科學教育學刊
2011, 第十九卷第四期, 283-308

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(4), 283-308

緣「案例研討」之路徑學習教數學——以職前教師為例

姚如芬

國立嘉義大學　數理教育研究所

(投稿日期：民國99年6月28日，修訂日期：民國100年8月11日，接受日期：民國100年8月16日)

摘要：本研究主要目的在探究小學職前教師數學教學專業發展。研究者以「案例觀察與紀錄」以及「案例分享與討論」作為案例研討路徑，帶領六位職前教師至小學數學課輔現場，以學童的數學學習情況做為「案例」，進行二十二次的案例研討，為期六個月。經由觀察、問卷、與相關文件分析，研究發現：職前教師在案例研討路徑上的數學教學專業發展依序可歸納為焦點模糊、聚焦提問、與嘗試求解三個階段；且其在「關於數學教學的想法與做法」以及「對學習者的理解」兩方面有較為明顯的轉變，至於「數學知識」與「數學課程知識」的進展則較為有限；而此案例研討路徑對職前教師專業成長的牽引主要來自教學現場觀摩、與學童面對面接觸、成員的問題交流、研究團隊的支援與在職教師的經驗分享等面向。

關鍵詞：案例研討、教師專業發展、數學教學、職前教師

壹、研究緣起與目的

「案例教學」係指以案例研討的方式進行教學，亦即透過案例做為師生互動核心的教學方法，在許多領域人員的培訓上已行之有年且成果卓著(張民杰，2001)。具體而言，「案例教學」是藉由案例作為教學材料，結合教學主題，透過討論、問答等師生互動的教學過程，讓學習者了解與教學主題相關的概念或理論，並培養學習者高層次能力的一種教學方法。

Mostert (2007)整合多位學者對於「案例教學」所提出的優點指出：「案例教學」能(1)促進高層次的批判思考；(2)在做專業決定上提供一個替代的學習與練習；(3)透過討論、模仿與省思來增加實務知識；(4)較其他教學法容易引發學習者評論與注意；(5)鼓勵學習者在過程中反思與做決定。事實上，已有許多學者將案例教學應用於師資培育中(林碧珍、蔡文煥，2001；姚如芬，2005，2008；Barnett, 1991; Floyd & Bodur, 2005; Hammerness, Darling-Hammond, & Shulman, 2002)，研究結果亦皆顯示：教學案例的研討對於教師專業知能的發展確實具有正面的幫助。

由於過去的職前師資培育較大的侷限

03-姚如芬.indd 283　2011/9/22 下午 10:20:11

性乃在於「真實情境的欠缺」、以及「理論與實務的脫鉤」，而「案例教學」正是能有效地將情境融入理論中(Colbert, Trimble, & Desberg, 1996)，且應用「案例教學」於職前師資培育的相關研究亦證實(高熏芳、蔡宜君，1999；Florio-Ruane & Clark, 1990)：「案例教學」能提供職前教師一個整合理論與實務的機會，提早瞭解教學現場的環境生態，使其可以試著做出決定來解決當前所遭遇的問題，讓職前教師有如專家教師一般的思考，並儲備未來任教可能面對的問題解決能力。例如，Floyd與Bodur (2005)在其師資培育課程中，以職前教師至課室現場觀察所收集之案例為藍本，進行分享與討論，結果發現：案例的撰寫有助於職前教師開闊課室觀察的面向、案例的閱讀與撰寫能連結理論與實務、案例的分享能豐富職前教師的職場相關訊息、案例的撰寫與分析能有效建構職前教師的臨床經驗。

因此，考量「案例教學」的優勢以及研究者所能掌握的資源，於是研究者嘗試透過一個「數學教學工作坊」的經營，帶領六位職前教師至小學數學科補救教學現場，進行為期六個月的觀察與紀錄；同時，以參加數學科補救教學的那群二年級學童當時的數學學習情況作為實際「案例」(包括：研究團隊如何為這群學童佈置數學科補救教學情境、而學童在如此的補救教學情境下如何學習、如何解題、如何思考、如何建構或發展概念、產生了哪些迷思概念、甚至在學習當時的情意反應等等，都涵蓋在本研究所指稱的「案例」中)，然後將「案例觀察與紀錄」以及「案例分享與討論」融入研究設計中，作為探究與促進參與成員數學教學專業成長的路徑。具體而言，本研究的主要目的為探究這六位職前教師在這些實際的案例觀察、紀錄、分享與討論的情境下，其數學教學專業的發展，並企圖理解案例教學應用於師資培育的可能限制，以尋求職前數學師資培育的可行路徑。本研究的待答問題有三：

一、在以「案例研討」為路徑的數學師資培育方式中，職前教師的數學教學專業發展為何？

二、藉由「案例研討」路徑中職前教師數學教學專業發展的分析，省思此培育方式的可能限制為何？

三、在以「案例研討」為路徑的數學師資培育方式中，牽引職前教師數學教學專業發展的重要內涵為何？

貳、文獻探討

由於有限的實際教學現場經驗以及不易將學生的想法融入教學實務中，皆是職前教師培育的重要挑戰(Masingila & Doerr, 2002)，而「案例教學」的功能則是包括有：能透過討論、模仿與省思來增加實務知識、能促進高層次的批判思考、鼓勵學習者在過程中反思與做決定(Mostert, 2007)，且因為「案例教學」可運用的範圍很廣，包括探究教師的決策過程、檢驗教師教學實務與學生學習二者間的關聯、研究師與生或生與生間的互動(McGraw, Lynch, Koc, Budak, & Brown, 2007)，因此，不論國內或是國外，早有許多學者紛紛將「案例教學」應用於師資培育中(Barnett, 1991; Floyd & Bodur, 2005; Hammerness et al., 2002; McGraw et al.)；其中，更不乏將之運用於「數學」師資培育的實例(林碧珍，2000；姚如芬，2005，2008；Doerr & Thompson, 2004; Masingila & Doerr; McGraw et al.; Walen & Williams, 2000)。

接下來，研究者一方面要藉由「案例教學」應用於師資培育的文獻探討來具體闡明本研究以案例研討為路徑之合理性及適當性，一方面則要綜合文獻中以案例運用於數

學師資培育的實質效益層面之解析、以及「數學教學專業內涵」的相關文獻分析，來引出本研究描述職前教師數學教學專業成長面向的參考架構。

一、從「案例教學」應用於師資培育的研究發現來論述「案例研討」路徑之合理性與適當性

Florio-Ruane與Clark (1990)曾透過案例的探討準備並分析整個教學事件的問題，使得職前教師能夠增強透視教育表象以深層探索複雜意義的能力，因此豐富了職前教師情境問題解決的知能。

而Mostert與Sudzina (1996)經由研究亦是認為「案例教學」對於師資培育課程而言，是一種非常有用的教學方式，因為：(1)教師身處的學校環境是非線性、複合的情況，而非理論研究的線性因果關係；而以案例為基礎的教學，可強化教師依案例情境做決策的練習；(2)在現實環境中，教師是在不可預測的情境下做出複雜的決策；而藉由案例則是可以較為生動地傳達複雜的師生互動，藉此可培養教師的洞察力及做決策的重要觀念；(3)藉由特殊的、真實的案例情境，有助於強化教師的專業決策或行動力、以及不同案例的差異性分析能力。

高熏芳與蔡宜君(1999)則是歸納學者對於「案例教學」在師資培育領域之功能後，明確提出六點論述來說明「案例教學」對於職前師資培育之助益，包括：(1)將理論知識與實務知識統整：在師資培育上，使用案例的目的也是強調它的知性效果，提倡者認為案例內容因蘊涵專業理論知識以及這種專業知識在教學情境中的運用情形，可以讓職前教師進行理論與實務的辯證；(2)「案例教學」可以協助職前教師獲得專家與有經驗教師所具有的情境知識：專家與有經驗教師具有相當豐富的情境知識，知道如何利用通則和經驗來適當反應教室內特殊的場面與情況。職前教師透過和以專家教學為題材之案例的互動及與教授及同儕的討論，可以逐漸像專家教師一樣地思考教學問題；(3)「案例教學」培養職前教師問題分析、解決的能力：案例能使教師辨識和瞭解新的班級事件，並決定出明確與教育性的行為，案例可以說是專業人員認識實境與行為的一種方式；(4)案例能協助建構個人的教學理論並加強實務經驗：透過「案例教學」可促發職前教師更深一層的實務觀點，並建構自己個人的教學理論或知識，特別是對班級工作的瞭解情形；(5)「案例教學」能揭示教學情境的複雜性；以及(6)增進教師從替代性的經驗中學習的能力：案例所提供的是替代性的教學經驗，它讓職前教師從專業角度去思考問題，加強他們從別人的經驗中學習的能力。

事實上，不論國內外，舉凡應用案例於師資培育的相關研究者皆建議：觀看、閱讀、討論或撰寫案例有助於促進在職教師提出問題、分析情境、且能以更多元的方式來理解學生的學習，進而提升在職教師的學科知識與學科教學知識；此外，亦能協助職前教師去釐清與思考未來教學實務中相關的關鍵議題、引導職前教師從更多元的觀點思考(Barnett, 1991; Darling-Hammond & Snyder, 2000; McGraw et al., 2007)。

例如，Floyd與Bodur (2005)將案例研討以及案例撰寫安排在兩個學期的師資培育課程中，第一個學期的課程，主要是安排職前教師進入課室現場扮演旁觀者的角色，希望藉此協助其認識學校文化、以及不同的教學與學習等面向；第二學期的課程則是將討論聚焦在課室現場的教師及其教學活動上。研究結果發現：(1)持續不斷的撰寫案例能幫助職前教師在課室觀察中看到更多不同的面

向；(2)閱讀案例與案例撰寫為理論與實務搭起一座橋樑；(3)案例的分享使其他職前教師有機會聽到不同的職場事件；(4)透過案例研究之分析與案例撰寫，對於建構職前教師之臨床經驗是有效的。

而基於「案例教學」應用於師資培育的諸多效益，許多學者於是將案例教學法應用在「數學」師資培育上，國內外皆然，包括姚如芬(2005，2008)、林碧珍與蔡文煥(2001)、Doerr與Thompson (2004)、Masingila與Doerr (2002)、McGraw等(2007)、以及Walen與Williams (2000)等。

