

數學專家教師的專業發展可複製性分析

李源順

台北市立師範學院數學資訊教育學系

(投稿日期：93年12月10日；修正日期：93年12月22日；接受日期：93年12月25日)

摘 要

Lerman(2001)探討數學教師教育研究文獻後，發現仍缺乏關於數學教師專業成長的一般性學習理論。他認為已經發展得較良好的兒童學習理論不適合做為教師學習數學教學的理論。為了建構符合我國教師學習數學教學的理論，本文的研究目的在探究一位國小數學專家教師的專業發展歷程中可以複製的知能，做為建構教師專業成長學習理論的基石。研究方法主要採歷史研究法，除了訪談專家教師並拍攝其教學實作之外，還觀察專家教師在公共場合的言行，訪談一、二十年來和專家教師共處的相關人士。信度和效度主要以上述資料做為三角校正的依據，此外訪談與教學轉錄原案也經過專家教師的確認。研究發現，專家教師的成長歷程是從察覺期 -- 察覺教學問題，到建築檢驗期 -- 建築與檢驗教學理論，到實踐期 -- 實踐教學理論，最後到達優選期 -- 能運用多元優選教學策略。探究專家教師專業發展歷程中可以複製的知能發現，察覺教學問題的知能在一般脈絡下即可複製，建築檢驗與實踐教學理論的知能需在理論與實務能來來回回的脈絡下方可複製，多元優選教學理論的知能需在能進行批判性反思的脈絡下方可複製。

關鍵字：專家教師、成長歷程、多元優選教學理論

前 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。

為了探究教師的一般性學習理論，林福來的研究群從 1997 年開始進行一系列有計劃性的研究。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知能，以及營造數學感教學實作的知能。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。

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，李源順和林福來(2003)針對一位實習教師的個案研究發現，專家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。

除了了解在職教師、學生教師、以及實習教師的學習數學教學歷程之外，研究群認為了解專家教師的教學實作表現，以及成長歷程，可以幫助我們“看到”教師學習數學教學的歷程與良好教學的遠景，做為建構數學教師專業成長學習理論的基礎。

本文即在探討一位專家教師的專業發展歷程，進而從她的專業發展歷程解析可複製的教師專業發展知能，做為建構教師學習數學教學理論的基礎。由於篇幅所限，專家教師的教學實務表現參見李源順(2004)發表的「國小數學專家教師在教學實務中的角色」。

一、文獻探討

在進行研究之前，我們有必要先從文獻中探討有關數學專家教師的成長歷程，了解目前相關研究的進展，進而提出未來的研究方向。

(一)、專家教師的選取

爲了了解專家數學教師所扮演的角色，探究什麼是好的教學，一些學者從學校中找尋學有專精的專家教師進行研究，這些專家教師通常是依據學生的學習成就、客觀專業人士或團體認定等標準選定。例如 Leinhardt(1986, 1989)所研究的專家教師是從研究地區中，列出在五年內至少有三年，學生的進步分數是全地區前 15%的任教教師，之後再從這些教師中，選取學生最近的成就是前 20%的任教教師做爲選取對象的母群體。Ropo(1987) 所研究的專家教師是在大學教師訓練學校選取三位有 5 到 15 年教學經驗的專家教師。澳洲的科學和數學教育典範教學(Exemplary Practice in Science and Mathematics Education, EPSME) 研究計劃(Tobin & Fraser, 1988, 1990)的研究重點在刻劃足以做爲榜樣的科學和數學教學，他們所選取的典範教師(exemplary teacher)是由學校教師、教育部督學、以及第三團體的人員，提出他們所認爲傑出的教師，這些教師也要經過其他不同群體的認同。Mitchell & Williams(1993) 所研究的專家教師則是從一個大都市／市郊學區的中學數學教師當中選取有豐富的教學經驗，很高的學歷，同時由督學和第三者的觀察確認堪稱爲專家的教師。

(二)、教師的專業發展階段

在教學過程中，專家教師所扮演角色的探究，能讓我們清楚什麼是好的教學。同時，對教師專業發展階段或者成長歷程的探究，可以讓我們了解專業成長的歷程，讓我們的教師在成長的道路上有較爲清晰的景像可以依循。

Denny(unpress)針對在 the University of East Anglia 唸教育碩士證照(Postgraduate Certificate of Education, PGCE)的學生教師進行學生教師專業發展的研究。他在 1995/6 年問卷調查 28 位科學和 12 位數學學生教師，訪談 4 位科學學生教師；1996/7 年問卷調查 10 位科學和 8 位英文學生教師，訪談 3 位科學學生教師。此外，還針對 30 位科學和 15 位數學學生教師進行兩次相同問卷的調查。結果發現，學生教師的專業發展呈現五個階段：通過入學測驗，初期的理想主義，陷入問題之中，找到解決的方法，成爲一位好老師。

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，讓李源順和二位任教十年以上的資深數學教師利用課餘時間討論與解決自己教學實務上所碰到的問題，進而探究教師的專業發展。研究發現，數學教師的教學方式有階段性的改變。參與教師從在互動前偏向使用講述教學法的單一教學取向。在三年的互動過程中，他們開啓了多元教學取向的新頁。促使他們改變的關鍵是參與教師因爲關心學生的需求和考量學生的學習問題，而在互動後兩個月開始第一階段的嘗試多種教學策略。經過些許的取捨之後，在第一年末開啓了第二階段的改變，他們在教學上持續地使用多種教學策略。到了第三年開始和年末，由於兩位參與教師對多種教學策略的實行缺少信心，而分別出現不安現象，導致第三階段的改變，他們轉趨保守使用多種教學策略。綜觀參與教師的教學方式，都尚未到達專家教師能在不同教學脈絡下，評估各種教學法對學生學習的優劣，而使用適當教學策略的多元優選教學取向。

林文生和鄔瑞香(2002)描述鄔老師從傳統教學的教師，蛻變成知識建構論的實踐教育家的過程。在 1983 年前這位鄔老師的教學是一位傳統的教師，她的教學主要在傳授數學知識。1984-1987 年是鄔老師的蛻變期，她在因緣際會之下參加了台北市數學科輔導團，同時擔

任一位教師的研究助理，使她有機會發現以前教學法的問題，進而尋求新的教學法。1988-1989 年是她的萌芽期，她時常參加研討會，受到 Skemp 思想的影響，也認同建構主義的思潮，再加上一位小時候她認為程度非常好的學生，長大後跟她說(鄔瑞香，2002)：「老師以前教的數學都聽不懂，我們都用背的」，到了高中「很慘，背不來」而放棄數學。這件事讓她察覺當年的名師，也不過是個假象罷了。至此，她真正改變她的教學，希望從遊戲中讓學生學到數學。1990-1994 年是她的成長期，她開始選擇一個班級進行教學實驗，嘗試新的教學法的實驗。此時，雖然她的教學以學生為中心一時無法顧及學生的學習品質，但是她仍然受到板橋教師研習會數學小組的支持。1994 年以後是她的成熟期，此時，她已經清楚地掌握教學的情境，並且可以引發學生的學習興趣，同時兼顧教學品質。

