科學教育學刊
2010, 第十八卷第一期, 63-84

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(1), 63-84

國小四年級數學教學錄影研究

李源順[1]　林福來[2]　藍珍梅[1]　王品心[1]　鄭雙慧[1]　洪思雅[1]
[1]台北市立教育大學　數學資訊教育學系
[2]國立台灣師範大學　數學系

（投稿日期：民國 98 年 2 月 25 日，修訂日期：98 年 12 月 15 日，接受日期：99 年 1 月 14 日）

摘要：本研究的目的在了解我國四年級教師的數學教學樣貌。研究者以 TIMSS 1999 年進行的八年級數學教學錄影研究的技術為基礎，對四年級教師的數學教學進行二階段分層群集抽樣，並拍攝教學錄影帶進行數位化、編碼與分析，同時也收集教師問卷了解相關的背景資料。研究發現四年級教師對自己的數學教學持肯定的態度，在課餘時花蠻多的時間在進行數學教學相關的工作，大多能勝任數學的教學。數學教師的教學有 74.0% 的時間是在進行教師或學生主導的公開性對話或講述的教學。其中有 80.1% 的時間在進行新內容的介紹或練習，而 19.9% 的時間在複習舊知識。有 27.2% 的時間在進行說明概念教學，有 72.8% 的時間以解答問題的方式進行教學。

關鍵詞：全國抽樣、錄影研究、數學教學

壹、緒　論

現在的世界已是一個地球村，國際間的數學教育研究頻繁的交流著，同時時常在進行對比研究，以了解各國國家之間的異同。有針對學生成就進行評比的計畫，例如國際數學與科學教育成就趨勢調查（Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS）（Olson, Martin, & Mullis, 2008）目的在了解各國四年級和八年級學生數學學習成就趨勢並進一步作國際間之比較分析；國際學生評量計劃（Programme for International Student Assessment, PISA, 林煥祥，2008）目的是對各國十五歲學生進行數學素養的評估。有針對教師的教學進行比較的計畫，例如學習者觀點研究（Learner's Perspective Study, LPS）（Clarke & Novotná, 2008），目的是從學習者角度探究被認為有良好教學（well-taught）的八年級數學教師的國際教學研究；第三次國際數學與科學錄影研究（Third International Mathematics and Science Study 1999 Video Study, TIMSS 錄影研究）（Jacobs et al., 2003a）目的是透過教學錄影分析，蒐集與描繪不同國家的八年級教師數學教學樣貌。也有針對師資培育機構進行的研究計畫，例如國際教育成就評量協會（International Association for the Evaluation of

Educational Achievement [IEA], 2008）的數學師資教育和發展研究（Teacher Education and Development Study in Mathematics, TEDS-M）目的在對各國的數學師資培育進行評量研究。

我國近年來積極參與國際各項教育比較研究，例如數學師資培育評量的 TEDS-M（IEA, 2008）、學生成就評比的 TIMSS（Olson et al., 2008）和 PISA（林煥祥，2008）均有參加。唯在教師教學研究的部分，我國尚未有機會加入國際教育研究。

在我國數學教育學者進行全國性的數學教育研究方面，大都集中在學生學習成就的研究，例如台灣學生學習成就評量資料庫（Taiwan Assessment of Student Achievement, TASA）（國家教育研究院籌備處，2008），在追蹤、分析學生學習上變遷之趨勢，進而檢視目前國家教育體制與政策實施之成效；劉曼麗（2001）針對國小學童小數概念進行研究，游政雄與呂玉琴（2002）針對國小學童分數概念進行研究。林碧珍與蔡文煥（2006）以1991年的 IAEP 的試題為評量工具，探究我國小四學生的數學成就表現。

研究者發現我國數學教育者積極參與國際性的研究計畫，也積極探究我國學生的學習，唯在了解我國教師數學教學樣貌的研究，較為少見。因此本研究的目的在透過全國性抽樣，利用 TIMSS 的錄影研究方法進行我國教師數學教學實務的探究。待答問題是經由錄影研究量化教師的數學教學課堂，我國四年級教師的數學教學樣貌為何？本研究之所以選定四年級教師做為研究對象是基於教師的教學影響學生的學習，同時國際上無論教學或學習的評量主要對象大多是四年級和八年級學生，且研究者長年專注於小學的數學教育相關研究，因此選擇四年級的教師做為研究對象。

貳、文獻探討

為了能更貼近全國教師的數學教學樣貌，研究者在進行文獻資料蒐集時，首先探究教學樣貌研究的理論基礎，探討國際間有關教學樣貌的研究，從而設計符合本研究目的之研究方式。

一、理論基礎

教學活動的設計主要是幫助年輕人學習，因此一個合理的假設是老師和他的教學會造成學生學習的差異（National Center for Education Statistics [NCES], 2003）。傳統上假如想要去測量大樣本班級教學，大部份都是用教師問卷。然而教室教和學兩者間的關係是相當複雜的，所以教師問卷仍有其侷限性。因為教師很難去記住班級中瞬間發生的事和互動。錄影探究（Video surveys, Jacobs et al., 2003a）則允許研究者不斷的去觀看、整合班級的教學，使我們能夠更深入的探究課堂上的教與學，也允許教育學者或研究者在實務中學習如何教學。有效能的教學者更能夠從中辨識影響學生學習的因素，進而增進學生的學習成就。

Jacobs 等（2003a）指出錄影探究的理論基礎，錄影帶可以讓我們從不同的角度詳細的檢驗複雜的教學活動；錄影帶所保存的班級活動可以讓許多的人，甚至是各類型的專家，放慢速度檢視教學；而多次重覆的觀看教學，除了能增加描述班級活動的一致性以外，未來更可使用新的分析方法再次進行分析教學，方便溝通所分析的結果。

全國抽樣的錄影則可以提供跨地域教師的教學樣貌，並反應跨地域性的學生學習經驗，更可以提升層次做為政策性討論的議題。因此，利用全國性錄影可以讓我們更深入的了解全國教師的教學樣貌。

二、TIMSS 錄影研究

TIMSS 1995錄影研究（Stigler; Gonzales, Kawanaka, Knoll, & Serrano, 1999）是美國、日本和德國對三個國家的八年級數學教室，進行的教師數學教學錄影研究。TIMSS 1999錄影研究（Jacobs et al., 2003a）是以 TIMSS 1995錄影研究為基礎，進一步邀集其他國家參與研究。參與研究的國家有美國、荷蘭、日本、澳洲、捷克、香港、瑞士，七個國家。

TIMSS 1999錄影研究（Jacobs et al., 2003a, 2003b, 2003c）的抽樣方式與 TIMSS 成就測驗雷同，採二階段分層群集抽樣設計，抽樣具有代表性的教師。第一階段抽樣單位是學校，將所有學校分成不同區域後，再進行抽樣。然後利用機率等比例（probabilities proportional to size, PPS）系統進行拍攝學校的抽樣。第二階段是從這些抽樣學校中，每一個學校隨機抽取一個班級進行拍攝。

TIMSS 1999錄影研究資料的收集與分析包括教師課堂錄影和教師問卷調查。在課堂錄影方面，各國運用二部攝影機，蒐集各國從50（日本）～140堂（瑞士），共638堂的八年級數學教學課堂錄影帶。每個國家在一學期（日本只拍攝4～5個月）到一學年半之中（美國拍了將近16個月），進入教學現場完整拍攝教師的一堂數學教學活動，藉以擷取能代表該國家八年級數學教學的活動。TIMSS 1999錄影課堂的編碼系統是以 TIMSS 1995錄影研究的編碼系統為基礎，經歷過實地試驗編碼程序的洗禮，再佐以各國專家學者致力研究而發展出一套適合 TIMSS 1999錄影研究的編碼系統。數學編碼小組在編碼過程中使用兩種編碼系統：範圍編碼（Coverage codes）和事件編碼（Occurrence codes）。範圍編碼是以時間為單位分析整個課堂或者課堂的特定部分。而課程的每個片段是彼此不重複的。例如，一堂數學課可能分割成三個教學片段：與數學教學相關的工作（例如教師進行數學概念的說明或問題解答…），與數學教學相關的組織或者管理（例如發學習單、指定家庭作業…），以及與數學教學無關的工作（例如處理學生不適當行為、請學生擦黑板…）。事件編碼用來定義特定事件發生的次數或者是否發生。例如，在數學課堂中教師有或者沒有說明這堂課的教學目標。

在問卷調查方面，目的在提供分析錄影課堂的重要背景資訊。例如評估錄影課堂是否是典型課堂、教師的教學想法、教師的教育背景、學校特質和教學態度等等。

TIMSS 1999錄影研究結果在 “Teaching Mathematics in Seven Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study”（Hiebert et al., 2003）一書中有完整的報導。在此僅舉一、二例說明。

例如在複習舊內容、學習新內容與複習新內容方面，如圖1，捷克在複習舊內容的時間佔58%，比其它國家長。日本在介紹新內容的時間佔60%，比其它國家長。香港在練習新內容的時間佔37%，比其他國家長。

