀，讓他們上網去查資料。然後，讓他們先閱讀完之後再小組討論，才進行實驗課程，而且他們要做那個實驗，他們都很開心啦！效果也很好」(20110316B4)。

2. 進行教學評鑑——以社群同儕的教學觀察回饋進行課程修正

一套再好的教材總也有它的盲點，必須針對教案設計進行試教、評鑑與反省改進。苗栗農工最特別的是課程評鑑的部分並不是由大學教授來做，而是由學校同儕教師來進行，建立在一個互相信任的狀態下才能做最真實的觀察和回饋，食品加工科周老師在實施教學活動的過程中，成為其他老師觀察的對象時，道出他的心情：「他觀察我的時候，我覺得壓力更大，優缺點都會告訴我們，他觀察完後給我們的一個回饋啦」(20101221B3)。不僅被觀察的成員有壓力，連觀察別人的成員也有壓力，擔任課程評鑑者的家政科趙老師說：「真的是很不好意思，因為有的老師他教學經驗其實比我們豐富，後來我們在回饋的時候，他很樂於接受，彼此間也都很正向的在討論探索式和問題導向的教學方法」(20110316D2)。

教學觀察時採用錄影是一種很好的方式，在焦點訪談時很多成員也多認同：「校內有安排課堂觀察員而且全程錄影。我們上完課之後，他們給我們意見，事實上他們那時候就給我們一些建議與修正啦，整個教案和教學經驗就是這樣慢慢累積起來」(20100323焦點訪)。高瞻社群進行教學評鑑的過程為：建立信任、觀察、錄影和回饋；經由這樣的歷程，成員都得到成長與進步，英文科孫老師發現「後來在我發現幾乎每個老

師都有做個改善，而且每個老師不一樣的發展都非常完整詳盡」(20110315D3)。到最後也才能做到課程和教法的改進，達到「教學創新」的境界。

3. 教學反思改進——突破傳統強調課程進度的教學方式轉變為學習成效導向的教學模式

經由高瞻計畫的實施，不只計畫成員在教學方法和學生的學習模式上出現了一些轉變，也進一步影響學校其他的老師，懂得去反思與改進自己的教材與教法，校長認為「一直說服老師們說一定要接受這樣的觀念，上課時數的多寡並不決定說你代表你教學的成功與否，但是以一個課程，課程設計的好的話，是可以影響他一輩子」(20110316A1)。這樣的改變一直在學校組織內流動著，教務主任看到了教師在專業上的成長和精進：「確實是改變非常多的，從一個新興科技課程的規畫設計到教材、實驗設備的建置，還有進行教學實驗都改變了，而且教學模式也有別傳統的，到最後連課程評鑑都是扎扎實實」(20110315A2)。

不同以往強調課程進度的教學方式，轉變以提升學生學習動機與成效為目標，訂定以學生才是學習中主角的教學策略，學校教師們的「探究式教學」的研發成果可說是一大改革，食品加工科周老師談到了自己在教學上的改變：「無形在影響我們在現在教學的時候，不會像以前那樣子拼命趕課，會把時間調整一下，讓孩子們多多去發表一下，或者說讓孩子們去思考，探索」(20101221B3)。化工科蕭老師也談到學生在學習歷程態度的改變：「現在學生做報告不一樣了，他們會到圖書館從收集資料開始教起，如何閱讀一篇文章再做成投影片，再與同學們作報告分享」(20110314C2)。

苗栗農工因為參與了國科會的「高瞻計畫」，執行研發新興科技課程與創新教學所成立的教師專業學習社群，讓學校組織生態和教師教材與設備甚至到學生的學習成效產生了質與量改變，教務主任充滿自信的說：「高瞻讓我們苗栗農工在教學教育領域又再往前跨進一大步！我們已經在技術跟科學之間做課程的統合，希望能夠在這方面的開發能夠做個領頭羊或示範作用」(20110315A2)。

伍、結論

本研究以教師專業學習社群的「實踐系統」架構，探討教師參與社群形塑及新興科技課程發展建構之過程。而在時間軸上，專業學習社群歷經了「探索與規劃、實踐」與「磨合、共享與發展」歷程，藉由成員的決議與共識，使團隊運作能共同實踐發展目標。並以三點總結研究發現。