此外，一些學者從教師專業發展階段的觀點來看教師的專業發展，發現教師經過一段時間的專業成長之後，便不再進步，甚至出現衰退的現象，顯示教師專業素質仍有可提升的空間。高華強(1988)，蔡碧璉(1995)(引自饒見維，1996)等學者所提出的教師發展階段發現教師在經過一段時間的專業成長之後，都有穩定停滯期和生涯低盪期出現。王秋絨(1991，引自饒見維，1996) 更指出合格教師在經過新生期、平淡期之後即進入厭倦期至教師退休為止。國外學者 Fessler(1985)對教師的專業發展階段也有類似的見解。依王秋絨(1991，引自饒見維，1996)的見解，多數教師的專業發展之所以停頓，甚至走下坡，主要是因為他們對教學教材非常熟悉，需要對學校進行行政支援，學生的表現不如以往，或者社會的變遷等因素，導致教師對教學產生倦怠感。

文獻探討發現，Denny(unpress)的教師專業發展最後階段為成為好老師，林文生和鄔瑞香(2002)的研究發現教師專業發展最後階段是到達成熟期。李源順和林福來(1998，2000)則是從教學取向的觀點，認為專家教師的教學應達到多元優選的教學取向。由於上述文獻都是針對個案所做的研究，個案數所限，而且都沒對教師專業發展的知能進行可複製分析。因此，想要清楚的描述數學教師學習教學的理論，我們應持續對個案專家教師的成長歷程進行探究，並且對其知能進行可複製性分析，使一般教師了解如何進行專業發展。

二、研究目的與問題

本研究目的在探究個案專家教師的專業發展歷程，進而對專家教師的專業發展做可複製性分析，做為建構教師專業成長學習理論的基石。相對於本研究目的，本研究所要探討的問題是：

- 專家教師的專業發展歷程為何。
- 教師專業發展的知能在什麼脈絡下可以複製。

三、研究方法

本研究採歷史研究法。我們主要針對專家教師進行訪談，了解其專業發展歷程之外，也訪談當時和專家教師共事一、二十年的相關學者和教師，了解專家教師當年的狀況。此外，為了確認專家教師現今所處的狀況，我們也對個案專家教師進行教學錄影、收集教學計劃、以及在觀察專家教師在相關教育場合的言行。

在專家教師的訪談部份，我們於九十年十一月二十九日訪談專家教師約三小時，主要在了解

專家教師專業發展歷程的相關事宜。此外，我們在九十一年十一月二十二日也觀察錄音專家教師在台北市國民小學輔導團的發言。

專家教師成長歷程中，當年與專家教師共事的兩位學者和教師的訪談方面，則於九十三年四月二十五、二十六日分別進行訪談，主要在確認專家教師當年的狀況。

在專家教師的現況了解方面，主要對其教學進行錄影。我們認為相對於一個已經經營很久的班級，一個新經營的班級，學生的常規才要開始建立，學生和教師的互動默契才要開始培養。此時我們更容易觀察到專家教師如何創造一個支持教與學的環境，如何確定教學目標並選擇或創造題材幫助達成此目標，如何鼓勵和經營班級討論讓學生和教師清楚的知道正在學些什麼，以及如何分析學生的學習、教材和學習環境以便進一步的做教學決策。因此，我們特地要求專家教師從她的學校中找尋一個她從未教過的班級於九十年十一月二十二日及十二月十三日進行四節「面積」單元的教學，然後從她的教學過程中探討相關的問題。當然，這個班級的選擇完全由專家教師自主挑選，所教授的單元也是她自行決定。

本研究的信度和效度採三角校正法。除了對專家教師所拍的教學帶與訪談資料，經過原案轉錄後，讓專家教師確認之外，同時也對專家教師的教學、訪談內容、言行觀察、教學計劃以及相關學者和教師的訪談相互檢驗。

本研究所選取的專家教師的規準是和文獻所提類似，是依多位客觀專業人士認定推薦且獲得師鐸獎的教師。個案專家教師於六十八年自某師專畢業以後，即服務於台北市某國小。七十四年暑假獲學校推薦參加教育部主持的CAI研習營，之後借調到台師大進行CAI課程設計。期間獲得大學教授的肯定，所以七十七學年度接受A教授的邀請參與其國科會研究計劃。七十九至八十一年借調到板橋教師研習會，參與八二年版課程標準的修訂，之後也參與國編本課程編著。八十二年起至今仍長年參與台北市國民小學數學科輔導團為小學教師輔導數學教學。八十九年參與九年一貫數學領域課程能力指標的編訂。她於八十九學年度獲得師鐸獎的資深國小教師，九十學年度榮升為國小校長。同時也是多位數學教育學者推薦足以做為數學教師的榜樣(20011129訪談，20040426訪談)。

在學術進修方面，專家教師自借調板橋教師研習會後，便開始參加數學教育相關的研討會，參加的次數無法精確計數。她在七十八年到八十一年回師院特教系完成大學學位，八十六年考上國民教育研究所攻讀學校行政碩士班，八十八年考上數理研究所後放棄修讀學校行政，改為研究數學教育(20011129訪談)。

由於專家教師的專業知能受到學者及學校同仁的肯定，在校方和同仁的要求下，專家教師於八十七學年度在學校內主持了學校本位教師成長的數學科教學研討會，期望藉由這個研討會提升大家的數學教學專業知能。在研討過程中，學校同仁的數學內容新知，對學生的數學學習認知，以及數學教學方法都有進展，同時也得知如何排除教學的外在困擾因素(蕭靜宜，1999)。

四、結果分析

本節旨在分析專家教師的專業發展歷程，進而探求數學教師專業發展的可複製性知能，做為建構數學教師學習數學教學理論的基礎。

(一)、專業發展歷程

從我們對專家教師的訪談，學者對她的研究資料以及第三者的訪談資料分析，發現專家教師的專業發展很適合利用 Skemp(1983)的建築與檢驗學習模式來詮釋。專家教師從生手教師到成為專家教師經驗了對數學教與學的建築與檢驗的學習歷程：從生手教師時的察覺教學問題，進而開始建築教學理論，然後在實作的過程中檢驗教學理論，最後到達多元優選的階段。

Skemp(1983)提出六種建築與檢驗的學習新的教學理論模式，以詮釋教師應如何在學校內進行專業發展。在他的模式中重視教師與學生、教師和我們之間的互動。他認為教師應從觀察學生、傾聽學生的談話中得到實際經驗(建築方式 1)，然後將這些資訊與老師們溝通，並與教學理論做連結(建築方式 2)，使教師自己對教學理論有更深一層的體認(建築方式 3)。當老師從實際經驗中體驗教學理論的同時，他可以用預測如何進行教學才是最有效的方式來檢驗教學理論(檢驗方式 1)，使其對學生的觀察更具敏感性與洞察力，而能掌握有意義的現象。教師也必須和同事及研究人員討論做進一步的確認教學理論(檢驗方式 2)，同時透過反思來檢驗自己所整理的資料是否與所知的理論一致(檢驗方式 3)，使自己對教學理論有更深一層的體認。