澳洲、香港、日本、荷蘭和瑞士在新內容的學習時間相對比複習舊概念的時間多，捷克則是相反。美國在複習舊內容和進行新內容的學習上沒有發現太大的差別。

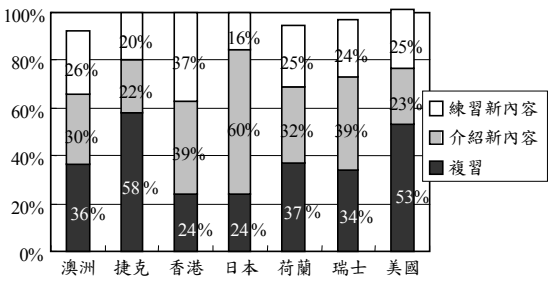


圖 1：TIMSS 1999 錄影研究中各國進行目標類型的時間比例。

此外研究也發現各國的數學課堂，都有高比例的時間在進行數學工作。所有參與國家的八年級數學課堂主要經由解答問題來進行教學。日本的教學重點在於經由解答問題提出新內容，並且以全班方式進行。荷蘭的課堂，學生在私下工作的時間較長；他們花費較多的時間在讓各個學生進行一組問題的學習，它也許是檢討之前的家庭作業，或是進行最近指派的家庭作業。捷克的課堂則花較多的時間在協助學生辨認課堂重點（即陳述教學目標或課程總結），課堂教學進行中較少有被中斷的情形（即較少受到非教學因素的干擾）。

三、LPS 計畫

LPS 是國際上另一個重要的課堂教學錄影研究計劃。它是由澳大利亞 Clarke 與 Novotná（2008）所發起，計劃的目的是為了檢視八年級良好數學課堂的教學情形及課堂脈絡等實務。參與的國家包括澳洲、德國、日本、美國、中國、紐西蘭、葡萄牙、英國、挪威、捷克、以色列、韓國、菲律賓、新加坡、南非和瑞典等16個國家或地區。LPS 要求每個國家或地區至少選取3名優秀的八年級數學教師，優秀教師是由當地教育機構及研究小組成員所認定，可以勝任數學教學的教師。LPS 計劃有兩個明顯的特色，一是利用三部攝影機對每一位教師拍攝10～15堂的數學教學資料，而不是單一課堂。二是以學習者的觀點進行研究。LPS 認為學生的活動、態度、信念以及知識也可能構成特定的教學文化。因此在課後以播放錄影內容的方式重建教學，以便進行對教師和學生的訪談工作。

LPS（Clarke & Novotná, 2008）主要在對不同國家的數學教學進行質的比較，不對各國家或文化的教法進行定義，也不進行量化比較國家間教師的教學方法。在各國研究小組的資料分析中（Clarke & Novotná, 2008），可以看出各國著重的焦點不同。例如新加坡團隊把焦點集中在教科書的使用以及家庭作業；美國團隊著重於教育改革後，教師對國家目標的瞭解與實踐；中國團隊（包括上海、香港和澳門）則把焦點置於教學是以教師為中心還是學生為中心；日本團隊強調座位工作（seatwork）。座位工作又稱教室作業，即在教室課桌上獨立完成作業的歷程，教師需提供適合學生程度的作業，讓學生持續完成，與每個學生保持良好的互動，學生必須對作業完全了解，獨立正確無誤完成作業，學生可兩三人一起討論，形成小組學習。

四、小結

研究者發現 TIMSS 1995和 TIMSS 1999 錄影研究的目的，都是在描繪參與國家的數學教學樣貌，分析學生學習過程與學習產物的教學活動模式，並進行跨國的教學樣貌比較。LPS 的研究重點在探究優秀教師的數學教學，而不在於比較參與國家教學方法的異同。兩個計畫各有其優點。因為 TIMSS 1999 錄影研究的研究目的較符合本研究想要描繪我國教師的數學教學樣貌，故將 TIMSS 1999 錄影研究方法為基礎，進行適度修改來瞭解我國四年級教師的數學教學樣貌。

參、研究方法

本研究採錄影研究法（Hiebert et al., 2003）和問卷調查法。錄影研究法主要是透過教師的數學教學錄影，進行教學影帶的數位化，文本轉譯，有系統的編碼與統計分析，以便忠實呈現教師的數學教學現況。問卷調查法則蒐集與教師教學相關的資料，輔助研

究小組對錄影課堂的分析。

研究流程是先蒐集相關文獻進行探討，之後開始進行全國性有系統的抽樣，確定抽樣的學校及班級。同時一方面訓練一組三人的拍攝小組以控制拍攝的品質，一方面發展問卷與編碼系統。然後邀請在職國小教師進行教師問卷預試，同時以數學教師知識庫（李源順，2005）的教學影帶為題材進行試編作業。本研究在96學年度第一學期正式對抽樣班級教師進行教學錄影拍攝。之後進行教學錄影的數位化，轉譯教學原案，以及問卷分析和教學錄影編碼分析。最後，撰寫研究報告。

研究對象以全國國小四年級教師為母群體。在決定拍攝課堂數時，研究小組諮詢了台灣負責 TIMSS 計畫的研究員，認為日本參加 TIMSS 錄影研究的樣本數只有50個班級，我國人口比日本少很多，所以抽樣50～60堂課即足以表徵全國的教學樣貌。因此，本研究決定全國抽樣60所，以符合抽樣樣本。本研究的抽樣方法乃依據 TIMSS 的二階段分層群集抽樣設計方法進行抽樣，研究小組依據教育部統計處（2007）於2007.02.09[1]公佈之國民小學校別資料。利用機率等比例（PPS）系統抽樣方式，將各個學校依照各區、學生總數、班級數大小的先後順序排列進行抽樣。第一階段的抽樣單位是學校。首先，將全國分成五個地區：北區、中區、南區、東區及離島地區。以北區的例子而言，學生總人數有127287人（為全國總人數的44.3%），以原先的60個課堂為總數，要取出44.3% 的課堂數，取整數則為27堂。127287 ÷ 27 = 4714.3，故以4714人為一區間，選擇一開始的隨機數值，每隔4714人為一區間開始選取抽樣學校（以被抽到的學生所在的學校為抽樣學校）。同時也同步選取替換學校（抽樣學校的下一所學校），以防學校不同意拍攝。全國各地區抽樣學校數，如表1，離島地區因為學生人數太少，抽樣數為0。第二階段的抽樣單位是受測學校內的班級。在確定抽樣學校後，再在被抽樣學校中以亂數隨機抽樣出拍攝的班級。等二階段都抽樣完畢之後，再和學校與老師進行聯絡，若有學校不同意被拍攝，則以替換學校替代。當學校同意之後再詢問班級教師，當教師不願意接受拍攝時，再請校方選定教學方法相近、年資與學歷相近的教師替換。

所有抽樣的班級，於96學年度第一學期進行拍攝，原則上從禮拜一到禮拜五每天拍攝一個班級，直到學期末完成所有拍攝作業，拍攝時間約4個月。由於每天拍一個班級且在整學期中拍攝，所以拍攝課堂的教學單元能平均分布而非集中在某一單元。當原拍攝教師或學校不願意接受錄影，則找尋替換教師或替換學校。最後共拍攝60個班級，替換的班級共有18班或學校。其中2校是因為學校不允許外界人士入校參觀；14班是因為教師自己認為會緊張、有壓力、快退休、或教學普通，以及教師職務調動；2班因班上

表 1：全國抽樣 60 所學校的類型分布

	大型學校	中型學校	小型學校	小計
北區	17	8	2	27
中區	6	7	3	16
南區	7	6	3	16
東區	0	0	1	1
小計	30	21	9	60

註：TIMSS 2007 定義：大型學校指三年級有 8 個班級以上的學校，中型學校指 3～7 個班級的學校，小型學校指 2 個班級以下的學校。

[1]本研究抽樣時程是在95學度第二學期對當時三年級的班級進行抽樣。主要原因是依國內的編班方式，三年級教師隔年幾乎都會原班級升上四年級，不再重新編班和調換教師。因此96年度拍攝班級與被抽樣班級一致。

有特教學生，家長要保護孩子的隱私而婉拒。本研究對比 TIMSS 1999錄影研究（Jacobs et al., 2003a），發現美國抽樣110所學校，只有83所學校同意參與錄影研究。香港100所被抽樣的學校中有63所學校同意參與，有37所使用替換學校。因此我國的替換學校的比例在可接受範圍。

在課堂錄影的資料收集部份，為了能獲得更好的錄影品質為目標，使用三部錄影機進行作業（與 LPS 的方法相近）。第一部錄影機聚焦在全班學生；第二部錄影機聚焦在教師的教學、在黑板前的學生，以及黑板上的所有內容；第三部錄影機聚焦在一個小組（以表現平常的小組為主)或某位學生的細微動作與聲音。同時以四分割畫面，以及從三個畫面選取合適畫面（誰是當時的主角，便切換到能拍到主角的畫面。例如學生在說話便切換到能拍到該學生的畫面；老師在書寫黑板時，便聚焦在黑板上的字）的單一切換畫面，兩者同步儲存於兩部機器，以利教學分析作業。

