
以「數學教學學習型組織」促進職前幼兒教師數學教學知識成長

陳彥廷

國立編譯館研發會副編審

摘 要

這是一篇探究五位職前幼兒教師參與「數學教學學習型組織」運作中，在數學教學知識成長的研究。研究者透過「數學教學學習型組織」的經營，作為探究幼兒教師數學教學知識成長的研究脈絡。以「理論覺知與建構→知識轉化與實作→意象表徵與詮釋→成果施行與回饋」為主要進行步驟，用「發展與討論幼兒數學教學活動」為組織的主要活動。經過六個月「數學教學學習型組織」的經營運作與會議記錄、反思札記、晤談、教學活動設計成品與教學影帶資料蒐集，研究者發現：幼兒數學教學活動的設計與實作歷程以及「數學教學學習型組織」的論證情境有助於增進參與成員對數學教學知識之認識；且促進其數學課程知識的理解發展，進而使其對於數學課程知識的結構有較全面性的洞察；亦使成員對於學生學習數學的理解產生質化與量化的轉變。最後，藉由研究者對於研究歷程的反思，研究者提出「數學教學學習型組織」運作的可行性途徑。

關鍵詞：數學教學知識、學習型組織、職前幼兒教師

壹、研究的緣起與目的

過去，由於受到「理論優位」的影響，教師通常在教學過程中只是理論的「使用者」，課程設計是由上而下的（洪福財，2000）。隨著後現代課程思潮的崛起，以及近年來國內對於課程改革的推行，教師的角色從「官定課程執行者」轉變為「課程的設計者」，使教師能實際參與設計課程；從「被動的學習者」轉變為「主動的學習者」，使教師能對於自己的教育行動加以省思、改進；從「教師進修研習」轉變成「教師專業發展」，使教師能主動追求自我的成長；「從知識的傳授者」轉變成「能力的引發者」，使教師具備廣博的學識，引導學生跨領域的學習（饒見維，1998）。然而，在所有學制的教師中，幼兒教師相較於其他的教師來說，在課程的設計上以及課程的實施上，是相對自由的。因此，具備開發一套寓學習於活動與遊戲的課程，對幼兒教師來說，便有其必要性。

再者，Matsumura & Steinberg (2002)指出：為教師營造一個相互合作的專業發展氛圍，並透過討論、對話以及教學觀摩的方式，有助於教師改善自身教學實務與學生在課堂中的學習品質。

而Schön (1983)也提出「行動中反思(reflection in action)」的概念，強調專業人員「反思」的重要。高敬文（1999）提出：「省思」，或許無法使研究者馬上完成某一完整理論體系的建構，卻可以刺激他對一些習以為常或約定成俗的實施產生敏感的質疑，進而促使他正視並澄清某種曖昧不明的概念。它是一面鏡子，讓自己有調焦的機會。因此，許多相關研究（張召雅，2004；陳麗華，1995；湯維玲，1995）均開始強調教師應透過教學現場的反省批判與對話以建構教學知識的論點。

鑑於上述「教師形成專業團體有助專業成長」、「反思有助教師專業成長」以及「時代脈絡中顯現教師是課程設計主角的趨勢」等觀點之結合，研究者企圖組成一個「數學教學學習型組織」，透過引導參與的職前幼兒教師設計並實踐、反思幼兒數學教學活動的歷程，探究他們在數學教學知識的專業成長，此乃研究目的之一。而在此組織運作的過程中，參與的職前幼兒教師她們遇到什麼困境？如何解決？此乃研究目的二。最後，進一步建構「數學教學學習型組織」運作的可行性途徑，此乃研究目的三。

貳、理論基礎

本研究基於意欲組成一個「數學教學學習型組織」，透過引導職前幼兒教師設計並實踐、反思幼兒數學教學活動的歷程，以探究他們在數學教學知識專業成長的目的，以下，將首先從學習型組織的理論基礎構築本研究「數學教學學習型組織」的運作模式；其次，則探究教學知識的意義與內涵；最後，則分析相關文獻與研究，以獲得研究的基礎。

一、數學教學學習型組織的構築

Senge (1990)的《第五項修練：學習型組織的藝術和實務》(The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization)一書，帶動了學習型組織(Learning Organization)的風潮。許多企業組織因此紛紛轉型為學習型組織，以因應經濟情勢的變革。然而，除了企業組織之外，近年來，國內外學校教育改革亦開始思考如何建構學習型學校(learning school)以提升學校教育品質與效能(高中膺, 2004)。由此可見：強調以「知識分享」與「不斷學習」理念的學習型組織概念，已在教育範疇中滋生。

(一) 學習型組織的意義與內涵

Senge (1990)指出：學習型組織乃指組織的成員能持續擴展並創造其所欲達成結果的能力，並在此過程中培育出新穎且具延展性的思考型態，可以自由形塑出集體性的志向，並透過持續的方式一同學習如何去學習。吳清山、林天祐(1997)也提出：學習型組織係指一個組織能夠不斷學習，以及運用系統思考模式嘗試各種不同的問題解決方案，進而強化及擴充個人的知識和經驗並改變整體組織行為，以增進組織的適應及革新能力。洪茂森(2003)也述及：學習型組織是一個精於創造、獲取與轉換知識的組織，能夠運用各種不同的策略，使學習與生活及工作的各個層面互相結合，並且學習活動會不斷的發生在個人、團隊或組織中，導致知識、信念與行為發生改變，能快速的回應大環境的變遷。綜而言之，學習型組織是促進組織中「整體達成共同目標」、「參與個體以系統化思考，彼此交換知識進而持續成長」的一個團體組成。這即是呼應了Senge (1990)所提出學習型組織的五大要件：共同願景、團隊學習、改善心智模式、自我超越、與系統思考。

然而，學習型組織應包括哪些成分才能運轉？Marquardt (1996)提出一個包含學習、組織、人員、知識與技術等五個子系統的學習型組織模型(如圖1)。此模型是以「學習」為核心系統，與其他子系統環環相扣。

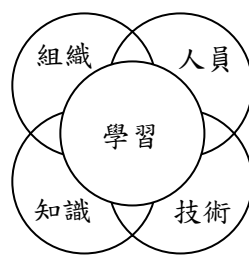


圖1 系統性學習型組織之模型

「學習」包括學習的層級(個人學習、小組或團隊學習)與學習的類型(生產力的學習、行動反思學習)。「組織」包括願景、文化、策略與結構等四個主要的構面。其中，願景描繪了該團體未來的希望、目標及方向；文化乃指組織的價值與信仰，它有助於形塑組織的行為及知覺；策略則是指為達到願景所採取的行動、方法及步驟；而結構便意謂在學習型組織中，各個小單位是沒有界限的結構，可使組織內部及外部的接觸、單位間的分責與合作達到最佳化的效果。而「人

員」則指與學習型組織有相關的成員（如：領導者、員工、顧客、策略聯盟夥伴、供應商、組織所在社區）。這些成員對學習型組織來說都是有價值的。此外，「知識」係指知識的取得與建立（包括知識的取得、創造、儲存、移轉與應用）。而學習型組織若能運用「技術」（相互支援、網路整合、資訊電子工具）強化學習，將能達到事半功倍的效果。

當組織中的相關成員都能在「學習」的前提下，凝聚共同的「願景」，以符應趨勢的「技術」獲得並分享知識，便能使得此團體中的所有成員獲得成長。

（二）數學教學學習型組織的內涵與建構

鑑於「學習型組織」能促進團體與成員學習與專業成長的功能，對於從事幼兒師資數學教學能力培育的我而言，該如何師法「學習型組織」的精神，進而建構一個促進職前幼兒教師數學教學知識的藍圖，便是一件重要的課題。

研究者在95學年度帶領五位職前幼兒教師進行「專題製作」。鑑於自身專業領域之範疇，以及「學習型組織運作有助團體學習與成長」的理念，乃決定組成「數學教學學習型組織」，透過此團體的運行，引導參與的職前幼兒教師發展數學教學活動，以活動設計、實施與修定的歷程做為「數學教學學習型組織」互動的脈絡，期能促發職前幼兒教師數學教學知識的專業成長，並形塑一個「數學教學學習型組織」運作的可行性途徑。

基此，研究者開始從「學習型組織模型的內涵」思考與描繪「數學教學學習型組織」的藍圖（如表1）。

在Marquardt (1996)所提出的「學習型組織」模型中，是以「學習」作為組織運作的核心。然而，研究者認為：「成員」的組合，對於是否可稱為「組織」，卻有重要的地位。因此，研究者將「成員」視為本研究「數學教學學習型組織」的核心成分。而子系統「成員」的組成，則包括由研究者（R1, R2）、志願參與的5位職前幼兒教師、本研究試教的對象—中大班幼兒共45位、以及原試教班級的2位幼兒教師。

在「組織」的子系統中，研究者與參與的幼兒教師以討論的方式，達成「專業能力需教師不斷地革新與成長」的「文化」；因此，勾勒「促進數學教學實踐知識成長」為本團體的「願景」；而欲達成此目的的途徑，則須以「組織中同儕相互檢視彼此行為，並自我反省」為「策略」；且組織中的任何成員「結構」，彼此說話的權重是相等的，不會因外在位階而有所差異。

在「知識」的子系統中，首先，由研究者召開會議，與參與本研究的5位職前幼兒教師討論，以「設計教學活動促進幼兒數概念發展」為組織的中心目標。因此，每一位職前幼兒教師便依據自身的興趣，選取一個主要的數概念進行文獻之蒐集、閱讀，將「取得」之知識在組織的會議中進行分享。接續，每一位職前幼兒教師則依據他們透過文獻對數概念的理解，開始展開他們所負責的數概念教學活動的設計，以「創造」新的想法，提供組織中的成員共享。而這些新開發出來的教學活動，均會以文字、電子檔的方式「儲存」，並轉存給其他的組織成員，以達到知識「移轉」的目的。當所有職前幼兒教師完成教學活動設計後，即展開教學活動的施行，以實現知識「應