Skemp(1983)的建築與檢驗教學理論模式，並沒有提到教師開始建築他們的教學理論之前的情形。我們發現，研究個案對教學問題的察覺非常敏銳。因此，我們在 Skemp(1983)的理論中加入了教師察覺教學問題的察覺階段。

我們發現，當教師經由建築與檢驗的過程而建構出更合宜的教學理論時，她又開始另一次新的建築與檢驗教學理論循環模式。教師就在這種循環模式中進行持續的專業發展。同時，教師也能因地制宜，在不同的教學脈絡下運用恰當的教學理論，進而達到所謂多元優選的階段(李源順和林福來，1998，2000)。因此，我們將 Skemp(1983)的理論加以擴充，加入優選的階段。

1、察覺期 – 察覺教學問題

當一位教師能在教學前、中、後或者和同事、學者互動的過程中，能反思發現教學上已發生或可能發生的問題，我們稱之為教師能察覺教學問題。研究發現，專家教師在正式進入職場初期即有察覺教學問題的敏感性。學者說：「她當年好像時常提問一些教學上的問題」(20040426 他訪)，因此研究者確認她正處於察覺教學問題的察覺期。

從訪談得知，她前幾年的教學教得不是令人滿意，她的成長環境只有模仿隔壁教師如何出作業，或者從教學指引了解如何進行教學。她教書的前幾年都是教高年級，「第一年是最慌亂的時候，不知道怎麼教」，「我印象很深刻，有一些問題你好像很難用算術的方式，來教導他們，所以以前用代數法把算術算出來，再想盡辦法用算術。或者發現那個學生，…你可以感覺他蠻聰明，老師(我)不會，會請他上來教小朋友，反而，他講好像小朋友會比較容易了解」。她說她「第一個學習的，大概就是教室附近的老師，他出什麼作業，非常多的這方面的學習，大概都從模仿同事來的。」後來教中年級的時候，她「會先去看一下教學指引，就是教學前，唯一會讓我覺得要怎麼教的是教學指引」(20011129 訪談)。

因為沒有良好的教師成長環境，教學過程中，雖然她察覺到許多的教學問題，但無法解決這些教學問題，只能用口訣的方式進教學，而無法讓學童關係性的了解。例如，她察覺「你

教兩位數乘法，你就發現你的學生，他的十位要乘個位的時候，下面乘上去，他就寫在個位。…也許以前我們不知道那叫錯誤類型，你只是覺得好怪喔，班上四五個小朋友都錯一樣的。你就想辦法再教他，你可能不知道怎麼教它。嘗試說，那個十位要對在十位下面，可是你還是會覺得，你好像會覺得你還是沒把他教會。」再如，「我教除法的例子，我最痛苦的就是，我告訴學生說，十五個糖果每包三個可以分成幾包（包含除）？寫成十五除以三。如果題目是說，十五個糖果平分三個人每個人可以拿到幾個（等分除）？式子也是寫十五除以三。…因為我對他們的解釋就是，你看十五個糖果平分給三個人，所以寫十五除以三等於五。那時候我就產生一個疑問在我的心裡說，對啊，學生一定會覺得很奇怪，爲什麼，一包三個要寫除以三，平分給三個人也要寫除以三，明明就是不一樣東西都要除以三，對除以三的了解會是怎麼樣的？」對於她所察覺的教學問題，她發現「指引也沒有寫的那麼清楚，…所以我也覺得，學生可能想，最近教的都這樣，他就看一看，大的除以小的就好了」（20011129 訪談）。

專家教師認爲已經察覺教學問題的老師不是不想解決教學問題，而是他不曉得要找誰來協助他解決教學問題。她說：「不是(老師)不想成長，他們也不知道有怎樣的途徑跟方式，他們可能現在教學中也有很多的問題，他可能問隔壁老師，也不能得解，那他怎麼辦？他怎麼樣去解惑？只能這樣的方式。有很多老師，他不曉得他要問誰，反正就這樣，學生也教會了，他認爲會了。」(20011129 訪談)

2、建築檢驗期 – 建築與檢驗教學理論

一位教師經由各種途徑認知到某一教學理論，並且在自己教學或者他人教學的場合中嘗試驗證此一教學理論，使自己信服此一教學理論，此時稱爲他在建築與檢驗教學理論。當教師自己信服此一教學理論以後，他在自己的教學過程中實行教學理論，此時稱爲他在實踐教學理論。研究發現，專家教師「她早年就曾參加CAI計劃、國科會計劃、課程編著，她那時候從XX身上學到許多的教學理論(20040426他訪)」。當她認知教學理論以後，她試圖從他人或自己的教學試驗中，理解教學理論，使自己信服。在此時期，專家教師並未歸建到原任教學校，使她有機會將所信服的教學理論運用於實際教學之中。因此，研究者確認她正處於建築與檢驗教學理論的建築檢驗期。

民國七十四年，她接受教育部的CAI訓練之後，借調到台師大進行CAI軟體設計，讓她有時常進行社會性反思的機會(和社會人士互動過程中進行反思 -- 李源順和林福來，1998, 2000, 2003)，讓她時常進行自我性反思(不和他人互動時的反思)以便建築教學理論的新頁。她認知到教學是要照顧到教材、學生和教法三個重要元素：學童在什麼問題下會有什麼樣的反應，此時教師應如何處理。她說：「做CAI的設計，那時候有遊戲式、模擬式、教導式…，你一開始要做課程設計…，我給一個什麼樣的問題，下面學生可能會怎麼反應，反應之後，我要走那一個路徑，走到那裡，你每一個路徑都要學習去想…。大概是那時候，我也想去探索、去了解一下，A教授說你可以回去試試看。我就去做。」同時，在設計CAI和參加A教授國科會計劃的過程中，A教授給與她學習如何教學推理與論證的機會。她說：「我們每個禮拜都會開會，一次可能是一整天還是一個下午…。以前我們都會覺得教授是威權，高高在上，因為A教授的態度不會讓你覺得說他高高在上，大家的地位都是比較平等的…。他不會要你一直聽他講話，他會逼你講話。你每次上場，第一個你要把你自己要說的事情講清楚，你沒有講清楚，你會被K。所謂被K是說，你沒有想清楚，應該怎麼樣。所以我想，在那個過程中，你會覺得說，你可以講，講錯話，對錯沒什麼太大的關係。所以你就會講話，你不得不講，可能要報告之前，你要說服自己，你

要講得有道理。」(20011129 訪談)