一、教師專業學習社群中，實踐系統在發展階段的演進

從苗栗農工「高瞻計畫」之實際參與經驗，成員的角色不僅是教學者，亦是一位研究者，發現這二階段(探索、規劃、研發階段和磨合、實踐、發展階段)在實踐系統(團隊合作、專業發展和教學創新)的具體發展演進如表2所呈現。

(一) 以完成既定目標轉變為教師檢視在社群中角色定位的協同合作

從第一階段開始，教師們只為了一個單純的想法：就是要去達成計畫共同既定預期目標。大家秉持著協同合作的精神，即使遇到困難也會堅持的去做。雖然與行政體系和教師間有些衝突，透過校長與主任的角色

表2：教師專業學習社群的實踐系統

	探索、規劃、研發階段	磨合、實踐、發展階段
協同合作	・教師主動申請計畫 ・尋找社群成員 ・校長權力下放，提升教師參與 ・行政體系充分支援與服務協調 ・訂定年度工作目標與主軸	・校內教師擔任課程評鑑角色專業能力不足，產生部分教師不信任 ・行政採購與經費分配協調有所爭議 ・總計畫出面溝通化解 ・團隊建立革命情感，信任度提高
專業發展	・教師渴望學習更多專業技能 ・專業知能不足，引進專家學者外援 ・辦理校內研習活動 ・參與校外進修研習	・跨科別合作與討論 ・教具設計持續修正 ・指導學生參加競賽 ・進行課程推廣
課程與教學創新	・課程發展配合學校屬性與人力資源 ・主題聚焦清楚明確 ・參與讀書會確認探究式教學方法	・實施探究式教學實驗 ・進行課程紀錄觀察 ・評鑑修正課程教材教案

從中周旋、折衝，化解了彼此間的磨擦與不滿，也正因為歷經這場風暴，教師們也反思檢視自我在社群中的角色與定位，把成員鬆散的關係又重新更緊密結合在一起了。

(二) 從引進專家學者強化知能轉變為推廣演示創新課程的專業發展歷程

教師清楚明瞭在社群中扮演的角色和定位之後，在實踐系統中可以將專業知識概念化出來。而引進外在專家的協助後，將生質能「專業知能」轉化成「課程」並進行教學演示，期能研發新興的教育專業知識，進而以專家的身分做課程推廣與分享。

(三) 從符合「探究式教學法」為導向到改變學生學習模式進而提高學習成效等的教學創新

為符合高瞻課程計畫之精神，本計畫的教學模式初始階段即設定為「探究式教學法」，透過課程紀錄觀察等約定團體行動，提升課程品質並持續評鑑修正教材教案內容，以改變學生學習模式，進而提高學習成效等的教學創新。

二、教師專業採用社群運作方式發展，有助教師教學能力

經由個案研究結果發現，專業學習社群的建構是教師課程開發能力得以推展的關鍵之一。教師在專業成長過程中投入的差異程度，可由同儕間的協同合作克服個人單打獨鬥的教學困境；除了透過彼此專業的對話外，更可在教學生涯中建立情誼以得到支持與鼓勵，有助於教師在教學能力的創新。

(一) 專業知能之獲取影響課程發展方向與內涵

教師主動和專業需求明確化是教師專業發展資源得以引入之關鍵。開發新興科技課程成功的關鍵在於教師能否習得該領域知識與實驗技術，主動參與包括讀書會、校內外研習與專家學者進行諮詢等專業學習活動，使教師所開發設計出來的教材、教具更能符合教學與學習之需求。

(二) 實踐系統運作模式影響教學創新之效能

課程計畫之預期目標能否達成，皆有賴於實踐系統中能否建立一個有效能且具分

散式領導特質的互動回饋系統，使教師在創新課程研發和教學活動中有正向的發展與支持，透過緊密互動與規範持續不斷地知識循環，創新知識與訊息才得以擴展開來。

三、教師於社群互動中實踐分散式領導

協同合作文化的建立促進教師個人及學校組織的成長，苗栗農工專業學習社群是嘗試建立跨科別合作的課程計畫團隊，並打破學校傳統體制結構，藉由校長分權、支持教師透過團隊合作解決問題，採取靈活彈性的任務導向編組。此社群建構模式使教師可自由研發和引入新興科技課程和創新教學方式。對於教師在專業學習社群中實踐分散式領導之模式可臚列以下四點：(一)統整校內資源建立具不同專業能力的跨科別教師團隊，產生團隊合作的積極效果；(二)發揮教師團隊融合文化之特質，強化組織成員情誼及教師集體自主權，藉由溝通分享來凝聚計畫目標共識；(三)透過由下而上的教師團隊和校長行政團隊，在分散式領導中的角色扮演能化解合作過程的衝突現象；(四)教師團隊的建立可營造學校中學習文化的形成。

