科學教育學刊
2005, 第十三卷第一期, 53-70

Chinese Journal of Science Education
2005, 13(1), 53-70

學生教師運用知識庫學習數學教學：理論與實務的連結

李源順
台北市立師範學院數學資訊教育學系

（投稿日期：民國 92 年 8 月 12 日，修訂日期：93 年 5 月 16 日，接受日期：93 年 7 月 1 日）

摘要：本研究在網際網路上建構一個數學教師知識庫做爲學習資源，然後在研究者所教授的國小數學科教材教法課程中利用此一學習資源做爲學生教師學習數學教學的學習環境，並探究學生教師在此一學習環境中是否能從理論的角度評論教學實務；這個學習環境是否能、爲何能成爲師資培育時理論與實務連結的橋。研究發現，學生教師在學習數學教學時，能從學理的觀點評論教學實務，學生教師也能關注到教師教學時關鍵話語的意涵以及對教學的影響。本研究所建構的學習環境可以做爲數學師資培育時理論與實務連結的橋，是因爲學生教師除了能從學理的觀點評論教學實務和關注關鍵話語之外，也提供學生教師在社會互動的環境中對教學議題和教育政策問題進行理性的評論，主動反思學習，和促進數學教學知能的成長。本研究所建構的學習環境之所以能做爲數學師資培育時理論與實務連結的橋，主要是因爲創造適合學習的環境，鼓勵更進一步的覺察和反思，從經驗的研究中提供理論的觀點，以及鼓勵學生教師使用多樣的方式行動。

關鍵詞：數位化學習、數學師資培育、知識庫。

壹、緒言

由於網際網路相關軟、硬體的成熟，使得社會大衆的學習方式逐漸在改變當中。人們可以快速經由網際網路搜尋所需資源來進行學習。國科會科教處也察覺網際網路的便利性對未來學習產生深遠的影響，因此將網際網路上的數位學習列爲九十二年目標導向的重點研究計畫。

在數學師資教育上，一些研究者（林福來, 1997; 李源順和林福來, 1998, 2000; 譚寧君和熊召弟, 1999; Chin, 1995; Dolk & Hertog, 2001）發現，學生教師在學習數學教學理論時，由於沒有教學的實務經驗，只能以自己在學生時期的學習經驗爲基礎來學習教學理論。此外，研究者訪談國小教師的實務經驗發現，學生教師在評論他們所觀摩的教學實務時，關注的焦點時常在班級經營方面。至於在職教師，他們雖然有豐富的教學實務經驗，但他們發現學校有

既訂的進度要教學，在教學時數的壓力下師資培育機構所學的理論無法應用到教學實務上。所以長久以來，理論和實務在師資教育中被認爲是分離的兩個主題。

爲了利用網際網路建構一個連結理論與實務的學習資源，研究者分析國內、外相關網站，探究建構網站專家的考慮層面，以及問卷調查中小學數學教師的學習需求之後，建置了內含動態教學案例、靜態教學資源、交流園地、以及搜尋引擎的數學教師知識庫（http://www.MTedu.tmtc.edu.tw）。同時，研究者也進行知識庫建置的行動研究（李源順, 2002），透過行動和觀察，察覺相關問題，然後反思研擬修改解決問題的循環歷程，調整知識庫的內容，使知識庫的配置更符合教師的學習需求。

在經過二年多的知識庫建構之後，研究者在所教授的國小數學科教材教法課程中建構一個學習的環境，並利用此一「數學教師知識庫」做爲學生教師學習數學教學的資源，然後探究學生教師將理論與實務相連結的成效，同時探究本研究所建置的學習環境是否能、爲何能成爲師資培育者培育學生教師時連結理論與實務的學習資源。

至於在職教師與學生教師學習數學教學的脈絡不同，因此，在職教師的學習成效將另外撰文探討。我國現行師資培育方式，學生教師在學習數學教學時，幾乎所有的時間都在師資培育機構內學習學理理論，只有少部分的時間可以實地到學校內進行教學觀摩和試教，學習實務理論。在職教師則大部分的時間都在學校內實地教學，所以他們有豐富的實務理論，但他們在正常的情形下，只有少部份時間可以回到師資培育機構內進修學習學理理論。

貳、研究目的

本文的研究目的旨在研究者教授的國小數學科教材教法課程中建構一個可以做爲師資培育理論與實務連結的學習環境（詳見下節），並利用數學教師知識庫做爲學習數學教學的資源，然後探究學生教師在這個學習環境中，是否能從學理理論的觀點評論教學實務；同時，也將探究本研究所建構的學習環境是否能、爲何能做爲師資培育者培育學生教師學習數學教學理論與實務連結的橋。

相對於研究目的，本研究的問題是，在國小數學科教材教法課程所建構的學習環境：

- 學生教師是否能從理論的向度評論教學問題。
- 是否能成爲師資培育時理論與實務連結的橋。
- 爲何能成爲師資培育時理論與實務連結的橋。

日後，研究者將持續探究在職教師利用數學教師知識庫學習數學教學時，是否能從學理理論的觀點評論教學實務，以及此一知識庫是否能成爲在職教師在學習數學教學時理論與實務連結的學習資源。

叁、文獻評述

本節旨在探討國內、外有關利用網路的數位學習做爲教師學習資源的理論與相關研究，做爲本研究的基石。

一、網路數位學習的學習理論

隨著新科技的發展，全球各國積極推展網路數位學習（e-learning）的理念。依據 IDC 的預估（劉兆漢, 2002），全球數位線上學習的市場規模，在 2001 年有 63 億美元，到 2004 年將高達 230 億美元。同時，數位學習的理念將建構一個數位娛樂（e-entertainment），數位商業（e-commerce），數位溝通（e-communication），數位醫療（e-medical-care），數位文化（e-culture）

的數位社會（e-society）。

全球數位學習的費用逐年高增，人們愈來愈重視數位學習必定有它的學理依據。情境學習理論與社會建構理論是數位學習的學理理論。情境學習論者強調學習的發生往往有賴於學習者與情境的互動，以及學習社群新舊成員社會層面的參與互動（Lave & Wenger, 1993; 楊叔卿, 1999）。而數位學習乃是在網路的學習情境中安排大量的學習脈絡供學習者探索學習，所有知識來源則是來自於豐沛的網路資源以及學習者的實際生活與知識的分享（張基成, 1998）。同時，學習者在利用網路進行學習時，他需要主動建構自己的知識，同時與他人互動分享，建立互爲主體的群體性共識（陳炳男, 2001）。因此數位學習的理論也建基在社會建構理論（楊叔卿, 1999; 張基成, 1998; 陳炳男, 2001）。

二、理論與實務的連結問題

在最近幾年的研究當中（林福來, 1997; Chin, 1995; Dolk & Hertog, 2001; 譚寧君和熊召弟, 1999），發現師資教育出現了理論和實務之間有隔閡的問題，導致教師在數學教學的學習上出現理論與實務之間的落差。因此，學者試圖在理論與實務之間搭起連結的橋。Korthagen 和 Kessels（1999）分析理論和實務之間的間隙之後，提出學理理論與實務理論的觀點。Korthagen 和 Kessels（1999）回顧亞里斯多德（Aristotles）的 Episteme 和 Phronesis 概念的差異，並將之區分爲學理理論（Theory）– epistemic knowledge，以及實務理論（theory）– phronesis。學理理論（Episteme）可以幫助我們知道更一般的情境，例如，教學時老師運用例子－規則（example-rule）或規則－例子（rule-example）是一種學理理論。實務理論（Phronesis）則強調在特定情境的察覺，這種在具體情境中的察覺可以幫助學生教師去發現可以使用的方法和策略，例如，相對於例子－規則與規則－例子的學理理論，「老師介紹新名詞（奇偶函數）時，引入的方式是直接丟出 f(-x)＝f(x) 及 f(-x) = -f(x)再看幾何意義，我覺得應先用幾何意義帶出奇偶數後，再抽象化」是實務理論。