用」於實際的目標。然而，教學活動試行期間孩童的表現與教學活動的省思與修訂，也都「儲存」於組織中，以「移轉」給參與的成員。

然而，在組織運作的過程中，參與的成員都以「資訊技術」e-mail作為互動之平台，以達到知識分享的目的。

綜上所述，本研究所設計的數學教學學習型組織，運用了「個體反思」與「團體反思」的方式促進參與的成員進行數學教學知識的學習，並在教學活動施行時，運用「行動反思」精緻化教學活動的設計，促進了組織知識的學習與成長。而這樣的運行，不但包括「個人學習」的個體知識建構，也包括了「小組合作學習」的社會知識建構。

表1 數學教學學習型組織的內涵表

子系統	成分	內 涵
組織	願景	促進數學教學實踐知識的成長
	文化	教師的專業能力須不斷地革新與成長
	策略	組織中的同儕須相互檢視、反省
	結構	組織中成員間話語具同等的重要性
成員	領導者	研究者
	職前幼兒教師	5位職前幼兒教師
	幼兒	本研究實施教學活動試教的中、大班學生共45人
知識	幼兒園教師	本研究實施教學活動試教班級的2位幼兒教師
	取得	透過每一位參與者針對自身之需求蒐集文獻，提供組織內的成員共同研討
	創造	每一位參與的職前幼兒教師針對自身所負責的數概念進行教學活動的設計
	儲存	每一位設計教學活動的職前幼兒教師均將其完成的思考歷程、活動設計以文字、電子檔的方式提供組織統整
	移轉	在組織的每一次會議中，每一位成員均會將自己的設計成果與心得提出與組織分享
應用	組織完成活動設計後，則進行第一線現場的實際運行，期能將理論轉化為實際	
技術	資訊工具	在組織運作的過程中，成員間彼此常以電子信件（e-mail）作為溝通的管道
學習	學習層級	在組織運作過程中，研究者運用了「個人學習」、「小組合作學習」的方式，提供組織成員個體建構與社會建構知識
	學習類型	運用「個體反思」、「團體反思」與「行動反思」的方式協助組織學習與成長

鑑此，研究者將本研究所建構的數學教學學習型組織內涵，以下圖（圖2）表徵。

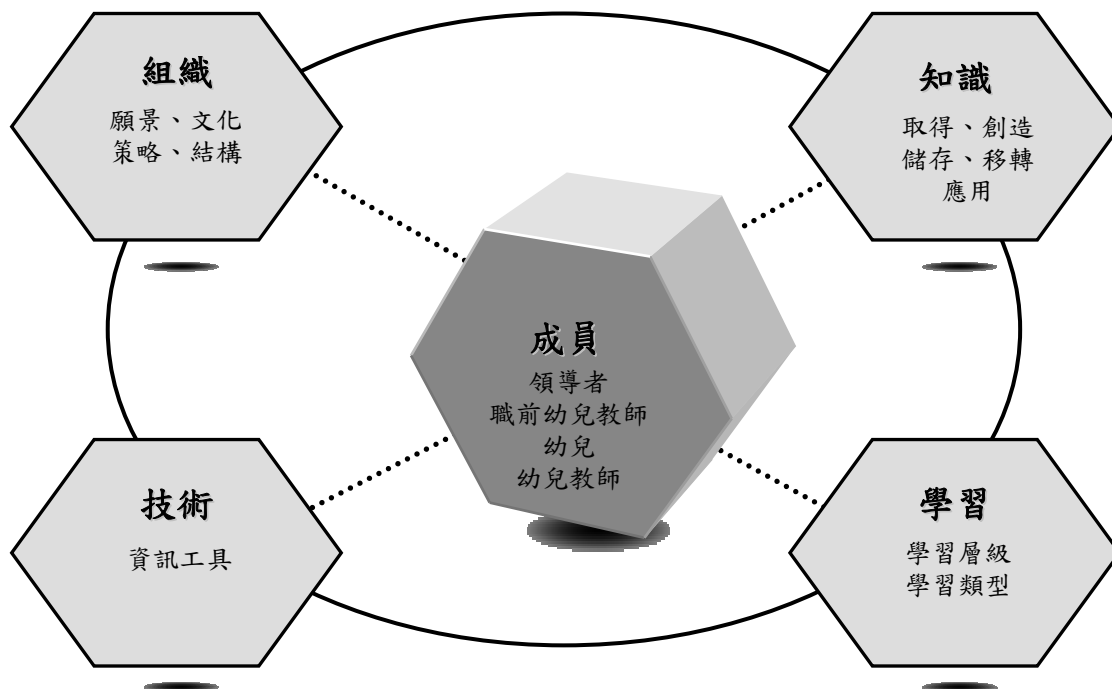


圖2 數學教學學習型組織的架構圖

而此數學教學學習型組織的運作，則以下圖（圖3）表示：

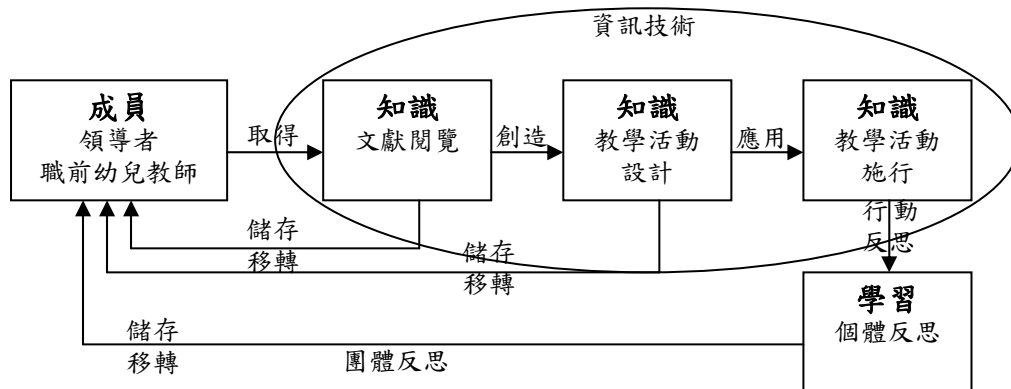


圖3 數學教學學習型組織的運作圖

本研究期望透過本組織的運作，能協助5位幼兒教師在數學教學知識能獲得學習與成長。

二、數學教學知識的意義與內涵

什麼是數學教學知識？Shulman (1986)認為：學科教學知識乃指教師針對某特定主題，在配合學生的學習能力與興趣之條件下，將該問題用學生最有效吸收的方式來傳達給學生。這些方式包括解釋、示範、比喻、舉例等教學策略，以利學生學習的一種知識。因此，它是結合學科知識與教學法知識的一種融合性的知識（陳國泰，2006）。Grossman, Wilson, 和Shulman (1989)認為學科教學知識是一種包含學科內容知識和教學方法與策略的教師知識，目的在讓學生容易理解學科內容及其相關的學科知識。歸納上述的論述，研究者認為：數學教學知識則應意旨教師對於某個數學概念的知識、如何進行此概念教學以促進學生的理解、以及學生是否理解覺察力的融合性知識。它至少包括數學概念的知識、教學理論知識、以及學生學習的相關知識。

那麼，數學教學知識究竟應含括哪些知識的內涵呢？Shulman (1986)的研究指出：教師必須擁有與教育哲學、目的有關的知識(knowledge of educational philosophies, goals, and objectives)、學科內容知識(subject matter knowledge)、課程知識(knowledge of curriculum)、一般教學知識(general pedagogical knowledge)、學習的知識(knowledge of learning)以及學校情境的知識(knowledge of contexts of schooling)等教師知識。而Shulman更於1987年強調學科教學知識(pedagogical content knowledge, 簡稱PCK)的重要性。因為它融合了學科知識與一般教學知識，使教師知道如何針對學習者的能力與興趣來將學科特定的主題或問題予以組織、呈現及調整，以利教學之進行（陳國泰，2006）。

然而，Fennema和Franke (1992)也提出數學教師的數學教學知識 (knowledge of mathematics teaching) 模型（如圖4），此模型顯示：在特定的教學情境中，教師的數學知識 (knowledge of mathematics)、教學知識 (pedagogical knowledge)、學習者數學認知的知識 (knowledge of learners' cognitions in mathematics)，三者彼此間會和數學教師的信念相互影響，進而生成與其教學情境相關的特定數學教師教學知識 (context specific knowledge)。而此三種知識與Shulman (1986, 1987)所提出的學科內容知識、一般教學知識、學科教學知識相呼應。

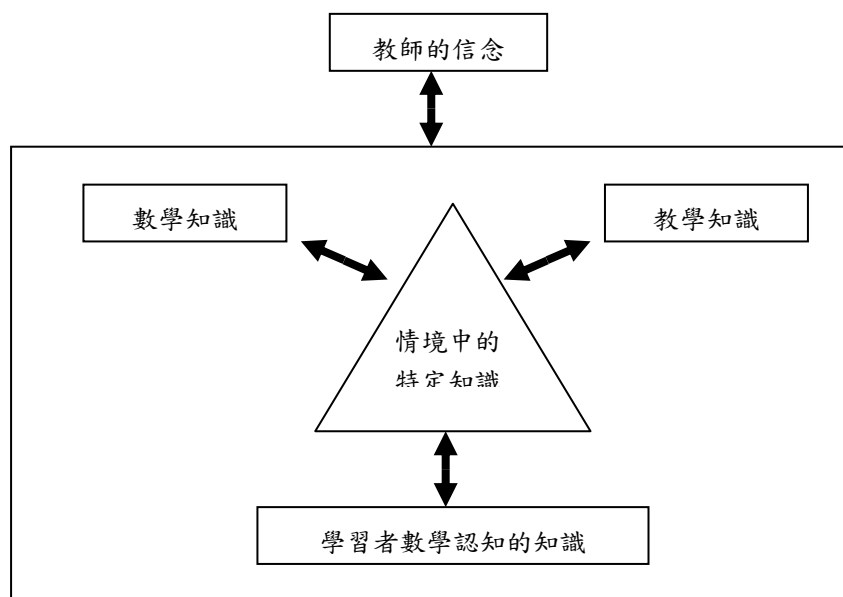


圖4 教師知識：情境中的發展 (Fennema & Franke, 1992)

