



與八年級課程同步實施的數學補救教學： 成效與反思

鄭鈴華、吳昭容

摘要

本研究進行了一整學年與數學課程同步實施的補救教學，探討此種運作方式對八年級數學低成就學生的影響。結果顯示：一、實驗組六個時間點施測的成績呈現顯著進步，其中學校段考的T分數與對照組無顯著差異，而檢測卷簡易題正確率的T分數則邊緣顯著地高於對照組，顯示補救教學具提升數學基礎能力的傾向。二、實驗組檢測卷的空白率邊緣顯著地低於對照組，顯示實驗組學生在答題上較有嘗試作答的動機。三、補救教學實驗教師在課程中採取各種認知與動機的策略，並對實驗效果提出回饋與評論。整體而言，持續一學年的補救教學對八年級學生數學成就與答題動機上具有提升的趨勢，本研究最後討論此一成效的影響因素，同時指出配合學期課程同步進行的數學補救教學的優點與限制。

關鍵詞：低成就學生、補救教學、學習成就、學習動機

鄭鈴華，國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心研究助理。E-mail: stella@ntnu.edu.tw

吳昭容（通訊作者），國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教授。E-mail: cjwu@ntnu.edu.tw

投稿日期：2013年4月16日；修改日期：2013年7月22日、10月22日、11月8日；採用日期：10月15日。

doi:10.3966/102711202013122402001

NTTU Educational Research Journal
2013, 24(2), 1-31

Remedial Mathematics Teaching Incorporated in Eighth Grade Courses: Effectiveness and Reflection

Chien-Hua Cheng Chao-Jung Wu

Abstract

This study investigated how and to what extent mathematics remedial instruction can influence eighth grade low-achieving students, particularly when conducted in conjunction with regular semester courses. The results indicated that in the 6 assigned time intervals, the T-score of the experimental group exhibited significant progress compared with that of the control group, and the students' performance in their monthly tests exhibited no significance. In addition, the correctness rate of the simple examination questions of the experimental group was significantly higher than that of the control group, indicating that remedial instruction could enhance the students' fundamental mathematics ability. Moreover, the blank rate of examining the experimental group was significantly lower than that of the control group, indicating that the experimental group demonstrated superior willingness and motivation to solve problems. Additionally, the participating teachers who conducted remedial instruction employed various inspiring cognitive strategies in the classroom. Overall, the remedial instruction, which was conducted for one school year, potentially enhanced the 8th grade students' mathematics achievements and problem-solving motivation. This paper concludes with a discussion on the effective factors, indicating the prospective advantages and limitations of

Chien-Hua Cheng, Research Assistant, Center of Educational Research and Evaluation, National Taiwan Normal University. E-mail: stella@ntnu.edu.tw

Chao-Jung Wu (Corresponding Author), Professor, Department of Educational Psychology and Counseling, National Taiwan Normal University. E-mail: cjwu@ntnu.edu.tw

doi:10.3966/102711202013122402001

mathematics remedial instruction when it was conducted in conjunction with regular semester courses.

Keywords: low-achievement student, remedial instruction, learning achievement, learning motivation



壹、緒論

數學學習不僅關係著學生求學時的表現，也會影響未來的生涯選擇和專業成就 (Bodovski & Farkas, 2007)。數學低成就學生的比例偏高，是長期且複雜的教育問題 (Algozzine, Ysseldyke, & Mcgue, 1995)，又因數學概念的結構性強，年級愈高，學習問題愈難解決。我國學生在國際數學評比上雖然位居高分群 (洪碧霞, 2009; Mullis, Martin, & Foy, 2008)，但是高、低分之間相差頗大，低分群的學生比率遠高於其他高分群的國家，且學生針對數學表達喜歡、有自信、高評價的比率亦低於國際平均水準 (曹博盛, 2005)。所以，教學現場面臨的挑戰是，為數不少的低成就學生使班級內程度差異過大 (陳嘉成, 2007)，教師就無法照顧到每一位學生的個別學習需求，教學難度亦相對地高 (陳淑麗, 2009)。

近年來，政府已正視低成就學生學習落後的問題，而補救教學是提升弱勢學生學習成效的一種手段。教育部自1996年開始推動補救教學相關計畫，經過整合後，目前以兩種方案為主：一、「教育優先區計畫」：以弱勢地區學校的原班級全部學生為對象。此計畫使得弱勢地區的硬體設備普遍充足，但學生的學力表現依然落後 (甄曉蘭, 2007)；二、「攜手計畫——課後扶助」：以全國國中小的弱勢且低成就學生為主，並由導師推薦參加。但國內的相關研究，大多著重在政策執行、現況調查、滿意度等分析，並以填答者或受訪者的主觀回答來判定成效，缺乏具體的客觀證據說明攜手計畫的介入是否提升了弱勢學生的學習成就 (蔡佩津, 2012)，且在執行方面尚有缺失，如未建立學生新入班及出班的篩選機制、未建立評估學生學習成就的完善檢核程序、有些學校授課課程變成安親班的方式、有時師資來源限於大專生或實習老師而無法延續 (盧威志, 2008)，因此公部門在補救教學的學生篩選、診斷、教材提供、師資訓練和專業督導等方面，都有很大的進步空間 (潘文忠, 2008)。

政府十幾年來投入大筆經費與人力於補救教育，但似乎未見具體成效。綜合學者所提出的原因，可分成兩方面：一方面是評估的指標不當。教育主管單位習慣以「量」，尤其是「硬體的數量」來呈現補助計畫的成果，甚少以「質」或「學生學習成效」來論述補助的必要 (許添明, 2003)。例如，教育部的報告書中會提及計劃投入的金額、購買教學設備的數量、舉辦研習的場次、受輔導的中小學生人數、老師的滿意度等 (黃俊傑, 2009)，卻很少說明學生學習後的程度變化，因此無法瞭解補救教學對學生學習的實際成效。另一方面是教學現場的困境，第一是「缺乏適合補救教學使用的教材」。學校教師缺乏時間與能力自編

符合低成就學生的教材，所以雖知一般課本並不適當，也只能重複使用。因此教師們常常提出要求，希望教育相關單位能夠提供補救教材（陳淑麗，2008）。第二是「未建立系統性的學生篩選機制」。國內補救教學實際執行時，從篩選服務對象到依能力分組大都缺少系統性，加上課輔教師亦很少有受過輔導低成就學生的專業訓練，導致「學生程度異質性太高」與「學生缺乏學習動機」成為課輔教師最感困擾的問題（陳淑麗，2008）。第三是「未能安排良好的上課時段」。學生通常對抽離到補救教學班級上課的歸屬感不夠，或擔心被貼上功課不好或窮困家庭等標籤，而對參加課後攜手班抱持負面看法，使得課輔教師對於補救教學時間的安排、與原班教師的聯繫及學生持續學習的意願亦產生挫折感（黃玉幸，2012）。第四是「缺乏有效的補救課程規劃」。有許多學校認為課輔的實施目的主要在於「補救落後」，也就是要趕上日間學科落後的進度，故其第八節課會採取重教一次、多做練習，或進行白天來不及完成的課程（陳淑麗、熊同鑫，2007），而無法實施對症下藥的補救教學。第五是「缺乏難度適中的評量試題」。不少學校的數學科小考或段考試題沒有考慮到低成就學生，過多難度偏高的題目，使學生一再拿低分而喪失學習的動機（李祐宗，2012；馮莉雅，2003），造成數學成績表現有「強者愈強、弱者愈弱」的「馬太效應」（Matthew Effect）趨勢（劉玉玲、薛岳，2013；Morgan, Farkas, & Hibel, 2008）。

由於「有實施」補救教學未必「有效果」，補救教學必須克服上述五個困境，方有機會產生成效。針對以上問題，本研究由具有教材編寫專業的資深教師研發國中數學補救教材，建立一套篩選學生的標準、控制成班的程序，同時與4所國中合作，在100學年度落實每週2堂課的定時定點教學，課程進度配合學校課程，由研究團隊的專家教師負責教學，再編製適當難度的評量工具定期檢視學生的學習情形，從克服教學現場的困境為出發點，以檢驗這樣的運作方式對於八年級數學低成就學生的影響。

相對於文獻上數學補救教學的研究，本研究的獨特性在於配合學校課程進行一整年的補救，且是針對八年級數學學習的補救。實際上，數學補救教學的研究在國中階段較國小階段來得少，可能因為國中課業壓力大，校方與研究者不容易安排補救教學時間，加上國中階段的數學補救難度相當高，學生參與意願低，補救教學不易顯現成效。

國內、外數學補救教學的研究通常是針對某一特定主題，如一元一次方程式、比與比值、等差數列、平行四邊形、分數運算、代數學習等（吳峻淵、姚如芬，2009；周雅釧、黃志勝、施淑娟、郭伯臣，2009；袁媛、楊子賢，2012；彭憶珍，2013；Bai, Pan, Hirumi, & Kebritchi, 2012; Ross & Bruce, 2009），或是跨多