其中，Walen與Williams (2000)是以美國115位參與一個課程革新計劃且擔任9-12年級數學教學的在職教師為對象，探討案例教學在教師專業發展情境中的應用。結果發現，以教學現場所遭遇的實際問題情境編寫而成的案例，對於協助教師察覺自己對課室的關注並開始去處理這些關注，扮演了令人驚奇的有利角色。

林碧珍與蔡文煥(2001)則是以數學成長團體的模式，於團體聚會中以數學教學案例之分析與討論作為專業成長之媒介，而研究結果發現：數學教學案例的研討對於參加成長團體之教師而言，增加了在每個教學階段中與學生產生對話的機會，換句話說，參與成長團體之教師其與學生溝通的行為產生了變化；而數學教學案例也影響了教師本身的教學方法、教師對學生學習與教室管理的看法。顯示數學教學案例對於教師之教學專業知能皆有所影響，而該研究之個案教師亦提到「藉由數學教學案例的討論，提供了真實的教學情境與自己實際遇到的教學情境雷同，而使自己在教學上更有了自信」。由此可發現，數學教學案例對於教師專業知能不僅有所影響，其影響對於教師教學更有正面的幫助。

除此之外，Lin (2005)亦利用其數學科教材教法課讓43位職前教師觀看並討論以研究為基底的案例影帶，然後探討這些案例影帶對於職前教師將他們關於數學教學的理解概念化的果效究係如何？研究結果顯示：職前教師對於案例影帶的回應關注在數學教學知識方面比數學知識或學生的學習還多；而經由討論，職前教師會重新聚焦並加深他們對於學生學習的覺知與提問技巧的深化；同時，這些案例影帶能夠改進職前教師對於教學表徵的建構、以及以多元化的觀點來確認問題情境的能力。研究者推論主要的原因有三：案例影帶內容能補充職前教師個人經驗的不足、觀看與討論案例影帶能豐富職前教師的教學視野、再搭配日誌的撰寫更能加強深化職前教師的反思。

而Masingila與Doerr (2002)則是探究以教學實務為主體的案例研究如何支持職前教師理解課室的複雜情境、並發展有關「應用學生想法來實施教學」的策略與理論。結果發現這些職前教師能使用他們對於一般教學實務的觀點去聚焦在教學中所發生的兩難或緊張的情況，特別是，當嘗試使用學生想法或遵循數學教學目標時所遭遇到的困難；而且這些職前教師還能根據他們對於案例中教師教學實務的分析來架構與組織他們自己在教學實務中所遭遇的許多議題。

至於姚如芬(2005)則是將「『數學教／學研討案例』的編寫與討論」融入「數學教學設計研究」之課程中，結果發現修課者認為「能深入探討教學與學習的盲點，有助修正教學方式」、「藉著研討案例的分享，可以檢視自己在教學時是否也犯了同樣的錯，也能提醒自己，小心別讓自己也陷入錯誤佈題或不當引導的泥沼中」、「嘗試自己解自己佈下的局是新鮮的嘗試，嘗試從學生的心態來看教學也是一種挑戰」、「除了模擬學

生可能遭遇的困境和產生的迷思，也探討解決補救之道，促進與實際課室的連接，有其價值存在」等。由修課者的回饋中恰好可以呼應前述Mostert (2007)所提及「案例教學」具有「促進反省的練習以及謹慎的行動」之功能。

此外，姚如芬(2008)亦以在職教師為對象，成立數學教學成長團體，透過「數學教／學案例」的研討與分析，以促進其數學教學專業的成長。而研究過程中，透過成員間分享「『面積』教／學案例」之教學經驗、討論課程綱要中有關面積之學習內容與其架構、引導成員撰寫案例並加以討論與修正等活動，其研究結果發現：成員在這個以案例撰寫與研討為基底的學習情境下，其本身對於面積教學有更系統性的思考、有不同以往的教學策略、對於面積保留概念也有深層的認知、對於學生的學習有自發性的追蹤與探究，此外，透過成員間的分享與討論累積了個人的教學資源。由此可見，提供教師一個「以案例撰寫與研討為基底的學習情境」應是可行的數學師資培育路徑。

另外，Doerr與Thompson (2004)雖然探討的是四位師資培育者對於他們的中學職前教師的認識，不過此四位師資培育者亦是透過以教學實務為主體的個案探究做為引導職前教師理解數學教學的路徑。研究發現，師資培育者藉由使用個案研究引出了職前教師關於小組工作中教師角色的複雜性、教學省思的價值、規劃與準備的角色、在了解與欣賞學生想法的能力限制、以及擴充教學的能力限制等方面的認知；且不論是師資培育者或是職前教師亦皆對於教師的數學教學知識所扮演的角色獲得了一些想法。這些發現顯示出以教學實務為主體的個案探究；不論是對於展現師資培育者的知識與實務，或是支持職前教師的專業發展，都是很好的媒介。

綜合上述相關文獻的探討，研究者發現：在現實複雜的教學情境當中，「案例教學」可提供職前教師一個整合理論與實務的機會，提早瞭解教學現場的環境生態，使其可以試著做出決定來解決當前所遭遇的問題，讓職前教師有如專家教師一般的思考，並儲備未來任教可能面對的問題解決能力。因為透過案例的撰寫，可以強化職前教師於課室觀察的面向，除了學生的外顯行為外，亦可深入探討學生的認知心理，有助於加強職前教師對於學習者認知之知識；而透過案例的分享，可以幫助職前教師了解不同的教學事件，讓職前教師進入職場前有其心理準備；且透過案例的討論，亦能有效協助職前教師們針對特定事件做出解決問題的策略，藉此強化職前教師之教學知識。基於上述論點，研究者乃將(1)數學課室觀察與案例紀錄；(2)案例的分享與討論等兩項重要元素融入本研究設計中；而這樣的培育方法對於小學職前教師的數學教學專業發展之助益與侷限為何，將是本研究探討之重點。

二、以「數學教學專業內涵」的探討來勾勒職前教師在案例研討路徑中成長向度之分析架構

本節將以Shulman (1986, 1987)的文獻為起始，從一般(教育)到特定(數學)、從國外至國內文獻，來解析數學教學中的重要成份，以鋪陳出本研究編碼與分析架構的脈絡；最後再綜合前一節的相關內容，理出本研究關注的重要焦點、以了解研究者所設計的案例研討路徑之成效與可能限制。

晚近對於教師教學專業內涵之討論，當屬Shulman (1986)對於教師知識的論述最為經典。Shulman指出教師的知識可分成三大類：

(1) 學科內容知識(Content Knowledge，簡

稱CK)，包括教師本身具備的特定領域之學科專業知識，及對此知識體系的了解。

(2) 教學知識(Pedagogical Knowledge，簡稱PK)，包括教學技巧、原理、策略，對學生學習的了解等。

(3) 學科教學知識(Pedagogical Content Knowledge，簡稱PCK)，包括教師能用最有效的形式、最有力的類比、例證、解釋及證明來表徵其所要教的學科內容之知識，以促進學生的理解。

其後，Shulman (1987)依此架構將教師知識再細分為七類，分別為：學科內容知識(即CK)、一般教學知識(general pedagogical knowledge)、課程知識(curriculum knowledge)、學科教學知識(即PCK)、對學習者特質的認知(knowledge of the characteristics of the learners)、對教育情境的認知(knowledge of educational contexts)、以及對教育目標與價值等的認知(knowledge of educational goals and values)。

而Fennema與Franke (1992)亦曾針對教師的數學教學知識(knowledge of mathematics teaching)提出見解，他們認為：在每一個特定的教學情境中，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)彼此間，會和數學教師的信念產生互動作用，且經過統整融合後，生成與其特定教學情境相關的數學教師的整體專業教學知識(context specific knowledge)。

Cochran, DeRuiter與King (1993)則是基於教學的動態性及連續性本質提出對Shulman之PCK的修改模式，即所謂的PCKg模式——「g」強調的是「knowing」而不僅是「knowledge」，想反應的是教學的動態性與連續性；Cochran等認為教師的知識包含有下列四個成份：學科知識、教學知識、對學生的理解(如學生的學習能力、先備知識、學習態度、學習動機、學習風格、認知發展層次等)之知識，以及對環境的認識(如社會、政策、文化等層面)之知識，此四成份在師資養成教育中應一起發展，雖有快慢之分，但絕非獨立分項。

Bell, Wilson, Higgins與McCoach (2010)在其關於師資培育的研究中，將Ball, Thames與Phelps (2008)所提出的「content knowledge for teaching」的概念轉化為「Mathematical Knowledge for Teaching」(簡稱MKT)，而所謂的「content knowledge for teaching」主要包括：一般性的內容知識(Common Content Knowledge，簡稱**CCK**)、特定的學科知識(Specialized Content Knowledge，簡稱**SCK**)、學科學生知識(Knowledge of Content and Students，簡稱**KCS**)、學科教學知識(Knowledge of Content and Teaching，簡稱**KCT**)、以及學科課程知識(Knowledge of Content and Curriculum，簡稱**KCC**)等。

國內部份亦有對於數學教師專業內涵的解析，例如：黃幸美與周筱亭(1997)認為數學教師應具備數學知識、數學教學知識、以及對兒童數學知識的認知，並曾於研究中調查國小現任教師數學教學相關知識(包含數學知識、對兒童數學知識的認知及數學教學知識)之現況，同時分析數學教學相關知識中三類知識間的關係。其中數學知識涵蓋數與計算、量與實測、圖形與空間、統計圖表、數量關係及數與符號等六方面；對兒童數學知識的認知主要是以教師對兒童學習數學的困難之認知為探討重點；而數學教學知識則是包含教師如何使用合適的活動方式與教學策略，表徵數學學科的主題與問題、引