此外，Cochran, DeRuiter, 和King (1993)亦基於教學具動態性與連續性的本質，針對Shulman的教師專業知識內涵進行修改，而提出「學科教學獲知模式」(pedagogical content knowing, PCKg)，此模式指出：教師的學科教學知識在「學科知識、教學知識、對學生學科學習的理解以及對教學情境的知覺」等四種知識交互作的過程中，因為經驗的累積與不斷反思而逐漸發展。

綜合Shulman (1986, 1987)、Fennema和Franke (1992)以及Cochran, DeRuiter, 和King (1993) 的觀點，本研究基於「數學」課程與「職前幼兒教師」教學的研究出發點認為：數學教學知識應涵括「數學課程知識」（包括幼兒數學概念的專業知識、幼兒數學概念知識架構的認識）、「教學方法知識」（包括教學方法的使用、概念的表徵）、「數學學習者知識」（包括學生對數學概念的理解與迷思）、「數學情境知識」（包括對教學情境的佈置、教學資源的運用）等四個成份。此四個成份符應Cochran, DeRuiter, 和King (1993) 的觀點，也呼應了Shulman (1986, 1987)、Fennema和Franke (1992)的論述。而研究者將依此作為本研究探討「數學教學學習型組織」五位職前幼兒教師數學教學知識發展的分析向度。

三、數學教學知識相關文獻之探討

國內外關於探討數學教學知識之研究（如：Carpenter, Fennema, Peterson & Carey, 1988; Thompson & Thompson, 1996; Klein & Tirosh, 1997; 林碧珍, 1999、2000、2003）已有多年的歷史。研究者綜合彙整如下（表2）：

表2 國內外關於數學教學知識之研究分析

作者	年代	研究對象	研究結果
Capenter等人	1988	在職教師	對兒童解決加、減問題策略認知愈高者，愈能尊重兒童的多元解題策略
Klein & Tirosh	1997	職前教師、在職教師	任教高年級的在職教師較能指出兒童對於乘法與除法文字問題的一般困難
Capenter等人	1996	在職教師	教師對兒童的迷思概念、學習困難原因愈清楚者，愈能以具體性圖像幫助兒童解題思考
Thompson & Thompson	1996	在職教師	教師的數學知識會影響其對數學概念的解釋、教材內容的呈現、師生互動的方式
林碧珍	1999 2000 2003	在職教師	透過成長團體的運作，教師對數學課程的知識、學生學習特性有更深的認識

綜合上述的整理，發現：大多數關於教師數學教學知識的研究，多著眼於在職教師的層面（如：Capenter, Fennema, Peterson & Carey, 1988; Thompson & Thompson, 1996; 林碧珍, 1999、2000、2003）。相對的，關注於職前教師層面的研究則較屬少數（如：Klein & Tirosh, 1997）。然而，從師資培育過程的觀點來看，雖然在職教師終身的專業持續成長具其重要性，然而職前教師屬教師專業能力養成的首先階段，亦不容忽視其地位。其次，大多數的研究也多著墨於中小學數學教師的教學知識，卻顯少針對幼兒教師的數學教學專業知識進行探究。由此可見，本研究針對幼兒教師數學教學專業知識成長進行探究具有其意義。

參、研究設計

本段內容包括：研究情境與架構、研究方法、研究參與者、研究流程、資料蒐集、資料分析與寫作、研究的信度等七個部分。茲分述如下：

一、研究情境與架構

基於研究者意欲組成一個以「組織、成員、知識、技術、學習」為內涵的數學教學學習型組織，在組織的運作過程中，參與的五位職前幼兒教師與研究者透過「幼兒數學概念內涵」、「數學教學與學習理論」、「教學活動設計」、「教學活動實踐影帶」的分享與討論，企圖促進自我與團體的數學教學知識專業成長，進而建構一個可促進幼兒教師數學教學專業成長的可行途徑。鑑此，茲以下圖（圖5）表徵本研究之架構：

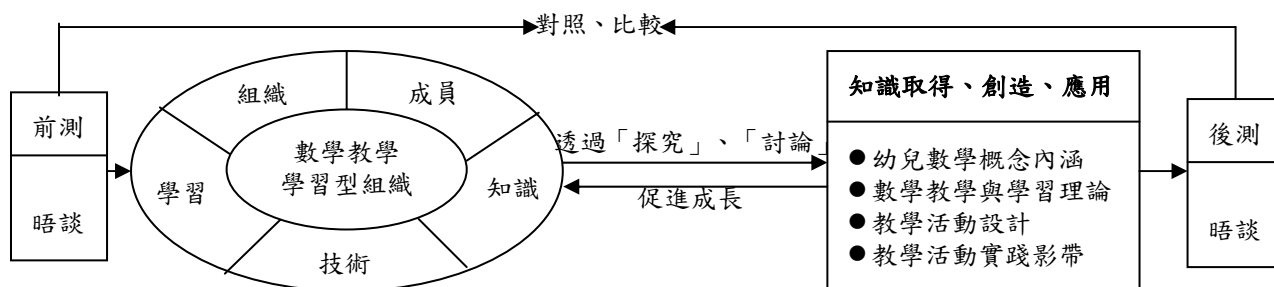


圖5 研究架構圖

研究進行中，首先鋪陳以「探究」的情境，提供參與的成員建構「幼兒數學概念內涵」與「數學教學與學習理論」的知識；其次，再佈置「討論」的氛圍，讓五位職前幼兒教師透過分享自己設計的教學活動與實踐過程，達成數學教學知識的成長。

二、研究方法：參與觀察的取徑

因此，本研究屬個案研究。研究法則採「參與觀察 (participant observation)」的方式進行。若以Raymond Gold對參與程度和觀察角色的分類來說，研究者則扮演「參與者一如觀察者」的角色（嚴祥鸞，1996）。研究的一開始，研究者首先向參與的五位職前幼兒教師表明研究的身份，但仍完全參與研究進行的每一個細節。

三、研究參與者

研究者任教於某科技大學幼兒保育系。由於開設「教保實習」課程，培育職前幼兒教師進入幼兒園教學現場的專業能力，因此，於該課程中找到五位對於幼兒數學課程開發具興趣的職前幼兒教師參與本研究的進行。此五位職前幼兒教師有三位在高職階段即修讀幼保科，而有二位在高職階段修讀護理科。

表3 參與本研究進行的五位職前幼兒教師資料

職前幼兒教師識別碼	高職教育背景	
	幼保科	非幼保科
S1	✓	
S2	✓	
S3		✓
S4		✓
S5	✓	

然而，爲了增加研究結果的有效性與可信度，研究者（R1）邀請一位從事幼兒師資培育多年的同事（R2）協助研究者進行觀察、分析與討論。在本研究「數學教學學習型組織」運作與研究分析期間，他（R2）均出席活動並與研究者溝通互動。

四、研究流程

本研究依據「數學教學學習型組織」運作的過程，主要分成四個階段：第一階段「理論覺知與建構」、第二階段「知識轉化與實作」、第三階段「意象表徵與詮釋」、第四階段「成果施行與回饋」。各階段進行的時間與內涵如下表（表4）所示：

表4 研究流程內涵表

階段	時間	運作內涵
1 理論覺知與建構	96年2月~96年4月	1.提供參與成員有關幼兒數學概念的內涵。 2.提供參與成員有關數學教學與學習的理論。 3.提供參與成員有關課程設計的理論與實例。
2 知識轉化與實作	96年4月~96年5月	1.引導參與成員運用前階段建構之知識開發數學教學活動。 2.研究者與參與成員於組織會議中討論教學活動開發過程遭遇的困境並共同思考解決策略。
3 意象表徵與詮釋	96年5月~96年7月	1.參與成員於「數學教學學習型組織」會議時分享與討論其開發的數學教學活動，提供同儕批判與反思。 2.參與成員修訂其設計的教學活動。
4 成果施行與回饋	96年7月~96年8月	1.參與成員將其開發的數學教學活動施行於幼兒園中。 2.參與成員於組織會議中討論教學活動施行中遇到的問題，並再次修訂教學活動。

五、資料蒐集

鑑於本研究意欲探究五位職前幼兒教師參與研究者所佈置的「數學教學學習型組織」運作中，其數學教學知識成長的目的，因此，研究過程中蒐集的相關資料包括以下五項：

（一）組織會議記錄

「數學教學學習型組織」運作期間，每兩週進行一次會議，每一次的會議都依不同階段的需求進行理論討論、心得分享或同儕批判、討論的活動，每一次的會議約四個小時，且都有會議記錄並進行錄音。

（二）參與成員參與會議反思札記

在每一次組織會議結束後，參與的成員（R1、R2、五位職前幼兒教師）必須於三天內完成反思札記，並以e-mail的方式寄交給研究者（R1）。而研究者在彙整後，會將需要共同討論與分享的議題提交於下一次會議時提供參與成員進行討論。

（三）晤談語料

而研究者（R1）也在「數學教學學習型組織」運作前以及第四階段後期針對五位職前幼兒教師進行半結構式的晤談，以作為判定其數學教學專業知識成長的依據之一。晤談的問題包括（如表5）：

表5 晤談問題內容

題號	問題內容	前測	後測
1	你覺得幼兒數學應包括哪些內容？	✓	✓
2	你在設計幼兒數學教學活動時，你考慮的面向為何？	✓	✓
3	你認為幼兒數學的課程應該包括哪些知識？	✓	✓
4	你認為幼兒老師在教授數學時，會使用哪些教學方法？	✓	✓
5	你對於孩童所擁有的數學知識或迷思（錯誤）概念的看法是什麼？	✓	✓
6	你認為在教授幼兒數學時，教室中的情境如何安排？有什麼資源可以運用？	✓	✓
7	你在設計幼兒數學教學活動時，曾遇過哪些困境？如何解決？		✓
8	你參加「數學教學學習型組織」後的看法為何？有何建議？		✓

