

國小攜手計畫數學補救教學課程決定與 教學實施之探究

徐偉民^{1*} 劉曼麗²

摘 要

本研究採用教學觀察與訪談、問卷調查的方法，來瞭解教師在攜手計畫數學補救教學中，其課程決定與教學實施的情況。有 8 位、300 位高屏地區教師分別接受觀察訪談與問卷調查。在觀察與訪談中發現，教師補救教學時，以使用概念與計算的問題為主，先進行全班例題的講解，再讓學生個別練習與進行指導，以達熟練的目標。在實施過程中教師表示會根據學生程度來決定課程，但由於學生程度落差大，所以採用學生原年級的數學教科書為補救教學之主要內容，而學生程度的落差也讓教師在教學時感到困難。問卷調查的結果與觀察訪談的結果相當一致，約 8 成左右教師表示在課程決定和教學實施上有困難，未來研究者宜針對補救課程教材與教學策略兩方面來提供現場教師的協助。

關鍵詞： 國小、數學補救教學、數學課程決定

^{1*}徐偉民，國立屏東大學科普傳播學系副教授（通訊作者）

電子郵件：ben8535@mail.nptu.edu.tw

²劉曼麗，國立屏東大學科普傳播學系教授

電子郵件：mliu@mail.nptu.edu.tw

投稿日期：2014 年 04 月 23 日；修正日期：2014 年 08 月 12 日；接受日期：2014 年 10 月 07 日

INVESTIGATION ON CURRICULUM DECISION AND INSTRUCTION IMPLEMENTATION OF MATHEMATICS REMEDIAL INSTRUCTION AT AFTER-SCHOOL ALTERNATIVE PROGRAM IN ELEMENTARY SCHOOLS

Wei-Min Hsu¹ Man-Li Liu²

ABSTRACT

This study aimed at understanding the curriculum decision and instruction implementation of mathematics remedial instruction (MRI) in elementary schools. Classroom observation, interview, and survey data were collected from 8 case teachers, and 300 teachers who taught the After-School Alternative Program (ASAP) in Kaohsiung and Pingtung County of Southern Taiwan, respectively. Analyses of classroom observation and interview data indicated that the main foci of MRI were conceptual understanding and algorithmic practice. Teachers demonstrated how to solve an example task, and then provided similar tasks for students to practice while providing individual guidance for students as needed. Mastering mathematics skills was the primary goal of MRI. Teachers expressed that they diagnosed ASAP students' mathematical competence before selecting MRI curriculum. However, due to the diversity in students' competence levels, they chose the original mathematics textbook as teaching materials. Teachers also struggled with addressing the different learning needs of students, and they needed more time to implement individualized instruction. Survey responses revealed consistency with findings from observations and interviews. About 80% of teachers reported difficulties in decisions related to curriculum materials and instruction implementation of MRI. In the future, researchers should develop curriculum materials and instructional strategies of MRI that assist teachers in implementation of teaching materials and methods.

Key Words: Elementary school, Mathematics remedial instruction, Mathematics curriculum decision.

¹ Wei-Min Hsu, Associate Professor (corresponding author), Department of Science Communication, National Pingtung University.
E-mail: ben8535@mail.nptu.edu.tw

² Man-Li Liu, Professor, Department of Science Communication, National Pingtung University.
E-mail: mliu@mail.nptu.edu.tw

壹、緒論

一、研究緣起與目的

教育公平性的議題，一直是各國關注的焦點與努力達成的目標（Rodriguez, 2005），為了要達成這樣的目標，除了提出政策來宣示，也透過教育目標的設定或改革，來提升所有學生的學習表現（教育部，2003；National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000）。臺灣除了進行九年一貫的課程和教學改革外，也對學習落後的學生進行攜手計畫課後扶助（簡稱攜手計畫），希望透過課後補救教學的實施，提升學習弱勢學生的學習表現（教育部，2007），讓所有的學生都有學習成功的機會，以達成教育公平性的目標。

在攜手計畫補救教學中，主要是針對語文和數學來對弱勢且學習成就低落的學生進行補救教學。因為這兩學科的學習表現，影響學生後續進入高等教育的管道與機會。尤其是數學，扮演著一個「關鍵過濾器」（critical filter）的角色（Ernest, 1998），是決定個人未來成功與否的重要指標。但過去攜手計畫的相關研究，大多是探討各縣市整體的執行情形或成效（曾昱瑩，2009；傅正敏，2009），焦點大都在執行或行政運作的層面，很少探討學生在攜手計畫中數學學習的表現或成長，即使有，也聚焦在整體進步情形（李孟峰、連廷嘉，2010；劉瑞珠，2009），並未探討補救教學實施的歷程，這是研究者以攜手計畫數學補救教學為探討主題的主因。

課程是教師教學和學生學習的主要內容與焦點（Grouws, Smith & Sztajn, 2004），會影響學生數學學習的表現，以及學生對於數學本質和學習的觀點（Stein, Remillard, & Smith, 2007; Tarr, et al., 2008）；另一個影響學生數學學習的關鍵，則是教師數學教學的實施（Hibert & Grouws, 2007），因為教師會根據自己的知識、信念、以及外在的教學環境來詮釋和轉換課程的內容（徐偉民，2011a；Lloyd, 2008; Remillard & Bryans, 2004; Remillard, 2005; Stein, et al., 2007），對學生的數學學習有更直接的影響（徐偉民，2011a，2011b；Stein, et al., 2007）。由此看來，要探討攜手計畫數學補救教學的議題，必須要瞭解教師如何決定數學補救課程的內容（攜手計畫並無固定的課程內容）？教師如何進行教學？才能對數學補救教學的實施與可能的成效有更深入的理解。而所謂的課程決定，從補救教學的主

張來看，是指教師根據學生的學習表現來進行課程內容的選擇與規劃，課程的內容應符合學生的起點行為（張新仁，2001），以及數學概念的階層性。因此本研究所指的數學補救課程決定，是指教師根據學生程度與數學概念的順序，對課程內容所做的決定。由於數學課程是以數學問題為單位所組成，且解題是教學的核心（Stein et al., 2007），所以本研究所指的教學實施，是指教師如何實施補救課程中的數學問題？包括問題的類型與實施方式。希望藉由課程決定和教學實施兩個面向，來瞭解攜手計畫數學補救教學實施的情形，以及教師在實施數學補救教學時的困難。為達上述目的，本研究分兩階段來進行：

- （一）階段一：進入現場觀察與訪談，來了解教師攜手計畫數學補救教學實施的情形與主要考量。
- （二）階段二：根據現場的情形與文獻的主張，編製問卷調查教師在攜手計畫數學補救教學中，如何決定數學補救課程？如何實施補救教學？以及在這兩個面向上感受到的困難為何？

貳、文獻探討與啟發

一、攜手計畫的源起、實施與成效

社會型態的轉變與經濟發展的落差，使得公平性的議題逐漸受到關注，也是政府施政的主要焦點之一。回顧臺灣攜手計畫發展的歷史，發現由於政治、經濟、社會與文化的轉變，使政府推出相關的政策與經費補助，協助偏遠地區學校和弱勢學生的學習（翁福元、黃彥超、陳正專，2009），包括 1996 年實施「教育優先區計畫」；2003 年開始重視弱勢族群學生課業輔導和補救教學；2006 年整合並推動「攜手計劃課後扶助」方案（陳淑麗，2008），針對弱勢族群的子女，結合國中小現職與退休教師、大專學生與儲備教師，以每班不超過 10 人的方式，進行課後的課業輔導（教育部，2007）。2008 年擴大辦理，不僅提高補助金額與擴大輔導對象（納入失親、單親和隔代教養，成績由後 5% 放寬到後 15%），也把國中補救教學的科目，擴及社會和自然兩科（原先針對國文、英語和數學）（教育部，2008）。藉此，讓更多弱勢且需要協助的學生可以納入攜手計畫中（2012

年後將攜手計畫統稱為補救教學），以達成教育公平性的目標。

攜手計畫自2006年實施以來，政府每年投入大量經費與提高服務學生人數，各縣市政府均針對攜手計畫的實施辦理教師專業研習、進行學校訪視與檢討等活動，來增進實施的成效。有報告指出，攜手計劃實施後學生的學習表現提升了（劉瑞珠，2009；羅玉霞，2009），教師對於攜手計畫執行的結果滿意（張嘉寧，2007）；但也有研究指出，教師在實施攜手計畫時感到困難，包括對教學活動設計、系統化教材與標準化評鑑編製感到困難，且教學實施未能針對學生程度提供適性有效的補救教學（陳淑麗、熊同鑫，2007）。甚至部份課程變為安親班的形式，只重視回家作業的書寫，忽略補救教學的實施（盧威志，2008）。

攜手計畫執行成效的報告，都建議教師加強補救教學的知能，包括正確的診斷、課程和教學重新的規劃、教學過程中根據學生需求來進行彈性的調整等。雖然許多研究都提出這樣的建議，但是針對攜手計畫數學補救教學的相關研究卻很少，尤其是針對計畫實施過程中教師如何編製數學補救教材？如何進行教學實施？幾乎沒有相關的研究進行探討，大部分仍是針對整體的實施成效來進行調查與呈現，例如李孟峰與連廷嘉（2010）探討一所國小教師實施攜手計畫的概況，以及學生在數學與國語學習整體的成效；羅玉霞（2009）探討四所國小執行攜手計畫的情形與困境，包括學生學習表現、行政與教學層面等。意即，攜手計畫數學補救教學中，最關鍵且教師最感到困難的課程決定與教學實施兩個面向的研究較少，因此，本研究針對這兩個面向進行探究，才能進一步瞭解現場數學補救教學實施的情況。

