科學教育學刊
2009, 第十七卷第三期, 233-253

Chinese Journal of Science Education
2009, 17(3), 233-253

一位國小教師面對數學教學改革的抗拒和改變

王玉品[1]　徐偉民[2]
[1]國立屏東教育大學　應用數學系
[2]國立屏東教育大學　數理教育研究所

（投稿日期：民國 97 年 11 月 26 日，修訂日期：98 年 6 月 9 日，接受日期：98 年 7 月 2 日）

摘要：面對數學教學的改革，教師通常會有抗拒的心態。研究者歷經七年的教學後，發現自己的數學教學和改革的主張漸行漸遠，而且現場存在許多因素的限制，而無法進行教學的改變。所以採用協同行動研究法，一方面藉由理論架構來進行教學的設計，在實施過程中釐清自己抗拒教學改變的類型。另一方面和大學研究者對話，在獲得情意的支持下進行教學的改變。在一年半的探究歷程中，研究者發現脈絡環境、自己本身、學生素質三方面的因素，使研究者產生抗拒脈絡環境的改變、抗拒教學方法的改變、和抗拒意識型態的改變三種抗拒的類型。同時在理論的引導、情意支持、以及反省對話的條件下，得以進行數學教學的改變，提供學生更多參與數學學習和表達想法的機會。

關鍵詞：抗拒教學改變、國小教師、數學教學

壹、緒　論

在1980年代，數學教育社群開始從更廣闊的視野，去看待未來數學教育改革的方向，不僅關注「教什麼」的內容問題，也關注「如何教」的歷程問題（Sztajn, 2003）。美國數學教師協會（National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]）在1989年出版《學校數學課程和評鑑標準》一書後，更引發各國對數學課程內容和教學目標的關注（Stein, Remillard, & Smith, 2007），數學教學從數學知識結構為主的教學，轉而強調以學生獲知歷程為焦點的教學；從重視基本計算技巧與例行性問題的練習，轉向強調思考與解決問題能力的培養。數學課程和教學從傳統傳遞的取向，轉向強調解題和有意義學習的取向，使現場教師在面對教學改變時產生壓力和焦慮，因為一方面和教師原有的教學方式和經驗不同，另一方面無法確定教學改變對學生學習的影響。因此，許多研究都指出教師要改變原有的數學教學來符合改革的目標

*通訊作者：徐偉民

時，並不是一件容易的事（Agudelo-Valderrama, 2008; Raymond & Leinenbach, 2000; Wilson & Goldenberg, 1998）。

理論上數學教學的主張雖然強調學生的認知歷程和理解，但是理論的主張和實際的教學表現，往往是兩個分離的主題（李源順，2005），因為教師在教室內的教學受到理論的影響很小，大都根據過去自己學習的經驗或是現場的需求來決定（陳國泰，2000；Gainsburg, 2008）。所以，當現場的教師面對強調個別差異和以理解為目的的數學教學目標時，普遍存有兩種抗拒的心態：一種是「抗拒意識型態的改變」（resistance to ideological change [RIC]），一種是「抗拒教學方法的改變」（resistance to pedagogical change [RPC]）（Rodriguez, 2005a）。RIC 產生的原因是教師不相信所有人都能學好數學，也就是缺乏多元文化教育的觀點；RPC 則是源自於自己以往學生時代數學學習或是觀察的經驗，不認同以理解與多元取向的數學教學。再加上如果教師覺得自己原來的教學並不壞，或者教學面臨地方教育局或家長的壓力，教師更不可能改變原有的數學教學（Feldman, 2003）。這些都是使現場教師排斥理論或抗拒教學改變的主因。

研究者已有七年的教學經驗，數學教學的方式不但與理論的主張漸行漸遠，而且因為許多教學現場的壓力，而逐漸對教學感到倦怠，教學成為一件缺乏熱忱的例行性公事，而且不願意去改變。意即，從自己身上看到抗拒教學改變的現象和心態，就像相關研究的發現一樣。為了不希望往後20年的教學生涯都在無奈和倦怠中度過，重新找回剛畢業時對數學教學的熱情和堅持，因此決定面對自己抗拒數學教學改變的心態和現象，希望能達成以下兩個目的：

