科學教育學刊
2003, 第十一卷第一期, 1-25

Chinese Journal of Science Education
2003, 11(1), 1-25

實習教師的學習：動機、身份與反思互動下的成長

李源順[1]　林福來[2]
[1]台北市立師範學院數學資訊教育學系
[2]國立臺灣師範大學數學系

（投稿日期：民國90年5月18日，修訂日期：91年5月9日，接受日期：91年9月17日）

摘要：我們以診斷教學實作做為學習教學的目標，在學校的教學實作社群內，探討一位實習教師的學習動機、身份地位、反思和教學知能的成長之間的關聯，進而建構個案教師學習教學的模型。研究採個案研究法，主要採質的詮釋。在信度與效度方面，我們使用觀察實習教師的教學、訪談實習教師、訪談學校輔導教師、以及分析實習教師的反思報告和學生的回饋資料來進行三角校正。研究發現，這位實習教師有強烈的內發學習動機，但是實習剛開始時，由於他缺少診斷教學實作經驗，教學知能尚不足，想要引起師生互動的教學容易受到挫折，容易受到輔導老師和學生對他的教學感受的影響，導致無法有效提升他的教學知能。實習教師從教學行動中所察覺到的教學問題，引動他的內發學習動機，讓他自主地去觀摩多位老師的教學，和研究者討論教學問題，吸取他人的教學相關經驗。同時，他在寒假期間也主動爭取到救國團和國中為國中生上課的機會，第二學期主動主持班級討論會和讀書會，累積他實行診斷教學策略的相關教學知識。最後終於在課外教學活動中，經驗了診斷教學實作。研究者從研究結果建構個案教師學習教學的模型，發現教師在實作社群中的自主與他律的身份會相互擠壓，教師的內發動機和外誘動機則不會互相擠壓，在教學過程中教師的反思層面漸廣。在教師的動機、身份和反思三者的連動下，教師的教學知能日豐。

關鍵詞：反思，身份，專業成長，學習教數學，動機。

壹、緒言

關於數學教師專業成長的學習理論，Lerman（2001）探討文獻後發現，我們知道得非常少。在文獻中，Lerman（2001）對教師的信念改變、反思實踐、教學相關知識的改變、教師的覺察和社會建構主義等不同觀點下的數學教師教育研究文獻做一番探討後，發現仍缺乏關於數學教師專業成長的一般性學習理論。他認同Heidegger（Lerman, 2001）的觀點，認為“教比學更困難。當一個人有能力真正地學

（truly learn），還需要很久，他才能夠真正地教（truly teach）”，所以Lerman認為已經發展得較良好的兒童學習理論可能不適合做為數學教師的學習理論。為了了解如何探究教師的學習理論，Lerman（2001）從教師教學的相關脈絡，例如實作社群模式（community of practice models）、活動理論（activity theory）和後現代理論（postmodern theory），進行文獻探討後，建議教師學習理論的研究可以從動機的複雜性、目標、知識 / 能力和在社會實作所形成的身份等四個因素著手。

林福來的研究群在四年前分兩方面所進行的研究，為的就是想要對數學教師的一般性學習理論有進一步的了解。研究者（李源順和林福來, 1998, 2000）利用三年的時間，在學校內建構符合社會建構理念與社會活動理論的實作社群，讓三位數學教師利用課餘時間討論自己教學實務上所碰到的問題，並以診斷教學做為教師破除學生迷思概念的中心想法，以營造數學感的教學做為學生對數學學習更有感覺的中心想法。研究發現，參與教師就在察覺自己的教學問題之後，引發學習的動機，進而促使參與教師教學知識 / 能力的成長。這個研究提供了一個在實作社群中，引發數學教師學習動機，進而促進教師教學知能成長的具體事例。

另一方面，研究群（林福來, 1997, 1998, 1999, 2000）也針對台師大數學系的學生教師，進行長達三年的學生教師教學思維發展研究，希望在培育學生教師一些必備的教學知能的同時，蘊育他們到學校任教時進行診斷教學實作的能力，以及營造數學感教學實作的能力。在大學四年級下學期的試教期間，研究群（林福來, 1999, 2000）到學生教師試教的實作社群內，分別針對三位學生教師進行為期一個半月的教學實習觀察與輔導，希望能了解學生教師的學習動機，他們的教學知能的成長，以及在學校的實作社群內他們的身份地位，進而了解學生教師如何學習教學。在這些研究中，鄭英豪（2000）的研究清晰的描繪學生教師學習教學概念的內化歷程。其他的研究則持續在分析中。

為了進一步了解這群剛畢業的學生教師，在一年的教育實習期間，他們教學專業發展的情形，研究群（林福來, 2000）分別針對某些主題進行探究，希望能提供研究群了解數學教師學習理論的充份資訊。其中我們則是針對了解診斷教學概念但沒有診斷教學實作經驗的實習教師進行研究。

研究者分析實習教師在大學的學習教學相關資料，發現有一位實習教師（以 ST5 代表）有很強的學習動機，同時也了解診斷教學概念和設計診斷教學教案的意圖，但沒有診斷教學實作的經驗。

進一步的訪談發現，ST5 的強烈學習動機來自家庭的薰陶，以及自己的主動積極進取。ST5 自述他「出生在一個小康的教師家庭..，我在耳濡目染之下，對教育工作就有著極濃厚的興趣，且在中學時代和數學亦結下不解之緣，因此我選擇了就讀師大數學系，開始鑽研數學教育」（實習手札）。ST5 對教育的熱愛使他從大學一年級開始，每年主動積極參加和數學教學有關的活動，充實他的教學知能。例如台師大數學系主辦的數學成長營，遠哲科學教育基金會主辦的數學發現之旅和動手玩數學等等團體活動，並且擔任總策劃人員和講師。所以他很肯定的說：「大三接辦數學營活動之後，再一次堅定了我未來要走的路，我要成為一個優秀的數學老師。..。教育是我一輩子的信念」（實習手札）。

師資培育者的教育理念開拓了 ST5 的教學視野，更強化 ST5 的學習動機。在大學二年級之前，ST5 認為數學教學應該營造良好的學習氣氛，所以他認為教學要「做活動或遊戲」，讓學生「感覺說上課滿有趣的而想來上課」。ST5 修習過 R0（本文第二作者）的數學學習課程

之後，認同 R0 的觀點並且複述說：「帶活動是要有一個數學內涵存在，然後把那內涵呈現出來」（88.10.04 訪談）。ST5 回憶說，這完全和他以前所想像的教學完全不一樣，他的教學視野豁然開朗。因此往後二年，ST5 在 R0 所教授的學習數學教學課程中很認真的學習。R0 向全班所交付的作業，不管是設計問卷進行施測，或者設計教案進行到台上或者到校外教學演習，ST5 都積極的參與，主動爭取學習的機會，因此他比其他同學有更多的學習教學機會。此外，對於 R0 所規劃的國中生課外數學學習活動，ST5 也多次積極參與實作，開拓他的數學視野。ST5 在大學期間充份展現強烈的學習動機。

ST5 已有診斷教學的相關教學法知識。訪談（88.10.04 訪談）發現，ST5 清楚地了解 R0 的教學意圖：「第一個讓我印象最深刻的是"數學感"，還有一個是"診斷教學"」。同時他也能清楚的說出診斷教學的概念性知識，他說：「第一個是學生在課堂上呈現迷思概念的地方，你去反應，第二個是你去引導或丟出來學生可能會在那些地方犯迷思概念。…然後呈現那個迷思概念後再給他一個認知衝突，…再做一個調整回來」。同時，ST5 認知利用兩種不同的解法得出兩種不同的答案的教學方式，能製造學生的認知衝突。例如，當 R5（本文第一作者）問 ST5 有什麼方式可以製造學生的認知衝突時，ST5 說他在觀摩輔導教師的教學時，發現輔導教師利用算術和幾何平均數，以及柯西不等式兩種解答方式去求一個問題的最小值，然後讓學生發現兩者所得到的答案不一樣，似乎可以製造學生的認知衝突（88.10.04 訪談）。

在實習教學前 ST5 所設計的教案雖然不能引起學生的認知衝突，但已經有引起學生認知衝突的意圖。例如，ST5 雖然從自己的學習經驗中認知學生在做行列式求值的運算時，可能會把三階行列式的係數全部提出公因數的迷思概念（88.10.11 討論）。因此設計出所有元素都是 2 的倍數的行列式，讓有迷思概念的學生算出後，再與展開式所求得的答案相對比，以製造學生的認知衝突。

但是 ST5 缺少診斷教學實作的能力。例如，在試教過程中，ST5 曾出幾個練習題讓學生上台練習，但對於學生上台書寫過程中，熱烈討論的練習題（$\frac{\sqrt{x^2}\cdot\sqrt[3]{y^2}}{\sqrt[6]{y^{-2}}\cdot\sqrt[4]{x^6}}$），ST5 不去處理，反而先講解自己所寫的第一個問題（$\frac{9a^{\frac{4}{3}}\cdot a^{-\frac{1}{2}}}{2a^{\frac{3}{2}}\cdot 3a^{\frac{1}{3}}}$）。ST5 的處理方式使學生呈現迷思概念的機會消失於無形。

由於個案教師 ST5 的特性是有強烈的學習動機，以及有診斷教學概念卻不能實作的問題，因此在教學實習期間，我們以診斷教學實作做為 ST5 學習教學的目標，輔導 ST5 進行診斷教學實作，並試圖刻劃 ST5 的學習模型，做為將來建構數學教師學習理論的案例。

貳、影響學習教學的一些因素

影響教師學習教學的因素很多，例如信念（Cooney, 1999），覺知理論（Mason, 1998）…等等。研究者發現教師的學習動機，教師在學習教學過程中的反思，他的知識 / 能力，以及他在社會實作所形成的身份，已兼顧到教師學習的情意、認知、技能和社會互動等層面，足以描述一位教師學習教學的情形，同時也符合 Lerman（2001）所建議的教師學習理論研究方向。因此，本節將從文獻上探討數學教師學習教學的動機、反思、目標、在實作社群的身份地位、以及教學知能成長的相關研究。同時也試圖了解如何在實作社群中佈置一個促進數學教師教學知能成長的脈絡，做為研究群更進一

步了解數學教師學習理論的基礎。

一、學習教學的動機

依據張春興（1991）的詮釋，動機是一種與行為相對立的概念。行為是個體外顯的活動，動機則是促使個體活動的內在歷程。因此動機是指引起個體活動，維持已引起的活動，並促使該活動朝向某一目標進行的內在歷程。