由學習者所發展的實務理論，通常是針對特定的情境，並且和他們所發展的脈絡相關聯。因爲教師在課室中需要做許多的決策幫助學生建構數學知識，通常這些決策的特徵是缺少對事件反思的時間（Eraut, 1995; Dolk, 2001）。因此，教師的實務理論是在情境中立即決定的行爲 Dolk, 2001，它的形成是基於某些情境的一般化，是由許多的知覺然後概念化。

在文獻上（Korthagen & Kessels, 1999）所謂教育的理論是一種形式的知識（formal knowledge），就是學理理論，它建基在正式的研究，所以可以應用到更寬廣的情境。學理理論在傳統取向的師資培育上扮演重要的角色，它不隨行爲立即改變。同時這種知識無法立即被提出，不是例行、常規行爲的結果，因此它需要長久的建構。

由於學生教師沒有太多的實務經驗，他們在學習數學教學時通常只看到學理理論的巨大圖像。所以，學生教師在學習數學教學時，除了學理理論之外，還需要學習更多的實務經驗、需要更多的實務理論幫助學生教師了解課室中發生了什麼事。

Korthagen 和 Kessels（1999）據此提出師資培育的新方向，期望能在師資培育時搭起理論與實務的橋。他們聚焦在教師知識建構的途徑，以及教師知識和教師行爲的關聯上，提出教師資培育架構的四個階段：

- 創造適合學習的環境
- 鼓勵進一步的覺察和反思
- 從經驗的研究中提供理論的觀點
- 鼓勵學生教師行動

綜合而言，Korthagen 和 Kessels（1999）所提四個階段，主要是希望能提供學生教師學習學理知識、實務知識、社會互動、反思、以及與教學相關的行動以印證學理知識及教學實務之中，促進教師專業成長，以搭起理論與實務的橋。這四個階段內涵中的重要元素，可以從相關師資培育的學者（Schön, 1983; Lerman, 1990; Jaworkssi, 1998; 李源順和林福來, 1998; Malara, 2003）的論述中得到佐證。

在師資培育過程中，Dolk 和 Hertog（2001）認爲從實際教學中剪輯一特定的片段加以數位化成爲教學敘事知識（teaching narrative knowledge），在教師學習數學教學時對於學理理論與實務理論的連結扮演非常重要的角色。教學敘事可以告訴我們教師在課室中發生什麼事，因爲教師的故事包含了教育情境的詮釋，包含了教師和學童的行動。他們在這些故事中呈現他們的知識，它是以知識敘事的方式呈現（Gudmundsdottir, 1995）。學生教師可以從這些教學敘事中與他們的學習經驗連結，並且幫助學生教師在這些經驗上反思。因此，教學敘事允許學生教師建構自己的實務理論。在這個取向上，第一步是變成學生教師的覺察，第二步可以讓學生教師反思、分析這些新情境的覺察，並且解決不平衡。之後學習者引導朝向建構新的理論，並且改良理論成爲信念。最後，學生教師可以在給與的情境中基於他們新發展的理論建立新的理論，搭起學理理論與實務理論的橋。

三、利用數位學習搭起理論與實務的橋

數位學習的理念正影響著全球人類的學習方式，當然也正改變著學校的學習環境。研究者認爲我們可以利用網際網路快速傳播、可以結構化和易於搜尋的特性，建構一個內含學理理論與數位化教學敘事的實務與理論結合的知識庫，可以做爲教師學習數學教學，促進自我專業成長的資源。因此探討文獻中利用網路學習數學教學的相關研究，做爲本研究的基石。

已有一些研究探討教師利用網際網路學習數學教學的成效。譚寧君和熊召弟（1999）思索如何落實實習教師的教學與班級經營的輔導工作，於是建立了一個可以讓實習教師進行數學教學溝通和經驗分享的網站，並探討影響實習教師上網討論的因素及實習教師在網路社群中討論的內涵。研究發現，實習教師上網參與討論的意願受到經濟因素與社會化過程的影響。實習教師上網討論的時候，大都以主觀的經驗提出班級經營和教學策略的看法，同時他們能從分析教材結構過程中去解決自己在教學上所遇到的問題，但他們對概念整合與推理較感困難。劉家全（2001）的研究主要在國中初任數學教師的專業發展。他和四位初任教師共同組成一個網路社群，並利用同步討論區和非同步討論區做爲社群討論的園地，討論的主要議題爲「教師發問技巧」、「前導組體教學模式」、「行動研究」、「概念的學習與診斷」、「發現式教學模式」、「教學回饋」等六篇教學知能教材。研究發現針對教學知能教材的討論能促進教學的反思，網路社群可以做爲提供解決教師教學問題的初步之道，教師透過網路社群的互動，可以促進其教學的專業發展。張啓中（1998）的研究旨在探討實習教師在網路環境中反思能力的成長策略。研究發現，網路實習環境的作法與效益受到實習教師的肯定，適當的運用網路環境並與相關的輔導策略密切配合，可促使實習教師的反思能力成長，同時論壇主持方式會影響並引導教師的反思。

劉家全（2001）和張啓中（1998）的研究發現，網路學習環境可以促進教師專業發展，而譚寧君和熊召弟（1999）的研究卻發現，實習教師大都以主觀的經驗提出班級經營和教學策略的看法。從國內的文獻發現少有利用網際

網路做爲師資培育的學習資源，讓教師學習數學教學時將理論與實務相連結的相關研究。在國外，有一個和本研究較爲相關的研究計劃－荷蘭的 MILE 專案計劃（Goffree & Oonk, 1999）。

MILE 計劃是將小學教學環境和師資培育現場的教學敘事數位化，做爲學生教師將學理理論（教學理論）與實務理論（教學實務）連結的學習資源。MILE 系統包含一個視訊資料庫、溝通的工具、搜尋引擎、剪貼簿以及給學習者的刊物。這個視訊資料庫到 1999 年爲止包含 25 個二年級的數學課程，5 個五年級數學課程，和 5 個六年級數學課程，共佔 42 GB 的硬碟空間。MILE 把這個視訊資料庫分割成一些教學片段，每一個教學片段有一個教學摘要述說教學片段的內容。到目前爲止，MILE 已建置了 3500 個教學片段。

MILE 計劃的教學敘事雖然已數位化，但它只是放在師資培育機構內做爲教學的資源，並未放置到網際網路上。研究者與荷蘭 MILE 計劃人員 Dolk 和 Hertog（2001）交談得知，MILE 計劃的數位化教學敘事建置的時候受於當時網路頻寬和影音壓縮技術的限制，無法在網路上傳輸清晰的影音。因此這個教學敘事資料庫雖然建置在電腦上，但尚未把網路做爲傳輸數位化視訊資料庫，也沒有建置可以讓教師討論教學案例的交流園地。

研究者發現利用網際網路爲師資培育搭起理論與實務的橋的研究並不多見，但 MILE 將教學敘事數位化的做法及以現今的頻寬和壓縮技術，似乎告訴我們，我們可以在網際網路上建置一個師資培育理論與實務連結的橋的學習資源。研究者在前二年的研究中（李源順, 2002）發現，目前校園間頻寬已經可以傳輸需要 250 K 的視訊，在家中只要利用 ADSL 和 Cable modem 也能順利傳輸 250 K 的視訊。同時現今的影音壓縮技術 MPEG4 已能有效地將影音壓縮，使 250 K 的頻寬能清晰的傳輸 320 × 240 的影音畫面（相當於 VCD 的畫質）。事實上，研究者也發現在同一學校內已能順利傳輸需 1500 K 頻寬的清晰全畫面視訊。因此，研究者可以利用網路傳輸清晰的動態教學敘事，做爲遠端教師學習數學教學的資源。