七十九年開始借調到板橋教師研習會參與課程綱要的修訂時期，對專家教師而言，是成長最大的時期，她開始建築檢驗教學相關理論。經由教授們的引介，她認知了一些教學理論，也從教授的教學實驗過程中，她進一步理解這些教學理論，在自我性反思和社會性反思的循環過程中，她對教學理論有了進一步的體會。她說：「借調板橋研習會那三年，又是另外一個更大的成長…。那時候，我們在修課程標準，1989年的standards的解題、溝通、連結的理論就進來。還有，B教授就提到建構的理念，那對我們所有的老師來說，就是聽不懂，真的聽不懂他在講什麼。例如說，…他所謂乘法概念，是到非常抽象的那個地方。那我們以前會認為你給他一個問題，一輛計程車有四個輪子，五輛有幾個輪子？他會解就懂了嘛，這不就叫有概念了嗎？他是說，他在具體活動階段，…最典型就是先有積木，就拿一塊布蓋起來，讓他回想，他剛剛做什麼事情。…我以前跟B教授談話(我)會問，真的這樣嗎？又有一次他教學，…他先讓學生操作，好像是除法問題。拿具體物給小朋友分，大家都分好。接著他就用神奇的布把它蓋上去，然後說：『說說看你剛剛怎麼算的』，讓小朋友去回想。我印象很深刻，有一些小朋友沒看到東西就會很難過。…(因為)手不能碰，(有些小朋友)用竹子什麼諸如此類，間接碰，他說我沒有用手碰，可是我用別的東西碰總可以了吧。就是說，他以前會告訴我們，有的孩子他具體會，當你讓他不操作，他不一定會。那我們真的在那個環境下看到這樣的情況，所以漸漸才會開始去了解，那個階段，從操作，到表徵，到抽象，那個階段漸漸的產生。…漸漸的掌握一些原則，具體活動、表徵活動、抽象活動。」「課程標準的那一句話：讓孩子主動的從自己的經驗中建構知識。這句話我都背得起來。那大家就有開始有那個建構的味道進來了。

可是說真的，大家不知道那個東西怎麼教。」(20011129 訪談)

專家教師在編寫教科書的過程中，也隨時在自我性反思和社會性反思的循環過程中建築教學理論，以及訓練自己提問問題與解決問題的解題性反思歷程(李源順和林福來，2003)。她說：「我問的問題跟我的教學目標有什麼關係，我為什麼要這樣問，我問了這個問題之後學生可能有什麼反應，我可能會怎麼處理的」，這樣的反思歷程，奠定了她實踐教學的基礎。她說：「其實你要去參與編寫，才会有收穫。譬如說B教授會把認識二十以內的數，分成好幾個活動目標。他們是負責把活動目標寫出來。然後我們開始要嘗試了解你的目標寫的是什麼，因為你要了解這個目標是什麼，回去你才能轉換這個教學理念。他的語言，有時候寫下來，真的是不太看得懂。你要嘗試去了解。因為我們討論的時候，是一個小組一起參與討論。但是整個在這個地方的成長，我覺得是開始去透過教學活動開始去了解說，你教學的時候必須去照顧到，一個孩子的想法。以前我們的教學，大概是從老師的角度去想。那在這幾年的發展過程中，因為你自己開始要思考，對教學的看法轉變。那樣的轉變，不是我聽你講一講我明天回到教室就可以轉變過來，所以我們就開始學習問問題。我上課的時候，我進教室，我第一個問題要提出什麼？那我為什麼要做這個決定？跟我的教學目標有什麼關係，然後我問了這個問題之後，學生會有什麼反應？可能有那些反應，對那些可能的反應，你可能會怎麼處理？那接下來，問的第二問題是什麼？跟你要教的概念的關係是什麼？(20011129 訪談，20021122 觀察)」

教授們所帶進來的教學理論，對專家教師而言是一個全新、從沒有接觸過的理論，她們在撰寫課程綱要和編寫教科書期間也沒有太多的實務經驗，因此必需在借調期間，持續進行一些教學實驗來檢驗這些教學理論與教科書所設計的教案，說服自己相信這些教學理論以及教案上的程序。她說：「在前一段的課程設計的時候，我們有一些教學的嘗試，…我記得我們好像要做一個彎曲物跟直線物的比較活動嘛！那我們就問小朋友現在那一條線比較長。他會說一樣長，然後你把它拉長，然後就說那現在呢？是這一條比較長。當然我們也作很多這樣子就是端點不同的、端點相同的跟彎點跟直的。然後你就說為什麼，

他就說沒有啊！它這麼長，它就這麼長。然後你又再把它縮回來，跟剛剛第一個狀態一樣，那現在呢？那一條線比較長？他說一樣長。我的印象很深刻喔！大概幼稚園小朋友一二年級，對這樣子一個長的保留性，居然還是。…有一些(教學理論)是從研究(文獻)出來的。…什麼正整數數詞序列，序列運思、累進運思、部份整體運思。他提這些名詞，我們真的都是聽不懂。…有一次我跟我六歲的小孩，一天晚上睡覺起來，做了一段錄音。那為什麼我會錄他呢？是因為我們要寫課程嘛，那小孩子怎麼想的？我又沒地方找小孩子，所以我的小孩子就常常被我問喔。他很小三歲就被我問了：5個跟3個那個多，諸如此類的問題。因為我就想，C教授說這小孩子這樣想，這樣想。其實有時候就會想，真的嗎？有時候就會回去問問小孩子，耶，有時候是小孩子真的這樣想，你就會覺得比較說服一點。…(對於建構式的教學)我們開始才去學習說那那個東西是怎麼教。在教學上跟以前，說小朋友拿出什麼來，然後怎麼樣怎麼樣的。引導式的又有點不一樣，是很大的不一樣，所以現在不能引導。所以說有很多老師就覺得我不會教了。…那慢慢慢慢大家才比較知道，喔原來是這樣。那個慢慢也是滿長的。」(20011129 訪談)

3、實踐期 – 實踐教學理論

研究發現，八十二年開始，專家教師歸建回到學校教書，並且成為台北市國民小學輔導團成員。她有絕大部分的時間在她任教的班級內實踐她先前所建築與檢驗的教學理論，研究者稱她正處於實踐教學理論的實踐期。

在實踐之初，因為整個教學方式和以前完全不相同，所以她也不斷的在摸索整個教學流程：「我記得她回學校以後開始做一些教學實驗(20040425 他訪)」。在實踐的過程中，她在學童身上驗證了她們所建築的教學理論。她說：「因為你到輔導團，你還是要教書，那一年因為受到前三年的影響，所以嘗試用這樣子的教法去教書。建構的意義是什麼，我想我也是揣測了好多年，一直在教的過程中，一直在揣測，這個意義是什麼。…第一個要學習的是，你怎麼樣站在一個佈題者或者是引導討論者的角色。因為這個對我而言是一個新的學習，因為你以前可能大多都在教。那現在回去，你可能要開始去問，你要引導，你要嘗試理解學生的講法是什麼，然後你要去引出其他學生的想法。其實這個東西你的孩子在學，你也要學。因為你不小心很快你又跳回去教了。所以，我想第一年，會有一部份是放在所謂社會的互動。…其實到學校去做教學的時候，我是用教學的理念去做教學的。嗯，其實那邊也有很多經驗給我，這真的就是你會看到那個小孩子。就像我們在作課程設計的時候，期望他的表現什麼的。譬如說一年級，我教他加法。我就覺得很有趣，因為你只是問他說，剛才老師從操場上走到了教室來，看到了有一個小朋友在盪鞦韆，有五個小朋友在溜滑梯，當然我會先拿小朋友的圖。因為我覺得那個從具體到表徵到抽象，對我的影響很深。…那有的人就是要具體的表達，有些人，他不畫人，他畫三角形。就是你看到不同的表徵的情形。(20011129 訪談)」