個主題但只針對一位教師或一個教室課室的個案研究（吳易達，2010；黃珂琳、邱守榕，2004；Karsenty, 2010；Mattuvarkuzhali, 2012；Stylianou, 2011）；至於包含某個年級整學年所有數學課程的補救，且在多個課室中檢核學習成效的研究並不多見（李孟峰、連廷嘉，2010）。就上述而言，特定主題的數學補救教學可依該主題數學概念的認知特性加以設計，對症下藥是其優點，但未必能類推到其他主題。然而教師若合併使用不同研究、不同主題補救教學的教材，在教學理念與教材編排上，亦容易出現欠缺一致性的結構性問題。

本研究為了發展一套多個單元間具備統整性結構的數學補救教材，選擇編序性原則（programmed instruction）作為編輯教材的核心理念，該原則可與各主題概念特有的認知特性相容，又能因應低成就學生薄弱的基礎能力與認知資源（Atkinson, Derry, Renkl, & Wortham, 2000；Kostons, van Gog, & Paas, 2012；McDonald, Yanchar, & Osguthorpe, 2005）。而能搭配編序性原則，又適合低成就學生學習特性的教學法，直接教學法（direct instruction）是個適當的選擇（Al-Makahleh, 2011；Flores & Kaylor, 2007）。透過編序、結構化的教材安排，以明確的教學，逐步教導學生學業技能（Hicks, Bethune, Wood, Cooke, & Mims, 2011），亦即教師需負起組織教材的責任，能夠有系統的呈現訊息，清楚地以口語指出內容中重要術語的涵義，並利用範例來說明觀念，而學生的任務主要是接受學習（張新仁，2002；Marchand-Martella, Slocum, & Martella, 2004）。許多文獻亦指出，應用直接教學法對於低成就學生的學習具有明顯的改善成效（李冠穎，2008；陳淑麗、洪麗瑜、曾世杰、鍾敏華，2006；馮莉雅，2003；Banda & Therrien, 2008），也能提升動機（蔡文標，2001）。採用編序性原則與直接教學法的另一個理由是，這兩種理念都為現場數學教師容易接受與實際執行的，可減少未來教材教法推廣上的阻礙。

為使低成就學生的數學學習維持在可學習的狀態，減輕其數學焦慮，教材必須根據學生的程度來編製（張新仁，2001），如簡化原有教科書內容、適度統合繁複的類型，或者將精簡、濃縮的步驟回歸數個步驟以利理解等；教師則需幫助學生看到教材中的規則、型態與結構（Olivier & Bowler, 1996/1998）。因此，本研究編寫教材時會考量學生的認知負荷（cognitive load），它牽涉到學習者、教材及教學歷程的因素，以下三類狀況都會阻礙學習：一、學生欠缺教材所需的先備知識或技能，使得其先備知能及教材元素之間無法有效地連結；二、教材因不良設計難以理解，使學生耗費認知資源，卻又無助於基模的建構；三、欠缺有效的教學活動讓學生能致力於組織教材內容（Gerjets & Scheiter, 2003；Griffin & Jitendra, 2009）。上述狀況指出，教材的複雜與否與學生內在的能力及知識有

關，例如，對於已經建立移項基模的學生而言， $ab=c$ 轉換成 $a=cb$ 只是一個步驟，但對於還需透過等量公理來理解與運算的學生而言，會牽涉到將左式乘以 b 形成 ab/b 、將右式乘以 b 形成 cb 、新的方程式為 $ab/b=cb$ 、左式分子分母可以同時消去 b 形成 a 、新的方程式為 $a=cb$ ，共五個必須環環相扣地學習的元素（element）（Sweller, 1994, p. 306）。如果要求學生只以一個步驟簡略地記錄，卻必須在腦中運作多個元素，將造成學生極大的認知負荷，因此，指導尚未習得基模的學生，把精簡的步驟拆解成多個步驟，雖然在手寫的動作上較為麻煩，但卻能減輕學生在腦中操作的認知負荷。例如，在做代數運算 $5(3x-4)-2(4x-7)$ 時，學生需要乘開兩個括號，其中包含四個計算，由於元素間具有高度的互動關係，易造成學生解題時的負荷（Ayres, 2006），因此本研究團隊的教師指導學生一次只做一個計算，以達到順利展開式子的目的。所以，指導方式若能配合數學低成就學生工作記憶的運作效率，對其解題表現應該有所幫助（Geary, 2011）。

為確保補救方案的成功，建立明確目標及經常性評量是必要的條件（陳淑麗、熊同鑫，2007）。但國內課輔多採用家庭作業的完成率或月考成績的前、後比較，來檢視學生的學習成效，甚少發展出其他的評量指標（陳淑麗，2008）。實際上，學業成就評量有很多方法，依據課程的教學進度、內容與學生的學習情形，教師自行設計考題作為評量依據，以符合學生的學習脈絡，亦是可行的（Badgett & Christmann, 2009; Guay, Marsh, & Boivin, 2003）。本研究以自行設計的檢測卷，搭配學校段考成績，作為學習成就的評量指標，而以檢測卷上的空白率作為動機的指標。

低成就經常伴隨低動機，教師常會看到低成就學生上課不參與、作業未完成、面對考卷不動筆。而國中數學考卷上除了選擇題有答案之外，其餘一律空白的考卷也非少見。評估學生數學學習動機的方式，國內大多採用自陳式問卷（邱仕凱，2011）或數學學習動機量表（蔡文標、許天威、蕭金土，2003），然而，和所有問卷與量表的問題類似，自陳式動機問卷能否有效地反映真實的動機，頗有疑義。所以本研究利用學生在數學試卷上的空白率作為指標，用以評估與對照組的動機差異。由於試卷空白的可能來自低動機，也可能來自能力不足，如果從填充題與綜合題中挑選難度不高的試題，故不論答案是否正確，僅以有無計算、列式等筆跡作為指標，應可降低因為學生能力不足而試卷空白的因素，使得此一指標較能反映答題動機。

綜上所述，本研究以八年級數學低成就學生整學年的補救學習為目標，旨在以系統化的程序落實八年級數學補救教學的實驗課程，檢核補救教學教材、教法在學生成就與動機上的成效。即使在編序性的教材中採用直接教學法，教師們必

然有其與數學低成就學生互動的其他原則與策略，而教師們如何看待這些策略的效果，也值得觀察與瞭解。此外，檢討與學期課程同步實施之補救課程的整套流程是否可行，也是本研究的目的之一。因此，研究問題包括：

- 一、數學補救教學實驗組學生的學習成就變化為何？是否顯著優於對照組？
- 二、數學補救教學實驗組學生的動機變化為何？是否顯著優於對照組？
- 三、補救教學實驗教師的教學策略為何？對學生表現的回饋與評論為何？
- 四、檢討本研究與學期課程同步實施之數學補救教學的運作方式及其優點與限制為何？

貳、研究方法

本研究採用實驗組與對照組配對設計，教學效果的評估包含六次段考與六次檢測，具有縱貫性研究的特性。

一、研究參與者

本研究參與者包括實驗組、對照組學生，以及兩組學生的班級同學，實驗教學的教師有5位，為研發團隊中的教材編輯教師。

合作學校為臺北市A校、新北市B、C校、高雄市D校4所國中，依據以下五個條件篩選出八年級數學低成就學生，之後調查學生參與意願與取得家長的同意後，組成實驗組。「實驗組」的篩選條件包括：（一）七年級下學期（後稱七下，餘類推）三次數學段考成績平均後，在該校同儕約PR值25左右的相對位置；（二）排除七下三次國文段考成績平均在PR值10以下者，以使參與學生具備基本的讀題能力；（三）各校新生入學的智慧測驗IQ在80以上，以排除智力過低、屬特殊教育服務範疇的對象；（四）由導師排除有嚴重的行為或情緒問題、可能造成課程無法進行的學生；（五）由導師推薦仍展現有學習意願者。因低成就學生本屬學習動機較低者，自願參加實驗課程的人數有限，因此優先納入有參與意願者，補足名額後，剩下的則選擇與實驗組學生程度相當者納入對照組。結果上學期選定54名學生（每組各27名）參與研究，下學期則為46名（每組各23名），期間兩組學生因轉學、低出席率、自認成績變好不再參加、另加入有參與意願的新成員等因素而產生變動，最後全學年均參與的實驗組學生18名，納入與其配對的對照組學生合計36名，其中A~D校分別為6、12、14及4位學生。

跨時間點學習成效的比較，需要參照團體的資料方能檢核學生在團體中相對

位置的變化，故商請合作學校配合施測與蒐集兩組學生所在班級（以下稱合作班級）的同儕資料，共計11個班級，人數約330人。

二、研究工具

（一）教材

本研究的教材由研究者所屬研發團隊所設計，此團隊由教育心理背景之第二作者規劃、1位數學系教授擔任研發顧問、6位退休且具教材編寫經驗的數學教師執筆，以及科學教育碩士畢業的第一作者負責編輯、行政與研究工作。為配合學期課程同步進行的補救教學，實驗教材依據九年一貫課程綱要的重點，參酌現行各版本教科書的主題排序，將八年級的數學補救教材編為單元9~16，分成8冊裝訂（國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心，2011a，2011b，2011c，2011d，2012a，2012b，2012c，2012d）。