二、數學補救教學的課程規劃

從學科的特性來看，數學是一個結構嚴密且層次分明的學科，數學的學習強調循序累進的邏輯結構（教育部，2003；NCTM, 2000），其學習的範疇包含數與計算、測量、幾何、代數、統計與機率，每個學習範疇都有各自的學習順序，使學生從基本的概念理解開始，到逐漸加深、加廣的應用解題。例如在數與計算的範疇，學生需先學習數的基本概念和位值換算，才能進入到加減、乘除、四則混合計算的學習；在幾何範疇，學生需先能辨識不同的幾何形體，再進入幾何形體基本性質與構成要素，最後進

入幾何形體的解題。嚴謹的邏輯結構和順序，是數學知識的主要特色之一。這從臺灣數學課程中規劃的階段能力指標與分年細目中，可以瞭解數學強調邏輯結構與順序的特性。

從補救教學的觀點來看，補救教學是對學生的學習困難進行診斷，並根據診斷的結果進行課程與教學的規劃，以解決其學習困難（林寶山，1998）。且接受補救教學的學生，通常自信不足，因此在補救課程的規劃上，要考慮由易至難、由簡而繁等原則，才能重新建立學生的自信與學習動機。同時，課程也應具高度的結構性且學習目標明確，才能讓學生掌握學習的焦點（張新仁，2001）。結合數學學科特性與補救教學的觀點，發現攜手計畫數學補救課程宜在學生已有的數學知識上，根據數學知識的結構與順序進行規劃，來形成合適的數學補救教學的課程，這才符合補救教學強調分析學生學習能力、擬定課程目標、選編合適教材的主張（張新仁，2001）。文獻所得出的結論，可作為本研究進行訪談與問卷編製時的參考。

過去數學補救教學的研究中，較少探討教師如何根據學生的起點行為與數學知識的特性，來進行課程的選擇與規劃，大都採用現有的課程內容，例如鄭鈴華與吳昭容（2013）採八年級課程同步的方式來進行數學補救教學，並探討其成效。或是以現有課程內容為主，結合資訊融入，例如 Shih, Kuo 與 Liu（2012）建置校園數位學習的環境，探討五年級學生在「發現規律」單元補救學習活動中的表現；Lin 等人（2013）透過電腦遊戲的開發與使用，探討六年級學生在「圓面積」單元補救教學的成效；Huang, Liu 與 Chang（2012），以及 Leh 與 Jitendra（2012）分別探討電腦輔助系統對 2、3 年級與 3 年級學生在數學文字題補救教學的成效。上述相關的研究，補救課程的規劃並非其主要焦點，而是以現有的課程結合不同的媒材或方法來進行成效的探討，而本研究則以數學補救課程的規劃與決定為焦點，藉此了解攜手計畫數學補救教學的課程決定的情況。

三、數學補救教學的教學實施

數學教學主張教師在教學時應提供支持學習的環境、適當的挑戰、以及提供協助與策略來幫助學生進行有意義的學習（Feldman, 2003）；或以學生有意義的事物為起點，發展理解、解釋的數學對話（Fuson et al., 2000）。因此，教師在進行數學補救教學時，除了要顧及學生的基本能力

與學習興趣外，還需鼓勵學生說出想法，才能在學生思考與能力的基礎上，提供策略與協助，逐漸讓學生達成該年級的學習目標。這樣的教學可從教師設計的數學問題 (tasks)、營造的學習環境 (learning environment)、及師生進行的討論 (discourse) 三個面向來檢驗 (Artzt 與 Armour-Thomas (2002))。例如：從教師使用數學問題的類型與表徵，可以瞭解是否考量到學生的先備知識？從教師使用的教學模式，可以瞭解教學是否提供學生表達的機會？從師生的對話與討論，可以瞭解教師如何協助學生達成理解。由此看來，數學補救教學的實施，強調問題設計、互動與探究理解的歷程。這樣的主張也獲得相關研究的支持，例如 Gutstein (2003) 將學生的生活背景融入數學問題的設計，並在互動、討論的學習環境下，提升學習落後學生的數學學習表現。

不過，數學的學習除了概念理解外，還有程序的熟練。過去研究發現，數學學習困難的學生通常在概念理解與程序流暢上會有困難 (Fuchs et al., 2010; Gersten, Jordan, & Flojo, 2005)，而且數學學習應包括概念性知識與程序性知識 (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001)。從過去數學補救教學的相關研究來看，協助數學學習落後學生的有效教學原則包括：明確 (explicit) 且系統化的教學、提供概念的視覺表徵、讓學生表達他們思考的過程、以及仔細選擇與編排教學的內容 (Doabler, Fien, Nelson-Walker, & Baker, 2012)。其中第四個原則是偏向課程的選編，第一個原則偏向以教師為中心，將數學問題分割成幾個小步驟，透過教師清楚且明確示範、學生的練習與提供回饋，來提升學生的學習表現。Kroesbergen, Van Luit 與 Maas (2004) 探討顯式教學 (explicit instruction, 以教師示範解題為主) 與建構教學 (constructivist instruction, 以學生探究並發展自己解法為主) 兩種方法對低成就學生學習的影響，發現在計算熟練或問題解決上，都沒有顯著的差別；但 Piper, Marchand-Martella 與 Martella (2010) 研究卻發現，顯式教學對學生在計算基本技巧的熟練上，有明顯的成效。

無論從數學教學的主張或是補救教學的有效原則來看，數學補救教學的實施，都涉及 Artzt 與 Armour-Thomas (2002) 所提出的教學實施的三個面向：數學問題可以了解教師教學的焦點在於概念理解或計算流暢？學習環境可以了解教師採用的教學方法是以教師或以學生為中心；師生互動可以了解教師是否提供學生表達自己想法的機會？因此，本研究將以

Artzt 與 Armour-Thomas (2002) 的架構作為教學觀察量表或問卷設計的參考。

四、探討攜手計畫數學補救教學課程規劃與教學實施的重要

上述對數學補救課程和教學的主張中，得出在課程規劃上，教師需考量學生已具備的數學知識，在其基礎上根據數學知識的邏輯結構與先後順序，來形成有系統性數學補救教學課程；在教學實施上，教師應設計符合學生起點行為的數學問題，在過程中提供多元表徵協助學生進行概念的探索與理解，並在探索與示範的學習環境中，讓學生表達自己的想法與解題的練習，以達成概念理解與程序熟練的目的。攜手計畫實施時，教師在數學補救課程規劃與教學實施上，是否和文獻的主張一致？值得進一步探討。因為課程的內容和教學的實施，是決定學生數學學習成效的關鍵（徐偉民，2011a，2011b；Henningsen & Stein, 1997; Stein, et al., 2007），而數學補救課程與教學面向的探討與理解，正是過去攜手計畫相關研究較欠缺的部分，因此成為本研究探討的焦點。

再從數學補救教學研究的焦點來看，發現過去相關研究有三個主要的方向：一是針對某一個數學概念或主題，採用不同的媒介，如電腦輔助或資訊融入進行補救教學的實驗，探討在不同媒介下，數學補救教學的成效（Huang et al., 2012; Leh & Jitendra, 2012; Lin et al., 2013; Shih et al., 2012）；二是探討不同補救教學策略或方法，對低成就學生數學學習表現的影響（Gersten et al., 2009; Kroesbergen et al., 2004; Piper et al., 2010）；三是針對現有的數學課程或方案，檢視其是否具備符合低成就生的教學原則（Doabler et al., 2012）？或是否能有效提升低成就生的學習表現（Mong & Mong, 2010）？前兩個研究方向大都採用現有課程中某個單元的內容，而第三個研究方向則是檢視現有的數學課程。三個研究方向均未涉及數學補救教學課程規劃與決定的面向，而且補救教學的實施，在教師診斷學生的學習表現並了解其起點行為後，課程的規劃、決定與教學實施，是一連貫的過程，而且兩者都是影響補救教學成效的關鍵，這是本研究針對課程決定與教學實施兩個面向進行探究的原因，也是本研究與過去研究焦點不同之處。

參、研究設計與實施

一、研究方法與對象

(一) 研究方法

本研究採兩階段混合設計，以高屏地區為範圍，先透過立意取樣，選擇執行攜手計畫有經驗或曾獲績優學校的教師為對象，進行教學觀察與訪談，從質性資料中來瞭解現場數學補救教學實施的情況；之後根據文獻對於數學補救教學課程與教學的主張，結合現場觀察與訪談的資料，進行問卷的設計與施測，從量化數據中來瞭解教師執行攜手計畫時，在數學補救課程決定與教學實施的情況，以及過程中感到的困難為何？意即，本研究透過現場教學觀察和訪談，以及問卷調查兩階段混合設計，結合質性與量化的資料，來瞭解高屏地區教師在攜手計畫數學補救教學課程決定教學實施的情形。