在實踐的過程中，專家教師慢慢的能夠熟練地依據教學理論進行教學，再也不會急於告訴學生答案，也會考量到學生的學習是否充份，因此不急於試圖改變學生的想法。她說：「那有一次，教分數。印象很深刻就是，一條蛋糕平分給6個人，然後每一份是多少啊？小朋友會說六分之一。那麼如果老師吃掉一份。嗯。那剩下多少？那麼學生可能會說六分之五。然後我就指著第二塊，也吃了，那吃了的值是多少？你知道。一開始的時候班上有一些人是說五分之一，然後我們就開始進行討論。有的說對啊，有的說不對啊。這也很有趣，不對的原因是說，你看啊，這還是一塊啊，每一塊都一樣大啊，都是六分之一啊。可是有人就說不對，是五分之一，因為那一塊不見了，吃掉了，沒有了。就是學生

互動了半天，最後班上還是有一位同學堅持是五分之一，怎麼說他就是五分之一，他不能同意那叫六分之一。…如果是以前我們會很急嘛。就是想急著把學生教會。不過現在經過。其實經過像你那樣的訓練以後。其實你會告訴自己。其實你很急也沒有用。因為你很急救了他。你覺得滿足了自己。其實你還是很懷疑學生會不會。(20011129 訪談，20021122 觀察)」

專家教師之所以能順利的實踐她所建築的理論於真實教學之中，主要是因為在舊課程的環境下做了一些修正，她將舊課程中強調練習的時間減少，同時稍微減少學童建構的時間。她說：「…不過那一年比較辛苦的是什麼？它是舊課程。舊課程它有一個地方就是它的那個單元裡面，可能很快的，三節到五節的課，學生就要從具體到抽象。那我們認為其實那麼短的時間，很不容易。…所謂的抽象化就是學生可能看到那個式子他就要他就要運用一個算子或什麼去解。這個時候其實自己會產生衝突。…因為我比較重視的就是孩子的思考，所以我的方法上，當然就是我先提問題，然後我會請小朋友上來發表，看他怎麼想的，就是會有那種互動過程。…那我的方式是調整，因為你在現在的課程架構下，你會放長一點練習的時間。因為我不會太重視孩子不停地在作反覆練習，那我比較重視這個部分，所以我會把時間放在那個概念的地方。所以我教學的時數，一個單元的時數，可能比預設的多一點。還有因為原來教學時數，它是把你考試那一週不算，把很多時間，像開學那一週扣掉，它可能就只有 14 週的教學時數。所以我就會在這個地方去做調整。還有本來要 4 個小時的時間建構，但現在可能會做彈性調整把它變成 3 個小時，稍微縮小一點。(20011129 訪談)」

專家教師之所以能順利的實踐她所建築的理論於真實教學之中，有部份原因是得到學生和家長的正向回饋。「我的學生，有一次，他…謝謝老師。他很懷念老師以前上數學課的樣子。因為是老師你讓我喜歡學數學。我以前不喜歡數學，可是我後來變得喜歡學數學。我說為什麼後來會變得喜歡學數學？他說因為老師你都會讓我們講，讓我覺得，好像我還可以說我的想法。那我想是因為你給了孩子那一個空間，所以他覺得有一種被尊重的那種感覺，就是那一種平等的感覺啦，所以他會喜歡那樣的環境。因為他可以不停的提出他質疑的地方，或者是他不懂的地方等等的。…那家長呢，有一天來告訴我說：老師真的很謝謝你。我記得很清楚，…題目是有一個箱子裡擺了六個球。然後要問這個箱子多長跟寬多少？你知道喔，球徑對小孩子本來就很抽象，那就我去拿金沙巧克力，嘗試跟我們的學生說。嘗試他們理解說那個圖是什麼意思。那學生回去會跟他媽媽說老師(怎樣教)，所以家長還覺得說，老師很感謝你，用什麼樣的方式來幫助我們的孩子了解。(20011129 訪談)」

4、優選期 – 多元優選教學理論

研究發現，專家教師回到教學現場實踐教學理論的一段時間之後，由於她持續參與輔導團工作，使她有機會和教學現場的老師、同儕和教育學者進行社會性互動。在互動過程中，她常碰到教學理論與教學實踐的落差問題，所以需要對兩者進行質疑與批判，進而認知到每一種教學理論主要的目的是讓學童了解，因此在教學過程中，所有的教學方法應適時地運用。同時她也能在實際教學過程中，適時運用教學方法，而達到能多元優選教學方法的優選期(2001122 教學，20011213 教學)(李源順，2004)。

她從參與輔導團觀摩教師的教學，以及和教師們的對話過程中，發現一些理論與實務相左的問題，她開始思考學童建構知識到後來是不是要往社會文化的方向走的問題。她說：「因為我出來(回學校並且成為輔導團團員)以後，那到教學現場，你會看到老師教，你會看到

現場現實的很多問題。那我就會開始質疑說，建構的部分會不會…，因為有社會建構和根本建構，那我就會覺得，其實最後學生還是要走到那種那種文化的地方。那你要學生走到文化的地方，好像後來你也是拉著學生這樣走。這個時候我就在問一個問題。說，我們好像蠻注意學生的經驗，可是困難的地方是，當學生的經驗都出來了後，你要把他拉到這裡的時候，你就覺得好像學生也被你說：請用什麼方法…。『請你用什麼方法』去限制他，然後你去拉著他走。我對這個部份開始產生質疑。換句話說，你所謂建構式教學裡面，其實學生是被制約的。」經過一番的思索之後，她察覺我們最主要是要把學生教懂，而察覺到多元教學取向的適用性。她豁然開朗的說：「我後來會比較站在說，其實你也不要太去care那個(建構)主義是什麼。應該去care的是說，你有沒有去把孩子的概念教懂。只是說你教他概念的過程當中，你是用教的呢？還是用另外一種方式帶進去？還是去觀察他？去給他問題？然後去看到他會的跟不會的。會看到問題是什麼。然後你嘗試想從他了解的地方逐漸去讓他建構那個起始。那至於說有太多的老師在問：什麼時候要背乘法，什麼時候不可以背，什麼時候要作什麼事。所有的老師都問這些問題。你知道嗎，可是這種東西很難給一個固定的時間。那我們當然通常的建議就是說：你對你的學生最了解，你應該知道他在什麼程度，需不需要教算則。(20011129 訪談)」

同時，在教學觀摩的事後檢討過程中，也讓專家教師察覺那些是不好的情境，讓她養成在教學前或教過程中反思教學的適當性問題，甚至進行學理性反思(李源順和林福來，2003)，進而到達多元優選的優選期(20021112 教學，20021122 教學)。她說：「(一條蛋糕平分給6個人，老師吃掉一份，那剩下多少？老師再指著第二塊，說吃掉這一塊，是吃掉幾分之幾。有同學一直強調是吃掉五分之一)這件事之後，我們當然會檢討。為什麼那個孩子會還是一直停留在那個地方。是不是我們的佈題是吃掉？所以這經驗告訴我們說。佈題的時候，可能佈吃掉是不好的環境。那他會覺得吃掉就是沒有，對孩子來講，你吃掉了啊，已經沒有了啊。…我們現在教學，我不會做很詳細的案子，但是我們會去想一遍，我的過程，我要怎麼教，用什麼方法。(20011129 訪談，20040426 他訪)」
「我剛剛拿廣告紙讓學生比較那一張大那一張比較小，就是要製造學生的認知衝突(20021122 教學訪談)」。