發學生學習興趣與認知理解。

林碧珍(2001)參考Shulman所提的教師知識架構，並把學科均特定以「數學」取代，提出教師的數學專業知識至少可區分為：數學知識、數學教學知識、學習者認知知識三個領域，其中數學知識係指數學內容相關的數學概念和過程；數學教學知識則是指如何以有效的方法和表徵將數學內容呈現給學習者，著重在教學方法和教學策略的使用、如何促進學習者的互動、以及如何促進學習者的學習動機等，包括教師評量知識、佈題擬題知識、小組合作學習知識、表徵數學概念知識、教學策略等知識；至於學習者認知知識則是包括：教師能瞭解學生如何學習、如何思考、學生的解題策略、學習困難、錯誤類型、學生的認知發展層次、學生的先備知識、學生的形成問題能力、批判能力及學生的溝通能力等。

黃凱旻與金鈐(2003)也曾在一個理解中學數學科實習教師實習期間「教學概念」轉變的行動研究中，對於數學教學概念有著清楚的界定，係指當數學教師面對特定單元教學時，心中所浮現關於數學內容與教學方法的思維，這裡的數學內容指的是該單元的數學知識、和與之關聯的其他數學相關知識等，而教學方法指的是運用有效的教學技巧，讓學生學得該單元的內容與相關知識。教學概念是一種以知識為基礎，有目標與特定意圖的智力行動，且必須依照所要教的單元、學習者、學習環境、學習脈絡而調整。因此，教學概念涉及了學科內容知識、課程知識、一般教學法知識、學科教學知識、有關學生與學習的知識、教育環境脈絡的知識、及教育的目標與價值等的知能。

由上可見，不論國內外，舉凡對於教師專業知識內涵的看法，即便是「數學科」，其實皆不脫Shulman (1987)對於教師知識成分剖析的範疇。

而由於本研究關注的焦點是「職前教師」在案例研討情境中其「數學教學專業向度」的轉變，因此，除了以Shulman (1987)提出的教師知識成分做為本研究分析、歸類、以及描述職前教師數學教學專業轉變面向的主要參考架構外；植基於前節文獻分析中有關案例研討對於教師各數學教學專業向度的有效牽引，例如：有助於加強職前教師對於學習者認知之知識、能強化職前教師之教學知識等；研究者將特別針對職前教師對學生學習數學的理解(係指對學生學習數學的認識與看法等)、對數學教學的認知(包括教師對數學教學的主張以及能用各種有效的形式來表徵其所要教的學科內容之知識)、以及職前教師的數學知識(包括數學專業知識與對此知識體系的了解等)、與數學課程知識(係指對數學課程的目標、精神與內涵的認識與理解、以及對於數學課程中教材地位之關聯性的了解)等成份進行探究，以了解與分析本研究所設計的案例研討路徑之成效與可能限制。

參、研究設計

一、研究類型與參與者

本研究屬於**個案研究**。研究者以一個「**數學教學工作坊**」為一社會單位(social unit；郭生玉，1990)，透過此「數學教學工作坊」的經營，將「案例觀察與紀錄」以及「案例分享與討論」融入研究設計中，然後採用多種方法蒐集資料，嘗試深入縝密地探究與描述主要成員(六位職前教師)的數學教學專業發展。

「數學教學工作坊」成立的主要目的是號召對數學教學有興趣的大學生參與，透過親自至小學現場觀察與紀錄研究者為二年級

弱勢學童所進行的數學科補救教學(以下簡稱「數學課輔」)，一起學習如何教數學。茲就「數學教學工作坊」的組成份子及其工作要項說明如下：

(一)研究團隊：主要負責數學教學工作坊的運作與推動、以及小學數學課輔教學活動的設計與執行，並進行各項研究資料的蒐集與分析

包括研究者、一位專任研究助理(師範院校教育系畢業，修習過研究法等相關課程，已完成小學教育學程，擔任過兩年私立小學教師，並曾參與研究者主持的國科會計畫兩年，在本研究中除擔任教學執行者、同時協助蒐集研究資料，如觀察、以及職前教師與學童學習之相關文件等)、一位碩士班兼任助理(就讀某數學教育研究所，修習過研究法、質性研究等相關課程，已完成小學教育學程以及中等數學教育學程、並曾參與研究者主持的國科會計畫五個學期，在本研究中除協助蒐集研究資料，如觀察、晤談、以及職前教師與學童學習之相關文件等，同時協助研究資料的初步分析)；另有一位國小教師與一位中學數學教師，主要是參與工作坊的討論、並提供職前教師有關數學教學問題的諮詢，此二位教師於參加工作坊前皆已完成數學教育的碩士學位。

(二)職前教師

包括六位來自研究者任教學校教育學院中對於數學教學有興趣的大學三年級學生，其中穎是位男生，佳、惠、青、萍、筠是女生；穎與佳是教育系學生、其餘四人就讀數位學習相關科系；高中時皆選讀社會組，但穎與佳在大二時曾修習過「普通數學」，其餘四人在大學階段則未曾修習過與數學相關的科目。六位職前教師皆是自願加入研究者週三晚間所進行的數學教學工作坊，經過兩個月左右的培訓(內容與方式見下段)後，研究者帶領他們進入小學現場成為數學課輔觀察員；主要的工作為觀察與紀錄案例學童的數學學習情形(每人負責2名學童)，並從旁協助補救教學活動的順利推展，例如：在案例學童進行數學解題時，可以給予解題上的引導等。

二、主要研究流程

本研究流程主要分為兩個段落，一為招募並培訓工作坊參與成員成為數學課輔觀察員；一為至◎◎縣○○國小進行數學學習輔導案例的觀察與紀錄、並於工作坊中進行案例的分享與討論，分述如下：

(一)招募並培訓工作坊參與成員成為數學課輔觀察員(97年8月至97年11月)

研究者於97年8月開始於任教學校招募對數學教學有熱忱的大學生參加研究者舉辦的數學教學工作坊，並於9月中旬開始運作。原則上是利用週三晚間聚會，每週一次或兩週一次，聚會內容包括有數學學習經驗與家教經驗分享、國教九年一貫課程數學領域內涵解析、參加數學課輔學童之數學解題表現解析、數學教／學案例分享與評析、數學教學活動設計、分享、討論與修訂等；聚會方式上則是先由研究者引言、並說明及介紹每次聚會的主題，同時提供關於該次主題可參考的書面資料，例如九年一貫課程數學領域綱要、數學學習迷思的文獻整理、研究者的研究報告、有關數學教與學的期刊文章、「案例教學」的參考書籍等；接著請參與成員針對該主題進行分享或提問，然後研究者再從他們的發言中整理與聚焦相關問題進行討論。研究者以此作為六位主要參與成員在進入現場成為數學課輔觀察員之前的培

訓內涵。

(二)至◎◎縣○○國小進行數學學習輔導案例的觀察與紀錄、並於工作坊中進行案例的分享與討論(97年12月至98年6月)

1. 研究團隊與六位課輔觀察員於97年12月初開始，利用每週二的早自習時間至○○國小為18位二年級弱勢學童進行數學科補救教學，每次時間為40分鐘，教學內容是根據學童的數學基本能力測驗結果而定的，包括：在具體情境中認識加法的交換律、結合律與加減互逆、等號與等式的認識、遞移律、長度、錢幣換算等。
2. 課輔當時觀察員的任務有四：觀摩現場教學、觀察學童學習、協助學童解決數學問題、簡易的現場觀察紀錄；課輔結束後，課輔觀察員隨即進行觀察單(內容見下節)的填寫，並於週三晚間的工作坊，與研究團隊針對案例學童的數學學習情形進行分享與討論—主要是先由課輔觀察員分享本週的課輔觀察心得與疑慮，再針對觀察員的提問進行討論，並思考解決之道，最後再由研究者報告下週的數學課輔內容與注意事項。扣除寒假期間，共計在小學現場進行為期將近六個月的數學課輔觀察與紀錄。茲將本研究所設計的「案例研討」路徑之內涵與方式以圖1示之。

而由於本研究中所指稱的「案例」，係指「參加數學科補救教學的那群二年級學童當時的數學學習情況」，因此，對於每一位個案職前教師而言，**「案例」的來源即是他所負責觀察的那兩位學童當下的數學學習情況**，包括：研究團隊為學童所佈置的數學科補救教學情境、以及兩位學童在此情境下的學習情形等；也因此，關於「案例」的相關文件，除了個案職前教師填寫的「數學課輔觀察紀錄單」外，尚會提供給個案職前教師：研究團隊所設計的教案、學童的基本資

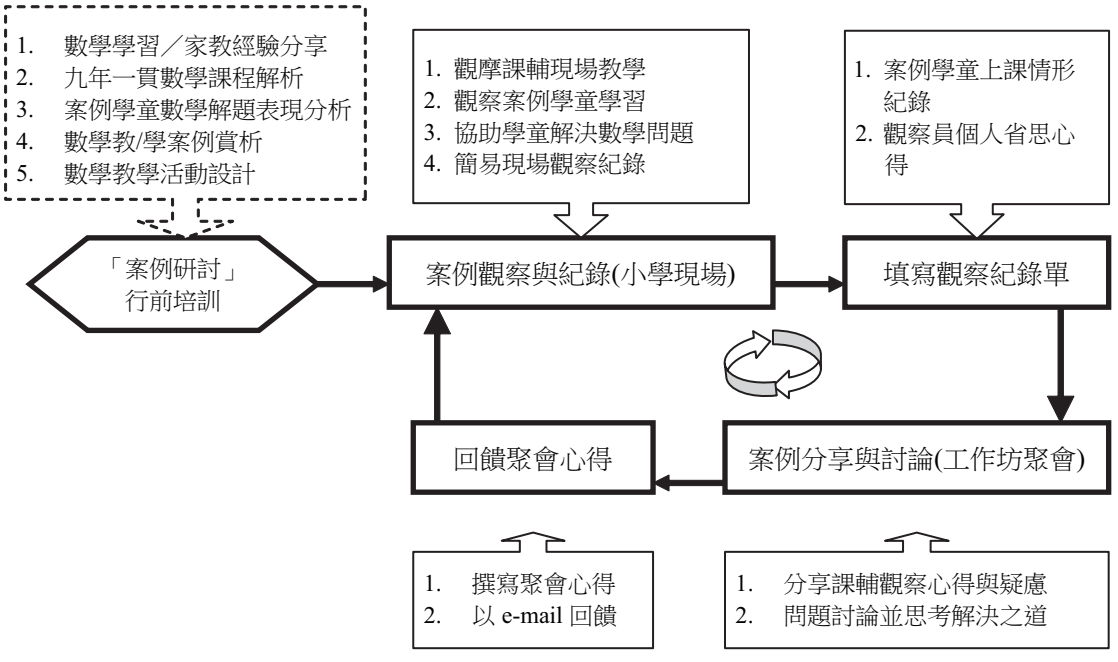

圖1：本研究「案例研討」路徑之內涵與方式

料表、數學學習單、隨堂測驗卷、回家作業單、以及每個教學段落的數學學習評量與情意問卷等。研究者希望職前教師能透過數學課輔現場的觀察與紀錄、以及工作坊聚會時的分享與討論，緣著研究者所佈置的「案例研討」路徑來學習如何教數學。

