

國立政治大學教育學院教育學系
碩士論文

指導教授：洪煌堯 博士

電腦支援合作學習與知識翻新對師培生
數學信念與數學教學實踐之影響



研究生：張喻涵 撰

中華民國九十九年六月

摘要

數學能力向來被視為解決問題能力的重要基礎。隨著知識經濟時代的來臨，數學愈加受到重視，數學教師的教學效能亦面臨新的挑戰。為了協助師培生發展更具創意與多元的教學方式，本研究在中學數學科教材教法之課堂中，提供學生以知識翻新 (knowledge-building) (Scardamalia, 2002) 教育理念為核心的課程設計，並使用知識論壇(Knowledge Forum™)數位學習平台作為本課程的線上輔助學習環境。研究主要目的在利用教室中與論壇上的知識翻新活動以提昇師培生對數學相關信念之反思與瞭解。研究對象為 9 位師培生。本研究透過混合研究設計以蒐集資料，資料來源包括：(1) 整學期師培生在「知識論壇」平台上之討論與貼文；(2) 期初與期末的數學信念開放式問卷；與 (3) 師培生的試教。資料分析方式如下：(1) 平台上的貼文主要使用知識論壇分析工具(Alytic Toolkit for Forum)探討師培生在平台上的互動與知識翻新歷程；(2) 數學信念開放式問卷主要以兩種觀點進行內容分析並交叉檢證；與 (3) 試教過程(錄影檔)以開放式問卷所產生之編碼進行影片內容的分析。

研究結果發現：(1) 以知識翻新理論為原則之課程設計有助於師培生發展更建構取向之數學信念；(2) 使用知識論壇平台有助於師培生分享知識與自我反思；(3) 數學信念與教學實踐呈現相互影響的關係；以及 (4) 透過知識翻新的課程設計，師培生逐漸理解多元與彈性的教學對學生學習的重要性。本研究根據研究結果提出以下幾點建議以供未來師培教育之參考：(1) 數學師資培育必須將專業學術知識的學習與成熟信念的養成作更密切的銜接；(2) 師培機構進行課程設計時，應提供更多元開放的教學方式來幫助師培生學習；(3) 師培教育應鼓勵師培生發展更能適應未來學生學習之教學方法。

關鍵詞：師培生、知識翻新、電腦支援協作學習、數學信念。

Abstract

The purpose of this study was to investigate the impact of knowledge building pedagogy and technology on preservice teachers' views on the nature of, and teaching practices in, mathematics. Participants were nine preservice teachers who took a university course titled "High-School Mathematics Teaching." A software program called Knowledge Forum was employed to enable an online knowledge building environment for preservice teachers to explore, reflect, and discuss about the nature of, and teaching practices in, mathematics.

Data mainly came from three sources: (1) preservice teachers' online posting and discussion recorded in a KF database, (2) a survey about mathematical beliefs with eight open-ended questions, and (3) preservice teachers' teaching practice videos. To analyze, (1) online discussion records automatically recorded in Knowledge Forum were analyzed using descriptive statistics; (2) open-ended survey questions were content-analyzed following an open-coding procedure; and (3) two cases of preservice teachers' teaching practice were further explored by employing video analysis techniques. The main findings were as follows: (1) engaging in knowledge building was found to help preservice teachers develop more constructivist-oriented mathematics beliefs; (2) use of Knowledge Forum was helpful for preservice teachers in sharing their knowledge and reflecting on their teaching; (3) mathematics beliefs and teaching practice could mutually influence each other; (4) after engaging in knowledge building for a whole semester, preservice teachers were able to realize the importance of capitalizing on more diversified ways of teaching to enhance student learning.

Building on the results, this study made the following three suggestions: (1) teacher education program should pay more attention to integrating the learning of pedagogical content knowledge into the development of more

mature mathematical beliefs among preservice teachers; (2) teacher education program should encourage more diversified and flexible ways of teaching practice when designing its courses; and (3) teacher education program should encourage preservice teachers to develop more adaptive teaching practices to help students learn in the future.

Keywords : preservice teachers, knowledge building, CSCL, mathematical beliefs



目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機與研究目的.....	1
第二節 研究問題.....	5
第三節 重要名詞釋義.....	6
第四節 研究範圍與限制.....	8
第二章 文獻探討.....	9
第一節 數學信念與教學的關係.....	10
第二節 數學信念與數學師資培育.....	14
第三節 電腦輔助協作學習.....	25
第四節 知識翻新理論與知識論壇.....	31
第三章 研究方法.....	42
第一節 研究設計.....	42
第二節 線上知識論壇學習環境.....	45
第三節 實施程序.....	48
第四節 資料蒐集與資料分析.....	50
第四章 研究結果與討論.....	61
第一節 探討師培生在知識論壇平台上之活動情形.....	61
第二節 探討師培生在「知識翻新」課程後，數學相關信念之轉變情形.....	66
第三節 探討師培生在「知識翻新」課程中教學實踐如何轉變（以兩個個案為例）.....	71
第五章 結論與建議.....	76
第一節 結論.....	76
第二節 建議.....	79
參考書目.....	83

圖目錄

圖 2-1 師資培育課程架構	23
圖 2-2 人類活動系統的架構	29
圖 2-3 知識論壇視窗	36
圖 2-4 知識論壇指標的設計	38
圖 3-1 根據知識翻新理論原則之教學設計	45
圖 3-2 KF 學習環境	46
圖 3-3 KF 發表文章的介面	47
圖 3-4 KF 回文的設計	47
圖 3-5 註解文章介面	48
圖 3-6 研究實施程序	48
圖 3-7 平台上活動資料分析	53
圖 3-8 期初、期末開放式問卷分析	55
圖 3-9 個案分析	60
圖 4-1 S01 與 S09 兩次試教分析圖	72
圖 4-2 S01 第一次試教各項活動百分比	73
圖 4-3 S09 第一次試教各項活動百分比	73
圖 4-4 S01 第二次試教各項活動百分比	74
圖 4-5 S09 第二次試教各項活動百分比	75

表目錄

表 2-1 教師角色與學習成果	12
表 2-2 教職專業科目	21
表 2-3 知識翻新理論之十二項原則與知識論壇示例	33
表 3-1 師培生就讀系所分佈情形	43
表 3-2 平台上的互動歷程編碼與舉例	54
表 3-3 數學本質、數學教學本質與學習本質信念編碼名稱與實例	56
表 3-4 師培生教學實踐觀之編碼名稱與舉例	58
表 4-1 知識論壇線上活動紀錄	62
表 4-2 第一次與第二次試教之團體反思與回饋	63
表 4-3 師培生期初期末信念上的差異	66
表 4-4 師培生對數學教學本質的信念	67
表 4-5 師培生對數學學習本質的信念	68
表 4-6 師培生對於數學教學實踐本質信念	69
表 4-7 數學本質編碼間的關係	70

第一章 緒論

國家發展與教育的成敗息息相關，而教師素質的良窳更是決定教育成功與否的重要關鍵。惟有培育優良的師資，振興教育，才能使國家富強。目前世界各國教育改革的主要趨勢之一即是培育更具多元、彈性教學能力的教師(Darling-Hammond & Bransford, 2005)。綜觀現今各先進國家(如美國、英國等)的師資培育重點即可發現，培育更高品質的教師，以給予未來學生更適切的學習指引，已成為教育改革的主流。

目前各國的師資培育機構皆致力於培養教學技巧與學術專業並重的教師，以因應國家所需人才的供給。除此之外，幫助師培生建立多元成熟的信念也是各國教育改革的重點之一(Thompson,1992)。研究指出，教師信念會影響其教學方式，而教師的信念同時也受其過去的學習經驗所影響(Nespor, 1987; Calderhead & Robson, 1991)。然而，由於信念涉及個人的價值觀，因此欲改變一個人的信念並不是一件容易的事(Handal, 2003)。但過去的一些研究也發現在某些條件下，信念是有可能被改變的(Brousseau & Freeman, 1988; Feiman-Nemser & Melnick, 1992; Raths, 2001; Simon & Schifter, 1991)。然而，對於如何改變信念，目前並沒有統一且有效的解答。

第一節 研究動機與研究目的

壹、研究動機

一、信念的培養在師資培育過程的重要性

台灣自解嚴以來，人權意識的興起促使教育改革的聲浪越來越大。面對一波又一波的教改運動，無論政府部門、民間團體或社會大眾，對新的教育改革皆寄予重望，期望能達到減少升學壓力，培育國家優秀人才的目標。無論進行任何改革，最終仍是需要教師來執行。由此可見，教育改革

的執行力在教師身上，教學品質與教改成功與否的關鍵也在教師。無庸置疑，教師是教室中的靈魂人物，教學方式對學生學習有最直接的影響，因此，成功的教育改革，端視教師在教育改革過程中是否能適切扮演協助的角色。在教學過程之中。教師的信念與看法將導引教師的教學，進而影響學生的學習（Clark & Peterson, 1986），因此，教師若持有成熟並有助教改的信念，並將其實踐於教學之中，以營造身教、言教、境教三者合一的學習環境，相信學生將有較佳的學習效果。

目前，我國在培育師資的過程中，大多注重師培生教育理論的訓練，而許多師培生在未進入教學現場前，常認為有效教學等同於講述

（Featherstone & Feiman-Nemser, 1992），學習是複製過去的學習經驗與知識。然而，事實上，教學不應只是陳述知識，而學習也不該是全盤複製過去知識，在師生間的教與學互動之中，更應該包含反省與思考，且教學目標除專業知識和技能外，也包括情意(例如信念)，這些通常都要等到師培生真正進入教學現場後，才能體會到教學的複雜性、多變性與高度挑戰性（孫敏芝，2006）。總之，信念的重要性不容忽視。然而信念的養成，卻少見於師資培育課程之中，此為研究動機之一。

二、教師的教學信念與教學實踐對教育成效之影響

如何發展有效並適當的數學教學方式一直是各國師培教育所重視的議題。為使學生具備自行解題的能力，並對問題有更深層的理解，教師的教學不能只侷限於單一與直接的講述法。如何引導學生詮釋數學的本質、如何協助學生解讀做數學的意義等問題，都是現代數學教師所應思考的重要相關議題。

致力於數學教育甚鉅的學者Ernest（1989）認為影響數學教師教學實踐主要的因素為教師對於數學本質、數學教學、與數學學習三個向度的信念。教師是影響學生數學學習成就的重要因素（Cooney, 1994）。除了專業學科知識、教學相關知識、對學生學習程度的理解以及能掌握教育環境等能力外，一位專業的數學教師也應該具備反思自我教學信念的能力。

有關教師與教學的相關研究，1950年代以後受到行為主義研究派典深

遠的影響，大多偏重教師教學行為與學生學習成效的探討，也就是知識的輸出與輸入關係，對教師信念作深層的分析的相關文獻較為不足，而無法深入瞭解教師認知的歷程及其作用。之後，隨著認知心理學的發展，研究逐漸聚焦在教師本身的內在認知歷程對教學行為的影響，普遍相信教師的教學行為與教師教學準備、歷程、反思有關。於是，教師信念便逐漸成為教學研究關注的焦點（Clark & Peterson, 1986）。

此外，Clark及Peterson（1986）亦指出，教師信念是影響學生學習成效之重要因素，數學教師的價值觀或教學信念會不自覺地反映在教學歷程中。許多研究顯示，教師會因不同的教學情境而產生不同的教學信念，因而做出不同的決定，進而影響其教學模式（莊淑琴，1993；顏銘志，1996；Hersh, 1986）。Thompson（1992）針對數學教師信念的相關研究與文獻進行分析後提出，若要增進數學教學與學習的效果，則必須針對教師的數學信念、數學教學信念、數學學習信念三方面作更深入的探討與研究。由此可知教師的教學信念與教學實踐有所關連，相互牽引。信念雖然存在於個人內在，卻必然和行為表現有所關連（高強華，1992）。而信念涉及個人的價值觀，屬於主觀認知的範疇，因此研究也指出，要使人信念產生轉變不是一件容易的事（Handal, 2003）。

三、信念在電腦支援協作學習與知識翻新環境的建立

由於信念不易轉變，許多相關研究以不同的課程設計進行師資培育，期望能藉此幫助師培生培養成熟的信念（Brousseau & Freeman, 1988；Feiman-Nemser & Melnick, 1992；Raths, 2001；Simon & Schifter, 1991）。這些介入方式包括：使師培生投入在做數學之中（Anderson & Piazza, 1996）、增進師培生對於信念的自我覺察與反思（Stuart & Thurlow, 2000）、增進師培生對於教學實踐的反思（Van Zoest, Jones, & Thornton, 1994）等等。另外，Wilkins以及Brand（2004）也提出使用小組協作學習的方式進行師培教育，使師培生由協作學習的過程中進行概念的成長。

教師的教學信念也來自於其過去的學習經驗（Nespor, 1987；Calderhead & Robson, 1991），因此，若期望師培生擁有較成熟多元的教學方式，在師

資培育的課程之中採用較多元開放的課程設計，使師培生在學習的過程當中培養比較建構、彈性的觀點，似乎是可行的方式。

近幾年，科技融入教育的議題越來越受到重視，關注的焦點是於找出科技融入教育最適宜的方法（Kirschner, 2002），網際網路促使學生的學習方式衍生出無限可能，以個人為主體的單項學習方式已被社群互動所取代。在此浪潮下，電腦支援協作學習（computer supported collaborative learning, CSCL）也為電腦輔助教學開創了另一種可能性（Koschmann, 1996）。以科技產品（如電腦或手機）做為協作學習的輔助工具，可以增加人與人、人與科技產品之間的互動。

CSCL包含許多相關理論，大多強調協作學習的重要性，社群成員共同建構知識。然而，我們預期學生不該只有建構的能力，而是能夠創新，並進一步做出有貢獻的成品。知識翻新是電腦支援協作學習其中的一個理論，有別於分工式的學習與知識建構，知識翻新理論強調集體智慧，創新知識的可能性，以強化學生的學習以及對事物的理解。

因此，為協助師培生發展更多元且彈性的教學方式，並對於數學信念產生較深層的理解。本研究提供學生一個以知識翻新（knowledge building）理論為基礎的教學設計，並以「知識論壇」平台做為學生課後的知識學習環境。使師培生在課程當中親身體會協作、回饋、反思以及集體智慧的重要性，應有助於其在未來發展出更具適應性的教學方法，並有能力去營造適合學生探究與創造知識的環境（Hong, Chen, Chai & Chan, in press）。

綜上所述，研究者透過 CSCL 環境的學習優勢，讓師培生在未進入實務的現場前，能對於數學本質、教學本質與教學實踐等觀點有更深層的理解，並以更成熟多元的觀點來看待數學教學，最後成為更能適應教室中多變情況的數學教師。

貳、研究目的

根據研究動機，本研究的目的主要為了解「知識翻新」教學對師培生在數學信念以及教學實踐上所產生的影響。詳細研究目的如下：

- 一、 探討師培生在「知識論壇」平台上之活動情形。
- 二、 探討師培生在「知識翻新」課程後，數學本質信念、教學本質信念、學習本質信念與教學實踐信念之轉變情形。
- 三、 探討師培生在「知識翻新」課程中之教學實踐的實際轉變情形。

第二節 研究問題

依據研究動機與目的，本研究提出以下幾個待答問題進行研究，以探討在 CSCL 環境下師培生之數學觀所產生的轉變。

壹、師培生在「知識論壇」平台上之活動情形為何？

- 一、 探討師培生在知識論壇平台發表貼文總次數為何？
- 二、 探討師培生在知識論壇平台所發表的文章總連結率為何？
- 三、 探討師培生在知識論壇平台閱讀貼文總次數為何？
- 四、 探討師培生在知識論壇平台回覆別人的文章次數為何？
- 五、 探討師培生在知識論壇平台與別人文章的連結次數為何？
- 六、 探討師培生在知識論壇平台鷹架使用次數為何？
- 七、 探討師培生在知識論壇平台中，試教後給予他人的建議總次數為何？
- 八、 探討師培生在知識論壇平台中，試教後自身的反思總次數為何？
- 九、 探討師培生在知識論壇平台中，試教後給予他人建議的向度為何？
- 十、 探討師培生在知識論壇平台中，試教後自身反思的向度為何？
- 十一、 探討師培生在知識論壇平台中，試教後他人建議與自我反思為何？

貳、師培生在「知識翻新」課程後，數學本質信念、教學本質信念、學習本質信念與教學實踐信念之轉變情形為何？

- 一、 探討師培生在知識翻新課程後，數學本質信念產生何種差異？

- 二、探討師培生在知識翻新課程後，教學本質信念產生何種差異？
- 三、探討師培生在知識翻新課程後，學習本質信念產生何種差異？
- 四、探討師培生在知識翻新課程後，教學實踐信念產生何種差異？
- 五、探討師培生在知識論壇平台上的活動與信念轉變的關係為何？

參、師培生在「知識翻新」課程中教學實踐之實際轉變情形為何(以兩個較具代表性的個案為例)？

- 一、探討兩位師培生在知識翻新課程後，各項教學活動百分比有何差異？
- 二、探討師培生(S01)在知識翻新課程後，教學活動設計產生何種差異？
- 三、探討師培生(S09)在知識翻新課程後，教學活動設計產生何種差異？

第三節 重要名詞釋義

為使研究名詞前後一致和便於陳述說明，本研究將重要名詞界定如下：

壹、師資培育生

師資培育生（簡稱師培生）(preservice teachers) 為正在師範校院或大學院校教育學程修習教育學分，但尚未實習的學生。本研究所指之師培生係指修習某國立大學（A 大學）中等教育學程之中學數學科教材教法的師培生。

貳、數學信念

數學信念(mathematical beliefs)指教師對數學本質的思考方式以及賦予數學意義的方式，教師依其原有的邏輯觀、知識觀、社會觀、經驗觀、

哲學觀等，檢視數學相關的概念，包括數學本質、教學本質與學習本質等，選擇並區辨可以接受的部分並摒除相異的概念，以形塑成對教學相關問題的基本看法。本研究所指之數學信念包含：數學本質信念、數學教學信念、數學學習信念以及數學教學實踐信念。

參、知識論壇平台

由 Bereiter 和 Scardamalia (2003) 團隊所研發的知識論壇 (Knowledge Forum, KF)，是電腦輔助知識翻新的平台，此平台背後所蘊含的設計教育理論基礎是知識建構。知識論壇是一個近年興起的數位學習平台，設計者希望透過這樣的學習環境來幫助學生發展共構知識的歷程，達到知識翻新的目標。

肆、電腦支援協作學習

電腦支援協作學習 (computer-supported collaborative learning, CSCL) 為結合科技輔助下使學生進行有別於傳統教室中分工合作的學習，是一種新興的學習典範 (Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006)，結合電腦技術、資訊技術、人工智慧等科技工具再加上心理與教育學的相關理論，例如教育學、心理學，社會學等幫助學生在數位的環境下進行學習。有別於傳統分工式的合作，協作學習強調的是完成共同目的，個體貢獻自己的智慧，全面性的完成一個目標，同意部分之和不等於整體的概念。CSCL 的目的是期望在平台的支持下，使用者能突破地域和時間上的限制，進行同儕教學、社群討論、社群練習、社群建構知識等具有協作性、社會性的學習活動，使用者可以透過網路緊密結合，即便是由不同年齡、時間、學歷、專長所組成的社群，彼此都能不受限的隨時進行知識建構的協作學習。

伍、知識翻新

知識翻新理論 (knowledge-building) 是一個運用群體智慧創新知識的歷程—即透過社群成員的集體反思以及知識訊息的交流與建構發展新知識的過程，知識翻新理論認為知識是可以不斷被持續改進的 (Scardmalia, 2002; Scardamalia & Bereiter, 2003)。以知識翻新為主的課程設計中，教師會營造開放的學習氛圍，使小組成員不斷的提出想法，並透過彼此討論、分享，形塑團體認知(group cognition)(Stahl, 2006)，達到知識的共構。知識翻新有意義的基本單位是想法，透過對想法的建構，以促成社群成員集體協作翻新原有想法並共構新的知識 (Scardamalia, 2004)。知識翻新理論基本上認為知識是可以不斷被持續改進的 (Scardamalia & Bereiter, 2003)，沒有絕對正確的知識，只有相對較佳的解釋。

第四節 研究範圍與限制

本研究在有限的時間、人力、經費、受試者等因素影響下，僅就以下研究範圍進行研究限制的討論。

壹、研究對象

本研究以台灣 A 大學之修習中學數學科教材教法之教育學程師培生為研究對象，該大學之學生在課業的表現相較於其他大學是屬於較高水平。大一新生想要進入 A 大學，必須在大學基本學科能力考試成績排行需要名列前茅，始得進入該校，且師培生與一般學生在人格特質與基本能力上可能有差異，固不宜過度推論到所有學生。

貳、研究內容

本研究的研究內容以了解師培生在整學期的學習後，對於數學本質信念、教學信念、學習信念與教學實踐信念之轉變情形為主要議題。分析研究對象在知識論壇平台上所發表的文章，期初期末開放式問卷，師培生在課堂上的討論以及學習態度做參考，但是不包含探討師培生對平台的滿意度、學習動機，以及學習成效等，因此對於研究結果不宜過度推論。

參、研究方法

混合設計研究法能幫助我們理解教育現場的實際情況，以助於我們深入瞭解研究內容，並觀察研究對象。本研究透過此種研究設計瞭解學生的學習狀況，並取得研究結果加以驗證與解釋。然而，像是教師個人特質與教學風格、學生過去學習背景與教學設計的不同，限制了研究結果推論的廣度，因此，不宜推論至所有相關研究。

肆、研究變項

影響師培生信念的因素非常多，如師培生過去教育背景、師培生個人認知、過去學習經驗，或社會對數學教學既有的期待等都會造成影響，但限於時間、人力以及經費，無法一一探討，僅選擇研究變項加以研究。

第二章 文獻探討

本章首先探討數學信念與教學的關係，瞭解信念如何影響教學，接著探討各國師資培育現況，以了解信念的課程是否落實在目前師資培育過程

中。接著探討本研究所使用之電腦支援協作學習的相關理論，了解電腦支援協作學習在教育中如何進行，最後探討電腦支援協作學習典範之一的「知識翻新理論」，藉由文獻探討澄清與強化研究目的重要性，並加強對本研究的理論基礎之理解。

第一節 數學信念與教學的關係

數學教師的數學基模(schema)包含數學知識、數學本質信念以及教學與學習方式等。專業知識的多寡固然重要，但單靠知識本身並無法區分數學教師之間的差異，舉例來說，兩位數學教師可能擁有相似的數學知識，但其中一人用問題解決導向來教學；另一位教師則採用講述法進行教學。雖然擁有相同的數學知識，但呈現出來的教學方式以及教學效果卻不盡相同。因此，信念才是影響教師的重要因素，數學信念可粗分為：(1)對數學本質的觀點；(2)對數學教學本質的觀點或模式；(3)對數學學習歷程的觀點或模式(Ernest, 1989；Thompson, 1984)。以下針對數學信念的內涵加以探討，並釐清信念與教學實踐的關係以作為本研究參考的依據。

壹、 數學信念的意義

信念如同海平面下的冰山，廣泛而難以探索，我們往往只能察覺到冰山的一角，然而隱藏在下的龐大底部--信念才是支配我們認知與行為的真正推手。大多數的人會將知識與信念混淆，在過去研究中也較少區分兩者之間的差異。Sigel (1985) 指出信念是社會互動的產物，是個體對生活與經驗的心理建構，人們會根據信念去理解世界並有所行動。知識則是人們賴以評價真實世界的依據。廣義來說，信念則是個人主觀意識，帶有價值批判的意味；而知識則代表客觀存在的材料。在教學現場，知識與信念是需要被釐清的概念，例如：教師的數學知識與概念也許相同，但呈現出來的教學方式不盡相同，這就是信念所產生的影響。因此，信念不僅影響個

體的行為，也會透過教學進行傳遞、傳承。

數學信念代表人們對於數學本質的理解與認識，包含數學本質信念、教學信念以及學生如何學習數學三個向度。其中以教師的數學本質信念為最重要，因教師的信念將成為影響其教學方式主要因素。Handal (2003) 認為數學信念主要由：什麼是數學？數學教學與學習如何進行？以及理想的數學教學與學習情況為何？組合而成。而Ernest (1988) 將數學信念分成三類：

一、問題解決觀—數學是一種動態探索、創造發明的歷程，其中包含錯誤、嘗試改正的歷程，數學不是既定永恆的知識，而是隨時能夠推翻修正的知識；

二、柏拉圖觀—數學為靜態永恆不變的知識，十分嚴謹的邏輯體系；

三、工具觀—將數學視為一套工具，由許多的公式、定理、理論所組成，學生必須善用工具以達到教學目標 (引自Thompson, 1992)。

Kagan (1992) 研究教師信念發現教室情境中經常存在不確定性與模糊性，因此教師必須建立一套信念系統，當教室中出現問題時可以有所依據並解決問題。教師對於數學本質的認知，與其數學教學的模式是密切相關的，個人數學信念可以決定其對於數學問題的看法與解題的歷程 (Schoenfeld, 1983)。

綜上所述，數學信念指教師對數學本質的思考方式以及賦予數學意義的方式，教師依其原有的邏輯觀、知識觀、社會觀、經驗觀、哲學觀等，檢視自我對於數學相關的觀點，包括數學本質、教學本質與學習本質，選擇可以接受的部分並排除與自身信念相異的概念，以形塑成對教學相關問題的看法。

貳、 數學信念與教學實踐

教師的數學信念與看法將導引教師的教學，進而影響學生的學習 (Clark & Peterson, 1986)。此外，教師信念影響教學實務的觀點在數學教育研究領域中也已被證實 (Peterson, Fennema, Carpenter & Loef, 1989)；

Schwartz & Riedesel, 1994)。透過教師的數學信念可以了解教師對於「數學是什麼？」的看法，亦即教師如何看待數學的內涵及範圍。在教學現場，每一個因應策略的背後都符應一個教學信念，意即，教學信念支配教師的教學行動。整體而言，教學問題、因應策略以及教學信念構成一個環狀結構（陳彥廷，2002）。

數學教師對於教學典範的看法來自於其對教學方式、教師角色、課程以及教室內活動等等的觀點，不同的教師角色將導致不同的成果。例如：若將教師視為數學知識與學生之間的中介者，教師信念就是透過教學實踐的方式與學生進行溝通。Ernest(1989)以教師角色預測學習成果如下表 2-1 所示：

表 2-1 教師角色與學習成果

教師角色	預期學習成果
指導者 (Instructor)	精熟的技巧與正確無誤的表現
解說者(Explainer)	對知識有概念上的理解
促發者(Facilitator)	擁有質疑問題以及解決問題能力

資料來源：翻譯自 Ernest(1989)。 *Mathematics Teaching: The State of the Art*(p.251). Basingstoke: Falmer Press.