專家教師到達能考量教材內容和學生認知，並選用適當教學法的優選教學理論階段也可以從她和輔導團團員的批判性談話中得到驗證。有學者到團演講「解構建構主義」時，她回應說：「我也曾經問過相關的問題，難道我們真的把它(建構主義)編成教科書的時候，所有的兒童真的都可以在這樣的結構下學習嗎？…我認為它不應該變成一套的教材，為什麼？因為學生是變動的。…所以今天假如它(建構主義)可以被實踐的話，它必然有許多的因素跟要素。…今天學生在底下聽，難道學習者就沒有建構嗎？當老師在黑板上講解數學的時候，那我在聽的時候，在我的內部會產生一個運作，我聽懂了，那難道我沒有學會？問題是是不是每一個人都可以在被動的過程中學到一致的知識？不盡然嘛。每一個人產出的東西不見得一樣。(20021122 觀察)」

專家教師到達多元優選教學策略的實作表現，參見前一節。至於專家教師達到優選期主要是來自參加輔導團的自我成長。參加一般的研習和後來考研究所對她而言，幫助反而不大。她說：「考研究所，真的已經沒有很實質上的幫助。…現在的研習，其實對老師的幫助不是很大。(20011129 訪談)」

(二)、教師專業發展知能的可複製性分析

從專家教師的專業展階段發現，她之所以能進行專業發展，主要是她能察覺教學問題，她在

建築與檢驗教學理論之後，能實踐這些教學理論，最後能多元優選教學理論。本節旨在分析教師專業發展的歷程中，察覺教學問題、建築檢驗與實踐教學理論、以及多元優選教學理論這些知能是不是教師專業展成爲專家教師的重要知能，這些重要知能在什麼脈絡下是可以“複製”的，也就是說這些知能在什麼脈絡下是可以被一般教師學習得到或者擁有的。我們期望，教師“擁有”這些可複製的知能以後，便能進行專業發展成爲一位專家教師。

在此，研究者之所以將專家教師專業發展歷程的兩個知能合而爲一——建築與檢驗教學理論，以及實踐教學理論，是因爲專家教師的學習脈絡可以清楚的區分爲二，但是一般在職教師可能無法借調到學術機構，僅能利用在職期間建築理論並且隨時檢驗與實踐教學理論，因此一般教師而言，這兩種知能可能無法明白區分。

1、察覺教學問題的知能是在一般教學脈絡下即可複製

從本研究與李源順和林福來(1998, 2000, 2003)的研究中發現察覺教學問題，是促使教師改善教學，促使教師專業發展的重要知能。因爲一位教師在教學過程中，至少涉及教學目標、課程內容、學生個別差異、以及教學方法的差異，因此不可能不出現教學上的問題，所以假如他沒有辦法察覺到教學上的問題，那他就沒有辦法想到如何解決教學上的問題，他便沒有辦法進行專業發展成爲一位專家教師。

在教學過程中教師察覺教學問題的知能在一般脈絡下即可複製。察覺教學問題這個知能在本研究的個案專家教師身上發現，她本身即有察覺自己教學問題的特質。這個察覺教學問題的知能，在李源順和林福來(1998, 2000, 2003)研究中的資深數學教師和實習教師身上也可以發現。例如，資深教師會察覺他認爲向量很簡單可是學生就是學不會的教學問題；實習教師能察覺到學生說他用銅板畫的圓是圓是因爲銅板是圓的教學問題。因此在教學過程中一般教師即擁有察覺教學問題的知能，只是教師察覺教學問題的敏感性不同而已。本研究的專家教師本身對教學問題的察覺較爲敏銳，而李源順和林福來(1998, 2000, 2003)的研究中的資深數學教師和實習教師對教學問題的覺察較不敏銳。

察覺教學問題的知能若沒有與同事或學者互動會慢慢弱。李源順和林福來(1998, 2000)的研究中，資深教師在教學初期可以察覺教學問題，可是因爲同事之間的互動不良，又沒有機會和學者互動，所以愈來愈難以察覺教學問題，以致專業發展停滯不前。

察覺教學問題的知能可以藉由和同事與學者的互動脈絡而增強。例如，在本研究中，專家教師有機會參與 CAI 研究計劃、國科會研究計劃、和課程編著等，使專家教師在和同事與學者的互動中持續察覺教學問題，增強察覺教學問題的知能。李源順和林福來(1998, 2000, 2003)的研究中，資深教師與實習教師因爲和同事或研究者的互動而察覺學生有 $\sqrt{4} = \pm 2$ 之類的迷思概念，以及如何診斷對行列式求值有迷思概念的學生等教學問題。

2、建築檢驗與實踐教學理論的知能可藉由理論與實務間來來回回的培育來複製

一般教師在察覺教學問題之後，假如沒有教學理論的支持藉以解決教學問題，他只能以自身的教學經驗解答教學問題，甚至無法解決教學問題，此時對學生的幫助有其侷限性，他便無法進行專業發展成爲一位專家教師。在本研究中，專家教師雖然察覺爲何等分除和包含除都可以用除法算式表示的教學問題，但是本身無法做合理解，尋找教學指引又

無所獲，因此只好任由學生自行體會。在李源順和林福來(1998, 2000)的研究中，參與教師察覺學生學不好就是教學效果不好的教學問題，但他沒有一些學理支持他如何解決教學問題，所以他也只能換一個方式試試看，而無法進一步成為專家教師。

想要培育教師建築檢驗與實踐教學理論的知能，若有計劃的進行應可複製。在本研究中，專家教師有機會參與 CAI、國科會、和課程編著等計劃，使她有機會建築檢驗教學理論，讓她回到學校教書時能實踐教學理論，促使她專業發展。但是這些場合所需人數少，一般教師沒有機會參與，因此這些場合對一般教師而言無法複製。

那有什麼方式可以讓一般教師建築檢驗與實踐教學理論呢？一般的教師研習或研討會或者只有同事間的互動不是一個好的學習場域，因為一般的教師研習或研討會大都是學者在台上演講，雖然學者所談的大都是教學理論有時也能舉一些教學實例讓教師建築教學理論，但是絕大部份的時間都是教師在台下聽，教師和學者間的對話性互動很少，同時在講習結束後學者並沒有持續追蹤教學是否能自行檢驗教學理論進而實踐教學理論，因此少有教師能從此一場合中實踐教學理論。有關此事，專家教師在訪談過程中就語重心長的說：「如果你做過調查，或是問卷以後，你就知道現在的研習，其實對老師的幫助，不是很大」(20011129 訪談)。此外，在李源順和林福來(1998, 2000)的研究中，參與教師在同事互動的過程中，雖然從偏向單一教學取向轉變為多元教學取向，但是他們沒有機會與學者互動，沒有機會得知更多的教學理論讓他們在理論與實務之間來來回回的建築檢驗與實踐，因此後來出現了保守使用多元教學策略的情景。