肆、研究方法與過程

本節旨在說明本研究的研究方法與研究過程等資訊。

一、學習資源與環境

本研究是把國小數學科教材教法課程做爲師資培育理論與實務連結的學習環境（詳見下節），並利用數學教師知識庫做爲學習數學教學的資源。因此，本節分兩部份說明，一是數學教師知識庫，二是國小數學科教材教法課程。

(一)數學教師知識庫

爲了利用網際網路建構一個師資培育的理論與實務連結的學習資源，研究者分析國內、外相關網站，探究建構網站專家的考慮層面，以及問卷調查中小學數學教師的學習需求之後，認爲我們應該建構一個內含豐富學習情境，又可以讓學習者容易建構自己的數學知識的數學教師知識庫。這個知識庫除了將一些**動態教學實務**與**靜態教學理論**等**資料**分類成有用的**資訊**外，也要建構一個可以讓教師進行討論教學問題的**交流園地**，以及容易搜尋所有動、靜態資訊和交流園地的**搜尋引擎**，讓使用者容易觀看網站的所有資訊與他人的經驗，進而成爲使用者的**知識**，使整個網站中的理論資訊與實務資訊很有效率的連結在一起，變成四通八達的**知識庫**。

研究者經過二年多的時間進行數學教師知識庫（http://www.MTedu.tmtc.edu.tw）的行動

研究（李源順, 2002），目前知識庫的建置已具初步規模。礙於文章篇幅所限，研究者無法在此詳述網站的內容，請讀者參閱研究者於九十一學年度師範院校教育學術論文發表會所發表的文章 < 建置小學教師學習數學教學知識庫的行動研究 > 或者直接上網觀看（請自行註册後上網或者使用帳號：guest，密碼：guest 上網）。

(二)國小數學科教材教法課程

本研究所建構的學習環境主要是，將所建構的知識庫做爲研究者所教授的國民小學數學科教材教法課程的學習資源。由於數學科教材教法是每週兩小時的一學期（十八週）課程，上課時間有限，因此，研究者對整個課程規劃如下：

- 第一次上課介紹數學教師知識庫和整個課程的進行方式。
- 爲了創造適合學生教師學習實務教學經驗的環境，研究者要求學生教師在課程進行中，每週至少利用課餘時間上網觀看二則教學案例，同時爲了讓學生教師能進一步反思，要求他們在交流園地中與他人討論。
- 爲了讓學生教師了解數學教學相關學理，在上半學期介紹建構主義、數學課程、兒童認知發展、教學法、評量等相關理論。同時，研究者會適時利用知識庫的教學案例解說教育相關理論，例如，van Hiele 幾何認知思考層次。
- 爲了給與學生教師多樣化的實務行動，本研究除了利用網際網路觀摩教學案例，並在網上討論教學問題之外，在下半個學期則規劃四種不同型態的教學實務。一次實地到國小進行教學觀摩同時與教學教師討論教學問題；大約六至七週次的班級演練和班級討論教學問題；一次實地到所觀摩的班級試教並與班級教師進行教學討論；沒有進行班級試教或班級演練的學生教師，必需利用課餘時間在各小組進行小組演練，並且請同學給與意見回饋。

研究者這樣設計教學流程的主要目的在豐富學生教師的數學教學相關理論與實務經驗，進而期許學生教師能將反思、連結他所學到的理論與實務。

二、研究對象

參與的對象包括研究者所教授的國民小學數學科教材教法的五個班級 232 位學生教師，其中大約 3/5 是大四的學生教師，1/5 是學士後師資班的學生教師，1/5 是大二或大三的學生教師。在研究過程中，研究者雖然要求學生教師每週上網觀看兩則教學案例，並上網進行討論。但因爲此事涉及學生教師對上網技能的熟練與否，以及學生教師是否能順利取得上網的硬體設備以便上網觀看教學案例並進行討論，因此研究者並不硬性規定學生教師一定要做到。

三、資料收集與分析

資料收集的時程是在九十一學年度第一學期，所收集的資料主要包括學生教師在交流園地所討論的文章，學生教師實地到國小教學觀摩和試教的心得報告，以及在課堂上的發言和班級演練的討論資料。

本研究採質的研究方法。本研究主要在探究學生教師如何評論教學實務的問題，因此適合使用質性的研究方法。信度和效度則採三角校正法，利用學生教師在交流園地的心得討論，以及他們的教學觀摩、試教、與班級演練的心得報告等多方面的資料來相互驗證學生教師的學習教學情形。

有關學生在教師交流園地所討論的文章，由於到 2002.12.11 爲止，已經張貼了 2134 篇文章，研究者若將其全部分析負荷量太大。因此，研究者隨機抽取學生教師所觀看的兩則教學案例後所發表的文章（共 223 篇）做爲分析的主要內容。這兩則教學案例分別是 2002.04.01 所拍攝的六年級下學期比例單元：「01.誰在生活中用過比例？」（參閱 http://www.MTedu.tmtc.edu.tw/keyword-video.asp? absv = 66）和「02.比例的起始例（起蒙例）（參閱 http://www.MTedu.tmtc.edu.tw/keyword-video.asp? absv = 67）」。事實上，研究者也曾分析其他教學案例，也發現學生教師的表現和此兩則案例相仿（將另行撰文報導）。

四、研究者的角色

在研究過程中，研究者向學生介紹數學教學相關理論，因此研究者是一個教學理論的教學者。關於研究者所教授的教學相關理論，大部份已建置在網站的教學研究與名詞釋疑兩個主題區塊中，因此學生教師也可以從網站中學習得到這些教學相關理論。

在學生教師上網討論教學案例時，研究者時常上網觀看學生教師的討論情形，但研究者並不上網回應，原因是研究者害怕上網回應之後，學生教師認爲這是專家的見解，一定是對的，而不敢反駁研究者的觀點，反而中斷了學生教師的互動。但是研究者偶而會把某些文字從黑色字體變成藍色，以顯示其內容值得留意。研究者這麼做的目的一方面讓學生教師了解研究者也在觀察學生教師的討論情形，另一方面則是意圖讓學生教師特別留意藍色文字的觀點。因此研究者是一個有意圖的參與觀察者。

在研究過程的後半時期，當學生教師進行班級演練時，研究者在課堂上會從理論的角度評評論教學者的教學，做爲學生教師從理論評論教學實務的借鏡，因此研究者是一個評論教學案例的示範者。

伍、研究結果分析

本研究從學生教師學習數學教學時進行理論與實務的連結，在培育學生教師時理論與實務的連結，以及學習環境爲何能成爲理論與實務的橋等三個方向分析研究結果。

一、理論與實務的連結 – 學生教師學習數學教學

從學生教師討論教學案例的文章以及他們對教學觀摩和試教的心得討論發現，學生教師能從理論的向度評論教學實務問題，也能關注到研究者在動態教學案例中建置的關鍵話語和教學知識，注意師生對話對教學的影響。有關此事，可以從學生教師在交流園地中舒發自己的感受得到佐證。學生教師說：「這邊的動態教學真的很棒，能見到很多數學的實際教學，讓我們能更體驗現實的教學，老師傳達給我們的不只是理論和概念，配合這裡的討論更能給我很多驗證。（2003.01.15）」。