每個單元分成數個主題，主題下採用數個「範例題」與「練習題」搭配的方式呈現。範例的順序依教材結構由淺而深地編序設計，去除冗長的文字敘述與艱深的多步驟題型，並簡化過於繁雜的數字，俾使減輕學生學習上的負荷。例如：八下單元13「數列與級數」的編排，分成兩個主題，首先讓學生觀察整數數列的規則，再進入小數數列的學習；而公差亦是先指導學生學習正值，而後才呈現負值的情形。有些單元亦發展出教具，例如：八下單元15「三角形的基本性質」使用透明片為教具，指導學生藉由具體的操作學習三角形的全等性質。

（二）評量工具

本研究自行研發「核心能力檢測卷」與「準備度測驗」，前者為學習成效的評量工具，為配合學校上、下學期各三次段考的進程，檢測卷依段考範圍編成六份試卷；後者為各單元教學前評估學生先備知識的工具，每單元各有一份測驗卷。另外，本研究也蒐集各校合作班級的段考成績。

表1呈現六份檢測卷及其不同單元的難度、鑑別度，與內部一致性信度，來自合作班級三百多名學生的資料。六次檢測試題類型與一般考卷相似，第一大題為選答題，包含選擇或是非題；第二大題為填充題；第三大題為綜合題，包含計算及文字題。六次檢測卷全量表的難度中位數約 .50，鑑別度中位數全在 .75以上，為相當優質的試題。以 α 係數檢驗內部一致性的程度，結果多在 .9以上，信度甚佳。惟檢測一「單元10主題一」的 α 係數較低，為 .73，檢視其題目類型均為選擇與是非題型，推論部分學生答題時用猜的機率較大，故導致 α 值較低。

表 1

八年級核心能力檢測試卷之施測人數、內容、題數、難度、鑑別度與信度

試卷 (施測人數)	內容 (題數)	難度 中位數 (全距)	鑑別度 中位數 (全距)	Cronbach's α 值
檢測一 ($n=321$)	全量表 (25題)	.49 (.35~.70)	.76 (.15~.98)	.95
	單元9全 (17題)	.46 (.35~.63)	.88 (.70~.98)	.96
	單元10主題一 (8題)	.63 (.46~.70)	.56 (.15~.88)	.73
檢測二 ($n=314$)	全量表 (25題)	.49 (.42~.65)	.92 (.66~.99)	.98
	單元10主題二、三 (15題)	.48 (.42~.53)	.90 (.73~.99)	.96
	單元11主題一~三 (10題)	.50 (.47~.65)	.95 (.66~.98)	.94
檢測三 ($n=301$)	全量表 (23題)	.48 (.33~.59)	.93 (.66~.97)	.97
	單元11主題四 (5題)	.48 (.46~.48)	.96 (.93~.97)	.97
	單元12全 (18題)	.48 (.33~.59)	.90 (.66~.97)	.97
檢測四 ($n=308$)	全量表 (36題)	.47 (.20~.65)	.87 (.39~.98)	.98
	單元13全 (17題)	.48 (.20~.61)	.85 (.39~.97)	.95
	單元14主題一、二 (19題)	.47 (.33~.65)	.89 (.55~.98)	.96
檢測五 ($n=313$)	全量表 (30題)	.47 (.37~.64)	.90 (.42~.97)	.97
	單元14主題三 (9題)	.43 (.37~.64)	.83 (.42~.91)	.90
	單元15全 (21題)	.48 (.43~.59)	.92 (.53~.97)	.96
檢測六 ($n=309$)	全量表 單元16全 (23題)	.51 (.35~.68)	.81 (.32~.98)	.95

檢測卷的效度考驗採內容效度。檢測卷以雙向細目表規劃時，除了架構出評量目標、各章節的分配題數、各類型試題的配置之外，考量實驗教學的目的是補救數學低成就學生的學習，故在試題「易」、「中」、「難」的分配上採取各約占50%、30%及20%的比率。在難度的區分上，研發團隊依題目所牽涉到的數學概念數量與解題步驟的繁雜程度，訂定一套判斷的規則，如表2。

三、研究程序

首先，決定合作學校。研發團隊與數個目標學校接觸後，擇定能配合學生篩選、每週提供兩節補救教學時間，以及試卷施測與成績回收的學校。

接著，確認課程進行方式。課程安排從上學期開學後第2個星期開始，各校在社團時間、第8堂課、班會、週會等時段將學生抽離，每週2節課，有些學校採取連續兩節課，有的則將兩節課分在不同的2天。補救教學若遇段考則停止上課，寒假期間亦無課程。下學期同樣由開學後第2個星期開始課程，上、下學期各約15~

表 2

「核心能力檢測試卷」難易等級的判斷標準

難易度 判別等級	判別方式 (依概念數或步驟數而定)	舉例與說明
易	為最基本的概念， 或一個步驟的操作。	例題： $(30+6)^2$ $=30^2 + \textcircled{1} + 6^2$ 註：只需知道平方和公式（一個概念），就能利用題目中的30和6知道①的答案，故視為一個步驟。
中	用到兩個概念， 或兩個步驟的操作。	例題： $(2x^2 - 3x - 7) - (5x^2 + 8x - 2)$ $=$ 註： $-(5x^2 + 8x - 2)$ 要去括號及做變號（一個概念），此視為一步驟；接著 $(2x^2 - 3x - 7)$ 再與之做加減（一個概念），此視為另一步驟。故共有兩個操作步驟。
難	用到三個（含以上）的概念 或步驟，如：去括號，再計算 含兩個運算符號的列式。	例題： $(2x+1)^2 - (2x+3)(2x-3)$ $=$ 註： $(2x+1)^2$ 的計算視為一個步驟； $-(2x+3)(2x-3)$ 需先做兩個括號的乘法計算後再做變號，此視為兩個步驟；之後再做各項的加減計算。故共有三個以上的操作步驟。

17週的補救實驗教學，補救教學課程都在學校課堂已正式教學之後進行。

第三，篩選學生與進行教學。學生篩選的條件與流程見前文「研究參與者」的說明。選出實驗組後，商請學校將學生組成一或兩個小班，各小班人數為3~7人。課堂上由教師口述並示範範例的解題方式，之後由學生仿照教師的解題步驟，進行練習題的解題，教師從旁觀察學生給予適當的協助。課程進度謹守補救教學的本質，補救內容大約在學校課程之後1週內的範圍。兩組學生在學年開始時均無參加任何補習，但對照組在上、下學期中分別有2~3位學生參與了校外的補習或安親課程，而實驗組有1位學生則是在下學期末參加了校外補習。

第四，蒐集學生學習成效的資料。每次學校段考的前1週，請合作班級的數學老師在各班以1節課的時間施測核心能力檢測卷。段考後，數學老師除了回報該班全體學生的段考成績，也協助填寫實驗組學生在班上學習態度的觀察表。

第五，蒐集補救實驗教師的教學紀錄與回饋。教師於每次上課後記下教學紀錄，每單元結束後收回；教材研發會議中全程錄音，教師若提出學生對特定教學策略之反應，由第一作者謄成紀錄；該學年課程結束後，由第一作者與教師進行教學策略與觀察回饋的訪談，並依A師~E師的教師編碼將訪談內容做成逐字稿，

以提供實驗組在學習成就和動機變化的參照。

最後，資料處理。核心能力檢測卷因各校相同，故T分數以4校全部受測人數答對率的總平均與標準差為基準進行轉換，且因兩組學生皆為低成就學生，檢測卷裡面「中」、「難」度的題目得分率不高，故以其中占50%的「易」的題目，計算出檢測卷中簡易題的正確率，作為學生在基礎能力學習成效上的指標。而段考考卷則因各校試卷不同，故以各校所蒐集的學生成績總平均與標準差來轉換T分數，代表學生在所屬學校學業成就評量工具上的相對地位指標。空白率的計算排除選擇題與是非題，也排除高難度的試題，僅納入填充題與綜合題的「易」與「中」難度的題目。

參、結果與討論

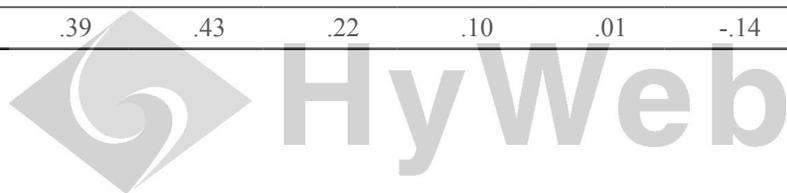
一、實驗組與對照組在學校段考與核心能力檢測卷的表現

首先考驗實驗組與對照組的起點表現。兩組學生七下數學三次段考T分數的平均見表3最左端，*t*檢定的結果未達顯著差異，顯示兩組的起始能力並無明顯差別。表3也呈現實驗組與對照組數學段考成績的T分數與Cohen's *d*值，圖1則呈現兩組學生六次段考成績T分數的變化趨勢。以組別(2)×段考別(6)進行二因子ANOVA，結果發現，交互作用與組別主要效果均未達顯著($p > .05$)，而段考的主要效果達顯著， $F(5, 170) = 4.43$ ， $p = .001$ ，95% CI = [-7.822, -.011]，受試者內對比的檢定顯示在線性上呈顯著， $F(1, 34) = 12.78$ ， $p = .001$ ，二次方或以上的效果則未達顯著。

