

協助教師撰寫數學日誌以促進反思能力 之協同行動研究

林碧珍

數學教育學系

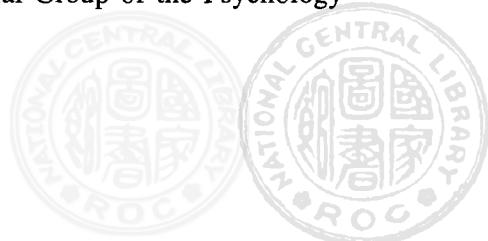
摘要

本研究旨在實踐教師的數學日誌,提供給教師進行反思的機會,以促進教師的專業成長。研究者與來自新竹市一所小學的十二位小學教師組成的數學教師成長團體,以行動研究法探究教師實踐數學日誌所遭遇的困難,及探討透過數學日誌的反思如何幫助教師專業成長,並以數學日誌的分析瞭解教師如何成長。實踐教師數學日誌在本研究包含的認知活動包括:在期初,為格式、內容、及數學日誌的功能的討論、研究者給教師在數學日誌上的眉批與問題回應、教師閱讀自己的數學日誌並從數學內涵、數學教學、學生學習、與反省部分等層面針對數學日誌的內容做反思。每週定期一次的數學成長團體討論會逐字稿和教師的數學日誌,是作為瞭解教師實踐數學日誌及用來說明教師專業成長的主要資料。本研究發現:數學日誌提供平等的機會給不同特質的教師進行反思;教師的不同經驗、背景、及專業的需求性,是影響他們進行的反思方向及反思層次的因素;從數學日誌上的記載內容,可以觀察到教師數學教學觀的改變歷程,及數學教學知識獲得的歷程。反思方向及反思層次,能反映出教師的專業發展階段。另外,透過數學日誌蒐集的資料,能提高資料的信任性與確認性,是一種有效化質性資料的方法。

關鍵字:札記反省、反思、教師數學日誌、學生數學日記、教師專業成長

- 1、感謝國科會對專題研究計畫編號 NSC89-2511-S134-001 之經費補助,本文是此專題計畫的部分成果,文中的論點為作者所有,不代表國科會。
- 2、本文的部分資料已在荷蘭舉行的國際性數學教育研討會發表。

Lin, P. J. (2001). Analyzing teachers' conceptual change through their reflective journals. Paper presented at the 25th Annual Meetings of the International Group of the Psychology Mathematics Education. The Netherlands: utrecht.



協助教師撰寫數學日誌以促進反思能力 之協同行動研究

壹、研究背景與研究目的

近年來國小數學課程改革，特別加強培養學生對自己的思考方法與解題過程的反省能力（教育部，1993）。而札記反省（journal reflection）、寫作活動（journal writing）、或數學日記，是製造機會讓學生進行反思、分析、及描述的活動，是促進數學溝通能力及反思能力的一種重要方法（陳美玉，1998；劉祥通 & 周立勳，1997；NCTM,1989）。這些方式都是自我控制與回顧的活動，學生藉著重新檢驗、再次統整已有的數學概念及重建他們的認知結構，因而促進後設認知的能力。

從學習的觀點，學生撰寫數學日記可以釐清他們的想法與加深他們的瞭解；也可以幫助他們澄清自己對數學學習的感覺，它被證實為可以提昇孩子數學能力，及降低孩子數學學習焦慮的有效方法（Norwood & Carter, 1994）。從教學的觀點，數學日記作為是一種教學方法（technique），學生的數學日記可以幫助教師瞭解孩子在認知和情意方面的數學探索（NCTM，1991）。

在教師專業發展的活動中，如果教師經常對自己的教學做反思，就如同學生對自己的數學學習作反思，則非但能改進教學，而且也比較會鼓勵自己的學生對學習作反思（Cobb et al., 1997）。基於此，要教出一個會反思的學生，則要先培養出具有反思能力的教師。一個具有反思能力的教師不僅要認同反思的重要性，而且要知道反思什麼？要如何反思？所以，培養教師的反思能力，是本研究的主要目標。

札記反省法或撰寫數學日誌是常被用來協助成人學習、促進職前及在職教師反省與專業成長的有效途徑；它能促進教師對數學概念間的連結，有助於他們瞭解教學行為的意義，使他們的教學策略更具有彈性；透過數學日誌的的撰寫，引導教師做專業的反省，能促進教室中學生與教師，學生與學生之間互動的品質，進而達到專業成長的目的（Burk & Littleton, 1995；Castle & Aichele, 1994；Kerka, 1996；Lin, 1997；Robinson & Adin, 1999；林碧珍，1997；1998；陳美玉，1998；饒見維，1996）。基於許多文獻的支持，可知培養教師的反思能力，有助於教師的專業發展，而撰寫數學日誌可以引導教師進行反思。因此，本研究考慮將實踐教師的數學日誌，作為養成教師的反思習慣及培養其反思能力的主要活動之



一。本研究所進行的活動均與數學的學習或教學有關，因此以「數學日誌」取代「札記」一詞，由於本研究之數學日誌使用的對象是小學在職教師，故特以「教師的數學日誌」稱之。

撰寫數學日誌並非是每位成員過去所熟悉的活動，雖然它曾經被本研究者使用在數學科教材教法課程作為職前教師另類的評量方式（林碧珍，1998）。然而，由於參與本研究的十二位小學教師來自同一個學校所組成的數學成長團體，不像職前教師一樣，被要求撰寫數學日誌是為了成績或學位；純然的，這群教師撰寫數學日誌只是為自己專業的成長。在實施期間，他們的內心必然會在書寫的耗時耗力與自我的專業成長兩者之間做衝突與掙扎；那麼，在實施上可能會遭受到教師對數學日誌使用的排斥。為了避免這種情況發生，研究者有必要提供與教師們共同分享經驗的機會，而協同行動研究的「協同」「行動」正好能賦予此意義。故本研究將以協同行動研究方式，去瞭解教師在撰寫數學日誌時所遭遇的困難是什麼？及如何有效的解決所遭遇的問題？

數學日誌的內容是反映出教師所關心的問題，那麼，從教師的數學日誌之反思內容可以反應出教師專業發展階段的不同（饒見維，1996）。基於此，數學日誌是作為反映參與於一個數學成長專業團體的教師在數學專業的成長之資料蒐集的工具。於此，教師專業成長的內涵專指教師反思能力的提昇，其次是教師對學生學習的過程與結果瞭解的增加，和教師覺知教室教學問題敏感度的提高。具體言之，本研究欲探討三個研究問題：

- (一)如何協助教師撰寫具有反思成分的數學日誌？
- (二)從撰寫數學日誌的過程中，如何提昇教師的反思能力？
- (三)從數學日誌的內容描述參與於專業成長活動的教師在數學專業上如何的成長？

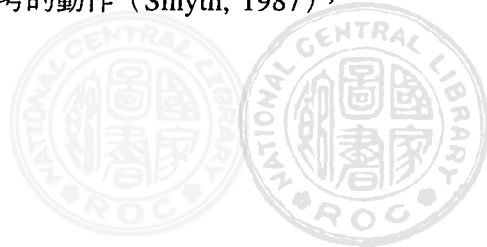
貳、研究文獻

一、「反思與行動並進」是促進教師專業發展的動力

(一)「反思」的意義

從認知的觀點，「反思」(reflection)是從經驗中萃取意義及形成意義的心理活動（饒見維，1996）。反思使認知結構重組再建構，有了反思才能使獲得的知識逐漸達到精緻和分化的可能。反思包含行動中的控制性反思和瞭解行動與其後果之關係的建構性反思的兩個層面；前者在增進認知效率，是反思中的反省；後者旨在建構知識，為反思中的思考。從後設認知的觀點，「反思」具有反省、思考兩個層面的意義，Kemmis（1985）將具有監控的成分的思考稱之為後設反思（meta-thinking），亦即，思考如何思考。

從教育行動研究的觀點，「反思」是一個行動者的思考（thinking）在一種存疑、猶豫、或困惑的心理狀態，而且有去尋求解決這種存疑未解決的思考的動作（Smyth, 1987），



即「反思中有行動」。如此定義方式，反思有別於思考，反思是思考中具有反省及採取行動的成分。

(二)「反思」與「行動」的關係

教育行動研究中的反思，承襲批判理論，是企圖引進異質的思考，以揭發與顛覆理性信仰所建構的體系之封閉性，以創造出多元的思考，避免思想與社會文化的僵化。反思是學習、知識、與信念架構重建的途徑（Webb, 1990；Smyth, 1991），在教育情境中，反思是教師對行動與知解過程和結果作客觀性的鏡射以反映事實，並且對之中的矛盾、衝突、與不合理之處予以批判分析；而反思的深度與廣度受到教師態度、心理、與社會背景等因素所影響。

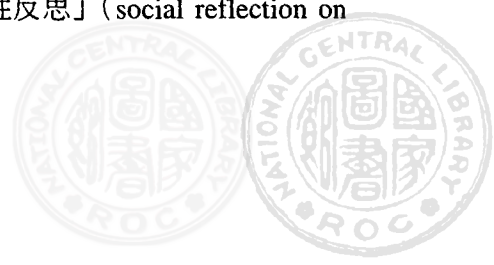
若以反思與行動發生的先後關係，可以區分為反思是發生在行動之前、行動之中、及在行動之後。Schon（1987）將反思分為「行動前反思（reflection-for-action）、行動中反思（reflection-in-action）、及行動後反思（reflection-on-action）」。此三種反思乃呈現螺旋的交織狀態，無固定先後之分。

「行動前反思」是一種在行動尚未發生之前即以進行高層次的反思，其建立在對後兩種的反思的充分洞察與掌握之上，故能以較審慎的態度面對即將採取的行動。例如：這一節課進行教學活動之前，教師可能對即將採用的教學內容及教學方法是否適合學生的學習進行評估。

「行動中的反思」是在行動中進行反思，即「行動中有反思、反思中有行動」。「行動中的反思」是實踐過程中所進行的立即反思，其反思的要素是認知的，也是教師本身的一種內在對話（inner dialogue）。教育行動者在面臨問題時，能夠即時形成假說，並採取適當的行動以驗證假說（行動中有反思），然後根據行動的結果修正假說，並決定下一步新的行動（反思中有行動）。例如：當一個教師在某一節課的教學活動中，根據學生的反應狀況立即加以思考，一面調整自己的教學方向，並一面繼續進行教學活動，這位教師即在行動中摻有反思的成分。

「行動後的反思」是實踐後針對採取的行動進行反思，乃在提供對行動中所發生的事件更豐富的理解。例如：在一節課教學後，教師可能對整節課的進行方式與結果進行檢討，並調整明天或日後的教學內容及教學方式。然而，在一般的教學情況，一個教師可以有意識地進行教學活動，但是不見得有意識地反思自己的教學活動內容以及教學行動之深層意義。Brubacher 等人（1994）的研究中發現：對一個初任教師，「行動前反思」及「行動後反思」較為明顯，而有經驗的教師則以「行動中反思」較為明顯。