三、資料蒐集與分析

由於本研究關注的焦點為參與「數學教學工作坊」的六位職前教師其數學教學專業的發展，因此，為探究與描述職前教師的數學教學專業成長，研究過程中蒐集資料的管道主要有下列五項：

(一)數學教學工作坊的聚會觀察與紀錄

於週三晚間進行，共計二十二次，每次約2小時，參加者包含研究團隊與所有課輔觀察員；全程錄影並原案轉錄成文字檔(資料代號為「日期坊」，如：「971217坊」)，同時每次聚會亦有摘要式的會議紀錄。

(二)聚會心得回饋

由參與成員在每次數學教學工作坊的聚會後，將聚會心得(資料代號為「日期心得-參與成員」，如：「980226心得-筠」)透過電子郵件回饋給研究團隊。

(三)數學課輔的觀察紀錄單

課輔觀察員在每週數學課輔結束後，針對所觀察的個案學童之數學學習情形進行填寫，內容包括：案例學童的基本狀態(如心情、學習動機與態度、上課秩序)、當天的數學學習表現、特殊狀況紀錄以及採取的教學輔導措施與效果、還有個人的省思與心得(資料代號為「日期觀-填寫者」，如：「971223觀-潁」)。

(四)「我在哪？」調查問卷

共計調查三次，分別在工作坊開始前、中、後(依序為97年9月、98年1月、98年6月)請六位職前教師填寫，目的在了解他們對數學的觀感、數學知識、數學課程知識、關於數學教學的想法、以及對學生學習數學的理解等面向的轉變情形(資料代號為「日期卷-填寫者」，如：「970924卷-萍」)。這些面向與內容主要是根據本研究所欲探究的焦點，同時參考Shulman (1987)對於教師知識的分類、以及文獻分析中有關案例研討所能牽引的教師數學教學專業向度而定。

(五)「我變了？」問卷

在寒假結束後(98年3月)請六位職前教師填寫(資料代號為「日期變-填寫者」，如：「980218變-惠」)，用以了解他們對於參與數學課輔的困境與需求、自覺的收穫與成長、以及對於工作坊的建議等，以作為第二學期工作坊進行內容方式的修訂參考，同時藉以解析參與成員的數學教學專業發展。

至於針對研究資料所進行的分析主要考量**兩個向度**：首先是**以時間為軸線**，將每次的「課輔觀察加上聚會討論」切割成時間軸上的點；然後再參考文獻分析中有關案例研討對於教師各數學教學專業向度的有效牽引，以及過去相關研究中對於數學教師教學專業內涵的探究，將職前教師對學生學習數學的理解、對數學教學的認知、數學知識、與數學課程知識等成份做為主要的**編碼類別**進行分類，以分析每個事件點上職前教師關於數學教學專業的轉變，以理解職前教師在此「案例研討」路徑上關於各個「數學教學專業向度」的成長。

而由於本研究所蒐集的資料多屬質性資料，且六位職前教師的數學教學專業成

長乃本研究關注之焦點，因此研究者在資料分析初期係採用「分析歸納法」(analytic induction)——以上述的編碼類別作為參考架構進行資料分析，再逐步歸納參與成員在各教學專業向度之表現，以形成初步的發現(黃瑞琴，1994)；而為了避免資料蒐集的單一方法、單一來源、與單一觀察者所造成的偏見，研究者採用「三角校正法」(triangulation; Patton, 1990)做為進一步的資料分析依據，主要包括資料來源的三角校正與分析者的三角校正等二種形式。其中「資料來源的三角校正」係指研究者透過不同來源的資料，從不同的時間點檢驗研究發現的一致性，例如利用成員的課輔觀察紀錄、配合聚會時的討論原案等資料，來了解成員數學教學專業的發展；利用聚會時的觀察、問卷調查、以及相關文件的分析等來了解工作坊的討論情境對成員數學教學專業的影響；至於「分析者的三角校正」主要是將每次的「課輔教學與觀察以及工作坊聚會」視為一個資料分析單位，由研究者先針對單位中整體的資料進行初步分析(包括研究者的看見與相關證據)，接著在隨後的研究團隊會議中，請兩位助理針對該次的「課輔教學與觀察以及工作坊聚會」提出看法，然後三人再根據自己的看法進行討論與辯證，最後再將會議的決議(即團隊的共識)形成研究主張，以作為初步的研究發現；此外，再將研究結果與參與成員討論，以檢驗其詮釋上的客觀性。

四、增進研究「有效性」的措施與研究「品質」的檢核

本研究除了採上述二種不同形式的三角校正進行資料的分析與研究發現的檢核外，同時亦採取下列幾項措施來強化研究的「有效性」(Guba & Lincoln, 1989)：(一)長期的參與：研究者自民國97年9月至98年9月參與研究並投入現場與成員接觸以蒐集資料，共歷時十三個月的時間；(二)持續的觀察：研究者在研究期間的每次聚會時，除進行實地觀察外，全程並輔以錄影及錄音，以利資料之蒐集與分析；(三)研究小組成員的檢證：此部份如同上述「分析者的三角校正」所述。

而由於本研究本質上是屬於質性的探究，因此在研究品質的自我檢核係採Guba與Lincoln (1989)所提的「真確符實」品質判準(the authenticity criteria; Guba & Lincoln)為依歸。此判準從四個面向來關照質性研究的品質，包括：本體的真確符實性(ontological authenticity)、教育的真確符實性(educative authenticity)、催化的真確符實性(catalytic authenticity)、以及策略的真確符實性(tactical authenticity)。所謂「本體的真確符實性」主要檢驗的是：經由研究的歷程，是否增進了參與成員對於自我的認識與理解；「教育的真確符實性」主要檢驗的則是：經由研究的歷程，是否增進了參與成員對於彼此的認識與理解；而「催化的真確符實性」主要檢驗的是：經由研究歷程中的認識與理解，是否達成了某些共識而確立了努力的方向與目標；至於「策略的真確符實性」主要檢驗的是：經由整個探究歷程，是否讓參與成員對於所要努力的目標更具行動力。研究者以此四個準則作為本研究品質自我檢核的標準；而從接下來所陳述的研究發現中——不論是六位職前教師整體的數學教學專業發展、或是個人的改變與成長，皆可與此判準的四個面向相呼應。

肆、研究發現

由於本研究主要目的為探究職前教師在案例觀察、紀錄、分享與討論的情境下，

其數學教學專業的發展，並企圖理解案例教學應用於師資培育的可能限制，以及分析這樣的師資培育路徑對職前教師數學教學專業發展的牽動。經由過程中所蒐集到的資料分析，研究者發現：整體觀之，職前教師在案例研討期間的數學教學專業發展有一些較為明顯的轉折，因此，關於本研究的發現，首先呈現的是職前教師數學教學專業發展的這些轉折，研究者以「階段」稱之；然後再根據文獻探討所得的分析架構細述職前教師在各個數學教學專業面向的轉變，並從中探尋案例研討路徑的侷限性；最後則是詮釋案例觀察與紀錄、以及案例分享與討論對於職前教師數學教學專業轉變的可能牽引。

一、職前教師的數學教學專業發展階段

此部分主要是根據數學教學工作坊的聚會觀察與紀錄，再對照職前教師所填寫的聚會心得回饋、數學課輔的觀察紀錄單、與相關問卷結果的整理與解析，研究者發現關於六位職前教師在研究期間的數學教學專業發展，可歸納為三個階段，依序為：焦點模糊階段、聚焦提問階段、以及嘗試求解階段；至於三階段的劃分依據主要是以時間軸線為考量，再以每次的「課輔觀察加上聚會討論」切割成時間軸上的點，然後分析每個時間點上職前教師關於數學教學專業的轉變。不過，由於有些改變是逐漸發生的，因此在每個階段的交接處會有略為模糊的地帶，亦即，無法以確切的時間點截然分割，遂以「階段」概稱，而非以時間點論述。茲將三個階段分別敘述如下：

(一)焦點模糊階段

案例觀察初期，六位職前教師不論是對個案學童的關注、對課輔觀察的分享與討論、或是教學省思的面向大多與數學學習或數學教學無關；研究者稱此時期為「焦點模糊階段」。

在「焦點模糊階段」中，六位職前教師對其所觀察的案例之關注焦點，大多是聚焦在學童的上課秩序、情緒或行為等問題，例如：在第一次開始課輔觀察後的工作坊聚會中，研究者請六位成員針對案例觀察提出最想分享的心得，結果分享的內容主要包括學生的秩序、座位的安排、小白板的數量、學童的個性、學童上課的專注程度等，無一與數學的教或學有直接相關。若以成員在聚會中發言的數量計數，開始課輔觀察後的前三次工作坊聚會中，聚焦在數學的教或學的發言數量分別佔「十分之零」(971203坊)、「十二分之三」(971210坊)、以及「十六分之二」(971217坊)，直到觀察近一個月後，在工作坊聚會中與數學教或學有關的討論才開始呈現穩定成長，成為聚會分享的主要討論核心。

而所謂「十六分之二」等分數的意涵係指該次聚會中共有「十六人次」發言，其中有「二人次」發言與數學的教或學有直接相關，例如：「我的小朋友會寫出2 + 3 = 5 = 3 + 2，但是中間一定要寫5。但我不確定2 + 3 = 1 + 4他是否了解」(971217坊)這樣的發言即研究者所指與數學的教或學有關，至於「本週上課小娟因為和其他人吵架，心情有點不好，上星期她有舉手，但是因為沒被叫到有點失望」、「阿志上課沒被點到，會開始不專心、開始鬧，會塗鴉他的學習單、希望獲取老師注意」(971217坊)等發言則被研究者視為與數學的教或學無直接相關。