表 3

實驗組與對照組數學段考成績的 T 分數與 Cohen's *d* 值

	七下數段	段考一	段考二	段考三	段考四	段考五	段考六
實驗組	40.88	44.51	46.32	47.90	46.00	47.08	49.49
對照組	39.45	41.64	44.49	47.07	45.91	48.49	46.80
<i>d</i> 值	.39	.43	.22	.10	.01	-.14	.30



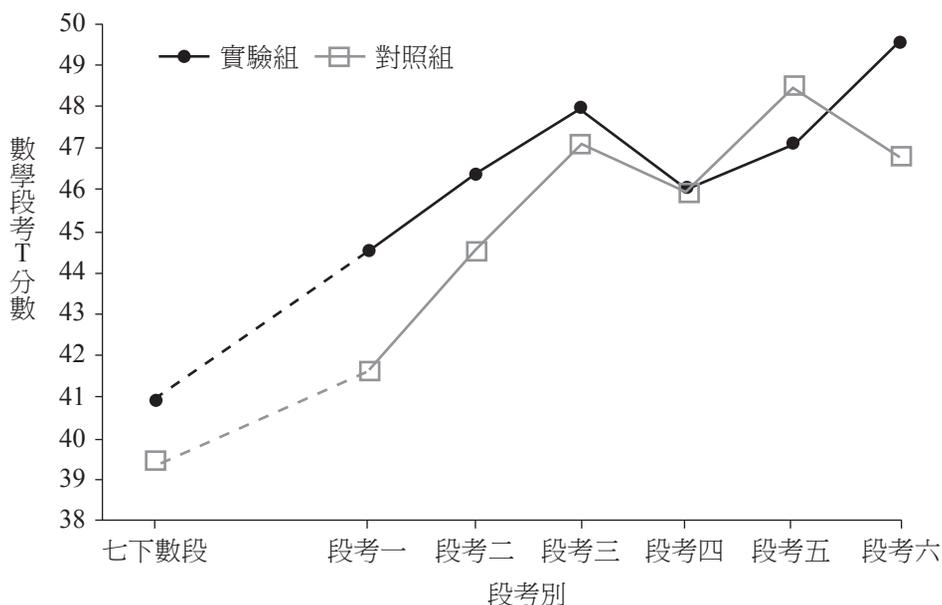


圖 1 實驗組與對照組數學段考成績 T 分數的變化趨勢

兩組學生在核心能力檢測卷的簡易題正確率之T分數與Cohen's d 值見表4，而兩組之成績變化趨勢見圖2，顯示實驗組學生於六次檢測的成績表現都高於對照組。以組別(2)×檢測別(6)的二因子ANOVA，結果交互作用未顯著，組別主要效果邊緣顯著(以下的邊緣顯著指 p 值在 $> .05$ 且 $< .10$ 的範圍內)， $F(1, 29) = 2.94$ ， $p = .097$ ，佐以 d 值的差異，六次檢測實驗組高於對照組的 d 值 $.25 \sim .65$ ，實質效果為小至中高(Cohen, 1992, p. 157)。而檢測別的主要效果達顯著， $F(5, 145) = 2.68$ ， $p = .024$ ，95% CI = $[-6.342, -.002]$ ，受試者內對比的檢定亦在線性上呈現顯著， $F(1, 29) = 8.56$ ， $p = .007$ ，二次方或以上的效果則未達顯著。

表 4

實驗組與對照組核心能力檢測卷簡易題正確率的 T 分數與 Cohen's d 值

	檢測一	檢測二	檢測三	檢測四	檢測五	檢測六
實驗組	45.20	47.04	45.97	46.53	48.13	49.46
對照組	43.76	43.10	43.14	44.80	45.80	45.48
d 值	.25	.65	.42	.31	.31	.54

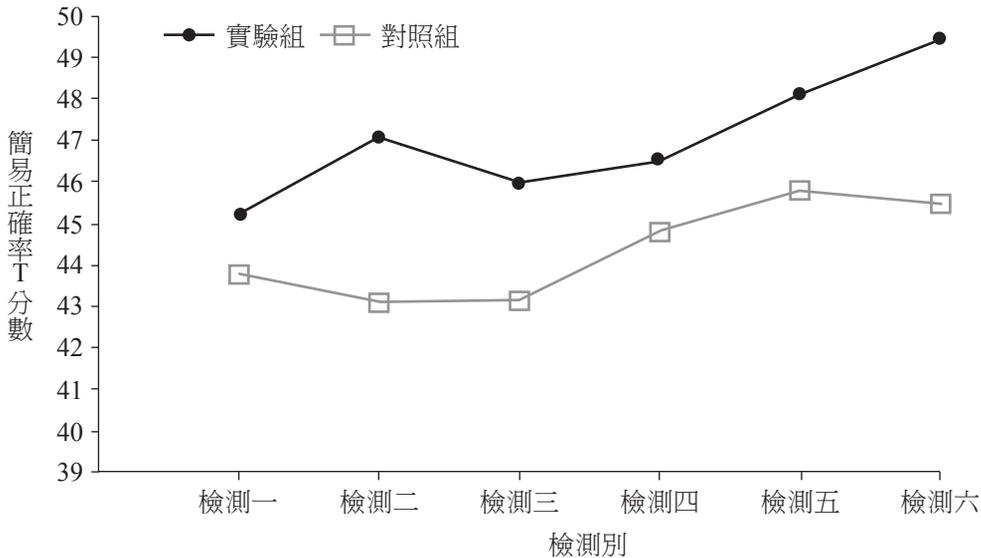


圖 2 實驗組與對照組核心能力檢測成績簡易題正確率 T 分數的變化趨勢

上述結果顯示，兩組六次段考在校內的相對地位上都呈現顯著的線性成長，但實驗組和對照組並無顯著差異。而兩組六次檢測卷上的基礎能力也都呈線性成長，實驗組表現邊緣顯著地較對照組學生來得好，且 d 值呈現具有實質差異，顯示本補救教學具有幫助學生建立較佳的數學基礎知能的趨勢。不論段考或檢測卷，第四次測驗時實驗組優於對照組的趨勢都特別小，而在第五次的段考成績，雖然實驗組表現較對照組差，但檢測卷仍呈現實驗組在簡易正確率上較高的現象。前述現象將從課程內容的特性，並參酌實驗教師的教學觀察、會議討論與訪談紀錄，在後文四之（二）「部分內容的教材教法尚須調整」中加以討論。由於六次資料俱全的兩組學生僅36人，故另已針對上、下學期三次資料俱全的49人和42人進行統計分析，整體趨勢大致上相當。

二、實驗組與對照組在核心能力檢測卷空白率上的比較

實驗組與對照組六次檢測卷的空白率與Cohen's d 值見表5，而兩組空白率的變化趨勢如圖3。實驗組學生在六次檢測試卷的空白率表現都較對照組為低。以組別（2）×檢測別（6）進行二因子ANOVA，結果發現交互作用未達顯著，但組別的主要效果邊緣顯著， $F(1, 29) = 3.23$ ， $p = .083$ ，佐以兩組差異的Cohen's d 值可發現，除了檢測四的 d 值較小之外，其餘五次檢測實驗組空白率較對照組低的實質效果都在中高，顯示相較於對照組，實驗組學生對於需動筆計算或列式的題

表 5

實驗組與對照組核心能力檢測卷的空白率與 Cohen's d 值

	檢測一	檢測二	檢測三	檢測四	檢測五	檢測六
實驗組	.29	.45	.45	.59	.38	.37
對照組	.44	.62	.67	.63	.59	.61
d 值	-.46	-.53	-.60	-.13	-.54	-.67