除此之外，研究者在彙整完五位職前幼兒教師的前後測晤談語料後，會提供他們改變的內涵資料，以「刺激-回憶」的方式讓她們回顧促進其改變的來源與因素，以協助本研究釐清促進她們成長的改變因素。

（四）數學教學活動設計成品

參與本研究的五位職前幼兒教師，也會在「數學教學學習型組織」的運作過程中分別發展出一個自己所感興趣概念的幼兒數學教學活動。這份成品是在個人創作與同儕批判、修正後完成，是研究者分析其數學教學知識內涵的重要訊息。以下，茲提列五位職前幼兒教師數學教學活動成品的內涵（如表6）：

表6 五位職前幼兒教師所設計之數學教學活動內涵

職前幼兒教師	教學活動主題	適用班別	活動內涵
S1	十以內的合成與分解	中班	1.複習十以內數與量的配對 2.運用實物練習、操作 $\square + \circ = ?$ (\square 、 \circ 為已知數)問題情境的問題 3.運用實物練習、操作 $\square + ? = \circ$ (\square 、 \circ 為已知數)問題情境的問題 4.運用實物練習、操作 $? + ? = \square$ (\square 為已知數)問題情境的問題
S2	十以內的合成與分解	大班	1.運用撲克牌操作 $? + ? = \square$ (\square 為已知數)問題情境的問題 2.寫下 $? + ? = \square$ (\square 為已知數)的所有組合
S3	樣式	中班	1.能辨識型如「※※※※※※※※※※」的規律性 2.能以實物操作型如「※※※※※※※※※※...」重覆形式的延伸樣式活動 3.能以實物操作型如「※※※※※※※※※※...」滋長形式的延伸樣式活動 4.能以實物填補重覆形式的延伸樣式活動 5.能以實物填補滋長形式的延伸樣式活動 6.能以實物自行創造具規律性的樣式活動
S4	認識圖形	中班	1.能說出並辨識長方形的性質 2.能說出並辨識正方形的性質 3.能說出並辨識圓形的性質 4.具備長方形、正方形、圓形的保留概念
S5	平面幾何拆解	大班	1.能認識七巧板基本結構的圖形 2.能臆測圖形結構並以七巧板操作，排出老師指定的圖形。

(五) 幼兒活動影帶

當每一位職前幼兒教師完成並修訂數學教學活動設計後，便落實於本校附設托兒所的班級。教學實施過程均採全程錄影，以提供研究者檢視「數學教學學習型組織」成員數學教學知識的表現。

六、資料分析與寫作

本研究關於資料的分析與詮釋乃以文獻探討所獲得的數學教學知識內涵為分析架構，對文件資料及語料持續閱讀、比較、歸納，以形成研究之發現。而報告的撰寫，除了根據上述會議記錄、反思札記、晤談、教室錄影外，盡量呈現每一位參與成員的真實想法和聲音。此外，研究者的詮釋與解讀，不只是研究者個人的分析，而是在研究者（R1、R2）與五位職前幼兒教師的磋商下完成報告的撰寫。以下，茲舉例分述資料編碼與資料分析：

（一）資料編碼

本研究所蒐集到的資料包括組織會議記錄、參與成員反思札記、教學活動實施的錄影以及研究者與五位職前幼兒教師的晤談錄音資料。而在每一次的錄影與晤談完成後，研究者會立即轉譯錄音和錄影的語料，形成語料文字。以下，茲舉例說明各類資料的編碼：

1. 組織會議記錄編碼

本研究所蒐集的「數學教學學習型組織」會議記錄共計15次。每一次會議記錄資料以「日期（6碼）-要項（2碼）」的方式進行編碼。例如：資料源於96年4月24日記錄中的第5點，則記為960424-05。

2. 參與成員參與會議反思札記編碼

本研究所蒐集的反思札記共有90份（包括每次會議五位職前幼兒教師與研究者的反思札記）。每一份反思札記以「日期（6碼）-札-人（2碼）-要項（2碼）」的方式進行編碼。例如：資料源於96年5月22日職前幼兒教師S2反思札記的第3點，則記為960522-札-S2-03。

3. 晤談語料編碼

本研究共蒐集15份晤談語料（5份前測晤談、5份後測晤談、5份刺激-回憶晤談）。每一份晤談語料以「日期（6碼）-晤-人-語句順序（3碼）」的方式進行編碼。例如：資料源於96年8月21日職前幼兒教師S4晤談的第15句對話，則記為960821-晤-S4-015。

4. 幼兒活動影帶編碼

本研究所蒐集到5份教學現場影帶語料的編碼以「教學者（2碼）-說話者（2碼）-語句順序（3碼）」的方式進行編碼。例如：資料源於S3教學活動中編號05孩童的第38句對話，則記為S3-05-038。

（二）資料分析

本研究藉以分析五位職前幼兒教師數學教學知識成長的架構，乃源於文獻探討中綜合Shulman (1986, 1987)、Fennema和Franke (1992)以及Cochran, DeRuiter, 和King (1993) 的觀點所獲致的結果。以下，茲以表7表徵數學教學知識內涵如下：

表7 本研究數學教學知識的範疇內涵

數學教學知識範疇	內涵	舉例
數學課程知識	1.幼兒數學概念的架構 2.幼兒數學概念的內涵	1.幼兒數學可分為數與量、圖形與空間、統計、邏輯推理 2.幼兒數學的數與量包括唱數與計數、數字認識、書寫與運用、數字關係... (陳彥廷, 2007)
教學方法知識	1.教學方法的使用 2.數學概念的表徵	1.合作學習、動手做、團體討論...等 2.以實物、圖片、數字表徵數量概念...等
數學學習者知識	1.不同年齡層孩童對數學概念的理解 2.孩童的另有概念	1.3歲兒童可以理解5以內的數量...等 2.孩童有數量保留概念的瑕疵...等
數學情境知識	1.數學情境的佈置 2.教學資源的應用	1.教師會佈置一個提供學生「動手做」、「探究」的學習情境...等 2.教師會利用園所周遭的現有環境、家長能夠提供的協助...等資源

本研究將依上表的內容針對所蒐集編碼的資料進行分析。而分析的取向，可分為晤談取向以及過程取向。晤談的取向，是以參與成員在「數學教學學習型組織」運作前後接受的晤談語料為主要分析材料，比較他們在參與本研究前後的轉變。過程取向，則是以參與成員在「數學教學學習型組織」運作過程中的表現、資料為主要分析材料，以詮釋他們在參與過程中的成長。

七、研究的信度

為了避免資料的蒐集與分析造成偏見，本研究以「不同人員的三角校正」與「資料來源的三角校正」等二種「三角校正」(triangulation, Patton, 1990)管道，期能達成研究之信度考驗：

(一) 不同研究人員的三角校正

研究者(R1)邀請另一位協同研究者(R2, 科學教育博士)參與資料的分析與分類。所有的語料、資料分析的初步發現，務求一致性的共識。且研究結果會與參與成員討論後，達到詮釋上的客觀性。而對於未能達到一致性共識的語料，研究者會與協同研究者重新審視語料，並且逐項討論，最後決定歸類。

(二) 資料來源的三角校正

當研究者要給予參與之成員「標籤」時，會透過不同來源的資料、不同時間點獲得的訊息檢驗研究發現的一致性，待各方面資料達到一致性時，才作為研究之結果。

肆、研究發現

為呼應本研究的目的，本研究結果的發現，首先，將呈現「數學教學學習型組織」運作中，五位職前幼兒教師的數學教學專業知識成長；其次，從此脈絡中釐清這些職前幼兒教師所遭遇的問題以及克服之策略；最後，建構「數學教學學習型組織」運作的可行性途徑。

一、「數學教學學習型組織」的運行演化：職前幼兒教師的成長

本研究從「晤談」的前後測以及「數學教學學習型組織」運行歷程分析兩個面向，來詮釋參與成員數學教學專業知識的成長：

（一）參與成員數學教學專業知識的成長：前後測分析

在「數學教學學習型組織」運作前後，研究者針對五位職前教師進行數學教學知識內涵的晤談，期能比較他們在「數學教學學習型組織」運作過程中的成長。以下，茲從「數學課程知識」、「教學方法知識」、「數學學習者知識」與「數學情境知識」等範疇描述五位職前幼兒教師的轉化。

1. 「數學課程知識」的成長：源於理論探討、教學活動設計與同儕互動

在本研究「數學教學學習型組織」運作前，S1提到：「幼兒數學課程的內容，應該包括連連看、配對、時間、數一數、形狀、長短、迷宮吧！（960206-晤-S1-003）」關於數學課程的內涵，顯然，她對於幼兒數學課程知識的認識，僅及於點狀的片段記憶。然而，在組織運作後，S1的回答呈現了另人興奮的答案：「...嗯，它應該包含數、量、形、邏輯推理、統計等內容，而這些內容又分別包括許多概念。比如說，數，包括了數字認識、唱數、計數、數的合成與分解等內容；量，又可分為連續量、分離量；形，就包括平面圖形、立體圖形；邏輯推理，就包括分類、排規律性...」（960904-晤-S1-012）」顯示S1對於幼兒數學課程知識已有結構化的理解。而當研究者呈現S1前後測的語料給她看時，她回顧道：「以前，我們上課的時候，老師會提到一些數學的例子，但是，都沒有一門課是講幼兒數學的。參加這個組織後，我才比較知道幼兒數學裡面在教什麼。（960918-晤-S1-006）」，而讓她會有如此成長的因素是什麼呢？「...我想，我們在一開始老師提供的資料應該影響最多吧！然後，因為我設計的教案是十以內的合成與分解，所以，對於數與量也會更清楚。（960918-晤-S1-023）」可見，組織運作第一階段的理論探討以及第二階段教學活動設計的實作發揮了功效。

此外，S2在「刺激-回憶」的晤談亦提到：「我參加這個組織後，從老師給我們的資料知道原來幼兒數學不是只有數一數、算一算，它還是有一個結構，而且內容也包含很多。在這方面，我覺得獲得很多。而我在設計十以內的合成與分解活動時，我才知道，原來光是數的合成，就包含被加數是未知數、加數是未知數、和是未知數、以及所有可能組成等題型。這都是因為設計了這個活動才讓我對這概念更加清楚。（960918-晤-S2-031）」此結果與S1受理論探討與教學活動設計影響的結果是一致的。