張春興（1991）從動機發生的因素區分為內發動機（intrinsic motives）與外誘動機（extrinsic motives）。內發動機是指個體在該活動過程中即感到滿足，而此滿足又轉而形成加強個體持續該種活動的內在動力。例如在研究者（林福來和李源順, 1999）的研究中，一位學生教師在學習教學的過程中，發現師資培育者的教學理念和他的想法很契合，而引起學生教師積極參與培育者的教學，設計有診斷教學理念的活動。在學習的過程中，這位學生教師因為所設計的教案受到師資培育者和同學的認同而感到滿足，進而更積極的參與學習教學課程。很明顯地，這位學生教師學習教學的動機是一種內發的動機。外誘動機則是影響個體行為的外在因素或力量。例如在林福來和鄭英豪（2000）的研究中，師資培育者要求每一小組設計一個有啟蒙例的數學教案，以便進行模擬教學。其中一組學生教師一開始認為師資培育者的要求他們不可能做到，所以不積極進行教案設計，以致上課當天，這組學生教師沒有教案可以跟同學報告。師資培育者在討論完其他組的教案之後，發現大家所設計出來的教案無法符合他的期望，因此明確地要求這組學生教師依據當天所檢討的內容設計一份有啟蒙例的教案。這組學生教師為了達成師資培育者的要求，而進行教案設計。其中一位學生教師設計出以獎金和罰單做為負數的啟蒙例教學活動，而獲得資培育者的認同。很明顯地，這位學生教師學習教學的動機是為了達成師資培育者的要求，他的學習動機是一種外誘的動機。

有關動機的研究中常被提及的成就動機（吳裕益等人, 1994），它可能來自內發動機和外誘動機。當個體主動引起努力追求進步的活動，以期達成個體所期望的目標，此時個人引發的動機是一種內發動機。假如一個人是因為外在的情境因素，致使個體被動的去進行活動，以達成外界所期望的成就，則是一種外誘動機。

綜合張春興（1991）和成就動機的區分，研究者認為內發動機是個人在活動過程中，因為得到滿足或受到挫折而主動追求進步與改變，並形成個體持續該種活動的內在動力。外誘動機則是個體因為外在因素而被動的進行活動的動力，這個外在因素可能對個體有利也可能對個體不利。

有關動機方面的研究，雖然國內學者吳裕益等人（1994）針對師院結業生進行問卷調查分析，發現師院生就讀師院的外誘動機與他的教學效能沒有關聯，但是 Jaworski（1999）的研究發現，與教師切身有關的外誘動機，可以促使教師成長，提升他的教學效能。Jaworski（1999）的三年研究計劃中，教師學習的主要動機是能獲得碩士學位，並且可以到大學擔任初任教師。Jaworski（1999）計劃中的參與教師在接受 18 個月的教育課程之後，必需要回到自己的學校，擔任發展課程和幫助其他教師發展的責任。同時這些種子教師也要回到大學教授教育課程，分享他們的教學經驗。此時，他們的身份既是教師也是初任的師資培育者。Jaworski（1999）研究中的教師因為有到大學任教的切身外誘動機，促使這些教師持續學習教學的活動，進行專業成長。

吳裕益等人（1994）的研究發現師院結業生的教學效能與就讀師範院校的內發動機有正向的關連性。同樣的，研究者的研究也發現，教師在教學現場所引發的內發動機能促使教師進行專業成長。研究者（李源順和林福來, 1998,

2000）對在職數學教師的三年研究，雖然沒有給與教師獲得學位、提升薪資或者到大學任教的切身外誘因素，但是研究者在校內互動的過程中，討論實際教學上的問題，讓教師察覺到自己的教學問題，參與教師就在討論教學問題的過程中，引動他們主動關心學生需求和考量學生的學習問題，引動他們主動想要解決教學問題的內發動機，促使教師持續朝著解決自己的教學問題的目標前進，同時也促使教師的教學從單一教學取向改變為多元教學取向。

雖然外誘動機和內發動機都能促進教師專業成長，但是要讓教師能長久進行專業發展，兩者所扮演的角色如何，研究者在文獻中並未發現這方面的實證研究。可是在文獻中，Castle 和 Aichele（1994）認為內發動機是促使教師長久專業成長的重要動能。Castle 和 Aichele（1994）認為數學教師專業成長的形式有很多，可是能夠造成真正有意義而且持久的品質改變，是經由教師想要尋求最好的教學方法的自主性活動。因為教師是一個有智慧的個體，任何有約束力的階層外在強制，並不能真正導致教師的質變。唯有教師本身自己想要尋求改變時，真正的質變才會發生（Castle & Aichele, 1994）。

二、學習教學的身份地位

數學教師專業發展的趨勢就是要維護教師在教學脈絡中擁有自主自律的身份地位。我國行政院教育改革諮議委會（簡稱教改會；教改會，1996）在教育改革總諮議報告書中說明目前社會各階層、各領域都在逐步加強自主能力。為了因應二十一世紀社會的特點與變遷，我國的教育改革，在理念上除了要教育鬆綁、保障未成年人的學習權和維護父母的教育權之外，對教師的專業自主權也要加以維護。

依據張春興（1991）的詮釋，自主自律（autonomous）是個人獨立自主的能力。在社會情境中，當個人遇到團體壓力、社會規範以及個人價值觀念三者不能協調一致時，所做的獨立判斷與抉擇，能表現出有所為有所不為的態度。他律（heteronomous）則是一種相對於自主自律的行為，它是指個人服從於他人的權威，沒有自己的見解。

如上所述，Castle 和 Aichele（1994）認為教師是一個有智慧的個體，任何有約束力的階層外在強制，並不能真正導致教師的質變。唯有教師本身自己想要尋求改變時，真正的質變才會發生。所以 Castle 和 Aichele（1994）以及饒見維（1996）等人認為自主自律是數學教師所要培育的專業素養，唯有這種素養才可以真正讓教師的教學產生質變。

研究者對數學教師學習教學的多年研究，發現一個社會實作環境似乎可以區分為自主（自律）型的環境，他律型的環境，以及自律與他律交錯的綜合型環境。一位數學教師對問題的處理機制也可以區分為自主（自律）型的教師，他律型的教師和綜合型的教師。一位教師的身份地位，就在教師的個人特質與他所處的教學實作環境的交互作用下，形成教師在教學實作中是自主（自律）型、他律型或綜合型的身份地位。

研究者（李源順和林福來, 1998, 2000）對在職數學教師的三年研究，就是在學校內佈置一個自主型的學習環境，讓綜合型的參與教師在校內同事互動下自由發表自己的意見，引發參與教師內發的學習動機。同時，在溝通良好的條件下，參與教師發現自己以前的教學問題，而自主自律地把不合適的教材刪除，試著改變一直講述的教學取向，增加師生間的互動，使學生能更從容的學習，讓學生從自己的了解出發，建構自己的知識。參與教師就能在自主自律的社會實作身份下改變自己的教學，促進自己的專業成長。

另一個有關大四學生教師在教學實習期間教學知能的成長研究（林福來和李源順, 1999）

發現，在他律型的教育實作環境下，就有一位綜合型的學生教師失去學習教學的機會，當然也失去獲得進一步專業成長的機會。一位有診斷教學理念的大四學生教師，她在實習教學期間自主地設計出一個符合診斷教學理念的教案而想要去實作時，她的實習學校的輔導老師依據教材順序原則告訴學生教師說：「妳在沒有講對數律的概念之前不可以先教這個問題」。學生教師在得不到輔導老師的支持下，放棄了他原來的設計而改採輔導老師的建議，使他喪失了體會診斷教學實作的機會。這個例子告訴我們，他律的社會實作身份，有時會阻礙教師學習教學的機會。

林福來和張淑玲（2000）的研究發現，極端自主型的實習教師在自主型的社會實作環境中，也會失去觀摩學習的機會。一位極端自主型的實習教師認同自己在補習班所體會的教學方法，相信補習班的教法可以讓他把數學教好。他的輔導老師則認為每個人都有自己的教學風格，所以輔導老師只要求實習教師觀察他的教學，而不要求實習教師要怎麼教。在這種實習環境下，這位輔導老師把一個班級交給有主見的實習教師進行教學時，他就故意加快教學進度，超越在輔導老師的教學進度之前。從訪問過程中發現這位學生教師說他不想看到輔導老師的教學方法而影響自己的教學。這位有主見的實習教師雖然處在能自主的學習環境中，卻沒有從輔導老師身上學到專家教師的教學相關知識。

雖然研究群在社會實作環境和教師個人特質交互搭配下，對教師學習教學的影響做了一些研究，但是研究群仍然不是很清楚的了解那一種的搭配對教師的學習最有利，因此有待更進一步的研究。

三、數學教師教學相關知識 / 能力

無論中外，負責制訂或研擬學校教育的權責機構，例如美國數學教師協會（National Council of Teachers of Mathematics，簡稱 NCTM）所制定的數學教學專業標準（Professional Standards for Teaching Mathematics, 1990），荷蘭為小學師資培育所制訂的 Standards（SLO/NVPRWO, 1994），法國教育部認為數學教師應該具有的三類主要能力（Comu, 1996），和我國行政院教改會（1996），以及數學教育學者，例如 Fennema 和 Frank（1992），Koehler 和 Grouws（1992），以及 Shulman（1987）都相信數學教師必需具備的能力，包括學科內容知識、對學生認知的知識、以及教學法實作知識。因此，數學教師專業成長的目標就是要提升數學教師的教學相關知識 / 能力。

教學相關知能是教師專業成長的目標，它的成長歷程以及它的內化歷程則是建構教師學習理論想要探討的問題。研究者（李源順和林福來, 1998, 2000）對在職數學教師的三年研究提供了了解數學教師成長歷程的一個具體案例。研究發現，參與研究的教師從單一的講述教學取向，邁向多元教學取向。在互動兩個月後，參與教師開始第一階段的改變，即嘗試多種教學策略；經過將近半年到一年的試用教學策略，可觀察到參與教師的第二階段改變，個別教師已經沉澱並穩定使用自己所偏好的若干種教學策略，即使用多種教學策略；在第二學年參與教師仍持續使用這些教學策略；到了第三學年之後，可觀察到他們對教學策略的使用有點折回的現象，此時他們處於第三階段，即保守使用多種教學策略。

鄭英豪（2000）針對四位大學三年級學生教師進行長達兩年的人種誌研究，也提供我們更進一步了解學生教師如何學習數學教學的內化歷程。鄭英豪（2000）的研究發現學生教師對教學概念的學習是從學生教師的自發性概念與活動間不斷的解構與重構進而內化的歷程。研究發現，學生教師在學習場域/輔導介入的學習環境下，他的自發性概念從與啟蒙例教學

概念相關的起始狀態，歷經察覺分屬不同群組的教學概念屬性，再從這些分屬不同群組的屬性分離出數學概念的啟蒙例教學概念屬性，之後這些屬性相交在一起，最後到達啟蒙例教學概念屬性融合的階段。此時，學生教師已經驗了適當的啟蒙例設計，可以兼顧數學的易學及學生的樂學。

雖然研究者（李源順和林福來, 1998, 2000）和鄭英豪（2000）的研究對在職數學教師教學法實作的改變歷程，教學概念內化的歷程有進一步的了解，但是研究群尚未能清晰的描繪數學教師教學知能的成長理論，所以仍有待進行更多的研究。