(一)以學理理論評述實務理論

學生教師上網觀賞教學案例的目的主要是豐富他們的實務經驗，形成他們的實務理論，進而能連結到學校所學的理論，例如建構主義、創意教學、啓蒙例、診斷教學等等。例如，對 2002.04.01 的教學案例 02.「誰在生活中用過比例」單元，學生教師察覺「趙老師先讓學生尋找比例在生活上的應用，以具體的例子引導學生概念思考的方向，von Glaserfeld 認為：知識是透過自己看到的、聽到的，而建構自己對外在世界的知識與理解。因為是由自己五官所建構的知識，所以當然對概念有較具體深刻的認識（2002.09.10）。」對 2002.04.01 的教學案例 02.「比例的起始例（起蒙例）」，學生教師察覺「趙老師課程進行的

方式是「引起動機」→「佈題」→「小組討論」→「學生發表」→「全班針對發表的內容討論」→「歸納出結論」。這樣的上課方式，老師只是從旁引導，比較符合建構主義的精神，與傳統直接灌輸的方式不同。(2002.09.11)」;「趙老師最棒的一點是：以學生為中心，凡事都先詢問學生的看法、解釋、反駁，讓學生練習思考及表達的能力，最後再由老師分析解釋、破除學生的迷思概念(2002.10.31)」;「趙老師能夠設計出這樣的啟蒙例子、複雜的教學流程來清楚地為學生建立正確的「比例」觀念，是我們要向她學習仿效的地方。啟蒙的例子是很重要哦!!^^(2002.10.31)」。進而在教學實務中體認建構主義、診斷教學與啓蒙例等學理理論。

學生教師實地到國小進行教學觀摩和試教時，也能從建構主義和診斷教學等學理的向度評論教學實務，例如，學生教師察覺任課教師「如同建構式教學法所強調的，老師採用讓小朋友自己做做看的方式教學，題目說明後，老師沒有先說出答案及過程，而是讓每一位小朋友在自己的測驗紙上做做看，而後請一些小朋友上台發表自己的做法，遇到有錯的（可能是結果或是過程），老師再對此加以說明改正。(2002.11 教學觀摩)」;學生教師試教時能「進行診斷式的教學，把學生盲點的部分點出來。(2003.01 試教)」

(二)關鍵話語引動關注話語的意涵

研究者在動態教學案例中建置了老師上課時所說的關鍵話語，主要的目的是希望學生教師觀賞教學案例時能特別留意關鍵話語對學生學習的影響，例如，無法引動學生思維或者鼓勵學習動機與多元思考等等。研究發現，學生教師在觀賞教學案例時，能觸發他們對關鍵話語意涵的討論，達成本研究的目的。例如，01.的教學案例，學生教師認爲「“誰在生活中用過比例”這個話題開始有些唐突，因為學生在不了解什麼是【比例】之前，對於“誰在生活中用過比例”要進入狀況的回答是有些困難度(2002.09.22)」。02.的教學案例，學生教師察覺「老師會適時給予學生鼓勵，例如：老師說：(第一組有在討論，不錯喔！)(鼓勵提問：我發現 XX 每次都提問題的)。鼓勵學生多元化思考，例：(有沒有人要補充？你們那一組的記法，是不太一樣的。)(XX 他們的記法跟他們用這樣的記法，有什麼不一樣？)(2002.10.05)」。

學生教師實地到國小進行教學觀摩和試教時也能關注關鍵話語所代表的義意，例如維持學生興趣的關鍵話語，同時也能提出可以釐清學生迷思概念的關鍵話語供他人參酌，例如：「黃老師解題時，她先在黑板上排上三個磁鐵（代表車上的三人），再問：『誰要來帶四個小朋友上車？』取代『誰會算？』、『誰會排？』等刻板的問法。這種方式較能維持低年級學生興趣！(2002.11 教學觀摩)」;「在各組檢視、上台說明的過程中，有一組寫錯了，XX 只說那組小朋友寫錯了。(我覺得）解釋的方式能再確實、明確一點。如果可以問說：『你們發現到這組的小朋友做錯了，你們知道他們可能錯在哪裡嗎？』再請小朋友來發言，可以釐清學生的錯誤觀念，同時也可趁此機會再複習觀念。(2003.01 試教)」

二、理論與實務的連結 – 師資培育

師資培育的主要目的就是希望提供學生教師豐富的理論經驗與實務經驗，促進學生教師專業發展。林福來（1997）曾提出數學師資培育促進專業發展主要涉及三個面相：社會文化的社會互動、反思、和教學知能。

本學習環境在社會建構與情境學習的理論下，除了促使學生教師能從學理評論教學實務和關注關鍵話語之外，還提供機會讓學生教師和他人進行社會互動，從事理性對話評論教學議題和政策議題，豐富學生教師對教學和政策的多元觀點；提供機會讓學生教師反思自己的教學與學習經驗，使學生教師的教與學經驗有機會轉化爲日後教學的經驗；提供機會讓學生教師釐清教學知識，豐富教學知能。從這三個

面向，驗證本研究所建構的學習環境可以成爲師資培育者培育學生教師學習數學教學時理論與實務連結的橋。有關此事，可以從學生教師在交流園地中舒發自己的感受得到佐證：「在這個園地裡，可以激發很多創意，學到很多點子，遲鈍的我，現在終於有比較「開竅」啦！這都要感謝老師營造的「有感覺」的學習情境嚕！（2003.01.10）」。

(一)進行社會互動

社會建構理論強調個人在知識的學習上，參與社會的過程與個人的感受是兩個重要而基本的因素，這也就是說個人主體和社會現實密不可分（Ernest, 1994）。本學習環境提供學生教師將自己互爲主觀的知識/觀點 – 包括教學議題和政策議題 -- 和他人理性溝通，豐富自己的知識/觀點，進而促進專業發展。

1. 理性對話評論教學議題

研究者（李源順和林福來, 1998, 2000, 2003）的研究發現，教師和同儕或學者的互動是促進教師專業發展的重要因素之一，同時社會建構主義的論點也建基於「知識是個人與別人經由磋商與和解的社會建構」的基礎上。所以學生教師和他人對話互動並提出不同的論點，更能刺激學生教師獲得多元的觀點，尋求更好的教學問題解答策略，進而促進教師專業發展。例如，01.的教學案例對趙老師提問“誰聽過比例??誰用過比例??”一事，學生教師就提出應先解釋名詞，或者它已經引動學生的學習動機等多元的觀點：

「我覺得這樣問學生會不會太快了，因為學生都還沒有學過比例，而且學生對於“比例”這個詞還很陌生，根本不是很清楚的知道“比例”所表示的意思。我想如果趙老師能夠先把“比例”這個詞解釋一下，在接下去之後的課程應該會更好，應該就不會出現像影片中一開始老師問“誰聽過比例??誰用過比例??”而沒有學生回答的情形發生了。(2002.09.23)」

「我贊成 XX 的看法。不過當老師一提出「誰聽過比例？」、「誰用過比例？」時，…當他開始回想日常生活中的時候，已經讓學生開始思考，而當老師再進一步說出舉例時，會更加深學生的印象，一方面引起學生的學習動機，另一方面讓學生在課堂上所學與生活經驗相結合。(2002.09.24)」

再如，02.的教學案例，學生教師就針對啓蒙例的教學提出例子不適當與是否可以讓學生於教學前回家請教家長等多元的觀點：

「影片中的例子，到底適當與否呢？因砂糖和價錢之間，在例子上呈現出倍數的關係，造成孩子之後的課堂上，有人認為比例是倍數的關係，所以例子的選擇上是重要的吧。特別是在啟蒙例的選擇（2002.10.22）」