然而，除此兩種影響因素之外，沒有其它的影響來源？S3卻提出另外的想法：「當時我想以圖形作為我設計教學活動主題的時候，是因為我覺得圓形、三角形、正方形...這些應該很好設計。沒想到，從S4的提醒，我才知道原來圖形除了教辨識之外，還有圖形基本性質的認識。（960918-晤-S3-042）」可見，從組織運作第二階段的同儕互動亦是促成參與學員數學課程知識成長的因素。

2. 「教學方法知識」的成長：源於教學活動設計、同儕互動與觀摩反思

什麼是教學方法知識？對於參與的五位幼兒教師來說，是較不足的。S4提出她的看法：「我覺得在幼兒園常使用的教學方式有主題教學、角落學習。（960206-晤-S4-072）」研究者繼續追問：「除了你剛剛所說的主題教學以及角落學習外，還有其他的教學模式或方法嗎？教學中要如何把知識給小朋友呢？（960206-晤-R1-073）」此時，S4沉默了一會，說：「還有吧！印象中老師上課還有介紹過，但是，忘了。至於如何將知識教給學生嘛，應該要講解清楚吧！（960206-晤-S4-075）」顯然地，S4在參與組織的運作前所擁有的教學方法知識僅及於零星的教學模式。至於如何以不同的表徵將數學概念傳達給孩童的想法，S4則只抱持傳統教學之講述概念。然而，在組織運作後，S4卻能說出：「我認為教學方法嘛，其實因應不同的知識有不同的方式。比如說我設計的活動是屬於形的概念，如果我不用實物給小朋友操作，那就很難讓小朋友抓到各種形狀的性質。而在活動結束前，再以討論的方式加深小朋友的印象，效果好像又更好。（960904-晤-S4-045）」因此，透過教學活動的設計讓S4認識到除了過去幼兒教育提過的教學模式外，運作於模式中的教學方法還包括了動手做、討論等引動兒童認知的策略。而當S4在比較她自身前後測的語料時，她說：「我從開始設計教學活動的時候，我才開始思考我該用什麼教學的方式進行。所以，它算是對我的第一個刺激吧！再來，當我把我的想法在開會的時候討論時，老師、同學也給我很多想法。（960918-晤-S4-064）」可見，組織運作第二階段的教學活動設計與第三階段的同儕互動是促成參與學員教學方法知識成長的因素。

然而，對S5來說，影響她教學方法知識中數學概念表徵方式的，還包括了從教學現場的觀摩。她說：「我在設計教學活動前，我自己跑去以前實習的園所看以前指導我的老師她的教學。那一堂課，剛好在教圖形的認識。那位老師拿了許多生活中的物品來介紹圖形。比如說，她拿御飯糰、三角鐵樂器來讓小朋友認識三角形；拿菠蘿麵包認識圓形。雖然這和真正的圖形有點距離，但是結合了小朋友的生活經驗，讓我知道什麼是『教學與生活連結』。（960918-晤-S5-087）」可見，S5從教學活動設計的需求，進而尋求實際現場觀摩的機會，是促進她教學方法知識成長的來源。而研究者追問：「妳剛剛說『這和真正的圖形有點距離』的意思是...？（960918-晤-R1-088）」此疑問，S5答道：「我覺得那位老師舉的例子和真正圖形的性質有點不同。比如說，三角形是平面的圖形，她卻拿三角柱的御飯糰；圓形應該是中空，她卻拿實心的菠蘿麵包（960918-晤-S5-089）」可見，S5從觀摩中進一步地藉由反思釐清概念表徵的錯誤，強化了她的教學方法知識。

3. 「數學學習者知識」的成長：源於教學活動設計、理論探討與資深教師經驗支援

關於數學學習者的知識，五位參與的職前幼兒教師在組織運作前顯得最為不足。S2說：「關於學生的數學學習知識嘛！...嗯，不太清楚耶！我只知道小朋友在不同年齡應該有不同的內容。」

(960206-晤-S2-058)」而S5也有類似的現象：「就我所知...小朋友應該要在不同的班級學不同的數學內容吧！比如說，幼幼班應該要教1,2,3,4,5...數數；小班要教1,2,3,4,5的寫字；中班或大班要教加法...像這種就是符合發展的教學。(960206-晤-S5-096)」由此可見，她們無法掌握不同年齡層孩童的數學概念發展，更不熟稔孩童的另有概念。而在組織運作後，S2回答：「不同階段的小朋友當然要給不同層次的概念阿！比如，以合成與分解來說，小班的小朋友可能只能上到五以內的合成與分解，而大班的小朋友就可以慢慢擴展到6,7,8,9,10。(960904-晤-S2-028)」接著，研究者繼續追問：「那小朋友在認識合成與分解的時候，他們會有什麼困難？或是有什麼容易犯的錯誤？(960904-晤-R1-029)」S2也能回答：「他們在學習合成與分解的時候，很多小朋友都只會使用『數全部』的策略，他們可能是因為量的保留概念未發展成熟，所以不太能熟練『往上數』的策略。(960904-晤-S2-030)」基於S2回應「我覺得我會有一些改變，那是因為我設計教學活動的需要，所以我特別去注意有關小朋友在合成與分解問題的文章。(960918-晤-S2-035)」可見，促發她對數學學習者知識成長的，乃源於教學活動設計的需求與理論之探究。

然而，對於S3來說，協助她對數學學習者知識成長的，卻是第一線資深教師的經驗支援。S3說：「我在設計『樣式』的教學活動時，我一開始也都不知道要怎麼設計。小朋友會什麼，不會什麼，其實我都沒有什麼概念。後來，我就跑到我家隔壁的那家幼稚園找園長，請她介紹一位老師教我。後來，那一位教了很多年的老師就告訴我一些她曾遇過的情形，和他使用過的教材。這些讓我知道小朋友在『樣式』中比較擅長自行創造樣式，但要看出滋長形式的樣式較為困難。我也比教知道樣式的交徐活動應該包括哪些類型的活動。(960918-晤-S3-051)」過去，總以為理論文獻的養成是幫助職前教師教學專業知識成長的主要來源。但是，透過此次組織的運作，研究者發現：第一線資深教師的經驗分享，也是促進她們成長的動力來源。

4. 「數學情境知識」的成長：源於理論探討與觀摩反思

對於數學情境知識，五位職前幼兒教師在前測所顯現的結果，似乎著重於物理情境的安排。「我覺得教學情境應該是指教室中的佈置吧！以前在高職上課的時候，老師有介紹主題教學。一般來說，一個主題大都實施四至六週，這段時間老師必須將教室佈置成和主題有關的樣子(960206-晤-S3-062)」此外，S5也提到：「有一種教學叫做『角落學習』。老師必須將教室規劃成像圖書區、益智區、角色扮演區、.....等，然後將這些區加以佈置。這應該是屬於情境的知識吧！(960206-晤-S5-107)」由此看來，在組織運作前，職前教師植基於過去的學習經驗，多能提出教學環境中物理環境須符應教學之所需的論點，但有關營造學習氛圍的情境安排以及學校本位之資源運用，則顯少提及。

在組織運作後，S3便回答：「教學情境的知識除了教室中硬體設備的佈置之外，還要考慮各種教學內涵而決定要採用哪一些教學的安排和周圍環境資源的運用。(960904-晤-S3-035)」什麼是教學內涵？「教學內涵是指老師要教的內容。比如說，數學、科學、語文...(960904-晤-S3-037)」什麼是教學安排？「教學安排就是說老師要安排的教學或學習方式。比如說，蒙氏數學的教具使用，就是讓小朋友自己從操作的過程中學到數學的概念，屬於自行探究的精神。(960904-晤-S3-039)」

而什麼是周圍環境資源的運用？「就是教室周遭可以有什麼資源可以提供教學上的使用的。比如說，校園中的天然材料、學生家長可以提供的協助與物質的資源。（960904-晤-S3-041）」可見，S3對於數學情境知識在組織運作後已獲得成長。

那麼，是什麼原因讓S3有如此的進步？S3回答：「在開會的時候，老師曾提供有關『情境學習』的理論，裡面便提到教室中老師對環境和學習氣氛的安排，會影響學生學習的態度與意願。這讓我在設計教學活動的時候，有很多的啟發。（960918-晤-S3-057）」此外，「由於同學經驗的分享，我也學習她們到園所去做觀摩。從老師的身上，我才知道，其實有些家長很願意在人力或物質上支援老師進行教學，這也讓我上一課。（960918-晤-S3-059）」可見，組織運作中所分享的理論探究以及實務教師所提供的觀摩，有助於參與成員在數學情境知識的成長。

而其它的成員，「從開會中老師提供的資料，讓我對教室中怎樣安排適合學生學習環境的這個部分有很大的收穫。（960918-晤-S5-103）」也從組織運作中理論文本的閱讀與探究獲得數學情境知識的成長。

綜合來說，透過「數學教學學習型組織」運作前後的晤談發現：五位職前幼兒教師在組織運作前後，在數學教學知識都獲得了成長與進步。而從刺激-回憶的晤談，也找到促進他們在這歷程間教學知識成長的原因。

（二）參與成員數學教學專業知識的成長：研究歷程分析

接續，研究者將從「數學教學學習型組織」運作過程中的四個階段詮釋五位職前幼兒教師數學教學知識的成長。

1.理論覺知與建構

由於本研究期望透過「數學教學學習型組織」的運作，引領五位職前幼兒教師執行教學活動設計與實踐，以達成數學教學知識成長的目的。因此，在組織運作的第一階段，乃進行「幼兒數學概念內涵」、「數學教學與學習理論」、「課程設計理論」等理論探討為主軸的活動。此歷程共實施五次組織會議。