為使錄影結果，能真實呈現數學教師的教學現況，本研究在95學年度第二學期邀請教師參與研究的同時，便以口頭及書信告知，請教師依照平日教學以及當時的教學進度進行教學，不要做任何的改變。在96學年度上學期正式上課前，教師已確定課表之後，研究人員再次和老師聯絡，一方面確定拍攝時間，另一方面再次請老師依據平常的教學方式和教學進度進行教學。在拍攝前一周，第三次和老師聯絡確認拍攝時間和地點，以及邀請老師依據平常的教學方式和教學進度進行教學，不要做任何的改變。同時在正式錄影前一堂課，錄影人員就進入教學現場進行模擬拍攝，讓師生熟悉拍攝環境，第二堂課才正式開拍。

在教師問卷的資料收集方面，本研究參考 TIMSS 錄影研究、TIMSS 2003的教師問卷，研擬出適合我國小四年級課程的問卷內容，之後請教師盡量在錄影結束後填寫，且在一周內寄回，回收率98.33%。

在課堂錄影的編碼系統部份，本研究參考 TIMSS 1999錄影課堂編碼（Jacobs et al., 2003a），使用範圍編碼和事件編碼。範圍編碼是以時間為單位，每一項範圍編碼彼此是互斥且詳盡的。事件編碼是記錄在課堂的特定事件是否發生或發生的次數，用來描述課堂上令人感興趣的事件或問題。

錄影課堂的編碼分兩部份，第一部份為課堂內容編碼，第二部份為專家編碼。本文只呈現第一部份的資料分析結果。課堂內容編碼分成七個階段（Jacobs et al., 2003a），如圖2。第一階段屬於範圍編碼，在了解課堂總上課時間（LES）以及教室內的互動情形（CI）。第二階段是課堂工作編碼，屬於範圍編碼，將課堂活動區分為數學工作（MW），數學管理（MO），以及與數學教學無關的工作（NM）。數學工作又分為屬於以問題方式進行的問題片段（P），或者屬於概念引導的非問題片段（NP）。問題片段又分為只進行一個問題的教學的獨立問題（IP），同時進行多個問題的教學的同時發生的問題（CP），以及只有回答答案的問題（AO）。

第三階段再對上面同時發生的問題（CP）進行編碼，分為教師指派問題或說明問題（CPSU），學生在座位上進行私下解答問題（CPSW），以及全班公開進行討論問題解答（CPCW）。

第四階段是內容事件編碼，包含5項一般事件編碼和2項特殊事件編碼。這7項編碼是：指派家庭作業（AH）、陳述教學目標（GS）、歷史背景（HB）、外來的中斷（OI）、課程的總結（SL）、問題內處理非數學的事情（NMWP），以及在非問題片段中與真實



圖 2：課堂錄影編碼系統（參考來源：Jacobs et al., 2003a）。
註：箭號方向表示從此一編碼內容，再加以細分。

生活的連結或應用（RLNP）。

第五階段是問題層面編碼，共有14個編碼，主要在檢視課堂中每個數學問題，期望藉由這樣的編碼了解問題，以及估計在這類的問題上花了多少時間。

第六階段包含四類與課堂有關的編碼類型。第一類型與教室裡的資源有關，編碼人員紀錄任何在課堂上使用的物品，這套資源編碼以一堂課作為編碼的單位。第二類型是關於問題片段（P）的編碼。記錄為每個數

學問題，是否不只公開提出一種解題方法且是否由學生建議（MSM），以及問題總結編碼（PSM）是指是否將關於問題的主要步驟或是關鍵性的規則做總結。第三類型是將第二階段的非問題片段（NP）做編碼，分為脈絡訊息（CON），數學概念、理論或觀念（CTI），數學活動（AC），或是指派家庭作業或測驗（HT）。第四類型是關注學生在座位上進行私下工作以及師生互動的情形，分為指派工作（PWA）、學生的組織（OS）、展示訊息（DI）、管理活動（AA）、公開宣告（PA）五種類型。第七階段的目標編碼分成三種類型介紹學過的內容（P1），介紹新的內容（P2），以及練習、應用、或者整合這堂課介紹過的內容（P3）。

教師問卷主要是用來協助課堂編碼人員，了解錄影課堂的教學脈絡；用來評估課堂錄影是否為典型課堂；了解教師的背景資料等等。針對問卷的設計，研究小組比照TIMSS 1999錄影研究的問卷設計方式，此外參考 TIMSS 2003成就測驗，加入切合本研究目的的項目，並請教師預試，再根據預試的結果，進行修正。最後教師問卷內容包括七大主題：錄影課堂、課堂順序、課堂型態、教學想法、教師背景、學校背景、和教學態度。

資料分析和加權部份，我們針對錄影課堂和教師問卷進行編碼之後，輸入到 Excel 試算表中進行量化分析。為考慮抽樣設計對分析的影響，使用抽樣調查加權方式來反應母群體的資料。為了要解釋抽樣設計造成在選擇樣本時的不同機率，必須計算在整個抽樣過程的抽樣權重（sampling weight）：第一個步驟計算學校權重，第二個步驟計算班級權重，以正確反映抽樣母群資料（Jacobs et al., 2003a）。

每個錄影課堂權重（Base Weight, BW_i）是錄影學校選取機率（School Selection Probabilities, Pi）乘以班級選取機率（$\frac{1}{C_i}$，C_i表示班級數）的倒數。公式如下：

$$BW_i = \frac{C_i}{P_i}$$

錄影課堂的最後加權（FW_i）是由 BW_i 和 NRF_i 相乘而得，NRF_i 表示 i 校所存在的地區的無反應調整因子。

$$FW_i = BW_i \times NRF_i$$

由於所有抽樣學校均有成功拍攝，故無反應調整因子 $NRF_i = 1$。每個錄影課堂權重：

$$FW_i = \frac{C_i}{P_i}$$

在研究信度和效度方面，本研究是按照TIMSS錄影研究及TIMSS 2007的抽樣方法，進行抽樣，所以具全國代表性。資料分析的方法也是參考 TIMSS 錄影研究經過多國數學教育專家學者討論的編碼方式編碼，所以有專家效度。

錄影課堂的編碼分析是由四位研究小組負責。在本研究進行課堂錄影之前，研究小組先以數學教師知識庫（李源順，2005）的教學影帶為題材進行試編作業。一開始先討論一堂課，每個人分別提出相關課堂的想法，小組分享和討論想法，並將這些想法分類、合併，希望研究小組能更深刻體會課堂編碼的內涵。在課堂錄影完成後，再開始建立編碼的信度。首先取4捲錄影課堂由這四位研究小組成員共同編碼，然後對於編碼結果不同的項目進行深度討論，用來建立課堂編碼的初始共識。其中若有無法取得共識的部分，再與數學教育專家共同討論後取得共識。之後，二位研究成員為一組，每組各取出14捲（共28捲）錄影課堂分別進行編碼，各組編碼人員再比對編碼結果，以建立中間

信度。中間信度的計算方式是，範圍編碼的中間信度＝編碼一致的總時間÷（編碼一致的總時間＋編碼不一致的總時間）；事件編碼的中間信度＝編碼一致的總次數÷（編碼一致的總次數＋編碼不一致的總次數）。本研究彙整各編碼項目的中間信度，結果在85.71%～100% 之間。符合 TIMSS 1999錄影研究的要求，中間信度要在85% 以上。

肆、發現與討論

本研究主要的目的在報導我國四年級教師數學教學的樣貌，因此整合研究中所收集的問卷以及錄影資料的編碼內容，並分為教師背景資料和數學課堂教學樣貌兩部份來呈現研究結果。希望藉由這樣的呈現方式能帶給讀者能從各個面向一窺教學的樣貌。

一、教師背景資料

參與教師表示錄影課堂貼近平常課堂的教學。研究結果發現錄影課堂中有98.2% 的課堂是單元或系列課程的一部分，只有1.8% 的課堂是獨立課堂，顯示幾乎所有的錄影課堂與前後一堂數學課是有關聯性的，而非教師為了被拍攝而單獨進行教學的課堂。分別有48.8%、44.1%、7.1% 的教師表示平常教學「常常」、「幾乎都是」、「有時候」使用錄影課堂的教學方法，顯示多數教師的教學方法和平常教學相同。分別有69.4%、26.3%、4.4% 的教師表示錄影課堂學生的行為表現與參與程度「和平常一樣」、「比平常好」、「比平常差」，顯示多數錄影課堂學生的行為表現與參與程度和平常差異不大。分別有79.2%、16.4%、4.3% 的教師表示錄影課堂的教材內容和平常課堂的難易度「大致相同」、「比較不困難」、「比平常困難」，顯示多數錄影課堂和平常課堂大致相同。

錄影課堂的學校都是公立小學，與教育部（2008）的統計資料公立小學佔98.6% 相近。同時有部份跨區就讀和子女隨父母就讀非學區學校。在學校背景問卷調查方面，100% 的錄影學校均為公立小學，其中有1.9% 的學校同時也是實驗學校，偏遠山地的學校約佔2.3%。學校的學生來源方面，有36.2% 的學校有非學區內的學生，有28.3% 的學校有隨父母就讀的學生，例如母親在非居住學區任教，因此孩子隨母親到任教學校就讀。