四、學習理論的重要成份 – 反思實作

歐美國家近年來受到社會建構（Vygotsky, 1934, edited by A. Kozulin, 1996）理念的影響，對師資培育制度的改革，開始注意到反思實作是教師專業發展的重要成份，而強調教師反思能力的培養；「反思性教學」、「探究導向的師資教育」、「教師即研究者」、「反思的實踐者」等與反思相關的概念便一直被提出，探究著（張維玲, 1996）。荷蘭 Freudenthal 研究中心（SLO / NVORWO, 1994）出版的小學數學師資培育標準（Standrads for Primary Mathematics Teacher Education）更將反思（reflection）與敘事（narration）、建構（construction）同列為培育數學師資的三大支柱。

在文獻上，Denny（1998）對 Dewey（1930）和 Schön（1983）兩人的反思模式做一比較。Denny（1998）說明 Dewey（1930）的反思僅局限在反思的行動這一部份而已，常規的行動只是技術和規則的行動並不需要反思。Schön（1983）則認為在行動中的知（knowing-in-action）和在行動中反思（reflection-on-action）這兩種行動都需要反思。這也就是說 Dewey（1930）認為教學中有一部份不需要反思，而 Schön（1983）認為整個教學都有必要反思。Schön（1983）進一步將行動反思區分為兩種形態，即對行動的反思（reflection on action）以及在行動中反思（reflection in action）。

研究者（李源順和林福來, 1998）曾將 Schön（1983）的理論做一推廣。研究者根據教師在反思時處於自我獨處的環境或者與他人互動的環境，將對教學行動的反思分為自我性反思和社會性反思。所謂對教學行動的自我性反思就是教師在教學的課餘時間獨自反思他所面臨的教學問題，進而擬出如何解決教學問題的思考歷程。所謂對教學行動的社會性反思意思是教師和他人在互動過程中所引發教師對教學問題的反思。至於教師在師生互動過程中所引發的反思則是教師在教學行動中的反思。

從影響數學教師成長的研究與文獻，可以得知教師的反思確能促進教師的專業發展。研究者（李源順和林福來, 1998）的研究發現，參與教師會在同事間討論教學問題的互動過程中，引發其對教學行動的社會性反思，進而引動其對教學行動的自我性反思和在教學行動中的反思，同時教師也將反思所得的經驗帶回同事的討論過程中，三者一同促進教師的成長。

五、學習教學的目標 – 診斷教學實作

過去的研究（李源順和林福來, 1998, 2000）發現在數學教師的實作社群中，佈置一個進行診斷教學的脈絡，可以促進數學教師的專業成長。同時 ST5 有診斷教學的概念，但是缺少診斷教學實作的經驗，因此我們把診斷教學的實作訂為 ST5 學習教學知能成長的主要目標。

數學教師在教學時，診斷教學（Bell, 1992）是根除學生迷思概念的有效教學策略。Case（1975, 1978）認為“當學童所處的學習環境，需求他掌握的資訊量超過他的能力時，就趨向發展出合理但過於簡化的解題策略”，

我們稱這種合理但過於簡化的解題策略為學童法。面對學童法的迷思概念，教師在設計教學時，就要凸顯學生學童法的侷限性，使學生有機會主動察覺自己錯了，進而引起學習的動機（Bell et al, 1985; Hart, 1984; Onslow, 1986）。最後教師還要提供正確的回饋給學生，使學生的認知達成新的平衡狀態（Piaget, 1965）。

最近幾年，診斷教學已被數學教育界普遍接受，認為它是數學教學上的重要教學概念。國內外有相當多的教學實驗，例如，林福來、郭汾派和林光賢（1995），Hart（1984），Onslow（1986），Bell（1989），以及 Tirosh 和 Stavy（1999）是依據診斷教學的理念設計執行，並證實診斷教學是破除學生迷思概念的重要策略。在教學實作上，林福來（1999）所主持的教學思維討論小組將診斷教學理論的實行，分為三個層面：學生所犯迷思概念的呈現，針對學生的迷思概念進行認知衝突，以及進行認知調整的教學。

對於一位能施行診斷教學的數學教師來說，面對一些他以前沒有察覺的學生迷思概念，他能運用診斷教學策略，適時臆測學生的迷思概念，診斷學生迷思的概念，甚至將所診斷出來的學生迷思概念與他以前所知的學生迷思概念或數學概念做連結。此時數學教師能更清楚的了解學生迷思概念的來源。同時他能運用認知衝突策略，製造學生的認知衝突，並進一步體會進行診斷教學策略的適用性，使他在日後的教學過程中，能更有彈性的運用教學策略。因此，數學教師能在施行診斷教學策略的過程中，隨時都能提升他的數學教學相關知識。研究者（李源順和林福來, 1998, 2000）對在職數學教師的研究就發現數學教師在實行診斷教學策略的同時，也在提升他的教學相關知識。研究者的研究讓研究者有信心的相信一位實習教師在學習如何進行診斷教學實作時，他的教學相關知識也會跟著提升；同時，只要我們能培育出熟練施行診斷教學策略的數學教師，教師就具備專業成長的動能。因此研究者把診斷教學實作能力訂為 ST5 的學習教學主要目標。

、研究綜述

這一節在說明本研究的目的，研究方法，研究過程，研究場域，以及所收集的資料和資料分析方法。

一、研究目的

本研究延續先前的研究（林福來和李源順, 1999），試圖進一步了解一位個案教師如何學習教學案例，希望整合更多類似這樣案例之後能建構數學教師學習教學一般化理論。這也就是說，當研究者所培育的學生教師第一次正式進入校園成為實習教師時，研究者想要了解他在教師的實作社群下，實習教師的學習動機、身份地位、反思和教學知能的成長之間的關聯，做為建構數學教師學習教學的一個案例。

在實習教師教學知能的成長方面，研究者找尋在大學培育階段已了解診斷教學概念的實習教師，輔導其進行診斷教學實作做為教師學習教學的主要目標，並觀察他的診斷教學實作以及相關教學知識的成長。

二、研究方法

本研究採用個案研究法。本文第一研究者（R5）利用實習教師在校實習的一年時間，以實習學校為基地，輔導一位實習教師（ST5）在進行教學實習的過程中，進行診斷教學實作，同時觀察、記錄與詮釋實習教師的言行表現。

三、研究過程

研究一開始，研究者從持續觀察三年的學

生教師中，挑選一位了解診斷教學概念的實習教師 ST5。徵求這位實習教師的同意之後，指派 R5 和他進行為期一年的診斷教學實作輔導。

在進行輔導之前，R5 審閱所有 ST5 於實習教學前的資料並進行輔導前的訪談，了解個案教師的前置教學概念與教學實作情形。之後，R5 大約每週和 ST5 面對面或者利用電話討論有關他教學實務上的問題。研究者討論的焦點大部份集中在診斷教學相關的教學問題。

研究一開始，R5 從 ST5 既有的教學相關知識出發，輔導 ST5 進行第一次的診斷教學實作（88 年 11 月），這也是 ST5 第一次的正式教學。在 ST5 第一次的正式教學之後，R5 為了讓 ST5 更快速的認知學生可能發生的學習困難，做為診斷教學的基礎，因此 R5 建議 ST5 做兩件事。第一，幫輔導老師批改學生的作業。第二，每週自行找一、兩個數學問題來剖析此一問題的困難處，並藉此推測學生可能發生的迷思概念。關於這兩項輔導策略，主要是讓 ST5 能更清楚的了解學生可能的迷思概念，以及在教學前進行察覺教學問題、並臆測如何有效解決教學問題的教學推理，蘊育實習教師於教學過程中進行教學決策的基礎，以及預測學生可能的迷思概念與學習困難的能力。關於這兩件事，ST5 開始幫輔導老師批改作業，並從其中了解學生的認知；但 ST5 無法自行分析問題的困難處，藉此了解學生的學習困難（詳見下文肆之四）。

在研究的過程中，研究者儘量把實作環境佈置成一個自主型的實作環境。研究者尊重 ST5 自己所研擬的學習教學的可行方案，儘量給與 ST5 自主的學習環境。例如下學期一開始 ST5 想要利用學生下課之後的時間，為學生開辦習題研討會，以及每週六開辦讀書會。研究者充份支持 ST5 進行習題研討會，給與適當意見，希望習題研討能順利進行。同時研究者也關切他的讀書會的進行情形，並且隨時與 ST5 討論他在教學時所遇到的教學問題。研究者期望 ST5 的教學能更順利，期望 ST5 能從其中學習如何教學，學習如何進行診斷教學實作，幫助 ST5 進一步提升他的教學相關知識。

對 ST5 的輔導告一段落之後，研究者開始分析整個輔導過程，了解 ST5 的成長歷程，他的學習教學動機，以及他在實作社群中的身份地位。

四、R5 在研究中所扮演的角色

在研究過程中 R5 是一個提供意見的輔導者與對話者而非威權的輔導者。從 88.10.04 開始，R5 除了大約每週一次和 ST5 碰面或者通電話，討論 ST5 所面臨的教學問題。R5 和 ST5 的討論主題，主要在診斷教學相關知識方面。在討論過程中，R5 希望 ST5 能自主自律的學習教學，因此 R5 要 ST5 自己先預想學生會發生什麼樣的迷思概念，或者 ST5 對輔導教師的教學觀察和自己的教學過程中，發現學生有什麼樣的迷思概念出現，之後再進行討論與輔導。此時，R5 會依據 ST5 面臨的教學問題，他對教學問題的見解、以及 R5 對診斷教學的實作經驗，鼓勵 ST5 思考可以用什麼樣的方式來製造學生的迷思概念，如何製造學生的認知衝突，如何為有迷思概念的學生進行認知調整，解決他所面臨的教學問題。在輔導的過程中，R5 只是提供實作經驗，R5 希望給與 ST5 自主自律的實作環境，不希望 ST5 受到 R5 的約束。因此，R5 只是建議 ST5 批改學生的作業，以及 ST5 每週自行找一、兩個數學問題來剖析此一問題的困難處，並藉此推測學生可能發生的迷思概念，R5 並不要求 ST5 一定要這樣作，不給予 ST5 任何外誘的學習動機。

R5 除了是一位輔導者與對話者之外，也是一位參與的觀察者。在研究過程中，R5 利

用課餘時間和 ST5 討論他的教學問題，此時 R5 是一位參與者。在研究過程中，R5 也多次到教學現場觀察 ST5 的教學，了解 ST5 的教學實作情形，但是 R5 並不介入 ST5 的教學，此時 R5 是一位觀察者。

在研究過程中，R5 所扮演的角色，可以從訪談中得到佐證。在 88.10.18 的訪談，R5 問 ST5：「**這樣的訪談會不會壓力很大？**」ST5 回答：「**不會**」。在學期末的訪談中，ST5 也認為 R5 對他不會造成教學上的壓力，反而自己覺得「**是我蠻混的**」。ST5 覺得「**比較喜歡跟學長（R5）（討論問題）..因為我覺得這樣子真的對我的幫助會蠻大的**（89.06.18）」。他說假如沒有 R5 定期和他討論，他的教學「**有可能**（89.06.18 **訪談**）」變成和輔導老師一樣，對於敘述統計的教學，就不會讓學生實地進行問卷調查，再來討論調查結果，頂多「**利用多媒體**」秀一些統計相關的教材而已。