透過本階段理論的探討，參與成員對於數學課程知識的理解已從點狀的機械性記憶轉化為架構性的理解。「以前，我都只知道幼兒數學可以教數數、加法、圖形...等，這幾次會議後，我才知道原來幼兒數學的內容是有架構的。它包括了數與量、圖形與空間、邏輯推理、統計等部分，而這些部分底下，又有許多的項目（960313-札-S4-05）。.....知道這些內容後，對我以後的教學應該會有很大的幫助。（960313-札-S4-09）」以下，是S4在反思札記的繪圖（如圖6）：



圖6 S4所理解的幼兒數學內涵表徵

至於S3亦在課程設計理論的探究中獲得「動手做」與「探究」理念的認識。「以前，老師介紹蒙特梭利教學時，我只知道這是一種教學的模式。但是，經過老師的講解後，我才知道蒙氏教學的背後孕涵著讓學生從自我探索中獲得數學概念的個人建構，並且也告訴我們必須去安排一個能夠讓學生自己動手操作的學習環境。(960410-札-S3-02)」因著這份理解，S3在設計「樣式」的教學活動時，也運用了自製不同顏色、不同形狀的卡片、積木作為孩童探索的材料，落實她對教學設計理論的認識。

而S1也反應了她在數學教學與學習理論的成長。她說道：「自從我加入組織的會議後，我才知道，原來幼兒也可以實施合作學習。從幼兒遊戲的發展來看，他們在中大班的年齡，已進入聯合遊戲與團體遊戲的階段。因此，他們可以一起合作解決老師給的工作。透過合作學習的實施，可以讓小朋友增加對談的機會，讓他們彼此藉由對話的過程達到知識的成長。(960327-札-S3-11)」從S1的敘說中，研究者看到了她對合作學習精神與理念的理解。而在S1的教學影帶中，她提供孩童學習單共同完成作業以及讓孩童分享自己想法的作法也有效證明了她落實理論於教學的理解。

2.知識轉化與實作

第二階段，是五位職前幼兒教師植基於前五次會議對相關理論的理解，進行教學活動內容的設計。在此階段中，共實施二次會議討論。第一次討論，由參與的成員透過提問與研究者的回應釐清，決定教學活動的主要數學概念。第二次討論，則由參與的成員提出個人教學活動之教學目標以及初步的教學方式。

透過本階段相關知識的落實，五位參與者都能順利地完成教學活動主題概念、教學目標與教學方式雛形的設計。「在這兩次的會議中，讓我對幼兒數學有了更深的認識。以前，我只知道可以用一些生活實例去介紹正方形、長方形、圓形等圖形。我在會議中提出我的想法後，因為S1的建議，讓我知道可以用七巧板來讓小朋友認識一些基本圖形，還能讓他們藉由操作的方式拼出一些圖形，也達成讓小朋友動手做的理想。(960508-札-S5-09)」

而S3也肯定了本組織運作達成知識分享的功能：「從其他同學的報告，也讓我對其他的數學概念有了瞭解。(960508-札-S3-08) ...S1和S2他們雖然都是要設計十以內的合成與分解，但是由於

對象的不同，所以教學的內容有一些不同。S1是要教中班的小朋友，所以他用實物的操作來設計活動。而S2是要教大班的小朋友，所以就用撲克牌較抽象的圖卡來進行活動。(960508-札-S3-12)」由此，研究者看到本研究所設計的「數學教學學習型組織」在協助參與組織成員知識建構的功能發揮其知識管理、知識共享的成效。

此外，研究者也在兩次的會議中提供接續即將進行的教學活動設計可參考的面向：(1) 概念呈現的順序；(2) 教學中學習成效的評估；(3) 教學資源的取得與運用。這些面向的提供，也讓參與成員獲得成長。「在今天的會議中，老師介紹了教學資源的應用。讓我知道，原來老師須要的教具、教學材料可以從家長或社區取得。這完全讓我更新了想法。(960424-札-S2-01)」S1也有類似的反應：「從這次的討論，我學到以後在設計教學活動時，有幾點須要注意：(1) 概念介紹的順序；(2) 學生學會了什麼；(3) 有那些資源可以利用(960508-札-S1-03)」可見，藉由本階段教學活動設計實務面向的討論，我們看到參與成員擴展了教學設計考量的新視野。

3. 意象表徵與詮釋

第三階段，是五位參與成員提出自己的教學活動設計內涵。在此階段中，共進行四次會議討論。「透過同儕的溝通、批判以及後續的反思，參與成員多能看見自己在教學活動設計的瑕疵，進而修訂他們的設計(960703-10)」。S1提到：「今天我提出了我的教學活動設計。同學給了我許多的意見。我選擇中班的小朋友當作我的教學對象，本來想說小班比較好設計，但是從同學的建議，我才把一些原本純粹以數字作為合成與分解活動的內容刪掉。她們的意見讓我的設計更符合小朋友的發展。(960522-札-S1-01)」同樣的，S2也說：「...我所設計的教學活動是十以內的合成與分解，教的對象是大班的小朋友。一開始設計的時候，我就想到運用撲克牌來讓小朋友玩，使他們從遊戲中獲得概念。今天的討論，由於老師的提醒，讓我知道原來十以內的合成與分解最後小朋友應該要說出所有的組成數。(960522-札-S2-05)」由此可見，組織會議具有精煉參與成員想法的功能。

從S3的反思札記中，也看到組織會議發揮了知識分享、知識移轉的成效：「...雖然我只設計了一個教學活動，但是，大家都能個別地設計出一份教學活動，彼此分享這些成果。對於我來說，我就等於擁有了五個教學活動設計。參加這個組織，我真的收穫很多。(960605-札-S3-07)」而S5也有類似的看法：「以前，當我看到別人有一些教案設計得很好的時候，我都很想跟他要回去參考。但是，想一想，這是別人的東西，不太好吧！參加這個組織，我可以直接拿到別人教案的電子檔，不僅可以相互分享，也不用不好意思跟別人要資料，真是大收穫啊！(960703-札-S5-04)」透過組織運作中，參與的成員逐漸改變過去「知識獨享」的觀念，進而願意「知識分享」，從知識建構的觀點來看，已朝向社會建構的理想邁進。

4. 成果施行與回饋

在本階段中，由五位參與成員將她們在現場教學的影帶帶回組織會議中進行觀摩、心得分享、同儕評析等活動。以下，將從「教學實踐」、「學生學習」、「同儕評論」等三個面向分析參與成員的成長：

(1) 「教學實踐」促發的成長

由於參與的五位職前幼兒教師教學經驗的缺乏，因此，透過教學活動實踐的過程，讓她們體悟「身歷其境」的感受，進而對於孩童的數學學習有了更深的理解。S1說：「這一次的教學，我才發現『台上三分鐘，台下十年功』的道理。原先，我預計用10分鐘完成的活動，卻花了將近20分鐘才做完。教室中小朋友秩序的掌控，真的很困難！（960717-札-S1-01）」S3也提到：「在這次教學中，我才知道小朋友在樣式的各種類型問題中有不同的表現。以他們的表現來說，重覆形式>自行創造>填補滋長形式，在我還沒有教學前，我真的不知道有這些情形。（960731-札-S3-04），...當我讓小朋友用雪花片自己創造具規律性的樣式活動時，他們都能排出不一樣的作品。我真的太驚喜了！（960731-札-S3-09）」由兩位成員對教學現場的反思發現：她們在教學的過程中覺察到教學的現場除了知識的教學外還包括課室中常規的掌握。此外，她們也從現場的觀察感受到學生在數學概念學習的表現。

（2）「學生學習」促發的成長

其次，學生在教學活動進行中的學習情形對五位參與者來說，也是促進她們數學教學知識成長的來源。S4說：「我上的班級是中班的小朋友。在這堂課中，我很訝異的是：當我把正方形轉個方向時，他們就沒有辦法正確判斷它是否為正方形。（960814-札-S4-06）以前，我都不太相信所謂的保留概念，現在，我真的相信了。（960814-札-S4-07）」而S5也獲得類似的經驗：「這一堂課，我是用七巧板讓學生去拼出我設定的圖形。在一開始的時候，我先介紹小朋友七巧板的基本圖形，結果，我發現他們竟然把平行四邊形說成菱形！（960828-札-S5-03）...而當我介紹正方形的時候，我告訴他們這也是菱形，他們都露出一臉狐疑的表情，然後告訴我說：『那是正方形』！可見，他們對圖形的關係並沒有完全理解（960828-札-S5-06）」可見，透過第一線現場教學學生反應的經驗，也增進了參與者對學習者數學學習知識的認識。

（3）「同儕評論」促發的成長

然而，促成參與成員數學教學知識進展的另外一個重要來源，是組織會議中同儕的評論。透過同儕對自身教學影帶評論的過程，讓參與成員增長了一些過去自己沒有看到的數學教學知識，因而擴展了自身數學教學知識的視野。誠如S2所說：「在教學的時候，我一直關心小朋友是不是能解出我給他們的問題。而S4他卻在看影帶的時候，提到他觀察到小朋友在解『多少加多少等於8』的問題時，使用了『固定一數，試另外一數』以及『同時試兩數』的方法，讓我再重新觀看影帶時，有了新的發現。（960717-札-S2-05）」可見，透過影帶觀察與同儕討論的情境，讓S2增加了對學習者數學學習廣度。而S4也提到：「在觀看影帶的時候，老師提到說我可以先去將各種圖形彼此間性質的聯集與交集關係畫出來，然後用這個關係圖去看小朋友在學習各種圖形的表現，就可以看到小朋友在圖形交集的地方會較模糊。...這種想法，是我以前沒想過的。（960814-札-S4-12）」讓S4增長了對數學課程知識的深度。

上述關於參與成員在教學活動實踐的歷程中，從「教學實踐」、「學生學習」以及「同儕評論」的觀點所描繪他們對數學教學知識的成長，都顯示出參與的職前幼兒教師點點滴滴的成長，也說明了「數學教學學習型組織」運作的成效。

二、「數學教學學習型組織」運作的困境與需求

綜上所述，我們看到了參與成員在組織運作的歷程中，她們關於數學教學知識內涵的正向轉變。接續，研究者再從會議記錄與反思札記，釐清這些職前幼兒教師她們在「數學教學學習型組織」運作過程中所遭遇的問題以及她們如何克服之策略。經研究者的歸納與整理，將從「心理層面」、「認知層面」與「環境層面」等面向說明：