然而，許多研究者提出教師信念和其教學行為的各種相關程度的研究，其中除了兩者之間的一致之外，也出現不一致的情形（Thompson, 1992）。也就是說，信念與教學實踐之間呈現辯證的關係，而非一般認知的線性因果關係。Thompson在研究中發現了教師信念和其教學行為之間的不一致，而當這些教師被要求解釋其中不一致的原因時，他們提出了兩個解釋：（一）兩者間本來就有差異存在；（二）影響他們實際教學的來源很多，導致他們必須將信念置於一旁。Handal(2003)也提出相似的觀點，認為信念與教學是雙向的關係，有些教師縱然擁有建構的或是學生中心的信念，但礙於許多調節變項，例如：學生、家長的期待，學校領導者的領導方式等等，無法實踐於教學當中。Ernest(1989)認為教師的教學信念對於其教學實踐有決定性的影響，在教師將信念轉化為實踐的歷程中，受到下列因素的影響：（一）是社會文化因素；（二）為教師信念的層次；（三）為高

層次的思考能力。社會文化因素包含學生、家長的期待、校長的領導方式、整個社會文化對於數學教學的期待等 (Thompson, 1992)。因此，在外在因素的影響下，教學信念與實踐間的聯結可能會比我們所期待的微弱。

過去研究顯示多數數學教師傾向將數學視為不斷練習的歷程，認為「練習」能快速增進學生學習的效率。練習能夠幫助學生精熟所要學習的知識，並使學生能夠快速的接收教師傳授的知識。古明峰(2000)研究國小教師數學科評量態度之研究中即指出，一般教師認為要讓學生反覆練習並熟知題目類型在考試中才能有較佳的表現。而Brown, Cooney 與Jones (1990) 的研究結果則發現，有許多教師認為有效的數學教學就是「直接教導」學生適當方法，使學生能快速並正確的進行數學思考，因此他們認為機械性的動作和持續不斷的動手練習可以讓學生在數學上有好表現 (引自莊淑琴，1998)。

而教師信念的層次可大略分為傳統觀以及建構觀 (李麗君，2002)。因此，排除社會文化的因素後，影響教師教學實踐最重要的因素就是信念，而高層次的思考能力能幫助教師縮短教學信念與實踐間的差距。因此，幫助教師提升其思考能力並建立正確信念應為數學師資培育重要核心。

參、結語

數學教學趨勢已逐漸由靜態走向動態，傳統觀趨向建構觀，也就是說教學方式由講述轉向探索的歷程(Ernest, 1989)，而不再強調以練習、背誦公式為主的教學方式。有鑑於數學內涵的範疇越來越偏向「由抽象中尋找次序的歷程」，教師的信念也必須翻新，並在教學方法上有所突破。先前研究指出，教師的信念來自於先前的學習經驗(Pajares, 1992; Richardson, Anders, Tidwell & Lloyd, 1991; Schommer, 1994; Wilson, 1990)，然而這樣的觀點在師資培育的課程設計中常被忽略。

在師資培育過程中，我們不應該只重視教師的信念為何，而是必須幫助師培生建立對數學與教學的深層理解 (Leatham, 2006)。有鑑於信念與教

學實踐間的辯證關係，本研究探討師培生信念的改變與教學實踐改變之間的關係，不再僅僅侷限於兩者的線性關係。下一節，即探討各國的師資培育課程，以瞭解其培育師資的方式以及信念的確立在師資培育的過程中扮演何種角色？

第二節 數學信念與數學師資培育

科技日新月異，在變遷快速的二十一世紀中，社會變動也越來越快速，現代社會所需要的人才與半個世紀前甚至十年前有非常大的差異。因此，許多學習理論如雨後春筍般出現，期望能找出最適宜的學習典範。1990年以來，各國的教育改革運動興起，希冀透過改革的方式提升教育品質，發展國家未來。而改革中最重要的一环即為師資培育方式，高素質的教師能為國家培育優秀的人才以提高國家競爭力。高素質的教師能夠迎合社會脈動，配合世界潮流，主動積極而且充滿教學熱情，並能善用教學科技輔助學生學習。

壹、師培生教學信念在師資培育中的重要性

許多因素會影響教師信念，環境因素例如：家長介入、學校氛圍 (Handal, 2003) 等等，或者是教育因素，如家庭教育、師培教育等等 (Nespor, 1987; Stuart & Thurlow, 2000)。由於教師之教學信念影響其教學行為、決定，甚至與教學成效息息相關，我們更應該重視教師信念的培養，以幫助未來教師能在進入職場前建立成熟的信念。研究指出，教師信念能透過師資培育的課程去建立或是轉變 (Clark & Peterson, 1986; 李麗君, 2002)，先前研究發現若希望幫助師培生建立多元的信念，能由師資培育的方式介入，然而，什麼樣的方式是有效的？目前則尚無定論，須進一步探討。

既然師資培育對教師教學信念有所影響，那麼師資培育課程的選擇與

教學方式即甚為重要（李麗君，2002）。完善規劃且實施的師資培育能幫助師培生由學習的過程中逐漸建立對事物的看法、對教學的觀點以及對學習的理解等等。除此之外，師資培育教師亦為教師信念之重要影響因素（李麗君，2002），師資培育教師的教學方式將對師培生產生楷模學習的作用，上文提過，教師會以自己學習的方式來進行教學，倘若師資培育教師能帶給師培生開放的學習氛圍，多元的教學觀點以及創造的環境等等，對於師培生的信念可能會產生影響。

簡而言之，師資培育的過程是培養師培生成熟信念的重要階段，也是形塑師培生信念的最佳時機，如同其他教學現場，課程設計與教學者對教育成效的影響較大（李麗君，2002），因此，不同的教學者與課程設計對學習者會產生截然不同的教學效果，接著，下一段將探討各國之師資培育方式與課程，並檢視我國師資培育的現況，以了解這些課程架構是否能滿足培養成熟教師信念的目標。

貳、 各國師資培育課程

師資培育課程影響師培生的信念甚鉅，因此研究者探討國際上在師資培育上較著名的國家，包含：美國、英國、日本，與我國做比較，期能藉以瞭解國際上師資培育的趨勢，檢視師培生的信念是否在各國的師資培育課程受到重視。

一、 美國

（一）培育機構

美國中小學教師的培養在相同的機構進行，由文理學院、綜合大學以及師範學院三種體系進行培育。文理大學以及綜合大學設有教育學院或教育系，而全美的師範學校僅有七所。因此，為便於各州之間教師的交流以及

師資的取得，美國成立全國師範教育認可委員會以統一各州對教師的基本要求。達到委員會所設定的標準即擁有教師許可證，能夠在全美地區教學。在師範教育的課程架構中，分為普通、專門、專業三類。普通教育包含自然學科、行為學科、資訊學科以及人文學科，旨在培養未來的教師具有基本人文素養；專門課程為有關將來擬任教學科方面的課程，旨在培養學生具有任教該科的專門知能，而專業教育則分為：數學、人文及行為學科、教學理論與實務以及教育實習旨在使學生能了解教育的意義、目標及方法（謝文全，1981）。各師資培育機構對於課程架構規劃不盡相同但基本上符合上述要求。

（二）課程內容

美國師資培育課程可簡單分為專業課程以及普通課程。普通課程指的是廣泛的博雅教育，期望培養教師的一般性教學知識以及教育的基礎學識。而專業課程係指教育專業素養的養成，培養師培生能勝任專業教師的能力。普通課程及專業課程孰輕孰重在美國是一辯證性問題，目前學界達到的共識為普通教育課程需佔全部課程的三分之一。

全國師範教育認可審議會(National Council for Accreditation of Teacher Education, NCATE)以及州教育廳 (State Education Departments) 負責認可全美師培教育課程的機構。將普通教育界定為普遍而廣泛的學科，其內涵包括語文、溝通技巧、語言學、數學、邏輯，以及資訊學科；自然與行為科學。專業教育係指教師在教學時所具備的專門學科知識，也就是教師所教授的專業科目，或稱教師的專業領域。另外一個部分是教育基礎課程，包括教育概論、教育哲學、教育史、教育心理學、教育社會學、教育人類學、教育政治學、教育經濟學、比較教育、藝術教育以及道德教育等科目。即全國師範教育認可審議會稱之為人文學科的課程，目的在於銜接普通教育以及實際教學的緩衝劑，也被認為是師資養成的基礎或者是做為鷹架的課程（單文經，1998）。

值得一提的是，近年來，美國發現全國科學家與工程師的不足，數學教師與科學教師也嚴重缺乏，使美國致力於數學與科學教師培養，因此全美

數學教師協會(The Council of Teachers of Mathematics, NCTM)擬定「中小學數學基準」(Standard for School Mathematics)，提出五項數學教育目標（引自單文經，1998）。

1. 重視數學：使學生體認數學在現今社會以及現實生活中的重要性，例如會計、財政、天文、物理等等，皆需要數學作為基礎知識才能進行更深入的研究，發展更深層的知識。
2. 以數學作為推理的工具：讓學生學習以數學的思考方式去尋求解決之道，從混亂的現象中去發現藏在背後的邏輯性。
3. 以多元化方式理解數學：除了死背公式，應該用更有效的方式進行數學教學，讓學生得以聽說讀寫方式認識數學，或以團體的方式討論、同儕教學等以辯證的方式學習。
4. 獨立解決問題：企業界希望學生能有獨立解決問題的能力，因此必須培養學生能夠使用多元的方法理解問題，使題目易於分析後使用適當的方式進行問題解決的歷程。
5. 增強對數學的信心：增強學生對於學習數學的信心能夠間接提升其數學成就。教師應訓練學生有積極學習數學的態度，才能妥善應用生活中日益增加的數學需求，因此，唯有提升學生的學習興趣與信心才能幫助其有更加的學習成效。

透過探討美國師資培育的機構與課程，可以發現美國對於數學教育的重視情形，例如在師資培育上重視專業科目以及教育專業知識的培育，在全國更提出五大數學教育目標，數學之重要性可見一斑。然而，在美國的師資培育課程架構之中，鮮少提到教師專業以及教學信念的重要性，培育教師的過程之中，信念應該是被重視的部分，美國的教育一直是全球各國參考學習的對象，其師培課程未納入信念教學，那麼，同樣在教育研究上被視為指標性國家的英國是否有相似的課程架構？在下一段進行探討。

二、 英國

(一) 培育機構

2005年後，英國成立非政府部門的公共教育機構——學校訓練發展局（Training and Development Agency, TDA），隸屬於英國兒童、學校暨家庭部（Department for Children, Schools and Families, DCSF），負責師資的培訓以及教師專業發展的訓練等工作。英國的數學教師相較於其他科目是比較短缺的，因此英國當局大多說服合格教師投入職場，並提升教師的專業能力，或者對於有潛力的申請者加以訓練（張繼寧，2009），這些預備教師只要完成訓練，不需考試直接即可進入學校任教，並符合新任教師資格（Newly Qualified Teacher, NQT）。

（二） 課程內容

規範並訂定合格教師的課程標準是師資培育認可協會(CATE)的權力。這些標準涉及師培生的選拔、教職員工的資格與經驗、課程組織、專業科目與教材教法之間的平衡、以及教育與專業評估等，上述皆包含於「專業認可」的領域。CATE提出高等教育和師資培訓課程都要包含至少兩年全時制的攻讀專業科目的時間。在小學師資培育課程中，相關領域包含了師培生的專業科目與主修科目相關的兒童心理學以及兒童發展等科目。而中等師資培育的課程中，有兩年的時間應用在修習中等教育課程中的一至兩個科目。以數學為例，這些課程須注意到數學教材教法的課程，需要花費一百個小時於研讀數學的教學。依照教師資格取得方式不同分為以下培訓方式（引自沈姍姍，2004）：

1. 大學部

約進行三至四年的大學課程，包含教育專業訓練與數學專業科目之修習，係結合教育學士（BEd）與合格教師資格(QTS)的課程。課程內容包括班級經營、撰寫教學計畫、設定學習目標、教導不同能力學生、學習資訊溝通技能、及管理學生行為之能力等。

2. 學士後教育證書課程（Postgraduate Certificate of Education, PGCE）

PGCE課程是學生在大學畢業之後，繼續接受一年的全時制或兩年部分時制的教育專業科目之訓練。

3. 「學校中心的初任教師培訓制度」（School-Centered Initial Teacher

Training, SCITT) 是學士後的初任教師培訓計畫，是以中小學教室本位來運作的師資培育制度，約1993年開始實施，由各中小學自行擔負師資培育的工作，不需上述之高等教育師資培育機構的相關指導與協助，課程設計較自由，可依學校本身的特色以及需求發展師資訓練課程，只要符合英國教師培訓機構(TTA)所規定的標準與程序，便可獲得政府補助，負責學士後師資培育的工作。

4. 「學士後師資培育計畫」 (the Graduate Teacher Programme, GTP)

以就業為導向的師資培育方式，針對那些較為年長(24以上歲)，已具備學士學位者而設。以非合格教師的方式在中小學完成一年的培訓。若在進入中學前已具有教學經驗可縮短培育時間，訓練其至少需要三個月。

5. 「註冊教師培訓計畫」 (Registered Teacher Programme, RTP)

類似上述的方式，師培生受雇為非合格教師，至少需具備兩年的高等教育學經歷，再於中小學中接受兩年的實習訓練，訓練期間需取得學士學位及教師資格。若進入中學實習前已具有教學經驗得縮短培訓時間但至少需培訓一年。

英國相當重視師培生在未進入職場前的實習訓練，期望透過教學現場的洗禮後讓師培生能更快融入教學環境，因此傾向以師徒制的方式來培育教師，嚴謹的教師訓練過程是許多國家仿效的對象，然而，這樣的訓練過程，似乎缺少創新教學的機會，師培生承襲過去的教學方式，在教學上便難以突破。教師以複製教學的方式接受訓練，賦予教學的意義往往是知識的灌輸。對於師培生來說，教學現場的實務經驗固然必要，然而成熟的教學信念才是支持教師教學的要素，一個兼具多元信念且專業教學知識的教師，是未來師資培育的目標，因此，在師資培育的課程之中融入彈性開放教師信念的培養是師資培育機構所應努力的目標。接著，探討同樣為亞洲國家的日本，其師資培育之課程架構具備何種特色。

三、 日本

(一) 培育機構

目前日本的師資培育採取自費的多元開放制度，相較於二次世界戰後的公費師範制度。以大學作為師資培育的主要機構，並採用教師證書制度以保障教師品質。前述之大學指的是任何大學，無論是教育大學或是一般大學（包含短期大學），在國立大學之中設有教育學部，經文部科學省認定後均能進行教師的培育，因此進入學部以及大學之師培生有義務修讀教職課程，此為畢業標準。目前上述機構共有 54 所大學（楊思偉，1999）。除上述主流培育機構之外，根據日本免許法之規定還包含有以下培育途徑（引自楊思偉，1999）：

1. 指定教師養成機關，以培養特殊教育教師為主的機構，在大學正規教育無法勝任中小學特教教師之培養時，文部科學省得以指定養護教師養成機關。受指定機關稱為「指定教員養成機關」。
2. 免許法認定講習與公開講座：欲擔任教師者若無法在大學修得所需學分時，得參加文部大臣所認定之講習與公開講座以取得資格，講習的開設必須接受道府縣內相關大學指導。
3. 免許法認定通信教育：若免許法認定講習亦無法滿足學分認定，得依文部大臣所認定之通信教育取得相關學分以獲教師資格，此種方式只能使用在無開設相關課程之大學。
4. 學分修得考試：適用情形與上述二者類似，文部大臣委託大學進行「單位修得試驗」（學分修得測驗）通過後取得教師資格。

(二) 師培課程

凡是經文部大臣認定的日本大學，皆可培養師資。依據其教師職員免許法規定，教師養成課程稱為「教職認定課程」，欲設置此課程之大學應向文部省提出申請，經課程認定委員會審議後予以核准。日本於1998年進行教育改革之後，師資培育課程也有的新的變動，其目標是期望各大學

能具創意編制課程，學生可以重點選課以提升專業能力，以求才與就業作為考核師培生的標準。表2-2為教職專業科目（教育學分）表：

表 2-2 教職專業科目

有關教育專業科目	小學校			中學校			高校		幼稚園		
	專	一	二	專	一	二	專	一	專	一	二
教育本質與目標											
幼兒與兒童身心發展及學習	12	12	6	8	8	6	8	8	12	12	6
教育社會學教育行政與政策											
教材教法（含教學科技）											
專業科目教育（如數學教育）											
道德教育	22	22	14	6	6	4	4	4			
綜合活動											
一般性課程											
保育內容									18	18	12
指導方法											
學生輔導與教育輔導											
學生生涯規劃輔導	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
教育實習	5	5	5	3	3	3	3	3	5	5	5
合計	41	41	27	19	19	15	19	19	37	35	23

資料來源：引自楊思偉（1999）。日本教育（頁83）。台北市：商鼎。

由上表得知，日本在教育專業科目的重視，分支相當詳細，無論初等、中等、高級教育階段都會安排教育實習，以增加師培生實務經驗。此外由學分數的分配亦可發現日本重視專業科目以及道德教育的程度，強調教師以身作則的能力，以及教育倫理的培養。然而，專業教師的培養過程中，教育專業的訓練無法保證教師能對教學有深層的理解，有鑑於教學信念與教學實踐間的關係，幫助師培生建立教育專業的信念才是師資培育課程應該融入的概念。

參、我國數學師資培育

一、師資培育現況

教育是促進階級流動最有效且直接的方式。一國政治、經濟、文化的運作情況皆仰賴於該國教育的發展良好與否。為使社會能有更健全的發展，並讓人們有能夠因應此世代的能力。因此，新的教育理念、教育文化、教材教法順應而生。新興教育理論能不能落實，仰賴於新的師資培育是否能夠按照理想運作。

有鑑於師資培育的重要性，我國教育部亦提出相關政策以因應知識經濟以及市場化潮流下的師培教育，希望師資培育可以因應時代變遷之所需，並培養出符合學生以及社會需求的教師。這些政策包含：第一、確立「教育專業標準本位」之師資培育政策，以落實「優質適量、保優汰劣」之要求，導進國家教育永續發展；第二、建構師資培育機構、課程、教學及教育人員之專業標準運作體系，確保師資專業化；第三、兼顧師資職前培育及在職進修之完整通貫作為，強固師資優質化之總目標，乃擬定於2006至2009年，總計4年完成「建立『標準本位』師資培育政策」、「協助師範／教育大學轉型發展」、「規範師資培育之大學績效評鑑與退場機制」、「增強教育實施效能」、「健全教師資格檢定制度」、「建置師資人力供需資料系統與督導機制」、「提高高級中等以下學校師資學歷」、「強化教師專業能力發展」、「發展教師專業評鑑機制」與「實施不適任教師淘汰機制」等十項方案之目標(引自教育部，2005)。

促使師資培育走向專業化、證照化，並期望提升教師的專業能力，使教師成為更加專業的職業的目標固然有其重要性；然而，在培育師培生的過程中除了加強師培生的專業知識外，尚須培養師培生的反思批判能力，有不斷創新教學方法的能力，才能確保師培生能因應教室中的各種突發狀況以及學生的個別差異。