五、研究場域

本研究的研究場域，也就是實習教師教學實習的學校，是一所座落於台北市的著名女子高級中學。每年能夠考上這所學校的學生，都是當年學生群中的精英。

由於地理之便，這所學校的部份教師時常和大學教授接觸，也因此把現今的教育思潮帶入他們的教學之中。以數學科教學為例，有部份的老師上課時都不用教科書，而是利用教學活動、教學討論的方式把數學的觀念引導出來，讓學生學習數學。至於教科書或者學校的講義，則由學生自行回家練習。部份的教師雖然在教學課堂中沒有讓學生進行分組討論，但是他們會自行設計數學問題，然後每週利用一節的時間，讓學生進行小組討論，解答數學問題。

當然這所學校也有部份教師還是使用傳統講述教學取向，他們在教學過程中，很少和學生進行數學教學問題上的互動。

至於 ST5 的輔導老師則是一位即將屆年退休的資深數學教師，他幾乎以講述教學取向進行教學。由於輔導老師教學經驗相當豐富，所以學生說：「**（輔導）老師的課像茶碗蒸，綿密細緻，有料又好吃。果然薑是老的辣（學生給** ST5 **的問卷回饋）**」。此外，ST5 對輔導老師的觀察發現他「**完全採用講述式教學法，..利用循序漸進的方式講解，..強調幾何代數之間的連結**」（ST5 **實習手札**），他也強調多元的解法，因此偶而會運用不同解題方式解出的不同答案製造學生的認知衝突，例如利用算幾不等式和柯西不等式分別求解，讓學生發現答案不同，來製造學生的認知衝突。

ST5 的輔導老師所教的班級學生為高二學生，她們都已習慣輔導老師的教學方式，她們都是專心的聽講，較少和輔導老師進行互動。ST5 發現在老師教學過程中「**學生講話的時間較少**」（89.09 **心得報告**）。

六、資料收集與分析

為了充份了解實習教師在實習輔導前的狀態，研究者收集了三年間的多樣資料，從 ST5 大學二年級開始學習數學教學到大學四年級下學期的試教為止。資料包括 ST5 的書面報告資料四份，在課堂上的評論內容一份，到校外進行教學觀察的心得報告五份，教學演示和試教錄影資料二份，資料一份，以及試教心得報告二份。

在輔導過程中，研究者也盡量收集多樣化的資料，包括 R5 和 ST5 的討論內容錄音並轉成書面資料三十二份，輔導老師對 ST5 的評論與討論資料二份，高二學生對 ST5 的回饋問卷資料二份，ST5 的教學錄影並轉成書面資料十份，以及 ST5 的教學反思報告八份，教學計劃書四份，和實習手札一本。

對於所收集資料的分析，研究者是採用三

角校正法來檢核資料的效度與信度。研究者從 ST5 的討論內容，對 ST5 的教學觀察，ST5 的反思報告，學校輔導教師和學生的回饋資料，檢驗研究中所收集資料的有效性和一致性。

肆、ST5 在實習輔導期間的狀態

影響一位教師教學的因素很多，本節主要從 Lerman（2001）所建議的因素：動機和實作社群的身份，以及對教學的反思等因素，探討 ST5 在教學實習期間有關教學知能的成長情形。

一、學習動機 – 內發學習動機強烈

從 R5 剛開始輔導 ST5 直到輔導結束，R5 一直感受到 ST5 強烈的內發學習動機，這方面從輔導老師的口中以及 ST5 的平常表現都可以得到印證。

一開始 ST5 參與本研究的動機可能是外誘動機，也有可能來自內發動機。在九月份，教學思維小組的研究群告知 ST5 想要對他進行一年的實習輔導，了解他的教學成長時，ST5 可能因為計劃主持人是他的輔導教授而不好意思拒絕，也有可能 ST5 察覺這是幫助他成長的很好學習機會，便答應參與研究。關於這件事情，我們當時並沒有進行確認，所以 ST5 參與本研究的動機可能是外誘，也有可能是內發。

在一年的實習期間，ST5 表現出強烈的內發學習動機。ST5 在上、下學期各有一次約三、四週的長時間教學。對於這兩次的教學，ST5 有強烈的內發動機，他想要把教學做得很好，所以不用 R5 督促，ST5 早就主動預想他要怎樣教，然後把它用電腦打字，做成講義（例如 88.10 教學講義，89.05 教學講義），再和 R5 充份討論他所預想的的教學內容，之後再進行教學。

在上學期一次的教學之後，當他察覺學生愈來愈沉悶的教學現象時（詳見下面說明），他並不灰心，反而主動想要學習如何解決他的教學問題。在沒有人要求他怎麼做的情形下，ST5 內發自己的學習動機而主動徵求輔導老師和學校數學老師的同意，多次到能進行溝通討論的教師的班級去觀摩教學，學習引導學生進行溝通討論的技能，進而反思每位老師教學的優缺點（88.11.26 教學反思報告，88.12.30 教學反思報告），做為改進自己教學的具體教學經驗。

ST5 有很強的內發學習動機，因此也創造了解學生的學習認知的契機。在下學期剛開學，輔導老師希望 ST5 能利用時間幫學生進行補救教學。這時候，他反思他在寒假期間曾帶幾個班上學生參加成長營，輔導國中生了解數學概念，班上參與成長營的同學感覺這種帶活動的方式能讓學生在活動中學到數學知識，所以同學都持肯定的態度（89.02.26）。ST5 反思他在大學期間和同學成立讀書會一起研讀書籍的場景能夠幫助他學習。再者 ST5 的教學，主要有上、下學期各長約三、四週的正式教學。其它零星式的教學都是輔導老師或者其他數學教師有事臨時請 ST5 代課。ST5 能實際面對學生，獲取教學經驗的時間有限。同時他也覺得自己對學生的認知不夠，需要多一些和學生接觸的時間。在多重因素的考量下，他主動要求輔導老師能夠讓他利用每星期兩、三天的下午第八、九節和學生進行習題研討，和同學一起討論數學問題，並進一步探討「解題思路」。同時他也在每週六下午利用三個小時的時間開辦數學讀書會，試圖帶動學生研讀數學相關書籍的風氣，讓學生對數學概念與解題更有感覺（88.02.25 數學研討計劃書）。

ST5 的內發學習動機讓輔導老師贊不絕口的說：「這孩子很好學，將來一定不得了（R5 與輔

導老師的對話)」。在實習期間，輔導老師告訴 ST5 不必每一節課都去聽輔導老師上課，可是 ST5 有強烈的內發學習動機，所以輔導老師每一節上課，他都會去觀摩輔導老師的教學，並且在筆記簿上主動的記載輔導老師的教學內容。ST5 每節必到以及去旁聽其他老師的教學，讓輔導老師感受到 ST5 的內發學習動機很強。

在輔導過程中，R0 和 R5 也曾給與 ST5 一些外誘的學習動機。R0 是 ST5 的教育實習輔導老師，R0 在輔導前即已經要求所有實習教師要每週反思並寫實習報告給 R0 查閱。R0 的要求並沒有強迫性，只有要求他們要自動自發而已。對於這一件事情，ST5 雖然沒有每週按時交實習報告，但他幾乎每個月會交一篇他的反思報告 (88.09, 88.10, 88.11, 88.10~11, 88.12, 89.02 等反思報告)。此外，R5 曾剖析 ST5 的學習教學問題，察覺 ST5 在教學行動中的反思很弱，他很難在教學過程中察覺學生的迷思概念，因此 R5 建議 ST5 利用課餘時間幫輔導老師改作業，並且每週拿一、兩個數學問題來剖析問題的困難處，進而臆測學生可能出現的迷思概念 (88.12.05)。R5 意圖希望 ST5 在剖析問題的過程中，強化他在教學過程中的反思能力 「這兩件事對 ST5 的影響參見肆之三–(二) 和四–(一)」。

二、實作社群的身份 – 綜合型

從 ST5 與實作社群的互動中，發現輔導學校是一種能給與 ST5 自主又他律的綜合型實作社群。ST5 在面對教與學理念與 ST5 不同的輔導老師和學生時，表現出受到他律也可以自主的身份，因此 ST5 在實作社群中的身份是一種綜合型的身份。

(一)ST5 的教學受到輔導老師的他律

ST5 和輔導老師的辦公室分屬不同的樓層，因此他們的互動絕大部份發生在兩者互相觀看對方的教學，或者上、下課途中的交談。只要輔導老師有上課，ST5 一定會去觀摩輔導老師的上課情形並做筆記。ST5 在上課的過程中，輔導老師只要有空也一定會去看 ST5 的教學。在輔導老師或 ST5 要去教學的時候，ST5 會主動走到輔導老師的辦公室走廊等老師再一起走到教室或者一起走回辦公室。在上、下課途中，輔導老師和 ST5 的對話「大部分就是聊天」，講一些「在這個教育界裡面要怎樣跟人相處」的道理給 ST5 聽，有時候輔導老師也會談到「他的教育理念，然後他也不會強迫我 (ST5) 接受」。在 ST5 上台教學的時候，ST5 會在教學後的下一節空堂，特意去問輔導老師對於他的教學「有沒有什麼缺失？有沒有漏掉什麼東西？有什麼該注意的？ (89.06.18 訪談)」。他們所討論的教學問題「大部份都偏向數學知識方面」，較少談到學生的認知知識和教學法知識 (89.06.18 訪談)。

雖然輔導老師時常跟 ST5 說他「想怎麼教都可以」(88.10.22 訪談)，但是輔導老師也會適時的把他的教學法告訴 ST5，無形中，ST5 非常在意輔導老師的想法。在第一次 (88.10.22, 88.10.26 教學) 的正式教學中，ST5 花了很多的時間準備教材，希望把在大學所學到的教學法，也就是利用討論的方式進行 example-rule 教學，應用到他的教學上，甚至將學生分組進行教學。但是他並沒有真正了解 example-rule 的精神，因此，在教學時是用一個例子一個規則的方式進行，而且也只利用一分鐘要求學生在書桌前計算答案，然後就公布答案。這種利用討論溝通的 example-rule 教學方式，輔導老師認為「不適合現在的教育環境 (輔導老師與 R5 的對話)」。同時輔導老師把他的講述教學經驗告訴 ST5，讓 ST5 參考。輔導老師非強迫式的對話，加上 ST5 在課堂的表現不如理想，讓 ST5 開始思考是不是應該使用輔導老師所說的講述教學方式。ST5 受到他律之後，有一種「這

並不是我可以作主的班級（88.11.教學反思）」的感受，於是開始倣照輔導老師的教學模式進行偏向講述的教學（88.11.15, 88.11.19 教學）。

(二)ST5 的教學受到學生的他律

ST5 和學生的互動，除了批改學生的作業，以及在教學過程中和學生互動之外，ST5 很重視學生對老師的教學反應，因此，ST5 在正式的實習教學之後都會要求學生填寫學生回饋問卷，ST5 藉此了解學生對他的評論。這種做法對教學特質尚未穩固的 ST5 來說，無形中使他受到了學生的他律而無法自主的進行教學。