在教育行動研究中，「行動後的反思」若以反思因個人或社群的不同來源，可區分為「行動後的自我反思」（self reflection on action）和「行動的社會性反思」（social reflection on



action) (李源順, 1999)。自古有云「三人行，必有我師焉」；「見賢思齊，見不賢而內自省」均在說明對行動的社會性反思的重要性；對行動的社會性反思是指一個人在社會脈絡中和其他人面對行動進行溝通時，也會促使他利用他人的經驗進行反思。在教育活動中個體自我探索，個人所建構的知識是相當主觀的，故需要與別人磋商、辯證，不斷的加以調整修正。相反的，對行動的自我反思是指一個獨自經由自己的信念與知識，面對自己的行動進行反思，這種反思是一個人獨自完成的。

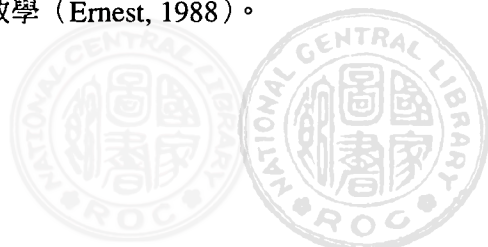
「自我」因反思的不同立場而有不同的反思內容，若將自我視為問題情境中的一員，則反省的對象是情境中所發生的事實、現象；若將自我視為能自主反應的行為者，則反省的對象是實踐行為的理由；若將自我視為內在信念的代理者，則反省的對象是個人內在的信念與價值 (Elliott, 1993)。從教師專業發展的觀點，「自我」反思則因教師專業發展階段的不同，而有不同層次的反思內容 (饒見維, 1996)，教師的反思內容包含：從自己的行為、自己的假設與信念、自己的角色與他人的關係、到自己的思考與學習方式等不同的層次。

「日誌」是一種反映自我反思的形式。研究日誌係針對研究問題的醞釀過程和所有反省、討論、問題解決等心路歷程予以保持的記錄，在研究過程中對所蒐集資料以辯證性思考的觀點來看教育現象，不斷反省、分析、區辨各種現象與事物內部所存在的矛盾性，探討相互關係與原因。日誌所記載的事件可以包括：研究過程中，透過各種方法所蒐集的所有資料，與對此資料之反覆批判反省過程的記錄、問題情境之互動、研究中困難解決時所用的策略、討論會議的記錄及研究的進行與修正情形等。本研究是以數學日誌呈現教師在從事數學的教學活動中，對自己的教學方法、教學內容，及學生的瞭解所作的反省或辯證的思考的一種形式。

(三)反思的重要性

古訓：「學而不思則罔，思而不學則殆」，強調反思在學習的重要性。在數學學習和數學解題過程方面，反思扮演著極為重要的角色 (Conney et al., 1998)。Polya (1965) 提出反思在數學學習的角色，他說：“很多人的學習應該是主動的，而不是被動的。如果只是閱讀、聽演講、或看圖片而沒有加上自己心靈的一些行動，絕不可能學得任何事物，至少不可能學得太多 (pp.102-103)。” 「反思」是有層次性的，無論是兒童、成人、生手、或專家在最初解題階段是行動中的反思，經過一段做中學的經驗後，才能以反思指引行動 (Anzai & Simon, 1979)。

數學教育方面亦逐漸重視反思在研究的地位，Fennema 和 Franke (1992) 指出教師之心理學知識會影響其數學教學知識，其根本條件是教師必須內化及利用學生學習的知識實踐在自己的教學中；要成為一位數學教師，Brown 和 Borko (1992) 也強調教師必須是一位認知和反思能力的主角，反思深深影響個人的數學學習及其未來的教學 (Ernest, 1988)。



在教師的專業發展歷程中，不能只注重專業知識的獲得，更重要的是必須協助教師對所獲得的經驗加以反思，否則實務經驗對於促進教師專業發展的功效相當有限（饒見維，1996）。目前有關教師專業發展的方式，則以教師之社會性反思以及教師的自我反思為最佳方式，教師的反思能力被視為是教師專業發展或專業成長的核心動力（Hargreaves，1996）。Krainer（1998）將教師的反思視為是專業活動的四個面向之一，教師可以針對自己的教學實務，從態度上、能力上，或認知上去做深入的反省與檢討，反思能幫助行動者變成更有批判性及創造性，能促進教學的改變和改進，而導致對學習者之學習過程有更深入的理解。它是建立或改變職前教師知識和信念的催化劑（林碧珍，1998），也是用來說明在一個在職教師組成的數學成長團體中教師專業成長速度不一的一個重要原因（Lin, 1999）。

同樣的，Noffke 和 Zeichner（1987）分析澳美等地的教育行動研究與教師行動方案發現：教師的反思有助於自己對專業知能與角色定義之改變、教師自我價值感和自信心的增加、教師覺知其教室問題敏感度的提高、教師對學生的學習過程與結果瞭解程度的提升，這些改變即代表著教師的專業成長。因此，本研究將以提昇教師的反思能力作為教師專業發展活動的主要核心。反思的內容可以是：從這個教學活動自己學到了什麼？這個活動若要執行於自己的教室需作何調整？自己與其他教師的互動如何？如何與其他教師達成共識？...等等。

二、理論與實務結合

除了「行動與反思並進」是教師專業發展的動力，「知解與行動合一」亦是教師專業發展活動不可或缺的一環。知解與行動合一是「做中學」的理論，從教師專業發展的觀點，「知解與行動合一」被解釋為「理論」與「實務」要密切結合。過去傳統的專業發展活動模式是由理論進入實務（theory-into-practice）（Russell, 1988）。一個教師必須先擁有教育理論，才能進入教育現場執行教育行動，教育實務變成是為了「驗證」或「應用」教育理論，也就是知解而後行動。傳統專業發展活動模式所採取的假設是：教育實務是在擁有教育理論之後發生的。然而，這個假設並不被許多教育行動研究的提倡者所支持（McNiff, 1988; Russell, 1988; Schon, 1983）。Russell 主張理論與實務是單一活動的兩個交替面向，而不是各自獨立的領域；Schon 則認為教學實踐是複雜的，而學理的知識是單純的，兩者無法直接對應；McNiff（1988）也認為教育行動研究可能忽略實際的考量，所討論的主題無法符合教室中充滿許多挑戰性的突發狀況。教師的反思是檢驗教育行動研究報告效度的重要依據，在質性研究中，可藉由理論敏感性摒除自我主觀的偏見或定見，以客觀的態度從事詮釋、判斷與作決定，所以教師專業發展活動模式應該採取「知解與行動合一」的假設。基於此，本研究不沿習以傳統的教師進修教育方式，不主張以教師被動的接受專家或教授所傳授的理論，



然後進入教室作理論的驗證之進修模式；取而代之的，本研究採取以理論與實踐結合的假設執行一個協同行動研究，以協助發展教師的反思能力及解決教師在數學教學實踐時所遭遇的問題。

三、撰寫數學日誌是提供教師反思的途徑

┃教師的數學日誌 (mathematics journals)

一般教育研究領域常用來協助成人學習、促進職前及在職教師反省與專業成長的有效途徑是「札記反省法 (journal reflection)」(Kerka, 1996；陳美玉，1998)。透過札記的反省，引導教師做專業的反省，進而達到專業成長的目的。在本研究之數學日誌一樣具有與札記相同的特質與功能，它通常是在行動之後才進行反省的；它記錄的內容是有關思考、行動、信念、及態度等與數學活動相關的經驗，從中促成新舊經驗間的關聯，而促成個人的成長；它記載的方式強調特定事件的描述、分析、與反省，以促進理論與實踐的結合；它是以個人的行為、策略、思考、價值、與信念，作為反省的對象，反省其適切性，提供下一步的行動依據 (陳美玉，1999)。

┃撰寫數學日誌是教師專業發展的重要活動

在教師專業發展的活動中，教師是一位學習者，教師學習如何教數學就如同學如何學習數學。數學日誌能提供心智運作的空間，將抽象的心智活動外顯化與具體化，亦即，教師將實際經驗所獲得的認知，在有意識的狀態下，付諸理性的反芻 (陳美玉，1999)。如果教師經常對自己的教學做反思，則非但能改進教學，而且也比較會鼓勵自己的學生對學習作反思 (Cobb et al., 1997)。數學日誌就是用來表達教師對自己的教學材料的瞭解、教學方法的實踐、學生的理解等方面所做的反思的一種書面形式。

許多的研究指出：教師的數學日誌確實能促進教師的專業發展 (Burk & Littleton, 1995；Castle & Aichele, 1994；Chapman, 1993；Lin, 1997；Robinson & Adin, 1999；林碧珍，1997；林碧珍，1998)。諸如：Burk & Littleton (1995) 在暑假期間要求參加三個星期的代數先修課的研習的 30 位教師使用數學日誌，並期望這些教師開學後能實踐數學日誌於自己的代數先修課的教學中；結果發現：教師的數學日誌是用來促進教師專業發展最有效的策略之一。Chapman 要求參與研究的九位中小學教師撰寫個人的教學敘事並進行反思；結果發現：教師利用寫自傳的方式，有助於教師瞭解教學行為的意義，使教師的教學策略比較有彈性 (Chapman, 1993)。Robinson & Adinu (1999) 以透過數學日誌提供給 45 位七年級的在職教師對教學做反思，研究發現：數學日誌確實能幫助他們瞭解自己的角色、小組合作的重要、瞭解到自己的反思與學生的反思的重要。林碧珍以個案研究的方式探討一位七年級的教師參與一個中學數學專業成長計畫方案的成長，發現數學日誌提供給教師自我反



思的機會，讓此個案有機會反思過去自己的數學學習及教數學的經驗，更能促進此個案對數學概念間的連結（Lin, 1997；林碧珍, 1997）。數學日誌除了在進行教學中，教學者可以觀察學習者的行為反應而作即時的反省及教學的調整外，也是用來作為評量職前教師的學習方法之一。林碧珍（1998）曾經以職前教師的數學日誌分析他們的在數學科教材教法課程學習的感受、所受的感動、及他們的數學學習觀與教學觀的改變，並作為教學者教學實踐的反思，數學日誌也用來作為職前教師修習這門課程的評量方法。

以上的文獻指出：教師的數學日誌的功能，從撰寫者的立場能對自己教學、學生的學習、及教材內容做深入的反思，它是進行數學溝通的一種方法，它能促進教室中學生與教師，學生與學生之間互動的品質，使自己的教學決策更具有彈性；所以，撰寫數學日誌可能是促進教師專業發展的有效方法。因此，本研究提供機會讓教師使用數學日誌，引導教師對教學實踐進行反思，期望能提昇教師的反思能力，以促進教師的專業發展。

參、研究方法

一、教師數學專業成長團體

參與本研究組成的教師數學專業成長團體成員共十三位。成員包括研究者和來自新竹市「車站」（暱名）小學的兩位行政人員（張教務主任和註冊組長芬芬）、三位二年級教師（菁菁、素素、玲玲）、五位三年級教師（又又、英英、友友、玉玉、芳芳）、和二位實習教師（新新、敏敏）。兩位行政人員的角色主要是提供參與教師在行政方面的支援，及給予教師們精神上的鼓勵；兩位實習教師正好是研究者的輔導實習教師，成長團體的活動是他們學習的機會。二年級和三年級的八位教師是本研究的主要核心參與者，他們被邀請出席數學成長團體的討論會，他們被鼓勵在教室中實踐從成長團體所建立的共識，或檢驗自己所堅持的歧見於教室情境中。因此，本文以八位核心參與的教師數學日誌及其他相關資料進行分析。