二、師培課程-以政大為例

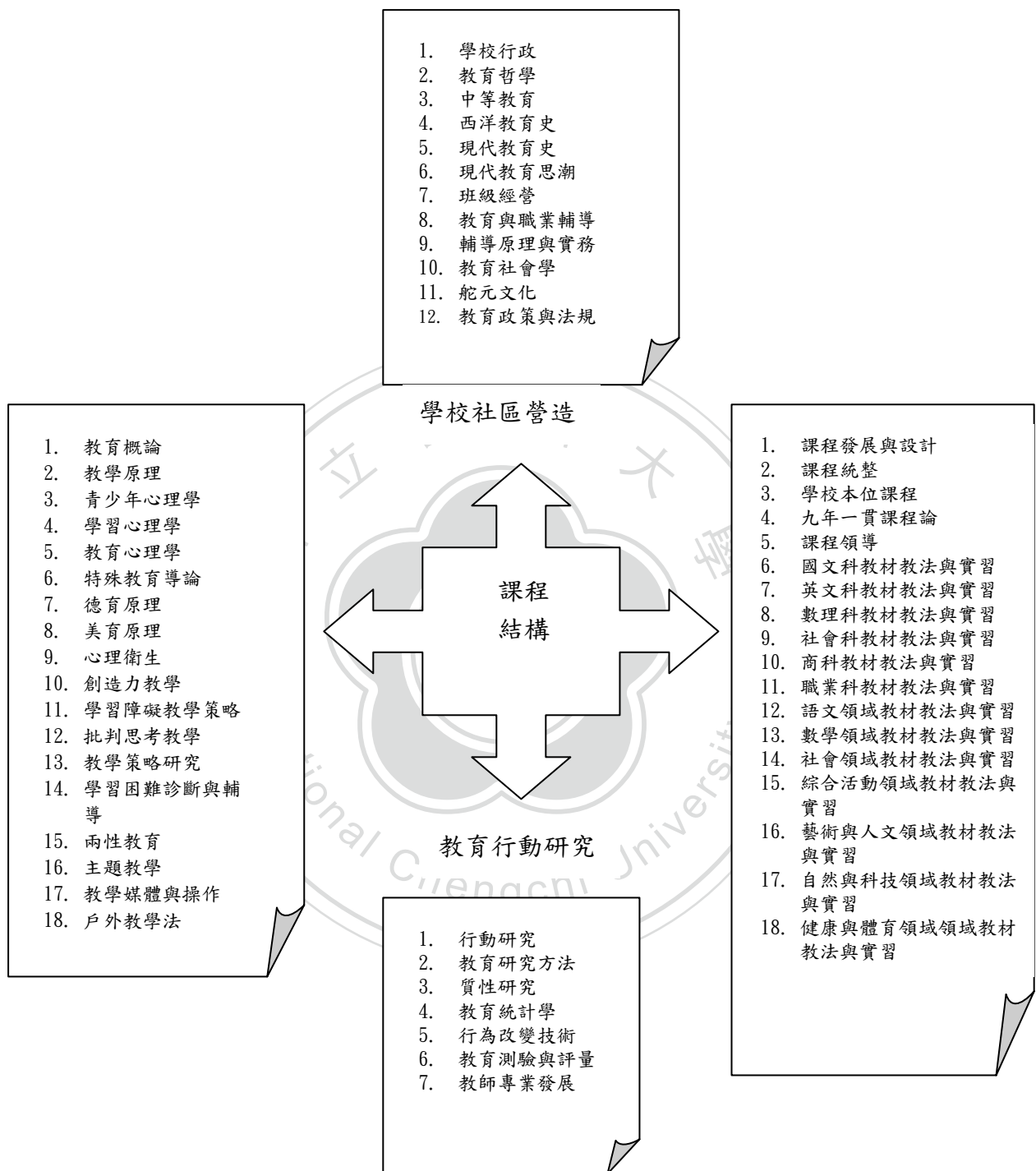


圖 2-1 師資培育課程架構

資料來源：國立政治大學師資培育中心（2010）。國立政治大學中等教育
學程內涵。2010年5月27日引自

<http://www.iote.nccu.edu.tw/data/iote/course/3.pdf>。

（一）師資培育目標

國立政治大學的師資培育中心是負責全校中等師資培育的組織。其教育目標為培養具備人文社會科學人才的特色，作為中等師資培育之內涵及師資培育中心的發展方向，期望藉由培養出具備「人文社會科學」的優秀教師。透過師資培育中心師的專業訓練與教育，師培生將具有「創意多元教學知能」、「課程決策發展知能」、「學校社區營造知能」、「教育行動研究知能」四種課程教學知能兼備的中小學優良教師。

（二）修課規定（如圖2-1）：

- 一、教育基礎課程（4~8學分）
- 二、教育方法學課程（6~12學分）
- 三、教育實習課程（4學分）
- 四、教育專業選修課程

因此，欲取得中等數學教師資格的師培生必須修習上述架構中的教育基礎課程，以瞭解教育的真諦；教育專業方法學的課程以培養教學能力，以及教育實習課程，儲備未進入職場之前專業教師所需具備的能力。上述課程架構之中，看似完整的課程設計，然而只見到教師在培養的過程當中，所應接受的教育專業訓練與學科專業等等層面，未論及一位專業的教師究竟該擁有什麼樣的信念？教師信念又該如何培養？此為本研究所欲探討的議題。

參、結語

信念可以透過師資培育的課程去改變與建構（Brousseau & Freeman, 1988；Feiman-Nemser & Melnick, 1992；Raths, 2001；Simon & Schifter, 1991），因此研究者探討各個國家師資培育課程，以了解目前的課程架構是否有助於師培生發展成熟的信念。

文獻探討後發現各國為培養出優秀的師資，皆重視師資培育的課程，致力於發展完整的架構。美國重視的是教師專業的程度，英國則重視實習制度，而日本則重視教師分級制度以及師資培育的課程。台灣自 1994 年師資培育法頒佈後，師資培育走向多元化，在世界的潮流與台灣自身發展需求之間如何達到平衡，是我們所應追求的目標。由於教師素質能夠左右教育品質優劣，而師資培育制度則是培育優秀師資關鍵之所在。因此，世界各國在從事教育改革時，無不把師資培育革新視為第一要務。然而，職前教師所需學習的能力不應只有專業科目的知識，而更應追求教學與專業上皆能兼顧的能力。職前教師也應同時具有反思批判與創造教學的能力。另外，職前教師不應被視為是傳統的經師或教書匠，而應被視為能因應不同學生特質、包容不同學習情境與教材特色，而能做出最佳教學調適的人師。上述能力需在師培生進入職場前完整的培養，以幫助他們建立良好的信念，使其成為正式教師時有足夠的能力去面對教室中的挑戰。

綜觀各國，師資培育的走向越來越精緻化與專業化，也越來越符合各國發展需求，然而，在多元的課程當中，顯少見到針對教師信念相關課程。未來的世界，合作將成為重要的基本能力，然而綜觀各國課程，並未提供任何相關訓練，爰此，本研究希冀透過在師資培育的課程之中融入培養教師信念的目標，使師培生建立多元的觀點。教師會以過去的學習方式教導學生 (Nespor, 1987; Calderhead & Robson, 1991)，而電腦支援協作學習以數位環境作為協作學習的輔助工具，能幫助學生體認協作學習的概念，因此，為使師培生擁有建構、學生中心的數學觀，本研究以電腦支援協作學習為教學設計之基礎進行師資培育的課程。

第三節 電腦支援協作學習

協作學習在學習理論的發展中，已是發展完善的典範。而近十年來，隨著科技進步，電腦的發明以及網際網路的出現，也衝擊了學習理論的思潮，以電腦為輔助科技實行協作學習的方式為電腦支援協作式學習，以下茲就此典範加以說明。

壹、電腦支援協作學習的內涵

科技迅速的進步，科技產品充實了人類的生活，教育也不例外地開始尋求能結合科技與教學的最佳途徑，讓科技產生與學習結合的可能

(Kirschner, 2002)，電腦支援協作學習在新時代中產生新的典範與學習領域 (Koschmann, 1996)，其關注的議題是：人們如何在電腦的幫助下一起進行學習？因此，電腦支援協作學習所強調的不再是過去傳統的合作學習方式，以小組為單位進行分工的學習歷程。而是小組成員必須對於目標有相同的認知，彼此貢獻、修正成員的想法，以協作的方式達成目的的歷程，電腦在這個過程中是輔助工具的角色。

美國於 1995 年首次召開電腦支援協作學習國際會議，1995 年後每兩年舉辦一次。電腦支援協作學習在教育科技研究的典範下，著重資訊溝通科技 (information and communications technology, ICT) 的使用以作為協作學習的媒介，進行像是成員學習與指導、同儕教學、問題本位學習、模擬實境、小組遊戲競賽等活動。電腦支援協作學習之範圍橫跨心理學、教育、人工智慧、資訊科技、電腦科學等等。結合作業學習、協作學習的優點，並經由網路、電腦，使用遠距網路教學或同步學習，在網際網路上或是電子化的教室進行學習。

電腦支援協作學習的提出超越過去以個人為單位的學習方式，嘗試結合網路環境與協作學習，幫助社群成員的社會互動方式與知識翻新歷程。學習者之間的變得更加密切，以往只能一對多或是多對一的學習方式已經轉變成以多對多的方式呈現，並增加彼此之間腦力激盪的深度 (Hong, Scardamalia & Zhang, 2007)。學習者在透過網路學習的過程之中，需要主動去建構自己的知識，並同時與他人互動分享，以達到學習目標，此觀點來自社會建構理論，知識建構的責任不應該全放在某位特定成員身上，而是需要社群成員願意分享，在充滿開放、創意與友善的學習環境之中建立對事物的嶄新想法。

除此之外，電腦支援協作學習主要目的是幫助學生有效率的共同學習，並建構知識。輔助學習者與學習者之間意見與資訊的溝通；在學習活動進行時，同時存取資訊、文件以及授課者、同儕的回饋。電腦支援協作學習的環境可以支援並促進社群進行各種動態活動，以達到傳統教室內小

組分工學習知識建構環境。由於網路授課的需求劇增，教師在教學與課程設計必須同時了解電腦支援協作學習的優點與缺點，如同其他的數位學習典範，電腦支援協作學習活動的成效難以評估，未發展出相關或值得信賴的評量方法，這是未來研究可以努力的方向。

電腦支援協作學習範疇逐漸受到矚目，它關切的議題是如何透過電腦支援的協作學習模式促進成員間的學習與交流 (Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006)，提供一個穩定而安全且能兼顧多元觀點的網路學習環境，讓所有使用者可以到平台上發表想法，以整合成員的知識。

貳、電腦支援協作學習相關理論基礎

電腦支援協作學習是近幾年才興起的新興議題，許多學者紛紛提出自己的見解，不同的理論基礎下所產生的概念也不同，例如團體動力學的觀點、活動理論、定錨式教學法、認知學徒制、情境認知(situated cognition)理論的觀點等等。在這些理論基礎下都帶給電腦支援協作學習更多反思與發展的空間，根據 Scarmalia(2002)的看法，其認為電腦支援協作學習應由研究以及實踐的觀點出發，探求在數位的環境中，學習者如何得到較佳的學習環境以及學習方式。以下針對電腦支援協作學習相關理論基礎進行說明。

一、Vygotsky 社會文化論

Vygotsky 認為社會文化因素是影響學生學習的重要關鍵，也點出協作學習的重要性。在人類心理發展歷程中，符合兩項基本規律，其一是在人與人的交往互動或進行協作學習過程中，會受到內在的心理機制影響。其次，人類所特有的心理機制必須透過與外部活動的交互作用而形成，是由外而內的轉化過程，逐漸變成人類內部的心理結構，即內化的歷程。高層次的心理活動會依賴語言、符號、文字等象徵性表徵進行，成人透過與兒童的互動過程中將這些象徵性符號傳遞給兒童，兒童再透過自己內在心智

的運作將其內化。

最近發展區(Zone of Proximal Development, ZPD)是用來描述兒童目前的能力水平以及透過鷹架幫助之下可能達成的能力水平之間的差距，為社會文化理論中的核心概念。在發展潛能的過程當中，強調與能力較強的同儕或是成人進行互動，因此，同儕之間的互動與教導對於學生認知能力的提升有重要的影響力。協作學習在學習過程中使學習者互相幫忙搭鷹架，以達到各自的最近發展區。搭建鷹架與最近發展區的交互作用是一個動態的歷程，隨著學習者對知識的理解隨之移動，以保持超出學習者的現有水平，具有挑戰性但不至於產生習得無助感。

在社會文化論中，Vygotsky 認為在學習的過程當中將到社會文化的影響，個體建構其對事物認知時會以工具或符號作為中介。在電腦支援協作學習的環境中，為學習者提供了科技工具作為輔助學習的媒介。除此之外，在網路平台上也提供學習者社會互動的情境，讓學習者能透過這些輔具達到建構知識的目標。

二、活動理論

Engeström (1987) 所提出，該理論為協作學習提供了學習的框架。活動理論中基本的分析單位是活動，活動由三個核心概念所組成，分別是主體、社群以及客體，除了主要概念之外尚包含三個次要成分：工具、規則以及分工，這樣的模型如圖 2-2 所繪。

主體指的是學習活動中的個體或是小組，透過個人的觀點感知活動系統。客體指的是原有的材料以及問題的導向。所有的活動傾向以客體為導向，在外部以及內部的調節工具支持下，客體能夠塑造轉化成結果，在轉化過程中也表現了活動的目的與意圖。社群由許多的個體或小組所組成，他們共享客體並自行建構有別於其他社群的標準，不同的社群會發展出不同的氛圍。分工係指社群內任務分配以及活動系統權力地位的分配，而規則指的是行動和活動系統內的交互作用，工具是主體作用於客體上以轉化成知識的歷程，例如：電腦、語言、符號等等抽象的概念，使用特定文化工具將形塑人們活動以及思維的方式。

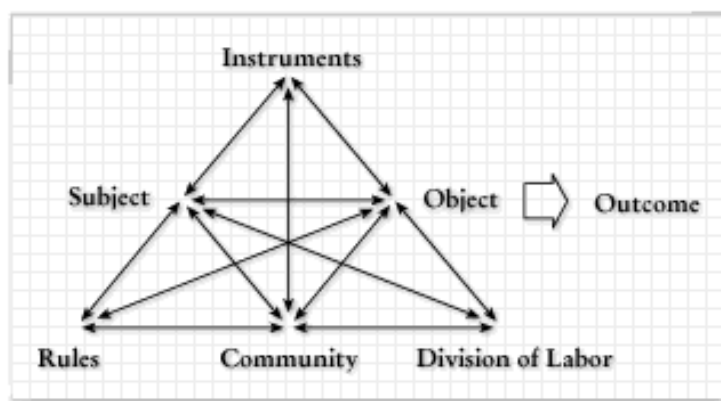


圖 2-2 人類活動系統的架構

資料來源：引自 Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research* (p.78). Helsinki: Orienta-Konsultit.

活動的發生具有一定的層次，第一層為目的性層次，將活動視為客體導向的，驅動主體的動機以實現一定的目標；第二層為功能性層次：行動是達成活動的基本要件，行為往往是目標導向的活動；第三層是常規性層次：行為必須靠一系列的運作才能完成，這些運作是無意識且自動化的歷程。所有的運作來自於原始行為，需要有意識的努力而走向自動化的境界。

活動理論中，活動系統裡的構成要素彼此之間非獨立而穩定的關係，這些要素包括主體、目標、工具、規則、社群以及分工。一個系統當中的要素呈現動態並且互動的關係，而活動的主體可能是個人或群體，為了共同的目標而努力。活動理論提供電腦支援協作學習發展的架構，在學習的活動中，個體或是社群成員透過電腦作為輔助工具，分享想法，所產生的學習成果也是共享的。

三、團體動力學

學習社群的概念越來越受到重視，社會學的範疇在協作學習理論中扮演重要角色，論及協作學習時離不開社會心理學。目前，電腦支援協作學習的發展正朝向更複雜、更具挑戰性的方向，如何為電腦支援協作學習系

統提更強而有力的動力，以保證該系統穩定的運作，是所有對電腦支援協作學習關注的學者共同的目標。

1940年 Lewin 提出團體動力學(Group dynamics)的理論，由內外環境的觀點看待團體發展動向的各種影響因素以及這些因素之間的交互作用。Lewin 認為個體是一種非常複雜的能量系統，人與人之間存在著相互影響、滲透的能力，所謂團體動力是指來自組織內部的一種能量（引自吳濤、頤月琴，2009）。當團體為滿足共同需求或者達成共同目標時，彼此之間會產生各種能量的匯集、衝突、貢獻等等平衡與失衡的狀態。每個團體的成員都是該社群的共同體，個體與個體之間因為某種需求、興趣或目的而結合，進行共同的活動，相互交流，幫助彼此成長，這樣群聚的過程就形成團體或稱群體。

團體被視為具有內在動力的整體，若想轉變個體的目標，就必須先改變團體，整體的價值觀和行為如果產生轉變，會直接對其中的個體產生壓力，促使個體的行為往團體一致的目標轉變，透過改變團體使個體轉變是比較容易的。基本上，上述概念是團體動力學準則的實現。

以團體動力學觀點看待電腦支援協作學習時會發現，當社群成員為了共同目標集合在一起時，靠的是每位成員的貢獻，團結的力量。彼此之間的互動產生動力，使他們願意分享自己的想法，貢獻自己的知識，接收他人的建議，以達到知識共構的最終目標。

參、結語

電腦支援協作學習超越傳統的學習方式，強調學習者能夠透過合作與主動學習，以反思並批判既有的知識，並從而去尋找新的詮釋方式。科技越來越進步，輔助學習工具的發展日新月異，在教育上，我們期望能找到適合的學習方式。電腦支援協作學習提供跨學科、領域、時間、地域的環境，使學生能在知識創新的歷程中得到輔助。在電腦支援協作學習的環境，能做為師培生銜接理論與實務之間的橋樑，正是因為電腦支援協作學習提供了一個良好的覺察與反思的學習環境，讓學生能透過這樣的學習方式理解更多元的觀點(李源順，2005)。

電腦支援協作學習包含許多分支，大多強調協作學習的重要性，然而，這些協作的過程中大多強調概念的建構與知識的堆疊，我們預期學生不該只有建構的能力，而是能夠創新，做出有貢獻的成品。知識翻新理論正是提供這樣的觀點，強調集體智慧，創新發展的可能性，強化學生的學習以及對事物的理解。

第四節 知識翻新理論與知識論壇

電腦支援協作學習最終目的不是達成某一個學科的學習目標；或是完成實體的作品，而是期望學生在此過程中能學習到建構知識、與他人協作、在社群中有所貢獻的能力，培養學習者具備團體責任。知識翻新理論是電腦支援協作學習的分支，強調知識分享、集體智慧的重要性，輔以知識論壇平台能幫助學生達到更成熟的學習。

壹、 知識翻新理論

一、知識翻新理論內涵

知識翻新理論重視群體智慧，是一運用集體力量去創造有價值知識的歷程—即透過社群成員的集體反思以及知識訊息的交流以建構深層理解並創新知識的過程，知識翻新理論認為知識是可以不斷被持續改進的(Scardmalia, 2002; Scardmalia & Bereiter, 2003)。以知識翻新為主的教學設計中，教師會營造開放的學習氛圍，使小組成員不斷的提出想法，並透過彼此討論、分享，最後趨向團體認知(group cognition)(Stahl, 2006)的歷程，達到知識的共構。由此可知，在知識翻新理論中，想法與知識是可以不斷的被探究和改進的對象。在以知識翻新為基礎的教學設計中，Scardmalia (2002) 提出幾項知識翻新理論之原則，不僅影響了後來對於知識建構典範的研究，亦為後續研究教學設計之參考，其中四項原則闡述如下：

(一) 關心學習者真正的想法，優先看重真實的問題 (real Ideas, authentic problems)

知識的問題源於個體想要理解這個世界時所做的努力。學生所產生的想法就像是可觸碰的實體一樣，然而學習者真正在意的通常是有別於教科書的問題以及迷思。知識論壇提供了提出問題創造思想的環境，貼文(note)與視窗(view)能提供社群進行在核心概念與關注議題的回饋。

(二) 可創新的想法 (improvable ideas)

所有的思想都被視為可以不斷被翻新的，學習者嘗試改進想法的質量、價值以及效用。使學習者產生心理安全是重要的，當人們處於認為自己是無知的、表達不成熟的主張、給予和接受批評的環境中，容易扼殺創造力的產生，而知識論壇即提供了一個安全的環境讓學習者能盡情發展自己的想法。

(三) 社群共構知識與團體責任 (community knowledge, collective responsibility)

社群成員需提供自己的想法並為知識產出分攤責任，這些責任不能只放在某個或某些成員的肩上，意即每位成員必須貢獻自己的智慧且每位成員皆有共構知識的責任。知識論壇提供開放、協作的空間並保存所有成員生產的想法。

(四) 知識的平等參與、貢獻無法切割 (democratizing knowledge)

每位社群成員都是知識的貢獻者，以知識的發展為共同目標。知識論壇提供所有成員進入核心知識空間的途徑。

其 12 項原則與知識論壇中相對應以實踐該理念的一些功能示例如表 2-3 所列。

表 2-3 知識翻新理論之十二項原則與知識論壇示例

知識翻新理論原則	相關知識論壇示例
關心學習者真正的想法，優先看重真實中發生的問題	知識論壇中的貼文以及視窗能直接反應知識翻新過程中的想法以及想法的提供者
可創新的想法	所有在知識論壇上所進行的討論，都可以隨時隨地進行深化、修改與翻新。
想法的多元性	在知識論壇上鼓勵多元想法以及想法之間的連結。
做個知識的自主追求者	知識論壇中整合（rise-above）以及視窗能夠幫助深化討論的內容。
社群共構知識與團體責任	在貼文中提供鷹架，例如：我的理論（my theory）、新資訊（new information）等。使用者在此過程中能更加覺察自己對概念的認識。
知識的平等參與、貢獻無法切割	知識論壇提供一個讓成員可以平等參與，清楚表達想法間的環境。
互享共榮的知識翻新過程	知識論壇上的統計工具能幫助使用者瞭解每個人在平台上的參與程度。
知識建構活動無所不在	各種功能可以幫助使用者瞭解不同組別中想法的交流以促進知識翻新的歷程。
對權威訊息的建構性運用	使用者在不同時間所提出的貼文、討論等等在不同時間可以隨時查閱。
知識建構注重對話	知識論壇中參考（reference）的功能可以標記貼文中參考他人意見的部分，標示資料來源。
內隱的即時評量精神有助知識翻新	知識論壇中的回文、參考以及註解的功能有利於討論的歷程。
統整有助邁向超越	在知識論壇設定討論目標，讓成員在知識建構過程中討論、不斷演進推動社群的成長。

資料來源：整理自斯琴圖華，魏智慧（2009）。如何使學習者為知識社會做好準備—訪國際知名教育心理學家瑪琳·斯卡德瑪麗亞教授。《開放教育研究》，15(2)，4-10。

知識翻新理論為一建構性的過程，與建構主義有相似的特性，然兩者最大的不同點在於（一）目的性：大多數的學習是自然而然發生的，在建構主義的理論中學習者嘗試以自我認知去建構知識。然而在知識翻新的過程中，個體清楚的意識到自己是社群的一份子，必須對團體的目標貢獻個體的知識。（二）社群知識：過去的學習著重在「個體」，建構理論中也

強調「個人」建構知識的歷程，而知識翻新理論所強調的是社群的利益，每位成員要提出想法，使知識的翻新得以發生。

故此，知識翻新理論注重去探求資訊背後深層的意義，舉例來說，在檢證某個信念時，不容易發展出新的科學理論或科學思維，一個想法在被修訂、翻新的過程中，能夠發掘出適合、更有邏輯性的解釋。

以知識翻新為基礎的教學設計強調如何使學生由知識的接收者轉化為知識的探索者，Scardamalia & Bereiter(2006)提出六項可供參考的議題：

- (一) 將知識的提升視為社群的成就，而非個人的成就。
- (二) 將知識的提升視為想法的翻新而非邁向絕對真理的歷程。
- (三) 固有的知識相對於探索的知識
- (四) 利用社群的對話去解決問題
- (五) 挑戰固有知識以建構屬於自己的知識
- (六) 肯定自己所建構的知識

綜上所述，本研究之授課教師進行教學設計時參考知識翻新之四項原則，透過不同於以往的師資培育方式使師培生建立成熟的信念，讓他們未來進入教學現場後，亦能幫助學生由知識的接收者轉化為探索、創新的冒險者。除此之外，而本研究使師培生在接受師資培育的過程中，親自體會被動學習與知識共構的差異，讓他們在未來實際進行教學時，能具有更多元化的教學方式與教學設計能力。

二、知識翻新理論之教師角色

通常教師需要在教學設計中融入上述知識翻新十二項原則中的某些原則，並使學習者理解知識翻新的原則，這樣的理解能確保知識翻新的發生。Scarmalia 和 Bereiter (2003)的研究發現一些在課堂上成功使用知識翻新理論的教師，通常會讓學生直接圍繞某些知識翻新原則進行課堂討論或活動（例如社群的責任、想法的改進、統整等等），另外該研究也發現學生對於知識翻新的創造以及分析程度是基於他們對於知識翻新原則的理解程度。看到學生的巨大創新能力，我們相信基於原則的課程設計的確具有可維持性和擴展性。無疑地，基於原則去進行教學不是一件容易的事，