在年資和學經歷方面，參與教師的教學年資約十年，而參與教師的數學教學年資約九年。所有參與教師都大學畢業且接受過師資培育課程；約有七成五是師範體系畢業；約有四分之一是學士後師資班畢業；約有一成五有碩士學歷。參與教師在大學時主修的科系中，約有五成的教師主修非數理的教育科系，約一成五的教師主修數理或數理教育。問卷調查發現方面，錄影課堂教師的教學年資平均為9.5年，其中進行數學教學的平均年資為8.5年。如圖3，調查發現，100% 的教師都大學畢業且接受過師資培育課程（a+b+c+d+e+f+g），有74.2% 的教師為師範體系（含碩士）畢業（b+c+f），24.5% 的教師為學士後師資班畢業（d），16.3% 的教師為碩士以上（師範及非師範）畢業（f+g）。

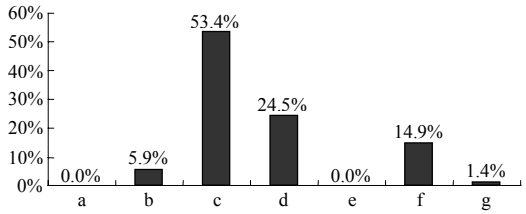


圖 3：教師學歷分布百分比。

註：a－師專畢業。b－師專畢業，補修大學學分。c－師範體系大學畢業。d－學士後師資班。e－一般大學修畢師資職前教育課程。f－師範體系碩士以上學位，修畢師資職前教育課程。g－一般大學碩士以上學位，修畢師資職前教育課程。（因為四捨五入，所以總和不是 100%）

顯示有數理背景的教師在小學中是少數。如表2，有50.6% 的教師大學主修科目為教育科系（非數學教育、數理教育、科學教育背景），僅有15.6% 的教師主修數理教育、數學教育、科學教育或數理科系的教師。同時有35.5% 的教師主修上述兩類之外的科系。調查發現，參與教師的年資與教育部（2008）的統計資料12.8年相較年資稍淺一點，碩士學歷與教育部（2008）的統計資料有17.6% 的教師已研究所畢業相近。

在數學活動方面，參與教師平均在一周內花4.4節在教數學，比九年一貫課程（教育部，2003）或八二年課程綱要的表訂節數稍多，且花比教學稍多的課餘時間在準備數學教學相關活動。調查發現參與教師平均一星期花在教數學的時間大約4.4堂課，教其他非數學的科目平均一星期約13.9堂課。花在數學教學的時間比九年一貫課程綱要的數學節數2.5～3.75節，以及八二年課程綱要的4節課還多。同時在課餘的工作量方面，平均一週約有2.4小時在學校做關於數學教學的工作；有1.9小時在家裡做關於數學教學的工作。顯示教師在一星期中花4.3小時以上進行數學教學相關的活動。

在數學教學考量方面，約有七成的參與教師在教學時主要參考教科書和教師手冊，同時約有八成的教師也會考量教學內容是否適合學生的興趣及需求。如圖4，教師在決定教這堂課時，有77.9% 的教師表示「適合學生的興趣及需求的教學內容」扮演非常重要的角色，有74.4% 的教師表示「教科書」扮演非常重要的角色，60.0% 的教師表示「教學指引或教師手冊」扮演非常重要的角色，46.3% 的教師表示「課程綱要」扮演非常重要的角色。

在研習與觀摩方面，近兩年中約有四成

表 2：大學主修科系百分比

項目	數學	數學教育	科學	科學教育	數理教育	教育	其他
百分比	1.4%	4.2%	0%	1.8%	8.2%	50.6%	35.5%

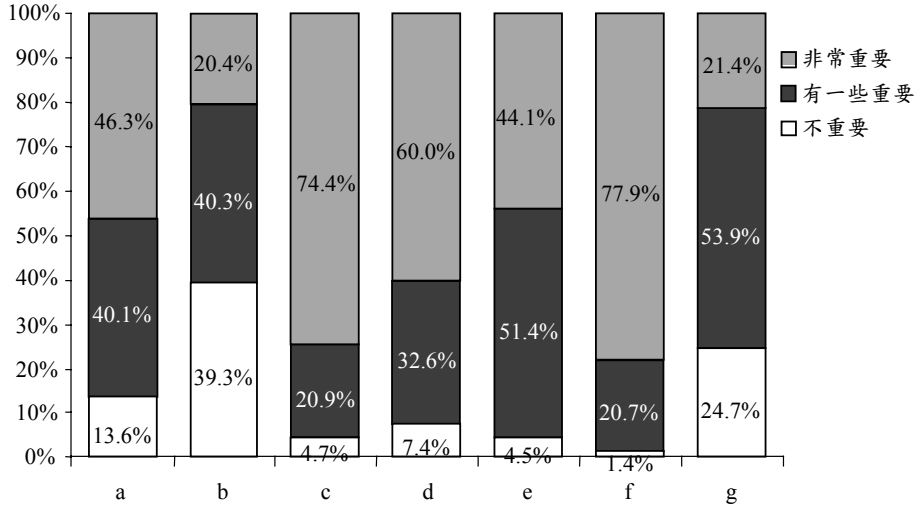


圖 4：影響課堂內容的因素。

註：a－課程綱要。b－全國性或各縣市的標準化測驗。c－教科書。d－教學指引或教師手冊。e－您手邊現有的或是有興趣的課程內容。f－您個人認為適合學生的興趣及需求的教學內容。g－與其他教師、輔導團或學者合作的教學內容。

五的教師曾參與數學教材教法的研習，各約有二成的教師參與數學學科內容與數學評量的研習。約有六、七成的教師沒有參與校內同事進行教學觀摩的活動。如表3，在近兩年中，有45.6% 的教師曾修習「數學科教材教法」，有21.3% 的教師參與「數學學科內容」的研習，有19.6% 的教師參與「數學評量」的研習。反而有63.7% 的教師表示曾修習「使用科技」的專業活動課程，48.0% 的教師曾修習「班級經營」的教學課程。調查也發現，在過去一年當中，有73% 的教師表示從來沒有被同事觀察一整堂課的數學教學，也有61.5% 的教師表示從來沒有觀察同事一整堂課的數學教學。

在自我覺知方面，參與教師有教學的熱誠，也受學生、家長、同事和行政人員的肯定，也認為可以勝任絕大部份的教學，但教師的數學背景知能有提升的空間。尤其是分數、小數和圖形的鏡射與旋轉的教學。如表4，100% 的教師同意「自己對於數學教學很有熱忱」；59.5% 的教師同意「自己有強而有力的數學背景」，也有40.5% 的教師表示不同意；94.3%～85.6% 的教師同意「自己的數學教學受到學生、家長、同事和行政人員欣賞」；81.7% 的教師同意「如果可以選擇，自己還是想當教師」。我們也參考 TIMSS 2003的教師問卷調查（張秋男，2005）詢問教師是否能勝任四年級數學各主題的教學，發現88.4%～100% 的教師認為自己能勝任各主題內的單元，然而有9.4%～11.6% 的教師為自己不能勝任「分數的教學」、「使用文字、數字或模型來表示分數或小數的教學」，以及「圖形的平移、鏡射、旋轉的教學」。

在教學內容方面，四年級數學課堂的知識內容以涵蓋數和量的內容居冠。如圖5，老師表示他們的錄影課堂涵蓋數、量、幾何、統計、代數的內容分別有75.1%、68.3%、27.2%、4.4%、1.3%。換言之，錄影課堂的相對百分比（變成100%）數、量、幾何、統計、代數分別為42.6%、38.7%、15.4%、2.5%、0.7%。

本研究比對錄影研究當年度的三個教科書版本的教學單元（國編版尚未出版），如表5，發現相對百分比與教師所填寫的百分比蠻接近的。數的單元有13單元（40.6%）；量的單元有14個單元（43.8%）（其中6個單元是屬於幾何量，依問卷歸類是屬於量的單元）；幾何的單元有4個（12.5%）；統計1個單元（3.1%）。將教科書的比例與錄影課堂的相對百分比相比較，發現問卷調查結果與教科書版本數據差距不大。

二、各面向的教學樣貌

在數學課堂教學樣貌方面，我們主要融合七個階段的編碼系統，分成不同的面向來剖析老師的教學，希望能從這些面向一窺老

表 3：參與專業發展活動或修習其他課程百分比（可複選）

項目	數學科教材教法	數學學科內容	數學評量	數學教學技術
百分比	45.6%	21.3%	19.6%	15.4%
項目	使用科技	班級經營	課程標準的教學	各學科間的教學
百分比	63.7%	48.0%	33.7%	31.5%
項目	教導有特殊需求的學生	小組合作課程	學生認知	教導不同文化背景的學生
百分比	25.2%	13.7%	12.9%	12.7%
項目	教高等思維或解題的技巧	其他專業議題	以上均無	其他
百分比	3.6%	19.2%	2.9%	3.4%