數學專業成長團體成立的主要目的，在於幫助教師解決數學教室中有關數學教學與學習的問題。每位成員持有相異的背景、經驗、信念、及知識進入這個團體，研究者被期望持有較多的理論進入成長團體，以得到教師現場教學的驗證；同樣的，教師被期望持有較多的實務經驗進入此團體，以獲得理論的支持與合理性的確認；理論得到實務的驗證，實務獲得理論的支撐，理論與實務的密切結合，是這個數學成長團體的特徵之一。其中的一位，我，從研究的觀點，是研究者的角色，必需擔負延續這個數學成長團體生命的要務；從教學觀點的角色，是教師們的共同學習伙伴。為使讀者從閱讀中啟發行動研究之「感性」目的，能引起共鳴，因此在本文中之研究方法與研究發現章節，以“我”而非以“研究者”自稱。為使教育研究透明化，獲得教育研究者或教師的交互反省，因此在本文之始末章節處，仍以一般教



育研究論文沿用的研究者一詞。

數學成長團體討論會是成員共同學習、分享心得，引發數學教學與學習的問題，和解決數學教學問題的地方。討論會定期於每週一下午舉行，所有成員被要求出席參加成長團體討論會，因為每位成員的參與，對數學成長團體的討論會都是同等的重要。讓每個人熱愛數學成長團體，是我維繫這個團體生命所要努力的目標；讓每位成員覺得數學成長團體，是我們共同解決數學教學問題，也是我們互訴心聲的地方，是這個數學成長團體的最高理想；讓每位成員以「好東西與好朋友分享」的原則，踏進我們聚會的地方，是每位成員必須達成的共識。

我們是維護教師專業尊嚴的一群，因為我們每位成員擁有一份對教育的熱忱與敬重。既是如此，每一位成員的經驗、觀點、意見、或建議，只要是有助於成長團體成員教學的改進，我們都很珍惜；經驗的分享與觀點的交換，是促進成員智慧成長的途徑之一，因此我鼓勵每位成員，在想表達意見時，不要猶豫也不要擔心對錯、合理與否，因為我們的成長團體在進行意見溝通討論時，沒有特定的權威者；理性的爭辯是當我們的意見有衝突時尋求達成共識的唯一管道。當成員之間的討論有歧見發生需要達成共識時，我們所依據的判準是教室現場的學生所發生的學習，而非以我是師院教授的學術權威身份，亦非持以人數較多的小學教師之人多勢眾為由。嘗試維持團體討論中每個人發言的「平等」機會與權利，是我主持成長團體討論會一貫秉持的原則，因為我們認為：彼此的「分享」是維繫成長團體討論會生命力的泉源，是製造意見衝突的源頭；因此每位成員必需秉著「「分」是我們應盡的義務，「享」是我們應享的權利」走入這個數學成長團體討論會。

發展教師的數學評量知識是這個數學專業發展團體的發展項目之一。為達成此目的，教師之多元評量知識的建立與實踐，成為是今年數學成長團體進行的認知活動之一。另外，由於八十二年數學課程與教學改革的實施，尚未同時推動評量的配套措施，所以為使課程、教學、與評量三者整合，落實課程的改革，因此，多元評量方法被考慮為這個數學成長團體的發展重點。

學生學習歷程檔案的建立與實踐，是本研究提倡多元評量方法的具體實踐活動之一。學生學習歷程檔案，以長期的方式收錄學生的學習資料，能縱貫地觀察學生的長期學習歷程，除了能觀察到學生的學習過程之外，發展教師編製或擬出高層次思考的數學題目的能力，是數學成長團體提倡多元評量的目的之一。因此，教師被鼓勵去實踐學生的數學日記，作為學生學習歷程檔案的主要資料。所謂學生的數學日記是在每次教學活動進行完之後，由教師依據教學活動目標自行編製比較具有高層次思考的數學題目一至兩題，讓學生在教室中或回家完成，以作為家庭作業的一種書面形式。有關教師實踐學生的數學日記，及學生的數學日記如何影響教師的教學與學生的數學學習，請參閱文章林碧珍（2000，2001）；林碧珍、施



又齡、陳姿靜（2000）；林碧珍等人（2000）。

除了教師定期每週參與數學成長團體的討論會、實踐學生的數學日記外，教師每次針對討論會的內容或最近一週內對數學教學的實踐作反省所完成的數學日誌、及教師寫給我的一封信等方法，都是本研究用來蒐集有關教師反思的內容及反思層次上的轉變的重要證據。

二、實踐教師數學日誌的過程

成長團體的教師之有關數學日誌知識的建立是透過成員的討論或辯解的活動所獲得的共識。在數學日誌實施的初期，在形式上、功能上、及內容上仍然捉摸不定，我們沒有範本也沒有格式可參考，「從做中學」是本研究協助教師撰寫數學日誌所秉持的學習理論，從教師實際撰寫的經驗及其他教師的經驗分享及意見提供，是作為教師形成數學日誌的格式及內容的方法。

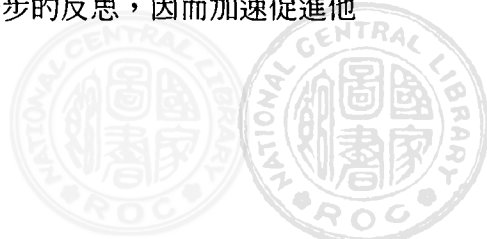
本研究涉及的教師數學日誌具有兩個層面的意義：對撰寫數學日誌的教師而言，在於提供機會讓教師對數學成長團體討論會上的討論議題，再次地反芻或更深入的延拓思考，以能促進教師的專業成長。對閱讀教師數學日誌的我，一方面團體成員以真實的描述對研究問題的探索、聚焦過程、和所有反省、討論、問題解決等心路歷程，所保持的記錄，可以幫助我瞭解研究的內容，是否符合教師的需求性，以作為我的自我性反思；另一方面，成員客觀描述自己的教學實踐所作的記錄，將是作為瞭解與說明教師長期的專業成長歷程的主要來源之一，是撰寫研究報告的主要素材。

（一）當在實踐教師的數學日誌時，我曾經思考的一些問題

雖然許多文獻指出：札記反省法或撰寫數學日誌，能引導教師的反思，以促進教師的專業發展，但它卻是費時費力的。它又是教師過去所沒有的經驗，因為教師在未執行數學日誌之前，並沒有機會去體驗撰寫數學日誌的益處；對教師實踐數學日誌，我的預測是遭到教師拒斥的可能性相當高。因此，當我在實踐教師的數學日誌時，我曾經思考過一些問題，這些問題是：我想要教師從撰寫數學日誌的過程中獲得什麼？我想要從閱讀教師的數學日誌中獲得什麼？我應當如何開始實踐教師的數學日誌？數學日誌能促進教師的思考嗎？

1、我想要教師從撰寫數學日誌的過程中獲得什麼？

因為教師在進行反思時很難把自己的所作、所為、所思、所想、所感加以分離（Dadds, 1993），所以，我想讓教師從寫數學日誌的過程中，能以接近最自然的說話方式，不受任何限制與約束的情況下，呈現自己的思考過程、抒發自己對成員的感覺、表達自己對數學成長團體所賦予的感情與情緒。教師能從撰寫的過程，提昇他們對實踐的反思能力，進而增進他們的專業成長，是我對每位成員所期望的。我也想要成員從撰寫數學日誌的過程中，能和職前教師一樣確實感受到數學日誌有助於他們的教學實踐做更進一步的反思，因而加速促進他



們的數學教學觀和學習觀的改變或重新建立（林碧珍，1998）。更重要的是，我想要成員先體驗從撰寫數學日誌所遭遇的困難亟需待援的感覺，做為他們在協助學生撰寫數學日記時所遭遇的困難，能體驗學生遇到困難時需要他們協助的感覺；因為，數學成長團體協助教師撰寫數學日誌時所遭遇的問題，如同教師協助學生撰寫數學日記時所遭遇的問題一樣。這樣的經驗，將有助於他們去幫助學生撰寫數學日記。

2、從閱讀教師的數學日誌中可以獲得什麼？

在實踐教師數學日誌的活動中，我扮演著兩種不同的角色—研究者與實踐者。研究者將「如何協助教師撰寫數學日誌」視為是一項研究工作，去瞭解教師撰寫數學日誌時遭遇了哪些問題？如何解決這些問題？本研究將實踐教師的數學日誌視為是一個研究問題，其理由是：撰寫數學日誌不是教師原有的經驗，不是他們熟悉的一項工作，因此他們必然將會遭遇到相當的困難與阻礙，故他們在使用數學日誌時可能需要研究者給予協助與支援。另外一種角色，實踐者，關心的是實踐教師數學日誌的自我反省。

本行動研究從兩個階段探討「從閱讀教師的數學日誌可以獲得什麼？」，其中一個階段是在數學日誌實施之前，我的行動計畫是為解決：「我想要從閱讀教師的數學日誌中獲得什麼？」，諸如：我想從教師撰寫日誌的體驗知道他們撰寫日誌的感受；想知道什麼是他們樂於呈現在數學日誌中做深入闡述或反思的內容，也想知道成長團體討論會上討論題材對他們的適切性。另一個階段是，在實踐數學日誌的過程當中，去瞭解「從閱讀教師的數學日誌，可以獲得什麼？」，諸如：記錄在數學日誌中的題材因人而異、教師們對數學成長團體討論會上討論題材的回應等。

3、我應當如何開始實踐教師的數學日誌？

在教師尚未開始進行數學日誌的撰寫時，我以下面兩個理由說服教師使用：(1)數學日誌可以培養一個人的反思能力；(2)能幫助個人看到自己的過去，當一個人想往回看昔日的自己時，數學日誌就是個人歷史的最好記錄方式；當從自己過去的日誌開始一直往近期的日誌閱讀時，唯有數學日誌是能幫助一個人感受到自己成長與改變的最好途徑；或是，當成員們要描述自己的成長的具體事例時，數學日誌可能是為自己留下有關數學教學痕跡的最好記錄工具。撰寫數學日誌之必要性的體會，深深地烙印在前一年參加數學成長團體的成員，去年期間，由於成員沒有被要求撰寫數學日誌，故當成員要撰寫個人的自我成長報告時，難以往回溯過去一年個人走過的痕跡及自己的成長歷程（玲玲，晤談記錄，881218）。

我並不以說理的方式直接介紹數學日誌的格式、內容、與功能，而是鼓勵教師先力行撰寫數學日誌；我也不想給成員們覺得寫數學日誌是被強迫的，不要為寫數學日誌這一件工作而寫，而是希望他們能從寫數學日誌的過程中，能感受到數學日誌是留下自己曾經思考過的記錄，也能體會到它的重要性；我也希望教師的數學日誌不要只是為了教授（我）而寫，更