能讓在職教師在教學理論與實務間來來回回的脈絡，例如，一般教師有機會參與的長期工作坊，可以建構教師建築檢驗與實踐教學理論的知能。在訪談過程中，專家教師自身的體會「覺得現在很流行的工作坊，就是討論，再回去實踐，然後再回來，就是來來回回，這樣的歷程，讓他覺得『我今天學會什麼，我去實踐這樣的過程』…，可是這種東西不能用教的，你要自己不斷的體會反省，去感覺，這樣才有可能，他會長大。」(20011129 訪談)。同時，專家教師的成長脈絡雖然不是一般教師能容易擁有的，但她借調到板橋教師研習會參與課程編著，參與輔導等脈絡其實就是一個可以讓她長期在理論與實務間來來回回的脈絡，使她能建築檢驗與實踐教學理論。

此外，研究者正在建構的「數學教師知識庫(<http://www.MTedu.tmtc.edu.tw>)」內置教學理論的靜態資料，許多經過有計劃性剪輯的動態教學案例(同時配置了與教學理論相關的關鍵字)，以及可供教師討論教學問題的交流園地，也應該是一般教師能建築檢驗與實踐教學理論的合適脈絡。研究者(李源順, 2002)的研究發現，職前教師(有些已是實習教師)在利用知識庫學習數學教學之初，無法從他們在師資培育機構所學的理论檢視教學實務，可是經過一段時間的培育之後，他們已可以從理論的向度評論他們所看的教學案例和自行觀摩的教學實務。職前教師已開始建築他們的教學理論，可惜的是職前教師無法持續的進行實務教學，讓他們有機會檢驗與實踐教學理論。因此研究者正計劃利用此一知識庫做為鄉村教師建築檢驗與實踐教學理論的場域，期望他們能在理論與實務之間來來回回建築檢驗與實踐教學理論，促進他們的專業發展。

3、多元優選教學理論的知能主要藉由教師對教學理論的批判來複製

長期工作坊之類的脈絡，可以讓教師和同事與學者對話，來來回回建築檢驗與實踐教學理論，假如這位教師不能進一步對教學理論進行批判，那他會以為這個教學理論是最好的，因而忽視了教材內容差異、學生個別差異、與教學法適用性等問題，致使教師無法進一步成長成為專家教師。最近外界普遍使用的語言“建構式教學”或“建構式教學法”就

是有些教師認同建構主義的理念，但不去批判它的適用性或內涵，便致力推行。導致有些老師只學到建構主義理念的表象而一味的要求把學習的過程給明白的呈現出來，甚至連乘法直式算則之類的程序性知識問題，也把它當成概念性知識來教，最後終於受到社會人士的嚴厲挑戰。李源順和林福來(1998, 2000)研究中的參與教師也因為無法進一步對多元教學策略的適用性進行批判，致使參與教師慢慢的保守使用多元教學策略。

多元優選教學理論的知能主要靠教師對教學理論的批判來複製。在研究中，專家教師就是在實踐教學理論的過程中能進一步對教學理論進行批判：「我就會開始質疑，…因為有社會建構和根本建構，…我們好像蠻注意學生的經驗，…其實學生是被制約的。」「今天學生在底下聽，難道學習者就沒有建構嗎？」進而思考「我要教什麼，…，學生有什麼反應，我要怎麼教，用什麼方法。」因而體認理論的適用性養成多元優選教學理論的知能。此外，研究者認為每個教師都有他的教學特質，例如，有些教師精熟於科技運用於數學教學，有些教師善於將遊戲融入數學教學，這些特質不是每個人可以在短時間內精熟，因此研究者相信一般教師不可能精熟所有教學策略，同時教學的藝術就在於各個教師都有他的特點。因此，每位教師同樣的教學內容下，面對的學生個別差異也會不同，某一教學策略對 A 教師的班級而言非常適用，對 B 教師的班級就不見得恰當。所以研究者相信一般教師在實踐他的教學理論的同時，也要養成對教學理論的理性批判，才能了解教學理論對自己的適用性，對學生的適當性，此時才能成爲一位專家教師。

五、結論與啟示

本節主要在反思本研究過程中，專家教師的教學實作表現、專業發展歷程與可複製性的知能，希望從中提取有助於了解數學教師的學習理論。

(一)、結論

從專家教師的專業發展歷程分析發現她是從察覺期到建築檢驗期，到達實踐期，最後到優選期。從教師專業發展知能的可複製性分析發現，一般教師即擁有察覺教學問題的知能，但需進行長期的社會性互動才能培育建築檢驗與實踐教學理論的知能，同時教師需深入的自我性反思批判各種教學理論的適用性，才能培育多元優選教學理論的知能。

1、專家教師的專業發展歷程有其階段性

專家教師之所以能扮演稱職的專家教師的角色，是因為她的成長歷程從察覺期 -- 察覺教學問題，到建築檢驗期 -- 建築與檢驗教學理論，進而到達實踐期 -- 實踐教學理論，最後到達能運用多元優選教學策略的優選期。她一開始到學校任教，便能察覺一些教學上的問題，但是她無法從教師手冊或者學校同事中得到解答。此後有機會參與 CAI 教學軟體設計，參與 A 教授的國科會研究計劃，並借調到板橋教師研習會，參與八二年版課程標準的修訂，以及國編本的課程設計，使她能建築數學教學的相關學理，進行小規模的教學理論驗證。當她回到學校，使她有機會實踐進一步體會她在板橋教師研習會的教學理論。同時，長年參與台北市數學科輔導團，讓她看到許多老師的教學，老師對她的提問，以及輔導團的團體討論，讓她反思察覺到只有自己對你的學生最了解，你應該知道他在什麼程度，所以不需要急著教給學生，讓她察覺到什麼什麼是適當的題材，什麼是時候要

用恰當的教學策略，進而到達多元優選教學理論。正也因為如此，專家教師才能在教學實務過程中，創造一個支持教與學的環境，同時選擇適當的教學內容，並隨時鼓勵和經營班級討論活動，分析學生的學習與環境適時的運用各種教學策略，進而達成教學目標。

2、專家教師專業發展的知能可以複製

從個案專家教師的專業發展知能可複製性分析，發現察覺教學問題的知能對一般教師而言，他在教學時即已具備，但是一般教師若沒有機會和同事或學者互動，引發持續察覺教學問題，同時又沒有教學理論支持時，此一知能會慢慢退化；假如有機會和同事或學者互動，那麼教師察覺教學問題的知能將持續甚至強化。

教師已能察覺教學問題，當然就要解決教學問題，解決教學問題時若沒有學理的支持，此時他便不了解教學問題是否解決，因此教師也需要建築檢驗與實踐教學理論的知能。這個知能在現今學生教師求學階段，雖能建築教學理論，但是實踐機會少，所以無法深入體會教學理論；在教師在職階段雖然有豐富的教學經驗，但往往不能提取求學時所學的理论，以致理論與實務日漸脫鉤。同時一般的研討會、講習也沒有機會讓教師深入體會教學理論。因此唯有能讓教師來來回回建築檢驗與實踐教學理論的脈絡，例如長期的工作坊，才能培育此一知能。