(二) 研究對象

本研究資料蒐集的時間為 2010 學年（2010.9～2011.6）。在第一階段教學觀察與訪談的對象選擇上，請屏東縣攜手計畫評鑑委員推薦曾獲績優或有經驗的學校為聯繫對象，經聯繫後，有 5 所學校 8 位教師願意接受訪談（部分教師由於該年度該校未執行攜手計畫，所以只訪談，無教學觀察）、4 所學校的 8 位教師同意進行補救教學的觀察錄影（部分教師只教學觀察、無接受訪談），共錄製 9 節課，參與錄影的 8 位教師表示，錄影的內容可以代表他們平時實施數學補救教學的情況。第二階段以 2010 學年度有執行攜手計畫的高屏地區學校為對象，由於並非各校開辦攜手計畫，且開班數量也與學校規模大小無關，因此以電話詢問各校辦理的情形與接受問卷施測的意願，結果屏東縣有 24 所、153 位教師，高雄縣市有 36 所學校、147 位教師，共 300 位教師願意接受問卷的施測。其中有 71 位男性、229 位女性；91 位服務於大型學校、109 位服務於中型學校、87 位服務於小型學校（13 位未填寫）；外聘教師有 23 位，其餘均為學校教師，且大都未兼任行政職務（213 位）；97.6% 的教師學歷在大學以上，任教的年級平均在 1 至 6 年級（各年級教師所佔比例為 12.7%～14.3%）。參與研究的教師具有一定程度的代表性，其填答的結果可以反映高屏地區

教師執行攜手計畫數學補救教學課程決定和教學實施的情況，以及可能感到的困難。

二、資料蒐集

(一) 教學觀察與訪談

本研究透過實地觀察和訪談，來瞭解現場實施數學補救教學的情形，並以觀察與訪談的資料，作為問卷問題與選項設計的參考。文獻對於數學補救教學的實施，強調課程須以學生的知識與經驗為基礎，進行系統化的編排，教學應包含概念的探索與解題程序的示範，過程中提供學生表達自己想法的機會。這樣的主張涉及教師設計的數學問題、採用的教學策略與師生互動的層面，而這三個層面符合 Artzt 與 Armour-Thomas (2002) 提出的數學教學觀察架構 (Phase-Dimension Framework, PDF)。PDF 除了要了解教師數學教學的外在表現外，更要結合教師內在的認知歷程，包含教師教學目標的設定、具備的信念與知識，來了解教師的教學的取向 (偏向以學生為中心、以教師為中心、或混合取向)，並探討對學生數學學習可能的影響。透過 PDF 可以了解攜手計畫執行時教師數學補救教學的取向，以及對學生學習可能產生的影響。因此，本研究以 PDF 為基礎，並根據 Stein 等人 (2007) 強調數學教學以數學問題為核心的主張，以數學問題為單位，並將 PDF 中難以觀察與判斷的項目刪除 (如學習環境中的社會氣氛與智力氣氛不易判斷與紀錄)，形成了數學補救教學的 PDF 觀察量表，如表 1。只要各數學問題在各細格中有出現，就會進行勾選紀錄，且除了表徵模式可能有一題多選的情形外 (可能同時呈現符號與圖像表徵)，其餘均為單選的情形。從問題呈現、教學方法、和師生互動三個面向來了解參與的 8 位教師在數學補救教學的教學取向。

在訪談部分，本研究採半結構式訪談，訪談大綱包括教師數學補救教學課程決定的歷程與依據、數學補救教學的實施和評量、以及實施過程中感到的困難與解決方法等三個面向，來了解教師在課程決定與教學實施時的內在思考歷程，如目標的設定或相關的知識與信念。訪談均由同一組研究人員進行，先簡單的請受訪教師說明個人的學經歷，以及說明學校如何徵選參與攜手計畫的教師兩個問題後，便進入正式問題的訪問。每位教師受訪的時間約為 20 ~ 30 分鐘，整個過程均以錄音方式來記錄。

表 1
數學補救教學 PDF 觀察量表

向度	指標		題號（以數學問題為單位）								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
數學問題	表徵模式	符號									
		圖像									
		具體物									
	動機策略	先備知識									
		生活經驗									
		直接開始									
	問題類型	概念問題									
		計算問題									
		應用問題									
學習環境	教學模式	全班講述									
		小組討論									
		混合使用									
討論	師生互動	全班									
		個別									
		小組									

（二）問卷

問卷除教師個人基本資料外（包含性別、身分、教學年資、學歷等），主要分成數學補救課程決定、數學補救教學實施、以及實施時的困難等三個部分：在補救課程決定上，文獻主張應根據學生的起點行為來決定課程目標，並依據數學結構的順序來編排課程內容，因此包含補救課程目標與內容的決定，故有 2 題；在補救教學實施上，包含數學問題的呈現、教學方法、師生互動三個面向，但從第一階段觀察中發現教學模式和師生互動息息相關，如全班講述則以全班互動為主，因此可從教學的焦點、呈現與實施方式來了解，故教學實施有 3 題。由於課程決定與教學實施都是多元而非單一，故這 5 題都是複選題，選項的內容根據文獻與現場觀察的結果

來加以編列；在實施的困難上，許多研究指出教師在實施補救教學時會有困難，結合本研究探討的焦點，所以分為課程決定時的困難與教學實施時的困難兩部分，每部份均為 3 題，除了第 1 題是問「是否有困難」的單選題外，其餘 2 題是複選題，是關於教師感到困難的類別，以及面臨困難時尋求協助的對象，選項內容是根據第一階段訪談的內容來進行編列。整體來說，本研究的問卷有 3 部分、11 題，除了第 6, 9 題為單選題外，其餘均為複選題。問卷中的問題，主要依據文獻對於數學補救教學在課程與教學上的主張，或是攜手計畫相關研究發現來設計，而問題中的選項，則根據現場觀察與訪問資料，或相關文獻來形成，使問卷內容更貼近現場真實的情況。

三、資料分析

(一) 質性資料分析

第一階段蒐集的資料包括教學觀察與錄影、訪談等質性的影音資料，這些資料會先進行文字的轉錄與編碼，編碼以「日期－類別－人員」的形式來呈現（Ob 表示觀察，In 表示訪談，T 表示老師。如 1217InT1 代表 12 月 17 日對 T1 教師的訪談），作為後續分析與呈現的基礎。訪談資料轉錄成文字後，進行類屬分析，以訪談的問題大綱為單位，對教師敘述的內容進行類別的歸類，以了解教師在實施攜手計畫數學補救教學時，其課程決定、教學實施的思考與決定，以及其所感到的困難。訪談資料進行歸類時，由兩位研究助理，針對可分析的單位數量、每個分析單位的歸類結果，先以一位教師的訪談資料進行試行分析，並建立評分者一致性（ $2M/(M1+M2)$ ，M 為兩人共同同意數，M1, M2 為個人分析數）。結果在訪談資料可分析的單位（一組對話為一單位，對話內容需與攜手計畫執行有關）數量上，兩位分析人員的一致程度為 .87，而訪談內容歸類時，發現包括教師、學生、家長、課程、教學與行政等類別，兩人分析的一致性為 .96。各類資料均取得良好的一致性，並針對不一致處進行討論確認後，再進行所有資料的分析。而觀察錄影的資料轉錄與編碼後，以 Artzt 與 Armour-Thomas（2002）提出的 PDF，以數學問題為單位進行分析，分析教師在補救教學時數學問題呈現的方式、類型與動機策略、採用的教學方法、以及師生互動的方式，以了解教師補救教學的取向。PDF 的分析請兩

位主修數學教育且有 PDF 分析經驗的研究生，針對一節課的內容進行試行分析，在數學問題的呈現、教學的方法和師生互動上都取得一致的結果後，再進行 9 節課的分析。而錄影轉錄的文字資料，則做為數據資料呈現之補充說明。

（二）量化資料分析

這是指問卷資料的分析。教師在問卷中的填答會劃記到不同的類別，透過各類別次數分配的統計與所佔百分比，來了解教師在執行攜手計畫數學補救教學時，數學課程決定與教學實施的情況，以及感受到的困難。另外，也採用卡方檢定來比較不同背景的教師（學經歷、擔任職務），在課程決定、教學實施、和感到的困難上是否有顯著差異？以了解影響攜手計畫實施的可能背景因素，作為後續補救教學政策推廣時的參考。

肆、研究結果

一、階段一：個案教師數學補救教學的實施與考量

（一）數學補救教學的實施

8 位參與教師其補救教學實施的情形如表 2。表 2 中數學問題的向度（包括題數、表徵、動機和類型），是指「可觀察」的數學問題，這些都出現在教師進行全班講述或呈現時；而個別練習或指導的問題，因無法觀察而無法計數與歸類。其中，問題的表徵是指教師呈現數學問題時採用的表徵形式，其中符號表徵指以數學或文字符號來呈現，如「 5×2 」或文字題；圖像表徵指該問題主要以圖表方式呈現，如畫出圖形或列表來呈現。動機部分指教師引入數學問題的方式，是直接開始呈現問題並開始進行解題？還是呈現問題前會先複習學生的先備知識？或從學生相關的生活經驗來引入問題？而問題的類型包含有概念、計算和應用問題：概念問題指數學的基本概念或定義的問題，如「1 公尺是幾公分？」（1221ObT8）；計算問題指單純運算程序運用的問題，如「4 公尺 10 公分-1 公尺 20 公分」（0603ObT5）；應用問題指生活情境的文字題，如「爸爸 42 歲時，歡歡 6 歲，現在爸爸年齡是歡歡的 4 倍，歡歡現在幾歲？」（0602ObT6）。而教學方法與師生互動，則是指教師呈現數學問題時採用的教學模式以及和學生互動的方法。