「…若是在課前老師可以出份小作業，請學生回家不論是詢問父母兄長或是自己找出 1、2 二個有關比例概念的例子在隔天帶到課堂發表，可避免全班陷入靜默的窘境，畢竟這只是課程熱身，能夠有更多生活經歷的舉例，使學生在之後課程學習吸收上更佳。(2002.10.04)」

「如果學生完全不了解關於比例的概念，而我們卻又要他在課前找出例子，試問學生有能力舉出例子嗎？雖然他可以請教父母或兄姊，但是總覺得有本末倒置之疑。我認為如果學生在課堂上無法回答老師的問題，老師便有責任更進一步地引導學生了解問題，而且這對於老師了解學生是否具有先備知識也有幫助，不知道其他同學是否還有更好的想法?（2002.10.05）」

「我覺得 XX 和 YY 同學說的都有道理，教學法沒有什麼對錯的問題，只是要選擇適合學生的教學法就行了（2002.10.05）」

「就自己的教學感覺，並非所有的父母均能正確教導兒童比例之意，若因而誤導觀念,在事後欲糾正其想法，可能需花更多的時間來導正.就個人的想法而言，我贊同老師應在事前將比例的意義釐清後，再請學生找尋適合比例的例子。(2002.10.07)」

學生教師在討論教學觀摩所察覺到的學生會利用關鍵字“共有”進行解題的教學問題時，

因而進行了一段是否應該及時把相關的概念釐清的對話。

「上完昨日的數學觀摩討論課,同學們為了<共有>不斷爭論，雖然不必過份強調，但也無需否定，數學只要懂，管他是否需不需要強調<共有>隨著年紀的成長，這種小問題自會解決（2002.11.22）」

「我不太同意 XX 所謂：「管他是否需不需要強調<共有>，隨著年紀的成長，這種小問題自會解決。」正是因為有的小學老師沒有將一些數學觀念及定義釐清，所以很多人上了國、高中後，相似的觀念一多，便全盤皆亂，數學也從此成為最被痛恨的科目。（2002.12.01）」

2. 理性對話評論教育政策

九年一貫課程改革推行至今，頗受到社會大眾的爭議。在討論教學案例的過程中，也引動學生教師對現今教育政策的評論。例如，01.的教學案例中，學生教師對課程統整性的教學提出多元的見解。例如，物理老師教生物，才是統整教學？課程統整應該那邊做起？藝術與人文如何整合？這些見解有助於大家思考如何進行課程統整的教學：

「目前九年一貫不是很注重教學的統整性嗎？XX 提到了我很想討論的話題、繼建構數學成為過街老鼠後、目前有人開始討論統整性教學的可行性、聽說以後國中將無物理、化學、生物、健康教育等科、一律改為自然與生活科技、所以、物理老師教生物、化學老師教地球科學將會發生、這是統整教學、還是不尊重專業？還是為了統整教學而統『整』？（2001.11.08）」

「我認為所謂統整性教學的實施，不能從小學或國中開始實施，而是必須由各師範體系的學校開始，如果老師本身都無法統整，又如何要求學生硬要去統整？所以統整性教學，不應該是物理老師教生物，國語老師教鄉土語言，美術老師教音樂，而是自然與生活科技的老師教自然與生活科技，語文領域的老師教語文，藝術與人文的老師教藝術與人文。（2001.11.08）」

「老實說，我很贊同 XX 第一段的看法。我覺得以課程言，我們現在所學的課程，其實已經很統整了。如自然科學概論、社會科學概論等學科，我想需要統整的應該是國中課程吧！

「真正難整合的是藝術與人文這一科，因為這三科：美勞、音樂與表演藝術，每一科除了理論之外，更重要的是技能方面的專業，而這些技能也不是一蹴可及。

「XX，我想，你的看法是否是在理論的方面有統整的教學呢？因為我覺得在技能的方面不太可能統整。就算是統整，我想也應該是很共通性吧！教改專家原先想設計“帶得走的能力”，設計完之後果然累死一大票的老師，結果學生也沒有得到更好的教學品質。更可憐的是，課本編的更難、考試範圍更廣，學生果然被這些知識“帶走了”（2002.11.09）」

「對於課程統整，技能的部分誠如妳所說確實有點困難，所以我認為統整的本意，只要老師們讓學生學習音樂時，可以聯想到作者作曲時當時意境之優美，看到舞台表演時，也能同時欣賞悠揚的樂曲，與欣賞舞者服裝之美，這樣一樣可以達到統整教學，其實，這些都才只是次一等的統整境界！

真正上等的境界，是必須跨越各領域的，就如同蘇東坡所說的：觀摩詰之詩，詩中有畫，觀摩詰之畫，畫中有詩！表示蘇先生已經跨越語文領域與藝術領域的境界，徹底的將他們統整起來。（2001.11.24）」

再如，學生教師在 02.的教學案例中，則提出建構主義在實行時所碰到的困難，進而提出我們應擺脫“傳統”與“建構”的框架，應針對學生的特質，運用適性的教學策略的思考方向。

「要進行全然而完整的建構教學，這過程中，似乎需要和教學時間進行拉鋸戰吧，建構講求“主動，適應，發展”的原則，如果再附帶社會建構論的觀點，似乎還得加上“互動”的原則。

針對“比例的起始點”這個教學部分，我不認為

它是一個很完善的建構教學，因為，趙老師的問話以及最後對比例的闡述，似乎還蠻封閉的，(當然，我沒有批評老師的意思，因為，畢竟教學時間真的有限，換成是我，還真不知該如何在這麼有限的時間之內，將知識交給學生，只能說，教師在"理想教學法"與"學生有效能的學習"之間，要取得一個平衡點，真的是很難啊!!)

令我不解的是，教改者大力鼓吹"建構教學"，而現行的學制與教學時數上，又做了多少配合呢??? 建構教學強調，認知衝突，知識的同化調適，以及學習者的主動建構，這難道不需要時間嗎??這不需要"實際"教學上的指導嗎??

對"傳統"與"建構"教學進行無休止而無謂的爭論.....真的有那麼重要嗎??我想，"針對學生的特質.進行適性而有效的教學"，才是大家所該努力的方向吧!(2002/09/24)」

(二)促進教學反思

建構主義的理念是每一個人都是非常主觀的用自己的經驗在建構自己個人的知識，個人所建構的知識只是用來讓個人的經驗得到較合理的解釋，而使他或她更能適應於他或她所生活的環境。因此學生教師若能隨時反思自己的教學或學習經驗，將有助於建構自己的教學知能。學生教師討論教學案例時，也能反思自己的學習經驗，從學生學習的觀點評論教師教學的優缺點。例如，學生教師在 01.的教學案例中，反思自己的學習經驗察覺以前的老師若能時常和生活連結，學生將更樂於學：「想想以前有時候就常會覺得幹嘛要學這個，我覺得如果早一點知道他在生活中是運用到哪裡？我會覺得更好玩更有興趣去學。(2002.11.06)」；以前的教師的問話都是簡單問話，所以對學生的認知與事實有一段差距：「趙老師的確是很懂得引導學生，這不禁讓我想起幾乎從小到大的數學老師，一天到晚掛在嘴上的口頭禪便是懂不懂？會不會？所以每次在考完試後總是和理想有一段差距，所以，引導的技巧的確是一門值得我們去深入研究的課題，才不會自己將來在任教時也在不知不覺間重蹈了覆轍(2002.10.01)」；也有學生教師反思自己的家教經驗說明數學概念和生活連結的重要：「因為在補習班打工總是會遇到小朋友來問有關數學作業的問題，我發現小朋友學數學有許多時候困難是出在沒有辦法跟生活結合。如果把題目以小朋友日常生活中可以遇到的問題來再解說一次，之前發生的問題就可以迎刃而解(2002.10.06)。」在 02.的教學案例中，學生教師反思察覺老師再請同學把題目說一遍的意圖是要讓全班同學都懂得題目的意思：「在全班同學唸完一遍題目後，老師又請了一位女同學來說說這個題目要表達的是什麼意思？在我仔細思考後，我想，老師這麼做是有涵意的：讓大家再仔細思索一次題目的意思。在我的求學過程中，也會碰到老師請全班同學念一遍題目或課文的經驗，然而，唸完題目或課文後，有時還是會搞不懂題目或課文到底在講些什麼？(2002.10.07)」