表 4：教師的教學態度和想法

	非常同意	有些同意	非常不同意	有些不同意
我對於數學教學很有熱忱	51.6%	48.4%	0%	0%
在我的個人生活中我會對數學的議題有興趣	35.2%	53.3%	11.5%	0%
我擁有強有力的數學背景	8.9%	50.6%	33.7%	6.8%
我以我的教學品質為傲	14.4%	81.0%	4.5%	0%
我在一個我覺得很舒適和安全的環境教學	30.5%	60.5%	7.2%	1.8%
我有適當的教材和設備來支援我的數學教學	14.0%	57.6%	28.4%	0%
我閱讀關於數學教學的期刊或書籍	4.5%	42.8%	41.4%	11.2%
我喜歡觀看有關於數學新發展的電視節目	4.8%	44.8%	43.3%	7.1%
我主動地尋求如何改善我的數學教學的機會	31.9%	63.7%	4.4%	0%
我有適當機會在學校的時間和同事共同討論數學教學	32.2%	54.1%	11.4%	2.3%
即使是利用下班後的時間，我喜歡和同事一起進行有關數學課程和教學的事務	13.0%	42.8%	29.8%	14.4%
我喜歡參與數學的研討會來學習關於數學教學新知	21.7%	42.4%	35.8%	0%
我很喜歡這個年級的學生	52.9%	44.3%	2.9%	0%
我喜歡教一個有不同能力層級的學生班級	15.4%	37.1%	29.7%	17.9%
在我班級的學生人數適合我進行良好的數學教學	13.2%	34.1%	36.3%	16.4%
我認為我的學生能進行有品質的思考	11.3%	50.1%	36.6%	1.9%
即使我不知道答案，我還是喜歡學生問關於數學的問題	40.3%	48.2%	4.6%	6.9%
在這個學校是鼓勵男生發展數學興趣的	11.7%	26.7%	21.5%	40.1%
我非常努力的讓男生學習數學	18.7%	38.5%	10.5%	32.3%
在這個學校是鼓勵女生發展數學興趣的	10.2%	29.7%	21.5%	38.6%
我非常努力的讓女生學習數學	18.6%	38.6%	12.1%	30.8%
我希望教導高能力的學生	19.2%	40.7%	34.4%	5.8%
我希望教導低能力的學生	1.7%	29.7%	57.3%	11.3%
我是一個被學生欣賞的數學老師	21.3%	72.5%	4.7%	1.5%
我是一個被家長欣賞的數學老師	15.1%	79.2%	5.8%	0%
我是一個被同事欣賞的數學老師	18.0%	69.7%	6.6%	5.7%
我是一個被行政人員欣賞的數學老師	9.1%	76.5%	8.4%	6.0%
教數學是一個很困難的工作	9.1%	22.0%	46.6%	22.3%
教數學是一個值得的工作	39.0%	50.9%	10.1%	0%
如果我可以選擇的話，我還想當老師	45.9%	35.8%	9.2%	5.4%

師的教學樣貌。

(一)上課總時間與師生互動

四年級教師多能按照表訂的教學時間進行數學教學，且大約使用八成五的時間在進行公開的討論或教學，只有一成不到的時間是讓學生進行私下解題。台灣的國小教學時間，每堂課是40分鐘，「課堂總上課時間」（LES）的編碼分析發現，平均一堂課的上課時間為38分37秒，只比表訂時間少約1.5分鐘，這1.5分鐘主要在等全體學生回到教室內。第一階段的師生互動編碼，如圖6，數學課堂中以教師或學生主導的公開性對話或者講述的「公開互動」（CI1）的時間佔74.0%。教師指定一些工作，讓所有學生在

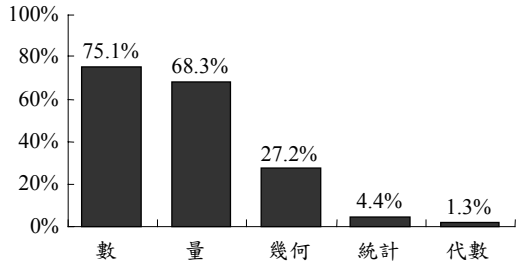


圖 5：全國符合錄影課堂的相關數學知識內容百分比。

註：總和不為 100%，因為教師在錄影課堂可能先複習數的單元再教幾何的單元，因此可以複選涵蓋的主題。

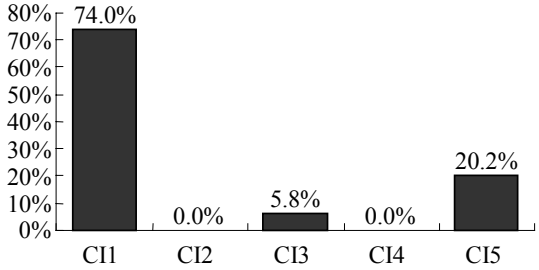


圖 6：師生互動類型的比例。

註：CI1 公開互動。CI2 教師公開提供資訊，學生可以選擇使用。CI3 學生公開提供資訊，學生可以選擇使用。CI4 公開和私下工作混合，學生不能選擇。CI5 私下工作。

座位上以個別或分組的方式進行解答問題或討論問題的「私下工作」（CI5）的時間佔20.2%。學生在黑板前面用書寫的方式公開呈現資訊，其他學生可選擇是否注意書寫的資訊，沒有注意的學生則在座位上進行自己的解答問題的「學生公開呈現資訊、其他學生可以選擇是否注意」（CI3）的時間佔了5.8%。至於「教師公開提供資訊，學生可以選擇是否注意聽講」（CI2）以及「師生公開和私下工作混合，學生不能選擇」（CI4）的兩種類型，並沒有出現在數學課堂中。

(二)課堂工作

在課堂工作方面，教師在上課期間絕大部份的時間都在進行數學工作，只有極少部份時間在進行非數學的工作。第二階段的編碼，將課堂工作分為非數學工作(NM)，數學組織（MO）及數學工作（MW）三種。如圖7，在數學課堂中平均有96.5% 的課堂時間在進行數學工作，如數學概念的講解、進行問題的解答等；有1.4% 的課堂時間在進行非數學的工作，如進行班級經營、請值日生擦黑板等；只有2.0% 的課堂時間在進行與數學相關的管理組織，如預告下一個學習活動、收數學習作…。

在數學工作中，約7：3的時間在進行數學問題形式的問題片段（P）與非問題形式的非問題片段（NP）的教學。數學工作（MW）

表 5：96 學年度第一學期各版本單元名稱

單元	康軒	翰林	南一
1	億以內的數	十萬以內的數	十萬以內的數
2	整數的乘法	乘法直式計算	長度和周長
3	角度	角度	乘法
4	整數的除法	除法直式計算	三角形和角度
5	分數	重量	容量
6	數的十進位結構	圓與方位	圓和球體
7	長度	時間	除法
8	重量	假分數與帶分數	面積
9	平面圖形	容量的化聚	時間
10	時間	統計圖表	分數
11	位置的表示		重量

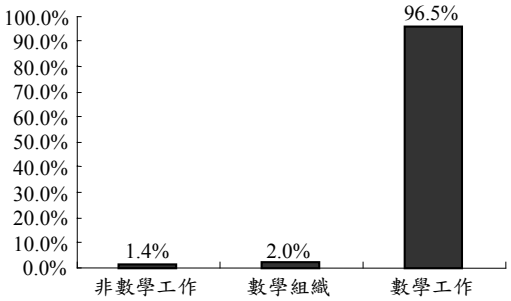


圖 7：課堂內容類型的比例

的類型又分為問題片段（P）和非問題片段（NP）。如圖8，教師在數學工作（MW）中有72.8% 的時間（一堂上課時間的70.3%）是以問題片段（P）的方式進行數學課程，例如解答數學問題等；有27.2% 的時間（一堂上課時間的26.3%）以非問題片段（NP）的方式進行數學課程，例如說明帶分數的意義等。

1.問題片段

問題片段（P）的各個面向，主要是由第二和第五階段的問題層面編碼做進一步的分析。

在進行問題片段（P）的教學時間中，約6.5：3.5的時間在逐題進行教學（IP）與同時進行多個問題（CP）的教學；在同時進行多個問題（CP）的教學中，約4.5：4：1.5的時間在進行私下解答問題（CPSW）、全班公開討論問題（CPCW）、與指派或說明問題

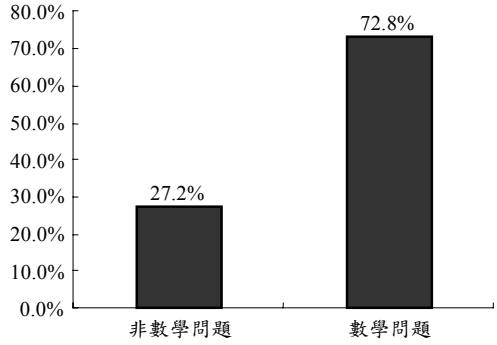


圖 8：數學工作類型發生的比例

（CPSU）。研究發現在進行問題片段（P）的教學有65.4% 的數學問題教學時間（一堂上課時間的46.0%）在進行逐個問題解答的獨立問題（IP），有34.4% 的時間（一堂上課時間的24.2%)在進行同時發生的問題(CP)，也就是同一時間進行多個問題的解答，有0.2% 的時間（一堂上課時間的0.1%）在進行只有給答案的問題（AO）。再者，進行同時發生的問題（CP）中有44.7% 的時間（一堂上課時間的10.8%）在座位上進行私下解答問題（CPSW)；有41.6% 的時間（一堂上課時間的10.1%）是全班公開進行討論問題解答（CPCW)；有13.7% 的時間（一堂上課時間的3.3%）是教師用來指派問題或說明問題（CPSU)。