要為他們自己的成長而寫。因為我採取的觀點是：從做中學的學習理論，所以，剛開始，教師們被要求針對第一次的討論會內容撰寫成數學日誌；先從實際撰寫的經驗中，再去討論他們寫數學日誌時會面臨到什麼困難？如此，他們才能夠對於待解決的問題提出具體的解決方案。

我預料教師在寫第一篇數學日誌時，無論在格式或內容上會有不知如何著手的困擾，而且在內容上可能涉及的反思成分極為微薄；因此我們必須花時間來討論如何寫出一篇涉入較多反思成分的數學日誌。我知道教師的共同分享是需要的，故利用第二次的數學成長團體討論會時間來分享每一個人的數學日誌。這些討論問題是：(1)數學日誌可以包含哪些內容？(2)數學日誌的功能？(3)數學日誌的格式是什麼？除此之外，為了能讓成員們能有機會閱讀到比較完整的數學日誌，因此我以「身教重於言教」的原則，也撰寫數學日誌，這篇研究者的數學日誌的詳細內容呈現於【一篇數學日誌揭開數學成長團體的序幕】一文（林碧珍，2000）。

我知道教師的數學日誌若沒有得到任何的回饋，必定無法維持長久。我所採取的策略是：個個擊破。這樣一方面可以提醒教師每次記得帶著針對上一次討論會內容的數學日誌走入成長團體的討論會；另一方面，可以革除一個人習有的惰性。每次討論會結束的當天晚上，我一定閱讀及眉批教師的數學日誌，並對教師在日誌中提出的質疑或問題作即時的回應，以讓教師感受到我很重視他們的數學日誌，以促使他們能更願意用心撰寫，因為我對教師的回饋態度就如同教師對學生的回饋，會大大地影響數學日誌反省的品質（Kerka, 1996）。次日，我必將教師的數學日誌置入每一個人的資料夾中。

一個月後，我已能掌握哪位成員的數學日誌僅是描述一個事件的現象或複製他人的觀點，而涉入較少的反思成分，也為了讓成員有機會閱讀我對他們提出疑惑所作的回饋。因此，在每次的討論會時，我攜帶三位教師的數學日誌讓他們有機會閱讀自己及其他成員的數學日誌，在閱讀其他成員的數學日誌的同時，他們被要求去找出哪些例子是屬於數學知識成分？那些是反思成分？那些內容是在討論會上提出的？哪些不是討論會上的內容？

兩個月後，11月22日的數學成長團體討論會，讓每位教師再次地閱覽及回顧自己的數學日誌，這次的目的是要提昇數學日誌的品質。我以「反思的反思」理念，來提昇教師的反省能力，並期望透過這次的反省，能幫助教師從下一次的數學日誌，涵蓋更多有關學生的學習與數學的教學，並能融入更多自我反省的題材。由於教師在閱讀自己的數學日誌後，可能會有自我反思發生，為了能讓我看到成員的自我反思，因此每位成員被要求寫一封有關於看到自己的改變與成長的信給我，此一過程是提供給每位成員進行「反思中的反思」機會。當教師在閱讀數學教學日誌時，必須從數學日誌中去搜尋哪些是屬於學生的數學學習、數學的教學、數學的內涵、自我反思，及自己的成長與改變。



參、研究發現

本章節主要在於呈現針對有關實踐教師數學日誌的研究問題，透過問題研究、澄清情境、發展行動策略與實踐、修正行動策略、再實踐的研究歷程。首先，描述數學成長團體成員所討論出的數學日誌格式與內容；其次，描述撰寫數學日誌對教師反思能力的影響，資料來自在團體討論會上的談話內容及教師寫給我的一封信的現身說法的自我成長報告，數學日誌在此被視為是提昇教師反思能力的策略；第三部份，從我閱讀教師的數學日誌，來描述教師的成長與改變；數學日誌在此被視為是資料蒐集的工具。

一、教師數學日誌之格式與內容

數學成長團體成員的數學日誌的誕生，我採取的立場是：成長團體成員的數學日誌格式及內容並非由我直接提供範本給成員參閱，亦非由我給予規定；取而代之的，舉凡自數學日誌的格式、內容、及其功能等，皆是教師們的經驗匯流及經過團體討論會後達成共識的結晶品，格式及內容是否需要採取統一的格式，如此的決定是成員們在討論會上共同協商所達成的共識。我們發現到，每位成員的第一篇數學日誌各以不同的格式、不同的內容撰寫，獨具其風格，但在內容上堪稱貧乏。從如此的分享過程，每個人學習別人的經驗，延拓了自己的觀點與作法，並藉以對數學日誌的格式與內容這個議題，進行更進一步的自我反思；更有意義的是，這樣的分享過程幫助了我們每位成員找到適合自己認為比較理想的數學日誌撰寫格式及內容，能讓每位成員的下一篇數學日誌，以更充實的內容、更具有思考成份的方式來撰寫。

在初期，數學成長團體成員經過一次的討論會，對數學日誌的格式及內容所達成的共識是：不拘泥於數學日誌的撰寫格式，每一個人可以依自己的需要選擇自己喜歡的格式撰寫，他們認為若按照既定的格式撰寫，自己的思緒極易被切割成片段，缺乏統整性。他們認為數學日誌可以是以事件為單位做詳盡的敘述、以條列或摘要方式來呈現內容；有些教師樂於將關心的重要內容轉換成以問題的形式呈現；有些教師習慣以時間序列作為貫穿數學日誌內容的方式，例如：菁菁在第一次討論有關數學日誌的格式及內容時，在討論會上提到：

我習慣以條列式的，把討論的內容先記錄下來，讓我再回想上次當初大家講的話，另外的一部份內容是把目前的討論與過去的教學做一個比較，所以我的數學日誌題材，不只是侷限於今天所討論的內容，還包括一個禮拜來教學遭遇到的問題（菁菁，討論會記錄，880913）。

教師在經過互相閱讀其他成員的數學日誌後，他們提出可以成為撰寫數學日誌的題材包



括：反省自己過去的經驗、對其他成員的感覺、回應其他成員的觀點與理由的補述、對較為深刻的會議內容再次反思所衍生的新問題、對數學教學和學習的反省、自我期許等。然而，基於第一次的撰寫經驗，有些成員以耗時耗力為考量，不認為以詳細完整的記錄方式呈現在數學日誌上是最好的形式。

故而，往後的數學日誌，每位成員各自針對每一次討論會內容，採用適合自己的格式與內容，在內容上可以不侷限於認知上，也可以包括情緒的、感受的、態度的、價值觀的。例如：我看到菁菁前幾次的摸索，直到9月27日她才固定了自己的格式，將成長團體討論會上的討論主題融入在「討論後的反思」標題，在此標題下，再細分為若干個小主題，每個小主題是在闡釋曾經在討論會上爭辯過的重要觀點，及僵持在討論上較為持久的交流意見。成員間在經歷成長過程之中的辛酸、挫折、沮喪、互相扶持、互相勉勵，很自然的也陳述在他們的數學日誌裡；同時，從他們的內容中，我也感受到他們因為自己的努力付出，得來的那份喜悅、歡樂、與滿足感。例如：菁菁在10月18日的日誌上，描述了同事給她的關愛，在10月25日的日誌上寫著對自己勉勵的話：

芬芬和又又再次的關心我的感受，深怕大家的言論對我造成打擊。其實他們不用擔心，因為討論會是在幫助於我看清楚自己的問題，我的問題在於對學生為本位的認識不夠，而非能力不足。有信心導正自己錯誤的認知，與糾正一些教學上的問題，才能幫助自己著眼於學生的學習和思考歷程（菁菁，數學日誌，881018）。

聽著又又侃侃而談，研讀教學指引的過程，實在汗顏，下次不該把國編本的教學指引上那些冗長說明文字跳過了，要再用心加油才行！（菁菁，數學日誌，881025）。

二、撰寫數學日誌提昇了教師的反思能力

數學日誌對教師的反思能力的影響，主要是從撰寫者的立場，由撰寫數學日誌的過程中及事後回顧閱讀自己的數學日誌兩個層面，依據教師的實踐經驗的體會及感受來說明；因此，此部份的資料比較是屬於教師現身說法的自我成長報告，這部分的資料可以從蒐集資料的兩種方法進行分析，以克服單一方法的固有偏見。第一種方法是教師第一次實際撰寫的經驗並進行交換閱讀其他成員的數學日誌之後的討論會會議記錄。第二種方法是實踐教師數學日誌兩個月後，教師被要求閱讀自己的數學日誌後寫給我的一封信。

（一）為了要教師探討「為什麼要寫數學日誌？」的第一次討論，本研究特別考慮將這個討論主題放在教師寫了第一篇數學日誌及隨後交換閱讀其他成員的數學日誌之後，才舉行的。從初期的數學成長團體討論會記錄整理分析，他們提出寫數學日誌對他們的幫助是：對於在成長團體討論會中曾經發言的成員，在撰寫數學日誌的過程中，可以針對自己在當時表達的



想法或觀點是否足夠完整或適當，再次進行反思；同樣的，在討論會中羞於發言或自己的思考無法跟進討論流程的成員，因當時沒有提出自己的看法，透過撰寫的過程能將原先不完整的觀念修補得更好，使自己在討論會上霎那間閃現的雜亂思緒，整理得更有組織。例如，下面的一段話是芳芳老師在第一次交換閱讀及討論其他成員的數學日誌的討論會上表達了寫數學日誌對她的幫助：

寫數學日誌對我的幫助很大，因為我在聽大家講一些事情的時候，我不見得會馬上反應，因為我會覺得我想的不夠週延，我會在心中一直想。其實腦中是很雜亂無章的，可是透過寫的過程，我會再重新建構整理出自己的思緒（芳芳，討論會記錄，880913）。

(二)在撰寫數學日誌的當時，提供給教師再一次的重新思考或釐清原有的想法與認知，能促進教師對教學的反省，這樣的具體例證曾經描述在又又老師的數學日誌上，她曾經說明自己因為在撰寫數學日誌當中，讓她有驚喜的新想法出現。她描述著：

在9月6日寫數學日誌時，寫到自己的教學例子，自己才恍然大悟，原來舒閔之所以在當時的教學中，會堅持自己寫的“1109”是“1190”，是因為位值概念尚未發展成熟所致，但在當時的教學情境中，自己並不曾意識這個狀況，而是寫數學日誌時，才突然發現的，令我非常驚喜！（又又，數學日誌，880906）

當在分析又又該天的學生數學日記時，玉玉老師提問：「孩子是不是可以畫一個1000？」在討論會中，又又老師只單純的對自己的佈題加以回答：「孩子只允許用100、10、1三個數字來表示，在題目中給予這樣的限制，以培養孩子對於數學的量感。」然而在寫數學日誌時，又促成了又又老師對教學有更深一層的反思，她描述著：