但若能以上述原則去進行教學，確實改進學生對知識的理解，並有助於其未來的學習。

知識翻新理論強調集體智慧的重要性，其重點在於個體之是對於團體的貢獻。除此之外，Scardamalia (2004) 認為透過「知識論壇」學習平台的輔助，會使知識翻新的環境更加有效率，無論從低年級到高等教育；醫療保健、公共機構的實踐都被證實，知識論壇不僅能夠增強學習的效果還能加強思維的創造力 (Hong & Florence, 2009; Hong, Scardamalia, Messina & Teo, 2008)，使學生達到更成熟的學習並有助於推動終身學習與創新。

貳、 知識論壇平台

一、背景發展

由 Bereiter 和 Scardamalia(2003) 團隊所研發的知識論壇(Scardamalia, 2004)，它的前身是 CSILE (computer supported intentional learning environments)，其設計目標包含：第一、使所有使用者皆能進行知識的翻新，包括兒童在內；第二、不斷地促進並改進社群知識；最後是期望提供一個可供社群成員進行協作的虛擬空間。知識論壇是 CSILE 第二代的產品，一個非同步的討論媒介，根據知識翻新理論設計而來。除了功能更加精緻化之外，它能夠使知識翻新的理念更加清楚可行。CSILE 首次出現是應用在 1983 年的大學課程中，到 1986 年時，已發展出全功能的網絡版本，在一所小學廣泛的使用。它於 1995 年重新設計，其對於知識翻新理念的實踐程度大為提升，並正式出版成為 Knowledge Forum®。知識論壇目前提供客戶端瀏覽器的版本，所有註冊使用者可以在教室中或家裡自由的登入平台。知識論壇的使用者年齡層分佈廣泛，從小學一年級到研究生都可以使用。使用的範疇不限於教育，而在醫療保健、社區和企業等皆有其應用的價值。在目前在美洲、亞洲、歐洲以及紐西蘭皆有許多使用者。由此可見，知識論壇能夠跨越學門、年齡以及文化的框架，提供有別於傳統的數位學習環境。

二、知識論壇特色

平台是以知識翻新理論為依據，期望透過社群的智慧集體共構知識，由想法之間產生連結，深化概念以建構知識。它可以使想法具體化，保留並存在能夠持續改變的資料庫中，作為想法的起點，社群成員能夠隨時瀏覽這些思想並深化或發展，進一步討論、建立連結修改、註解或是翻新。知識論壇包含以下的特性：

1. 鼓勵多元的觀點以及團隊協作

鼓勵學生提出想法，利用想法深化對每一主題的認識，社群成員提出本身關注的問題到平台上，其他成員也分享自己的觀點，在平台上就會形成許多不同議題的討論區塊，如圖 2-3 所示。

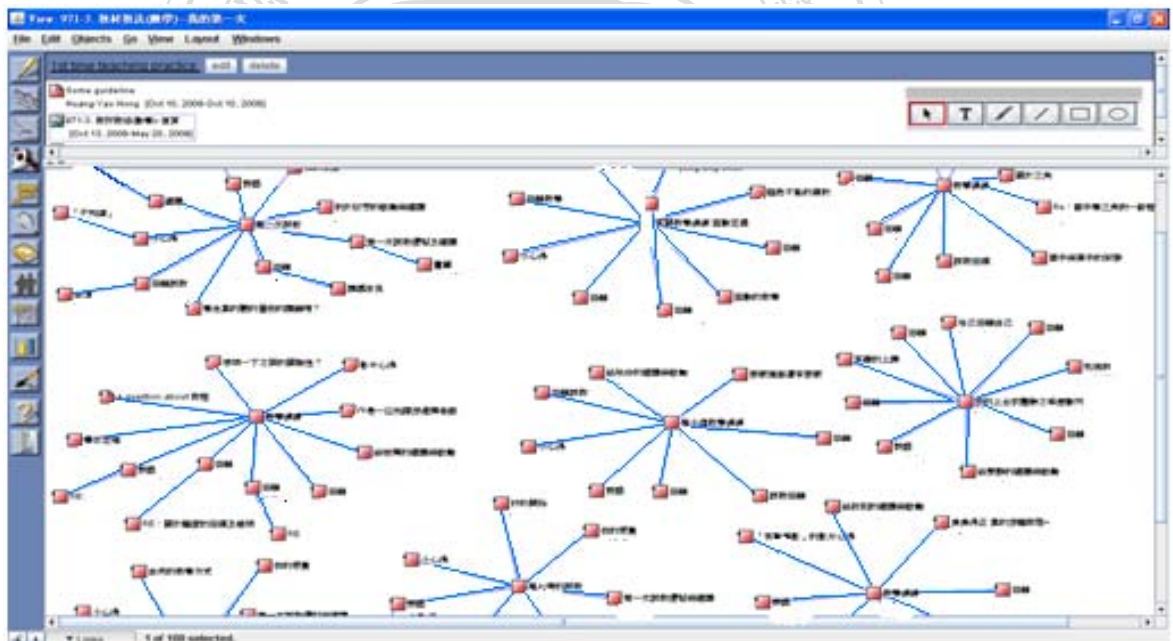


圖 2-3 知識論壇視窗

在本研究中，知識論壇平台上的互動主要聚焦在每一次試教之後的回饋以及教案的呈現。圖中每一個方塊代表一個貼文，每一個群組皆為某一位師培生試教之後，其餘同儕所給予回饋的互動歷程，線段所代表的是社群社員回文 (build-on) 某篇貼文所形成的連結。而方塊旁的字為該貼文

的主題，在這個介面中，成員可以清楚的找到每個群組的主題，而加以回應。

貼文的設計是為了支持協作學習，能以共同作者(co-author)的方式來建立。而視窗功能不僅僅是布告欄的作用，使用者能夠協同設計環境並建構圖形架構，設計自己的背景。視窗能夠提供各種資訊，不是僵化的發佈訊息而使所有成員都能夠使用視窗去建立知識，翻新知識。貼文跟視窗可以獨立建立或集體創作，成員能自由的進入私人或公共空間，背後所隱含的意義是鼓勵所有成員在開放的環境中互動，同時加強個人和小組的精進。沒有所謂正確、權威的標準答案，成員之間貢獻自己所有的專業知識以發展出更有解釋力、說服力的理論。

2. 想法的連結與社群知識

知識論壇也具有回文以及修改貼文的功能，有別於 WebCT 以及 Blackboard 線性的回文方式，也就是說 WebCT 以及 Blackboard 只能針對原有的文章進行回覆，無法重新建構主題或是增加其它的資訊。在使用知識論壇的回文功能時，使用者可以重新輸入標題與關鍵字，讓翻新的動作更加明確。

註解(annotation)、引用(citation)和參考(reference)的功用說明如下，註解與參考能加進任何貼文中，參考的功能是指出原貼文的來源，所以想法可以被用在原有的以及新的情境之中。使用者可以在任何視窗中加入自己的想法與意見，且視窗與視窗之間可以互相連結以深化想法的意義並增加資訊的豐富程度。

在建立貼文以及回文時，有一些指標能夠幫助使用者建立想法，包括關鍵字(keywords)、鷹架(scaffold)、標題(title)、問題領域(problem fields)。

3. 知識翻新的歷程

知識論壇除了提供文字、圖形等功能介面之外，另一個重要的特色就是鷹架的功能。最初的設計理念是為提供專門知識以及刺激想法的產生。精緻化並聚焦想法，避免貼文中的內容流於日常生活中的對話。這些鷹架

(圖 2-4) 如：我的理論(my theory)、我想知道(I need to understand)、新資訊(new information)、這理論無法解釋(this theory cannot explain)、更好的理論 (a better theory)、整合知識(putting our knowledge together)。使用者可以依據自己的想法彈性應用這些鷹架，一旦選擇某個鷹架之後會成為未來搜尋想法的依據，這些鷹架可以依據課程設計者的理念或社群加以修改，也可以在不需時隱藏。

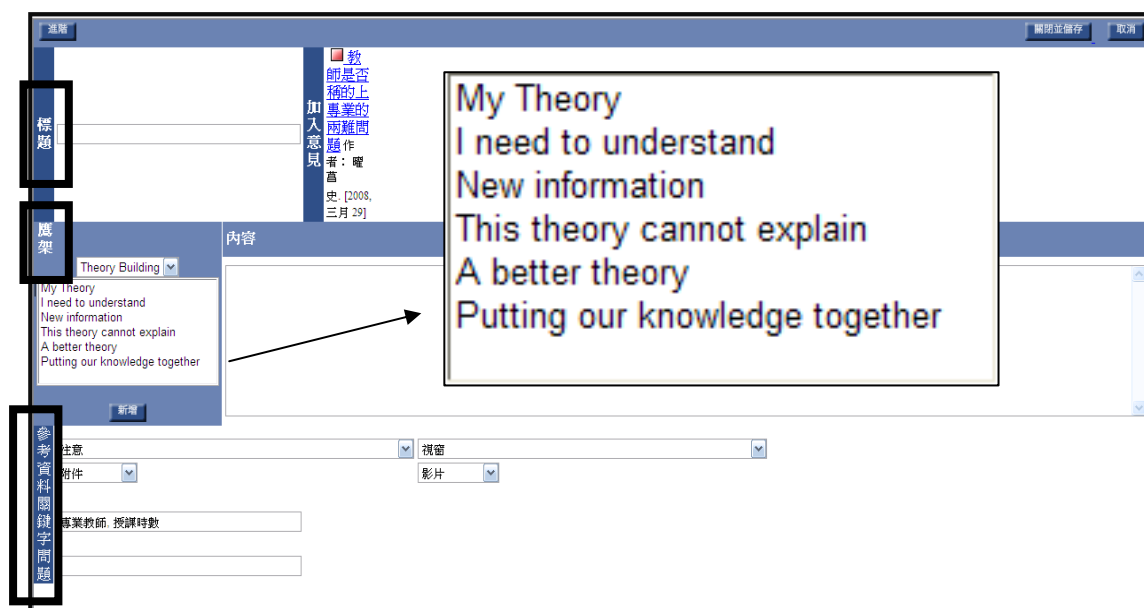


圖 2-4 知識論壇指標的設計

在知識論壇中，使用者可以貢獻與參考(contribution and reference)來支持自己的想法，當有人引用另一位成員的文章，即使用參考這項功能，其他使用者也會看到原有的資料來源，而不是以複製整篇文章的方式呈現。

三、走向知識社會

知識論壇的產生使數位學習環境有了另一個面向，在科技發達的今日，許多數位學習環境也開始蓬勃發展，例如 Moodle、Blackboard 等等，上述工具強調的都是使用者的便利性，例如：易於操作的介面。而知識論壇希望夠幫助使用者拋出想法，建構對社群成員有價值的知識。所以在使

用者欲建立貼文時，會有鷹架幫助使用者思考，且使用者必須自行輸入標題、關鍵字以便於其他社群成員的回應以及搜尋。

本研究所採用之知識論壇平台為數位學習環境帶來嶄新的變革，將學習目標放在社群成員如何持續改進自己或他人的思想，由重視個人的學習成就到貢獻社會價值；由教師權威式的指導與到共享知識的環境。知識翻新理論所強調的是社群成員，也就是個體的智慧與想法的分享，重視每一個想法，強調互動與討論，而知識論壇平台為科技輔助的工具，因其不僅能增強學習效果，還提供了創造的思路，這樣的論壇不但能讓學生置身於知識創新的環境中，且有助於終身學習的推展。然而，知識翻新理論的重點不在科技輔具的使用，而是授課教師如何營造開放的學習環境，使身為社群成員的學生願意敞開心胸，進入知識探索的世界。

參、 知識翻新理論相關研究

Bereiter (1994) 探討三種不同知識論的起源：建構主義、社會主義、以及 Popper(1972)的三個知識世界。建構主義探討學習者的心理活動，認為心智存在人類的腦中。社會文化論則著重在文化對學習環境的影響，認為人類的心智存在個體與社會的互動當中。Popper 則提出第 3 世界知識論，有別於第 2 世界認為人類心智存於腦中的建構理論，以及第 1 世界的自然物質世界。Popper 這三個世界的理論提供我們澄清知識起源的基模，在 Popper 所處的年代裡，兩學派各有支持者，都相信自己的理論基礎是最有根據的。但第三世界出現後，融合了兩派的優點，帶來的新的氣象。第三世界認為知識是一種具體的產物，能經由集思廣義的方式共同建構。在知識建構過程中，知識不僅是存在於個體之中而是大家互相學習的資產，而在這過程中包含學生的心智活動發展與社會環境因素的影響，也就是建構主義和社會文化論的主張。

能提出解決舊問題的新想法是未來知識社會中重要的能力，然而 Papert (1991) 在二十年前早已提出此一前瞻的觀點，他認為在建構知識的歷程中最重要影響因素是想法，想法如同實體般存在於個體的腦中，

因此想法是能夠互相分享並且有轉變以及修正的可能性。此一觀點打破以往將知識是為固定的、僵化的、鞏固在個體內的迷思。在所有增進知識成長的因素當中，「可能性思考」(probabilistic thinking) 佔的比例最大。他亦批判 Piaget 的天賦說，意即兒童某些特殊行為是與生俱來的，該理論是有爭議的。此外，Papert 提出想法在學習的重要性：1. 遭遇問題時，學生可以透過想法的連結加以解決 2. 真實的情境永遠比教室中的模擬情境好，在真實的情境中，個體可以以個人的感官去體會並進行反思，讓每一種不同情境下的將使想法的連結更加緊密有力，此種以想法為中心的觀點提供知識翻新理論發展的基礎，並與知識翻新理論所強調的知識有諸多相似之處。

想法既然是可以分享修正的，這樣的分享與合作如何在教育中進行？Stahl(2000)提出協作學習的模式，建立社會化歷程的學習模式，合併多重觀點並構成個人與社會的知識累積循環。關心個體所有的知識與社會文化的連結，此模式結合了不同理論的觀點以建構出所謂協作知識翻新環境 (knowledge building environments, KBEs)。他認為協作學習是一個複雜的歷程，給予社群成員參與以及地區上的限制，使KBEs成為電腦支援溝通的媒介以促進學習科學的發展。

知識翻新理論所強調的是教室中的開放、創造的學習氛圍，透過知識論壇平台的輔助，會達到最佳的學習效果。知識翻新嘗試以最基本的方式去重新設計教學，透過知識論壇學習平台的輔助，促使學生在創造的環境中建構知識 (Scardamalia, 2004)，在知識翻新實證研究亦發現，運用知識翻新教學理論以及知識論壇學習平台，可以有效的幫助知識建構與學習活動在課堂中實現 (Hong, Scardamalia, Messina & Teo, 2008)，並且讓學生達到更成熟的學習。

接著，Hong, Chen, Chang, Liao 與 Chan(2009)研究並比較黑板數位學習平台以及知識論壇對於學習者的影響，結果發現使用知識論壇平台的成員對於學習的概念可以有更多的連結。除此之外，也發現知識論壇中相關的統整功能在輔助知識建構的過程中是重要的工具，此功能可以幫助學習者整合他們的想法並昇華成深層理解的概念，此研究更進一步強化的知識論壇平台對於深化想法的影響與重要性。

Lakkala, Lallimo 和 Hakkarainen (2005) 則探究協作學習與知識翻新

相結合的理論在真實教學現場中是否可行。在芬蘭進行一個全國性的實驗，共有十位教師參與這場實驗，作為實驗教學的執行者，他們來自八所學校，在實驗前必須參與研究團隊所開設的研習課程或工作坊，以瞭解實驗進行流程，努力讓每一個教室中都呈現相似的學習環境。研習課的內容包含，教導這些教師如何使用協作式的電腦輔助學習工具，新的學習典範—知識翻新，和教導其使用網路科技的課程，使他們在接下來的實驗中，可以運用一些不盡相同的教學設計，在他們所任教的班級中，利用教學科技促進學生的協作。研究結果發現，在科技工具的輔助下，能夠有效促進協作學習，但是要達到理想中的知識建構目標並不容易。因為在芬蘭社會中大多習慣個人主觀意識的學習，學生無法敞開心胸接受與分享自己的知識。最後，該研究建議，每一位老師都應該將以下原則作為教學設計的準則，以增進學生協作學習與知識建構能力：(1) 使用電腦作為教學輔助工具；(2) 學習並應用新的科技工具；(3) 多接觸各類教育學典範；(4) 強調團體學習概念；(5) 與其他教師、教育專業人員或是研究者共同參與發展計畫，促進教師專業成長。

除此之外，Van Aalst (2009) 使用三種不同的論述模式對分成四組的學生(N=40)進行教學，分別是知識分享 (knowledge sharing)，知識建構 (knowledge construction)，以及知識創造 (knowledge creation)。使用非同步線上教學平台知識論壇作為對話環境，主要議題為嚴重急性呼吸道症候群 (SARS) 以及相關主題，參與者在平台上完成相關議題的前測之後在平台上進行貼文與討論，研究結果發現受試者在學習後得到知識的成長。三種模式下的對話質量有明顯的差異，研究發現表現最佳的組別是知識翻新組的學生，另外兩組則沒有顯著差異。因此，在教學過程中，除了科技工具的輔助之外，尚須建立一個知識創造的環境，以培養學生建構知識與創新的能力。

由以上研究發現，想法在知識經濟時代中所扮演的重要角色，傳統被動接受的時代已經過去，能夠善用資訊，分享知識的人才是現今社會所需要的能力，而知識翻新理論與知識論壇平台即是以幫助學生發展想法與幫助其自行建構知識的基礎發展而來，而研究也證實其對於營造開放的學習氛圍與深化學生的理解有影響。

肆、 結語

教學不應該只是如劇本般的照本宣科，而更可以是一種創造力的展現 (Sawyer, 2006)，然而，目前教育現場中傳統講述的教學方式還是大眾最能接受的教學法，這樣的方式不僅會扼殺教師的創造力，也使學生成為如工廠加工品一般的制式讀書機器。未來教育的發展方向或可考慮走向類似知識翻新方式的協作學習模式，以學生為中心，教師卸下權威者的面具，與學生共同建構知識。

因此，本研究即採知識翻新之教學活動設計，並透過知識論壇學習平台的輔助，以強化知識創新學習的歷程(Scardamalia, 2004)。根據理論發展而成的平台能輔助學習者更有效率的進入知識翻新的環境，教學者將理論實踐於教學中的程度才是直接影響教學效果的因素，平台只是做為輔助的工具。因此，研究者透過知識翻新為基礎的教學設計來幫助師培生進行反思、檢視自我的教學信念，重新認識自我的教學信念以及數學本質觀，培養師培生建立以想法為中心的教學方式。師培生透過不斷的對話、想法的激盪，從中尋找最適合學生的教學方式，並藉以發展多元彈性之教學方法。

第三章 研究方法

本章主要敘述本研究所使用之研究方法，據實呈現研究進行過程概觀樣貌。首先進行研究設計的描述，其次說明研究環境與研究背景，最後介紹研究程序、資料的蒐集和資料分析與處理。

第一節 研究設計

欲透徹了解教育現場中所發生的實際情形以及學生各方面的學習，最佳的方式為透過多種研究方法互相驗證比較，故本研究以質量並重的混合

研究設計進行，探討師培生在「數學本質、教學本質、學習本質以及教學實踐」信念之轉變情形。研究對象參與自 97 年 9 月~98 年 2 月所進行的課程。透過師培生呈現出來的學習差異，將研究結果互相佐證，以深入了解電腦支援協作學習環境對師培生學習的影響。以下針對本研究設計及授課教師在一學期課程中，所進行的課程設計做詳細說明。

壹、研究對象

本研究的研究對象包含 9 位（女性 4 位）A 大學教育學程修習中學數學科教材教法課程的師培生。其年齡在 22-25 歲間($M=23$; $SD=1.6$)，其中包含 5 名碩士班學生。該校的師培生主要以甄選方式產生，流程如下：A 大學之學生，各學期操行成績均須達八十分以上；碩博士班申請前各學期總平均達八十分以上，學士班學生申請前各學期總平均成績須達班/系上前百分之七十五或七十分以上，需通過教師潛能發展測驗（測驗之題向設計方式以反向記分。分數高於該測驗常模一個標準差者，不予錄取）後進行及面試，以篩選出適合以教師做為職業之學生作為師資培育對象，師培生系所分佈詳細情形如表 3-1 所示。

表 3-1 師培生就讀系所分佈情形

系別	系所					合計
	教育研究所(碩班)	統計研究所(碩班)	數學系(大學)	數學系(碩班)	資訊科學研究所(碩班)	
人數	1	1	4	2	1	9

貳、教學活動設計

研究對象參與為時一學期（共 18 週）的研究，這 9 位師培生修習 A 大學教育學程所開設的必修課程，課程內容為中學數學科教材教法。教學

設計主要以知識翻新理論為基礎，並輔以知識論壇數位平台做為(1)社群對話，(2)學生紀錄自我成長以及(3)學生進行試教反思的輔助工具。教學目標是期望透過在「知識論壇」數位平台上從事知識翻新理論的實踐，以幫助師培生建構更成熟的數學本質觀與教學觀。授課教師在進行教學設計時參考知識翻新十二項原則中其中四項原則，包括(1)關心真實的問題，(2)可創新的想法，(3)社群共構知識與團體責任，以及(4)知識的平等參與、貢獻無法切割，期望能使師培生建立成熟的信念，使他們未來進入教學現場後，能幫助學生由知識的接收者轉化為探索、創新的冒險者。

授課教師為A大學之教授，授課教師曾有三年使用知識論壇平台進行教學的經驗，也曾對知識翻新理論進行許多相關研究，對於其原則如何應用在教學之中相當熟悉。教師在此課程中，期望學生可以跳脫傳統教材教法示範教學的學習方式，以新的教育典範進行教學與學習，不斷對自己信念以及教學方法進行反思，在課程中藉由與別人討論，翻新自己的信念，往更多元的觀點看待數學教學以及數學教師這份職業。

教學設計分為教室活動與課後線上活動(知識論壇平台)，如圖 3-1 所示。首先說明教室活動：在課堂中，本課程要求師培生進行兩次教法不同之教學演示，藉此幫助師培生理解，不同教學方法對於教師與學生來說有什麼樣不同的感受？並從自己與同儕的教學法中探索各種適合不同學生的適當教學方式。此外，教師也與師培生進行大量討論，透過不斷的發問與集體討論，讓師培生在問題中進行反思，例如詢問師培生：「由別人的試教中得到哪些反思？」、「數學只能有一種教學方式嗎？」、「數學的本質是什麼？」。教師不直接給予解答，而是引導師培生進行討論與思考，以建構屬於自己的理解，藉此也使師培生能逐漸養成反思與翻新自己想法的習慣。另外，知識論壇平台在課後使用，本課程要求師培生必須在平台上進行互動與交流，包括：每次試教後之心得分享以及同儕回饋、期初與期末學習心得分享等等，以記錄試教的過程以及每位師培生的反思以及建議，做為未來發展新想法產生知識的基石。所謂的互動包含：在平台上貼文供大家自由瀏覽；師培生若對於任何文章的想法有所迴響，亦可使用註解或回文產生互動討論。透過平台上的互動，師培生因此能夠不斷分享與反思自己對數學本質以及教學方法等概念的看法，同時也能參考他人的想法並提出更新的想法。