當然，如果碰到教學案例中的教學問題時，學生教師若能適時反思提出可行的解決策略，將有助於提升學生教師的教學知能。在 01.的教學案例中，學生教師就提出一些可行的提問方式。

「若是老師能在一開始就以一種較「直接引導答案」的問題來提問或許會更有效果吧。例如：『你們知道我們班上男生與女生的比例是多少嗎？』。相信學生很快就能聯想到什麼是比例了，而當老師再問『那你們知道比例是什麼了嗎？生活中還有什麼事會用到比例的？』等問題時，應該能引發較多的討論吧！(2002.10.02)」

「嗯...我想，如果趙老師能在教學前蒐集或拍攝一些生活中有關比例的圖片或照片，並掃瞄進電腦做成投影片，在學生聯想思索完生活中曾碰到哪些比例後秀出來這些圖片、照片，加強學生對生活中比例的具體瞭解，成效可能會更大！(2002.10.07)」

「如做蛋糕的例子，另外還可以透過地圖

上的比例尺，更可以透過汽車模型，與生活上實際的車子去做比較，讓學生了解比例的概念（2002.09.10）」。

本研究所建構的學習資源在學生教師師試教中也成爲他們反思設計教案的資源，使他們能設計出更好的教學。例如：「在真正到 XX 國小試教之前，我們有分配在小組內假試教的同學，看同學試教發覺有很多問題，所以我們小組的成員不斷打斷教學流程，一一解決，後來自己在組內試教時，才發現要使用射飛鏢問題引導小朋友思考實在很難轉換，所以就上動態教學參考江老師的方法，設計了比較簡單的奇偶數靶射飛鏢的內容，只討論到射出兩支飛鏢且都射中，進而引導出「奇數 + 奇數 = 偶數」「偶數 + 偶數 = 偶數」「奇數 + 偶數 = 奇數」的規律。(2002.01 試教)」

(三)提升教學知能

由於比例的概念和比、百分率、比值、與倍數的概念可相互連結，因此九年一貫數學能力指標在附錄六的「機率與統計」說明中就指出：「男生戴眼鏡的比例為 60 %，(男生戴眼鏡的比例大約是女生的兩倍)」。但是每一種概念都有它的不同表徵，外界不容易釐清彼此之間的關係。因此學生教師在 01.的教學案例中就有清楚的論述，例如，「趙老師在課堂上有說過比值 = 前項/後項，其中後項當作一個基準。反觀百分率，當電腦上（如 WORD 上的檢視\顯示比例裡）標明顯示比例是 75 %時，就代表說以 100 當作基準，75 %與 75/100 意思是相同的------> 75 就是前項，而 100 就是後項，而當這 75 %的顯示比率與 100 %的顯示比例相比。即 75 %：100 % = 75 %除以 100 %恆等於 75 %，也就是說在 75 %的顯示比例中，畫面中的字或圖與 100 %的顯示比例中的字或圖相比永遠成 75/100 的比值，趙老師在課堂中也強調說：當每次相比的比值都相同時，我們就可以說是成比例！（2002.09.11）」;「放大或縮小影印應該就是比例的問題，例如：A3 印成 A4 就要縮小 50 %（2002.09.24）」;「諸如洗相片時的尺寸（3 × 5 or 5 × 7）也是長寬比例的關係。(2002.10.26)」。當然也有學生教師爲了確認彼此之間的差異，而找尋其他資源以解答此一教學問題；「後來去查了一本資料，書上對比例的定義如下：所謂『比例』是指兩組量的集合中，當一個集合中每個元素與另一個集合中所對應元素的比都相同時，我們稱這兩個集合中所對應的元素是成比例。趙老師的上課引導方式符合這項定義。(2002.09.11)」。

此外，在上一節中，學生教師適時反思提出可行的建議，以及以教學案例做爲設計教學的參考依據，都可以發現已經提升了學生教師的教學知能。

三、學習環境能成爲理論與實務的橋的原因

本研究從 Korthagen 和 Kessels（1999）所提的師資培育四個階段分析爲何研究者所建構的學習環境能成爲理論與實務的橋。至於本文爲何引用 Korthagen 和 Kessels（1999）所提師資培育的四個階段做爲本研究能達成理論與實務連結的原因探究，主要是該論點已考量學者們（Schön, 1983; Lerman, 1990; Jaworkssi, 1998; 李源順和林福來, 1998; Malara, 2003）所認知的師資培育的重要元素 -- 學理知識、實務知識、社會互動、反思、以及與教學相關的行動以印證學理知識及教學實務之中。

(一)創造適合學習的環境

本研究創造適合學生教師學習教學理論、充實教學實務經驗、以及教學理論與實務連結的環境。在教學理論方面，研究者除了利用課堂時間介紹相關教學理論之外，也在網站在放置教學理論的靜態資訊方便學生搜尋。在教學實務經驗方面，學生教師有觀看許多動態教學案例、現場教學觀摩與現場教學等多方面的學習環境。研究者所呈現的教學案例則是商請現職教師的同意後，在不經過教學設計的情況下，直接拍攝其教學並數位化剪輯成教學案

例，因此能眞實的呈現教師的教學實況，讓學生教師有更多的教學實務經驗。現場教學觀摩與現場教學則是讓學生教師有實戰的經驗。在理論與實務的連結方面，學生教師除了在課堂上的討論之外，可以把他們的學習延伸到課堂之外，在交流園地進行討論，使理論與實務相連結。從下面學生教師的回饋舉例，可以發現此一學習環境的確適合學生教師學習教學：

「真的好謝謝老師開闢了這塊園地~，讓自己可以閱讀到來自四面八方的感想，希望自己藉此可以提昇自己的觀察力與思考力以及說的能力~謝謝大家!!（2002.09.25）」

「我很喜歡看動態教學，就像看電影一樣。這些沒有經過正式排演的演出，反而更能傳達正式教學的實際情境。個人覺得比那些"演"出來的觀摩教學影片更加生動，逼真。(2003.01.14）」

「我覺得這真的是一個很好的數學教學網站，不僅資料很豐富，又有實際的教學案例可以觀摩。雖然裡面不是每個老師都表現的很好，可以對於一些不好的示範作警惕。更棒的是大家觀看同一個教學，卻有不同的想法，也許是完全背道而馳的，但至少我可以知道，同一件事情從不同人的角度，會有更寬的想法，將教學的各個層面都考慮到這不就是一個以最小的付出而獲得到最大的功效嗎?（2003.01.19）」

(二)鼓勵進一步的覺察和反思

研究者所創造的學習環境主要的目的就是鼓勵學生教師和許多的同學 – 不只是本班的同學 – 討論教學問題，進一步的察覺和反思教學實務問題，進而從理論的向度思考與解決教學問題。從學生教師的回饋舉偶也可以發現學生教師已經察覺和反思更多教學問題：