「當我在寫數學日誌時，我才意識到我想培養孩子的量感，是讓孩子感到1900和1000等數字是這麼多，但並沒有想到：孩子因此而更加地感受到並了解到：10個100等於1個1000，並且在表徵時，會主動的把它們圈起來。在孩子會主動把1000圈起來時，我是很高興孩子會如此地加以區分，知道他們已稍具位值，但接下來呢？我就不知道該如何繼續引導了！」（又又，數學日誌，881004）

(三)教師閱讀自己的數學日誌後的反省所寫成的一封信，有如教師的自我成長報告，能幫助教師提昇他們的反思能力，這樣的過程，比起以教師憑空去回憶過去的實踐過程，及憑空要求教師描述自己過去與現在在信念和行為有何改變，要來得具體完整。從他們寫給我的一封信中所進行的反思內容，可以歸納為兩類：對自己撰寫的內容進行反思、教師看到自己的成長與改變。

1、對自己撰寫的內容進行反思

從教師閱讀自己的數學日誌來回顧自己過去的兩個月的數學日誌，我發現到教師常將自



己的自我反省與檢討記錄在數學日誌上，諸如：友友在內容上，時時警惕自己必需革除自己不按時撰寫的惰性；有些成員閱讀自己的數學日誌後告訴自己，記錄上除了包含對當天的討論會內容外，還要包含對自己在數學教室中遭遇的教學問題。

從每位成員寫給我的一封信的內容中，我發現到教師從頭閱覽自己兩個多月來的數學日誌，幫助了教師學習何謂「反思」。要求教師從頭閱讀自己撰寫的數學日誌，並從日誌中圈出屬於反思的部分、有關學生學習的部分、有關教學的部分，這樣的機會是協助教師豐富數學日誌上涵蓋較多的反思成份的關鍵性時刻，幫助了他們重新釐清「反思」的意涵；從圈出數學日誌的過程中，教師們察覺到在開始時，自己撰寫的數學日誌，並未把反思的焦點放在『談數學』，即談論有關數學教學與學生學習；同時，他們也發現到自己的數學日誌缺乏對行動的自我反思成分。雖然「反省」「反思」「省思」三個語詞對每一位教師都不陌生，大多數教師的「反思」都停留在重新複製別人的觀點或以別人的觀點，客觀的「鏡射」到自己的經驗，但缺乏對其中的矛盾、衝突、與不合理之處，予以批判與分析。透過這次閱讀自己的數學日誌，幫助他們察覺到自己在過去並沒有真正瞭解自我反思的意義，他們發現自己過去兩個月來撰寫的數學日誌，在內容上是冗長卻是貧乏的。例如：下面的每一段話分別是嘉嘉和英英當他們被要求從自己的數學日誌中找出屬於自我反思部分，才覺察到自己的數學日誌欠缺的是反思成分。

當時教授要我們自己用筆圈出自己的日誌中屬於反省的部份、數學內容的部份、或教學學習問題。我實在搞不懂哪些是屬於反省的部份。我寫下的內容不都是反省的部份嗎？在我的數學日誌中，因為找不到這些部份而讓我開始慌了，看著身旁的又又老師每一頁的日誌都朱墨爛然，才知道我的日誌內容是那麼的空洞，即使有反省的部份，那也只是把別人的經驗吸取下來，再做一次的敘述，而非自我的反思（嘉嘉，數學日誌，881122）。

由這次反省自己的數學日誌的活動中，讓我知道往後寫日誌的方向，也讓我體會到什麼是屬於自己的東西，什麼是屬於別人的智慧結晶，只有真正的去檢討自己的東西，才會得到最大的成長（英英，數學日誌，881122）。

下面是兩位教師嘉嘉和又又記錄在他們的數學日誌上的部分內容，是關於在10月11日成長團體成員之一玉玉老師進行三年級的兩位數乘以一位數的乘法教學的教室觀察及教學檢討會上的討論議題。從兩位教師對相同題材的反應敘述，可以比較出他們涉入的數學內涵極為不同，及自我反思的程度也有相當大的差異。又又老師的數學日誌談論比較多數學內涵，涉及比較多的批判性思考，而嘉嘉的數學日誌比較多是屬予複製別人的觀點、或以別人的觀點或經驗當成是自己的一面鏡子：

...玉玉老師上課時所用的佈題，是她自己想出來的，讓人覺得創意十足，不過题目的難



度對孩子來說是高了一點，但孩子在剛開始解題時，大致都能朝向玉玉老師要他們的方向去思考，由此可以看出玉玉老師和學生之間的默契。可惜的是很多孩子在思考 12 種飲料上，思考就僵住了，讓原先預期的教學效果大打折扣了，玉玉老師的問題出在對教師指引中的單位量轉換認知的不足，這讓我明顯的感受到教師對於教材的解讀或認知上的差異，會直接影響到孩子們所學的。....（嘉嘉，數學日誌，881011）。

...看到玉玉老師的教案，實在令人詫異，這題目對三年級學生而言實在是太難了，我不清楚孩子到底是否能真正理解乘法的意義。就連我對這題目都搞不清楚，所以我就認定它是與配對問題有關。但是我這樣的觀察仍侷限在表象，不夠深入的直覺判斷。一直到在討論會上教授呈現出她以前的乘法結構問題研究的報告結果，才讓我們瞭解到：配對問題是在乘法的結構類型中最難的。我的直觀判斷才因此得到理論的支持。另外，教授也說明了：一個盤子有 3 個蘋果，6 盤有幾個蘋果？孩子可以利用舊有的經驗來達成，但是組合的問題，是孩子的數學學習經驗尚未建立的，所以孩子遇到這樣的例子，不知該如何去解？這是教授的見解，也使我們在教學上可以更加細膩的來處理這樣的教材。

玉玉老師在反省自我教學時，提到：以前教乘法是 $3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 3 \times 6$ ，讓孩子去加加看，並對照九九乘法表查查看，但是這樣乘法的教學只是答案相同，並不表示對乘法意義及概念的掌握，那麼「 $3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3$ 是否等於 9×2 呢？」我想，孩子會以為答案相同，就是乘法的意義，那乘法概念的建立是會發生困難的。「 3×6 」是代表 3 有 6 個，有 6 個 3 的意思，是 3 的 6 倍，而非答案的相同就是乘法。另外單位量是一位數和二位數，不是在區分乘法意義的不同，而在解法上及認知層次上的不同。....（又又，數學日誌，881011）。

從以上的資料顯示，教師閱讀自己的數學日誌確實有助於他們的自我反思能力的提昇，也讓他們感受到撰寫數學日誌的重要性。因此，在往後的數學日誌所撰寫的內容涉獵較多及較深層的數學內涵。例如：在觀察「幾個百和幾個百是幾個百」單位之間的轉換的教學目標後，敏敏及玲玲老師所撰寫的數學日誌內容為：

「對又又老師的說法我有一些意見，記得上學期在新新老師的教室觀察三年級的「三位數 \times 一位數」的教學時，當時新新和又又老師為了幫助學生建立位值概念，所以直接藉由操作錢幣來記錄算式，與指引上要求學生的各種解題類型出現的理念不同，而且又又老師還提到學生因為直接由連加法解決三位數 \times 一位數沒有任何的困難，這樣的說明，使我對於二位數加法的討論感到很矛盾。」（敏敏，數學日誌，890315）。

我覺得很納悶，建立位值概念，重點應該在建立位值的轉換，例如：學生應該在算出是 36 個百後，能換算成是 3 個千 6 個百，而不是只算出 36 個百後就好了，因為



這不是再算二位數的加減；況且又又老師自己也說了，班上的孩子以前做過幾個十加幾個十的時候沒有問題，但是，像從 23 個十轉換成 2 個百和 3 個十就有問題，所以實際上的重點是在位值的轉換。（玲玲，數學日誌，890315）。

(2)教師看到自己的成長與改變

教師從自己的數學日誌上看到自己在參與數學成長團體初期，在內容上不外乎描述對其他成員的感覺、回應其他成員的觀點、或衍生新問題、自我期許等；實施兩個多月後，他們發現自己的數學日誌記載內容也逐漸地在改變。例如：除了在篇幅逐漸增加外，自我的反思層面也逐漸地在擴張，而且也感受到成長團體給了成員們助力。又又老師翻閱著自己書寫的數學日誌，回顧兩個月以來她自己在成長團體所思所言，在初期，大都偏向於從既有的知識背景回應同事們對於教學或評量的疑慮；九月份的幾篇數學日誌也都偏重在數學教學部分較多，學生的數學認知部分固然也有，但是所佔的篇幅還是較少。直到十月中旬，回顧之中她才愕然發現學生的數學認知越來越多，數學內涵部分也增多了。

菁菁從自己的第一篇，接著一篇一篇的閱讀自己的記錄內容，雖然不自覺自己在成長，但從日誌上留下的記錄痕跡，她發現自己在教學信念及教學方法已經逐漸地在調適改變。

初期的數學日誌，大都是在描述自己對以學生為主的教學方法的探索過程，看到自己的教學無力感，逐漸從質疑、澄清、瞭解乃至目前的接受，然後漸入佳境。例如：對自己的教學愈來愈有自信，在佈題時會去幫助學生澄清題意，確認學生清楚題意後再進行解題；行間巡視時知道該去做什麼？有耐心的去等他們（菁菁的一封信，881122）。

另外的例子是，英英老師提到她的數學日誌中，一直到 10 月 18 日才看到自己將教學上的經驗及會遇到的困難都在數學日誌中呈現出來。英英說：「知道自己的困難在哪裡？」，這對她來說是一個很大的突破，在她的數學日誌中，英英已覺察到自己對教學方式有所改變，下面一段話是從她閱讀自己的數學日誌而寫給我的信上提到，她自己的在教學方法上的突破。

從這裡我看到了自己的成長，雖然只是在“看山不是山，看水不是水”的境界。至今，對自己的教學方式也知道如何改進的方向（英英的一封信，881122）。

雖然教師察覺到他們數學日誌內容的自我反思部分增加，這些反思的層面大都專注於教學方法實踐的反省與檢討。但是在成長團體討論會上曾被教師駐足較長的討論議題，部分教師仍然難以深入數學內涵或移向數學本質，將這些曾被討論的議題對著自己的數學日誌暢談；三個月之內只有又又和菁菁兩位老師發現到他們自己的日誌內容有逐漸地在數學內涵上著墨。更而，唯一覺察到自己的數學日誌中談論相當多的數學內涵是又又老師，而且她瞭解到數學內涵的釐清對教學的重要性。在信上她這樣寫著：



...在數學內涵上，這是我這兩個月以來收穫最多的部分，以往不覺得數學內涵對教學的影響，只覺得數學題目有難易的區別，對題目難易的區別是透過教學經驗累積所獲得的。但是在成長團體，由於對教學的討論，使得我看到另一層面的東西：就是「數學內涵，及其與學生認知之間的關係」。這時真的使我深深感受到自己的不足，於是開始自發性的研究教學指引。...（又又的一封信，881122）。