表 2
教師數學補救教學實施統計表

向度/教師	ObT1 ₍₆₎	ObT2 ₍₆₎	ObT3 ₍₄₎	ObT4 ₍₆₎	ObT5 ₍₃₎	ObT6 ₍₆₎	ObT7 ₍₂₎	ObT8 ₍₄₎	
題數	2	NJ	3	2	12	6	40	6	
數學 問題	表徵	S	NJ	P	P	S	S, P	S	S
	動機	D	D	D	D	B-D	D	E	B-D
類型	A	NJ	A	R	C, A	R	A	C	
教學 方法	L-G	G	L-G	L-G	L-G	L-G	L-G	L-G	
師生 互動	W-I	I	W-I	W-I	W-I	W-I	W-I	W-I	

註 1：ObT1₍₆₎表示觀察六年級補救教學 T1 教師，以此類推

註 2：NJ 表示無法判斷；S 表示符號表徵，P 為圖像表徵；D 表示直接開始；B-D 表示先複習先備知識後再直接開始；E 表示生活經驗；C 表示概念問題，A 為計算問題，R 為應用問題；L 表示全班講述，G 為個別指導，L-G 表示先全班講述後再進行個別指導；W 表示與全班互動，I 為與個別互動，W-I 表示先全班互動再與個人互動

從表 2 來看，8 位個案教師在補救教學時，數學問題的呈現上，主要以符號表徵為主、且聚焦在計算與概念性的問題。其中 ObT2 由於採用學習單來進行教學，所以無法觀察其使用的問題數、表徵的方式與問題的類型；ObT5 是唯一觀察兩節課的教師，其使用了 7 題概念問題和 5 題計算問題；ObT7 則是採用乘法大富翁的遊戲，反覆問個別學生九九乘法表中的算式，所以才高達 40 題的問題。個案教師只有 ObT3 和 ObT4 是全部採圖像表徵的方式來呈現問題；ObT3 以圖形來呈現面積的計算問題、ObT4 以數線來呈現年齡的代數問題等。ObT6 雖然也採用圖形表徵（表格）來呈現問題，但只有 2 題（年齡問題），其餘都是以文字符號來呈現代數的應用問題。而問題引入的動機，有 5 位教師全部採用直接開始的方式來呈現問題，ObT5 與 ObT8 則是每節課第一題呈現前，先複習學生的先備知識，例如先複習長度單位之間的關係（1 公分 = 10 毫米，1 公尺 = 100 公分）後，再進入長度的加減計算與換算。之後，都以直接開始的方式來

呈現後續的問題，只有 ObT7 採學生熟悉的遊戲的方式來引入問題。總結在數學問題的呈現上（扣除無法觀察到的 ObT2），個案教師數學補救教學以符號表徵的呈現為主，計算問題佔的比例最高，應用問題最少，且大都以直接介紹的方式來呈現問題。而在教學方法和師生互動上，除了 ObT2 以個別指導的方式來和學生互動外，其餘都先採全班講述的方法來講解與示範，之後再讓學生進行個別練習與指導，所以師生互動上都是先對全班學生互動，再和個別學生互動，學生之間並沒有互動。ObT7 也是先講解大富翁的遊戲規則後，再指定個別學生回答乘法算式的結果。由此來看，個案教師數學補救教學的實施，是以教師為中心、採先全班講解示範再個別練習的方式來實施，學習的焦點以運算程序的練習與熟練為主。

（二）數學補救教學實施時的考量

表 3 是 8 位個案教師訪談分析的結果。由於 InT1, InT3, InT4 三位教師是承辦攜手計畫的主要人員（主任或組長），而 InT5 雖未兼任攜手計畫相關業務，但其為初任教師（一年教學經驗），對攜手計畫的實施有很多的感受，所以這四位教師在訪談過程中表達了較多的想法，因此在表 3 中四位教師呈現較多的訪談內容。根據教師訪談內容來分類，可以歸類為教師（對攜手計畫的個人態度）、學生（學習程度與態度）、課程（教材內容與決定）、教學（教學方法）、行政（攜手計畫相關行政事宜）、家長（家長態度）、與其他（包括時間過短、缺乏詳細診斷與教材等）等類別。整體來看，受訪教師談論最多的是教學與課程的類別，兩者分佔 22.7% 與 18.5%，第三是學生的學習程度與態度，佔 16.6%，三者合起來佔全部談話內容的 57.8%，顯示這三個類別是教師在實施攜手計畫數學補救教學時最主要考量的類別。以下針對數學補救課程與教學、以及實施時感到的困難三個部分，來呈現教師的考量與觀點。

在課程方面，受訪的教師均表示，補救課程內容由授課教師決定，在決定課程內容時，會考量學生的起點行為或程度。有 3 位教師透過測驗來決定課程內容：「我們有做一個前測，篩選了 12 個小朋友出來，這個是連乘法都不會」（1217InT1）、「班級導師去推薦可以來參加課輔的學生，然後再做基本的測驗」（1217InT2）、「一開始會先跟他們作前測，接下來你要決定你的課程就是根據前測的結果」（1229InT5）；3 位教師透過會議或詢問導師來瞭解學生程度，再來決定課程內容：「問導師，由導師

表 3
教師訪談內容分析統計表

類別/教師	InT1	InT2	InT3	InT4	InT5	InT6	InT7	InT8	合計
教師	2	1	7	6	2	2	1	3	24 (11.4%)
學生	7	1	5	5	7	0	9	1	35 (16.6%)
課程	4	5	6	4	13	2	2	3	39 (18.5%)
教學	9	3	2	8	17	3	5	1	48 (22.7%)
行政	6	1	7	6	1	1	2	2	26 (12.3%)
家長	4	0	1	2	6	3	0	0	16 (7.6%)
其他	7	1	8	2	1	1	1	2	23 (10.9%)
合計	39	12	36	33	47	12	20	12	211 (100.0%)

提供學生的起點行為」(0318INT3)、「……開一個執行前的會議……我們會先做一個背景分析，調查……以最大的概念點的落差去發展課程」(1221InT4)、「在期初的時候，班上有攜手學生的導師跟開攜手班的導師有開一個會，提供一個平台讓老師去討論，去了解這個孩子弱點，需求在哪裡」(1221InT8)；一位教師認為學生的程度落後目前的學習進度，直接以目前進度的前 2~3 個單元內容為主：「當然不是最近的這個單元，一定是進度前的單元，他們一定還會需要補強，大概都是前 2 到 3 個單元」(1216InT6)；一位教師考量到補救教學希望可以配合到學校進度，所以直接上目前進度的單元，在教學中觀察學生的學習困難，再調整課程的內容：「我會邊教邊嘗試……這一群是數學本來就不好的孩子，因為它要準 IEP，準個別化教學」(1217InT7)。受訪教師雖表示依據學生的起點行為來進行課程的決定，但許多是透過會議討論、導師請教、甚至猜想的方式來認定學生的起點行為，而且在課程內容上，大都針對目前教科書的內容或坊間的教材內容進行改編，沒有自編的課程，同時並未根據分年細目的概念階層性來形成數學補救課程的內容。

在教學方面，大多數教師表示反覆練習的重要，尤其對學習落後的學生，反覆練習才能達到精熟的目的：「反覆練習……對於數學的基本運算技巧……我教的是技巧，技巧完之後才讓他去內化」(1217InT1)、「做法上我通常會做一個所謂的類型題……說這個部份可以怎樣活用這些基

本的技巧，之後就讓他們做練習」（1217InT2）、「他們算完了之後，我可能會給他比較相似的，或是根本一樣的，然後再給他自己實際做一次」（1229InT5）、「我發現他們缺乏的是重複練習……給他重複練習比較簡單的……也把難的放進去」（1216InT6）、「我覺得數學沒什麼就是要多練習，要精熟」（1217InT7）。不過 InT6 教師認為學生不喜歡制式的重複練習，且個性比較懶散，所以透過遊戲的方式（如賓果遊戲和大富翁），提升學生的學習興趣與專注力，在遊戲中學生不知不覺就達成反覆練習與精熟的目的。此外，因為學生的程度落差大，所以大多數教師會進行一對一的個別指導，或是先講解基礎概念後再進行個別練習與指導：「通常基礎課程上完之後，就是一對一、一個一個教」（1217InT1）、「老師提供學生起點行為能力後，會個別作一個指導」（1217InT2）、「學生有非常大的差距……不同的小孩幾乎都不同……他有問題就出來問，就直接出來我旁邊一對一問」（1217InT7）。由此來看，由於學生學習落後且程度落差大，以及對補救教學目標的設定或信念，使得數學補救的焦點大都在基本概念或運算技巧的練習與熟練，且兼顧全班講解與個別指導。

在實施的困難上，在行政類別每位教師都提及攜手計畫需填寫的資料過於繁瑣，造成很大的負擔，影響他們參與的意願：「我可不可以不要開班，不要寫這個表格，但是我自己去做……行政部份太繁重了，非常多的表格」（1217InT1）、「報表太複雜太多了，負擔太重了」（0318InT3）。在其他類別上，執行時的困難包括教學時間不足：「……時間根本不夠用……光上一個公因數公倍數就佔了一半的時間」（1217InT2）、「時間只有一個禮拜一次，一次半小時，而且一次要教8個」（1217InT7）；缺乏評量的準則：「我覺得很需要一套系統去做診斷……每一個孩子情況完全都不一樣……到底是哪個概念不會，不知道」（1221InT4）；缺乏數學補救的教材：「你有多多的時間編教材嗎？沒有」（1217InT1）、「老師們對於補救教學教材的部分，是會比較欠缺一點」（0318InT3）、「如果你們有看到別的學校比較好的教材，可以讓我們互通有無」（1216InT6）；以及執行的經費不足等。雖然教師表示會透過互相討論或尋求行政支援來解決他們的困難，但缺乏合適的評量工具與教材，使得他們在實施數學補救教學時產生困難。