誌謝

本文承國科會專題計劃(NSC99-2514-S-003-005-GJ)補助，特此致謝。

參考文獻

1. 林思伶、蔡進雄(2005)。論凝聚教師學習社群的有效途徑。**教育研究月刊**，**132**，99-109。
2. 林瑞昌(2006)。以專業社群概念內涵為核心的教師專業發展策略。收錄於歐用生(編著)，**熱情卓越新典範**(頁67-76)。臺北市：國立臺北教育大學。
3. 徐超聖(2004)。課程設計知識與教師專業發展。收錄於國立臺北師範學院實習輔導處(編著)，**教師專業成長與實踐智慧**(頁45-72)。臺北市：國立臺北師範學院。
4. 高熏芳(1998)。變革社會中教師專業發展的時代意義。**教學科技與媒體**，**40**，1-2。
5. 國科會高瞻計畫推動辦公室(2010)。**計畫簡介**。查詢日期：2010年3月04日，檢自http://www.highscope.fy.edu.tw/(95)plan-brief-introduction.asp。
6. 張新仁編(2009)。**中小學教師專業學習社群手冊**。查詢日期：2009年12月10日，檢自http://www.swsh.hlc.edu.tw/upload_a/PLC%E6%89%8B%E5%86%8A.pdf。
7. 莊筱玉(2006)。**教師專業知識建構、轉化及發展之研究——一位技術學院英文教師的個案研究**。未出版之博士論文，國立屏東教育大學教育行政研究所，屏東市。
8. 陳佩英、焦傳金(2009)。分散式領導與專業學習社群之建構：一所高中教學創新計畫的個案研究。**教育科學研究期刊**，**54**(1)，55-86。
9. 蔡進雄(2003)。學校領導的新思維：建立教師學習社群。**技術及職業教育雙月刊**，**78**，42-46。

10. 蔡碧璉(1993)。**國民中學教師專業成長與其形象知覺之研究**。未出版之博士論文，國立政治大學教育學系，臺北市。
11. 饒見維(2003)。**教師專業發展——理論與實務**。臺北市：五南。
12. Andrews, D., & Lewis, M. (2007). Transforming practice from within: The power of the professional learning community. In L. Stoll & K. S. Louis (Eds.), *Professional learning communities: Divergence, depth and dilemmas* (pp. 132-147). Maidenhead, UK: Open University Press.
13. Barth, R. S. (1988). School: A community of leaders. In A. Lieberman (Ed.), *Building a professional culture in schools* (pp. 128-147). New York: Teachers College Press.
14. Bennett, N., Harvey, J. A., Wise, C., & Woods, P. (2003). *Distributed leadership: Summary report*. Nottingham, UK: National College for School Leadership.
15. Crowther, F. (2001). *Teachers as leaders: A conceptual framework.* Report to the Australian Research Council. Toowoomba, Australia: University of Southern Queensland.
16. Denzin, N. K. (1989). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
17. Díaz-Maggioli, G. (2004). *Teacher Centered Professional Development*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
18. DuFour, R. (2004). What is a professional learning community? *Educational Leadership*, *61*(8), 6-11.
19. Duke, D. L. (1990). *Teaching: An introduction*. New York: McGraw-Hill.
20. Elmore, R. F. (2000). *Building a new structure for school leadership*. Washington, DC: Albert Shanker Institute.
21. Harris, A., & Muijs, D. (2005). *Improving schools through teacher leadership*. New York: Open University Press.
22. Huffman, J. B., & Hipp, K. K. (2003). *Reculturing schools as professional learning communities*. Lanham, MD: The Rowman & Littlefield.
23. Hollins, E. R., McIntyre, L. R., DeBose, C., Hollins, K. S., & Towner, A. (2004). Promoting a self-sustaining learning community: Investigating an internal model for teacher development. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, *17*(2), 247-264.
24. Hord, S. M. (2004). Professional learning communities: An overview. In S. M. Hord (Ed.), *Learning together, leading together: Changing school through professional learning communities* (pp. 5-14). New York: Teachers College Press.
25. Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
26. Lieberman, A. (2000). Networks as learning communities: Shaping the future of teacher development. *Journal of Teacher Education*, *51*(3), 221-227.