在第一次（88.10.22，88.10.26 教學）的正式教學中，ST5 利用討論的方式進行 example-rule 教學，但是 ST5 自己太緊張，「緊張到連上完課回到家裡午休都會嚇醒」（89.06.18），所以教學內容出現錯誤自己也沒有察覺。例如，將 $\begin{vmatrix}1&2&3\\4&5&6\\7&8&9\end{vmatrix}$ 的第一列乘（-2）加到第二列變成 $\begin{vmatrix}1&2&3\\4&5&6\\7&8&9\end{vmatrix}$（88.10.22 教學），ST5 並不自覺，必需等整個題目講完以後，學生再提出糾正。由於學生習慣於輔導老師教學進度快速的講述教學方式，所以覺得 ST5 的教學方式讓進度變得很慢，ST5「的教學方式和輔導老師截然不同的上課方式，（學生）有相當的排斥性，..，學生怕我會影響段考的成績，已經有人不斷在找補習班了（88.10~11 教學反思）」。加上學生認為「你（ST5）的課像白水煮蛋，營養一樣，但不易下嚥（習題研討問卷）」。ST5 為了拾回學生對老師的信心，開始他律的改變他的教學方式，從 example-rule 的教方式轉變為學生所熟悉的講授式教學。終於在下學期學生給老師的評論是「愈來愈有輔導老師的味道（學生回饋問卷，89.04.23 討論）」。

(三)ST5 在教學之外的自主

雖然 ST5 的教學受到輔導老師和學生的他律，但是他在實習過程中，如前面所述，ST5 在課餘時間能自主的請求輔導老師同意讓他去觀摩其他老師的教學，這些老師都是利用有師生互動的討論方式進行教學（88.11.26 教學反思報告, 88.12.30 教學反思報告），讓他有機會學習到溝通取向的教學方式。ST5 也能自主的請求輔導老師同意讓他利用課餘時間，開辦討論會和讀書會（88.02.25 數學研討計劃書），讓他有更多的機會和學生接觸，了解學生的學習情況。

三、對教學的反思 – 最常進行比較性反思

研究者探討 ST5 在教學行動中的反思和對教學行動的反思（Schön, 1983），發現我們可以依據 ST5 反思層次的不同，定義出行動中的知、比較性反思和解題性反思。所謂行動中的知是指教師面對教學問題時，只能察覺到他的教學問題，而無法進一步推理或臆測有效解決教學問題的策略，或者教師只是一味的在學習他人的經驗，而無法對他人的經驗進行解題性的批判。所謂比較性反思是指教師面對教學問題能從已發生的多種解決方式中比較何者較佳，或者評論已發生的一種解決方式的好壞。所謂解題性反思是指教師面對教學問題時能即時察覺教學問題，推理或臆測他認為有效的解決策略，進而產生解決他的教學問題的決策。

研究探討發現，ST5 已從在行動中的知，進展到能進行比較性的反思，但較少進行解題性反思。

(一)在教學行動中反思

在教學行動中，ST5 一開始大都只是察覺教學問題，他的反思是一種行動中的知（Schön, 1983）。例如，ST5 認同 R0 的教學理念，認為數學概念的釐清非常重要。因此他在「圓的方程式」單元的啟蒙，一開始就要學生「應用你

身邊現有的工具，把你知道的圓畫出來，然後呢？第二個是你要說明你為什麼畫出來的這個是圓？」這時候有些學生就用銅板做為模子在紙上畫了一個「圓」，然後說：「它因為銅板是圓的。」ST5 聽了學生的回答之後就問學生：「為什麼保證銅板是圓的？」學生回答說：「因為它畫出來和圓規的圓一樣。」此時 ST5 察覺到學生呈現邏輯問題，但是自己又無法即席的進行辯論教學，讓學生察覺自己的說明是錯誤。ST5 當下只好輕描淡寫的說：「你覺得它是圓的。好，那不錯，那我們謝謝她。」事後 ST5 告訴 R5 說他當場已經察覺到這一個邏輯問題，但是當場不知道如何解決，只好簡單的帶過（88.11.11）。

在教學行動中，ST5 試著進行比較性反思。ST5 一開始只是利用一個例子一個規則的形式 example-rule 進行教學（88.10.22, 88.10.26 教學），後來他開始嘗試利用 rule-example 的方式進行教學（88.11, 89.03 反思報告），結果發現 rule-example 的方式他很「不習慣，愈教愈心虛」。同時他是「等到全部的概念講完再給例子」，結果察覺學生要求「老師可以舉例子嗎？」，這個事件讓他和輔導老師的教學方式相互比較，反思察覺應該「概念講完，馬上給例子比較好」，因為輔導老師的教法是「概念講解完畢後，利用例子來複習」。在教學行動中，我們發現 ST5 會試著對他所使用過的兩種不同教學策略進行比較，了解教學策略的優劣。我們稱這種反思是一種比較性的反思。

在第二學期末的課後習題研討（89.03.06 討論）過程中，ST5 終於能進行解題性的反思。在習題研討過程中，學生對於「三個蘋果、四個橘子、五個柳丁，分給甲乙兩人，有幾種方法」的問題，學生的解答方式是 3＊4＊5＊2！。ST5 臆測學生的答案可能剛好湊對了。學生是看到問題中，有幾個數就是把它乘來，然後有甲乙兩個人就乘以 2！。因此，ST5 即席推理，認為把問題簡化的方式應該可以有效解決學生的問題，因此他把問題化簡為「二個橘子、三個柳丁給兩個人」，並要求同學再計算一次，終於造成學生的認知衝突，最後在 ST5 和學生的討論過程中，「就請他說，先把乙遮起來，你是不是可以先考慮說，你分給甲的情況是怎麼樣？那分解他情況是怎麼樣的時侯，那乙呢？他就發現原來甲只要確定之後，乙就確定了，所以他就告訴我說，只要考慮甲就好了（89.03.06 討論）」。學生因此學得正確的解法，也順利解決學生的學習問題。在習題研討過程中，ST5 對於所碰到的教學問題，能運用自己的知識即席反思解決教學問題，因此我們藉用 Cooney（1994）有關在解決教學問題時抽取教學知識的教學能力（pedagogical power）的觀點，稱這種反思是一種解題性的反思。

(二)對教學行動的反思

ST5 在觀摩數學教師的教學之後的自我性反思（李源順和林福來, 1998）時常是一種比較性的反思。例如，ST5 對比自己的教學察覺一位老師讓學生有感覺的教學法是他所欠缺的。這位老師是利用平面上剪一個圓洞再套到圓錐上，讓學生感受圓錐與二次曲線的關係（88.12 反思報告）；ST5 評論輔導老師利用截距、對稱、範圍、描點的方式來判別二元二次方程式的圖形，「能夠讓學生對方程式較為瞭解，不過 ..同學對於方程式的感覺較為薄弱（89.01 反思報告）」。ST5 也比較輔導老師的教學方式和一位老師從物理觀點著手的教學方式，「優劣互見，唯看學生的接受程度而已（88.12 反思報告）」。這位老師是從學生熟悉的開口上下型拋物線談起，利用旋轉介紹開口左右型的拋物線，再從倍立方問題，談拋物線的畫法，最後再從圓錐截痕說明拋物線為何如此定。

ST5 對自己的教學行動的自我性反思（李源順和林福來，1998）較少能臆測尚未發生的教學問題，較少能對已發生的教學問題，進行推理或臆測如何有效解決此一問題。例如 R5

建議 ST5 每週利用課餘時間找一些比較困難的問題來臆測學生可能出現的錯誤，思考如何進行有認知衝突的教學，ST5 無法做到，他說：「我會有一個盲點就是說，我甚至連困難的地方在那裡都不知道（89.04.23 訪談）」。再如 ST5 臆測學生會出現把三階行列式 $\begin{vmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 6 & 8 & 2 \\ 10 & 4 & 8 \end{vmatrix}$ 中所有元素的公因數提出一個 2 的迷思概念，他說：「以前有同學學到這邊就亂掉了」（88.10.11），但是 ST5 不能察覺數字太小學生容易直接用定義展開求值；ST5 不能有效的進行解題性反思。其實如果用全部有 5 或 25 的公因數的大數，就可以順利把有迷思概念的學生引出來。

在輔導過程中，R5 發現 ST5 對教學行動的社會性反思（李源順和林福來, 1998）大都是在學習他人的教學經驗，進行比較性反思。例如，在教學過程中，ST5 察覺學生對廣義角化成銳角的問題中有迷思概念的教學問題，他雖然告訴學生「單變雙不變，正負看象限」的口訣，但學生做題目時還是會出現相差一個正負號的迷思概念（$\sec(270°+\theta)=-\csc\theta$）。從 R5 的發現 ST5 事後認為：「我一直覺得他們不會，就是因為他們不太習慣化成銳角這樣一個規則」。在教學之餘 ST5 仍然無法對學生的迷思概念，進行推理或臆測犯錯的原因。因此 R5 告訴 ST5，雖然學生記得口訣，但是他們犯錯最有可能的原因是她們把所謂的正負看象限「找錯函數了，她們所找的函數是化簡後的函數，而不是化簡前的函數」（學生看 csc 而不是看 sec 來決定正負號）。此時 ST5 才恍然大悟的說：「對..，那我突然才發覺，因為我第一次做的時侯也是找了半天。奇怪怎麼了?我明明記得規則是這樣，怎麼找了老半天還沒發現，現在才想起來（89.04.23 訪談）。」

四、教學知能的成長

從 ST5 的教學表現，和 R5 的言談，以及自己的反思報告中發現，在一年的教學實習中，ST5 的數學教學相關的認知知識成長得較多，同時也在第二學期的習題研討過程中經驗了診斷教學實作。ST5 在他的實習手札（89.08.26）寫著：「從一位老師的身上我學到了很多，..感謝最重要的主角– …同學們，沒有她們的支持、鼓勵與配合，我無法有著這麼多的收獲」。

(一)教學相關知識的成長

在實習場域中，ST5 的教學相關認知知識相對於診斷教學實作有較多的成長。在一年的教學實習過程中，ST5 在觀摩輔導老師的教學以及和輔導老師的對話過程中，增長了他的數學教學內容知識，特別是輔導老師強調多元的解法（89.06.18 訪談），對每一種問題最多只有一種解法（89.03.06 討論，89.06.18 訪談）的 ST5 來說，輔導老師所強調的多元解法，讓他有更寬廣的思考空間，讓他在解題方面可以形成多向度的連結，加強了他的數學感。例如，在判別二元二次方程式的圖形上，輔導老師就用“截距、對稱、範圍、描點”，以及利用“判別式或配方法”來判別(88.12 反思報告)。ST5 在他的反思報告（89.4）就說：「一題多解，這是師父（輔導老師）在教學上一直強調且引以為傲的，作徒弟的這點當然要吸收起來」。最可貴的是 ST5 還說他把這些數學知識記錄在一本筆記簿上，做為日後的教學寶典。就在這樣的學習過程中，ST5 從單一解題策略拓展出多元解題策略的思維與實例累積，促使 ST5 教學的數學知識顯著成長。