菁菁和又又老師由於經常在數學日誌上記錄著經過自己的再反省、批判在成長討論會上的討論內容，看到自己不同的記錄內容，代表著自己思考不斷的在轉變，逐漸地邁向更專業的路途；隨著時間的改變，他們逐漸地能陶醉於對著自己的數學日誌，自言自語的談論數學。菁菁以自己撰寫日誌的態度，來看待其它成員也如同她一樣，認為數學日誌對自己或別人都是最直接的幫助。她在數學日誌上這樣寫著：

如果我是敏敏，會很想也很願意看見別人數學日誌上對這次教室觀察的探討，對自己是最直接的幫助。（菁菁，數學日誌，881127）。

我發現到：從教師閱讀自己的數學日誌的自我反思的一封信中，由於他們已經有兩個月的撰寫數學日誌經驗，數學日誌對每位成員的影響，極為不同。願意用心投入、誠心而開放自我反省的成員，認為數學日誌的能幫助他們提供反芻的機會，幫助他們以去蕪存菁方式建立它們的思考。下面是節錄於菁菁的11月22日的數學日誌。

數學日誌最大的功用在於提供反芻的機會，是將自己一向只往前走的教學工作適時的停歇回顧、檢討、思索，看看自己，這是從來未有的經驗，因此從不覺得數學日誌是一個負擔。若每次的討論就這樣結束，可能如同參加一般的研習，只停留在“聽”“說”的階段，一、兩天就忘了，未放在心上。但透過數學日誌“寫”的過程，讓我再次去“想”，這時的思緒是綜合眾人之後的去蕪存菁與自我想法的建立、觀點的說明，在我認為這是很可貴的（菁菁，數學日誌，881122）。

三、從教師的數學日誌看到教師數學專業的成長與改變

閱讀教師的數學日誌，可以幫助我看到教師在數學教學觀的改變與數學教學知識的建立；亦可以讓我瞭解到教師透過數學日誌的撰寫，如何的增進他們的反思能力；可以幫助我知道下一步要做什麼？要如何做？

（一）從閱讀教師的數學日誌看到教師的成長與改變

1. 數學教學觀與數學教學實踐知識的改變歷程

幫助教師瞭解以學生為本位的教學，以適應八十二年數學課程的改革，是這個成長團體進行教師專業發展活動的主要核心。十二位小學教師中有八位是今年新加入這個成長團體，其中的一位是菁菁老師，過去已經使用三年的八十二年數學課程，在初加入時並沒有認同數



學課程的改革精神。在加入的初期，她與去年加入成長團體時的那群教師一樣，對「以學生為本位的教學」認知不足、對教材編輯理念認識不清。從菁菁參與數學成長團體幾個月來的專業對話，她所記載的一篇篇數學日誌內容，很自然的表露出她的數學教學觀的轉變，而且從字裡行間表達出數學教學觀點的改變的特徵及教學實踐知識的獲得。

剛開始，菁菁對以「學生為本位」的教學有諸多存疑及教學實踐的疑惑；然而，菁菁的存疑並不意味著拒絕接受以「學生為本位」的教學模式，而是，自己的認知不足，有待澄清。例如：菁菁在9月13日的數學日誌裡，提問三個問題：「以學生為本位的教學，該不該替學生做統整？」；「上台的小朋友只在說明自己的想法，而非整組討論的結果，他們不太會討論，而是各做各的，這跟年齡有關嗎？」；「上台發表想法的總是那幾個，該怎麼讓每個人都能上台說明呢？」。從數學成長團體進行的專業對話，逐漸地，幫助了菁菁看到自己的教學盲點。在9月27日的數學日誌上，她寫著：

以往，自己認為只要學生能說明算式填充題的意義，無論 $6 + () = 10$ 或 $10 - 6 = ()$ 皆可，不過經由林教授的說明才察覺到原本自己的想法有某些地方需要修正。林教授提出：「以學生為本位的教學雖然是開放的，但其最終目的仍是要提昇學生的數學能力，而非讓學生漫無目的的探索。（菁菁，數學日誌，880927）。

菁菁的數學日誌指出：自從開始進行教室觀察活動，是她建立有關數學教學與學生學習數學之專業知識的一個關鍵。自己的教學被觀察，就是提供了對自己教學的檢驗機會，及觀察其它成員教學有如一面鏡子般，讓菁菁瞭解自己過去的三年實施八十二年課程教學成效不彰的原因。當透過他人對自己教學的討論時，有關曾經存疑的問題，諸如：對學生在發表時教師問話的引導，及對數學概念之釐清，對菁菁而言，有如脫胎換骨般的頓悟。她說：

又又的一句話徹底的點醒我，又又說：菁菁的教學有一般的教學模式，但是內涵沒有呈現出來，的確，經過這次的討論才知道自己對建構式教學真正的內涵認識太少，只是如同一般教師使用基本的教學流程：教師佈題、學生討論解題、發表想法，卻沒有思考這些做法的真正目的，甚至在用這個教學模式，但給學生的數學觀念仍停留在舊課程裡，現在終於知道為什麼對新課程格格不入的原因（菁菁，數學日誌，881018）。

從精彩的討論「單位量轉換」，大家的想法都出來了，對自己最大的幫助是：藉由孩子的認知發展歷程，瞭解其在解題上的策略和表現。我領悟了一點：自己過去在使用以學生為主的教學，卻不知為何要用？怎樣用才能對學生有幫助？其實八十二年課程是以學生為主體的精神，其架構皆建立於學生的認知發展上，以數與計算的發展歷程（序列性合成運思期，累進性合成運思期，部份—全體運思期，測量運思期，比例運思期）來說，相同的問題，對不同階段的孩子有不同的解題策略。（菁



菁，數學日誌，881018)。

自從菁菁對以學生為本位的教學有了領悟之後，在11月8日數學日誌裡，顯示出她的數學教學實踐知識又邁入另一個成長階段：她能對自己的過去做反思並能提出具體說明自己過去的挫折與失敗。從11月15日的日誌中，從學生的學習表現更增添了幾許她對自己重新建立的教學方法的信心。

以往的教學經驗，每到月考總要幫學生複習、考試，出些複習卷回家做，這樣盡責，學生才能考好。不過這次月考前只讓學生做一張考卷，月考後卻發現大部份的學生都達成一定的目標，有些出乎自己的意料。雖然上課實際操作所耗費的時間，讓趕課的我心急，不過還是值得的。(菁菁，數學日誌，881115)。

到了期末，菁菁的數學日誌上顯露的是：她與學生共同成長的喜悅，她和學生共同營造一個快樂的數學課：

前幾天給學生一個數學日記的題目是：「上了這節課，您有沒有想跟老師說些什麼呢？」很多學生的回答是喜歡上數學課，上數學課很快樂...等等字眼，這也正是我的心聲，心情跟學生一樣～快樂得不得了～，我們逐漸走出痛苦、黑暗的摸索期，快要有光明的未來(太驕傲了!)，姑且不論他們的數學能力是否有進展，課堂上我們的互動讓彼此有信心，慢慢能去分享和思索別人的想法，我們以發展一套彼此合適且能接受的發表討論的模式，並不是我和學生有什麼突飛猛進的轉變，很多問題仍舊存在，只是對我而言，上完課後的感覺不再是沮喪、悲觀、無奈，在我眼中的孩子亦是如此。(菁菁，數學日誌，890110)。

2. 提昇教師反思的層面與層次

從閱讀教師的數學日誌顯示出教師反應在數學日誌上的反思內容越來越多，而且反思的內涵也逐漸地在改變。例如，在9月初，撰寫的內容偏重於討論會上主題(紙筆測驗與多元評量的不同，在數學日誌內容上及學生數學日記的素材)的描述，只有少部分的篇幅在相互回應教師的問題，也同時檢視到他們自己教學上的盲點及學生認知上的問題。到了十月初，數學日誌的內容會從成長團體討論的主題開始作深入的思考，也對教學上及學生認知作反省。成員反應在數學內容上會有如此遽然的改變，有可能是成員的反思能力愈來愈強，但是也很有可能是成長團體教師的第一次教室觀察就在這個時候，成長團體討論會上討論的內容涉及比較多的數學內涵，所以對數學內容及數學本質上的反思就更為頻繁。與九月份的數學日誌比較，十月份的數學日誌內容超越了僅對討論會主題的描述，而較多成分是涉及反思部分。而十月初與十月底在數學日誌上的反思最大的區別在於反思層次的不同。除了對教學的反思外，對學生的認知反省越趨於細膩了，能釐清數學內涵與學生認知之間的不同。又又以很自傲的語氣，描述有關她的思考是如此般的細膩與深入在數學日誌上：



回顧以往早期接受五年的專業訓練，自己只能依著課本，憑著自己當學生時的學習經驗來指導孩子，透過教學互動中，也只能看到學生一點點的不同思路，不像今日般那麼的深入與細膩（又又，數學日誌，881122）。

數學日誌逐漸的變成了我與每位成員個別之間的心靈互動，從互動的過程我更能細心體會每位教師的成長歷程。下面一段是我觀察到又又老師也以同樣的方式，作為她與實習教師談論有關數學教學問題的溝通橋樑。我也發現到幾位教師在上學期末，看完學生的數學學習歷程檔案，針對每一位小朋友的特質與學習歷程，也以類似的方式，寫給小朋友的一封信與他們進行溝通自己的數學學習進展情形：

...星期五和您談的：挫折中的反省。當時我想和您談的不是教得好不好的問題，每位教師在教學時難免會遭遇到一些令人挫折的事。...在去年的數學成長團體裡，教師常常要面對自我教學的反省與批判。初期，教師們在面對自我的挫敗時，會痛苦、會難過，甚至不敢面對自我，而選擇了逃避，適時的逃離，是暫緩的痛苦的方式之一，...其實生命中所難面對的不是他人的評價，而是面對自己的不完美，但是這部也代表著就是因為不完美，所以才要學習，才要成長嗎？這是我曾經的經驗，是真的很痛苦，但是痛苦，調適過後，很值得～（又又寫給實習生的信，880927）

（二）從閱讀教師的數學日誌知道下一步要如何做

教師在數學日誌上記載的內容幫助我去瞭解哪些數學概念對教師們較為陌生，由於每次收回的數學日誌，我必定當天閱讀並做完眉批。從當中，讓我搜尋到教師們仍有的疑問，利用下次討論會再次提出為他們做更進一步的澄清與解釋。例如：芬芬老師在數學日誌上表達了她在討論會上尚未完全瞭解「單位量轉換」的意義，而需要再一次得到協助，她這樣寫著：

今天討論「單位量轉換」新新老師努力的解釋半天，我還是有聽沒有懂，而且越講越複雜，說了半天就是「兩單位的互轉」，但是兩個單位互轉，當時明白，現在又不夠清楚，希望教授能夠再說明一次（芬芬，數學日誌，881025）。

進入成長團體有一年之餘的玲玲老師，在過去一年似乎認為自己能很清楚的掌握具體活動、表徵活動、與抽象運思符號之間的區別。玲玲進入二年級的兩位數加減單元的教學時，發現課本所呈現的題材方式，與她自己去年從成長團體中建立的認知互相衝突。她原先建立的認知，受到教材的編輯挑戰，由於自信心不夠，玲玲開始質疑自己新架設的認知結構網，也開始對成長團體討論上建立的共識產生信心上的動搖，她的這種矛盾與疑惑，活生生地描述在她的9月27日的數學日誌上：