總結訪談內容的分析，發現教師補救教學實施時，考量最多的是課程

與教學的面向（分別佔 18.5%, 22.7%），因為學校在補救課程的決定與教學實施，都交由教師進行個人專業的判斷與決定。雖然教師們試著透過教學前會議進行討論或徵詢、或以前測來檢核學生的程度，但仍然在診斷學生確切的起點行為上有困難，使得教師大都根據學生現有年級的課程進度來進行調整，並未結合學生的起點行為與數學概念的階層性（分年細目）來進行課程的編排，因此產生補救課程決定上的困難，使教師們大都採用現有教材來邊教邊調整；而教學時間的不足、學生程度的落差、以及對學生數學學習目標的設定，使教師在教學時聚焦在概念或基本運算技巧的熟練，而且透過例題的講解示範與模仿練習中，來達成教師所設定的補救教學目標。訪談和觀察分析的結果相當一致，都指出補救教學的焦點在基本概念理解和運算熟練，且都採用先講解在個別練習與指導的方式來進行。這樣的情況是否普遍存在於攜手計畫數學補救教學實施的現場？教師在進行補救教學時，是否同樣有補救課程決定與教學實施的困難？這些可以從第二階段問卷調查的結果獲得進一步的了解。

二、階段二：高屏地區教師數學補救教學時的課程決定與教學實施

（一）數學補救教學的課程決定與教學實施

在 300 位問卷填答的教師中，有 277 位教師擔任數學補救教學，因此只針對這 277 位教師的填答進行分析。表 4 為填答教師的基本資料表，其中 255 位是學校現職教師（其中 54 位主任或組長），年資超過 10 年的有 158 位，幾乎都有大學以上的學歷，且自願參與的有 180 位。由此可見，參與攜手計畫數學補救教學的教師，大都是校內有相當教學經驗的女性教師自願來擔任，且都有大學以上的學歷。277 位教師數學補救教學的對象，大都是屬於同年級學生（有 215 班），人數為 6~10 人（有 164 班）。

表 5 呈現教師數學補救課程決定的思考與結果。從表 5 來看，教師在補救課程目標的決定上，主要根據學生的程度來決定（88.4%），其次根據自身的教學經驗（52.3%），而根據教學目標和能力指標來決定的約佔 30.0%；在課程內容的決定上，大多數教師（63.5%）採學生該年級的教科書作為補救課程的主要內容，偶而加入補充教材，自編教材的有 31.8%，有 25.3%的教師根據學生的程度採用其他年級的教科書作為補救課程。進

一步根據教師的背景來比教數學補救課程決定上的差異，發現女性教師依據學生程度來決定課程目標的比例（94.1%），明顯高於男性教師（81.5%， $\chi^2 = 9.599, p = .002$ ）；在決定數學補救教學課程目標時，校內教師依照自己教學經驗判斷的比例（55.8%），明顯高於外聘教師（28.6%， $\chi^2 = 5.785, p = .016$ ）。其他課程目標決定的各選項，以及課程內容決定的各選項均無顯著差異存在。這表示教師無論性別、身分（校內或外聘）、或教學年資，均以學生程度來決定課程目標，以學生原年級教科書為數學補救的課程內容。這樣的結果，與第一階段分析的結果相呼應。

表 6 是教師數學補救教學實施的統計結果。從表 6 來看，教師數學補救教學時，焦點以概念理解與基本計算問題為主（分佔 79.8% 與 74.0%），生活應用問題為輔（50.5%）；而問題的呈現上，則強調與學生的生活經驗連結（74.4%），採具體物的操作為主（68.6%），符號表徵的呈現最少（30.3%）；在教學實施上，以個別指導的方式為主要教學模式（73.3%），其次是先全班講述再個別指導（65.0%），小組合作來進行的比例不高（15.2%），且有 36.8% 的教師讓學生在補救教學中寫作業。進一步根據教師的背景來比教數學補救教學實施的差異，發現教學的焦點上，女性教

表 4
參與攜手計畫數學補救教學教師基本資料表

類別	性別		身份		教學年資					最高學歷		
	男	女	校內	外聘	0-5	6-10	11-15	16-20	21-	研究所	大學	專科
人數	71	229	255	22	52	64	75	40	43	95	176	3
合計	277		277		274					274		

註：由於部分教師遺漏基本資料，故有些類別人數未滿 277

表 5
教師數學補救課程決定統計表

選項	課程目標決定					課程內容決定			
	依能力 指標	依教學 目標	個人教學 經驗	依學生 程度	原年級 教科書	其他年級 教科書	自編 教材	原教科書加 補充教材	
次數 (次)	82	88	145	245	176	70	88	172	
比例 (%)	29.6	31.8	52.3	88.4	63.5	25.3	31.8	62.1	

註：因為均為複選題，所以各選項比例計算均除以 277 後再乘 100%

表 6
教師數學補救教學實施統計表

向度 選項	教學焦點			教學呈現				教學實施				
	概念理解	基本運算	生活應用	符號表徵	實際操作	圖像表徵	學生經驗	全班講授	個別指導	小組合作	先全班再個別	寫作業
次數 (次)	221	205	140	84	190	97	206	83	203	42	180	102
比例 (%)	79.8	74.0	50.5	30.3	68.6	35.0	74.4	30.0	73.3	15.2	65.0	36.8

註：同表 5

師進行補救教學時，聚焦在概念理解的比例（83.7%），明顯高於男性教師（69.7%， $\chi^2 = 6.216, p = .012$ ），年資 21 年以上的教師，聚焦在概念理解的比例（69.8%），也明顯高於其他年資的教師（ $\chi^2 = 12.214, p = .016$ ）；補救教學的呈現上，年資 5 年以下及 21 年以上的教師，以圖形表徵來呈現的比例（分別為 48.1%，46.5%），明顯高於其他年資的教師（ $\chi^2 = 11.215, p = .024$ ）；補救教學的實施上，校內教師全班講述完再個別指導的比例（67.2%），明顯高於外聘教師（42.9%， $\chi^2 = 5.070, p = .024$ ）。整體來看，教師數學補救教學聚焦在基本概念理解與計算熟練，結合學生的生活經驗來呈現問題，過程中提供實際操作的機會，透過個別指導或先全班講述再個別指導的方式來進行。除了教學呈現的方式和第一階段的結果有所出入外，教學的焦點與實施，都和第一階段的結果相呼應。

（二）教師數學補救教學課程決定與教學實施時的困難

表 7 是教師數學補救教學時，在課程決定時感到困難的統計表。由表 7 來看，277 位進行數學補救教學的教師中，有 237 位教師表示在補救課程決定上有困難（85.6%），主要的原因是因為學生的程度不一（97.0%），而非不了解學生的程度（13.1%），同時在課程內容與順序決定有困難的比例分為 16.0% 和 10.1%。其中，男性教師在課程內容決定時感到困難的比例（29.4%），明顯高於女性教師（12.4%， $\chi^2 = 8.532, p = .003$ ）。而大多數教師有困難時，會尋求校內其他教師的協助（95.8%），或尋求校內行政的協助（43.9%）。其中，外聘教師尋求學校行政協助的比例（68.4%），明顯比校內教師高（41.5%， $\chi^2 = 5.157, p = .023$ ）；年資 21 年以上的教師，

尋求學校行政協助的比例（61.1%），也明顯高於其他年資的教師（ $\chi^2 = 14.975, p = .005$ ）。教師有困難時，尋求校外專家或其他資源協助的比例很低。

表 8 是教師在數學補救教學實施時感到困難的統計表。從表 8 來看，發現 277 位教師實施數學補救教學時，有 215 位教師表示有困難（77.6%），教學困難的主要原因是學生程度落差大，需要個別指導（77.7%），其次是學生學習意願低落（72.1%），另外有 23.7% 的教師表示家長或導師要求學生在攜手計畫中完成回家作業，對他們數學補救教學實施產生困擾。而有困難時尋求協助的對象，也是以尋求校內其他教師的協助為主（92.6%）、校內行政協助為輔（41.9%），尋求校外或其他資源協助的比例很低。不同背景教師教學時困難的類別與尋求協助的對象，均無顯著差異存在。由表 7 表 8 來看，大多數教師實施數學補救教學時，因為學生程度的落差使他們在課程決定與教學實施時感到困難，這與第一階段訪談分析的結果相呼應。

表 7
教師在數學補救教學課程決定時感到困難的統計表

向度	有困難	困難類別				尋求協助對象				
		課程內容	課程順序	學生程度不一	不了解學生程度	校內行政	校內教師	校外專家	不知找誰	其他
次數 (次)	237	38	24	230	31	104	227	16	2	4
比例 (%)		16.0	10.1	97.0	13.1	43.9	95.8	6.8	.8	1.7

註：有 237 位教師表示在課程決定時會有所困難，所以各選項比例計算是除以 237 後再乘 100%

表 8
教師在數學補救教學實施時感到困難的統計表

向度	有困難	困難類別				尋求協助對象				
		需個別指導	學習意願低	教學人力不足	要求完成作業	校內行政	校內教師	校外專家	不知找誰	其他
次數 (次)	215	167	155	37	51	90	199	12	5	7
比例 (%)		77.7	72.1	17.2	23.7	41.9	92.6	5.6	2.3	3.3