(一)「心理層面」的困境與突破：正向支持與案例支援

在組織運作的過程中，參與的學員出現「害怕發言」、「害怕書寫」、「害怕教學」等困境。S1提到：「由於今天是第一次開會，大家都不太敢發言。可能是因為以前沒有這種近距離面對面的機會，所以大家都很陌生吧！（960213-札-S1-09）」而會議記錄也顯示：「大家的發言不是很踴躍，應鼓勵她們一下。（960213-11）」可見，要讓參與成員在組織運作中改變過去「沉默」的習慣是一件不容易達成的工作。而S3也說：「老師！我好害怕寫東西喔！以前，我很少把自己真正的心得寫下來，所以，一時之間很難習慣這樣的作法，我已經很努力了！（960227-札-S3-10）」由此，我們也看到參與成員恐懼突破過去「不善書寫」的能力限制。至於害怕教學，也從S1的心得「雖然已經設計出教學活動了，但是要真正的在教室中教學，我覺得還是有點恐怖。（960619-札-S1-07）」不難發現。

面對上述的困境，「我希望老師能引導一些想法與建議。這樣，才可以刺激我去思考，提出自己的想法。（960227-札-S3-11）」而S1也說：「我希望老師能提供一些別人教學的影帶給我們觀看或參考，這樣，我們可以學習他們的教學方式，使自己的教學能更好。（960619-札-S1-10）」因此，回應上述困境，成員們所需的協助是組織中指導者的正向支持以及提供實際案例的支援。

(二)「認知層面」的困境與突破：文獻閱覽與思維激盪

另一方面，S3的敘說「我覺得我對十以內合成與分解的相關理論認識還是不多，所以當我在設計教學活動時，還不太能掌握學生學習的錯誤（960424-札-S3-05）」反應出「知識不足」的困境。而S4也提出「對我來說，我覺得在設計教學活動時最難的地方，是如何設計一個讓學生覺得有趣而願意參與的活動。我覺得要想出有創意的活動蠻難的。（960424-札-S4-04）」「創造力缺乏」的困境。

面對上述的困境，參與成員也提出「我希望老師能提供更多的文章讓我們參考，這樣才能增加我對教學活動設計的想法。（960424-札-S3-09）」以及「我希望同學能提供一些他們的想法，有時他們想到的想法，是我沒想過的。（960424-札-S4-07）」的需求。因此，回應上述困境，成員們所需的協助是組織提供大量的文獻閱覽以及同儕彼此思考的相互激盪。

(三)「環境層面」的困境與突破：人力協助與早期規劃

此外，參與成員亦指出「我覺得在我設計教學活動過程中，還有一項困難。那就是教具製作的問題。像我必須為每一位小朋友製作一套七巧板，這花了我好幾天的時間。（960828-札-S5-10）」的「人力不足」之困境。而S3也有相同「我花了好多時間才把教具製作完成，以後如果要再設計教案時，我想我會先考慮不要設計需要許多教具的活動。（960731-札-S3-12）」的困境。再者，「因

為我們是借用學校附設托兒所的班級進行教學，因此，老師必須額外抽出時間給我們上課。這樣，好像會影響到原來老師的課程。(960731-札-S3-13)」「時間問題」的困境，也是參與成員所面臨而一時困惑的問題。

面對上述的困境，S5提出「如果以後還有機會參加這種組織，希望老師能考慮以二人或三人為一組(960828-札-S5-12)」「小組合作方式進行」的策略。如此，便有人力可以相互協助，解決人力不足的困境。而對於「時間問題」的困境，S3認為「如果我們可以在學期一開始先和任課的老師事先規劃，那老師就不會有時間的壓力，我們也才有足夠的時間進行教學。(960731-札-S3-16)」的「早期規劃」應可化解困境。

總的來說，在本研究「數學教學學習型組織」運作的過程中，參與的成員反映了對自身能力懷疑的「心理層面」問題；覺察自身知識與創造力不足的「認知層面」問題以及第一線教學現場中產生關於時間、人力不夠的「環境層面」問題。因此，研究者反省到：未來再次進行組織學習時，可於組織運作前與預定教學的園所老師規劃時程；考慮以小組合作開發教學活動的方式取替個別設計的模式；在「理論覺知與建構」階段提供參與成員正向的肯定態度、豐富的實際案例參考以及足夠的文獻閱覽；並在「知識轉化與實作」與「意象表徵與詮釋」階段鼓勵參與成員發言，以達思維激盪的效果。

三、「數學教學學習型組織」運作的可行性模式建構

綜合本研究的研究設計與歷程分析，研究者植基於學習型組織的理論，為職前幼兒教師擘畫一個以數學教學活動設計為主要內涵的「數學教學學習型組織」，透過「理論覺知與建構」→「知識轉化與實作」→「意象表徵與詮釋」→「成果施行與回饋」等四個階段的會議討論，尋找到促進參與成員數學教學知識成長的因素。因此，研究者為此建構一個「數學教學學習型組織(Learning Organization of Mathematics Teaching)」的運作模式(如圖7)，以提供未來後續研究之參考

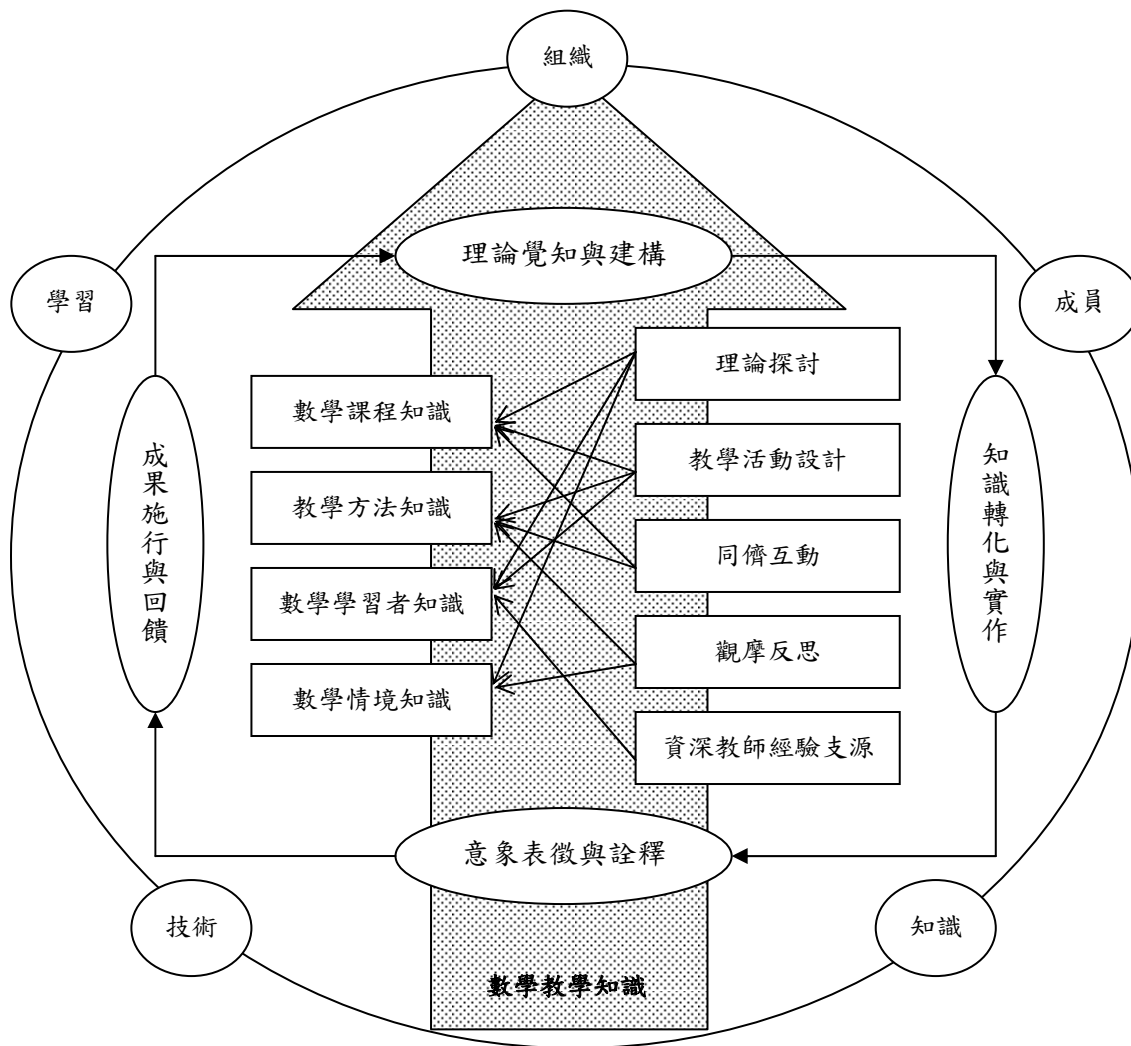


圖7 「數學教學學習型組織」運作模式

伍、討論與啟示

過去，有許多研究指出：欲促成教師邁向理念建構與教室實務改變須「有足夠時間」、「足夠資源」與「專業支持」(Glasson & Lalik, 1993; Tobin, 1999)。在本研究，研究者依前述學者所提規畫了「數學教學學習型組織」的設計：採用足夠的時間—六個月；足夠的資源—研究者與一位科學教育領域博士提供理論文獻與諮詢；與持續專業支持—會議討論、教學活動設計實務以及教學影帶分享與評論，促使職前幼兒教師在理論建構與實作中，增進數學教學知識的發展。

研究結果顯示：參與組織運作的五位職前幼兒教師無論在前後測的晤談結果或是研究過程的分析，均顯示出數學教學知識獲得成長。而促進她們成長的動力來源，包括「理論探討」、「教學活動設計」、「同儕互動」、「觀摩反思」與「資深教師經驗支援」。這種以「合作」為基礎，透過討論對話、反思與教學觀摩的專業發展情境，符應 Jaworski (2004)所述：共同合作的專業發展情境有