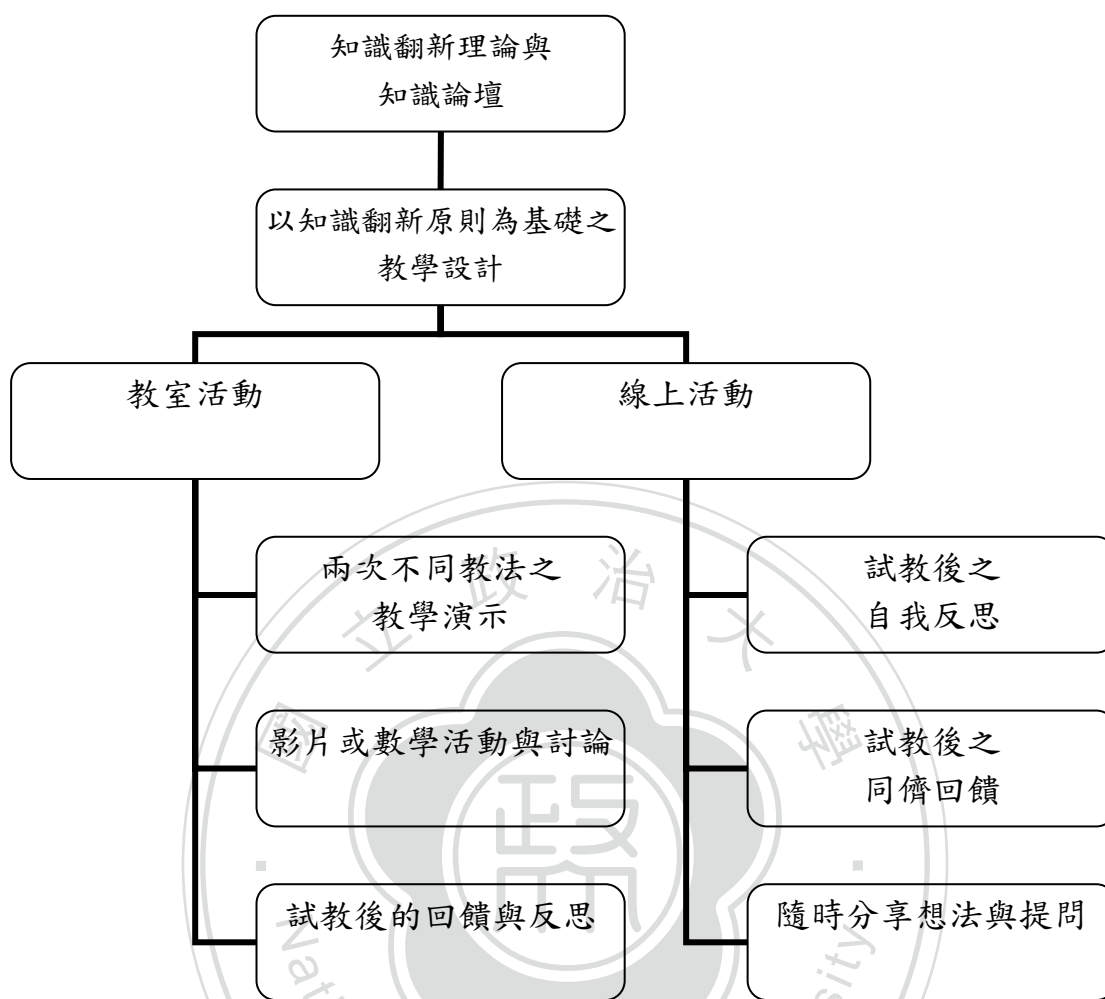


圖 3-1 根據知識翻新理論原則之教學設計

第二節 線上知識論壇學習環境

本研究所使用之電腦支援協作學習平台為知識論壇，以下僅針對此平台設計及使用做說明。

壹、知識論壇

由 Bereiter 和 Scardamalia (2003) 團隊所研發的知識論壇，為一電腦輔助知識翻新平台，設計此平台背後所蘊含的教育理論基礎是知識翻新，

期望透過這樣的學習環境來幫助學生發展共構知識的歷程，達到知識翻新的目標。這種學習方式有別於過去以知識傳遞為主的教學方式，學生不再是被動接收訊息，而是要學習將自己的想法與社群成員分享（Hong, Scardamalia, Messina & Teo, 2008; Scardamalia, 2002; Scardamalia, Bereiter & Lamon, 1994）。在本研究中，知識論壇作為輔助課堂討論的工具，而討論的內容聚焦於試教之後的回饋與建議，因此學生大多使用的功能是：貼文、回文、註解。以下進行更詳細的介紹：

使用者在登入知識論壇平台時，首先會出現其首頁，包含課程資訊、討論區文章、連結工具等，社群成員即透過討論區來進行學習以及想法翻新的互動。學生登入知識論壇之介面，如圖 3-2 所示。



圖 3-2 KF 學習環境

成員對於有興趣的主題想予以回覆時，在標題上點一下即可進入圖 3-3 的介面，按左上角的建立，即可依據知識論壇的鷹架設計提出想法、建議或是意見，即進行回覆的動作。若成員對於文章的內容有進一步的想法，在完成回覆內容後點選左上角的註解，就可以對該篇文章進行註解。此

外，關鍵字的部分是成員在撰寫文章時需把相關的概念輸入至關鍵字欄內，便於其他成員搜索與整理。

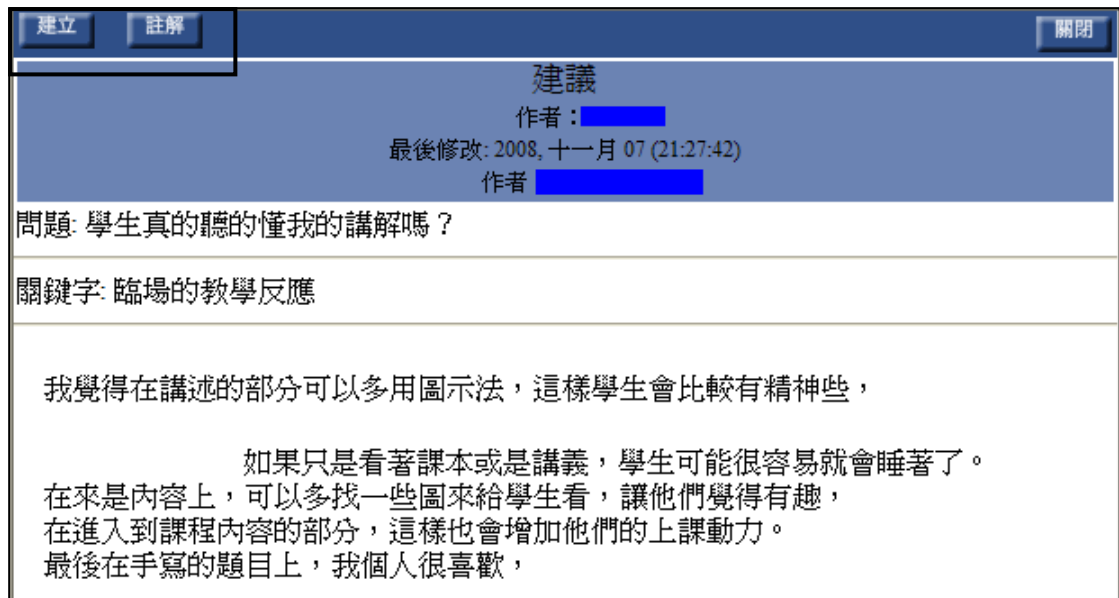


圖 3-3 KF 發表文章的介面

點選並進入「建立」的視窗後，中間左邊的欄位鷹架，如圖 3-4 所示，這些鷹架可以隨課程設計者的需要加以修改。知識論壇設計者期待使用者可以透過這些鷹架重新思考自己所要表達的言論。輸入想法之後，點選右上角的「關閉並儲存」，就完成回文的動作。

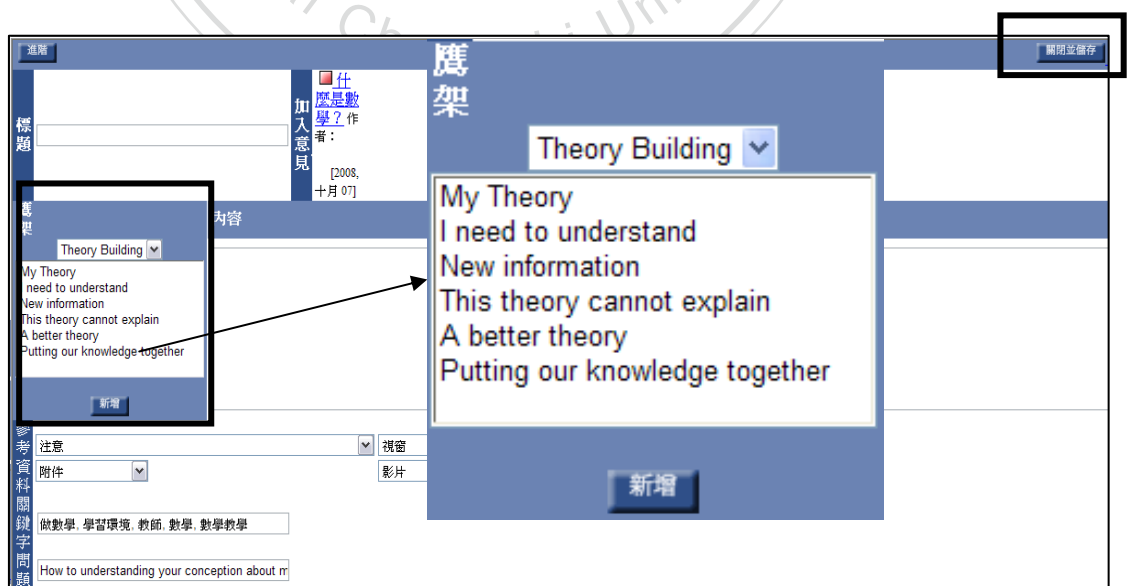


圖 3-4 KF 回文的設計

點選註解後，會出現提供註解的視窗，如圖 3-5 所示。使用者可以在文章中的任何一個段落、一句話、一個概念作註解，做完註解並儲存後之後，貼文中會出現註解的圖樣，如圖 3-5 所示，透過這樣的互動方式，成員可以自由的分享想法或提出質疑，也可以發現知識論壇在回覆文章功能的多元化。

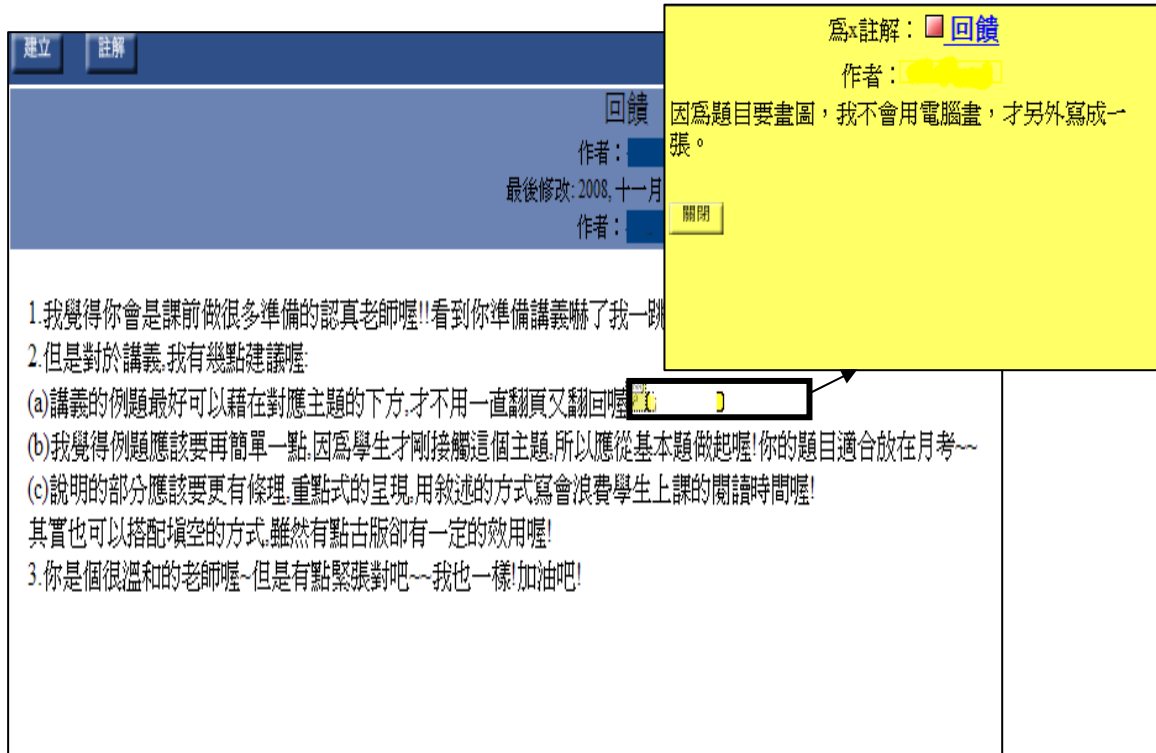
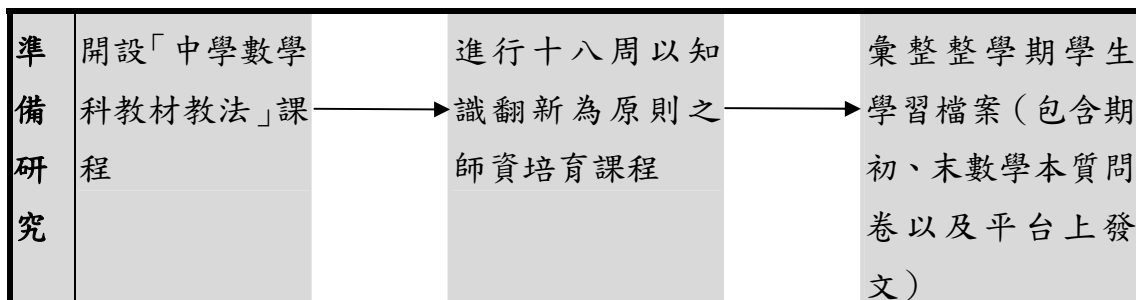


圖 3-5 註解文章介面

第三節 實施程序

本研究進行之實施程序分成四個階段，其詳細說明如圖 3-6。



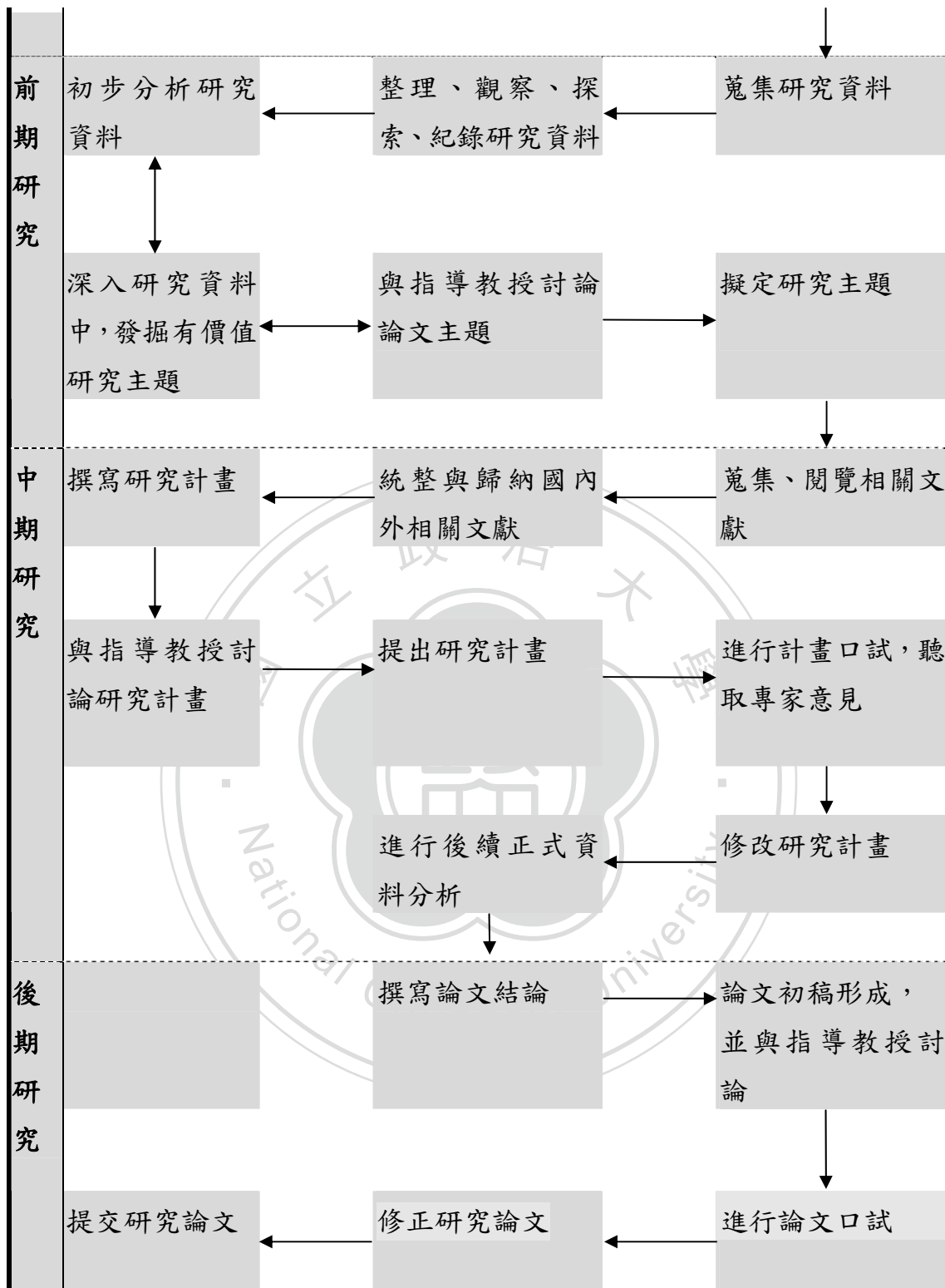


圖 3-6 研究實施程序

第四節 資料蒐集與資料分析

壹、資料蒐集

為了解師培生知識翻新的過程以及知識分享的情況，研究者選取知識論壇數位學習平台上的主要統計資料，以了解師培生在平台上的活動情形。接著，為了進一步了解師培生在課程進行當中如何彼此共構知識與反思，研究者同時也蒐集平台上的所有貼文記錄。除此之外，本研究主要目的為探討經過一個學期之後，師培生的信念產生了什麼樣的轉變，因此，本研究亦使用師培生期初、期末開放式問卷，藉著比較前後測的內容以了解師培生的想法產生何種差異。最後，為了解師培生的信念是否落實到教學實踐之中，並三角檢證師培生信念的轉變情形，研究者以個案分析方式，選取兩位代表性師培生的試教影片，在學期初時，一位師培生對於數學的信念偏向建構觀，另一位偏向傳統觀，以個案分析的方式來了解師培生教學實踐的轉變，以凸顯兩次試教當中，他們的教學實踐如何轉變，以及這些轉變的向度為何。

本研究資料包括(1)學生在知識論壇數位學習平台上活動的紀錄(包含發文次數、與別人文章互動量和發文的文字紀錄等)；(2)學生期初、期末開放式問卷；(3)師培生 S01 與 S09 兩次試教影片，均保存的相當完整，讓研究者不管在量或質的研究資料，皆有許多相當寶貴的資料可以做為分析、掌握脈絡的訊息。以下針對主要的研究資料做詳細的描述。

一、KF 數位學習平台上活動的紀錄

數位平台上的紀錄主要區分成兩類：(1)知識論壇所自動存取的統計資料—此部分資料係由知識論壇的分析工具(Analytic Toolkit for Forum, ATK)所提供—；(2)學生在平台上的所有貼文記錄。從中，研究者整理出的次數與文字紀錄，包括：

- (一) 貼文統計資料：貼文總次數、閱讀他人文章次數、回文次數、註解次數等。
- (二) 貼文內容：平台上學生所發表的所有文章。學生發表的文章主要以

課堂中涉及的討論議題為主，而其中學生最主要的兩大向度為：試教後同儕回饋以及自我反思。

二、 期初、期末開放式問卷

問卷共包含八個題目，內容如下：(1)什麼是數學？(2)做數學意味著什麼？(3)就您個人觀點而言，數學最好應用什麼方法教？(4)就您個人觀點而言，成功數學教學的關鍵是什麼？(5)就您個人觀點而言，怎樣是一個理想的數學教師？(6)就您個人觀點而言，數學最好用什麼方法學？(7)就您個人觀點而言，成功數學學習的關鍵是什麼？(8)怎樣是一個理想的數學學習環境？上述這八個問題又可歸納為三個向度：數學本質（即上述問題之1-2題）；數學教學本質（問題第3-5題）；數學學習本質（問題第6-8題）。

三、 個案研究

為進一步解釋試教過程轉變，研究者採用師培生的示範教學影片，以了解師培生在兩次試教上教學實踐的差異，是否符合數學信念問卷所發現之研究結果。為了解師培生在課程之後的教學實踐如何轉變，研究者選取兩位師培生，一位師培生受純正數學系的訓練，與其他師培生相較之下，對於數學的信念偏向傳統觀；而另一位師培生原有的信念偏向建構觀點，經由兩位師培生的比較，能使研究者澄清並理解師培生的信念與教學實踐之轉變情形。

研究對象之一(S01)是應用數學研究所的學生，大學就讀數學系，一直接受純正的數學教育，就讀研究所之後才修習教育學程。自其學習數學以來，長久接受直接講述的教學方式，因此，其對於數學教學的觀點較傳統，再加上具有補習班的數學教學經驗。補習班是十分講求學習效率的地方，S01在補習班教學的訓練之下，更加堅信數學只有一種教學法，教師必須呈現完美的教學，依據其既定的劇本演出，而學生只須當觀眾，吸收教師所教導的內容。

研究對象之二(S09)是教育研究所的學生，大學就讀教育大學數學系，因此自大學起即接受教育的相關課程，其對於數學教學的觀點相對於 S01 而言較為建構，了解教師並不是只能扮演講述的角色。引導者或是促發者等能幫助學生發揮潛力的角色才是教師所應追求的目標。

研究者錄製兩位學生期初、以及期末的試教影片，S01 第一次試教為 15: 07 分鐘；第二次試教 23: 58 分鐘；S09 第一次試教為 14: 05 分鐘，第二次試教 27: 11 分鐘。平均片長二十分鐘，教學主題由師培生自行選定以完成教學演示，教學方式與講義、教學活動設計等格式不拘，唯一的課程要求是兩次試教的主題可以相同，但必須以不同的方式試教。

貳、資料分析

為檢驗學生學習情況的差異，本研究將學生在知識論壇數位學習平台上活動的紀錄、學生期初、期末開放式問卷、師培生 S01 與 S09 兩次試教影片，進行統整性的資料分析。

一、KF 數位學習平台上活動紀錄分析

首先，以概括性的觀點探討師培生在知識論壇平台中的活動，其中包括分析師培生的貼文數量、註解使用次數、閱讀他人貼文、貼文間的連結度、鷹架使用次數等。以了解師培生究竟在平台上有哪些學習活動。平台上的統計資料僅能幫助研究者理解平台上的活動情形，接著研究者聚焦於平台上的貼文資料，以探討師培生在課程進行當中，在平台上提出哪些反思與想法，如圖 3-7 所示。

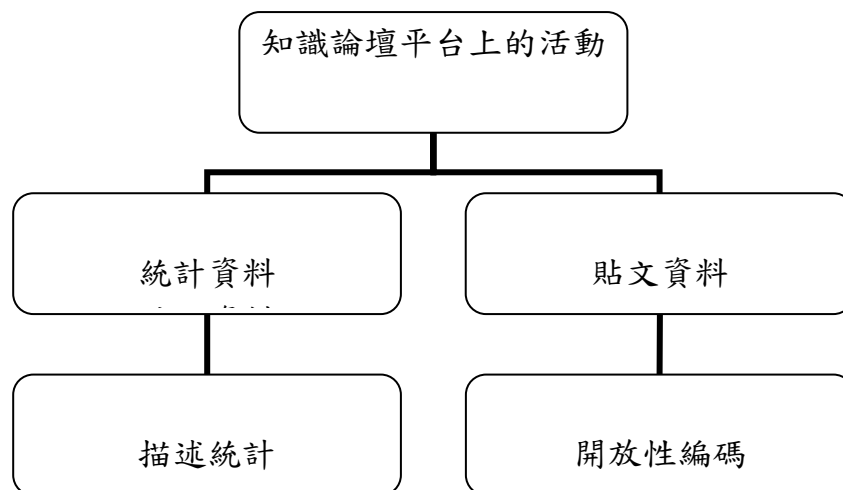


圖 3-7 平台上活動資料分析

(一) 描述統計：以平均數、標準差等統計方法，對學生在 KF 中所發表文章總次數、回文次數進行初步的描寫。

(二) 本研究主要採語文分析法(The verbal analysis method) (Chi, 1997)進行質性資料的分析。質性研究與量化研究各有其優缺點，亦為心理與教育研究常用之研究典範。質性研究的優點是能展現研究情境中較具深度且豐富的資料，但缺點是易投射研究者的主觀意識，缺乏信度；而量化資料則具客觀性且具可複製性，但只能呈現研究結果以驗證或推翻研究者的假設。而語文分析法能夠兼採上述兩種研究方法的優點，去除質性分析法的主觀性以及量化研究法缺乏資料豐富性的問題(Chi, 1997)。