註：有 215 位教師表示在教學實施時會有所困難，所以各選項比例計算是除以 215 後再乘 100%

三、討論：攜手計畫數學補救教學實施情況的反思

過去，攜手計畫相關的研究較少聚焦在數學課程決定與教學實施兩個關鍵的面向。然而，國內外研究均顯示，教師數學教學時，大都使用教科書的內容來進行（徐偉民，2013；Grouws et al., 2004），但補救教學並沒有特定的教科書，且學生程度不一，教師會如何決定數學補救課程？如何進行教學？不禁令人感到好奇，因為這兩個面向是影響學生數學學習表現的關鍵。從本研究兩階段的分析結果來看，發現教師在執行數學補救教學時，有 85% 的教師在課程決定上有困難，也有近 80% 的教師認為教學實施有困難。教師感到困難最大的原因之一，在於學生的程度不一，需要個別指導的時間多，這樣的結果呼應了之前相關的研究（陳淑麗，2008；李孟峰、連廷嘉，2010）。雖然在訪談與問卷中，大多數教師表示會根據學生程度來決定數學補救課程的目標或內容，但實際上卻是以學生原年級的數學教科書作為主要教材。這意味著教師可能無法精確診斷學生的起點行為，再加上對教科書的依賴，所以只好以原年級數學教科書為主，在個別指導中來邊教邊調整。這結果令人擔憂，因為補救教學要有成效，必須從學生的起點行為和學習困難出發，選擇適合學生能力的教材（張新仁，2001），並依據數學概念的邏輯結構來組織與重整，才能提升學生數學學習的表現（徐偉民，2011c）。由此看來，發展適合不同起點行為，且符合數學概念的邏輯結構的數學補救課程，是目前教師最急需需要的，才能解決教師面臨「缺乏系統性的補救教材」的困難。

在教學實施上，發現教師在補救教學時，以數學概念與基本運算問題為主，大都採先全班講解後個別指導的方式來進行，很少從學生的先備知識或生活經驗來引起學習動機。這樣的教學實施，從 Artzt 與 Armour-Thomas（2002）對於教師數學教學取向評判的標準來看，現場數學補救教學的實施是以教師為中心、以教師示範解題與學生模仿練習為主，以熟練為目的。這樣的結果與過去得出有效數學補救教學原則有所出入（Doabler, et al., 2012），因為缺乏提供學生探索與表達想法的機會，可能不容易讓學生發展對數學概念的深入理解（Anderson, 2003），進而影響後續較難數學概念的學習。而在補救教學的呈現上，觀察與問卷得出不一致的結果，觀察的個案教師以符號表徵為主，但問卷中大多數教師表示會結合學生經驗並以實際操作的方式來呈現。這樣的落差是教師在問卷

填寫時主觀的認定所造成？或是其他原因？需要進一步瞭解，因為問題呈現的方式會影響學生學習的理解（Rodriguez, 2005; Stein et al, 2007），尤其對學習動機較為低落的低成就的學生而言。

另外本研究也發現年資 21 年以上的教師，在數學補救教學時，聚焦在概念理解及以圖形表徵呈現的比例，明顯高於其他年資的教師。過去雖有研究探討不同教學年資教師數學課程實施的差異，發現資深教師教學較聚焦在概念的理解與探索，提供較多的圖形表徵來提升學生數學學習的理解，但那是因為教師個人的信念與知識所致（徐偉民，2011b）。資深教師在數學知識和信念上，是否和資淺教師明顯不同？進而造成兩類教師在數學補救教學實施上的差異？值得進一步探討，並作為日後數學補救教學教師組成的參考。

最後，在教師困難時尋求協助的對象上，發現大都以校內教師為主，但結果在課程決定上，仍以學生原年級的數學教科書為主要的教材，在教學上仍聚焦在基本概念與技巧的熟練上。「經驗分享」的結果似乎並未解決發展合適數學補救課程的問題，這是否意味著學校在辦理攜手計畫時，並未扮演補救課程發展的角色與功能？適性與系統化的數學補救課程該由誰來發展？教師？學校？教育主管機構？大學研究者？這個議題值得進一步探討與關注，因為合適的補救課程是確保數學補救教學成效的主要關鍵。

伍、結論與建議

一、結論

本研究採用教學觀察與訪談、問卷調查兩階段混合設計的方法，來瞭解高屏地區國小教師攜手計畫數學補救教學實施的情形，得出以下三點結論：

（一）數學補救教學以概念與計算問題為主，採先全班講述再個別練習與指導的方式進行

在教學觀察與訪談階段發現，教師數學補救教學以概念與計算問題為主，先以例題進行全班講述後，再進行個別的練習與指導，而問卷調查也得出類似的結果。這表示攜手計畫數學補救教學的焦點在基礎概念的理

解，與計算的熟練，並且是在教師為中心的示範與指導下來進行。這樣的教學實施對低成就學生數學學習的影響，值得進一步的探討。

（二）數學補救課程以學生原年級教科書為主，並未根據學生的程度重編教材

雖然教師在訪談中表示根據學生程度來決定補救課程，但由於學生程度不一，且不確定學生的起點行為，所以採用學生原年級的數學教科書作為主要的補救課程，並在教學中來調整內容。問卷調查的結果呼應了這樣的結果。這表示教師在實施攜手計畫數學補救教學時，並未選編或規劃適合學生起點行為的補救課程。

（三）參與學生的程度落差大，讓教師在補救課程決定與教學實施時感到困難

兩階段的結果中都發現，教師在實施數學補救教學時，由於學生程度落差大，使他們在課程決定與教學實施上感到困難，雖然尋求校內其他教師的協助，但似乎並未解決教師在課程決定與教學實施上的困難。這樣的結果提供未來學校在執行數學補救教學計畫時，首要思考與解決的問題。

二、建議

根據本研究的結論，提出以下三點建議供後續相關研究者或執行單位參考：

（一）數學補救教學的實施應兼顧教師與學生中心，並提供學生表達想法的機會

文獻指出，對於數學學習困難的學生，除了提供明確且有系統的教學示範外，也應提供學生視覺化表徵以及表達自己想法的機會(Doabler et al., 2012)。意即，兼顧教師的示範與學生的探索，才能培養學生完整的數學知識與能力。但本研究發現，現場教師實施攜手計畫數學補救教學時，大都以教師的示範、講解、練習與回饋為主，較少採以學生為中心的方式進行，這將使低成就學生的學習聚焦在技巧的熟練，而非在概念的理解與探索，這恐將影響學生未來高層次數學的學習。因此未來在進行相關師資培訓時，應針對有效數學補救教學的策略進行探究，並提供教師相關的協助，以利數學補救教學的實施與成效。

（二）規劃與發展合適的數學補救課程

本研究發現，教師在補救教學時並未精確地根據學生的起點行為，來進行課程的規劃與決定，且教師表示執行數學補救教學最大的困難之一，便是缺乏適合學生程度的數學補救教材。因此，發展適合不同學習程度學生、且符合數學概念階層的國小數學補救課程，是目前數學補救教學實施的當務之急。數學補救課程的發展，或許可以採用徐偉民（2011c）發展的模式，以能力指標的分年細目為基礎，根據分年細目中呈現的數學概念結構，由基礎概念到進階應用的歸類與重組，形成不同回合的學習主題，以適合不同程度的學生；或根據目前教育部已經公告的數學補救課程（<http://priori.moe.gov.tw/>），結合診斷評量的結果，在未來師資培訓上，協助教師根據診斷結果與教育部公告的補救課程，來進行不同單元或概念的編排，在符合學生起點行為與數學概念邏輯結構的前提下，發展適合低成就學生的數學補救課程。因為課程的合適程度，將是影響數學補救教學成效的關鍵。

（三）結合校內外資源，採取行動研究解決教師在數學補救教學中的困難

大多數教師表示，補救教學實施有困難時，會尋求學校行政與其他教師的協助，很少尋求校外專家的協助。因此建議學校可以結合校內外的資源，與校外學者專家（如大學教授）共同合作，透過行動研究，針對數學課程決定與教學實施兩個面向，來構思合適的行動方案，並在嘗試與反省中持續修正，以使教育公平性的理想可以真正落實。

誌謝

本文感謝科技部提供經費協助（計畫編號：NSC 99-2511-S-153-013）與參與研究的教師。本文的論點為作者所有，不代表科技部。

Summary

INVESTIGATION ON CURRICULUM DECISION AND INSTRUCTION IMPLEMENTATION OF MATHEMATICS REMEDIAL INSTRUCTION AT AFTER-SCHOOL ALTERNATIVE PROGRAM IN ELEMENTARY SCHOOLS

INTRODUCTION

An after-school remedial instruction program has been implemented in Taiwan since 2006 to give remedial instruction to students who are behind in school learning, provide all students with an opportunity for fruitful learning, and fulfill the goal of education equity. Mathematics, in particular, is one main subject of the remedial instruction program. However, previous research in Taiwan rarely probed into how the mathematics remedial curriculum was determined by a teacher and how a teacher implemented mathematics remedial instruction. Considering that curriculum decisions and the implementation of instruction are key influencing factors of whether the instruction of remedial mathematics is effective, we propose to center on curriculum decisions and the implementation of instruction in this study, understand how teachers give mathematics remedial instruction and teachers' concerns in the instruction by means of observation and interview, as well as find out how teachers determine the content of mathematics remedial curriculum by means of questionnaire surveys, how teachers carry out remedial instruction, and difficulties encountered in the two dimensions of remedial instruction in order to have a better understanding of the current status of mathematics remedial instruction in Taiwan.