...以前自己對以「○」表徵問題，一直很敏感，如以○○○○○×○○○不是表示 5×3 的意義。但現在似乎覺得自己的觀念很不正確，因為今年採用的課本，很多



是以圖形表示算式的，如 $3 + () = 7 \Rightarrow \bigcirc\bigcirc\bigcirc + () = \bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ ，要不就是以圖形代替，也不知如何向學生說明減法的情境，這是我很大的疑惑。（玲玲，數學日誌，880927）

由於有了這篇數學日誌，讓我瞭解到為何玲玲在進入數學成長團體第二年的初期，對成長團體的實踐活動總是遲滯不前的。數學日誌提供給玲玲有機會表達自己的疑惑與矛盾，才使得研究者知道如何去幫助她揭開她的迷惑，因而，玲玲拾回原有的自信心勇敢的繼續往前邁進。

從閱讀每位成員寫給我的一封信中，信中流露出，我在他們的數學日誌中寫給他們的回應及所做的眉批對他們的影響。他們深深地感受到我這樣的做法，猶如他們的朋友，聽他們的聲音與他們的反省。當他們從我這邊得到較為鼓勵的正面回饋時，內心是喜悅的！而且菁菁老師深深體會到學生接受正面的感覺如同自己接受正面回饋的感覺。她說：

第一次看到教授對我的數學日誌所做的眉批，心中的感覺是欣喜。自己用心做事被教授肯定，我對著教授在我的日誌裡以紅筆加註的“good”偷笑，突然覺醒到我給學生的鼓勵對他們的重要。（菁菁，數學日誌，881127）。

從閱讀教師的數學日誌中，也讓我瞭解了研究中進行的認知活動是否符合教師的需要。例如，我主張數學成長團體的教師們的數學日誌，唯有透過一次次討論會將實踐之後的困難，加以提出討論，經過修正後再實施。因此，實踐教師數學日誌的初期，我安排了三次的時間討論有關數學日誌的格式及內容；然而，教師們卻不認同成長團體討論會需要花如此多的時間在這個主題上。例如，又又提到：

9月13日，20，和27日，因為團體為了建立數學日誌的內容和學生數學日記的題材的共識，所以討論會用了三次的時間對這個主題的細部內容作詳細的探討。如果只用兩次，第三次就進入教室裡做教室觀察，透過觀察建立的基本共識與信念，似乎比較不用花太多時間去建立教師的信心（又又，數學日誌，881122）。

伍、結論與討論

依據本研究以行動研究協助教師撰寫數學日誌，經過資料的整理與分析，獲得的主要結論是：透過數學日誌的實踐，能引導教師進行反思，增進教師的專業發展。本節主要從三點來討論本研究的重要發現。第一是有關數學日誌的實踐方法；第二是教師在數學日誌上的反思反映出他們專業成長的腳步不一；第三是從研究方法論的觀點，數學日誌具有提高質性研究法的可信任性與可確認性。



一、數學日誌的實踐

爲了彰顯教師在數學日誌上對「以學生爲本位」的數學教學與學習觀的改變與對數學教學實踐的反省的成效，本研究首先讓教師認同數學日誌的價值、熟悉撰寫數學日誌的方法，研究發現，這些考量，確實有助於教師熟悉數學日誌的使用，而減低教師對使用數學日誌的抗拒心理，進而真正發揮數學日誌的自我反思功能。

依照常理，本研究數學日誌的使用對象是在職教師，不像職前教師的數學日誌被用來當作成績考核的一項，而且研究者與在職教師間並不存在著權威關係（師生關係），故教師對數學日誌使用的接受度，比起研究者過去將數學日誌應用於職前教師，應當減低許多（林碧珍，1998）。相反的，本研究是將實踐教師的數學日誌視爲是引導教師反思的一種工具，視爲是一個亟待解決的研究問題，所以計畫（我想要教師從撰寫及閱讀數學日誌的過程中獲得什麼？我應當如何開始實踐教師的數學日誌？）、行動（每次閱讀及眉批教師的日誌、教師閱讀自己或他人的日誌、寫給研究者的一封信等）、觀察（從每位教師的日誌上）、反省（數學日誌真的能幫助教師的思考與成長？哪位教師的數學日誌缺乏反思的成分？）四個循環步驟，是研究者執行此行動研究遵循的方針。研究發現：與去年相較之下，確實減低了教師抗拒使用的心理（林碧珍等人，2000）。依本研究發現，協助教師撰寫數學日誌所進行的有效活動包括：

(1)舉行一次公開分享團體成員的數學日誌並討論有關數學日誌使用的討論會，這個討論會的時間在教師實踐數學日誌之初期，而且在教師已經有一次的撰寫經驗才舉行，這個討論會被證實爲是幫助教師調適因對數學日誌的不熟悉而引起心理的疑惑，它是必要的；這個討論會確實有助於教師去掌握各種數學日誌的格式及可能涵蓋的內容，而且它提供了教師擴張思考層面及觀點的機會。另外，教師先經驗一次撰寫數學日誌的經驗再來討論數學日誌的形式、格式、與功能，也是舉行這一次的討論會所不可忽視的考量。本研究發現：每一個人因爲都有一次撰寫的實際經驗，在格式或內容上進行討論時，每一個人都能具體提出自己的觀點，而且比較能去回應他人所提出的意見，如此的發現支持了從事教師專業發展的主張「知與行合一」的假設（McNiff, 1988; Russell, 1988; Schon, 1983）。

(2)研究者給予教師的眉批與回應意見，不僅是作爲研究者和教師在認知上及情感上的交流，而且是讓教師的數學日誌有受重視的感覺，也無意間具有監督教師準時完成數學日誌的功能。

(3)教師閱讀自己的數學日誌，而且從閱讀的數學日誌中去尋找屬於數學內涵、數學教學、學生學習、和反思部分的內容，並寫成的一封信。本研究發現：這樣的行動策略是提昇教師反思能力的一個關鍵性活動。以嘉嘉的例子，若非提供機會讓她反省自己數學日誌上的內容，恐怕她對於討論會上的討論主題仍然僅以膚淺的回應他人的教學行爲於自己的數學日



誌上。

本研究亦發現：數學日誌可以提供給不同學習型態及不同特質的教師，以平等的機會重新組織他們的思考。曾經在討論會上發言的教師，在撰寫數學日誌時，重新回想、整理、比較自己與他人在當時表達的觀點；同時，也能提供機會讓在討論會上羞於發言的教師，將他人在討論會上出現的觀點或意見融入自己的思緒，重新整理並擴充自己的觀點。

二、數學日誌協助了教師數學教學觀的改變與成長

本研究發現：教師態度、心理與社會背景會影響教師在數學日誌上的反思方向及反思層次。雖然參與數學成長團體的每位教師進行的認知活動相同，但呈現在數學日誌上的內容、反思的成分，及思考的方向卻有顯著的不同。能願意用心投入、誠心而開放自我反思的菁菁和又又老師，深信數學日誌是幫助他們反芻思考的機會；因此，在每篇的數學日誌的篇幅上，比起其他教師的來得長，在數學日誌的結構上也比較有組織，也在他們的數學日誌內看到較多是屬於討論會上討論的議題再深入的「行動後反思」，他們的反思來源，諸多來自於成長團體討論會上的意見交流及經驗分享的「社會性反思」，而促成他們的「自我反思」。另外，能認同數學日誌的教師，透過數學日誌的反思，能增進他們的專業成長。在數學成長團體中，最願意花時間撰寫數學日誌的菁菁和又又，反映在他們的數學日誌上的反思層面比其他教師多而廣，而且深入。菁菁今年才加入數學成長團體，與其他兩位已在成長團體有一年經驗的玲玲與素素老師相較之下，雖然她在數學成長團體的經驗不如玲玲、素素多，但是她在數學日誌上的反思內容比他們來得深入，也增加了她對自己數學教學的反思頻率，進而加速她的專業成長腳步。這個結論與過去在教師專業發展的研究有一致性的發現（Webb, 1990; Smyth, 1991; 林碧珍，1998）。

菁菁在數學日誌上的反思內容比玲玲與素素老師的數學日誌較深入而且較多，擔任新竹市數學科輔導員的輔導教學需要，可能是造成菁菁與玲玲、素素老師在專業知能需求的不同，因而造成她專業成長的腳步比別人快。比起同一年加入數學成長團體的友友、玉玉、英英、芳芳老師，菁菁比較容易認同數學課程改革所強調的「以學生為本位」的教學，並且較有信心的將其落實於數學教學中，很可能是因為菁菁在前三年已經體驗過自己因不瞭解「以學生為本位」而導致的失敗，而使得她在成長團體討論會上能更用心的體會它的意義，也比較能知道要反省什麼及如何反省，所以在成長團體討論有關「以學生為本位」的內容，成為她數學日誌上的主要反思題材。以菁菁的「以學生為本位」知識的建立及形成過程為例，在進入數學成長團體初期，回應在數學日誌上的記錄顯示：她對「以學生為本位」的認知是存疑、茫然的，進入教室作觀察及隨後的數學成長團體討論會，是菁菁釐清「以學生為本位」的重要契機，因為進入教室觀察教學或實踐教學，正是將菁菁從前幾個月所建立的「知」的



階段進入了「行」的階段的連接點，經過幾個月來的反思與體會，菁菁能說明為什麼自己過去的三年無法落實「以學生為本位」教學的理由，她發現最主要的原因是：以前的她，不知道為什麼要去瞭解學生的思考；以前的她，不夠「堅持」。以菁菁老師的專業發展歷程，支持了 Russell（1988）強調教師專業發展活動模式應該強調「知」與「行」合一，與「理論」與「實務」應該密切結合的主張。

雖同為新竹市數學科輔導員的又又和菁菁，反映在數學日誌上所關心的層面不同，在進行反思時的方式及思考方向，亦迥然不同。從饒見維（1996）的專業發展觀點來解釋，又又和菁菁在反思層次上的不同，是因為又又和菁菁的專業發展在不同的階段，他們的自我反思因而不同。又又老師不僅有較多年的數學輔導教學經驗，而且加入數學成長團體比菁菁多了一年的經驗，菁菁老師今年所關心的「以學生為本位」的精神，也和又又老師去年剛加入成長團體時所關心的內容一樣（林碧珍、蔡文煥，1999）。又又進入了成長團體第二年，已超越了僅在瞭解「以學生為本位」的意義，而且也能經常對著自己的數學日誌，談論數學性問題，她的談論方式是以批判性的觀點，重新分析並批判在討論會上出現的不同觀點，並以自己在教室實踐的學生學習作為她批判的準則。從她的反思內容提到：數學內涵的釐清對學生認知的重要性。過去，她一向認為教學經驗的累積可以解決教學上的一切問題，從沒有察覺到數學內涵對教學的影響。