在佈題方面，約有九成的問題是當天的佈題，不到一成問題是家庭作業的問題。同時所佈的問題絕大部份是要全班一起聽或做的問題，而且學生沒有選擇不聽或不做的機會。研究發現有平均91.4% 的數學問題是當天佈的數學問題；只有7.1% 的數學問題是之前指派的家庭作業問題，而教師在今天的課堂中講解討論。同時有93.8% 的數學問題是要全班的學生一起看，或者聽教師或某個學生解答的問題。只有6.2% 的數學問題不需要全部的學生一起進行，而是每組可能進行不同的問題，或是教師指派部分問題給較快完成的人。所佈的數學問題中有98% 是學生必要聽或做的，學生沒有選擇的機會；只有2% 是學生可以選擇的問題。顯示絕大部份的數學問題是當天的問題，同時學生要一起做或一起看。

在問題脈絡方面，所佈的問題中，約有一半的問題只使用數學語言或符號的抽象方式來佈題，也有一半的問題會加上畫圖等較具體的方式來佈題，只有極少數的問題使用故事的形式佈題。研究發現，有47.7% 的問

題片段只使用數學語言或符號來佈題，如10毫米應該等於幾公分的問題；有46.8% 的問題片段不只使用數學語言或符號來佈題，還會利用畫圖等其他方式佈題；只有5.4% 的數學問題是使用故事的方式佈題。

在真實生活的連結方面，約各佔一半的問題有或沒有與真實情境連結。研究發現，有47.2% 的數學問題沒有和真實生活連結；也有47.0% 的數學問題在陳述時會和真實生活連結，有5.3% 的問題是在討論的時候才和生活連結。

在問題表徵方面，約有四成的數學問題會利用畫圖或圖解進行佈題或解題。研究發現，有42.7% 的數學問題會透過畫或圖解進行佈題或解題，如教師利用長度放大圖進行解題；只有3.3% 的數學問題在進行時使用表格。至於呈現長條圖、折線圖的數學問題，在四年級數學課堂中並沒有發現。這或許是因為四年級三本教科書中統計單元數只有一個單元（1/32），且拍攝時沒拍到這部份的教學所致。

在使用工具方面，不到三成的問題片段有使用測量儀器或數學工具。研究發現，有73.4% 的數學問題沒有使用到常見的測量儀器（尺、量角器、圓規）、數學工具（方瓦、七角板）、和幾何形體等工具來呈現或解答問題。分別有5.7%，8.1%，12.4% 的問題是由教師，學生，以及兩者利用工具來解決問題。因為四年級數學課堂有進行幾何教學的比例只有27.2%，因此相對而言，教師在教學時便大多不會使用工具來解答問題。

在學生選擇解題方法方面，約有八成的問題先由教師示範再讓學生解類似問題，不到一成的問題讓學生開放思考。研究發現，有81.1% 的數學問題是由教師示範一種解題方法，然後再讓學生用這種方法解決一個類似的問題。只有7.2% 的數學問題的解題方式是學生可以開放性的選擇，也就是教師鼓勵學生使用任何的解題方法，沒有任何的限制。然而研究顯示大部份學生使用解答問題的方法都是教師教過的方法。

在進行時間方面，約有八成的問題解答需要45秒以上，不到二成的問題少於45秒。研究發現，有83.0% 的數學問題公開解題的時間大於或等於45秒，只有17.0% 的數學問題解題時間不到45秒。

在促進探索方面，約有八成的問題沒有深入討論，只有極少數的問題有進一步討論或做解法的比較。研究發現，有80.3% 的數學問題沒有深入討論；有4.6% 的數學問題會進一步的檢視討論，但是沒有比較其他的解題方法；只有4.2% 的數學問題不僅有進一步的討論，也有比較解題方法。此結果顯示多數數學課堂的問題並沒有進行深入的討論。

在問題解法和解法總結方面，約九成的問題沒有或只提出一種解法；且有七成的問題解完後沒有進行總結，約二成的問題在解完後有進行總結。研究發現，有87.7% 的問題沒有或只有一種解題方法公開提出，有3.3% 的問題不只公開提出一種解題方法，但是都不是學生建議的。同時有70.5% 的數學問題在問題完成解決後，教師並沒有進一步總結；只有20.6% 的數學問題有進行總結。顯示四年級數學教學還是以一種解法為主，且較少進行總結。

2.非問題片段

在非問題片段（NP）方面，約有五成的非問題片段會提到數學概念/理論/觀念，約三成的非問題片段會提出數學工作的脈絡，約二成非問題片段是透過活動來進行概念教學。第六階段的分析發現，有28.9% 的非問題片段會提供數學工作的脈絡（CON），例如陳述教學目標，在課堂上討論特定的數學想法，或者將概念連結到過去或未來的課堂

等。有52.3% 的非問題片段會提到有關數學概念/理論/觀念的訊息（CTI），例如介紹或複習新舊概念。有17.6% 的非問題片段透過某項活動來進行概念教學（AC），例如切開水果觀察剖面，找出球體最大的圓。有1.2% 的非問題片段會宣佈或說明未來的家庭作業或測驗（HT）。顯示在非問題片段的教學中，有一半會進行概念或理論的教學，約有三成會提供數學的脈絡讓學生了解。

(三)課堂事件

在課堂上是否發生我們感興趣的事件中，約有七成的老師在進行非問題片段（NP）的教學中會連結生活情境；約有三成的老師會說明上課的主題；有一成的老師會總結上課的內容；約有一成五的老師會指派家庭作業；約有二成老師在教學中會受到外界的干擾而中斷教學；約一成的老師在上課時需要處理與數學教學無關的問題；同時沒有老師教導數學史相關的內容。如圖9，第四階段的編碼分析發現，在四年級的數學課堂中，平均有68.0% 的課堂教學，教師會在陳述概念或請學生進行活動時能連結真實的生活，應用生活中的事例引導學生學習（RLNP）。有30.8% 的課堂教學，教師會向學生陳述上課課堂的主題（GS）；有15.8% 的課堂教學，

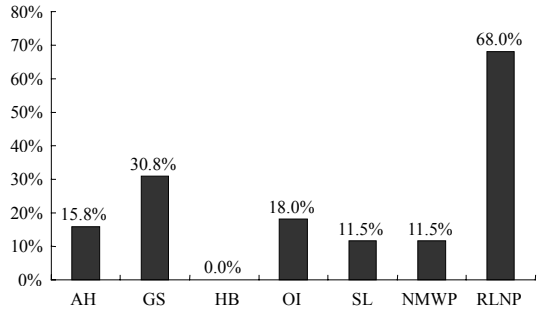


圖 9：課堂事件發生的比例。

註：AH－家庭作業的指派。GS－目標陳述。HB－歷史背景。OI－外來的中斷。SL－課程總結。NMWP－問題內非數學。RLNP－在非問題中，與真實生活產生連結和應用。

教師會指派家庭作業讓學生回家做（AH）；有11.5% 的課堂，教師會總結課堂上課的內容（SL）。有18% 的課堂，教師會因為學校廣播或者手機鈴響等外來事件而中斷數學課程的進行（OI）。有11.5% 的課堂，教師在進行數學問題時，需要處理學生不當行為的管理等與數學無關的工作（NMWP）。至於教導與數學相關的歷史背景（HB），在四年級數學課堂中並沒有發現。

(四)資源使用

在課堂使用的資源方面，幾乎所有的老師都會使用黑板和教科書，約有六成的老師有使用特定的數學工具，而使用投影機、電腦和計算機的教師僅佔少數。第六階段的編碼分析發現，有100% 的數學課堂使用黑板；有96.4% 的課堂使用教科書；64.4% 的課堂使用特定的數學工具，如積木、花片、直尺、幾何形體、圓規、量角器等數學工具；有25.2% 會使用實物來進行數學教學，如拿書包或鉛筆盒來秤秤看有多重；有4.5% 的課堂會使用投影機；有1.8% 的課堂會使用計算機；有1.6% 的課堂使用電腦；有1.4% 的課堂使用電視。詳細分布如圖10。顯示四年級數學課堂多會使用到黑板和教科書，至於投影機、計算機、電腦、電視的使用仍不普遍。

(五)教學活動

在教學活動方面，約五成的時間在介紹新的知識內容，約有三成的時間在練習或應用已介紹過的知識內容，約二成的時間在複習或檢討家庭作業。如圖11，第七階段的編碼分析發現，有47.4% 的時間教師在介紹新的知識內容；有19.9% 的時間教師在複習或檢討家庭作業；有32.7% 的時間教師讓學生練習或應用這堂課已經介紹過的知識或概念。顯示四年級數學課堂有大約八成的時間在進行新的知識內容，練習或應