METHODS

Data for this study was collected in the 2010 academic year. A total of eight teachers participated in the observation and interview while 300 teachers participated in the questionnaire survey. With reference to a framework for observing mathematics instruction proposed by Artzt and Armour-Thomas (2002) and Stein, Remillard and Smith (2007) emphasis that mathematical problems should be the core of mathematics instruction, we formulated a scale for observing mathematics remedial instruction and proposed to understand

the current status of mathematics remedial instruction from the three perspectives: Mathematical problem, learning environment, and discourse. A semi-structured interview was employed, and the outline of the interview encompassed three aspects: Teachers' considerations in deciding the content of mathematics remedial curriculum, the implementation of mathematics remedial instruction and assessments, and difficulties that teachers perceived in course of instruction. In addition to teachers' basic information (gender, teaching experiences, educational degree, *etc.*), the questionnaire covered 11 question items in the three aspects: Curriculum decision, instruction implementation, and difficulties encountered in curriculum and instruction. Subsequently, statistical analysis was performed based on the number and percentage of teachers' answers to the questionnaire.

RESULTS

1. Implementation of Mathematics Remedial Instruction and the Teachers' Concerns

Mathematics remedial instruction of the eight teachers who were selected as subjects in this study is presented in Table 1. Judging from the data in Table 1, mathematical symbols were heavily used to present mathematical problems by the eight teachers when giving mathematics remedial instruction, mathematical problems involving mathematical calculations accounted for the majority of all mathematical problems, and the instruction was largely given straightforwardly. With respect to instruction methods and teacher-student interaction, most teachers explained and demonstrated to the entire class before letting students practice solving mathematical problems individually and giving students individualized instruction, and there was no interaction among students. Factors in relation to instruction and curriculum were teachers' most frequent concerns when giving mathematics instruction, respectively accounting for 22.7% and 18.5% of all teachers' concerns. Teachers' third concern was students' learning performance and attitudes, which accounted for 16.6% of all teachers' concerns. The three concerns all together accounted for 57.8% of the interviewed teachers' responses, indicating that the three factors were teachers' foremost concerns when giving mathematics remedial instruction.

Table 1

The statistical table of teachers' mathematics remedial instruction

Dimension / Teacher	ObT1 ₍₆₎	ObT2 ₍₆₎	ObT3 ₍₄₎	ObT4 ₍₆₎	ObT5 ₍₃₎	ObT6 ₍₆₎	ObT7 ₍₂₎	ObT8 ₍₄₎
The number of questions	2	NJ	3	2	12	6	40	6
Problem Representation	S	NJ	P	P	S	S, P	S	S
Motive	D	D	D	D	B-D	D	E	B-D
Type	A	NJ	A	R	C, A	R	A	C
Mode of instruction	L-G	G	L-G	L-G	L-G	L-G	L-G	L-G
Discourse	W-I	I	W-I	W-I	W-I	W-I	W-I	W-I

Note 1: ObT1₍₆₎ stands for the observation of T1 teacher's instruction of 6th grade, and so forth.

Note 2: NJ stands for "unable to determine"; S stands for "symbolic representation", P stands for "iconic representation"; D stands for "starting directly"; B-D stands for "reviewing prerequisite knowledge prior to starting directly"; E stands for "life experience"; C stands for "conceptual problems", A stands for "calculation problems", R stands for "application problems"; L stands for "giving a lecture to the entire class", G stands for "individualized instruction", L-G stands for "giving a lecture to the entire class prior to giving individualized instruction"; W stands for "interacting with the entire class", I stands for "interacting with individuals", W-I stands for "interacting with the entire class prior to interacting with individuals".

2. Teachers' Curriculum Decision and Instruction Implementation of Mathematics Remedial Instruction

Given that only 277 out the 300 teachers who participated in the questionnaire survey had performed mathematics remedial instruction, we only analyzed the 277 teachers' answers to the questionnaire. Teachers' thoughts on curriculum decisions of mathematics remedial instruction and results of teachers' contemplation are shown in Table 2, which revealed that teachers set the objectives of a remedial curriculum primarily based on students' existing mathematical knowledge and skills and secondarily on teachers' previous teaching experiences. With respect to teachers' decisions on the curriculum content, most teachers used textbooks for students in that grade as the core content of remedial instruction and added supplementary teaching materials now and then. Meanwhile, 25.3% of teachers used textbooks for students in other grades as materials for remedial instruction to better suit students' existing mathematical knowledge and skills.

Table 2
The statistical table of teachers' curriculum decisions of mathematics remedial instruction

Dimension	Decisions on curriculum objectives				Decisions on curriculum content			
	Objectives of curriculum	Objectives of teaching	Personal teaching experiences	Students' performance	Textbooks of students' grade	Textbooks of other grades	Self-designed	Textbooks and supplementary teaching materials
Frequency	82	88	145	245	176	70	88	172
Percentage	29.6	31.8	52.3	88.4	63.5	25.3	31.8	62.1

The statistical results of the implementation of mathematics remedial instruction are revealed teachers' remedial instruction centered on enabling students to understand mathematical concepts and performing basic mathematical calculations, emphasized on association with students' life experiences, and adopted individualized instruction as the principal mode of instruction. Except for differences in the presentation of instruction and results at the stage of observation, both the focuses of instruction and the implementation of instruction were consistent with results of observation. Also, 85.6% and 77.6% of teachers expressed encountering difficulties in remedial curriculum decisions and the implementation of remedial instruction, the primary reason being a great divergence in individual students' mathematical knowledge and skills.

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

1. Conclusions

- (1) Mathematics remedial instruction for elementary school students in Taiwan is largely about mathematical concepts and operational skills, and the instruction starts with lecturing to all students in a class before proceeding to giving individualized instruction and allowing practices individually.
- (2) Materials for mathematics remedial instruction are predominantly textbooks designed for students in that grade instead of materials which are designed to better suit students' mathematical knowledge and skills.

- (3) The great divergence in students' mathematical knowledge and skills give teachers a hard time in making remedial curriculum decisions and giving remedial instruction.

2. Suggestions

- (1) The implementation of mathematics remedial instruction should incorporate both teacher-centered and student-centered approaches and students should be given opportunities to express their own ideas.
- (2) Actions should be taken to plan and develop appropriate mathematics remedial curriculum to fit for students' prior knowledge and skills.
- (3) Action research may be conducted to solve difficulties encountered by teachers in giving remedial instruction.

參考文獻

- 李孟峰、連廷嘉（2010）。「攜手計畫－課後輔助方案」實施歷程與成效之研究。**教育實踐與研究**，23(1)，115-144。
- [Li, M. F., & Lien, T. C. (2010). A study of implementation process and results of the "Hand-in-Hand" project: Education support for disadvantaged child. *Journal of Educational Practice and Research*, 23(1), 115-144.]
- 林寶山（1998）。**教學論：理論與方法**。臺北市：五南。
- [Lin, B. S. (1998). *Teaching theory: Theory and method*. Taipei, Taiwan: Wunan.]
- 徐偉民（2011a）。數學課程實施：一位國小資深教師的個案研究。**科學教育學刊**，19(2)，101-122。
- [Hsu, W. M. (2011a). A case study: How did an experienced teacher implement mathematics curriculum in her classroom? *Chinese Journal of Science Education*, 19(2), 101-122.]
- 徐偉民（2011b）。三位六年級教師數學課程實施之比較。**教育研究集刊**，57(2)，85-120。
- [Hsu, W. M. (2011b). The implementation of mathematics curriculum: A case study of three sixth-grade teachers. *Bulletin of Educational Research*, 57(2), 85-120.]
- 徐偉民（2011c）。把數學學習弱勢的孩子帶上來：學校本位國小數學補救教學模組的開發與應用－國小中年級數學補救教學模組的開發與應用。行政院國科會科學委員會專題研究（計畫編號：NSC 99-2511-S-153-013），桃園市：中原大學。
- [Hsu, W. M. (2011c). *Development and application of remedial instruction module of mathematics on third and fourth grades of elementary school*. Taoyuan, Taiwan: Chung Yuan Christian University. (NSC 99-2511-S-153-013)]
- 徐偉民（2013）。國小教師數學教科書使用之初探。**科學教育學刊**，21(1)，25-48。
- [Hsu, W. M. (2013). An exploratory study of mathematics textbook use by elementary school teachers. *Chinese Journal of Science Education*, 21(1), 25-48. doi: 10.6173/CJSE.2013.2101.02]
- 教育部（2003）。**國民中小學九年一貫課程綱要：數學學習領域**。臺北市：教育部。
- [Ministry of Education. (2003). *The learning domain of mathematics of grade 1-9 curriculum guidelines*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.]
- 教育部（2007）。**教育部辦理攜手計畫課後扶助補助要點**。2009年6月10日，取自 http://www.edu.tw/EDU_WEB/WEB/EJE/index.php。
- [Ministry of Education. (2007). *Principals of financial support for school implementing After-School Alternative Program*. Retrieved 2009.06.10 from http://www.edu.tw/EDU_WEB/WEB/EJE/index.php]