助於改善教學實務與學生學習。

以下，將首先將統觀五位職前幼兒老師數學教學知識發展的脈絡及其影響因素，並與相關研究作比較討論；其次，在論述本研究結果對後續師資培育的意涵：

一、討論

（一）「學習型組織」為基的合作取向團體有助於觀點與知識的精緻化

本研究結果顯示：透過同儕的互動，提供了五位職前幼兒教師交換觀點的機會，因而精煉了自身對數學教學的知識與觀念。Barnes & Todd (1977)曾提到合作式對話的價值：透過對實務問題引發出學習個體的見解，團體成員能讓其他參與成員分享其對事件的理解。而誠如 Barnes & Todd 所述，合作能化解同儕間衝突的問題，創造溝通互動的機會。當一個學習的個體企圖理解其他人的想法時，他必須擴展個人概念架構，嘗試著去建構一個大家認同的範疇 (Barnes & Todd, 1977)。而這也就是本研究十五次組織會議所扮演的角色與功能：透過不斷協商、討論，讓參與的成員建構一個組織中大家公認的合宜數學教學知識。因此，本研究的結果支持了同儕互動有助於數學教學專業知識養成的想法，並且證實了同儕貢獻、回饋與觀察對學習者自身以及同儕探究實務反思的價值。

（二）組織中數學教學知識係在理論、實作、互動、反思與經驗支援作用中擴展

綜觀參與成員在數學教學知識內涵的發展歷程，她們的數學教學知識乃是對其內涵間的相互理解而構築發展的軸線。例如：從一開始對理論的探究，她們才開始對幼兒數學課程產生「內涵」與「兒童數概念發展」的知識，進而具備「課程設計」的能力。接續，她們也在教學實踐的過程中增進對孩童數學學習特性的理解，更在同儕觀察、互動的過程中強化了反思能力。此結果與 Courtney, Booth, Emerson, & Kuzmich (1987)的研究發現：當教師對學生的學習有更深的認識後，將逐漸調整自身的教學方式，以符合學生的需求是一致的。亦符應了Shulman (1987)所提的「教學推理模式」(理解→轉換→教學→評量→反思→新理解)的過程。而這些成長，都是在理論探討 (Halim & Meerah, 2002)、教學活動設計與實踐 (Jenkins & Veal, 2002)、同儕互動 (Appleton & Kindt, 1999)、自我反思與資深教師經驗支持等因素的作用下產生。此結果與所提：教學知識會受到專業課程與專門學科課程影響的論點相呼應。

二、啓示

（一）「數學教學學習型組織」的成立有助於職前幼兒教師教學知識的養成

本研究發現：參與本研究的五位職前幼兒教師的數學教學知識之所以能持續成長與精煉，其重要的原因，乃在研究者的諮詢與理論支援、同儕夥伴的討論以及教師自我的反思。這和過去傳統的師資培育課程只重視第一個環節的「理論探討」是不同的。因此，本研究建議師資培育者可組成類似本研究之學習團隊，以促進職前幼兒教師的數學教學知識。

（二）「數學教學學習型組織」運作中應先進行「數學知識」與「學習者知識」的理解

本研究發現：五位職前幼兒教師能順利產出教學活動的設計並進行教學，其主要的原因是對「數學知識」與「學習者知識」有深入地理解。而後，再陸續擴充其他知識（如：一般教學法知識）。由此可見「數學知識」與「學習者知識」的重要性。因此，建議師資培育者在安排課程時應先進行「數學知識」與「學習者知識」的介紹。

（三）理論與教學實際的辯證有助於數學教學知識的精煉

本研究中發現：五位職前幼兒教師的數學教學知識發展，乃源於組織運作中理論的探究，復經課程實際設計的體驗，再經實際教學的體會與自我、同儕反思而逐漸形成。此結果顯示數學教學知識的發展，可以植基於理論的基礎在實際的教學情境中累積經驗，以統整、演化。因此，建議師資培育者在進行數學教學知識養成時，可促進理論與教學實際經驗的辯證，以助益數學教學知識的精煉。

參考文獻

- 吳清山、林天祐（1997）。教育名詞－學習型組織。教育資料與研究，18，61。
- 林碧珍（1999）。一個以學童數學認知為基礎的小學教師數學專業發展模式。論文發表於八十八學年度師範學院教育學術論文發表會。台北。
- 林碧珍（2000）。在職教師數學專業發展方案的協同行動研究。新竹師院學報，13，115-147。
- 林碧珍（2003）。發展種子教師與教師之學生數學認知知識之研究。國科會九十二年度數學教育專題研究計畫成果報告。計畫編號：NSC 92-2521-S-134-001。
- 洪福財（2000）。幼教教師專業成長—教學反省策略及其應用。臺北市：五南。
- 洪茂森（2003）。領導行為、學習型組織、知識管理、企業文化對組織績效之實證研究，國立成功大學企業管理研究所碩士論文。
- 高中膺（2004）。學習型學校教師個人教師專業、知識管理與工作績效之研究—以高雄市某私立中學為例，義守大學管理研究所碩士論文。
- 高敬文（1999）。質化研究方法論。台北：師大書苑。
- 陳彥廷（2007）。生活中的幼兒數學（PARTII）：超市篇。幼教資訊，195，17-24。
- 陳國泰（2006）。國小自然與生活科技資深專家教師學科教學知識的發展之個案研究。屏東教育大學學報，25，117-156。
- 陳麗華（1995）。反省性教學的概念架構與實施方法—以國小社會科為例。發表於師資培育的理論與實務學術研討會系列，國立台灣師範大學教育研究中心主辦。
- 張召雅（2004）。化教學行動為行動研究的歷程探究。明新學報，30，227-245。
- 湯維玲（1995）。批判反省取向的師資培育。發表於師資培育的理論與實務學術研討會系列，國立台灣師範大學教育研究中心主辦。
- 饒見維（1998）。九年一貫課程研討會論文集（下）邁向課程新紀元：九年一貫課程與教師專業發展之配套實施策略。台北：中華民國教材研究發展學會編印。
- 嚴祥鸞（1996）。參與觀察法。載於胡幼慧（主編），質性研究：理論、方法及本土女性研究實例（頁199）。台北：巨流圖書公司。
- Barnes, D., & Todd, F. (1977). **Communication and learning in small groups**. London: Routledge & Kegan Paul.
- Capenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L. & Carey, D. A. (1988). Teacher's pedagogical content knowledge of students' problem solving in elementary arithmetic. **Journal for Research in Mathematics Education**, 19(5), 385-401.
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowledge: An integrative model for teacher preparation. **Journal of Teacher Education**, 44(4), 263-272.
- Courtney, R., Booth, D., Emerson, J., & Kuzmich, N. (1987). **No one way of being: A study of the**

- practical knowledge of elementary art teachers.** (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 305 296)
- Fennema, E., & Franke, M. U. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In Grouws, D. A. (Ed.), **Handbook of research on mathematics teaching and learning** (pp. 147-164). N Y: MacMillan.
- Glasson, G. E., & Lalik, R. V. (1993). Reinterpreting the learning cycle from a social constructivist perspective: A qualitative study of teachers' beliefs and practices. **Journal of Research in Science Teaching, 30**, 187-207.
- Grossman, P. L., & Richert, A. E. (1988). Unacknowledged knowledge growth: A reexamination of the effects of teacher education. **Teacher & Teacher Education, 4**(1), 53-62.
- Halim, L., & Meerah, S. M. (2002). Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and its Influence on Physics Teaching. **Research in Science & Technological Education, 20**(2), 215-225.
- Jaworski, B. (2004). Grappling with complexity: co-learning in inquiry communities in mathematics teaching development. **Proceedings of the 28th conference of the international group for the psychology of mathematics education, I**, 17-36.
- Jenkins, J. M., & Veal, M. L. (2002). Preservice Teachers' PCK Development during Peer Coaching. **Journal of Teaching in Physical Education, 22**(1), 49-68.
- Klein, R. & Tirosh, D. (1997). Teachers' pedagogical content knowledge of multiplication and division of rational numbers. In E. Pehkonen (Ed.). **Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 3**, 144-151.
- Marquardt, M. J. (1996). **Building The Learning Organization: A System Approach to Quantum Improvement and Global Success**, London: McGraw- Hill.
- Matsumura, L. C., & Steinberg, J. R. (2002). Collaborative, School-Based Professional Development Settings for Teachers: Implementation and Links to Improving the Quality of Classroom Practice and Student Learning. **CSE Technical Report 568**. The Regents of the University of California.
- Patton, M. Q. (1990). **Qualitative evaluation and research methods**. Sage Publications, Inc.
- Senge, P. M. (1990). **The fifth discipline: The art and practice of the learning organization**. Boston: Doubleday.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. **American Education Research Journal, 15**(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). **Knowledge and teaching: Foundations of new reform**. Harvard Educational Review, 57, 1-22.
- Thompson, A. G. & Thompson, P.W. (1996). Talking about rates conceptually part II: Mathematics knowledge for teaching. **Journal for Research in Mathematics Education, 27**(1), 2-24.

Tobin, K. (1999). The Value to Science Education of Teachers Researching Their Own Praxis. **Research in Science Education**, **29**(2), 159-169.

To Inquiry Preschool Teachers' Professional Development in Mathematics Teaching Practice Knowledge

Yen-Ting Chen

National Institute of Translation and Compilation

Abstract

The purpose of this study was to inquiry five preschool teachers' mathematics teaching practice knowledge development in Taiwan. Through a community called "Learning Organization of Mathematics Teaching" (LOMT), the researchers provided the five preschool teachers with opportunities to know the theories of teaching activity design and design mathematics activities actuality and share with others. Various data were obtained through observations, interviews and the collection of relevant documents. From analyses of these data, it was found that preschool teachers' changes took place in terms of their views about mathematics teaching, their understandings of mathematics conceptions and of students' learning of mathematics, and the operation of classrooms. Finally, from reflection on the process of investigating participating preschool teachers' teaching practice knowledge development in mathematics, the researcher developed a gateway about the operation of LOMT model.