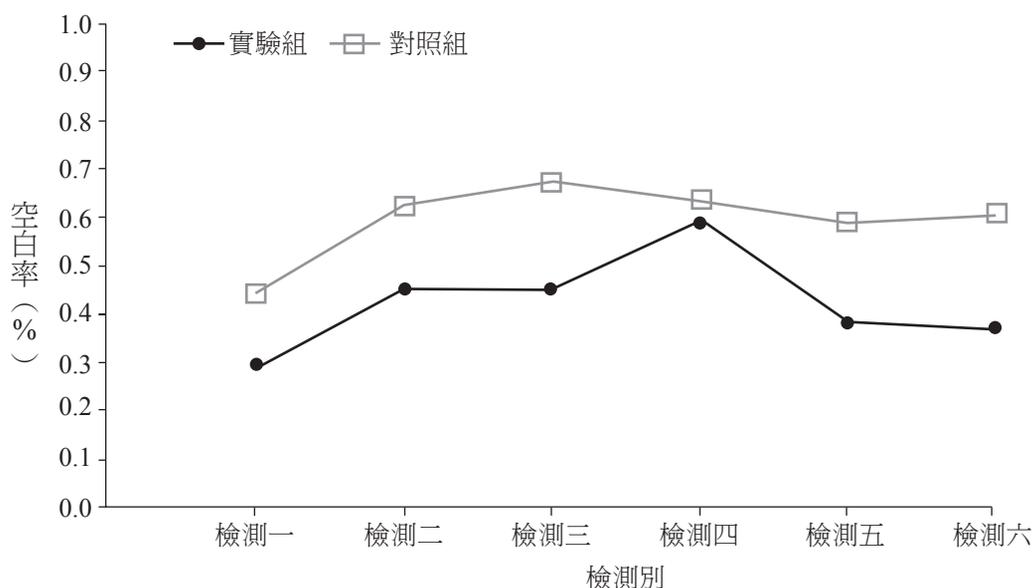


圖 3 實驗組與對照組核心能力檢測卷空白率的變化趨勢

目，不論是否能答對，都較能嘗試解題，即具有較高的作答動機。而檢測別的主要效果達顯著， $F(5, 145) = 5.32$ ， $p < .001$ ，95% CI = [-0.385, -0.009]，受試者內對比的檢定線性未達顯著，而二次方和三次方均呈現顯著性， $F(1, 29) = 13.02$ ($p = .001$)、 $F(1, 29) = 5.33$ ($p = .028$)，顯示六次的空白率呈現上下起伏的變化。此種波動應與試卷難度較為有關，而與時間推進較無關。此外，實驗組學生空白率最高的是在第四次檢測卷上，且該次兩組的差異也最小。此一現象同樣會參酌實驗教師的教學觀察、會議討論與訪談紀錄，在後文四之（二）「部分內容的教材教法尚須調整」處加以討論。

三、實驗教師的補救教學策略

本研究透過整理5位實驗教師（即A師～E師）的教學紀錄，並彙整學期中的

會議討論與課程後的訪談，瞭解教師群實際使用的教學策略，分列以下四點。

(一) 先備知識的診斷與補強

每一個單元之前，實驗教師群都會採用本研究自行研發的「準備度測驗」評量學生的先備能力。若學生能力不足，就會即時進行相關概念的補救。例如，八上「乘法公式與多項式」單元的學習需要四則運算、分配律及指數律的運用能力，若在準備度測驗卷的表現不佳，教師會先進行相關代數計算及指數概念的複習。例如，準備度測驗中顯示學生將 3^2 誤以為是 3×2 ，老師就會先複習 3^2 的意義，提醒 3^2 是「2」個「3」連乘，即 $3 \times 3 = 9$ ，再與 $3 \times 2 = 6$ 比較，讓學生瞭解兩者的不同；隨後再反覆舉「 $5^2 = 5 \times 5$ 與 5×2 」、「 $2^3 = 2 \times 2 \times 2$ 與 2×3 」等例子，以及逆過來讓學生練習「 $3 \times 3 = (\)^{\circ}$ 」、「 $2 \times 2 \times 2 = (\)^{\circ}$ 」的填充，最後引入「 $a^2 = a \times a$ 與 $2a = 2 \times a$ 」的比較，讓學生能補強指數的意義與運算。經由此種診斷測驗與補強，實驗教師群發現，低成就學生較容易進入新單元的學習，大多數的實驗組學生也在學習後提出「在教室都聽不懂，但在補救教學課程中都能聽懂」的反應。

(二) 教材教法的安排與變通

本研究的補救教材採用範例與練習搭配的方式設計，實驗教師能透過學生即時的練習表現確認教學效果而加以調整，且各單元中間與最後安排了「綜合練習」，提供檢視跨範例之整合性成效的機會。

除了全班性的授課採直接教學之外，實驗教師會花大部分的時間在課室內巡視學生的解題與練習情形，並視學生個別情況，分別以師生互動、教具操作、同儕討論、小組教學等方式進行指導。學生亦因能有和老師一對一互動，或和同學討論的機會，而提高回答問題或是自動提出問題的意願。

此外，實驗教師群在每週的教材研發會議中，因彼此交流當週於各校的教學經驗，而得以嘗試不同的教學方式。例如，八上「二次方根與勾股定理」中，學生極易將平方與平方根兩者的定義混淆，C師的訪談逐字稿提供教學上的建議：

我有試過在教學生時不是只用符號做解釋，我會用「二次方」取代「平方」的說法，像「 5^2 」讀成「5的二次方」，結果發現學生在學習平方根概念上的困擾有減少。

（三）藉由符合程度的試題，增進學生的自我效能

本研究研發的核心能力檢測卷，把握「易」題比率必須達50%的原則，並商請合作班級教師將該試卷作為段考前的複習考試，全班施測，讓低成就學生在班級考試中有機會展現他在補救課程中的進步，增進實驗組學生的數學自我效能。另外，由B師、C師及D師的教學紀錄中發現，有些合作學校的段考試卷沒有考慮到應該要有一定比率的基本題，多數題目都得組合數個概念或運算多個步驟方能得分，致使班上有相當比率的學生每次數學段考僅拿個位數，不只讓許多學生非常挫折，也打擊在補救課程中好不容易建立信心的實驗組學生。相較之下，在研究團隊溝通後能調整段考試題難度的學校，經由實驗教師與學生及該校數學老師的互動得知，其學生較能保有學習動機，例如，由整理B師的教學紀錄發現，學生因為能從試卷得分，反應自己在原班上課比以前聽得懂；而學校教師發現，當低成就學生能從答對學過且會的題目拿到分數，對數學的學習會比較有信心，在上課的時候也會比較認真聽講。從彙整D師的教學紀錄亦可得知，學校老師反應學生看到自己分數上的實質進步，不再只是個位數，會比較願意繼續學習數學，並主動詢問是否能繼續參與九年級的補救課程。

（四）多方提供社會性支持

實驗教師群重視小班的學習氣氛，課程一開始就運用學生與教師自我介紹營造出良好的班級氣氛。在學期間不時鼓勵學生，有時也和學生閒話家常，使學生能以較原班放鬆的心情學習。批閱學生作業時不使用「×」、「？」等負面意義的記號，教師群一致地共識是僅打「√」，當學生答錯時則不打任何記號，給學生重新作答的機會。

研究團隊透過各種方式與學校老師及主任維持密切的關係，也使校方與學生有更優質的互動。例如，A師在訪談中呈現了實驗教師與學校的溝通情形：

我去上課的時候，會和學生的班導討論他在上實驗課程的情形，就是他（學生）在輔導過程中發現其實數學不難，大部分也都會做。也會問學生在平常上課的表現，結果那個老師說他聰明但生活習慣不佳，家長寵愛，學習意願完全在他想不想做，上課因為打瞌睡或搗蛋處罰的頻率相當高，但是參加這個課程之後，回到教室居然可以考及格，從此以後便全力衝刺，表現得讓那個老師刮目相看，只是頑皮依舊，需要常提醒與訓勉。

每次段考1週後，會將學生的核心能力檢測卷的成績及各題對錯情形回報學校，讓校方瞭解學生補救教學的學習情形，並請學校老師填寫一份學生觀察表，提供學生該次段考階段中在班上的表現。密切的互動促使學校老師與主任關心學生的情形，例如，到課室中關心學生的上課及出缺席情形，並給予口頭或實質鼓勵（如頒發成績進步獎狀），或在平日學校生活詢問有關補救教學課程的情形等。

四、實驗教師的觀察回饋

資料來源同「三、實驗教師的補救教學策略」，以下四點為教師群對於學生各階段學習的觀察回饋，同時亦協助研究者對研究結果的解釋。

（一）學期第一次段考是學生能否重拾信心的關鍵點

參與本實驗教學的學生對段考成績的反應，A師、B師及C師的教學紀錄中都提到，兩個學期的「第一次段考」成績提升的學生，對於新單元往往表現出較為積極的學習態度；成績若未提升，或較其他成就同儕更低落的學生，特別容易產生自我放棄的心態，教師就得在後續的補救教學課程中更費力地鼓舞他的學習動機。教師群認為這可能是因為學生主要還是透過和同儕的比較來評估自己的表現，新學期是新的開始，尤其參與補救教學課程似乎提供新的希望，學生因此願意做一些努力。此時，若能在第一個重大評量上展現成效，就能增強之前所做的努力。尤其低成就學生主動學習的動機本就較為薄弱，若在此時遭遇挫折，學生就更容易喪失學習動力。因此，實驗教師應該留意第一次段考的指標性作用。