- 教育部 (2008)。「97 年攜手計畫擴大辦理受惠人數突破 20 萬人次近 3 千校開辦比率達 86% 對象擴及單親及隔代教養子女」。2009 年 6 月 15 日，取自 http://www.edu.tw/eje/news.aspx?news_sn=1692&pages=7&site_content_sn=4414
- [Ministry of Education. (2008). *There are about 3000 schools and 200000 students participated in 2008 After-School Alternative Program*. http://www.edu.tw/eje/news.aspx?news_sn=1692&pages=7&site_content_sn=4414]
- 翁福元、黃彥超、陳正專 (2009)。「攜手計畫－課後扶助」政策評析：正義與均等之觀點。載於國立臺南大學舉辦之「2009 年教育部攜手計畫課後扶助『提升弱勢兒童學習之課程與教學』研討會」論文集 (頁 19-36)，臺南市。
- [Weng, F. Y., Huang, Y. C., & Chen, C. C. (2009). Evaluation on policy of "After-School Alternative Program": Perspectives on justice and equity. *2009 Conference proceedings of After-School Alternative Program for improving disadvantage children learning*, 19-36. Tainan, Taiwan: National Tainan University.]
- 陳淑麗 (2008)。國小弱勢學生課業輔導現況調查之研究。*臺東大學教育學報*，19(1)，1-32。
- [Chen, S. L. (2008). The status quo of after-school academic assistance in Taiwan's elementary schools. *NTTU Educational Research Journal*, 19(1), 1-32.]
- 陳淑麗、熊同鑫 (2007)。臺東地區弱勢國中學生課輔現況與困境之探究。*教育資料與研究*，76，128-130。
- [Chen, S. L., & Hsiung, T. H. (2007). A survey of ways and needs of remedial program for disadvantage junior high schools' students on Taitung. *Journal of Educational Resources and Research*, 76, 128-130.]
- 張新仁 (2001)。實施補救教學之課程與教學設計。*教育學刊*，17，85-106。
- [Chang, S. J. (2008). Effective remedial programs and instruction. *Educational Review*, 17, 85-106.]
- 張嘉寧 (2007)。國民中學實施「攜手計畫課後扶助」方案成效之研究 (未出版之碩士論文)。嘉義縣：國立嘉義大學。
- [Chang, J. N. (2007). *The effectiveness of After-School Alternative Program implementation on junior high schools* (Unpublished master thesis). National Chiayi University, Chiayi, Taiwan.]
- 曾昱螢 (2009)。國民小學實施「攜手計畫－課後扶助」之研究：以中南部某縣市為例 (未出版之碩士論文)。嘉義縣：國立嘉義大學。
- [Tseng, Y. Y. (2008). *A study on program implementation of After-School Alternative Program in elementary schools: Using an example in south central region of Taiwan* (Unpublished master thesis). National Chiayi University, Chiayi, Taiwan.]

- 傅正敏 (2009)。桃園縣國民小學實施攜手計畫學習滿意度與學習成效關係之研究 (未出版之碩士論文)。桃園市：中原大學。
- [Fu, C. M. (2009). *A study on the relationship between learning satisfaction and learning effectiveness of After-School Alternative Program in Taoyuan elementary schools* (Unpublished master thesis). Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.]
- 劉瑞珠 (2009)。新竹縣攜手計畫課後扶助方案學生學習情形之研究。載於國立臺南大學舉辦之「2009年教育部攜手計畫課後扶助『提升弱勢兒童學習之課程與教學』研討會」論文集 (頁53-81)，臺南市。
- [Liu, J. C. (2009). Students' learning performance on After-School Alternative program of Hsinchu. *2009 Conference proceedings of After-School Alternative Program for improving disadvantage children learning*, 53-81. Tainan, Taiwan: National Tainan University.]
- 鄭鈺華、吳昭容 (2013)。與八年級課程同步實施的數學補救教學：成效與反思。臺東大學教育學報，24(2)，1-31。
- [Cheng, L. H., & Wu, C. J. (2013). Remedial mathematics teaching incorporated in eighth-grade courses: Effectiveness and reflection. *NTTU Educational Research Journal*, 24(2), 1-31.]
- 盧威志 (2008)。「攜手計畫課後扶助」之政策過程與執行評析。學校行政雙月刊，56，140-154。
- [Lu, U. C. (2008). The analysis of policy process on "Collaboration Plan: Supplemental Educational Services". *School Administrators Research Association*, 56, 140-154.]
- 羅玉霞 (2009)。「攜手計畫課後扶助」方案實施現況與成效分析。載於國立臺南大學舉辦之「2009年教育部攜手計畫課後扶助『提升弱勢兒童學習之課程與教學』研討會」論文集 (頁123-154)，臺南市。
- [Lo, Y. H. (2009). Analysis of implementation and effectiveness of "After-School Alternative Program". *2009 Conference proceedings of After-School Alternative Program for improving disadvantage children learning*, 123-154. Tainan, Taiwan: National Tainan University.]
- Anderson, C. W. (2003). How can schools support teaching for understanding in mathematics and science? In A. Gamoran et al. (Eds.), *Transforming teaching in math and science: How schools and districts can support change* (pp. 3-21). New York, NY: Teachers College.
- Artzt, A., & Armour-Thomas, E. (2002). *Becoming a reflective mathematics teacher: A guide for observations and self-assessment*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Doabler, C. T., Fien, H., Nelson-Walker, N. J., & Baker, S. K. (2012). Evaluating three elementary mathematics programs for presence of eight research-based instructional design principles. *Learning Disabilities Quarterly*, 35(4), 200-211. doi: 10.1177/0731948712438557

- Ernest, P. (1998). A postmodern perspective on research in mathematics education. In Sierpinska, A & Kilpatrick, J. (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identify* (pp. 71-85), Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. doi: 10.1007/978-94-011-5190-0_4
- Feldman, A. (2003). Mathematics instruction: Cognitive, affective, and existential perspectives. In J. M. Royer (Ed.), *Mathematical cognition* (pp. 147-174). Greenwich, CT: Information Age.
- Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Fuchs, D., Hamlett, C. L., Cirino, P. T., & Flecher, J. M. (2010). A framework for remediating number combination deficits. *Exceptional Children*, 76, 135-156.
- Fuson, K. C. et al. (2000). Blending the best of the twentieth century to achieve a mathematics equity pedagogy in the twenty-first century. In M. J. Burke & F. R. Curcio (Eds.), *Learning mathematics for a new century* (pp. 197-212). Reston, VA: NCTM.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79(3), 1202-1242. doi: 10.3102/0034654309334431
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 293-304. doi: 10.1177/00222194050380040301
- Grouws, D., Smith, M., & Sztajn, P. (2004). The preparation and teaching practice of U.S. Mathematics teachers: Grades 4 and 8. In P. Kloosterman & F. Lester (Eds.), *The 1990 through 2000 mathematics assessments of the national assessment of educational progress: Results and interpretations* (pp. 221-269). Reston, VA: NCTM
- Gutstein, E. (2003). Teaching and learning mathematics for social justice in an urban Latino school. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 37-73.
- Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). Mathematical tasks and student cognition: Classroom-based factors that support and inhabit high-level mathematical thinking and reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 524-549.
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 371-404). Charlotte, NC: Information Age.
- Huang, T. H., Liu, Y. C., & Chang, H. C. (2012). Learning achievement in solving word-based mathematical questions through a computer-assisted learning system. *Educational Technology & Society*, 15(1), 248-259.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington DC: Mathematics Learning Study Committee.

- Kroesbergen, E., Van Luit, J., & Maas, C. (2004). Effectiveness of explicit and constructivist mathematics instruction for low-achieving students in the Netherlands. *The Elementary School Journal, 104*, 233-252.
- Leh, J. M., & Jitendra, A. K. (2012). Effects of computer-mediated versus teacher-mediated instruction on the mathematical word problem-solving performance of third-grade students with mathematical difficulties. *Learning Disabilities Quarterly, 36*(2), 68-79. doi: 10.1177/0731948712461447
- Lin, C. H., Liu, Z. F., Chen, Y. L., Liou, P. Y., Chang, M., Wu, C. H., & Yuan, S. Y. (2013). Game-based remedial instruction in mastery learning for upper-primary schools students. *Educational Technology & Society, 16*(2), 271-281.
- Lloyd, G. (2008). Curriculum use while learning to teach: One student teacher's appropriation of mathematics curriculum materials. *Journal for Research in Mathematics Education, 39*(1), 63-94.
- Mong, M. D., & Mong, K. W. (2010). Efficacy of two mathematics interventions for enhancing fluency with elementary students. *Journal of Behavioral Education, 19*(4), 273-288. doi: 10.1007/s10864-010-9114-5
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Piper, L., Marchand-Martella, N., & Martella, R. (2010). Use of explicit instruction and double-dosing to teach ratio, propositions, and percentages to at-risk middle school students. *Journal of At-Risk Issues, 15*(1), 9-17.
- Remillard, J. & Bryans, M. (2004). Teachers' orientations toward mathematics curriculum materials: Implications for teacher learning. *Journal for Research in Mathematics Education, 35*(5), 352-388.
- Remillard, J. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricular. *Review of Educational Research, 75*(2), 211-246. doi: 10.3102/00346543075002211
- Rodriguez, A. J. (2005). Teachers' resistance to ideological and pedagogical change. In A. J. Rodriguez & R. S. Kitchen (Eds.), *Preparing Mathematics and science teachers for diverse classrooms* (pp. 1-16). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Shih, S. C., Kuo, B. C., & Liu, Y. L. (2012). Adaptively ubiquitous learning in campus math path. *Educational Technology & Society, 15*(2), 298-308.
- Stein, M., Remillard, J., & Smith M. (2007). How curriculum influences student learning. In Frank K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 319-369). Charlotte, NC: Information Age.
- Tarr, J., Reys, R., Reys, B., Chavez, O., Shih, J., & Osterlind, S. (2008). The impact of middle-grades mathematics curricula and the classroom learning environment on student achievement. *Journal for Research in Mathematics Education, 39*(3), 247-280.