知識論壇平台上發表的貼文內容：首先以開放性編碼(Strauss & Corbin, 1990)分析學生在知識論壇平台上發表的文章。接著進行文字內容分析，用以萃取學生學習的概念與意義，以句子作為概念擷取的單位，透過反覆閱讀以瞭解學生於課程所討論的文章內容後，產生六大項編碼，再將此編碼分為兩大類，詳細分類名稱與學生發文舉例如下表 3-2。為符合研究倫理，以下有關學生姓名部分的資料呈現皆用代號 (S01~S09) 表示。

Inter-rater 進行的方式為研究者列出所有的編碼與貼文，將這些編碼編號，請另一位訓練有素的專家針對這些編碼與貼文進行配對，並寫下編號，將專家與研究者的編碼結果進行評分者一致性考驗，以下編碼表所進行之 inter-rater 方式皆同。上述六項編碼之評分者信度 Kappa 值為.765，具良好的一致性。在編碼產生之後，計算每項編碼出現的次數並加總即為編

碼總次數。

表 3-2 平台上的互動歷程編碼與舉例

類 別	編碼名稱	編碼定義	學生發文舉例
同 儕 建 議	1. 教學 內容	針對教學內容所做的建議。 編碼關鍵概念:應該教..., 針對 例題、講義等。	我會希望學長再講解函數 的時候 可以順便說出函數 定義域的一些限制。(S02)
	2. 教學 方法	針對教學方法所做的建議。 編碼關鍵概念:講述、舉例、畫 圖。	說明的部分應該要更有條 理, 重點式的呈現。(S07)
	3. 教學 者個 人特 質	針對教學者個人所做的建議。 編碼關鍵概念:語調、緊張度、 版書, 以及教學者個人能夠掌 控的相關建議。	對自己再有多一點自信一 點, 我相信試教會更好唷! (S05)
試 教 者 反 思	1. 教學 內容	教學者對於本身教學內容的反 思。 編碼關鍵概念:講義的編排, 例 題的選擇。	我有想過要不要複習三角 形全等, 可是我的時間會不 夠, 這樣會變成是在教全等 而不是相似, 我再想想看要 怎麼處理這個問題。(S04)
	2. 教學 方法	教學者對於本身教學方法的反 思。 編碼關鍵概念:講解的方式, 所 採用的教學方式等等。	一個觀念我只有介紹一個 例子, 如果多講幾個會來不 及。如果沒有把三個相似性 質講完, 又不完整, 我正在 思考下次試?要怎麼處理這 個問題。(S04)
	3. 教學 者個 人特 質	教學者對於本身個人特質的反 思。 編碼關鍵概念:講話的速度、音 調等個人特質。	語調的問題好像很難改, 因 為這是我平常說話的方 式。(S06)

二、 期初、期末開放式問卷

接著, 使用期初與期末開放式問卷來分析師培生對數學的信念差異。(一) 以開放性編碼 (Strauss & Corbin, 1990) 進行期初期末開放式問卷之文字內容分析, 並以關鍵字與句子作為概念擷取的單位,

用以萃取學生學習的概念與意義。透過反覆閱讀以瞭解學生於課程所討論的文章內容後，針對師培生期初及期末對問卷之回答內容進行以下兩種觀點的分析如圖 3-8 所示。以兩種觀點作為交叉檢證研究發現的依據，第一種觀點包含數學本質、教學本質、學習本質，與教學實踐信念，前三項編碼是關於數學信念的本質理論。而第二種觀點則是師培生對於教學實踐的信念，以上兩種觀點涵蓋了 Handal(1988)所認為的數學信念之向度，包含：數學本質、教學、學習、實踐，足以綜觀的描述師培生對於數學的基本看法。

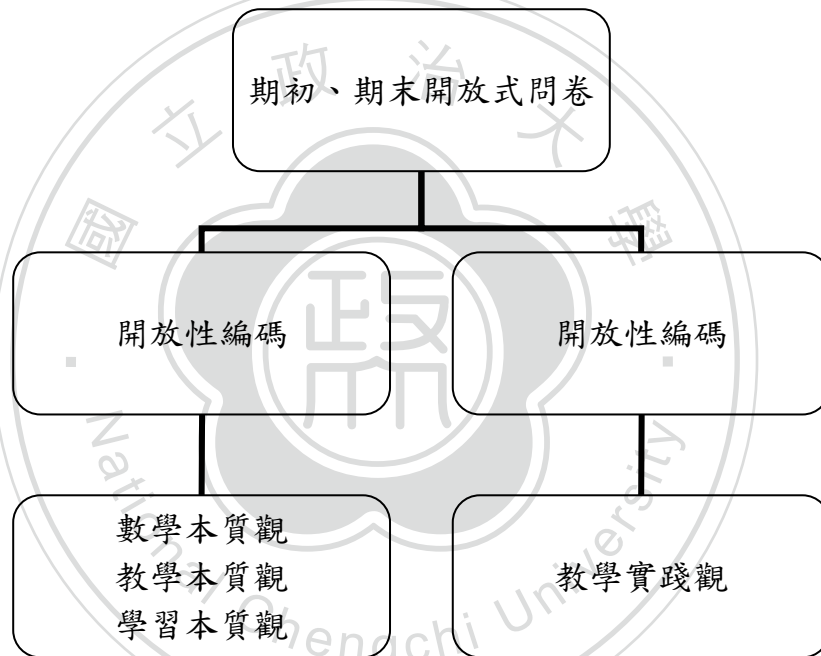


圖 3-8 期初、期末開放式問卷分析

兩種觀點能呈現師培生由自身的數學學習到對教學的理解，最後呈現教學實踐的信念，涵括了數學之教與學之內涵。依據師培生問卷中之表述，再分析其「數學本質、數學教學本質與數學學習本質」概念過程中所形成的編碼共有九大項，之後再將此九個編碼歸為三大類，詳細分類名稱與學生發文舉例如下表 3-3。(1) 師培生對數學本質的概念；(2) 師培生對數學教學本質的概念；(3) 師培生對數學學習本質的概念。在產生編碼之後，計算每項編碼出現的次數

並分期初、期末（即前後測）分別加總，產生編碼總次數後，以魏可遜配對組帶符號等級考驗檢定差異。數學本質信念之評分者信度 Kappa 值為.959、教學本質信念之評分者信度 Kappa 值為.948、學習本質信念之評分者信度 Kappa 值為.951，皆具良好一致性。

表 3-3 數學本質、數學教學本質與學習本質信念編碼名稱與實例

類別	編碼名稱	編碼定義	學生發文舉例
師培生的數學本質	1.數學是運算數字的科學	將數學視為一套工具，由許多的公式、定理、理論所組成，學生必須善用工具以達到教學目標(Ernest, 1988)。 編碼關鍵概念：數學、數字、量化等概念。	學習如何算數，由淺入深去瞭解更深層數的世界的一種科目。 (S04)
	2.數學是生活事物的結合的科學	數學是一種人類活動的結果，而不是一開始便是如此型態的結構，並能對數學與我們的社會、文化以及和其它各種不同學科之間的關係，提供更多的認識。 編碼關鍵概念：應用、運用、解決問題等概念。	我們日常生活看的到的東西，製作過程中都需要數學，我相信如果沒有數學，其他的科學也很難發展下去。 (S05)
	3.數學是樣次次序的科學	數學是一種動態探索、創造發明的歷程，其中包含錯誤、嘗試改正的歷程；數學不是既定永恆的知識，而是隨時能夠推翻修正的知識(Ernest, 1988)。 編碼關鍵概念：尋找系統性、規律規則、拼湊等概念。	做數學就是找出規則，藉由一些線索，利用符號或是數字的計算，來推測會有什麼結果，然而真正的核心就是推理運算的過程吧。(S05)
師培生的數學教學本質信念	1.數學教學應該要讓學生反覆練習計算	學生透過機械式的反覆計算，能快速的熟悉公式、定理以及解題技巧。 編碼關鍵概念：計算、練習、考試等概念。	練習。練習能增加熟練度。(S08)
	2.數學教學應該要訓練學生邏輯思考能力並能應用	訓練學生的邏輯思考能力，並能活用於所有生活中的數學問題，有問題解決能力。 編碼關鍵概念：邏輯推理、動腦等概念。	重要的是培養學生解決問題的能力還有思考。(S03)

表 3-3 (續)

3.數學教學 應該要讓學生發展出屬於自己的學習方法	不直接告訴學生答案，而是讓學生在摸索解答的過程中習得如何學的技巧。 編碼關鍵概念：創造發現、想法翻新等概念。	學生自己去找尋其系統性，並建立起自己一套的學習方式及學習歷程。(S02)
師培生的學習本質信念	1.數學學習應該理解基本定義 由基礎學起，理解數學背後的基本定義，以利於後來的學習。 編碼關鍵概念：理解、基本概念、等概念。	首先是清楚的了解數學定義，然後理解定義為什麼這樣定，去理解它的定義，把它當成很自然的規則。(S07)
2.數學學習應該透過互動討論	學習是需要交流的，透過互動討論，能釐清自身的盲點並幫助同儕澄清問題。 編碼關鍵概念：互動、共同、同儕教學等概念。	遇到問題時願意跟老師或是同學一起討論，如果自己認真用過各種方法解決，但是都理不出頭緒時，應該願意跟別人一起討論，這樣才會更上一層樓，不是自己閉門造車，要試著接受各種不同的解決辦法。(S09)
3.數學學習應該主動探索	數學學習應是一種建構性的步驟，而非僅是數學的發現結果。這種建構性的引導可使學生對概念更加清楚。 編碼關鍵概念：探索、主動發問、主動思考、互動等概念。	常常對自己提出問題，與不斷的解決問題中，能夠更清楚自己學習上沒注意到的觀念。(S08)

另外，根據開放式問卷進行「數學教學實踐觀」的編碼，依據師培生的表述，以句子作為概念擷取的單位，所形成的編碼共有七大項，之後再將此七個編碼歸為三大類，如下表 3-4 所示：(1) 教師中心 (teacher-centered) (2) 學生中心 (student-centered) (3) 師生雙向互動 (interaction)。此外，教學實踐信念進行共同編碼後，其評分者信度為 Kappa 值.910，皆具良好一致性。進行兩種觀點的分析，主要目

的為交叉檢證兩者之分析結果。

表 3-4 師培生教學實踐觀之編碼名稱與舉例

類別	編碼名稱	定義	學生發文舉例
教師中心	1. 講述	教師中心係指灌輸資訊及傳遞結構性知識 (Kember, 1997)。 編碼關鍵概念：偏向講述、計算、傳統的概念、教師應該…，以教師為主體的想法歸為教師中心。	從看到的教具或圖畫，先從視覺吸引，再教他們如何寫來，一方面加深印象，也可幫助記憶。(S02)
	2. 示範、解題		老師找例子示範並演練，學生多加練習測驗。(S01)
	3. 教師發問		邊教邊叫學生回答問題，讓學生可以融入教學環境，也可以了解學生是否學會了。(S07)
學生中心	1. 學生做題目或練習解題	學生中心係指協助學生理解、概念改變及心智發展，強調學習的旨在於	思考與練習。思考能使人了解運算的原因；練習能增加熟練度。(S03)
	2. 學生間互相討論	學者者主動創造與建構知識 (Kember, 1997)。 編碼關鍵概念：偏向建構的概念，以學生作為學習的主體，強調學生自發學習	只要不影響教學，並可以使教學不受限的環境，而且讓學生有地方可以互相討論的環境都算是理想的。(S05)
	3. 學生發問		在下課時可以不用急著走，稍微留下來，等待學生上前問問題。或者是主動在下課時接觸一些上課看起來已經跟不上同學，讓他們相信他們是有被學校老師注意到的。 (S05)
師生雙向互動	1. 師生間之對話與討論	師生互動關係是指發生在教師與學生之間，雙方經由語言、符號、非口語等溝通方式，互相影響、改變 (曾心怡, 1999)。 編碼關鍵概念：教師與學生的互動討論，強調團體討論，集體知識的重要性	我覺的教師與學生的互動是影響上課品質的一個要素，缺少互動的教學跟以往填鴨式的教學沒什麼差別。(S08)

(二) 魏可遜配對組帶符號等級考驗檢定(Wilcoxon Signed Ranks Test)：
在產生編碼之後，計算每項編碼出現的次數並分期初、期末分別加總，產生編碼總次數後，以魏可遜配對組帶符號等級考驗檢定差異。比較師培生數學本質、教學本質、學習本質以及教學實踐信念之編碼總次數在期初期末是否有顯著差異。

(三) Spearman 等級相關：

1. 檢驗數學本質、教學本質、學習本質以及教學實踐信念編碼之間的相關性。

2. 檢驗師培生在知識論壇平台上的活動與期末開放式問卷編碼結果的相關性。平台上的活動指「回文」、「修改文章」以及「鷹架使用」次數的總和。回文的設計是讓使用者在閱讀他人文章後，回覆自己的想法所使用的功能，可以表示師培生願意分享知識與想法的程度。修改文章表示師培生對自我的反思以及翻新知識歷程，而鷹架式輔助師培生建構想法的輔助工具，使用鷹架的次數越多代表師培生越能區分自己想法的性質。因此以上述三項指標之次數加總去代表平台上的活動紀錄。而期末開放試問卷的編碼採用師培生在數學本質中的「數學是樣次次序的科學」；教學本質中的「數學教學應該要讓學生發展出屬於自己的學習方法」、學習本質中之「數學學習應該主動探索」、教學實踐中的「學生中心」、「師生互動」五項編碼的次數總和。研究者假設師培生在平台上的活動越多，對數學的理解就越深層，因此探討平台上活動與期末編碼的相關性，以了解知識論壇對師培生數學信念的影響。

三、個案分析

最後，以個案分析進行兩位師培生的教學影片的分析，了解師培生在教學實踐上是否也產生轉變(見圖 3-9)。首先完成兩位師培生共四份試教影片逐字稿，以逐字稿內容對照影片進行時間將師培生的影片活動分為教師中心與學生中心的活動。接著再以表 3-4 所產生的七項細項編碼進行教學活動的分析，分析師培生教學演示中的每一項活

動所佔的時間，以單位時間內所做的活動進行歸類，類別之間不重疊。並比較 S01 與 S09 兩位學生分別在兩次試教中不同活動設計所佔的比例為何，以了解師培生在知識翻新課程之後，教學實踐之轉變情形，詳細分析結果將於第四章呈現。

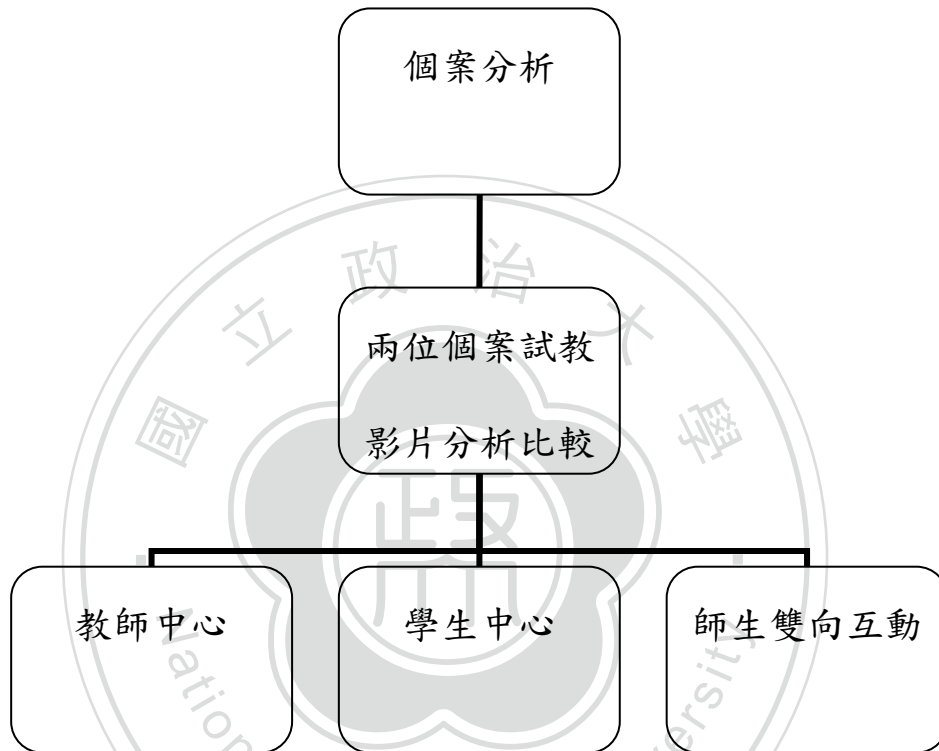


圖 3-9 個案分析

第四章 研究結果與討論

為了回答研究問題，本節一一敘述研究結果，針對研究問題（1）探討師培生在「知識論壇」平台上之活動情形；（2）探討師培生在「知識翻新」課程後，數學本質信念、教學本質信念與教學實踐信念之轉變情形，以及（3）探討師培生在「知識翻新」課程後，教學實踐如何轉變，做以下說明。

第一節 探討師培生在知識論壇平台上之活動情形

壹、知識論壇上的活動

表 4-1 所示為師培生之線上交流與互動情形。整體而言，學生整學期貼文的總數為 171 篇 ($M=17.8, SD=4.69$)，而若進一步統計每位師培生在彼此文章上所產生的連結是否頻繁，則每人的平均文章連結率為 64.30% ($SD=6.17\%$)，而閱讀貼文平均次數為 140.2 ($SD=32.94$)。顯示師培生在平台上有頻繁的互動討論行為。另外，知識論壇與其他平台較為不同的設計包含：知識論壇平台上特有的「修改貼文」、「鷹架」以及「回文」(build-on) 等功能，以上是師培生在平台上較常使用的功能，這些設計的目的是希望使用者在平台上進行互動時，能有更多的思考，使他們的想法能夠深化且較為多元。此外，表 4-1 亦顯示出平台上師培生的其他活動情形，包括：註釋的次數、貼文連結的次數、貼文連結百分比等等，表示師培生個人在平台上進行反思共構，深化知識的歷程，而在此電腦支援合作學習的環境中，能否對師培生信念產生影響，是研究者所欲深入了解的部分。

表 4-1 知識論壇線上活動紀錄

	<i>M</i>	<i>SD</i>
貼文次數	17.8	4.29
閱讀貼文次數	140.2	32.94
閱讀貼文次數百分比	82%	19.26%
註解次數	21.2	12.26
修改貼文次數	8.2	3.29
鷹架使用次數	8.3	6.93
回文次數	11.3	2.49
貼文連結百分比	64.3%	6.17%

整體而言，師培生在知識論壇上的互動討論並不限於主動建立文章發表想法，並且能夠對其他人的文章踴躍回應不同的觀點。在經過大量的討論與想法的分享，師培生能經由此過程，幫助自己與同儕發掘自我潛在的智慧，並發現在數學觀點上或是教學方法上沒有注意到的地方。然而，除了在平台上的活動情形，研究者更關心師培生在平台上的活動包含哪些層面？以及這些活動與信念轉變之間的關聯性。接下來以質性方法分析了解師培生在平台上的互動。

貳、知識論壇上的互動情形

研究者將師培生整學期的貼文進行開放性編碼後歸為兩類：同儕建議與試教者反思，各分為三個向度：教學內容、教學方法以及教學者個人特質。如表 4-2 所示。所有貼文一共產生了 106 項建議以及 43 項個人反思，亦即在兩次試教過程中，平均每位師培生收到了 13.25 個建議並有 4.78 次反思。可見師培生在平台上的活動是有目的性的，並非泛泛空談，而是針對主題給予建設性的回饋，在回饋過程中進行反思。

表 4-2 第一次與第二次試教之團體反思與回饋

主要類別	編碼名稱	次數
同儕建議	教學內容	44
	教學方法	28
	教學者個人特質	34
試教者反思	教學內容	14
	教學方法	16
	教學者個人特質	13

在平台上的互動中，每位師培生都能得到同儕的建議，並針對這些建議分享自己的反思。舉例而言，S04 學生收到其他八位同學涵括三個向度的建議，並對每一位同儕的建議接提出反思，因此以他為例子進一步說明學習平台上互動與師培生概念轉變歷程的情形。

第一次試教之後，在教學內容方面，同儕對 S04 的試教建議如下：

我覺得例題應該要再簡單一點，因為學生才剛接觸這個主題，所以應從基本題做起喔！你的題目適合放在月考~~說明的部分應該要更有條理，重點式的呈現，用敘述的方式寫會浪費學生上課的閱讀時間喔！其實也可以搭配填空的方式，雖然有點古版卻有一定的效用喔！（S06）

同儕認為 S04 所編製的講義例題難度過高，不適合初學者，而 S04 也對此提出反思，其發表文章如下：

我那時候是挑基測的考古題，這樣的題目太難了喔！那我下次會換題目。我下次的講義都改成手寫好了，這樣敘述和例題就可以對到了，可是我的字不是很漂亮。填空是個不錯的方法，我記得以前的老師也是這樣，學生為了完成講義也會比較專心。（S04）

S04 藉由回饋中發現教學內容過於艱深，學生可能會覺得太辛苦。同儕的建議能幫助他進一步反思教學內容的選擇，不再是以教師的觀點來選擇教學內容。接著是教學方法上的建議，同儕對 S04 的試教建議如下：

我覺得在講述的部分可以多用圖示法，這樣學生會比較有精神些，因為如果只是看著課本或是講義，學生可能很容易就會睡著了。（S02）

同儕認為 S04 講解的時候缺少圖解，無法有效引起學生動機，學生也不易掌握學習重點。S04 對此提出反思如下：

多畫一些圖是個不錯的建議，我當初是想說例題上有圖，但例題的圖可能太複雜，下次我會改良講義。我講義上兔子的圖是我從我弟的圖庫找的，既然是三角形的相似，那我會去找找三角形的圖……。(S04)

同儕認為 S04 的教學太過重視講述，且講義的編制太制式化，建議 S04 能增加圖解。最後是同儕針對 S04 個人特質的建議，使 S04 能藉由這些建議對自己的教學有不同的體認，進而對數學信念產生更深層的理解。同儕對 S04 的試教建議如下：

……其實大致上學姊感覺上課的情況都 OK，如果真正要挑的話大概就是學姊太過於緊張，以致於聲音有時候會過小，然後會害怕與學生的眼神接觸。……(S06)

同儕認為 S04 的音量過小，且與學生的眼神接觸太少，較少與學生互動。S04 對此提出反思如下：

其實我覺得會緊張，跟有沒有自信還有蠻大的關係，雖然試教時台下坐的可能是程度比自己好的學生，不過可以暫時不管我們的程度，當成初學者來教。另外，在陌生的環境中也會感到比較緊張，經過幾次的上台適應，應該會好一些。我也是個容易緊張的人，尤其是在陌生的環境當中，常常都事先讓自己身體放鬆，不會感到僵硬，適應一段時間後心情會比較平穩些。我對於教數學時的緊張感比起上其他科目而言，感覺上比較不緊張，多半與教材的熟悉以及自己的信心有關，要上台演示的非自己熟悉的課程時，事前讓自己熟悉所要講的部分及細節，設想所有會遇到的問題，事先的演練可以減少臨場反應的緊張感。(不過，我沒教過真正的學生，頂多只教過大學生。以上，頂多算是面對"上台"時會緊張，所採取的事先及當場的反應)(S04)