而在數學課輔開始前，研究者利用工作坊聚會時間請六位職前教師對於即將進行的數學課輔教學提問，雖然研究者事前已告知將針對低年級的代數內容進行課輔，結果

六位職前教師所提的問題還是聚焦在一般性的教學問題而非數學教學問題上，包括：「教學時間大約多久？」、「教具是否有提供？」、「是否需要進行評量？」、「若有學生對於活動參與度不高，如何處理？」等(971015坊)。

以上在在皆顯示研究與課輔觀察初期，六位職前教師的關注焦點與數學學習或數學教學的交集部分並不多，研究者故稱此時期為「**焦點模糊階段**」。

(二)聚焦提問階段

案例觀察約三週後，六位職前教師在工作坊聚會中對於「數學教或學」的分享與討論才逐漸成為工作坊的主要核心；研究者將此階段有關六位職前教師數學教學專業的發展稱為「聚焦提問階段」。所謂「聚焦提問」係指六位職前教師在此階段對於案例學童的關注焦點已逐漸能從一般性的學習問題轉移到數學學習上，且亦能於工作坊聚會時針對數學教學或學習相關的問題提出討論，例如：在第五次課輔觀察後的工作坊聚會中，研究者請六位職前教師分享參與工作坊三個月的心得，沒想到職前教師分享的皆是他們對於案例學童數學學習的看法或疑問，包括：「阿嘉一開始無法接受等號兩邊一樣多的觀念，但是隔一堂課之後就可以完全接受，現在三數關係也完全可以理解，幾乎不需要額外指導。」(980107坊)、「小甄進步很多，一開始他連加減互逆都不懂，但是後面可以獨立完成所有題目，並且速度很快，也可以答出挑戰題。」(980107坊)、「暄暄學習速度較慢，已經理解交換律，但是等號兩邊一樣多的概念還是不清楚，當學習單沒有完成的時候會出現焦慮，要老師教他。目前也還不瞭解三數之間的關係，可能需要多花一點時間理解。」(980107坊)等等。

若以工作坊聚會中的發言數量計數，從課輔觀察後的第四次工作坊聚會至第六次工作坊聚會，與數學教或學有關的發言數量分別佔「十八分之十二」(971224坊)、「七分之五」(980107坊)、以及「十分之八」(980304坊)；之後的工作坊聚會則幾乎皆是聚焦在案例學童數學學習情形的討論，或是心中的數學教學疑慮，特別是最後兩次聚會中職前教師的發言內容已達到百分百聚焦在案例學童的數學學習上了。

而由於能較為明確地聚焦在數學的教與學，以致於在此階段的職前教師亦能根據案例學童的數學學習與教學提出值得進一步探究的問題，雖然未必皆能主動尋求解答。例如：

> 我發現小杰不能接受2 + 3 = 1 + 4這樣的表徵，僅能了解2 + 3 = 5，1 + 4 = 5是一樣的，我能怎麼幫助他？(971223觀-萍)
>
> 我從小暄的學習單上發現：6 + 4 = ( ) + 3，她填( ) = 13，而且數字一大，她常會計算錯誤，關於這樣的迷思，我該如何幫助她？(980106觀-惠)
>
> 我發現阿嘉比較沒有耐心，文字題的敘述如果太長會等不及看完就開始寫題目，不知道在這方面該怎麼引導他？(980226心得-筠)
>
> 我不太懂這些小朋友為什麼一下會解這類的數學問題，過幾週又不會了？對於這種不穩定的數學學習狀況，有什麼方法可以改善呢？(980219心得-佳)

上述種種跡象皆顯示出職前教師除了對於案例學童的關注焦點已能逐漸聚焦在其數學學習之外，亦能從案例學童所遭遇的數學

學習狀況提出心中對於數學教學的疑問，故此，研究者將六位職前教師在此階段的數學專業發展定位為「**聚焦提問階段**」。

(三)嘗試求解階段

如前節所述，在職前教師進展到「聚焦提問階段」時，雖多能針對案例學童的數學學習狀況提出一些教學省思，但卻未必所有職前教師皆能針對心中關於數學教學的疑問主動尋求解答。事實上，研究者發現不同的職前教師有著不同的節奏，亦即，有的職前教師能較早即開始針對案例學童所遭遇的數學學習問題嘗試尋找解法，例如惠：「我告訴小全可以把蘋果用圓圈表示；把天平看成等號，這樣對於小全學抽象的代數應該會比較有幫助。」(980106觀-惠)。有的職前教師則大約需至較後期才能針對相關的學習問題尋求解答，初期還是未能主動思考或提出有效的解決策略，總是被動地期待研究者能針對他們的疑慮給予解答，例如青：「這次開會聽的出來大家都已經很瞭解小朋友的狀況了，但是雖然知道有狀況，但還是在解決辦法上傷腦筋，希望能夠由老師請在職老師講解經驗，即使對於我們本身的問題沒有具體方案可取用，也可以去引導我們思考解決辦法呀。」(980107心得-青)

研究者針對這類的職前教師提出三種解決之道來協助他們尋求解答：一是利用工作坊的聚會再次針對問題進行討論、一是促成職前教師與案例學童的級任老師間的晤談、另外則是邀請有經驗的在職教師來工作坊分享其數學教學經驗。

所以，雖然不同的職前教師各有不同的節奏，但不論如何，至進入教學現場進行案例觀察約三個月後，研究者從工作坊的聚會討論、以及職前教師所填寫的案例觀察紀錄單中發現，職前教師們已多能開始為案例學童的數學學習問題尋求解法了，以下是職前教師嘗試解決數學教學問題的實例：

> 小佩在一年級課輔的時候，學姐有說她上課不愛回答問題，但我發現她其實是需要時間思考，觀念也可以理解，這在隨堂測驗中可以看出來。在學等式時，她不太能接受天平觀念，於是我改用其他方式引導。我覺得幫助他們學習是要找出適合他們的學習方式。(980325坊)
>
> 在玩數學遊戲時，我發現阿志不會借位的計算，於是我趁著遊戲空檔有介入教導。(980521觀-穎)
>
> 小佑解題時會有數字亂湊的情況出現，例如：□ + 5 = 8，會用8 + 5來找出未知數，於是我改以5 + □ = 8來引導她，結果她就可以明白□裡面是3了。(980603坊)
>
> 阿何看到題目上的數字就會以自己的想法去亂湊式子，他會要求我念題目給他聽，但是題目太長好像記不住，於是我採用念關鍵字的方法後，再要求他用自己的話說出題目的意思，結果他就可以解釋式子與解題了。(980604觀-佳)

以上種種實例說明的是職前教師們在數學課輔觀察的後三個月，對於案例學童所遭遇到的數學學習問題多能嘗試以自己的方式來幫忙解決，因此研究者將此時期稱為「**嘗試求解階段**」。

而由職前教師在此三個不同階段的進展，亦可看出以「案例研討」作為數學師資培育方式的果效，特別是在強化職前教師的問題解決能力方面，與Florio-Ruane與Clark (1990)、高熏芳與蔡宜君(1999)等人的觀點

與研究發現是相呼應的——案例教學豐富了職前教師情境問題解決的知能、同時亦能培養職前教師問題分析與解決的能力。

二、職前教師的數學教學專業發展向度

綜合分析六位職前教師在「案例研討」路徑中所填寫的調查問卷、教案設計、觀察紀錄、省思單、會後心得以及開會逐字稿等資料，研究者發現職前教師在「**關於數學教學的想法與做法**」以及「**對學習者的理解**」兩方面有較為明顯的轉變，至於其「**數學知識**」與「**數學課程知識**」的進展則較為有限，一一陳述如下：

(一)關於數學教學的想法與做法

有關職前教師在案例研討路徑中對於數學教學的想法或作法上較為明顯的轉變主要有兩項：**教學方法由「單一」到「多元」，教學設想則是由「自我」出發轉向以「學習者」為主體**。

研究者發現六位職前教師在案例研討之初，原先的教學方法多較為單一，例如：有職前教師認為「直接講述」課輔學童即能明白(970924卷-萍)、也有職前教師認為「不斷的做練習題」就能使課輔學童學會數學(970924卷-穎)、亦有職前教師認為「只要有『具體物』讓課輔學童操作」即可(970924卷-惠)，雖然不同的職前教師可能有不同的策略，但是教法皆傾向單一；而其在教學上的設想亦多是從自我出發，鮮少考慮到「學習者」這個重要變項；然而，經過數學課輔現場的觀察與參與，以及工作坊的分享與討論後，職前教師的教學方式已能漸漸趨向多元，且會從「學習者」的立場考量來設想數學教學。限於篇幅，以下以職前教師惠在協助學童學習加法交換律以及相關的文字題為例來闡釋這樣的轉折：在案例研討開始之初，不論是從「我在哪」調查問卷中，關於「如何解決小憲憲迷思概念」的問題情境裡所寫：「學生不了解量上面的變化，可採實物(指具體物)的方式，讓學生自行數，從中再次分堆使其了解並建構觀念。」(970924卷-惠)、或是惠該組所設計的一年級代數教案(971015案-惠)中惠所提出的策略，皆僅是透過實物操作的方式來強化學生的代數概念，而未見惠在相同的教學情境中，有其他教法或策略的提出。此外，再從惠所撰寫之「我變了」省思單(980218變-惠)中，亦可看見惠明確提及自己當初在設計教案時，只想到如何透過實物來表達交換律與結合律等相關概念：「……，我只是拼命的想同樣一個交換律、結合律的概念，能夠透過哪些實物來表達，……」(980218變-惠)，此亦再次驗證研究者對於職前教師惠教學方法單一的主張。