「在這個園地裏，可以激發很多創意，學到很多點子，想很多平常不會去想的問題。(2003.01.10）

「這園地真的很棒，許多意見交流及數學知識，教材教法都可以在這裏找尋。更有一些寫得很棒的文章值得我們省思。(2003.01.18）」

「每次看大家回覆的文章裡面，總是會提到我所沒有想過的問題，更讓人覺得教國小的小朋友學數學真是一件不簡單的事！在這裡我也跟著大家一起腦力激盪，讓我獲益良多（2003.01.19）」

(三)從經驗的研究中提供理論的觀點

研究者在動態教學案例和靜態教學資訊中所建置的摘要、關鍵話語、教學問題、教學知識和情意等資訊（參閱 http://www.MTedu.tmtc.edu.tw/keyword-video.asp?absv = 66）主要就是從研究者的研究經驗中提供可以討論的理論觀點，引動學生教師從教學理論評論教學實務，有可以聚焦的教學問題和關鍵話語（參閱前二節學生教師的回應文章）。當然，研究者在知識庫的靜態資訊中或者在教學過程中所提供的理論及其中的實例則是其他學者的研究經驗。

(四)鼓勵學生教師行動

本研究除了和一般數學課程教材教法一樣讓學生教師到國小現場教學觀摩、國小現場教學和班級教學演練之外，還鼓勵學生教師在網際網路上觀摩教學案例和討論教學問題等行動，使學生教師能從學理的觀點連結教學實務。從學生教師的回饋得知，這種鼓勵學生教師討論、察覺、反思教學問題的行動動機一開始可能是爲了獲得分數的外在學習動機（李源順和林福來, 2003），但是學生教師在行動過程中，已慢慢轉化爲內在學習動機。

「我完全同意 XXX 跟 XXX 同學的看法，我也是因為要交作業，而逼迫自己充實又有效率的學習的。不過來了之後我才發現，其實這兒並不是像想像中那般嚴肅又理論，其實我們還是可以發現很多有血有肉真實情感，跟一些很有趣的教學過程。我也深深相信學期的結束，並不就是網站的結束，而是開始，我想這對以後要實習跟教學的我們幫助非常大，特別是當你一個人孤軍奮戰的時候，別忘了，數學教師知識庫是陪伴你、幫助你、關心你的好地方，也別忘了，當你事業有成的時候，將你的教學心得跟成果跟喜悅分享給大家知吧。

（2003.01.19）」

陸、結論與反思

本節旨在從研究結果中抽取結論，並提出研究者對本研究的反思。

(一)結論

研究發現，本研究所建構的學習環境能做爲師資培育時理論與實務連結的橋。因爲學生教師能***從學理的觀點評論教學實務***，例如從建構主義、啓蒙例、診斷教學…等觀點評論教學實務(2002.09.11，2002.10.31 案例討論；2002.11 教學觀摩評論；2003.01 試教評論)。***關注教學中的關鍵話語***，例如「誰在生活中用過比例」的話語對尚未學習比例的學生而言很難回答老師的問題 (2002.09.22 案例討論)；「有沒有人要補充？那一組的記法不太一樣？」的話語就是爲了鼓勵學生多元思考 (2002.10.05 案例討論)；「你們發現這組的小朋友做錯了，你們知道他們錯在那裏嗎？」的話語可以釐清學生的迷思概念 (2003.01 試教評論)。學生教師有機會和他人***進行社會互動*** – 理性的評論教學議題和教育政策議題，使學生教師有寬廣的觀點，例如有關老師提問「誰聽過比例？用過比例」一事，有學生教師認爲老師先解釋什麼是比例就不會發生沒有學生回答的情形，有學生教師認爲雖然學生沒有學過比例，但學生的思維已被引動 (2002.09.23，2002.09.24 案例討論)；有關比例概念的啓蒙，學生教師對是否請學生先回家詢問家長一事進行理性對話 (2002.10.04，2002.10.05，2002.10.07 案例討論)。學生教師在學習過程中也能主動***反思***自己的學習經驗或教學經驗，從自己的經驗出發學習教學理論，例如學生教師回想自己的學習經驗察覺若老師能將數學和生活連結，他將更樂於學 (2002.11.06 教案討論)；以前的老師要同學們念一遍題目，他察覺他還是不懂題意，所以案例中的老師要學生說明題目表達什麼意思，就是要讓學生了解題目的中意涵 (2002.10.07 案例討論)。學生教師在學習過程中能促進教學知能的成長，例如比、比例、比值、百分率等概念的釐清 (2002.09.11，2002.09.24，2002.10.26 案例討論)。

研究發現，本研究所建構的學習環境之所以能做爲理論與實務連結的橋，主要是因爲***創造適合學習的環境*** – 研究者所創造的教學實務環境讓學生教師可以閱讀到來自四面八方的觀點提升自己的觀察力、思考力與說的能力 (2002.09.25 案例討論)，不好的案例可以做爲警惕，不同的觀點讓學生教師有更寬廣的想法 (2003.01.19 案例討論)；***鼓勵更進一步的覺察和反思*** – 學生教師從中察覺和反思獲得許多不同的觀點，例如學生教師察覺他開始想很多平常不會去想的問題，大家共同腦力激盪而獲益良多 (2003.01.10，2003.01.19 案例討論)；***從經驗的研究中提供理論的觀點*** – 研究者對所有動態教學案例建置相關的關鍵話語、以及與學理相關的教學知識，同時將其他學者的研究成果整理成教學研究等相關資訊提供教學實務可能觸及的學理觀點；***鼓勵學生教師使用多樣的方式行動*** – 引起學生教師進行觀賞教學案例、觀摩教學、假試教、眞試教、以及討論教學問題等多元的行動，促使學生教師從學理的向度評論教學實務，促進專業成長。

(二)反思

最後研究者反思本研究的研究過程與相關問題，期望從中得到一些未來繼續進行研究的課題。

1. 再強化數學教師知識庫的功能和內容

研究過程中，學生教師除了表達對知識庫功能的肯定之外，也期許有更豐富的動態教學案例與靜態教學資訊，因此研究者將持續拍攝教學錄影帶並數位化成教學案例，同時將持續

補充靜態教學資訊，豐富網站內容。

研究發現，到 2002.12.11 爲止，研究者已建置了 149 個教學案例，學生教師已上網發表 2134 篇文章，其中同一教學案例的文章數有些高達一百多篇且分散於不同主題之下。因此研究者在進行研究的同時，適時的將討論同一教學案例的文章通通收納在同一主題之下，再將主題名稱重新命名爲該教學案例的教學內容名稱。同時也在該觀賞教學案例的網頁下做了快速連結鍵，方便學生教師觀賞完教學案例之後，可以連結到該主題之下立即觀看他人所發表的文章，並與他人進行互動。

由於同一主題下的文章數有些高達一百多篇，研究者考量到學生教師可能沒有時間、耐心看完所有文章，所以目前正設法將某些發表內容相近或者研究者認爲較沒有閱讀價值的文章隱藏起來，使學生教師需要觀看的文章數盡可能減少到二十篇以內，方便學生教師流覽精華的文章，提高學生教師流覽文章的動機，以及在最短的時間內察覺到各個不同面向的觀點。當然，研究者保留了學生教師可以觀賞所有文章的空間，讓學生教師在有需要時可以觀看到所有已發表的相關文章。