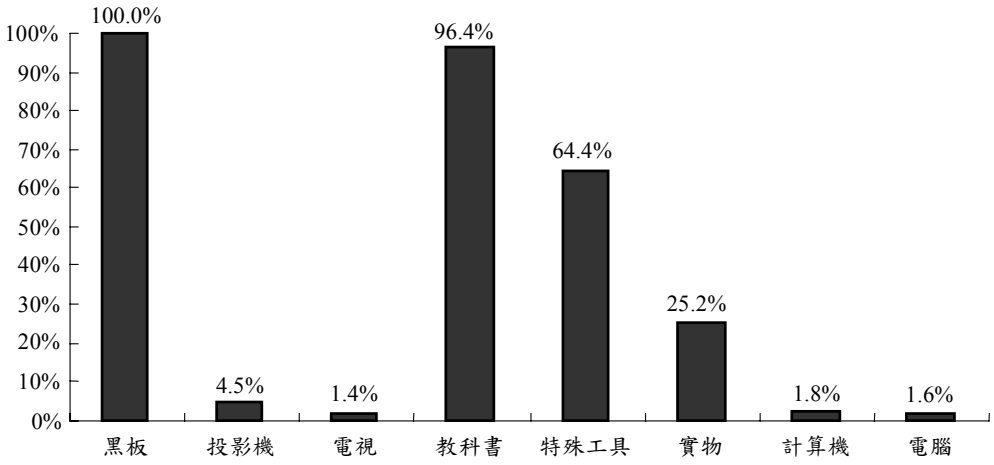


圖 10：課堂資源使用類型的比例

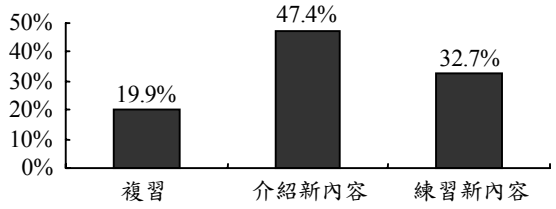


圖 11：教學活動的比例

用新知識或概念。

伍、結論與建議

由於 TIMSS 1999和 LPS 錄影研究的對象都是八年級的教師，而本研究的研究對象為四年級教師，在我國它們是屬於不同的階段，教師的培育方式很不一樣，因此本研究要與八年級對話要非常小心，所以本研究在與八年級的研究結果對話時不做直接的對比，只陳述事實，同時本研究仍然試著提出一些可能的討論和建議。

一、討論

本研究的錄影課堂在事前要求教師照平常的方式教學，並在前一堂課即進入教學現場讓師生適應拍攝環境，同時從教師的問卷也可以反應大多數的師生都和平常的表現相近。

(一)背景資料

本研究中的樣本絕大部份的教師是從師範體系畢業，且有一半是教育系畢業，擁有數理教育背景的比例只有二成。四年級教師有許多參與專業發展活動的機會，同時二年內曾進修「使用科技」的教師佔六成，進修「班級經營」的教師佔五成，進修「數學科教材教法」的教師佔四成五，進修「數學學科內容」和「數學評量」的教師各約二成。但教師間相互觀察教學的情形並不普遍。雖然我國的小學教師多半是教育系畢業，具有數理教育背景僅佔二成，但我國小四學生在TIMSS 2003和2007數學成績的世界排名分別是第四名和第三名（Mullis, Martin, Gonzalez, & Chrostowski, 2004; Mullis et al., 2008），這表示我國教師目前的素質仍能教出優質的學生。但是我國小學現今仍採包班制度，培育方式則是部份已採分科培育，加上教師過剩問題，使得優秀的大學生逐漸流失而不投入教職的領域。根據研究發現，近兩年中約有四成五的教師曾參與數學教材教法的研習，各約有二成的教師參與數學學科內容與數學

評量的研習。另約有六、七成的教師沒有參與校內同事進行教學觀摩的活動。這個發現呈現出教師間的專業成長互動不佳。因此這個能培育優質學生的優勢是否仍然可以持續下去，值得觀察與關注。

研究發現四年級教師平均一星期有4.4個課堂在教數學，比九年一貫課程綱要所訂的課堂數（25堂的10%～15%）還多。同時一星期也花4.3小時在準備數學教學，平均一個上班日約有一堂以上的時間在準備數學教學。四年級教師的數學課堂以「數」及「量」的教學為主，在教學時教科書和教師手冊扮演非常重要的角色，同時也重視學生感興趣和有需求的內容。此結果顯示我國教師花在上數學課的時間比法定的時間還多，這與我國長久以來教師向來恪盡職守，想辦法盡心盡力幫助學生的傳統吻合，同時教師怕數學教學時數不夠，所以多花一點額外的時間上數學課，這代表課程內容太多？或者教師無法有效率的教學？此一問題值得我們深入研究。此外在教科書的使用方面，我國九年一貫課程綱要強調學校應設立「各學習領域課程小組」（教育部，2003）審查自編教科書及設計教學主題與教學活動，但我國四年級教師對教科書和教師手冊的依賴性仍很高。因此要達到九年一貫課程綱要的理想仍有一段路要走。但是又說回來，各校教師自編教科書，以目前教師對數理教育的背景，他所編出來的教科書的品質是否比現行民間版或國編版教科書高，則是另一值得關注的議題與研究的問題。

研究發現所有教師都同意自己對數學教學有熱忱，絕大部份教師同意自己的數學教學受到學生、家長、同事和行政人員欣賞多數肯定自己的工作。雖然有六成的教師同意自己的數學背景不錯，但仍有四成不同意。大多數教師對各主題都認為自己能勝任教學，只有各一成的教師自認為無法勝任分數的教學，使用文字數字或模型來表示分數或小數的教學，以及圖形的平移、鏡射、旋轉的教學。顯示對自己的數學教學有熱忱、自我肯定，且受到相關人士的肯定，這與我國長久以來絕大部份教師都很恪盡職守、尊師重道的傳統吻合。但是因為只有二成的教師具有數理背景，因此有四成的教師不同意他的數學背景不錯，也各有一成的教師對分數、小數、幾何旋轉和平移的教學沒有信心。

(二)教學樣貌

錄影課堂分析發現四年級教師的數學教學大約有九成五的時間在進行數學概念的講解、進行問題的解答等數學工作。大約有八成的時間在進行新內容的介紹或練習，有二成的時間在複習舊知識。大約有七成五的時間在進行以教師或學生主導的公開性對話或者講述的教學。約有三成的課堂，教師會先陳述這堂課的主題，有一成的課堂會總結課堂內容；有一成五會指派家庭作業；約有二成課堂會因為學校廣播或者手機鈴響等外來事件而中斷課程的進行。本結果顯示四年級教師授課會花少部份時間複習舊知識，再花大部份的時間教授新知識或練習。但是絕大部份的時間是在進行公開的對話或講述教學，很少讓學生私下進行學習。研究發現這與我們所熟知的亞洲國家的各年級的教學相仿，TIMSS Video study（Hiebert et al., 2003）八年級的研究中，日本和香港也花大約75：25的時間在教新概念和複習舊內容，但我國近年來強調數學溝通而重視的小組合作學習，在研究中卻不多見，因此其原因值得深入探究。再者與教師花4.4堂課進行教學的背景資料對比，發現教師既然不是因為強調和學生互動而使教學時間不夠，那另一個問題可能的問題是課程內容太多。或者有其他原因致使教師必須花多一點的時間來教學，此

一問題值得找出有證據性的答案。

研究發現約有三成的時間在進行說明觀念或提供數學工作脈絡的概念教學（非問題片段），約有七成的時間在以解答問題的方式進行教學，顯示四年級教師重視數學概念的教學，同時也重視問題的解答。同時在概念教學的非問題片段，約有五成的課堂教師會在說明概念的過程中連結或應用於真實生活；有五成會提到有關數學概念/理論/觀念的訊息；約有三成會說明數學的脈絡，例如陳述教學目標，在課堂上討論特定的數學想法，或者將概念連結到過去或未來的課堂等；有二成的透過某項活動來進行概念教學，例如切開水果觀察剖面，找出球體最大的圓。在這方面 TIMSS Video study（Hiebert et al., 2003）的調查國家中，荷蘭八年級花 91% 而其他國家花80%～85% 的時間進行問題解答。似乎很合理的是國中生比國小學生花較多的時間在解答問題。四年級教學中這樣的比例，是不是一個恰當的比例是一個值得研究的議題。但至少我們教師在教學時還能夠連結真實生活、說明數學脈絡、甚至透過活動進行教學。

在問題佈題方面，約有九成的數學問題是當天佈的數學問題，一成的數學問題是之前已經指派的家庭作業，當天再講解或討論；約有九成的問題要全班一起進行，學生不能選擇聽或不聽；約有一半的問題用具體的方式來佈題，也約有一半的問題使用較抽象的數學符號來佈題；約有一半的數學問題是用真實情境來佈題，另一半則是屬於沒有情境的數學問題。此研究結果顯示四年級教師所佈的問題絕大部份是當天出的問題，且要全班同學一起做。同時一半一半的比例用具體和抽象的方式佈題，以及有情境和無情境的佈題，似乎有照顧到學生具體與抽象的學習。