然而，當惠進入到補救教學現場開始接觸到學生，並歷經數次的案例分享與討論後，研究者發現惠針對自己教法的運用慢慢有了變化——在相同教學情境中，不再將實物操作視為唯一的教學方法，而是開始嘗試各種不同方式之呈現，來協助學生進行相同數學概念的學習，例如：「我教小暄可以運用自己的五隻手指頭來幫忙運算」(971216觀-惠)、「告訴小全可以把蘋果用圓圈表示；把天平看成等號」(971216觀-惠)、以及「我會重複敘述問題，並提示可以用線段來比較……」(971223觀-惠)等。

由上述各項資料可以看到惠在協助學生學習加法交換律時，已有別於初期所使用之實物操作，而是採以不同的方式來引導學生學習。但是，細究各項資料中職前教師惠的措辭：不論是「教小暄可以運用……」、或是「告訴小全可以把……」、或是「提示用

線段」，多是以「教學者」自我出發來設想教學，而非以學習者的立場來考量；不過這樣的情況在課輔觀察一個月後，又有了新的轉變，從以下資料可以顯現「以學習者為主體」的想法已漸漸在惠的心中萌芽：「我覺得自己的教學輔導需更多元的舉例，才能嘗試幫助學生理解。」(971230觀-惠)、「我想要學習更適合小暄的教學方式！」(980106觀-惠)、「我應該思量教學順序上的由簡入深，怎麼做才能最適切小朋友的需要。」(980218變-惠)

而在課輔觀察後期，更有許多證據顯示惠已開始實踐「以學習者為主體」的想法了：「小暄抽象思考較弱，可能需要更多具體操作的機會，有必要時可能要一對一的指導，利用(半)具體物的表徵，建立小暄湊數十的概念。」(980312觀-惠)、以及「小暄比較無法理解文字的部份，預計嘗試用畫圖帶入讓小暄能看到較具體層面的表徵。」(980423觀-惠)

(二)理解學習的途徑與關注學習的焦點

根據職前教師的課輔觀察紀錄單以及工作坊聚會時的討論等相關資料，研究者發現職前教師在案例研討的情境中對於理解學習者的數學學習主要有兩個面向的轉變，一是理解途徑的轉變、一是關注焦點的轉變。

首先是「對學習者的理解途徑」有由「**觀察與直接猜測**」、到「**保守地再觀察**」、再轉為「**以詢問或佈題方式再確認**」的趨勢，以下以職前教師穎為例來說明這些轉折：

穎在進入補救教學現場之初，大多是從學生的神情反應、答題狀況來猜測案例學童可能的學習困難與策略，例如：「我看到阿國在學習單上的題目第2.3題會知道該怎麼寫，但是一碰到第4.5題就會忘了變化計算，(我)推測可能是阿國對加法運算有困難」(971209觀-穎)。此乃研究者所謂透過「觀察與直接猜測」的路徑來理解案例學童的數學學習。

然而，經過幾次聚會中的對話與辯證，例如：「你何以確認學生的問題就是這一個呢？」、又「是否有其他的因素造成他這樣的結果呢？」研究者發現穎針對案例學童的學習問題似乎不再僅是單一面向的直接推測，而是趨向較為保守地再觀察，且亦能有較多方的考量。例如：「阿志上星期學習單的回家作業只寫了一句話『所有答案都一樣多』，不知道阿志到底對交換律有所了解，還是因為看到練習題答案都是一樣多，應該還要再觀察」(971216觀-穎)以及「阿志這星期在練習題的後面5題才開始用手指頭數數，對於大於10的數字加法還是需要手指頭計算。因為阿志算是腦筋轉很快的小朋友，所以不清楚是不是題目太複雜還是阿志計算還有待加強，可以再觀察。」(971223觀-穎)

接下來，課輔觀察約莫二個多月後，研究者發現穎針對案例學童的學習理解更是從猜測、觀察轉而改以詢問、佈題等方式來加以確認學生的學習狀況，從以下的各項引述可以呼應研究者的主張：「等他寫完我**會問他答案怎麼來的**，阿志說：『兩邊答案相反』」(980305觀-穎)、「我**請阿志說明答案由來**，阿志有時會解釋有時不會，而且相同的答案阿志會有不同的說法」(980430觀-穎)、「我**額外出(5.6.11)跟(22.28.50)**都順利寫出，也發現阿國在三數間的關係還是不太OK，對於數字小的會寫，但碰到數字稍微大一點的數字就需要花比較久的時間。」(980305觀-穎)、以及「**我額外出了六題**有關減法借位的題目，想藉此確認阿國上一次是否學會了借位。」(980604觀-穎)由這些陳述

皆可看出職前教師穎對學習者的理解途徑已由「**保守地再觀察**」又轉變為「**以詢問或佈題方式再確認**」了。而由職前教師這些理解途徑之轉變，呼應了林碧珍與蔡文煥(2001)部份的研究發現：數學教學案例的研討對於參與教師而言，增加了在每個教學階段中與學生產生對話的機會，使其與學生溝通的行為產生了變化；也影響了教師本身對學生學習的看法；而這些結果亦顯示出：不論是對職前教師或是在職教師而言，案例教學對於增進參與教師理解學生的學習情形同樣具有果效。

而除了**理解路徑的轉變**外，從前節中有關職前教師數學教學專業發展階段轉變的陳述(從「焦點模糊」階段進展到「聚焦提問」階段)，我們亦可清楚地看見職前教師在案例研討路徑上**對於案例學童學習方面的關注焦點**也由一般性的學習問題轉變為數學學習問題，由於篇幅有限，在此不再贅述。

(三)關於數學知識與數學課程知識的進展

綜合各項資料的分析，研究者發現雖然職前教師整體的數學教學專業發展能由焦點模糊階段逐步進階至嘗試求解階段，但是仍有**部份職前教師其數學知識以及數學課程知識的進展有限**，研究者認為此乃本「案例觀察」路徑的主要限制。

例如：在「**我在哪？**」調查問卷中「試試看」的部分有兩題數學問題，分別是「龍師父對虎徒弟說：當我在你這個年齡的時候，你只有兩歲；等你到我這個年齡的時候，我就41歲了。試問龍師父和虎徒弟現年各幾歲？」、以及「有若干人，馬若干匹，預備旅行40公里，但馬數少於人數，為求公平起見，不得不輪流騎馬，每人可騎30公里。若增加4人，而馬減少3匹，則每人可騎20公里，原有人數和馬匹數各是多少？」，研究者共計施測三次(97年9月、98年1月、98年6月)，**三次的數學問題皆沒有改變**，測驗結果如表1所示：六位職前教師中有三位(穎、萍、筠)在第二題的數學解題表現一直沒有進展(見第二題的列式與解題)——於三次的測驗中皆答錯，其中有一位(萍)甚至每況愈下(見第一題的列式與解題)。

而由於本研究中課輔觀察的數學內容有多數是聚焦在「代數」主題，因此在「**我在哪？**」調查問卷中研究者設計了一個問題企圖了解職前教師在代數方面的數學課程知識——「在國民教育九年一貫課程數學領域(九二正綱)中是從__年級開始學代數？在小學需要學的代數有？」。調查結果有以下

表1：「**我在哪？**」調查問卷中「試試看」的統計結果

	第一題						第二題					
	第一次		第二次		第三次		第一次		第二次		第三次	
	列式	解題	列式	解題	列式	解題	列式	解題	列式	解題	列式	解題
惠	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
穎	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
青	×	×	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○
萍	○	○	△	○	△	×	×	×	×	×	×	×
筠	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
佳	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○

註：○：解題正確；×：解題錯誤；△：解題不完整。

發現：

第一次調查時，職前教師空白的居多，即使有填答的，亦是認為高年級或五年級才開始學習代數，且對於小學需要學的代數內容所知亦不多，只能零星地寫下「某數」、「□」等，此舉可能是從自身的數學學習經驗臆測；兩個月後的第二次調查，六位職前教師中除了有一位以為二年級才開始學代數，其餘五位職前教師皆已能知道：依據九二正綱的規劃是從一年級即開始學習代數，但對於小學需要學的代數內容卻大多只能填出課輔觀察的數學內容，包括加法交換律、加法結合律、以及加減互逆等，至於其他年級所需學習的代數內容依舊所知不多；而在研究結束前的第三次調查中，還是有一位職前教師以為二年級才開始學代數(可能是因為課輔觀察的案例學童為二年級)，至於對小學需學的代數內容之填答則增加了遞移律、箅式填充題、＜、＞、＝、列式、未知數等，此些內容即是課輔觀察後三個月的數學教學內容，而其他年級所需學習的代數內容還是未見填答於問卷中。

植基於上述的各式調查結果，研究者發現本研究所設計的「案例研討」路徑對於增進職前教師的數學知識與數學課程知識的助益似乎並不大，而在Lin (2005)的研究結果亦有類似的發現：職前教師對於案例影帶的回應關注在數學教學知識方面比數學知識或學生的學習還多。可見未來應可針對「案例研討」路徑對於參與成員在數學知識與數學課程知識此兩面向上的關注再多加強化。

三、案例觀察與紀錄、分享與討論對職前教師的牽引

本節主要在解析究係是哪些隱含在「案例研討」路徑上的重要元素，使得職前教師會有前述兩節中所陳述的轉變，亦即，究竟研究者為職前教師所鋪設的「案例觀察與紀錄、分享與討論」這樣的學習路徑對於職前教師們的數學教學專業發展如何牽引？分析研究中所蒐集的各類資料，研究者將「案例觀察與紀錄、分享與討論」對職前教師的牽引分兩個層面陳述如下：

(一)來自「案例觀察與紀錄」的牽引

由於六位職前教師須親至數學課輔現場進行案例學童的學習觀察與紀錄，因此有了**現場觀摩教學**以及**與學童面對面接觸**的機會，研究者發現這樣的經驗有助於引發職前教師對於數學的教與學有更深層的認識，以下列的一些實例來呼應研究者這樣的主張，例如：

藉由觀察「於具體情境中認識等號兩邊數量一樣多」補救教學的進行，職前教師才發現許多個案學童會認為「3 + 2 = 1 + ( )」中的括號應填5或6 (其中5係由3 + 2得來，6則是由3 + 2 + 1)，因為這些學童對於「等號」的認識還停留在「代表運算的結果」。