2. 進行在職教師專業發展的研究

學者（Brown & Borko, 1992; Cooney & Shealy, 1994; Boufi, 1994; Even, Tirosh & Markovits, 1996; 陳舜芬等人, 1996）的見解，教師專業教學知識的養成是一個緩慢的過程。同時一些研究（Chin, 1995; 李源順, 1999）也發現在職教師和職前教師的先備知能不同，他們有豐富的教學實務經驗，但是他們卻認爲在師資培育機構所學的理論無法用到教學實務上，因此對在職教師而言，教學理論和教學實務是兩個分離的主題。所以研究將利用所建置的「數學教師知識庫」探究在職教師的專業發展，以及理論與實務連結時的相關問題。

誌謝：本文是國科會專題研究計劃編號：NSC 90-2521-S-133-011-，以及 NSC 91-2521-S-133-001-的部份結果。感謝在本研究中所提及的所有參與教師們分享他們的觀點，有了他們的參與使本研究得以順利完成。感謝林福來教授提供硬體設備，使本研究能順利進行。希望本研究所建構的網站能讓教師們在理論與實務之間相連結，幫助他們進行專業成長。文中論點爲作者所有，不代表國科會。

柒、參考文獻

1. 李源順（1999）：**數學教師在校內互動促進自我專業成長的個案研究**。台北市：國立台灣師範大學博士論文（未出版）。
2. 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論文集**，（pp. 1275-1303）。
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）：數學教師的專業成長:教學多元化。**師大學報, 科學教育類, 45**(1), 1-25.
5. 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, 第十一卷第一期**, 1-25。
6. 李建億和洪式合（2002）：網際網路學習歷程追蹤與對學習成效影響之研究。國立台南師範學院學報, 35, 35-56。
7. 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）**。台北市：行政院國家科學委員會。
8. 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）**。台北市：行政院國家科學委員會。
9. 計惠卿（2001）：從知識管理看教育資源網

站之規劃建置。**中等教育**, **52**(1), 70-86。

10. 張基成（1998）：教師專業成長網路學習社群之規劃及其預期效益與挑戰。**教學科技與媒體**, **40**, 31-42。
11. 張啓中（1998）：**網路環境中實習教師反思能力成長策略研究**。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
12. 陳舜芬、丁志仁和洪儷瑜（1996）：**師資培育與教師進修制度的檢討**。台北市：行政院教育改革審議委員會。
13. 陳炳男（2001）：網路學習社群對教育生態的影響。**屏縣教育季刊**, **6**, 15-19。
14. 楊叔卿（1999）：師生研習網路培訓課程及其推展之研究。**科學教育學刊**, **7**(4), 299-314。
15. 劉兆漢(2002)：**數位學習國家型科技計劃**。國科會數位學習國家型科技計劃，第一次籌備規列會議簡報 2003 年 03 月 09 日，取自 http://elnp.ncu. edu. tw/oldSite/3-1.htm。
16. 劉家全（2001）：**透過網路成長社群提昇一位國中初任數學教師教學專業發展之研究**。高雄市：國立高雄師範大學碩士論文（未出版）。
17. 譚寧君和熊召弟（1999）：利用網際網路進行國小初任教師數學科教學輔導之探討。**科學教育研究與發展**, **15**, 49-58。
18. Boufi, A. (1994). A case study of a teacher's chance in teaching mathematics. *PME, 18*(2), 120-127.
19. Brown, C. A., & Borko, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. In D. A. Grouws (ed.) (1992). *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 209-242), New York: National Council of Teachers of Mathematics, Macmillan Publishing Company.
20. Chin, C. (1995). *Mathematics teachers' beliefs, their classroom practices and influences on student learning: Four case studies*. Unpublish doctoral dissertation, The University of Cambridge, Cambridge.
21. Cooney, T. J., & Shealy, B. E. (1994). Conceptualizing teacher as field of inquiry: Theoretical and practical implications. *PME, 18*(2), 225-232.
22. Dolk, M. (2001). Between thoery and practice students in Netherlands developing practical knowledge by inverstigating primary school mathematics. *WGA7 of ICME9*, *The Professional Pre- and In-service Education of Mathematics Teachers* (pp. 1-18).
23. Dolk, M., & den Hertog J. (2001). *Educating the primary school mathematics teacher educator*: *A case study in the Netherlands*. Paper presented at 2001 The Netherlands and Taiwan Conference on Common Sense in Mathematics Education, Department of Mathematics National Taiwan Normal University.
24. Eraut, M. (1995). Schön shock: a case for reframing reflection-in-action? *Teachers and teaching*: *theory and practice*, *1*(1), 9-22.
25. Ernest, P. (1994). What is social constructivism in the psychology of mathematics education? *PME 18(2)*, 304-311.
26. Even, R., Tirosh, D., & Markovits, Z. (1996). Teacher subject matter knowledge and pedagogical content knowledge: Research and development. *PME, 20*(1), 119-134.
27. Goffree, F., & Oonk, W. (1999). When real teaching practice can be (digitally) represented in colleges of education: The MILE project. *Proceedings of the 1999 International Conference of Mathematics Teacher Education.* Department of Mathematics National Taiwan Normal University. Taipei, Taiwan, (pp. 34-75).

28. Gudmundsdottir, S. (1995). The narrative nature of pedagogical content knowledge. In H. McEwan & K. Egan (Eds.), *Narrative in teaching, learning and research*. New York: Teachers College Press.
29. Jaworski, B. (1998). Mathematics teacher research: Process, practice and the development of teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *1*, 3-31.
30. Korthagen, F. A. J., & Kessels, F. P. A. M. (1999). Linking theory and practice: Changing the pedagogy of teacher education. *Educational Research*, *28*(4), 4-17.
31. Lave, J. & Wenger, E. (1993). *Stiuated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
32. Lerman, S. (1990). The role of research in the practice of mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, *2*(2), 25-28.
33. Malara, N. A. (2003). Dialectics between theory and practice: Theoretical issues and aspects of practice from an early algebra project. *PME, 27*(1), 34-48.
34. Pirie, S., & Kieren, T. (1989). Through the recursive eye: Mathematical understanding as a dynamic phenomenon. *PME, 13*, 191-126.
35. Pirie, S., & Kieren, T. (1991). Folding back: Dynamics in the growth of Mathematical understanding. *PME, 15*, 169-176.
36. Pirie, S., & Kieren, T. (1994). Growth in mathematical understanding: How can we characterise it and how can we represent it? *Educational Studies in Mathematics*, *26*, 165-190.
37. Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioners*: *How professionals think in action.* New York: Basic Books, Inc.

Student Teachers Use of A Knowledge Web to Learning Mathematics Teaching: The Link of Theory and Practice

Yuan-Shun Lee
Department of Mathematics and Computer Science Education,
Taipei Municipal Teachers College

Abstract

The researcher constructed a Knowledge Web of Mathematics Teachers (KWMT) on the Internet as a source of links to theories and practices for mathematics teacher education. The researcher also constructed a learning environment presenting the curriculum of primary school mathematics teaching and methods that could help student teachers to learn mathematics teaching. The study investigated whether student teachers can learn teaching practices from theories in this leaning environment, and how this leaning environment can act as a bridge to theories and practices in teacher education. We found that student teachers can learn teaching practices from theories, can understand the keyword of teachers teaching and its meaning when they learn mathematics teaching. The learning environment can act as a bridge to link theories and practices because student teachers use social interaction to comment on teaching practices from theories, can use rational arguments in discussing teaching issues or teaching policies, can reflect on their own learning or teaching experiments, and can learn mathematics teaching knowledge. The learning environment that the researcher constructed can act as a bridge to link of theories and practices because it contained suitable learning experiences, promoted future awareness and reflection, offered theoretical notions from empirical research, and encouraged students to act in a productive manner.

Key word: E-Learning, Mathematics Teacher Education, Knowledge Web.