各個教學理論都有它的適用性，不可能全體適用，就像解題策略一樣，不可能適用於所有問題。因此教師在建築檢驗與實踐教學理論的同時，也要深入反思批判它的適用性，才能培育多元優選教學理論的知能。雖然各種教學理論的一般適用性可以經由學者教授或者教師自學而了解，但是每位教師都有它的特質，在教學過程中，每位學生也有他的學習特質，因此不可能全然適用於每位教師。此時，必須經由教師對教學理論的反思批判才能培育出適合自己和學生的多元優選教學理論的知能。

(二)、啟示

最後研究者試抽取教師專業發展的“遠景”以及教師專業發展的知能，期盼對教師學習教學的一般性理論有更一進步的了解。研究者反思察覺，專家教師的專業發展遠景應是多優選教學理論，同時一位教師想要進行專業發展，需要進行廣和深的不同向度的反思 – 自我性反思和社會性反思，以及教學中的知、比較性反思、解題性反思和批判性反思。

1、教師的專業發展遠景是強調多元優選教學理論

時至今日，九年一貫課程(教育部，1999)已開始推行，建構主義的教學理念，卻因為某些因素，使教師感受到或誤認為它是一種教師佈題→分組討論→全班共同質疑辯證→概念澄清的教學法(鄔瑞香，2002)，名之為建構式教學法。然而在講求多元的時代，我們應容許個人的差異性，因此我們不應要求有一致的教學法。相反的，我們應鼓勵教師了解自己的教學特質，學生的個別差異性，以及教學理論的適用性，適時的多元優選教學理論，使教師的教學更適合學生的學習，使教師的教學更具能發揮自己的特質，使教師更易於教學，更樂於教學。

2、教師在專業發展的過程中需要進行自我性反思和社會性反思的不斷循環

從專家教師的專業成長，以及李源順和林福來(1998, 2000, 2003)的研究，發現有教師雖然有自發性的自我反思知能，但是沒有社會性的互動，教師無法進行社會性反思；教師沒有機會進行社會性反思就無法使自我性反思持續進行。教師能進行社會性反思才能引發自我性反思，自我性反思所察覺到的教學問題和經驗也才能帶到社會互動脈絡中引發更有品質的社會性反思。同時教師建築檢驗與實踐教學理論就在自我性反思和社會性反思的循環過程中實踐，甚至教師想要到達多元優選教學理論的階段也要借助社會性反思刺激自我性反思來達成。

3、教師能進行批判性反思才能多元優選教學理論

李源順和林福來(1998, 2000, 2003)的研究發現一般教師在教學過程中即能進行教學中的知(察覺自己教學上的問題)和比較性反思(經由自己的嘗試或教學觀摩, 比較不同教學策略的優劣), 當他能進行解題性反思(從教學理論的觀點解決教學上的問題)時, 他便能實踐教學理論, 可是一位教師想要進一步成為專家教師需要進一步進行批判性反思(對教學理論進行批判), 教師才能進一步理解多元優選教學理論。

誌謝：本文是國科會專題研究計劃編號：NSC90-2521-S-133-001-和 NSC 90-2521-S-003-016 的部份結果。感謝參與研究的專家教師與我們分享她的學習經驗與實作表現。感謝林福來教授點醒研究者應進一步解析教師專業發展的可複製性，使本文更具學術價值。感謝在研究中提及的所有人士，有他們的參與使本論文得以順利發表。文中論點為作者所有，不代表國科會。

參考文獻

- 李源順(2002)：建置小學教師學習數學教學知識庫的行動研究。九十一學年度師範院校教育學術論文發表會。教育部主辦，國立嘉義大學承辦。九十一年十月二十五～二十六日，1275-1303。
- 李源順(2004)：國小數學專家教師在教學實務中的角色。國教新知，51(1)，1-18。
- 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。
- 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。
- 李源順和林福來(2003)：實習教師的學習：動機、身份與反思互動下的成長。科學教育學刊，11(1)，1-25。
- 林文生和鄔瑞香(2002)：熱鬧的教室，有意義的學習 – 談建構主義的想法在數學教室當中的「酵」果。出自詹志禹主編：建構論 – 理論基與教育應用。正中書局。
- 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。
- 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。

- 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。
- 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。
- 教育部(1999)：國民中小學九年一貫課程暫行綱要。教育部。
- 鄔瑞香(2002)：我的數學教學模式－探索、反省與成果。出自詹志禹主編：建構論－理論基與教育應用。正中書局。
- 鄭英豪(2000)：學生教師數學教學概念的學習：以「概念啓蒙例」的教學概念為例。國立台灣師範大學數學研究所博士論文。
- 蕭靜宜(1998)：學校本位教師在職進修之研究--以三年級數學新課程的實施為例。國立台北師範學院課程與教學研究所碩士論文。
- 饒見維(1996)：教師專業發展 -- 理論與實務。五南圖書出版有限公司。
- Denny, M. (1998). Student-teachers' professional development. Unpublished.
- 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.). Kluwer Academic Publish, USA.
- Leinhardt, G.(1986). **Math Lessons: A Contrast of Novice and Expert Competence**. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
- Leinhardt, G.(1989). Expertise in Instructional Lessons: An Example Form Fractions. In D.A. Grouws; T.J. Cooney & D. Jones(Eds.). **Effective Mathematics Teaching**(pp.47-66.). National Council of teachers of Mathematics.
- Mitchell, J. & Williams, S.E.(1993). **Expert/novice difference in teaching with technology**. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (Atlanta, GA, April 12-16, 1993).
- Ropo, E.(1987). **Teachers' conceptions of teaching and teaching Behavior: Some differences between expert and novice teachers**. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (Washington, DC, April 20-24, 1987).
- Skemp, R.R.(1983). 談教師在職教育，林福來譯，國立台灣師範大學數學系，29-30.
- Tobin, K.; Fraser, B. J.(1988). Investigations of exemplary teaching in Australian mathematics classes. **Australian Mathematics Teacher**, 44(1), 5-8.
- Tobin, K.; Fraser, B. J.(1990). What does it mean to be an exemplary science teacher? **Journal of Research in Science Teaching**, 27(1), 3-25.

The can be Copied Analysis of Mathematics Teacher Professional Development Process

Yuan-Shun Lee

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

Abstract

Lerman(2001) search the literature of mathematics teacher education, he found that there are no learning theory of mathematics teacher professional development. He thinks that the learning theory of student can't fit to teacher learning to teach. This paper want investigate expert teacher's professional development process that can be copied. This will be the basis of us to construct teachers' learning to teach theory.

This is a Historical Research. Our interpretations are based on the data collected from classroom observing and regularly interviewing this expert teacher, research data of other researcher to participation teacher, and teachers and professors that are colleague with expert teacher.

We found that the professional development process of participation teacher are from awareness phase - awareness teaching problem, to construct - checking phase - construct and checking teaching theory, to practices phase - practices teaching theory, finally to optimization phase - optimization multiple teaching theories. We found that the capability component of awareness teaching problem can be copied in general context, the capability component of construct - checking - practices teaching theory can be copied in context that teachers can cycle between theory and practice, and capability component of optimization multiple teaching theory can be copied in context that teacher can do critical reflection.

Key words: expert teacher, professional development process, optimization multiple teaching theories