而在經過幾次的課輔觀察後，職前教師惠在觀察紀錄單寫下她的個人省思心得：「……我覺得老師將授課內容包裝得很成功，幾乎每堂課小暄都會詢問課程中人物的發展，連帶的對學習內容感興趣外，對於完成學習單也很主動積極，……，我想這是引起動機很成功的例子，也希望自己可以學習這樣的教學技巧。」(980106觀-惠)

另外，藉由觀察與紀錄個案學童的解題歷程，職前教師們發現個案學童都是透過「計算」來解答「25 + 50與50 + 25的結果是否一樣大？」這類的問題，而非應用加法交換律來判斷，於是理解到「知道25 + 50與50 + 25的結果一樣多」與「認識加法的交換律」二者間仍是存有差距的。

而與學童面對面的接觸也讓萍看見了

案例學童不同於自己的想法：「……，我給阿杰結合律的題目，EX: 1 + 2 + 3 = 3 + 1 + ( ) = ( ) + 2 + 1，沒想到他的解法：1 + 2 + 3 = 3 + 1 + ( )，所以括號要填2！原來學生自己會有一些不一樣的解法。」(980226觀-萍)

還有如前節引述過的職前教師在工作坊中的分享：「小佩在一年級課輔的時候，學姐有說她上課不愛回答問題，但我發現她其實是需要時間思考，觀念也可以理解，這在隨堂測驗中可以看出來。……」(980325坊)

此外，職前教師在心得回饋上的分享，也呼應了研究者此點主張：「謝謝老師您讓我有這個機會可以參加這個團隊，讓我對數學教學有了更深一層的認識，我從中學到很多，也較了解學生的學習瓶頸和思考方式了。」(980325心得-穎)

(二)來自「案例分享與討論」的牽引

而由於課輔觀察後，六位職前教師皆須參與工作坊的聚會，於是有了分享與討論案例的機會，研究者發現這樣的機會對職前教師數學教學專業發展的牽引至少來自二個面向：一為**參與成員的問題交流**、一為**研究團隊的支援與在職教師的經驗分享**；而這樣的交流與分享對於成員的助益除能藉此了解其他案例學童所遭遇到的數學學習難題，擴展了職前教師對於數學學習的理解視野、亦能增進職前教師的教學省思而調整自己的數學教學策略，例如：

> ……透過大家的分享，可以了解到各種不同的學習狀況，有時候也會思考當自己遇到這些問題會如何處理。(980325心得-筠)
>
> 昨天工作坊的會議，讓我發覺許多小朋友都有相似的問題，也讓我在第二階段對小暄的教學目標，打算放在訓練他的基本技能的部份，包含基本的加減以及湊數10的概念，希望小暄能直觀的看出數字間的基本關係。(980325心得-惠)
>
> 看到大家對自己的小朋友有更多的期望與了解，也讓我更能體會到聽聽別人的看法或許可以讓我去省思對小朋友的方法。(980408心得-穎)
>
> 我覺得工作坊的會議確有召開的必要性，透過大家的分享之中，常常能得到一些共鳴(特別是遇到某單元，小朋友教了仍不太會的時候)，碰到成員分享相似情形時，便會有一種自己不孤單的感覺油然而生，對於教學再懷抱期許，我覺得這便是一個團隊的意義所在。(980603心得-惠)

此外，像是職前教師在「聚焦提問階段」對於案例學童所遭遇的數學學習問題、或心中的數學教學疑慮若未能提出解決之道，研究者亦會在聚會時給予適時的引導，從參與成員在聚會後的心得回饋可以看出：

> 這次工作坊對於老師(指研究者)提到鼓勵孩子寫下算式過程，並可以用不同顏色的筆區別記錄，這個方式我也覺得不錯，可以更有助於我們在撰寫學習記錄單時更有條理。(980225心得-青)
>
> 今天的會議感覺收獲很大，老師(指研究者)點出來的部分，讓我覺得不只學生在學習上會有迷思，老師在教學上有時候也會有迷思概念的產生。像是今天老師指出多項式與方程式的不同，以及為什麼我們要學生列

出算式的原因，都讓我有所頓悟。(980304心得-惠)

跟著老師一起做研究可以學到很多，很喜歡老師帶領團隊的方式，團隊的氣氛也很好，老師對我們鼓勵與要求並重，讓我們不斷的修正，雖然進步幅度很小，但回頭看過去的紀錄才發覺真的有成長。(980408心得-萍)

我覺得加入這個團隊，真的對我很有收益，大家從做中學習，又能得到老師(指研究者)的指導，實在是很難能可貴的經驗。(980603心得-穎)

此外，研究者在團隊中安排了一位**國小教師**與一位**中學數學教師**參與工作坊的討論，期望能透過他們豐富的教學經驗與數學知識，提供職前教師有關數學教學問題的諮詢。在一次討論如何教導學童2 + 3 = ( ) + 1的工作坊聚會中，萱老師分享了她的教學經驗：「我只是把2 + 3圈起來，( ) + 1也圈起來，讓孩子看到【2 + 3】=【( ) + 1】，結果很多孩子就看出( ) = 4了！」(971029坊)，一個小小的經驗分享，卻讓職前教師們當場茅塞頓開。

研究者亦曾邀請一位數學科輔導團成員(◎老師)來工作坊中分享她如何在她的任教國小經營一個數學團隊，結果亦獲得了許多迴響，從職前教師們當晚透過電子郵件熱烈地傳來的心得回饋即可窺知，包括進行數學課輔時如何幫學生解困，例如：

在輔導學生解困方面，◎老師提出一個很重要的觀念「當學生有數學上的問題時，先找出解題需要的先備概念，一一回溯到問題的原點。」雖然這次我們輔導的小朋友才二年級，但只要找出問題的原點，就能幫助他們繼續學習。(980318心得-萍)

昨天問到學姊(即◎老師)有關於小朋友有些問題概念始終無法理解該如何處理，學姊提到了讓我覺得很值得深思的一段話「問題應在於老師如何教」，在新的數學概念無法理解時，應先追溯學生的先備知識在哪一個環節有問題，因為孩子很可能在「轉化」的過程中，有了障礙。未來我會更加用在輔導小朋友上，去類推和問問題找出孩子的問題所在，只有追根究底才能解決他們的迷思概念，也才能讓孩子和我們皆有更大的進步。(980318心得-惠)

此外，這位數學科輔導團成員的分享也讓參與成員對於數學教學有不一樣的看見，例如：

經由這個機會可以看見數學教材與教法漸漸跳脫「背公式」與「計算」，發展出讓學生可以有批判思考的學習情境與方式，能在這樣的環境下學數學真的是一件很有趣的事。(980318心得-筠)

學姊(即◎老師)也提到他們的計畫便在於如何讓學生簡單學又能達到學習成效，讓能力好的孩子發展特色課程，而能力較後段的孩子也能有更多練習的機會，我想這也是我們未來的目標。(980318心得-穎)

伍、結論

研究者以「案例研討」為路徑，將「案例觀察與紀錄」以及「案例分享與討論」融入研究設計中，帶領六位職前教師至小學數學課輔現場進行將近六個月的觀察與紀錄，結果發現：職前教師在案例研討路徑上的

數學教學專業發展依序可歸納為「焦點模糊」、「聚焦提問」、與「嘗試求解」三個階段；若以數學教學專業發展面向觀之，則六位職前教師在「關於數學教學的想法與做法」以及「對學習者的理解」兩方面有較為明顯的轉變，其中，在「關於數學教學的想法與做法」方面轉變較大的是「數學教學方法」與「教學設想」、而在「對學習者的理解」方面轉變較明顯的則是「理解學習的途徑」和「關注學習的焦點」此二項；至於「數學知識」與「數學課程知識」的進展則較為有限。

綜合前述的各項研究發現，研究者以**發生的時間點**為考量，解析「三個進展階段」中(焦點模糊、聚焦提問、以及嘗試求解)，此六位職前教師在「六個面向」的轉變(教學方法、教學設想、理解學習的途徑、關注學習的焦點、數學知識、以及數學課程知識)，整理呈現如表2所示。

至於研究者在「案例研討」路徑所採取的「案例觀察與紀錄」以及「案例分享與討論」兩項重要元素中，對於職前教師數學教學專業發展所產生的牽引，主要來自**教學現場觀摩、與學童面對面接觸、成員間問題交流、研究團隊的支援**、以及**在職教師的經驗分享**，這些成分就如同是促進或引發職前教師數學教學專業成長的學習鷹架，因著這些學習鷹架，職前教師的數學教學專業有機會得以一步步地發展甚至進階；但也由於這些成分其實貫穿了整個研究期間，因此研究者也就不特別進行切割來做時間上的劃分。

最後，研究者綜合各項解析職前教師學習教數學的轉變與困境之研究發現與省思，針對「案例研討」作為促進職前教師數學教學專業成長路徑的可行性與侷限性提出下列三項結論：

一、本研究所提出的「案例研討」路徑對於職前教師的數學教學專業發展有實質的助益

本研究中所謂「案例研討」路徑係指將「案例觀察與紀錄」以及「案例分享與討論」兩項重要元素融入研究設計中，帶領職前教師至小學數學教學現場進行觀察與紀錄，並於工作坊中進行分享與討論，以期為職前教師們營造一個學習教數學的專業發展情境，詳細的內涵與方式請見圖一。根據相關文獻，以案例研討的方式進行師資培育，不論是對於職前教師或在職教師而言，皆有助於促進其教學專業的發展(林碧珍、蔡文煥，2001；姚如芬，2008；Barnett, 1991; Florio-Ruane & Clark, 1990; Floyd & Bodur, 2005; Hammerness et al., 2002)。事實上，綜合本研究的結果亦發現：「案例研討」路徑確實能將職前教師的數學教學專業發展由「焦點模糊」階段、進展至「聚焦提問」階段、再進展至「嘗試求解」階段；且對於職

表2：職前教師數學教學專業發展「三階段進展」與「六面向轉變」之關連

	焦點模糊	→	聚焦提問	→	嘗試求解
教學方法	單一		單一→多元		多元
教學設想	自我		自我→學習者		學習者
理解學習的途徑	觀察與直接猜測		保守地再觀察		以詢問或佈題再確認
關注學習的焦點	一般的學習		一般→數學學習		數學學習
數學知識	?		?		?
數學課程知識	?		?		?