ST5 在觀摩多位老師的教學過程中，增長了他的數學教學法知識，特別是「要求學生舉實例」的教學法知識，使他的教學讓學生更有感覺，並提供進行診斷教學實作的基石。ST5 在第一次的正式教學，發現自己形式化的 example-rule 的教學缺失之後，一方面修正自己的教學方式，一方面在沒有他人的介入下，

自己利用課餘時間去觀摩多位數學教師的教學。ST5 從多位老師的教學察覺要求學生舉例的教法他非常欣賞，而「學生不斷使用 a,b,c 等符號來說明，給人印象不夠深刻」，進而體認到「請學生舉實例是我在此單元覺得相當好的教學（88.10; 88.12 反思報告）」。ST5 所體會到“要學生舉實例”的教學技巧讓 ST5 感受到這樣才能產生數學感（89.06.18 訪談），同時這個日益熟練的教學技能，也成為他日後成功進行診斷教學的基石。

ST5 在和學生進行習題研討以及批改學生作業的過程中，增長了他對學生的認知知識。R5 要求 ST5 每週找一、二個問題來分析，ST5 發現他無法進行分析藉此了解學生的迷思概念。ST5 在沒有他人的介入下，下學期自己主動要求開辦習題研討會和讀書會（89.02.26 訪談），幫助學生學習，並且讓他有更多和學生接觸的機會。雖然在習題研討會上，每次只有五、六位同學參加，讀書會只有一位同學參加。ST5 自己覺得對學生學習數學的認知知識的成長，主要來自習題研討會上的討論（89.06.18 訪談）。同時 ST5 也說他在批改學生作業的過程中「比較知道學生的想法（89.03.06 訪談）」。ST5 對同學的認知最後也激發 ST5 利用舉實例的技巧成功的進行診斷教學實作。同學也在適當的場合中答謝 ST5 對他們的教導，他們學到很多概念（實習手札）。

ST5 在觀摩教師的教學時，會特別注意到資深教師的診斷教學實作，這些教學實作都是 ST5 日後進行診斷教學的知識庫。例如，ST5 發現一位教師在引入複數之後，就問學生 $5+3i$ 和 $5+2i$ 可不可以比較大小，學生就說 $5+3i$ 大。此時老師的回答是「在實數中才可以比較大小」。後來老師教到複數的運算才說“我們若當做（複數）能比大小，先比實部，再比虛部，可以發現 $(5+3i)-(5+2i)=i>0$，推得 $i^2=-1>0$。不合”。ST5 認為這是一個認知衝突的例子，也覺得「能及時的話，這個例子的效果會更大」。但是 ST5 反思認為「老師這樣安排的用意，..因為過程牽涉到複數運算時是實部和實部，虛部和虛部做加減運算」（88.11 反思報告）。雖然 ST5 只是在進行比較性反思，無法提升到解題性反思，但是這些實作敘事對 ST5 日後進行診斷教學有一定的貢獻。研究者認為假如 ST5 能針對此一問題進行後續的解題性反思，相信對他的進展會更快。例如，假如 ST5 的反思是為了顧及教學順序，那老師的教學可以在教過複數的運算之後再提出複數比較大小的問題，以便進行認知衝突；或者學生在老師還沒教複數的運算之前就已經提問複數可不可以比較大小的問題時，老師可以將 $3i$ 與 $3\sqrt{2}$ 的意義相連結，利用有幾個 i 的方式，要求比較純虛數 $3i$ 與 $2i$ 的大小，最後利用兩數相減再平方的方式製造學生的認知衝突。

R5 和 ST5 的對話過程中，也促使 ST5 了解一些可以用來進行認知衝突的教學法。由於 R5 對 ST5 的輔導焦點集中在診斷教學實作上，因此幾乎每一次的對話，R5 都會問 ST5 是否發現那些學生的迷思概念，面對這些迷思概念如何進行認知衝突。ST5 在輔導的過程中，對如何進行診斷教學的方法有些初步的認知。例如，ST5 在 89.05.23 的教學過程中，面對學生的迷思概念：「累積次數分配表不能用圓餅圖畫」，ST5 都是用直接教授或者提醒的方式進行。事後 R5 告訴 ST5，當學生問「為什麼累積次數分配表不可以畫圓餅圖」的時候，ST5 不需要急著告訴他總和不是百分之百，老師只要說「那你上來畫看看」，就可以製造學生的認知衝突。

(二)經驗了診斷教學實作

在診斷教學實作方面，R5 事前和 ST5 討論學生可能的迷思概念，讓 ST5 了解運用學生上台練習的方式，師生或學生討論的方式，或者適當的問題可以診斷學生的迷思概念，讓

學生的迷思概念呈現。讓 ST5 了解運用兩種解答的對比、師生或學生間的討論、問題的對比、反例或特例、與簡化問題，能進行有認知衝突的教學。學生的認知調整需要從學生所犯迷思概念的原因，以及正確概念的起源著手。在整個學年的教學過程中，發現 ST5 較少在教學行動中進行解題性反思。當 ST5 碰到他所認知的學生的迷思概念，都是用提醒的方式或者直接告訴學生可能會犯此一迷思概念的方式進行教學（88.11.26 教學反思報告，例如 89.05.23 教學）。

ST5 運用認知衝突，進行認知平衡的診斷教學實作發生在第二學期中。如上所述，在習題研討過程中，對於「三個蘋果、四個橘子、五個柳丁，分給甲乙兩人，有幾種方法」的問題，學生原本出現 3＊4＊5＊2！的迷思概念，由於ST5能運用診斷教學策略把問題情境簡化，順利解決學生的學習問題（89.03.06 討論）」。此時，ST5 的診斷教學實作跨出了一大步。

ST5 雖然只經驗了一次的診斷教學實作，這次實作經驗的寶貴對未來的專業成長是具有衍生性的（generative）。ST5 在這一年的實習過程中，相關教學知識的成長，以及這次的成功經驗，已經奠定了他日後再次進行診斷教學實作的基礎。至少當他面對類似的問題時，他已經知道如何利用簡化的策略製造學生的認知衝突，再加上教學相關知識的成長，讓他更有機會幫助認知失衡的學生進行認知調整，使學生的認知再度到達平衡。

伍、促使 ST5 成長的原因

本節旨在探討運用診斷教學實作做為 ST5 學習教學目標的過程中，ST5 的學習動機、身份地位、反思和教學知能的成長之間的關係。

一、雖然 ST5 有強烈的內發學習動機，但是教學實習初期，他的教學知能尚不足，無法有效地實作診斷教學策略，在教學過程中容易受到挫折，也容易受到外在環境的影響而在他律的實作社會身份下進行教學，致使 ST5 無法堅持進行診斷教學策略，提升他的教學實作能力

ST5 有著來自家庭的薰陶和自己的積極進取的強烈內發學習動機，因此在輔導初期，他已對所要教授的教學內容詳加準備，並且事先和 R5 討論過整個教學內容。但是 ST5 的教學相關知能不足，以致於他使用了形式的 example-rule 的方式教學，自己的教學發生錯誤也不自覺，同時教學節奏也沒有掌握，使得學生覺得老師教學太簡單，而漸漸失去與老師對話的動機，開始看自己的書。ST5 已經察覺到這種的教學問題，因此 ST5 很在意學生的感受，而他律的加快教學步伐。再加上輔導老師對他說明溝通取向的教學不適合目前學校環境，讓 ST5 覺得他所實習教學的班級並不是自己一個人可以完全掌控的班級。在他律的實作社會身份下，使 ST5 在教學過程中對於診斷教學策略的施行有所顧忌，再加上診斷教學的理論易懂，但實作的參考資源不充足，使得 ST5 只能用提醒的方式告知學生容易犯的錯誤，致使 ST5 在診斷教學實作的能力無法快速成長。

二、在教學行動中所察覺到的教學問題，促使 ST5 引動他的內發學習動機，創造可以自主的學習環境，觀摩多位老師的教學，吸取他人的教學相關知識，進行教學反思。同時，ST5 在教學反思過程中，也一再引動內發學習動機，開辦可以自主的讀書會和討論會，進行教學反思，促使他對學生數學認知的知識進一步成長

ST5 在教學行動中以及對教學行動的反思，察覺到自己無法有效和學生進行互動而有必要學習如何教學的問題時，引發 ST5 的內發學習動機，促使 ST5 在他可以掌控的時間下，自主的觀摩多位數學老師（包括輔導老師）的教學，進行對教學行動的社會性反思，希望從中學習到溝通取向的教學法策略。ST5 在察覺自己的教學問題下，在課餘時間也主動和 R5 討論他的教學問題，探討如何進行診斷教學。

ST5 對教學行動的反思中，察覺到除了了解如何進行診斷教學實作之外，也需要多了解學生的學習認知知識，因此在內發學習動機下，主動開辦自己可以自主的讀書會和討論會，進一步進行教學行動中的知和教學行動中的反思。ST5 就在一連串的反思，引發學習動機和自主學習的過程中，促使他對數學內容知識、學生認知知識，以及教學法知識快速的成長。

三、ST5 的強烈內發學習動機，促使 ST5 反思自己的教學問題，反思如何在他律的環境中，創造可以自主的學習環境，提升自己的教學知能

ST5 有強烈的內發學習動機，因此在教學過程中，除了因為碰到教學困境而反思之外，ST5 在教學之餘也時常進行自我性反思，創造自己的學習環境。ST5 的內發學習動機，使他在受到輔導老師和學生的影響而處在他律的環境中，反思如何找尋更多學習教學機會，因此在寒假期間，他主動爭取到救國團和長安國中為國中生上課的機會，開創自己的學習環境，把他在教學時所碰到「圓的概念」的問題，再教一遍，並把課程名稱訂為「圓來你什麼都不知道」，使自己對圓的教學有更深一層的體認（89.02 教學反思），使自己教學知能進一步成長。

四、強烈的內發學習動機促使 ST5 在保有自主的學習教學機會，進行教學反思，提升自己的教學相關知識，最後終於能在可以自主的課外教學中，進行解題性反思，成功運用診斷教學策略，再次提升自己的教學知能

ST5 就在上述的學習過程中，教學內容知識、對學生的認知以及教學法實作知識等教學相關知識日益茁壯。經過將近一學期的學習教學之後，ST5 終於在自己所創辦，自己可以掌控教學節奏的習題研討會中，察覺學生的迷思概念，此時 ST5 即席反思他所學得的教學相關知識，在推理過程中覺得從觀摩數學教師的教學中所學到的簡化教學問題或許可以用來處理學生的迷思概念，進而製造學生的認知衝突，並進行認知調整。ST5 就在內發學習動機和自主自律的討論教學環境中，在教學行動中反思，提取自己的教學相關知識，成功的進行診斷教學實作，使他的教學知能進一步成長。