S04 認為自己教學時過於緊張，與自信心不足有很大的關係。在第一次的試教回饋當中可以發現，無論是教學者或是同儕皆將焦點聚集在如何進行完美的教學，包括時間的掌握、對教材的熟悉度、講義的難度等等。

接著是第二次試教時，S04 的自我反思，可以發現反思的焦點由「教

學者本身」，也就是「是否呈現完美的教學」逐漸轉移到「學生的感受上」，學生是否能融入教師所營造的教學環境。詳細內容如下所示：

我發現在上次試教裡，大家上我的課最安靜。我想找個人回答問題，每個人都是低頭看講義，但是我已經把講義上的圖和數字都寫在黑板上，為什麼你們不會看黑板？是不是我說的內容不有趣。我在複習三角形全等的時候，你們特別安靜，是不是我講的太無聊了？
老師說要安排一些活動才能吸引學生注意，但是學長和 S06 也沒特別設計過，就可以讓學生們動起來想數學。你們好厲害喔。(S04)

經過一個學期的知識翻新課程，S04 藉由試教以及與同儕的互動中改進自己的教學方法。S04 原本十分在意自己的教學表現，關心自己是否能在預定的時間內將教學內容講授完畢，然而，在 S04 第二次試教反思中，他開始關心自己與學生間的互動情形、學生的學習狀況等等。S04 為平台上的互動歷程提供了完整的示例，然而，在知識翻新理論的課程之後，師培生整體的數學信念究竟產生什麼樣的轉變？是研究者接下來所欲探討的問題。

本研究期望師培生能透過彼此在試教上的回饋與自我反思，以檢視自己的信念以及教學實踐。學習的過程不只重視個人如何獲得知讓，更強調知識的分享與概念的共構。由上述分析可以發現同儕間給予彼此許多回饋與建議，藉由此過程，試教的同學能進行反思，並在下一次教學實踐中翻新自己的教學方式。一言以蔽之，師培生在平台上的互動與回饋建立在彼此的試教活動上。在平台上，所有成員貢獻自己的想法，目的是建構出一個較佳的教學方法以及對數學的深層理解。然而，在反思以及回饋的基礎上，師培生在數學信念上產生了什麼樣的轉變？將在第二節的分析做說明。

第二節 探討師培生在「知識翻新」課程後，數學相關信念之轉變情形

本節探討在知識翻新課程後，對於師培生的數學本質、教學本質、學習本質以及教學實踐信念產生什麼樣的影響。以下以魏可遜配對組帶符號等級考驗檢定一、師培生對數學本質的概念；二、師培生對數學教學本質的概念；三、師培生對於數學學習本質的概念；四、師培生對於教學實踐本質的概念。接著探討上述編碼之間的關係，以及師培生信念轉變與知識論壇平台上活動的關係。以下將進一步分別說明：

壹、師培生的數學本質信念

如表 4-3 所示，前兩項編碼達顯著，且平均數有明顯的下降。編碼「數學是運算數字的科學」(前測 $M=1.78$ ；後測 $M=0.89$)，而編碼「數學是與生活相結合的科學」(前測 $M=1.89$ ；後測 $M=0.78$)。編碼「數學是樣次次序的科學」(前測 $M=0$ ；後測 $M=2.33$)則不同於前兩項，平均數的上升達顯著。

表 4-3 師培生期初期末信念上的差異

	前測		後測		z-value
	M	SD	M	SD	
數學是運算數字的科學	1.78	1.922	0.89	1.269	-2.121*
數學是與生活相結合的科學	1.89	0.782	0.78	0.833	-2.640**
數學是樣次次序的科學	0	0	2.33	1.803	-2.414*

* $p < .05$ ** $p < .01$

分析結果顯示，期初時，師培生認為數學應與日常生活中所經歷的事物相結合，但著眼於以能以數字量化計算的事物。因此期初時師培生將教學目標著重於學生的計算以及解題能力，並期望學生能加以應用。然而，訓練計算能力只能讓學生熟悉程序性知識，無法培養學生對基本定理的理解以及如何從混亂資訊中尋找樣次和次序。在經過一學期的知識翻新後，師培生對於數學的概念有所轉變，對於數學的本質概念提升為尋找次序的

科學。有了這樣的認知，師培生之教學目標也轉變為培養學生自行建構知識的能力。

貳、師培生的數學教學本質信念

期初時在編碼名稱為「數學教學應該要讓學生反覆練習計算」(前測 $M=2.11$ ；後測 $M=0.44$)和「數學教學應該要訓練學生邏輯思考能力並能應用」(前測 $M=4$ ；後測 $M=3.11$)的平均數大於期末；而在編碼名稱「數學教學應該要讓學生發展出屬於自己的學習方法」(前測 $M=0.22$ ；後測 $M=3.56$)的比率，期末則大於期初(表 4-4)。

表 4-4、師培生對數學教學本質的信念

	前測		後測		z-value
	M	SD	M	SD	
數學教學應該要讓學生反覆練習計算	2.11	2.205	0.44	0.726	-1.897
數學教學應該要訓練學生邏輯思考能力並能應用	4	2.5	3.11	3.516	-.595
數學教學應該要讓學生發展出屬於自己的學習方法	0.22	0.441	3.56	2.186	-2.530*

* $p < .05$ ** $p < .01$

研究分析發現，在學期開始時，師培生傾向於認為教師應注重自己的教學目標與技巧，並幫助學生了解基本的數學概念和解題程序；或幫助學生建構邏輯思維能力並運用所學知識在生活中。這樣的教學方式雖能使學生快速的獲取知識以及習得概念，但並無法幫助學生更靈活的應用數學。進行知識翻新課程一學期後，研究結果發現，師培生傾向於認為教師的任務應該是促進和幫助學生發展屬於自己的數學學習方式。

參、師培生的數學學習本質信念

如表 4-5 所示，編碼「數學學習應該理解基本定義」（前測 $M=2.56$ ；後測 $M=1.33$ ）並未達顯著水準，次數平均值下降將近一半。而編碼「數學學習應該透過互動討論」（前測 $M=1.56$ ；後測 $M=2.44$ ）以及編碼「數學學習應該主動探索」（前測 $M=0.44$ ；後測 $M=2.00$ ）雖未顯著水準，然而，後測時平均值有上升趨勢。

表 4-5 師培生對數學學習本質的信念

	前測		後測		z-value
	M	SD	M	SD	
數學學習應該理解基本定義	2.56	3.046	1.33	1.803	-.714
數學學習應該透過互動討論	1.56	1.509	2.44	2.128	-.954
數學學習應該主動探索	0.44	0.726	2.00	3.041	-1.511

* $p < .05$ ** $p < .01$

期初時，師培生對於學習的信念仍停留在傳統上的理解並吸收知識，認為數學是絕對的真理，必須理解數學的意義以加強學習公式或是定理的印象。期末時，師培生則傾向認為數學的學習應該是學生主動探索並互相討論的歷程，我們期望學生學習到的並不是教科書上的死知識，而是訓練學生在獲得知識的歷程中，能培養深化信念、發展想法的能力。

肆、師培生的數學教學實踐本質信念

如表 4-6 所示，編碼「教師中心」（前測 $M=5.56$ ；後測 $M=2.56$ ）並未達顯著水準。但在平均值上則下降了一半。而編碼「學生中心」（前測 $M=2.56$ ；後測 $M=9.44$ ）以及編碼「師生雙向互動」（前測 $M=0.22$ ；後測 $M=1.67$ ）平均值則明顯上升，並達顯著水準。

表 4-6 師培生對於數學教學實踐本質信念

	前測		後測		z-value
	M	SD	M	SD	
教師中心	5.33	1.936	2.56	1.878	-2.680**
學生中心	2.44	1.509	9.67	3.873	-2.433*
師生雙向互動	0.22	0.441	1.78	1.856	-1.841

* $p < .05$ ** $p < .01$

綜合上述分析結果，本研究發現，在學期初時，師培生傾向於認為數學教學應以教師講授為主軸。師培生傾向認為教師必須是具備權威的領導者，在課堂上，學生應遵循教師所有的指示。但經知識翻新一個學期後，師培生想法有所轉變。開始關注學生在學習上的需要且更願意和學生進行互動與對話。分析結果顯示，師培生的信念不僅在數學本質上產生轉變，在數學教學過程的實踐也發生了變化。以下將進一步闡明數學本質、數學教學本質、數學學習本質以及數學教學實踐本質間的關係。

伍、信念的轉變與平台上活動的關係

一、師培生數學信念間的關係

由上表可知師培生的信念在後測的皆有所轉變，然而，為三角檢證這些編碼之間的關聯性，研究者以 *spearman* 相關分析來檢定編碼之間的相關性。如表 4-6 所示，由於樣本數的限制，只有部分達顯著相關。

首先，是師培生的數學本質之「數學是樣次次序的科學」及數學教學本質編碼「數學教學應該要讓學生發展出屬於自己的學習方法」，達顯著相關 ($\rho = .775, p < .05$)。其次，為數學本質中的「數學是樣次次序的科學」以及數學教學實踐之「師生雙向互動」達顯著 ($\rho = .688, p < .05$)。除此之外，數學教學本質中的「數學教學應該要訓練學生邏輯思考能力並能應用」與數學教學實踐中的「教師中心」達顯著相關 ($\rho = .783, p < .05$)。最後，在數學學習本質中「數學學習應該透過互動討論」與教學本質之「數學教學應該要讓學生反覆練習計算」達顯著負相關 ($\rho = -.720, p < .05$)。數

學學習本質「數學學習應該主動探索」與教學實踐中的「教師中心」達顯著負相關 ($\rho=-.702$, $p<.05$)。師培生的數學信念在學期末產生轉變，而這些信念之間彼此有相關存在，然而，以知識翻新為原則的教學設計與知識論壇平台上是否能夠輔助其進行概念的深化？下一段將進行詳細分析。

表 4-7 數學本質編碼間的關係

	數學 是生 活事 物的 結合 的科 學	數學 是樣 次次 序的 科學	數學 要讓 學生 反覆 練習 計算	數學 要訓 練學 生邏 輯思 考能 力並 能應 用	數學 發展 出屬 於自 己的 學習 方法	數學 學習 應該 理解 基本 定義	數學 學習 應該 透過 互動 討論	數學 學習 應該 透過 互動 討論	教師 中心	學生 中心	師生雙 向互動	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	-											
2	-0.381	-										
3	0.399	-0.268	-									
4	-0.387	0.282	-0.105	-								
5	0.125	0.217	0.174	-0.015	-							
6	0.285	-0.647	.775*	-0.075	0.231	-						
7	0.161	-0.059	-0.295	0.269	0.579	0.083	-					
8	0.318	0.027	0.063	-0.02	.744*	0.228	0.480	-				
9	0.300	-0.254	0.500	-0.24	-0.501	0.267	-.724*	-0.215	-			
10	0.075	0.315	-0.288	-0.296	.783*	-0.19	0.574	0.618	-.702*	-		
11	-0.261	0.177	0.117	0.132	-0.052	0.176	-0.244	0.345	0.168	-0.035	-	
12	-0.157	-0.381	.688*	0.104	-0.071	.768*	-0.225	-0.299	0.391	-0.522	0.049	-

* $p<.05$ ** $p<.01$

二、師培生數學信念與平台上活動的關係

研究者欲進一步瞭解信念的轉變是否與平台上的活動情形有關，這裡所指的平台上活動情形指的是：鷹架的使用、貼文總數、修改文章以及回文次數的加總，以上是師培生在平台上較常使用的功能，代表師培生在平台上的活動情形。分析結果顯示兩者達顯著相關 ($\rho=.711$, $p<.05$)。亦即平台上活動貼文、回文次數等較頻繁使用平台的師培生，其信念的轉變較大；而對數學產生較深理解的師培生，其平台上的活動情形也是相對較高的。

進一步以三角檢證方式進行內容分析發現，師培生的對於數學信念趨於一致。在學期結束時，他們對於數學本質，以及數學學習與教學的概念漸趨向建構主義取向，以及學生中心取向。而這些轉變與平台上的某些活動存在顯著相關，換句話說，知識翻新理論與知識論壇平台似乎有助於師培生信念的轉變，由傳統趨向多元、開放。因此，研究者欲進一步了解，信念的轉變是否落實在師培生的教學實踐當中，因此，第三節以師培生試教影片的分析來做為交叉檢證信念轉變的結果。

第三節 探討師培生在「知識翻新」課程中教學實踐如何轉變：以兩個個案為例

壹、兩位師培生試教上的轉變

由第二節的探討發現，師培生的信念由教師中心偏向學生中心，然而，學生的轉變不只顯現在信念上，亦顯現於試教之中。S01 與 S09 在第一次的試教時，教學活動中的教師中心百分比皆高於第二次試教活動。然而，進行第兩次的試教時，以學生為中心與雙向互動活動的比例大幅的增加。表示，師培生將其信念的轉變落實在教學實踐當中。詳細資料如圖 4-1 所示。

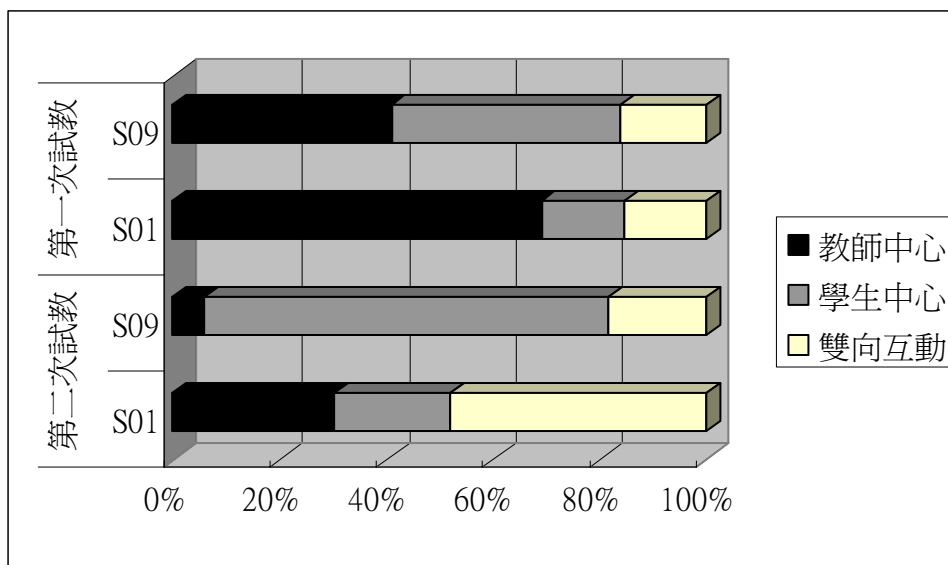


圖 4-1 S01 與 S09 兩次試教分析圖

接著，研究者欲了解兩位師培生在活動設計上有何差異以及轉變，因此將其試教活動再細分為表 3-4 中的編碼 1.「講述」、2.「示範與解題」、3.「教師發問」、4.「學生做題目或練習解題」、5.「學生間互相討論」、6.「學生發問」、7.「師生間的互動與討論」。

在第一次試教中，S01 教學主題為「根號的乘法與除法」，S01 花費一半以上的時間在教師中心的活動上：講述(38.49%)、示範解題(28.23%)與教師發問(16.31%)上，期待學生能在短時間內吸收其預定的上課內容，其次是師生間的互動與討論(8.6%)以及學生做題目或練習解題(7.39%)，最後是學生發問(0.98%)。而在師生互動的過程中聚焦於掌握學生的學習進度與狀況，要求學生完成練習題等等，即使師生間有互動，但仍建立在教師中心的基礎上。詳細資料如圖 4-2 所示。

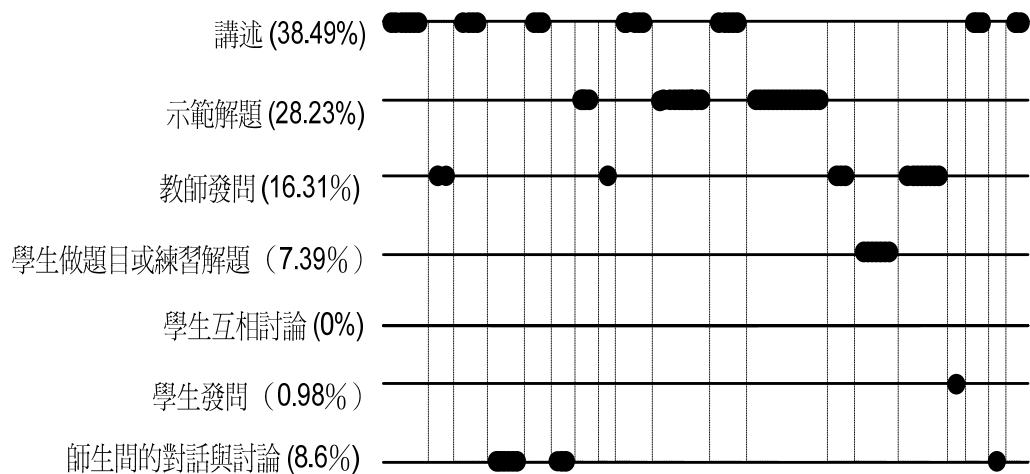


圖 4-2 S01 第一次試教各項活動百分比

S09 第一次試教的教學主題為「認識數列」，期望學生在遊戲中發現教學主題並進而理解數學的樣次與次序，因此 S09 設計一個數學遊戲：要求學生以接龍的方式念出數字，凡遇到 3 與 3 的倍數，必須以拍手取代，使學生由活動中認識數列的意義。因此教學活動上以師生間的互動與討論 (42.75%) 為主，其次為講述 (38.96%)，最後是學生做題目或練習解題 (11.94%)、學生發問 (4.01%) 與教師發問 (2.34%)。詳細資料如圖 4-3 所示。

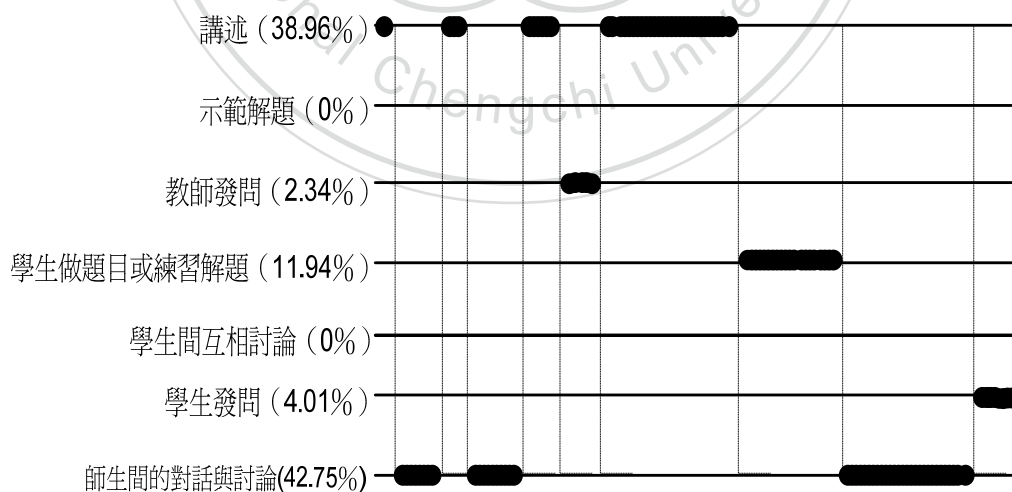


圖 4-3 S09 第一次試教各項活動百分比

第二次試教時，S01 教學主題與第一次試教相同，值得關注的是，他改變以往習慣的講述教學法，以投影片取代版書呈現教學內容，不直接教導學生定義以及公式，而是期望學生能透過教師給予的引導以及與同儕討論以培養對數學的直覺與敏感度。因此，師生間的互動與討論(47.99%)的時間較第一次試教多幾倍，其次為教師中心的講述 (22.42%)，與第一次試教不同的是，S01 在此次試教中的講述，偏重於鼓勵學生討論並提出自己的想法，澄清學生的觀念等等，講述的時間也較分散，有別於第一次試教的大量知識灌輸。此外，以學生為中心的活動也明顯增加：學生間互相討論 (14.6%)、學生做題目或練習解題 (6.54%) 與學生發問 (5.49%)，最後是教師發問 (2.96%)。詳細資料如圖 4-4 所示。

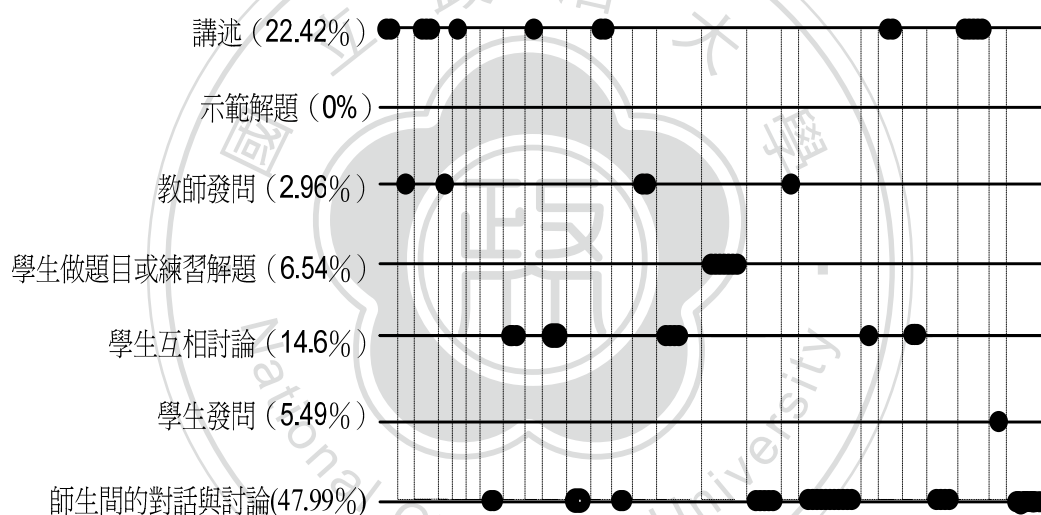


圖 4-4 S01 第二次試教各項活動百分比

如圖 4-5 所示，S09 第二次試教主題同樣是「認識數列」，他設計十道思考題目讓學生藉由討論與思考來認識數列，講義上的題目是由不同數量的圓形與三角形組成，共有四幅圖，學生必須根據前四幅圖來推測第五幅之後的圖形為何。而該次試教以師生間的互動與討論 (69.03%) 為主，其次為學生間互相討論(25.02%)的時間大幅增加，最後是示範與解題(3.68%) 與講述 (2.27%)。

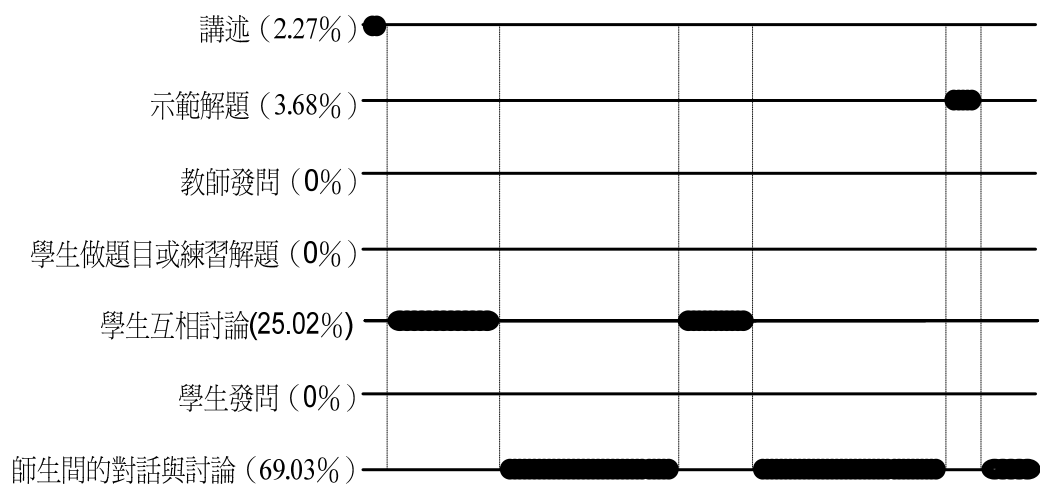


圖 4-5 S09 第二次試教各項活動百分比

比較兩位師培生的教學演示可以使我們更加了解師培生在課程前後的轉變情形，兩位學生原先對於數學持相反觀點，較偏建構觀的 S09 在第二次教學時呈現學生中心的教學是可預期的，然而，原來持有教師中心觀點的 S01 在第二次試教時也願意多增加一些學生中心的活動，並且不只單純是增加學生練習題目的機會，也能設計許多活動讓學生進行討論。由兩位師培生的教學演示研究者推論，知識翻新活動可以幫助師培生不僅在信念上產生轉變，在教學實踐上也逐漸由權威者的角色走向知識的促發者。