前教師關於數學教學的想法與做法、以及理解學習的途徑與關注學習的焦點亦皆有正向的影響。因此研究者主張：本研究提出的「案例研討」路徑對於職前教師數學教學專業發展有實質的助益，期待後續的研究者能站在本研究設計的基礎上，持續精進師資培育的工作。

二、由職前教師部分數學教學專業發展的困境反映出本研究的「案例研討」路徑在某些面向的可能限制

由於本研究發現：「案例研討」路徑對於增進職前教師的數學知識與數學課程知識的助益有限，此結果與Lin (2005)讓職前教師觀看並討論案例影帶之研究結果相似，該研究亦是發現：職前教師對於案例影帶的回應關注在數學教學知識方面比數學知識還多。而研究者反省與推論此結果的主要原因可能有二：一是由於數學課輔時間的限制，致使研究者無法帶領職前教師在教學現場窮盡所有數學主題的觀察；另一方面也由於工作坊聚會時間的限制，致使研究者較無法關注到某些數學教學專業面向上的強化；因此，若能在研究設計之初即將此二面向的充實納入考量，如此一來，則此「案例研討」路徑的效能則可望更形發揮。

三、教學現場觀摩、與學童面對面接觸、成員的問題交流、研究團隊的支援、以及在職教師經驗分享等要素是促進「案例研討」路徑有效性的重要內涵

由本研究的相關結果顯示：「案例研討」路徑之所以有效，主要係由於「案例觀察與紀錄」中的教學現場觀摩、以及與學童面對面接觸，加上「案例分享與討論」中的成員問題交流、以及研究團隊的支援與在職教師的經驗分享等要素對職前教師的數學教學專業發展產生了牽引—除了加深團隊成員對於個案學童的數學學習理解外、同時亦能藉此了解其他案例學童所遭遇到的數學學習難題、以及調整自己的數學教學解題策略。因此研究者認為：不論是教學現場觀摩、與學童面對面接觸、或是成員問題交流、研究團隊的支援、以及在職教師經驗分享等要素，皆是促進「案例研討」路徑之所以有效的重要內涵；而此結果亦呼應了林碧珍與蔡文煥(2001)、Doerr與Thompson (2004)、以及Walen與Williams (2000)等人的相關研究發現，包括：以教學現場所遭遇的實際問題編寫成的案例，有效地協助教師察覺自己對於課室的關注並開始去處理這些關注；數學教學案例的研討，增加了每個教學階段中與學生產生對話的機會，對於教師之教學專業知能產生影響；以及以教學實務為主體的個案探究對於支持職前教師的專業發展是很好的媒介等。

陸、建議

由於本研究發現：「案例研討」路徑對於增進職前教師的數學知識與數學課程知識的助益有限，研究者認為此結果與教學現場觀察的數學內容僅聚焦在某些數學主題應有很大的關聯；然而，此結果的無可避免，一方面是由於數學課輔觀察的時間有其限制，研究者無法帶領職前教師在教學現場窮盡所有數學主題的觀察，致使職前教師之數學課程知識的面向進展有限；另一方面也由於工作坊聚會時間的限制，致使研究者較無法關注到參與成員在數學知識此一面向上的強化；然而，若能在研究設計之初即將此二面向的充實納入考量，例如：(1)與合作學校進行協調，以妥適安排教學現場觀察的數學內

容，使其在各數學主題(含數與量、幾何、代數與統計)上具有廣佈性；(2)配合教學現場的觀察，在工作坊的聚會中有系統地針對各數學主題逐一進行討論，同時伺機強化職前教師在該主題的數學知識(例如提供數學解題的討論或增加會後練習數學解題的機會等)；(3)增長案例研討的時間；如此一來，則此「案例研討」路徑的效能可望更形發揮，而職前教師的數學教學專業發展亦可能再次進階與突破。

故此，植基於前述的研究發現與省思，研究者認為：**「案例研討」路徑的效能發揮需透過嚴謹的研究設計與時間積累，設計的周密性與足夠的時間長度，可望增強此路徑的效能**。

誌謝

本研究承蒙國科會經費補助（計畫名稱：「數學教／學案例」在數學師資培育之應用、計畫編號NSC 96-2628-S-415-002-MY2）、以及研究團隊的鼎力支援，使研究得以順利完成，特此致 。

參考文獻

1. 林碧珍(2001)。**發展國小教師之學生數學認知知 ——理論結合實務研究取向的教師專業發展**。臺北市：師大書苑。
2. 林碧珍、蔡文煥(2001)。**「數學教學案例」做為教師專業發展研習教材之研究**(NSC-89-2511-S-134-018-X3)。臺北市：行政院國家科學委員會。
3. 姚如芬(2005)。**「案例教學」在數學師資培育之應用**(NSC94-2521-S-415-002)。臺北市：行政院國家科學委員會。
4. 姚如芬(2008)。**「數學教／學案例」在數學師資培育之應用**(NSC96-2628-S-415-002-MY2)。臺北市：行政院國家科學委員會。
5. 高熏芳、蔡宜君(1999)。案例教學法在師資培育之應用——教學案例之發展。收錄於**「新世紀中小學課程改革與創新教學」學術研討會論文集**(頁335-344)。高雄市：國立高雄師範大學。
6. 張民杰(2001)。**案例教學法：理論與實務**。臺北市：五南。
7. 郭生玉(1990)。**心理與教育研究法**(第九版)。臺北市：精華。
8. 黃幸美、周筱亭(1997)。**台灣區國小教師的數學知識、數學教學知識及其對兒童數學知識的認知之現況研究**(NSC85-2513-S-081B-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
9. 黃凱旻、金鈐(2003)。一個輔導中學數學實習教師教學概念轉變的行動研究。**師大學報：科學教育類，48**(1)，21-44。
10. 黃瑞琴(1994)。**質的教育研究方法**(第二版)。臺北市：心理。
11. Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, *59*(5), 389-407.
12. Barnett, C. (1991). Building a case-based curriculum to enhance the pedagogical content knowledge of mathematics teachers. *Journal of Teacher Education*, *42*(4), 263-272.
13. Bell, C. A., Wilson, S. M., Higgins, T., & McCoach, D. B. (2010). Measuring the effects of professional development on teacher knowledge: The case of developing mathematical ideas. *Journal for Research in Mathematics Education*, *41*(5), 479-512.
14. Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (l993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Jour-*

nal of Teacher Education, *44*(4), 263-272.
15. Colbert, J., Trimble, K., & Desberg, P. (1996). *The case for education: Contemporary approaches for using case methods*. Boston: Allyn & Bacon.
16. Darling-Hammond, L., & Snyder, J. (2000). Authentic assessment of teaching in context. *Teaching and Teacher Education*, *16*(5), 523-545.
17. Doerr, H. M., & Thompson, T. (2004). Understanding teacher educators and their preservice teachers through multi-media case studies of practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *7*(3), 175-201.
18. Fennema, E., & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 147-164). New York: MacMillan.
19. Florio-Ruane, S., & Clark, C. M. (1990). Using case studies to enrich field experience. *Teacher Education Quarterly*, *17*(1), 17-28.
20. Floyd, D. M., & Bodur, Y. (2005) Using case study analysis and case writing to structure clinical experiences in a teacher education program. *The Educational Forum*, *70*(1), 48-60.
21. Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1989). *Fourth generation evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.
22. Hammerness, K., Darling-Hammond, L., & Shulman, L. (2002). Toward expert thinking: How curriculum case-writing prompts the development of theory-based professional knowledge in student teachers. *Teaching Education*, *13*(2), 219-243.
23. Lin, P.-J. (2005). Using research-based video-cases to help pre-service primary teachers conceptualize a contemporary view of mathematics teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *3*(3), 351-377.
24. Masingila, J. O., & Doerr, H. M. (2002). Understanding pre-service teachers' emerging practices through their analysis of a multimedia case study of practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *5*(3), 235-263.
25. McGraw, R., Lynch, K., Koc, Y., Budak, A., & Brown, C. A. (2007). The multimedia case as a tool for professional development: An analysis of online and face-to-face interaction among mathematics pre-service teachers, in-service teachers, mathematicians, and mathematics teacher educators. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *10*(2), 95-121.
26. Mostert, M. P. (2007). Challenges of case-based teaching. *Behavior Analyst Today*, *8*(4), 434-442.
27. Mostert, M. P., & Sudzina, M. R. (1996, Feberuary). *Undergraduate case method teaching: Pedagogical assumptions vs. the real world*. Presented at the Annual Meeting of the Association of Teacher Educators. St. Louis, MO.
28. Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
29. Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Edu-*

03-姚如芬.indd 306 2011/9/22 下午 10:20:14

cational Researcher, *15*(2), 4-14.

30. Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, *57*(1), 1-23.
31. Walen, S. B., & Williams, S. T. (2000). Validating classroom issues: Case method in support of teacher change. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *3*(1), 3-26.

科學教育學刊
2011, 第十九卷第四期, 283-308

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(4), 283-308

Learning to Teach Mathematics Through Case-Based Observation and Discussion

Ru-Fen Yao

Graduate Institute of Mathematics and Science Education, National Chia-Yi University

Abstract

The main purpose of this study was to investigate pre-service teachers' professional development on mathematics instruction. Through a workshop on mathematical teaching, six pre-service teachers participated in observing the mathematical learning of students in an elementary school for six months. "Case-observe-record" and "case-share-discuss" were used as an approach to enhance and investigate the professional development of participants. Through observation, and analysis of questionnaires and related documents, the results revealed that there were three stages of participants' professional development during the period of observation in schools: "without sense," "focus and question," "try to find solutions." Participants' thinking and actions toward mathematical teaching were improved, as well as their understanding of students' mathematical learning. In the context of case-based observation and discussion, the main influential factors in participants' changes were observation in the teaching field, face-to-face contact with students, problem sharing among participants, and support from the researcher and in-service teachers. However, for enhancing the mathematical knowledge and curriculum knowledge of participants, the effect of this teacher preparation approach was limited.

Key words: Case-Based Observation and Discussion, Professional Development, Mathematics Instruction, Pre-Service Teacher

03-姚如芬.indd 308 2011/9/22 下午 10:20:14