（二）部分內容的教材教法尚須調整

根據兩組橫跨一學年測驗表現的變化趨勢與差異，發現實驗組在第四次段考和檢測卷上優於對照組的差異縮小，且檢測卷上的空白率和對照組一樣高，顯示第四次測驗前所進行的補救教學較為無效，研究者認為，這與該次測驗所涉及的教材難度有關。相較之下，第五次測驗雖然在段考的T分數上實驗組學生較對照組低，但核心能力檢測卷正確率實驗組較高、空白率上則實驗組較低，整體而言，補救教學的確提升了實驗組學生在第五次學習範圍的基礎知能，學生也仍然有較高的答題意願。

檢視第四次測驗的學習內容，對基礎薄弱的數學低成就學生而言，挑戰性的確非常高。「單元13：數列與級數」在計算等差數列或等差級數時，須用到包含

首項 a_1 、第 n 項 a_n 、公差 d 、級數和 S_n 等符號所組成的多個抽象公式，低成就學生不只不容易記住公式，甚至連掌握公式中的符號都有困難；該單元也有文字題，學生需要理解題意，且具備從題目的線索來假設未知數並加以列式的能力，加上解題時需利用解方程式的計算技巧，包括七年級的一元一次方程式、二元一次聯立方程式，和八年級的一元二次方程式，可說是所有學過的代數知能的綜合應用，因此難度相當高。「單元14：幾何圖形」是國中幾何的第一個單元，雖然延伸自小學的幾何圖形概念與運算，但其內容包括勾股定理（ $a^2 + b^2 = c^2$ ）的運算、各種面積、體積、底面積等公式的應用，也包括立體複合圖形的計算，學生在概念不足及公式不熟練的情形下，要整合與區分不同的圖形定義、周長與面積，以及複合圖形的解題，有相當大的難度。第五次測驗的內容則包含了「單元15：三角形的基本性質」，此學習範圍需使用到工具作圖，學生並對抽象符號與圖形的對應感到困難，不但會將代表邊（ S ）與角（ A ）的英文字搞混，亦很難接受對應的條件，例如，會在找對應角及對應邊的學習上將 ASA 與 AAS 兩者混淆，所以學生會出現瞭解基本概念（例如：三角形的一組外角和為 360° 、 SSS 全等性質），但延伸概念模糊與應用不佳的情形。

實驗教師群藉由實驗教學，發現對該範圍教材教法上可以調整與改進的方式，並已增訂進教材的試用版與教師手冊（國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心，2013a，2013b，2013c，2013d，2013e，2013f）。針對單元13的教學，可以用較口語化的方式取代抽象的未知符號，例如： a_1 用「第一項」的說法來代替直接唸出「 a_1 」或「首項」，使學生能直接將文字符號連結到可理解的語詞，提高掌握符號意義的可能性。而在單元14、15部分，教材可再設計各種圖形樣板的附件、透明片與組合棒的教具，讓學生實際操作、觀察與認識圖形的定義；教學時應落實帶領學生做各種角、線、三角形、四邊形、圓和名稱之間的對應與比較，並注意邊和角的英文字母 S 、 A 的表示；讓學生理解並熟練各種圖形的面積公式、周長計算，與三角形的全等性質，以利公式及作圖的運用。此外，因為需要補強許多先備知識，在開學後至第四次段考的有限時間裡，尚不足以有效喚起或重建所需的統合運算能力，未來可考慮在寒假中加入短期的解方程式、二次方根與勾股定理、面積公式等補救課程。

（三）對補救教學成效明顯之單元的回饋

實驗組學生在第二次及第六次測驗的表現優於對照組且實質差距較大，不論在段考、檢測卷簡易題正確率，或檢測卷空白率上都呈現補救教學成效有較佳的趨勢。第二次測驗的範圍為「單元10：二次方根與勾股定理」後半與「單元11：

因式分解」前半，第六次的範圍為「單元16：平行與四邊形」，這些單元有一些容易混淆低成就學生的概念，例如：「平方根」就是一個抽象的概念，且經常會與「平方」混淆，在直角三角形兩股與斜邊的數值代入「勾股定理」時，也常會錯亂；學生常會錯置因式倍式的概念、在提出公因式時錯認公因式、不熟悉乘法公式導致無法進行多項式分解；學生常將對頂角、同位角、內錯角的定義搞混，對一些幾何圖形的性質及求兩點間的距離公式亦無法回憶出來。

本研究的實驗組學生在這些學習內容的成績較對照組具有提升的傾向，實驗教師群歸納成效的原因：

1. 學生先備能力的確認與加強

在進行補救教學之前應先瞭解學生的先備知識，補強必要的基礎能力，以便能銜接新單元的學習。例如「單元11：因式分解」，需要之前學過的整數四則運算、代數式及多項式的基本運算、乘法公式的運用能力，並由已學過的整數的因倍數關係，延伸至多項式的因倍式概念。因此，實驗教師群通常在進入新課程前，會透過準備度測驗來確認學生的情況，並做必要的複習與加強。

2. 教材版置上的設計

「單元10：二次方根與勾股定理」的教材在編排上，特別設計以「視覺引導」的方式，強調定位的觀點，讓學生在解題時使用「 $()^2$ 在等號左邊、平方的結果在等號右邊」的固定寫法，並以口語確立平方根的位置，以利區分出兩者。而教師在授課時會先只著重單一方向「誰是誰的平方根」的說法，並與符號「 $\sqrt{\quad}$ 」做連結，再帶著學生唸，而不馬上進行相反方向的敘述（誰的平方是誰的比較），以減少學生混淆二者。

「單元11：因式分解」的教材則以「箭號」符號的方向性強化因式分解與開間互逆的概念；並將多項式以上下並排方式呈現，以利公因式的觀察與定義的學習；將多項式與乘法公式的樣式上下對照，加強學生對乘法公式的記憶，並進行因式分解的能力。

「單元16：平行與四邊形」的教材以文字上下並列的編排依序說明長方形、菱形與正方形各幾何圖形的定義，並配合圖形的呈現，再用樹狀圖分列平行四邊形與其包含關係，以利學生觀察與學習各圖形間的異同條件，而不使用像「正方形是長方形的一種，但長方形不一定是正方形」的文字呈現，避免學習上的混淆。

3. 應用圖例與教具強化教學

「單元16：平行與四邊形」強調幾何概念的統整，教材安排上利用直觀與實

際測量圖形的比較，強化學生對於「平行」的概念；「同位角」、「內錯角」、「同側內角」的範例編排上，先讓學生判斷圖形中的截角名稱與對應位置是否正確後（例如：「 $\angle 1$ 和 $\angle 3$ 是同位角」，判斷其對錯），再安排找出符合截角名稱的學習（例如： $\angle 1$ 的同位角是_____），以清楚建立截角位置的辨識能力，而經由實驗課程的回饋，實驗教師們發覺若能再簡化題目呈現的圖形並調整教學的順序，對於學生截角概念的釐清會更有幫助。

此外，實驗教師會用附有「直角坐標圖」的例題強化平行四邊形的圖形與兩點間的距離公式，幫助學生學習平行四邊形周長的計算；還有在解說單元10的「勾股定理」時，教師也會使用教材附件讓學生實際動手操作及拼貼，以強化學生幾何概念及公式的學習。

（四）配合學期課程補救的教材教法之優點與限制

本研究謹守補救教學的本質，不超越學校教學進度，補救教學的內容大致在學校課程的1週內。研究團隊原本預期緊隨在學校課程之後，學生在學校課堂中學習了雖不完整但部分內容的數學知識，可讓後續的補救教學較為省時省力。實際進行後發現，不少實驗組學生在課堂中幾乎沒有學習，補救教學課程必須重頭建立新概念與技能，甚至回溯背景知識，教學壓力相當重。然而，緊隨學校課程的安排仍然具有相當大的優勢，由於和學校課程關係緊密，學生學習意願較高，且在補救教學課程中有所成長時，也能帶動學校課室中的學習。

然而，配合學校課程之補救教學教材的限制是，無法隨意重組各單元次序或主題內容，減少了課程設計的彈性。一般課程期望學生能學到各種不同的數學思維與解題方式，但對低成就學生若能僅以一種解題觀點就解決原本需要數種解法的問題，毋寧是比較有機會成功的方式。例如，八上的「因式分解」單元，若經重組後，「十字交乘法」應能解決與「分配律」、「乘法公式」相關的因式分解問題，低成就學生就能一以貫之地解題。但因十字交乘法被安排在前二者之後，且通常被分配到另一次（第三次）段考才會考，此為配合學校課程編寫教材所會面臨的牽制。

配合學校課程之補救教學的另一個限制是，必須考量學校教師的教學取徑，同一個概念的講解方式若差異過大，恐怕不僅無助於認知資源原本就少的低成就學生，甚至造成混亂。最明顯的例子出現在七上「整數與數線」（國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心，2011e）。負數概念在我國所有現行的課本中都採用數線模式（number-line model）而非平衡模式（equilibrium model）（兩種模式的差異見Hativa & Cohen, 1995）。因為數線模式較抽象，研究團隊發現低成就學生較