07-林孟郁.indd 94 2013/4/11 下午 12:25:52

27. Lieberman, A., Saxl, E. R., & Miles, M. B. (2007). Teacher leadership: Ideology and practice. In M. Fullan (Ed.), *The Jossey-Bass reader on educational leadership* (2nd ed., pp. 403-420). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
28. Little, J. W. (2002). Locating learning in teachers' communities of practice: Opening up problems of analysis in records of everyday work. *Teaching and Teacher Education*, *18*(8), 917-946.
29. Louis, K. S., Kruse, S. D., & Bryk, A. S. (1995). Professionalism and community: What is it and why is it important in urban schools? In K. S. Louis, S. D. Kruse, & Associates. (Eds.), *Professionalism and community: Perspectives on reforming urban schools* (pp. 3-22). Thousand Oaks, CA: Corwin.
30. McLaughlin, M. W., & Talbert, J. E. (2001). *Professional communities and the work of high school teaching*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
31. Mitchell, C., & Sackney, L. (2000). *Profound improvement: Building capacity for a learning community*. Lisse, The Netherlands: Swets & Zeitlinger.
32. Mulford, B., & Silins, H. (2003). Leadership for organizational learning and improved student outcomes–What do we know? *Cambridge Journal of Education*, *33*(2), 175-195.
33. Smylie, M. A., Conley, S., & Marks, H. M. (2002). Exploring new approaches to teacher leadership for school improvement. In J. Murphy (Ed.), *The educational leadership challenge: Redefining leadership for the 21st century* (pp. 162-188). Chicago, IL: University of Chicago Press.
34. Spillane, J. P. (2006). *Distributed leadership*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
35. Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M., & Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, *7*(4), 221-258.
36. Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
37. Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
38. Wood, D. R. (2007). Professional learning communities: Teachers, knowledge, and knowing. *Theory into Practice*, *46*(4), 281-290.

07-林孟郁.indd 95 2013/4/11 下午 12:25:52

科學教育學刊
2013, 第二十一卷第一期, 75-96
DOI: 10.6173/CJSE.2013.2101.04

Chinese Journal of Science Education
2013, 21(1), 75-96

High School Teachers' Development Process in a Professional Learning Community of the Innovative Science Curriculum

Meng-Yu Lin[1,*], Wu-Lung Chung[1], Yueh-Hsia Chang[2], Che-Di Lee[2] and Ying-Yi Chen[1]

[1]National Miaoli Agricultural and Industrial Vocational High School
[2]Science Education Center, National Taiwan Normal University

Abstract

From 2006 to 2010, the vocational high school in this study joined a national science education project and developed an innovative biomass energy curriculum. This study aims at investigating the professional learning community formed by 13 teachers involved in the project, especially the process of creating and developing professional leadership through their interaction. Research methods include interviews, focus group discussion and documentary analysis. Data analysis shows that the process of developing the learning community can be divided into two stages. The former one can be described as "Exploration-Planning-Research" and the latter one is "Coordination-Implementation-Development." Some changes can be found between these two stages and they are as follows: (1) Collaboration: The focus of the learning community shifted from an emphasis on achieving the goals of the team to an individual reflection on his/her role in the community. (2) Professional development: In the beginning, the community members relied on the professionals to strengthen their capacity, and gradually they were able to give teaching demonstrations and promote the innovative curriculum. (3) Curriculum Innovation: At first, the teachers managed to follow inquiry teaching approach closely, and then they found it more important to change students' learning styles in order to enhance their learning results.

Key words: Distributed Leadership, Teacher Professional Development, Professional Learning Community, Curriculum Development

* Corresponding author: Meng-Yu Lin

07-林孟郁.indd 96 2013/4/11 下午 12:25:52