相反的，本研究發現：若缺乏教師對數學日誌的認同，或缺乏批判的反思，並不能保證數學日誌的使用能促進教師的專業發展。玉玉在數學日誌上的實踐，不像其他教師的持久與投入，玉玉的數學日誌內容經常不滿一頁，可以看得出她還沒有體會出寫數學日誌的功能：可以提昇她的教學知能，可以提昇她的反思能力。她每次寫數學日誌是為寫數學日誌而寫數學日誌，所以不是愉快的經驗，由於她的反思頻率比其他教師少，所以玉玉算是新加入數學成長團體的成員中，成長的腳步踩得較緩慢的一位。因此，如何幫助教師從初期階段為寫數學日誌而寫數學日誌，逐漸體會出寫數學日誌能提昇自我專業成長而寫，將成為是實踐教師數學日誌的一個值得探究的問題。

三、數學日誌能提高質性資料的可信任性與可確認性

數學日誌在本研究亦為資料蒐集的工具之一，本研究發現：相較於一般教育研究屬於質性資料的蒐集方法（教室觀察或晤談法），透過數學日誌，能很自然的蒐集到教師們的數學教學觀的改變痕跡及成長的歷程。因為撰寫數學日誌是教師每週定期一次的活動，因為是長期性的工作，所以，比較有可能祛除因參與教師為回答研究者所期望的答案，而做出暫時性或短期性的偽裝之資料。如此，它可以克服其它蒐集資料的方法所無法避免的可信任性（dependability）與可確認性（confirmability）。



本研究實踐教師的數學日誌，由於研究者一起陪伴著教師們實踐數學日誌，在實踐數學日誌一直扮演的是他們的學習伙伴，瞭解他們的困難是什麼？一起和他們商討解決撰寫數學日誌所遭遇的困難的策略，例如：爲了要提昇數學日誌內容摻有較多的反思成分，研究者每次都帶著三個人的數學日誌，發還給本人閱讀研究者的眉批，也提供給他們閱讀及分享其他成員的數學日誌。研究者仔細閱讀每一位教師的每篇數學日誌，而且在他們的日誌上寫下補充意見、或回答他們個人的問題、或適時寫下幾句給予讚賞、鼓勵、勉勵的話。這樣實踐教師數學日誌的歷程，幫助了研究者對研究活動作更深入的反思，幫助了研究者滲入教師的教學現場，及幫助了研究者觀察到每位參與教師的特質，也拉攏了研究者與參與研究教師在理念上及心理上的距離，建立互信、互賴的最好途徑。

在此特別感謝參與本研究之新竹市「車站」小學黃校長、張教務主任及數學專業成長團體的小學教師共十二位的熱心參與，使得本研究得以順利進行。



參考文獻

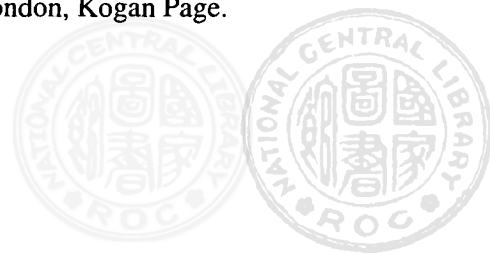
【中文部分】

- 李源順（1999）：數學教師在校內互動促進自我專業發展的個案研究。未出版博士論文，國立台灣師範大學數學研究所。
- 林碧珍（1997）：數學教師在教師成長計畫下的知識成長一個案研究。第十三屆科學教育學術研討會會議手冊及短篇論文彙編（頁 309-405），國立台灣師範大學科學教育研究所。
- 林碧珍（1998）：「國小數學科教材教法」課程的實踐與反省——從國小師資班兩位職前教師的數學日誌談起。第十四屆科學教育學術研討會暨第十一屆科學教育學會年會會議手冊及短篇論文彙編（頁 332-345），國立高雄師範大學科學教育研究所。
- 林碧珍（2000）：一篇數學日誌—揭開數學成長團體的序幕。國教世紀，189，21-28，國立新竹師範學院。
- 林碧珍（2001）：協助教師實踐學生數學歷程檔案評量之研究。新竹師範學院學報，14，163-213，國立新竹師範學院。
- 林碧珍、蔡文煥（1999）：以學校為中心的小學教師數學專業發展模式。論文發表於 1999 數學教師教育國際學術研討會。國立台灣師範大學數學系。
- 林碧珍、蔡文煥、施又齡、廖瓊雯、林美蓉、陳美玲（2000）：一群和我們在數學成長團體中成長的小學教師。八十八學年度師範院校教育學術論文集（頁 319-350）。國立台北師範學院。
- 林碧珍、蔡文煥、李嘉珍、柯政毅（2000）：實踐學生數學日記對教師擬題與佈題的改變。八十九學年度師範院校教育學術論文集（頁 651-680）。國立新竹師範學院。
- 林碧珍、施又齡、陳姿靜（2000）：透明化教師實施學生數學歷程檔案評量的行動策略。八十九學年度師範院校教育學術論文集（頁 225-250）。國立新竹師範學院。
- 陳美玉（1998）：札記反省法在師資培育上的應用。發表於 1998 年師資培育研究與教學能力評鑑研討會，國立彰化師範大學。
- 陳美玉（1999）：教師專業學習與發展。台北：師大師苑。
- 教育部（1993）：國民小學課程標準。台北市：台捷。
- 劉祥通、周立勳（1997）：數學寫作活動—國小數學教學的溝通工具。國民教育研究學報，3，239-259。國立嘉義師範學院。
- 饒見維（1996）：教師專業發展—理論與實際。台北：五南。



【英文部分】

- Anzi, Y., & Simon, H.A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, **86**, 124-140.
- Brown, C. A. & Borko, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp.209-239). NY : Macmillan.
- Brubacher, J. W., Case, C.W., & Reagan, T. G. (1994). Becoming a reflective educator: *How to build a culture of inquiry in the schools*. California: Corwin Press.
- Burk, J. & Littleton, P. (1995). Reflective journals: enhancing mathematics staff development. *Mathematics Teaching in the Middle School*, **1** (7), 577-583.
- Castle, K. & Aichele, D. B. (1994). Professional development and teachers autonomy. In Douglas B. Aichele and Atthur F. Coxford (Eds.), *Professional Development for Teachers of Mathematics* (pp. 1-8). Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cobb, P., Boufi, A., McClain, K., & Whitenack, J. (1997). Reflective discourse and collective reflection. *Educational Studies in Mathematics*.
- Chapman, O. (1993). Facilitating in-service mathematics teachers' self-development. *Proceedings of Psychology of Mathematics Education XVII*, Vol. 1, 228-235.
- Cooney, T., Shealy, B., & Arvold, B. (1998). Conceptualizing belief structures of pre-service secondary mathematics teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, **29**, 306-333.
- Dadds, M. (1993). Thinking and being in teacher action research. In J. Elliott (Ed.), *Reconstructing Teacher Education: Teacher Development*. London: The Falmer Press.
- Elliott, J. (1993). Professional development in a land of choice and diversity: the future challenge of action research. In D. Bridges & T. Kerry (Eds.) *Developing Teachers Professionally*, 23-50. London: Routledge.
- Ernest, P. (1988). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. Paper presented at the *VIth Internal Congress on Mathematics Education*, Budapest, Hungary.
- Fennema, E. & Franke, M. U. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D.A. Grouws (Ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, pp. 147-164. NY: Macmillan.
- Kemmis, S. (1985). Action research and the politics of reflection. In D. Boud, R. Keogh, and D. Walker (Eds.). *Reflection: Turning Experience into Learning*. London, Kogan Page.



- Kerka, S. (1996) *Journal writing and adult learning*. (ED 399413).
- Krainer, K. (1998). Some considerations on problems and perspectives of in-service mathematics teacher education. In C. Alsina, J. M. Alvarez, B. Hodgson, C. Laborde, A. Perez (Eds.), 8th *International Congress on Mathematics Education. Selected Lectures* (pp. 303-321). S.A.E.M. Thales: Sevilla, Spain
- Lin, P. J. (1997). The growth of knowledge of a middle school teacher. Paper presented at the 19th *Annual Meeting North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME-NA 19)*. New Orleans.
- Lin, P. J. (1999). Processes supporting teacher change within a school-based professional development program. *Proceedings of the National Science Council-Part D: Mathematics, Science, and Technology Education*, 9(3), 99-108.
- Lin, P. J. (2001). Analyzing teachers' conceptual change through their reflective journals. Paper presented at the 25th *Annual Meetings of the International Group of the Psychology of Mathematics Education*. The Netherlands: Utrecht.
- McNiff, J. (1988). *Action research: Principles and Practice*. London: Macmillan.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Va: The Council.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Va: The Council.
- Noffke, S. & Zeichner, K. (1987). Action research and teacher thinking, Paper presented at the *annual meeting of the American Education Research Association*, Washington, DC.
- Norwood, K. S. & Carter, G. (1994). Journal writing: an insight into students' understanding. *Teaching Children Mathematics*, November, 146-148.
- Polya, G. (1965). *Mathematical Discovery: On Understanding, Learning, and Teaching Problem Solving*. NY: John Wiley & Sons.
- Robinson, N. & Adin, N. (1999). "Written conversation forms" as prompters of teachers' change. Paper presented at the 23rd *Annual Meeting of the Psychology of Mathematics Education*. Israel.
- Russell, T. (1988). From pre-service teacher education to first year of teaching: A study of theory and practice. In J. Calderhead (Ed.). *Teachers' Professional Learning*. New York: The Falmer Press.
- Schon, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. NY: Basic Books.



- Schon, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. London: Jossey-Bass.
- Smyth, J. (1987). *Educating Teachers*. London, Falmer Press.
- Smyth, J. (1991). *Teachers as collaborative learners*. Keynes Milton: Open University.
- Webb, R. (1990). *Practitioner Research in the Primary school*, London: Falmer.



ENHANCING TEACHERS PROFESSIONAL DEVELOPMENT IN MATHEMATICS BY REFLECTIVE MATHEMATICS JOURNALS

PI-JEN LIN

Department of Mathematics and Science Education

ABSTRACT

The study was designed to promote teachers' professional development by using mathematics journal. Setting up a collaborative mathematics team consisting of the researcher and twelve teachers from an elementary school was to understand teachers' difficulties with writing mathematics journals, to explore the effects of reflective mathematics journals on teachers professional development, and to analyze teachers' mathematics journals on their professional growth. The cognitive activities investigated in the action-oriented study included an initial meeting for discussing the formats, contents, and functions of mathematics journals; the researcher's responses to problems proposed and comments on teachers' mathematics journals; and the activities of teachers reflecting to their journals. The transcriptions of regular meetings and teachers' journal writings were main techniques of collecting data. It is found that reflective mathematics journals provided opportunities for teachers having various learning styles and various characteristics to reflect on their practice equally. Teachers' experiences, background, and the needs of their profession influenced the contents and levels of reflections. The contents of journals were able to be as a document of teachers' views of mathematics teaching and learning, and were able to reflect the stages of teachers' professional development. Besides, reflective mathematics journal was not only as a powerful tool for reflection and also as a validating method for increasing the dependability and confirmability of qualitative data.

Key words: Journal reflection, students' mathematics journals, teachers' mathematics journals, teachers professional development