難理解，故從平衡模式研發了太極圖教具與教法（國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心，2011f）。但考量在學期中採用平衡模式進行相關概念的補救教學，可能與學校數學課室中的數線模式產生衝突，故建議教師自行衡量使用時機，例如在寒暑假裡採用。

肆、結論與建議

針對實驗組在八年級整學年中施予外加的補救教學實驗課程，以數學成就配對的對照組則無補救課程的情形下，本研究獲致以下的結論與建議。但由於實驗組部分學生為較有意願參與補救教學者，一開始的動機即和對照組不同，故研究結果在推論上宜有所限制。

一、本研究的補救教學具有增進八年級學生數學基礎能力及動機的趨勢

針對研究問題（一）關於實驗組學生的學習成就變化及其與對照組表現的比較，本研究以數個條件篩選數學成就在所屬團體中同為PR值25左右的實驗組和對照組學生，經過一整學年的學習後，兩組在學校段考與本計畫所研發的檢測卷之T分數都呈線性成長，顯示通過篩選程序的兩組學生都具備一定的學習能力。考量六次資料俱全的兩組學生各僅18人，統計考驗不容易顯著，參考Cohen's *d*值的資料，實驗組的基礎能力優於對照組顯示具有實質顯著性。分上下兩個學期納入三次資料俱全的學生，以增加分析的學生數，統計考驗也得到類似的結論。由於本研究不能限制對照組學生尋求其他協助，已知有部分對照組學生參加校外的補習，所以實驗組學生在成就表現上與對照組無顯著差異，部分原因可能來自對照組學生也接受其他補救教學。雖然如此，檢測卷簡易題正確率上，實驗組邊緣顯著地優於對照組，且實驗組兩種成就表現的最後成績都非常接近同儕平均數，顯示本研究的補救教學在提升基礎能力上具有實質的效果。

針對研究問題（二）對於實驗組學生的動機變化及其與對照組之間的比較，本研究以檢測卷上「易」與「中」難度、計算或綜合題型的空白率為動機的指標，結果實驗組學生在這類需要動筆計算或回答的題目上，空白率邊緣顯著地低於對照組，Cohen's *d*值也呈現中、高的實質顯著性，顯示本研究的補救教學在學生的動機（至少在測驗時的答題動機）上，具有實質提升的效果。但橫跨六個時間點的變化，兩組空白率均起起伏伏，顯示該指標受限於教材內容與試題特性的成分，未能呈現跨時間的動機成長。

動機的面向相當多元，本研究僅採用學生在檢測卷上的空白率作為指標，雖能由實際行動表現來評估其可能的學習動機，迴避了一般自陳式問卷的反應未必與行為一致的問題，但仍無法含括學習動機的所有面向。本研究若採取有教學處遇的對照組，應該更能提供動機面向上的對照，例如，出席率、教師評量其學習態度、學生自評學習動機等。

八年級數學低成就學生通常已經累積許多能力與動機的問題，改善問題的難度相當高，有時進行補救教學、增加教學時間未必能有學習效果。本實驗教學在克服教材、篩選機制、上課時段、課程規劃、評量試題等五個困境為前提下，具有一定成效的因素有四：

（一）落實一整學年的補救教學

實驗補救教學得到學校與學生家長的支持，使得課程能夠在學期第2週即展開，定時定點地持續整學年的教學，相較於學校辦理的攜手計畫，本研究的補救時間較為充裕。

（二）重視篩選、小班教學

低成就的成因相當多元，且八年級數學低成就問題相當難以有效改善。本研究參考前一學期的數學與國文段考成績，排除智能不足、行為困擾、情緒問題等特殊生，以仍有學習意願的學生為主。此外，採取小班教學，將每班人數控制在3~7人左右，使教師能夠配合每個學生的學習需求。

（三）教材教法上減低學生的認知負荷

實驗課程的教材考量低成就學生數學概念不足、基礎運算能力無法自動化，且常伴隨閱讀能力較低的問題，故在教材設計上簡化數字與文字用語，採用清晰易讀的版置，考量閱讀上的便利性，並以編序性的方式呈現。加上實驗教師以直接教學法進行教學，並主導課程的方向、架構與節奏，使低成就學生能夠在結構性的學習安排下逐步重建數學的基礎能力，並帶動數學成就與動機的提升。此外，也考慮原班教師可能採用的教學取徑，在補救教學課室中以盡量不混淆學生的方式進行教學。

（四）學生出席率與學習心態的掌握

低成就學生由於主動學習的動機較為薄弱，加上為非正式課程，有的學生不太珍惜補救教學的機會，因此實驗課程進行期間商請學校幫忙關照學生的出缺席

情形，避免學生被學校老師留置或自行離校，而無法參與補救課程。此外，也請原班數學老師回報學生在校的學習情況，使補救教學教師群能夠掌握學生的學習狀況。

二、教師可在補救課程中運用的策略

針對研究問題（三）瞭解補救實驗教師的教學策略，以及對學生表現之回饋與評論的探討，從訪談實驗教師可發現，編序性且符合學生程度的教材、清晰且明確的解說、個別化的指導、營造好的班級氣氛、採用正向記號批閱、口頭讚美與鼓勵、學校行政配合等，均為可運用的策略。

而考量每學期「第一次」段考的指標性作用，補救教學教師可融合歸因訓練加以處理。歸因研究（Eccles & Wigfield, 2002; Weiner, 2005）顯示，學生將自己考試成功或失敗的理由歸因於「努力」，相較於「能力」、「作業難度」、「運氣」，其後續的學習行為會較認真。所以不論學生自認為第一次段考是成功還是失敗，教師可花點時間私下和學生談談，在學生自陳成功／失敗的理由時，教師可引導學生將成功／失敗的結果連結到考試之前學習的努力程度或方式上。此外，仍要再次強調，段考試題的難度對學生學習動機的影響深遠，學校教師應留意段考試卷中基本試題與難易度的比例，以提升學生的自我效能。

三、配合學期進行的課程有利有弊

針對研究問題（四）關於本研究運作方式及其優點與限制的檢討，發現配合學期課程進行的補救教學能即時補強先備知識、建立基本概念，且因和學校課程關係緊密，學生的學習意願較高，在補救課程中有所成長時，也會帶動學校課室中的學習。然而，配合學校課程進行的補救教學也會有一些限制，包括教材編寫與教學取徑上，無法彈性調整。

四、本補救課程推廣上的限制

本研究是在校外資源進駐的狀況下，篩選適當的學生、提供學校編輯好的教材、外來的有經驗的教師、外來的研究團隊監控學習成效，也因此，上述成效要能複製於一般學校情境，有其推廣上的限制：

（一）必須有較完整的補救教學時間

相較於教育部提供攜手計畫的補助週次較晚也較短，有些學校將經費分配

後，數學補救教學甚至僅能1週1節；本研究從學期第2週開始，每週2節課，持續15~17週的完整教學。

（二）必須有完善的資料蒐集與學生篩選程序

數學的結構性高，很難有一套教材適用於所有學生，補救教學的教材亦同。本研究所研發的教材鎖定百分等級25左右、智力中等（ $IQ \geq 80$ ）的學生，且優先納入有意願者，所以在進行補救教學前必須蒐集學生的能力評估資料與意願，因為若學生為無意願者，應較難展現補救教學成效。

（三）必須有適當的教材與熟悉教材與學生特性的教師

本研究整學年的教材是由研發教師群事先撰寫，每週開會3小時討論修訂而成，教學者熟悉本教材的設計理念，且都是非常有經驗的資深數學教師。即使本教材提供給攜手計畫的教師，仍須有專業成長課程協助現場教師熟悉本教材的理念，以及瞭解低成就學生在特定問題上的迷思與指導策略。

誌謝：本研究承蒙聯發科教育基金會與國家科學委員會專題研究計畫（NSC100-2410-H-003-097-MY2）的經費補助，部分經費來自國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心，並感謝曹博盛教授、王淑真、李信仲、章念慈、黃若玲、黃淑華、陳財盛老師們4年來的課程研發與教學實驗，以及甄曉蘭、洪儷瑜教授鍥而不捨地尋求贊助與合作機會，特此致謝。



參考文獻

一、中文部分

- 吳易達（2010）。國中數學低成就學生補救教學實施成效之探究（未出版之碩士論文）。南華大學，嘉義縣。
- 吳竣淵、姚如芬（2009）。一位國三學生「等差數列」單元之補救教學研究。教師之友，**50**（5），79-88。
- 李孟峰、連廷嘉（2010）。「攜手計畫——課後扶助方案」實施歷程與成效之研究。教育實踐與研究，**23**（1），117-143。
- 李冠穎（2008）。直接教學法在資源班數學補救教學之實例運用。花蓮教育大學特教通訊，**39**，19-25。
- 李祐宗（2012）。從十二年國教議題看國中數學教學及補救教學問題。中等教育季刊，**63**（3），166-169。
- 周雅釗、黃志勝、施淑娟、郭伯臣（2009）。結合線上診斷評量系統之適性補救教學研究。網際網路技術學刊，**10**（4），419-425。
- 邱仕凱（2011）。北部地區育幼機構八年級學童數學學習成就相關因素之調查研究。科學教育，**337**，2-14。
- 洪碧霞（2009）。臺灣PISA 2009結果報告。取自http://pisa.nutn.edu.tw/download/data/1207_2009PISA_REPORT.pdf
- 袁媛、楊子賢（2012）。動態幾何軟體融入平行四邊形教學模式成效之探討。科學教育研究與發展季刊，**64**，77-104。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2011a）。國民中學數學精進教材實驗版（單元9：乘法公式與多項式）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2011b）。國民中學數學精進教材實驗版（單元10：二次方根與勾股定理）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2011c）。國民中學數學精進教材實驗版（單元11：因式分解）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2011d）。國民中學數學精進教材實驗版（單元12：一元二次方程式）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2011e）。國民中學數學精進試用教材教師版（單元1：整數與數線）。臺北市：作者。

- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2011f）。國民中學數學核心試用教材學生版（模組一：數與式的運算）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2012a）。國民中學數學精進教材實驗版（單元13：數列與級數）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2012b）。國民中學數學精進教材實驗版（單元14：幾何圖形）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2012c）。國民中學數學精進教材實驗版（單元15：三角形的基本性質）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2012d）。國民中學數學精進教材實驗版（單元16：平行與四邊形）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2013a）。國民中學數學精進試用教材學生版（單元13：數列與級數）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2013b）。國民中學數學精進試用教材教師版（單元13：數列與級數）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2013c）。國民中學數學精進試用教材學生版（單元14：幾何圖形）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2013d）。國民中學數學精進試用教材教師版（單元14：幾何圖形）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2013e）。國民中學數學精進試用教材學生版（單元15：三角形的基本性質）。臺北市：作者。
- 國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（2013f）。國民中學數學精進試用教材教師版（單元15：三角形的基本性質）。臺北市：作者。
- 張新仁（2001）。實施補救教學之課程與教學研究。教育學刊，17，85-106。
- 張新仁（2002）。當代教學統整新趨勢：建構多元而適配的整體學習環境。教育學刊，18，43-64。
- 曹博盛（2005）。TIMSS 2003臺灣國中二年級學生的數學成就及其相關因素之探討。科學教育，283，2-34。
- 許添明（2003）。教育財政制度新論。臺北市：高等教育。
- 陳淑麗（2008）。國小弱勢學生課業輔導現況調查之研究。台東大學教育學報，19（1），1-32。
- 陳淑麗（2009）。弱勢學童讀寫希望工程——課輔現場的瞭解改造。臺北市：心理。
- 陳淑麗、洪儷瑜、曾世杰、鍾敏華（2006）。原住民學生國語文補救教學方案前驅

- 研究。當代教育研究，14（4），63-98。
- 陳淑麗、熊同鑫（2007）。台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，76，105-130。
- 陳嘉成（2007）。區別高低分群學生數學成就因素的國際比較——以台灣、南韓、澳洲與賽普勒斯的TIMSS 2003學生背景變項為例。測驗學刊，54（2），377-402。
- 彭憶珍（2013）。改良式表列法融入國中數學教學對學生學習影響之研究——以一元一次方程式為例（未出版之碩士論文）。淡江大學，新北市。
- 馮莉雅（2003）。影響國中數學科低成就學生學習之因素調查研究。教育學刊，20，79-99。
- 黃玉幸（2012）。國民中學實施攜手計畫教育政策現況之研究。正修學報，25，247-266。
- 黃俊傑（2009）。「攜手計畫課後扶助」執行評析及建議。北縣教育，67，69-72。
- 黃珂琳、邱守榕（2004）。國中數學教學活動之知識表徵——個案研究。科學教育，14，37-60。
- 甄曉蘭（2007）。偏遠地區國中教育機會不均等問題與相關教育政策初探。教育研究集刊，53（3），1-35。
- 劉玉玲、薛岳（2013）。國中生數學學業自我概念及數學學習策略與數學學業成就之研究—自我提升模式觀點。課程與教學，16（1），179-208。
- 潘文忠（2008）。弱勢學生學習輔導願景。永齡希望小學專刊，創刊號，8-9。
- 蔡文標（2001）。直接教學法的理論及其在身心障礙學生教學上之應用。人文及社會學科教學通訊，11（5），139-157。
- 蔡文標、許天威、蕭金土（2003）。影響國小數學低成就學生數學成就的相關因素之研究。國立彰化師範大學特殊教育學系特殊教育學報，17，1-37。
- 蔡佩津（2012）。淺談台灣補救教學現況。網路社會學通訊，105。取自<http://society.nhu.edu.tw/e-j/105/a45.htm>
- 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，56，140-154。
- Olivier, C., & Bowler, R. F.（1998）。多感官學習：克服學習困難的教學原則與應用（丁凡，譯）。臺北市：遠流。（英文版出版於1996）

二、西文部分

- Algozzine, B., Ysseldyke, J. E., & Mcgue, M. (1995). Differentiating low-achieving students thoughts on setting the record straight. *Learning Disabilities Research & Practice, 10*(3), 140-144.
- Al-Makahleh, A. (2011). The effect of direct instruction strategy on math achievement of primary 4th and 5th grade students with learning difficulties. *International Education Studies, 4*(4), 199-205.
- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research, 70*(2), 181-214.
- Ayres, P. (2006). Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology, 20*, 287-298.
- Badgett, J. L., & Christmann, E. P. (2009). *Designing middle and high school instruction and assessment: Using the cognitive domain*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Bai, H., Pan, W., Hirumi, A., & Kebritchi, M. (2012). Assessing the effectiveness of a 3-D instructional game on improving mathematics achievement and motivation of middle school students. *British Journal of Educational Technology, 43*(6), 993-1003.
- Banda, D. R., & Therrien, W. J. (2008). A teacher's guide to meta-analysis. *Teaching Exceptional Children, 41*(2), 66-71.
- Bodovski, K., & Farkas, G. (2007). Mathematics growth in early elementary school: The roles of beginning knowledge, student engagement, and instruction. *The Elementary School Journal, 108*(2), 115-130.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112*(1), 155-159.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology, 53*, 109-132.
- Flores, M. M., & Kaylor, M. (2007). The effects of a direct instruction program on the fraction performance of middle school students at-risk for failure in mathematics. *Journal of Instructional Psychology, 34*(2), 84-94.
- Geary, C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology, 47*(6), 1539-1552.
- Gerjets, P., & Scheiter, K. (2003). Goal configurations and processing strategies as moderators between instructional design and cognitive load: Evidence from

- hypertext-based instruction. *Educational Psychologist*, 38, 33-41.
- Griffin, C., & Jitendra, K. (2009). Word problem-solving instruction in inclusive third-grade mathematics classrooms. *The Journal of Educational Research*, 102(3), 187-201.
- Guay, F., Marsh, H. W., & Boivin, M. (2003). Academic self-concept and academic achievement: Developmental perspectives on their causal ordering. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 124-136.
- Hativa, N., & Cohen, D. (1995). Self learning of negative number concepts by lower division elementary students through solving computer-provided numerical problems. *Educational Studies in Mathematics*, 28(4), 401-431.
- Hicks, S. C., Bethune, K. S., Wood, C. L., Cooke, N. L., & Mims, P. J. (2011). Effects of direct instruction on the acquisition of prepositions by students with intellectual disabilities. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 44(3), 675-679.
- Karsenty, R. (2010). Nonprofessional mathematics tutoring for low-achieving students in secondary schools: A case study. *Educational Studies in Mathematics*, 74(1), 1-21.
- Kostons, D., van Gog, T., & Paas, F. (2012). Training self-assessment and task-selection skills: A cognitive approach to improving self-regulated learning. *Learning & Instruction*, 22(2), 121-132.
- Marchand-Martella, N. E., Slocum, T. A., & Martella, R. C. (2004). *Introduction to direct instruction*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Mattuvarkuzhali, C. (2012). Remedial teaching in mathematics through multisensory strategies. *IOSR Journal of Mathematics*, 1(5), 1-4.
- McDonald, J. K., Yanchar, S. C., & Osguthorpe, R. T. (2005). Learning from programmed instruction: Examining implications for modern instructional technology. *Educational Technology Research and Development*, 53(2), 84-98.
- Morgan, P. L., Farkas, G., & Hibel, J. (2008). Matthew effects for Whom? *Learning Disability Quarterly*, 31(4), 187-198.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Foy, P. (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.
- Ross, J. A., & Bruce, C. D. (2009). Student achievement effects of technology-supported remediation of understanding of fractions. *International Journal of Mathematical*

Education in Science & Technology, 40(6), 713-727.

Stylianou, D. (2011). An examination of middle school students' representation practices in mathematical problem solving through the lens of expert work: Towards an organizing scheme. *Educational Studies in Mathematics*, 76(3), 265-280.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.

Weiner, B. (2005). Motivation from an attributional perspective and the social psychology of perceived competence. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 73-84). New York, NY: Guilford.