本研究之目的在於期望透過知識翻新理論為原則的課程設計使師培生藉由線上平台與教室中的互動，以及彼此的回饋、想法的激發等等為基礎了解社群合作以及集體智慧的重要性。研究結果顯示，師培生在經過這樣的課程學習之後，能夠以相同的方試教導其將來的學生。由上述的比較，我們可以發現兩位師培生在第二次教學時，都偏向以師生互動的方式來進行教學，兩位師培生同時設計大量的時間讓學生自行討論，顯示其由知識的傳遞者轉型為引導者。由兩次的教學中，我們見到師培生的教學方法逐漸成熟，並且願意使教學現場增加更多變數，與學生互動，以更多元的方式進行教學，與本研究目的不謀而合。

第五章 結論與建議

知識社會的來臨與網路科技的進步已使社會整體結構產生巨大的變化(Drucker, 1986)。可以預見在未來社會中，學生將需要更多元的能力以因應社會變遷，這也代表傳統的學校教學將受到挑戰。以傳統的講述法為例，講述法教學雖能幫助學生快速精進計算以及解題能力，但相對的，學生在這樣的訓練下容易缺乏整體統整與思考的能力。其結果將造成這些學生在處於快速變遷社會中容易遭淘汰或適應不良。為解決這樣的問題，也為了培育更優秀的人才，師培教育應重視此現象並培養出能因應時代潮流的創意教師(Hong, Zhang, Teo, & Scardamalia, 2009)。根據研究結果發現以知識翻新理論為基礎的課程設計能夠幫助師培生建立成熟的信念，並使其願意接受多元的教學方式，提供師資培育機構作為參考。

第一節 結論

壹、以知識翻新理論為原則之課程設計有助於師培生發展更建構取向之數學信念

根據研究結果，師培生在期初時將數學本質視為「運算數字的科學」，然而在期末則將數學視為「尋找樣次與次序的科學」；在教學本質的信念上也由「數學教學應該要讓學生反覆練習計算」變為「數學教學應該要讓學生發展出屬於自己的學習方法」；學習本質的信念由「數學學習應該理解基本定義」變為「數學學習應該透過互動討論」、「數學學習應該主動探索」。最後，在教學實踐上由「教師中心」轉向「學生中心」。總而言之，師培生對於數學之整體信念由傳統觀趨向建構觀。

過去研究認為師培生未進入學現場前，大多認為教學是以講授為主(Weinstein, 1990；Hascher, 2004；Rhine, 2007)，強調快速有效率的教學方式，傾向將大量的知識直接灌輸給學生，並要求學生複製並理解同樣的知

識。但是，本研究經一學期的知識翻新課程後，師培生對於數學本質、教學實踐等觀點上皆有明顯轉變，對於數學本質有更深層的認識，在教學上也有更多元的表現。

貳、使用知識論壇平台有助於師培生分享知識與自我反思

本研究所進行的課程活動，係以知識翻新為基礎，參照知識翻新理論十二原則中的四項原則，包括（1）關心學習者真正的想法，優先看重真實的問題，（2）可創新的想法，（3）社群共構知識與團體責任，（4）知識的平等參與、貢獻無法切割，在課程中也設計了相對應的活動，讓師培生透過教學實踐、同儕回饋、互動討論的過程中達到知識共構與反思的目的。

另外，本研究發現，知識翻新的輔助工具「知識論壇」（例如，平台上所記錄的所有貼文資料）有助於使師培生能夠隨時隨地進行反思，也可以隨時分享自己的想法與問題。在此過程中，師培生更加了解自我信念與教學上的盲點，藉由此監控的歷程來自己改進下一次的教學並深化原有的信念。此外，研究者亦發現，平台上的活動與師培生信念的轉變有關，也就是說，在平台上張貼越多文章，與同學互動越多的師培生，其信念的轉變程度越高，顯示知識論壇平台確實能輔助知識翻新理論的實施，並幫助學生激發想法、分享知識，達到深化信念的效果。

雖然本研究進行課程的時間不長，但從整學期所蒐集的所有資料發現，經過一個學期的活動、試教、回饋、討論之後，師培生在數學本質、數學教學、數學學習與教學實踐信念之省思與理解有所幫助。

參、數學信念與教學實踐呈現相互影響的關係

進行知識翻新課程之後，師培生的數學本質的信念與數學實踐有相互影響的情形，師培生將其數學的信念實施在教學實踐中。在信念上，教學本質與教學實踐是環環相扣的，教學本質引導教學實踐的轉變；而教學實踐的轉移亦顯示教師權力的下放，師培生在教學方式勢必有所調整。

Clark和Peterson (1986) 指出教師信念之影響層面廣泛，不僅學教師本身的教學思維以及行為有所影響，甚至會影響班級氛圍與學生的學習成效或學習表現，而Ernest(1989)也認為教師的教學信念對於其教學實踐有決定性的影響。本研究發現，在經過一個學期的學習之後，師培生不僅在信念上產生轉變，在教學實踐上也傾向以學生中心與師生互動為課程設計主軸，顯示信念與教學決定之一致性。

肆、透過知識翻新的課程設計，師培生逐漸理解多元與彈性的教學對學生學習的重要性

在科技快速發展，以及社會變遷快速的時代中，傳統教師與教學法受到挑戰，我們期望培育出具有適應性且能夠進行多元教學的教師，以符合社會需求。本研究中的師培生在經過一個學期的學習之後，多數能體會多元教學的重要性，並反映在教學實踐之中。

在期初問卷以及試教影片的分析結果下，我們可以發現師培生在期初的觀點是較保守而傳統的，認為數學的學習只有一種方式，教師講述與學生的大量練習是學習數學的不二法門，劇本式的教學能夠確保教師呈現完美的教學，而學生只需要依照教師的指示，練習與背誦就是學習數學最佳的方式。本研究的課程進行中，讓師培生自行體會不同教學法所帶來的感受與利弊，無論是試教者或是同儕都能在教學演示當中學習到不同的教學方法所帶來的啟示。最後，我們由影片分析中發現，師培生的教學活動結構產生改變，原來大量集中於教師中心的活動逐漸分散，而學生中心的活動增加，願意將教學主導者的角色轉化為引導者的角色。原來期望學生能對教學內容照單全收，也轉變為幫助學生自行探索，發現數學之樣次與次序。

第二節 建議

本研究根據研究結果提出實務上以及研究上之建議，供未來數位學習平台設計者、教育工作者以及研究人員作為參考，以進一步發展相關研究。

壹、數學師資培育必須將專業學術知識的學習與成熟信念的養成作更密切的銜接

根據研究研果發現，師資培育課程確實對師培生的信念有重要影響。師資培育之主要目的在於培養教育專業人才，但師培生的背景、過去經驗、學習方式等皆不盡相同，原來所持有的信念也因人而異，這些都會影響師培生在教師養成教育中的學習，以及未來進入教學現場後之教學表現，因此師資培育不應只重視專業學術知識的培養，專業知識固然重要，若無成熟的信念去支持教師的教學，可能無法發揮良好的教育效果。因此，師培教育機構應重視對師培生信念的發展，以避免不成熟的信念影響師培生的學習或專業表現。

因此，建議未來在進行師培教育時，教學技巧與專業學術知識固然是重要的教學內容，但也需幫助師培生建立成熟的教學理念，由數學教育哲學的層面來思考「數學是什麼?」、「數學教學是什麼?」、「數學學習的意義是什麼?」等問題。這些問題是一位數學教師數學觀的體現。

然而，信念屬於較抽象的範疇，開設專業課程恐有困難，可考慮將信念的建立融入潛在課程當中，透過教學環境的形塑以及班級氛圍的薰陶幫助師培生培養數學信念。信念的轉變能幫助師培生發展出更高層次的教學方法，並幫助國家培養未來的優秀人才。

貳、師培機構進行課程設計時，應提供更多元開放的教學方式來幫助師培生學習

師培生信念的發展受過去學習經驗之影響（Nespor, 1987；Calderhead & Robson, 1991），由此可知師資培育的重要性。然而，在師資培育的過程當中，課程設計是主要的骨架，決定師培生的學習內容與學習方式等。再加上師資培育者是師培生學習「如何教」的主要對象，透過觀察師資培育者的教學方式將對師培生的教學信念產生潛移默化的影響。若師培生在充滿開放、創造的環境中學習，那麼他們的教學也會傾向較開放的氛圍。

信念是個人的主觀認知，無優劣之分，但他將支配一個人的教學決定，進而影響其教學模式（莊淑琴，1993；顏銘志，1996；Hersh, 1986）。本研究發現，經過一個學期的學習之後，師培生無論在信念上與教學實踐上皆傾向多元化的發展，因此，我們若期望師培生具有更具適應性的教學能力，在師資培育的過程中就應該給予其類似的經驗，讓師培生熟悉開放的氛圍，從中體會自由、創造的學習環境如何營造。建議師資培育者在課程設計上應傾向以多元為原則，發展可以使師培生分享想法、知識翻新的學習環境，以期建立師培生對於數學的成熟觀點，並能實踐於未來的教學現場中。

參、師培教育應鼓勵師培生發展更能適應未來學生學習之教學方法

在知識經濟時代的來臨與科技的快速進步下，現代人所需要的能力也與以往大不相同，資訊的產生與交換越來越密集，光是接收訊息而無法創造新知的學習有其侷限性。因此，個體在新時代所需要的能力是具有資訊的整理、分享以及創新的能力，這樣的能力必須在學校中培養，使學生在未來進入社會時才能擁有競爭力，也才能成為有能力為社會貢獻所學的人。

有鑑於此，教師必須幫助學生培養此種能力，以適應未來社會的潮流，傳統以傳承知識為主的教學方式已無法滿足社會趨勢。本研究結果發

現，知識翻新課程能夠幫助師培生發展多元的教學方法，以更彈性的方式進行教學。教師願意相信學生能夠自行建構知識，並營造適合討論的安全環境，是知識翻新理論的核心。我們也期望師培生能將這樣的教學信念應用至未來教學現場中，提供學生更多元的學習方式與學習的機會，讓知識以不同的方式存在，使學生擁有質疑知識的能力，並相信能夠以自己的力量創造與翻新知識，為學生培養能適應未來社會的能力，達到教育的目的。

肆、未來研究建議

一、研究變項方面

本研究針對師培生實施以知識翻新為原則之課程，探討其在課程前後信念與教學實踐之轉變。本研究強調的是知識翻新的氛圍，也就是授課教師所形塑之學習環境，對於知識論壇對師培生的影響仍需要進一步去驗證，因此，建議為來研究可以加入不同的平台，如 Moodle、TopLearn 等等。去比較同樣是知識翻新之課程設計下，不同平台對師培生信念的轉變是否有所影響。

二、研究對象方面

本研究之課程設計當中，要求師培生進行兩次的教學演示，使師培生透過實際進行教學去體會不同教學方式所必須經歷的教學設計、呈現方式、師生互動情況等等，透過這些活動幫助師培生建立成熟的信念。然而，即使蒐集資料豐富，研究結果的證據性也足夠，但是以師培生作為學生進行的試教活動究竟是有別於實際教學現場，此種失真的情況是將來必須考慮的變數之一。建議未來進行研究時，可以考慮進入實際教學現場，師培生更具有臨場感，研究結果的應用性也會更高。

三、研究方法方面

本研究之研究對象為修習中等數學科教材教法之師培生，針對其信念進行課程前後的比較與分析，發現其信念卻有轉變的情形產生，然而，由於只有一組學生，沒有對照的組別，因此無從比較信念轉變的程度。建議未來進行研究時，加入控制組以茲對照，使研究更具說服力。此外，以師培生作為研究對象，推論至其他學生的程度有限，建議未來能夠選取不同背景、年齡、科系之師培生作比較，使研究結果更具可信度與說服力。

四、研究議題方面

信念的相關研究興起之後，大多以傳統觀與建構觀作為學生信念的分水嶺。然而，信念觀乎個人之主觀價值，無法簡單以二分法為之，我們也無法以一個標準評定傳統信念必定是劣，而建構的信念必定是優，在多元的教育環境下，仍有許多的因素是我們必須去考量的，因此，未來研究宜跳脫此二分法之研究方式，探討信念的更多面向，並了解影響信念之相關因素與各種信念存在的時機。

參考文獻

- 古明峰 (2000)。國民小學評量態度之研究—以數學為例。台北市：五南。
- 李麗君 (2002)。職前教師教學信念及其改變之研究。中等教育學報，9，1-26。
- 李源順 (2005)。學生教師運用知識庫學習數學教學：理論與實務的連結。科學教育學刊，13 (1)，53-70。
- 吳濤、頤月琴 (2009)。試析 CSCL 的理論基礎與協作原則，教學研究，32(2)，9-13。
- 高強華 (1992)。教師信念研究及其在教育革新上的意義。師大教育研究所集刊，34，85- 113。
- 孫敏芝 (2006)。實習教師學科教學知識之探討：教學設計與教學實務。教育研究與發展期刊，2(2)，67-92。
- 莊淑琴 (1998)。國小教師數學信念之研究。國立嘉義師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。
- 教育部 (2005)。師資培育素質提升方案。台北。
- 國立政治大學師資培育中心 (2010)。國立政治大學中等教育學程內涵。2010年5月27日引自
<http://www.iote.nccu.edu.tw/data/iote/course/3.pdf>。
- 曾心怡 (1999)。性別、班級組成形式、師生互動與學習動機：以高三自然組物理科為例。國立花蓮師範教育學院國民教育所碩士論文，未出版。
- 張繼寧 (2009)。英國教師培訓政策 (1980~2010)。台灣師資培育電子報，3，1-5。
- 單文經 (1998)。美國教育研究—師資培育及課程與教學。台北市：師大書苑。
- 斯琴圖華，魏智慧 (2009)。如何使學習者為知識社會做好準備—訪國際知名教育心理學家瑪琳·斯卡德瑪麗亞教授。開放教育研究，15(2)，4-10。
- 楊思偉 (1999)。日本教育。台北市：商鼎。

- 陳彥廷 (2002)。教學問題、因應策略與教學信念關係之研究---以一位高中數學教師為例。 *台東師院學報*, 13 (1), 171-200。
- 顏銘志 (1996)。國民小學教師教學信念教師效能與教學行為之相關研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，屏東縣。
- 謝文全 (1981)。 *教育行政制度比較研究*，台南市：復文。
- Anderson, D., & Piazza, J. (1996). Changing beliefs: Teaching and learning mathematics in constructivist preservice classrooms. *Action in Teacher Education*, 18 (2), 51-62.
- Brousseau, B. A., & Freeman, D. J. (1988). How do teacher education faculty members define desirable teacher beliefs? *Teaching and Teacher Education*, 4, 267-273.
- Bereiter, C. (1994). Constructivism, socioculturalism, and Popper's World 3. *Educational Researcher*, 23(7), 21-23.
- Chi, M. T. H. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(3), 271-315.
- Cooney, T. (1994). Research and teacher education: In search of common ground. *Journal for Research in Mathematics Education* 1994, 125(6), 608-636.
- Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research in teaching* (pp. 255-296). New York: MacMillan.
- Calderhead, J. & Robson, M. (1991) Images of teaching: Student-teachers' early conceptions of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 7(1), 1-8.
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (Eds.). (2005). *Preparing Teachers for a Changing World: What Teachers Should Learn and Be Able to Do*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Drucker, P. F. (1986), *Innovation and entrepreneurship - Practice and principles*, NY: Harper Business.
- Ernest, P. (1989a). (Ed) *Mathematics Teaching: The State of the Art*, Basingstoke: Falmer Press.

- Ernest, P. (1989b). The knowledge, belief and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for Teaching*, 15(1), 13-33.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Featherstone, H., & Feiman-Nemser, S. (1992). The student, the teacher, and the moon. In S. Feiman-Nemser, & H. Featherston, (Eds.), *Exploring teaching* (pp.59-85). New York: Teachers College Press.
- Grouws, D. A., & Good, T. L. (1989). Research into practice: Issues in problem-solving instruction. *Arithmetic Teacher*, 36(8), 34-35
- Handal, B. (2003). Teachers' mathematical beliefs: A review. *The Mathematics Educator*, 13(2), 47-57.
- Hersh, R. (1986). Some proposals for reviving the philosophy of mathematics. In T. Tymoczko(Ed.), *New directions in the philosophy of mathematics*, (pp.9-28). Boston: Birkhauser.
- Hascher, T., Cocard, Y., & Moser, P. (2004). Forget about theory—practice is all? Student-teachers learning in practicum. *Teachers & Teaching*, 10(6), 623-637.
- Hong, H.-Y., Chen, F. C., Chai, C. S., & Chan, W. C. (in press). Teacher-education students' views about knowledge building theory and practice. *Instructional Science*.
- Hong, H.Y., Chen, F.C., Liao, C. Y., & Chan W. C.(2009). Exploring the effectiveness of an idea-centered design to foster a computer-supported knowledge building environment. *In Proceedings of the 9th ICLS 2009, Vol. 1* (pp. 142-150). Rhodes, Greece: International Society of the Learning Sciences, Inc.
- Hong, H.Y., & Sullivan, F. S. (2009). Towards an idea-centered, principle-based design approach to support learning as knowledge creation. *Educational Technology Research & Development* (57)5, 613-627.
- Hong, H. Y., Scardamalia, M., Messina, R., & Teo, C. L. (2008). Principle-based design to foster adaptive use of technology for building

- community knowledge. In G. Kanselaar, V. Jonker, P.A. Kirschner, & F.J. Prins (Eds.), *International Perspectives in the Learning Sciences: Creating a learning world. Proceedings of the Eighth International Conference for the Learning Sciences – ICLS 2008, Vol. 1* (pp. 374-381). Utrecht, the Netherlands: International Society of the Learning Sciences, Inc.
- Hong, H. Y., Scardamalia, M., & Zhang, J. (2007). *Knowledge Society Network: Toward a dynamic, sustained network for building knowledge*. Paper presented at the annual conference of AERA, Chicago.
- Hong, H.Y., Zhang, J., Teo, C. L. & Scardamalia, M. (2009). Towards design-based knowledge-building practices in teaching. In C. O'Malley, D. Suthers, P. Reimann, A. Dimitracopoulou (Eds.), *Computer Supported Collaborative Learning Practices: CSCL2009 Conference Proceedings* (pp. 257-261). Rhodes, Greece: International Society of the Learning Sciences, Inc.
- Kagan, D. M. (1992). Implication of research on teacher belief. *Educational Psychologist*, 27(1), 65-90.
- Kember, D.(1997). A reconceptualisation of the research into university academics' conception of teaching. *Learning and Instruction*, 7(3), 255-275.
- Kirschner, P.A. (2002). Can we support CSCL? Educational, social and technological affordances for learning. In P. A. Kirschner (Ed). *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL* (pp. 61-91). Heerlen, Open University Nederland.
- Koschmann, T. (1996). *Computer supported collaborative learning: Theory and practice of an emerging paradigm*. New Jersey: Laurence Erlbaum.
- Leatham, K. R. (2006). Viewing mathematics teachers' beliefs as sensible systems. *Journal of mathematics teacher education* , 9, 91-102.
- Lakkala, M., Lallimo, J., & Hakkarainen, K. (2005). Teachers' pedagogical designs for technology-supported collective inquiry: A national case study. *Computer & Education*, 45(3), 377-356.

- Nespor (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19(4), 317-328.
- Pajares, M. F. (1992). Teacher's beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Papert, S. (1991). "What's the big idea: Towards a pedagogy of idea power." *IBM Systems Journal* 39(3-4).
- Peterson, P.L., Fennema, E., Carpenter, T. P., & Loef, M. (1989). Teachers' pedagogical content beliefs in mathematics. *Cognition and Instruction*, 6(1), 1-40.
- Raths, J. (2001). *Teachers' beliefs and teaching beliefs*. Paper presented at a symposium honoring ECRP, Champaign, IL. (ERIC Document Reproduction Service No. ED452 999).
- Rhine, S., & Bryant, J. (2007). Enhancing pre-service teachers' reflective practice with digital video-based dialogue. *Reflective Practice*, 8 (3), 345-358.
- Richardson, V., Anders, P., Tidwell, D., & Lloyd, C. (1991). The relationship between teachers' beliefs and practices in reading comprehension instruction. *American Educational Research Journal*, 28 (3), 559-586.
- Schoenfeld, A. (1983). Beyond the purely cognitive : Belief systems, social cognitions, and metacognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science*, 7,329-363.
- Sigel, I. E. (1985). A conceptual analysis of beliefs. In I. E. Sigel. (Ed). *Parental belief system: The psychological consequences for children*. (pp.345-371). Hillsdale , NJ : Erlbaum.
- Simon, M. A., & Schifter, D. (1991). Towards a constructivist perspective: An intervention study of mathematics teacher development. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 309-331.
- Sawyer, K. (Ed.). (2006). The Schools of the Future. *Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative conclusions. *Educational Psychology*

- Review*, 6, 293 -319.
- Stahl, G. (2000). A Model of Collaborative Knowledge-Building. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 70-77). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stuart, C., & Thurlow, D. (2000). Making it their own: Preservice teachers' experiences, belief and classroom practices. *Journal of Teacher Education*, 51 (2), 113-140.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67-98). Chicago: Open Court.
- Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge Forum®. In *Education and technology: An encyclopedia* (pp. 183-192). Santa Barbara: ABC-CLIO.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-Supported Collaborative Learning. In Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 409-425).
- Schwartz, J. E., & Riedesel, C. A. (1994). *The relationship between teachers' knowledge and beliefs and the teaching of elementary mathematics*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 366585)
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge building. In *Encyclopedia of Education* (2nd ed., pp. 1370-1373). New York: Macmillan Reference, USA.
- Scardamalia, M., & Bereiter (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 97-118).
- Scardamalia, M., Bereiter, C., & Lamon, M. (1994). The CSILE project: Trying to bring the classroom into World 3. In K. McGilley (Eds.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 201-228). Cambridge, MA: MIT Press.
- Van Aalst, J. (2009). Distinguishing knowledge-sharing, knowledge

- construction and knowledge-creation discourses. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* , 4, 259–287
- Thompson, A.G. (1992). Teacher's Beliefs and Conceptions: A Synthesis of Research. In Grouws, D.A. (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp.127-146). New York: Macmillan. *Education*, 45(3), 377-356.
- Van Zoest, L. R., Jones, G. A., & Thornton, C. A. (1994) . Beliefs about mathematics teaching held by pre-service teachers involved in a first grade mentorship program. *Mathematics Education Research Journal*, 6 (1) , 37-55.
- Wilson, S. M. (1990). The secret garden of teacher education. *The Phi Delta Kappan*, 72(3), 204-209.
- Wilkins, J. L. M., & Brand, B. R. (2004). Change in preservice teachers' beliefs: An evaluation of a mathematics methods course. *School Science and Mathematics* 104 (5) , 226-232.