陸、個案教師的學習模型

本節旨在剖析一位輔導實習教師進行診斷教學實作做為學習教學的目標的過程中，教師學習教學動機、社會實作身份地位、反思和教學知能的關係，希望從這些分析的過程中對數學教師的學習理論有更進一步的了解。

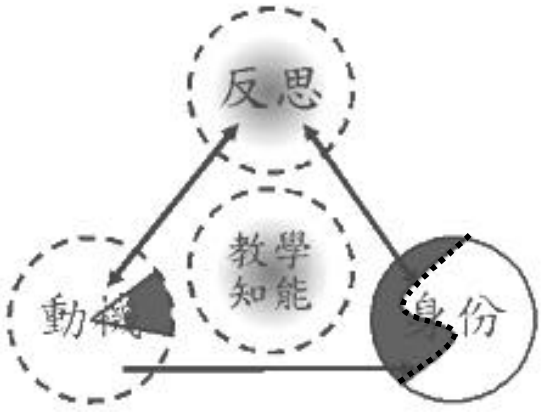


圖 1：個案教師的學習模型圖

從研究發現，假如教師的教學理念和學校脈絡的理念不同，他的學習動機、實作社群身份和反思程度會相互影響，進而影響教師的教學知能成長情形。研究者將三者之間表徵如圖一所示。同時詮釋三者之間的互動如下：

一、教師在實作社群中的自主與他律的身份會產生擠壓效應

從研究發現，ST5 的教學理念和學校脈絡的理念不同，在教師教學知能不足的情況下，他的社會實作身份容易受到社會環境的他律，此時他自主的身份就會受到擠壓，他律的身份就會擴張。但是 ST5 有強烈內發學習動機，他仍可在綜合型的實作社群中，自主地開創學習教學的機會，使他的自主身份擴張一些，此時他律的身份自然縮小。

因此研究者以一個封閉性的圓形表徵教師的身份地位。由於一位教師在實作社群的整體身份不容易改變，所以我們以實線的圓周來表徵教師的整體身份。同時，圓中用"S"型的分隔虛線，表徵教師的自主身份與自律身份的相互擠壓情形。這兩個身份在相互擠壓的效應下產生一個擴張另一個就縮減的情形。

二、教師的反思漸廣

ST5 在教學實作的社群中，一開始只是泛泛地在教學行動中認知，當他察覺他的教學問題以後，他開始反思自己的教學、觀摩多位教師的教學，使自己有更多的機會對教學行動進行自我性反思。R5 和他互動，讓他有更多的機會進行對教學行動的社會性反思。ST5 在課外和學生進行的習題討論會，讓他有更多在教學行動中反思的機會。ST5 就在實作環境下，反思層面愈來愈廣。到了學年快結束時，研究者看到 ST5 已經能在討論會的教學行動中進行解題性反思，順利運用診斷教學策略解答學生的迷思概念。

因此研究者以一個漸漸擴散的開放性虛圓來代表教師的反思漸廣。一開始教師的反思層面較少，在實習過程中，他漸漸可以進行更多方面的反思，進行比較性反思，甚至進行解題性反思時。此時表徵反思的圓就像一個可以擴大的開放性虛圓一樣愈來愈大。

三、教師的內發學習動機與外誘學習動機不會相互擠壓

在研究中，ST5 的強烈內發學習動機，並不會隨著 R5 介入所引發的外誘學習動機而減少或者擴張；R5 介入所引發的外誘學習動機，也沒有因為 ST5 本身的內發動機而改變。因此內發學習動機和外誘學習動機不會相互擠壓。但是 ST5 因為察覺到自己的教學問題而使他的內發學習動機更為強烈；R5 因為察覺到 ST5 的教學問題而反思如何給與 ST5 一些外誘的學習動機。所以 ST5 的整體學習動機會變大或縮小。

因此我們以一個開放性的圓形來表徵教師的學習動機會隨著時間而改變。我們把圓切割成兩個扇形來表徵教師的內發學習動機與外誘學習動機。相對於自主與他律身份的圓中的"S"形區隔有互相擠壓的感覺，內發與外誘動機的圓中的扇形則有不會互相擠壓的感覺。

四、教師的教學知能漸廣

在研究過程中，研究者發現在實習初期 ST5 的教學知能不足，在實習過程中，ST5 的教學相關知識快速成長，最後開始能進行診斷教學實作，他的教學知能也更進一步成長。

所以研究者以一個漸漸擴散的開放性虛圓來表徵教師教學知能的成長。一開始教師教學知能不足，後來他的教學知能成長，此時表徵教學知能的圓就像一個可以擴大的開放性虛圓一樣愈來愈大。

五、教師的學習動機會牽動著反思的範圍和自主身份的張縮

在研究中，ST5 的教學知能原本不足，但是他有很強的內發學習動機，所以在輔導教師和學生的他律下，仍能儘量擴張他的自主性，自動觀摩多位教師的學習，自主開辦討論會和讀書會，提升他的教學相關知識，讓他有更多的題材可以反思。

在研究中，ST5 的強烈內發學習動機，促使 ST5 時常對他的教學進行反思，例如和 R5 討論他的教學問題，提升自己的教學知能。當然 R0 要求 ST5 寫反思報告的外誘學習動機，也讓 ST5 有機會對教學行動進行自我性反思，進而提升他的教學知能。

因此研究者從教師的動機中拉出兩個箭頭指向教師的反思和身份，使教師的反思圓更擴大，使教師的自主性更擴張。

六、教師的社會身份會牽動的反思範圍

在研究中，ST5 受到學校輔導老師和學生的影響而他律的進行教學，此時 ST5 的反思便無法擴張，ST5 的教學知能成長變得緩慢。另一方面，ST5 在自己可以自主的身份下，勤作筆記、觀摩多位教師的教學、開創和學生討論的機會，使 ST5 的教學知能成長，反思可以更深層。所以研究者在相互牽引的身分圓中拉出一個箭頭指向教師的反思圓。

由於沒有證據說明 ST5 的內發學習動機和外誘動機受到 ST5 的社群身份的影響，因此研究者沒有用箭頭從身份圓中指向動機圓。

七、教師反思的程度會牽動學習動機和身份

在研究中，ST5 察覺自己的教學知能不足，無法在教學行進中進行解題性反思，所以在教學受挫的情況下引動內發學習動機去觀摩多位教師的教學，開創和學生互動的機會，進而提升自己的教學知能。

在研究中，ST5 察覺自己在教學過程中容易受到輔導老師和學生的感受的他律，而無法使他的教學知能快速成長，因此 ST5 在課餘時間找尋自己可以自主的環境學習如何教學，進而提升自己的教學知能。

因此研究者從反思的圓中拉出兩個箭頭分別指向動機圓和身份圓，用以表徵教師的反思，會引動教師的學習動機，以及教師的身份地位。

在研究中，雖然研究者沒有看到 ST5 的反思程度更寬廣時，他的學習動機更強烈，他的自主身份更擴張。但是研究者從這幾年的研究中，相信當一位教師的反思程度更寬廣時，他可以更容易察覺教學問題，更容易引起想要解決教學問題的動機。同時他想要解決教學問題的前提下，自主的去做他想要做的事。使他的自主身份圓更擴張。

八、在教師的學習動機、社群身份和反思三者互動過程中，教師的教學知能日豐

如前一節促使 ST5 成長的原因中所述，ST5 的教學知能原本不足，但是在他的強烈內發學習動機以及研究者外誘的學習動機，引動更寬廣的反思，也引動他開創他能自主的身份。在三者的連動下，他的教學知能愈來愈豐富。

柒、討論

本節旨在討論研究過程中所引發的議題。

一、學習教學的目標在個案教師學習模型中是隱性存在

本研究進行之前，研究者探討文獻以及反思個人研究經驗，認為診斷教學實作是重要的教學知能，教師在施行診斷教學實作的同時也

可以進一步促進教師的專業成長。因此，研究者以診斷教學實作做為教師學習教學的目標。這個目標是隱性存在於研究者所建構的個案教師學習模型之中，因為這個目標是教師學習教學的動機、反思和身份運轉時的焦點所在，教師學習教學的動機、反思和身份開始互動時，教師的診斷教學實作能力開始成長，他的教學知能也跟著成長。

二、個案教師學習模型中教師的身份影響動機的案例存在

在個案教師的學習模型中，由於 ST5 的學習動機非常強烈，所以研究者沒有發現 ST5 的社會實作身份影響他的學習動機的具體事例，但是從教學思維小組成員對其他學生教師的代課實習研究過程中，卻發現教師實作身份影響學習動機的具體事例。有位實習教師 ST2 在學生教師期間觀摩講授教學方式的教學時，表現出他害怕他未來的教學會像這位老師這樣子。可是當他大學畢業進行代課實習時，整個班級可以由他自主運作時，他的教學也是用講授的方式進行教學。當研究小組成員問他為何不改變教學方式時，他說目前學生的考試成績不錯，他害怕改變教學方式，學生的成績反而變差，所以不敢改變。這位代課教師的自主身份對他主動學習教學的動機有負面的影響。

三、數學診斷教學的認知容易實作難

只要研究者在教學過程中能診斷出學生容易犯的迷思概念，針對學生的迷思概念設計有認知衝突的教學活動引起學生的認知衝突，讓學生產生主要調整、主動學習的動機，最後再為有學習需求的學生進行認知調整，讓學生的認知再度平衡。這就是所謂的診斷教學的概念，它的認知很簡單。

當然我們可以說一位教師在教學過程中，能引出學生的迷思概念，或者告知學生容易犯的迷思概念，就是一種診斷教學實踐。可是沒有認知衝突與認知調整的診斷教學，不能讓學生產生認知失衡再調整的效果，它對學生的學習成效不會太好。再者我們也可以說在總結性評量時設計問題引出學生的迷思概念，讓學生對他的錯誤產生強烈的分數感受，也可以對學生產生很震憾的效果，所以也算是一種診斷教學。可是它是一種事後的診斷，它不是研究者想說的，能在教學過程中即時診斷學生的迷思概念，即時進行認知衝突和認知調整的積極性診斷。

本研究是以診斷教學實作做為實習教師學習教學的目標，所以以能診斷學生的迷思概念，製造學生的認知衝突，進行認知調整的完備程序來評判實習教師是否能進行診斷教學實作。由於完備的診斷教學實作牽涉到教師對學生數學認知的知識，教師需要了解學生可能犯的迷思概念，這對實習教師而言往往經驗不足，加上教學實作的難度很高。所以，完備的診斷教學實作很難。完備診斷教實作很難，可以從我們在 91.04.09 對一位專家教師的教學觀察得到驗證。這位曾經得過師鐸獎，被多位師資培育者認可的專家教師，他在教學過程中雖然能診斷學生有關導數的應用的迷思概念，仍無法運用認知衝突策略幫助學生破除迷思概念。他在教學過程中利用對偶式的問話（是或不是）診斷出學生的迷思概念之後，便直接告訴學生正確的概念為何。