在問題解答方面，約有七成五的數學問題沒有使用到常見的測量儀器（尺、量角器、圓規）、數學工具（方瓦、七巧板）、和幾何形體等工具來呈現或解答問題；約有六成的時間在進行逐一問題的解答，有四成的時間在同一時間進行多個問題的解答；約有四成的數學問題會透過畫或圖解進行佈題或解題。在學生選擇解題方法方面，有八成的問題，學生使用的解答方法都是教師教過的方法；但有八成的問題沒有進行深入的討論。也有一成的課堂，教師在進行數學問題時，需要處理學生不當行為的管理等與數學無關的工作。顯示四年級的問題約有四分之三不需要或者老師沒用測量儀器等，研究者的見解是四年級應慢慢從具體操作過渡到形式運思，因此這樣的比例或許合理。比較令人擔心的是多數的問題解答方法是老師教過的，且沒有深入進行討論。但為什麼我們的學生又會有不錯的表現？這需要再進行探究。

課堂事件和資源使用方面，約有七成的老師在進行非問題片段（NP）的教學中會連結生活情境；同時沒有老師教導數學史相關的內容。所有的課堂都會使用黑板；有九成五的課堂會使用教科書；有六成五的課堂會使用到積木、花片、幾何形體、圓規、量角器等數學工具；有二成五的課堂會使用實物來進行數學教學，如拿書包或鉛筆盒來秤秤看有多重。顯示教師如同問卷調查一樣，還是比較依賴教科書和黑板，這和我們所熟知的亞洲國家的教學相仿。同時雖然不是每個問題都會用到測量儀器等，但仍然有多數的課堂會用到積木等數學工具，甚至少數會使用實物來教學。至於有七成的教師在進行概念教學時連結生活情境，這是否符合四年級學生從具體操作期慢慢要進入形式運思期的比例，或者仍應該持續強調生活的連結，也值得探究。

二、建議

依據研究結果，本研究出一些建議，做為日後研究與教學的參考。

(一)對未來研究的建議

1.教師專業成長的研究

本研究成員在進行錄影研究的過程中，深入思考各編碼系統的內涵，同時也在反省、檢討與修正自己的教學方式，無形中發現成員的教學知能也有所成長。因此利用錄影研究進行教師專業成長的研究，也是未來可以思考的議題。

2.專家教師的數學教學錄影研究

本研究參考 TIMSS 錄影研究（Jacobs et al., 2003a）的方式探究全國教師的樣貌，而 LPS（Clarke & Novotná, 2008）則是對優秀的數學教師進行連續多節課堂的教學錄影研究。兩種研究各有其優點，因此未來可以參考 LPS 的研究方法，探究我國專家教師的數學教學錄影研究，深入解析專家教師的特質，供教師參考。

當然，也可以考慮在一學年或一學期內，每隔固定時間對幾位專家教師進行拍攝其數學教學，然後加以解析並量化其教學特質，再與全國性的數學教學樣貌進行比較研究。如此我們或許可以回答何種比例對學生的學習較為恰當的問題。

(二)對教學實務的建議

研究發現四年級教師對自己的數學教學持肯定的態度，也在課餘時花蠻多的時間在進行數學教學相關的工作，也大多能勝任數學的教學。唯有一成的教師自認為無法勝任分數的教學，使用文字數字或模型來表示分數或小數的教學，以及圖形的平移、鏡射、旋轉的教學。因此日後的教師在職進修或者職前教育可以特別重視分數、小數和平移、鏡射、旋轉的幾何內容。

誌　謝

本文是國科會專題研究計劃編號：NSC 95-2521-S-133-001-MY3的部份結果。感謝所有參與錄影研究的教師和學校行政人員，以及相關人員的協助。有了大家的熱情參與，本研究得以順利完成。文中論點為作者所有，不代表國科會。

參考文獻

1. 李源順（2005）。學生教師運用知識庫學習數學教學：理論與實務的連結。**科學教育學刊，13**（1），53-70。
2. 林碧珍、蔡文煥（2006）。國小四年級學生在 1991 年 IAEP 評量工具的數學成就表現。**國立新竹教育大學學報，22**，273-307。
3. 林煥祥主編（2008）。**臺灣參加 PISA 2006 成果報告**。行政院國家科學委員會計畫編號 NSC 95-2522-S-026-002。花蓮：國立花蓮教育大學。
4. 國家教育研究院籌備處（2008）。**台灣學生學習成就評量資料庫**。2009 年 10 月 19 日。取自 http://tasa.naer.edu.tw/。
5. 張秋男主編（2005）。**國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003**。行政院國家科學委員會計畫編號。NSC 93-2511-S-003-001-。台北：國立臺灣師範大學科學教育中心。
6. 教育部（2003）。**92 年國民中小學九年一貫課程綱要**。台北：教育部。
7. 教育部（2008）。**96 學年度國民小學教師人數**。2009 年 10 月 19 日。台北：教育部。取自 http://www.edu.tw/files/site_content/B0013/97edu_2201.xls。
8. 教育部統計處（2007）。**國民小學校別資料**。2009 年 10 月 19 日。台北：教育部。取自 http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/

STATISTICS/EDU7220001/service/sts4-95.htm。

9. 游政雄、呂玉琴（2002）。台灣北部地區國小中年級學童分數概念之研究。**臺北師院學報，15**，37-68。
10. 劉曼麗（2001）。國小學童的小數知識研究。**屏東師院學報，14**，823-858。
11. Clarke, D., & Novotná, J. (2008). Classroom research in mathematics education as a collaborative enterprise for the international research community: The learner's perspective study. *Proceedings of the Joint Meeting of PME 32 and PME-NA XXX, Vol. 1*, 89-90.
12. Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin, K. B., Hollingsworth, H., Jacobs, J., et al. (2003). *Teaching mathematics in seven countries: Results from the TIMSS 1999 video study*. U. S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
13. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (2008). *Teacher education and development study in mathematics.* Retrieved March 9, 2009, from http://teds.educ.msu.edu/default.asp.
14. Jacobs, J., Garnier, H., Gallimore, R., Hollingsworth, H., Givvin, K. B., Rust, K., et al. (2003 a). *Third international mathematics and science study 1999 video study technical report volume 1: Mathematics technical report*. U. S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
15. Jacobs, J., Garnier, H., Gallimore, R., Hollingsworth, H., Givvin, K. B., Rust, K., et al. (2003 b). *Third international mathematics and science study 1999 video study technical report volume 2: Mathematics technical report*. U. S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
16. Jacobs, J., Garnier, H., Gallimore, R., Hollingsworth, H., Givvin, K. B., Rust, K., et al. (2003c). *Third international mathematics and science study 1999 video study technical report volume 3: Mathematics technical report.* U. S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
17. Mullis, I. V. S, Martin, M. O., Gonzalez, E. J., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 international mathematics report.* Chestnut Hill, Ma: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
18. Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Olson, J. F., Preuschoff, C., Erberber, E., et al. (2008). *TIMSS 2007 international mathematics report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, Ma: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
19. National Center for Education Statistics. (2003). *Highlights from the TIMSS 1999 video study of eighth-grade mathematics teaching.* U. S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
20. Olson, J. F., Martin, M. O., & Mullis, O. V. S. (Eds.) (2008). *TIMSS 2007 technical report.* Chestnut Hill, Ma: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
21. Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanaka, T., Knoll, S., & Serrano, A. (1999). *The TIMSS videotape classroom study: Methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States*. U. S. Department of Education. Washington, DC: Office of Educational Research and Improvement.

A Video Study of Mathematics Teaching in Fourth Grade

Yuan-Shun Lee[1], Fou-Lai Lin[2], Jasmine Lan[1], Ping-Hsin Wang[1], Shan-Hui Zhen[1] and Si-Ya Hong[1]

[1]Department of Mathematics and Computer Science Education, Taipei Municipal University of Education

[2]Department of Mathematics, National Taiwan Normal University

Abstract

The goal of the study was to analyze mathematics teaching practices in the fourth-grade in Taiwan. This research was based on the video study for eighth-grade mathematics teaching in TIMSS, 1999. A two-stage stratified cluster sampling of mathematics lessons in grade 4 was used. The researchers first videotaped lessons, then digitized, coded, and analysed data. A teacher questionnaire was used to collect background information about the teachers. The results showed that the mathematics teachers in grade 4 were positive in their teaching attitude. They spent much time at home or school doing other school-related activities. They had adequate capability in math-teaching. About 74.0% of the lesson time was spent on public interactions between teacher and students. Explanations were provided primarily by the teacher. About 80.1% of the lesson time was spent on introducing or practicing new content. About 19.9% of the time was spent reviewing previous lessons. About 27.2% of the time was spent on concept teaching, and about 72.8% of the time was spent on solving problems.

Key words: National Sampling, Video Study, Mathematics Teaching