四、輔導老師也在成長

雖然輔導老師的成長並不是研究者關注的重點，但是從研究者和輔導老師的訪談資料，以及實習教師的感受都證實即將退休的輔導老師也在成長，只可惜研究者沒有試著去了解促使他改變的原因。當 R5 初次到學校進行 ST5 的教學觀察時，輔導老師親口向 R5 表示，和學生進行溝通的互動教學，不適合現在的學校環境，因為教學進度會變慢，學生的熟練度不

夠，考試成績無法比其他的班級好，家長就會出怨言。可是在學期末 R5 對 ST5 教學觀察之後，輔導老師跟 R5 說：「端午節 ST5 到我家坐坐的時候，我問我兒子說，像 ST5 這樣和學生互動的教學，你認為怎樣，結果我兒子說應該那樣教。我想，現在是你們年輕人的時代了，像這樣的教學，我不見得做得來」。

再者從 ST5 的反思報告中，也可以發現輔導老師在輔導實習教師的過程中也在調整自己的教學。ST5 說：「有一點我對（輔導）老師更加佩服，那就是老師在講三元一次方程組的解的幾何意義時，安排了討論時間。讓學生釐清觀念。雖然..老師主觀的意見較多，且會忽略學生所提出的說法，..師生的對話有極為明顯的增加。...一個年屆退休的老師在教學上，還有如此“巨大”的改變..讓我佩服得五體投地」（88.11 反思報告）。

捌、未來的研究

在本研究中，研究者已經了解一位有強烈內發學習動機的實習教師，他的學習動機、實作社群身份、反思、以及教學知能的關聯。但是研究者現在還不能將他過份一般化為數學教師的學習理論。誠如研究者在文獻探討過程中所言，教師的身份可能是自主型、他律型和綜合型，教學實作社群也可能是自主型、他律型和綜合型，其中的組合便有多種情形。再加上教師是否有強烈的學習動機，以及教師是否能進行解題式的反思都會影響教師教學知能的成長。這些情形對教師學習理論的建構都有實質的影響。因此不敢冒然將它一般化。

但是從八年前直到現在，研究者努力的對多位在職和職前教師的學習教學進行研究，根據這些研究，相信不久的將來，教師學習教學的理論將能較清楚的呈現在大家面前。

再者，研究者發現輔導老師在輔導實習教師過程中的成長，也是一個值得探討的議題，尤其是了解促使輔導老師成長的原因。研究者相信促使輔導老師改變的原因和促使一般教師成長的原因不同，因為一位輔導老師已經很資深，他在某方面的教學是一位專家，他的信念已經很穩固，所以能讓他改變教學的原因一定與眾不同。

致　謝

本文是國科會專題研究計劃編號：NSC89-2511-S003-020 的部份結果。感謝參與研究的 ST5 與我們分享他的學習經驗。文中論點為作者所有，不代表國科會。

參考文獻

1. 行政教育改革審議委員會（1996）：教育改革總諮議報告書。行政院教育改革審議委員會。
2. 吳裕益、劉佑星、郭丁熒和賴書通（1994）：師院結業生就讀動機、在校成績與知覺教學效能關係之研究。教育研究資訊, **2(1)**, 96-121。
3. 李源順和林福來（1998）：校內數學教師專業發展的互動模式。師大學報：科學教育類, **43(2)**, 1-23。
4. 李源順和林福來（2000）：數學診斷教學能力的培育。師大學報：科學教育類, **45(1)**, 1-25。
5. 林福來（1997）：教學思維的發展：整合數學教學知識的教材教法**(1/3)**。行政院國家科學委員會專題研究計劃進度報告。
6. 林福來（1998）：教學思維的發展：整合數學教學知識的教材教法**(2/3)**。行政院國家科學委員會專題研究計劃進度報告。
7. 林福來（1999）：教學思維的發展：整合數學教學知識的教材教法**(3/3)**。行政院國家科學委員會專題研究計劃進度報告。
8. 林福來（2000）：學習教數學的培育、過渡與專業發展**(1/3)**。行政院國家科學委員會專題研究計劃進度報告。

9. 林福來和李源順（1999）：數學診斷教學能力的培育。出自林福來：教學思維的發展：整合數學教學知識的教材教法(3/3)。行政院國家科學委員會專題研究計劃進度報告。
10. 林福來和張淑玲（2000）：實習學校對實習教師的學習之衝擊。出自林福來：學習教數學的培育、過渡與專業發展(1/3)。行政院國家科學委員會專題研究計劃進度報告。
11. 林福來和鄭英豪（2000）：實習教師在教學衝擊中的調適與學習。出自林福來：學習教數學的培育、過渡與專業發展(1/3)。行政院國家科學委員會專題研究計劃進度報告。
12. 林福來、郭汾派和林光賢（1995）：比例推理的迷思概念診斷與補救。科學教育研討會論文彙編，115-138。台北市：台灣師範大學理學院。
13. 張春興（1991）：張氏心理學辭典。台北市：台灣東華書局股份有限公司。
14. 張維玲（1996）：反省取向的師資培育學程研究。台北市：國立台灣師範大學教育研究所博士論文（未出版）。
15. 鄭英豪（2000）：學生教師數學教學概念的學習：以「概念啟蒙例」的教學概念為例。台北市：國立台灣師範大學博士論文（未出版）。
16. 饒見維（1996）：教師專業發展 – 理論與實務。台北市：五南圖書出版有限公司。
17. Bell, A. W. (1989). Teaching for the test. The Times Educational Supplement. *Outlines the Shell Centre's research into diagnostic teaching methods*.
18. Bell, A. W. (1992). Diagnostic teaching. *Selected lectures from the 7th international Congress on Mathematical Education*, 19-34.
19. Bell, A. W. (1994). Some experiments in diagnostic teaching. *Educational Studies in Mathematics, 24(1)*, 115-137.
20. Bell, A. W., Costello, J., & Kuchemann, D. (1985). *Research on learning and teaching*, N.F.E.R.–Nelson.
21. Booth, L. R. (1984). Algebra ： *Children's strategies and error*. Berkshire: N.F.E.R. Nelson.
22. Case, R. (1978). The developmentally based theory and technology of instruction. *Review of Educational Research*, *48(3)*, 439-463.
23. Castle, K., & Aichele, D. B. (1994). Professional development and teacher autonomy. In D. B. Aichele, & A. F. Coxford (Eds.), *Professional development for teacher of mathematics: 1994 Yearbook* (pp.1-9). New York: Macmillan Publishing Company.
24. Cooney, T. (1994). Research and teacher education: In search of common ground. *Journal for Research in Mathematics Education*, *25*, 608-636.
25. Cooney, T. (1999). Considering the paradoxes, perils, and purposes of conceptualizing teacher development. In F. L. Lin (Ed.). *Proceedings of the 1999 International Conference of Mathematics Teacher Education* (pp.1-33). Department of Mathematics, National Taiwan Normal University. Taipei, Taiwan.
26. Cornu, B. (1996). *Training today the teacher of tomorrow*. Unplished.
27. Denny, M. (1998). *Student-teachers' professional development*. Unpublished.
28. Fennema, E., & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.147-162). New York: Macmillan Publishing Company.
29. Hart, K. M. (1984). *Ratio: Children's strategies and errors*. Berkshire: N.F.E.R. Nelson.
30. Jaworski, B. (1999). Development mathematics teaching: teachers, teacher-educator and research-

ers as co-learners. In Lin, F.L. (Ed.). *Proceedings of the 1999 International Con-ference of Mathematics Teacher Education* (pp.226-261). Department of Mathematics, National Taiwan Normal University. Taipei, Taiwan.

31. Knowles, J. G. (1995). Life-history accounts as mirrors: A practical avenue for the con-ceptualization of reflection in teacher education. In J. Calderhead, & P. Gates (1995). *Conceptualizing reflection in teacher development* (pp.70-92). London: The Falmer Press.
32. Koehler, M. S., & Grouws, D. A. (1992). Mathematics teaching practices and their effects. In D. A. Grouws (Ed.) (1992). *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.115-126). New York: Macmillan Publishing Company.
33. Learman, S. (2001). A review of research perspectives on mathematics teacher education. In F. L. Lin & T. Cooney (Ed.) (2001). *Making sense of mathematics teacher education, Chapter 2* (pp.33-52.). Boston: Kluwer Academic Publish.
34. Mason, J. (1998). Enabling teachers to be real teachers: Necessary levels of awareness and structure of attention. *Journal of Mathematics Teachers Education*, *1(3)*, 243-267.
35. NCTM (1990). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. New York: Macmillan Publishing Company.
36. Onslow, B. A. (1986). *Overcoming conceptual obstacles concerning rates: Design and implementation of a diagnostic teaching unit*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Nottingham, Nottingham.
37. Piaget. (1965). *The moral judgment of child*. New York: Free Press.
38. Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, *57(1)*, 1-22.
39. Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioners: How professionals think in action*. New York: Basic Books, Inc.
40. SLO/NVORWO (1994). *Standards for primary mathematics teacher education*. Utrecht: Freudenthal Institute.
41. Tirosh, D. & Stavy, R. (1999). The intuitive rules theory and in-service teacher education. In F. L. Lin (Ed.) (1999). *Proceedings of the 1999 International Conference of Mathematics Teacher Education* (pp.205-225). Department of Mathematics National Taiwan Normal University. Taipei, Taiwan.
42. Vygotsky, L. (edited by A. Kozulin) (1996). *Thought and language*. Cambridge: MIT Press.

The Learning of a Probationary Teacher: Growth in the Interaction of Motives, Identities, and Reflections

Yuan-Shun Lee[1] and Fou-Lai Lin[2]

[1]Department of Mathematics and Computer Science Education, Taipei Municipal Teachers College

[2]Department of Mathematics, National Taiwan Normal University

Abstract

Setting the probationary school as base of the community of practice, this paper intended to explore the relations of motives, social identities, reflections and pedagogical content knowledge (PCK) of a probationary teacher. This is a case study. Our interpretations are based on the data collected from classroom observing and regularly interviewing this probationary teacher, interviewing his mentor teacher, analyzing his probationary reports, teaching journal and his students' feed-back questionnaire. We observed that the probationary teacher has very strong motives in learning to teach. However, his intention of teaching diagnostically was defeated by his relatively weak PCK and easily impacted by the traditional instruction approach at the beginning stage of his probation. His social identity within the community of practice is heteronomous. He was not able to practice intentionally at this early stage. Gradually, he suffered in his classroom by the ignorance of his students to his instruction and awared that his teaching must have crucial problems. His strong intrinsic motives lead him to search for learning opportunities within the community. He was able to observed many lively mathematics classrooms which are identified by his survey and asked for permissions. He also created a weekly regular tutoring lesson for his students. His PCK was growing under those actively learning activities. A diagnostic teaching approach has been observed during his tutoring lesson. Based on our data, we reviewed the model of learning to teach of this probationary teacher. Within the context of practice, the autonomous identity and the heteronymous identity of a teacher will be pressing each other, the intrinsic and extrinsic motives of a teacher are compatible, and the quality of a teacher' reflections is extending. The growth of this teachers' PCK was resulted by the interactions of his motives of learning, his social identities and the quality improving of his reflections.

Key words: Reflections, Social identities, Professional development, Learning to teach, Motives.