(一)釐清自己抗拒數學教學改變的因素和類型。

(二)採取行動來進行教學的改變和轉換，落實以學生為中心和以理解為目的的數學教學，並了解教學改變後對學生數學學習的影響。

貳、文獻探討

一、數學教學改革的趨勢和主張

在20世紀前半部，數學教學大都遵循著 Thorndike 的學習三定律來進行，強調的是刺激與反應之間的連結；建構學習觀點提出之後，開始重視學生的先備知識和經驗，強調知識產生的主動性，注重個體知識建構的歷程，以達成理解為目的的數學學習（Willoughby, 2000）。在各國數學改革的潮流中，都可以看到把學習者視為是主動建構數學知識的觀點（Becker & Selter, 1996; NCTM, 2000）。同時在高科技和變化快速的社會中，不再只是要求學生具備基本的技巧而已，還要培養學生具有多元的觀點，以及領導、人際溝通、團隊合作、和因應快速變化環境等能力（Lott & Souhrada, 2000）。因此，學校數學的教學，除了讓學生學習數學的概念和計算能力外，也必須培養學生溝通、解題、推理和評析等能力（教育部，2003；NCTM, 2000），以符合未來生活和社會之所需。

學習歷程觀點的改變，使得數學教學開始注重學生的思考，強調以學生為中心，以促進學生數學理解為目的（Anderson, 2003; Kilpatrick & Silver, 2000）。教室的數學教學活動不再是資訊傳遞的模式，而是要營造一個有助於刺激學生思考的環境、設計學習與解題的活動、並提供解題時的引導與支持（Verschaffel & De Corte, 1996）；而多元文化社會的形成，也開始關注少數族群學生的學習權利，強調所有的學生都應該能夠進行高

品質的數學學習（NCTM, 2000）。Rodriguez（2005a）結合了建構論與多元文化論的觀點，提出多元文化中數學教學的兩大目標是「以理解為目的」（teaching for understanding）和「適應學生的個別差異」（teaching for diversity）。前者強調的是「理解與多元取向的數學教學」，後者強調的是「適應個別差異的數學教學」。這不但和其他學者的主張相呼應，而且似乎為數學教學改革的主張，下了一個好的註解。

二、教師面對數學教學改革主張的反應

成為一位數學教師，是一個複雜且漫長的歷程，歷程中包含了許多的知識、技巧和信念的發展（Lavy & Shriki, 2008）。而且每位教師從學生時期就扮演著「觀察學徒」（apprenticeship of observation）（Lortie, 1975, p. 61），從個人的學習經驗中，發展成獨特的數學教學觀點或信念。教師的數學教學信念很早就建立，對教學的實施影響很大，不容易改變（Cooney, 2001; Pajares, 1992）。而且數學教師依據過去經驗所發展出來的信念，往往比較窄化與正式，將教學視為是一個傳遞知識歷程（Stuart & Thurlow, 2000），著重的是規則、技巧和程序的記憶，而非理解。因此，當數學教學改革的主張和教師原有的教學信念衝突時，教師會產生抗拒。

不過許多研究也顯示，教師透過外在的協助和支持，可以改變自己原有的數學教學方式，來符合數學教學改革的主張（Raymond & Leinenbach, 2000; Senger, 1999）。意即，教師在面對數學教學改革主張時，有兩種可能，一是抗拒教學改變，維持原有的傳統教學，二是進行教學改變，以符合數學教學改革的要求。以下針對這兩種可能加以說明。

(一)抗拒教學改變

Rodriguez（2005a）認為教師在面對以理解為目的和適應學生個別差異的數學教學目標時，會出現以下兩種不同的抗拒類型：

1.抗拒意識形態的改變（RIC）

從多元文化的觀點出發，每位學生都應該有數學學習成功的機會，而數學學習的表現，不應受到學生本身的種族、階級、性別與家庭背景所影響（Bishop & Forgasz, 2007）。因此，教師在教學時，應該要根據學生的個別差異，提供適當的協助，協助學生進行數學概念的學習與理解（NCTM, 2000）。數學不應是某一類特定族群或對象才能學好的科目，而是未來公民生活和專業發展的基礎（Bishop & Forgasz, 2007）。

強調公平、尊重差異的教學原則，教師在所受的專業訓練過程中，都接受這樣的主張，但是這卻和他們過去的成長或實際教學經驗有很大的落差。亦即，許多教師不相信所有學生都能學好數學，認為只有聰明的學生才能理解並學好數學（Stipek, Givvin, Salmon, & MacGyver, 2001）。這是屬於抗拒意識形態的改變，也就是抗拒原有教學信念的改變。尤其是已經具備結構化信念系統的資深教師，更不容易改變原有的教學信念（陳均伊、張惠博、楊巽斐與鄭一亭，2006）。教師原有的信念沒有改變，則教學改變的可能性便不高。

2.抗拒教學方法的改變（RPC）

雖然數學教學改革強調以學生為中心，以理解為目的，但這樣的教學取向在教學現場可能並不多見。例如1999年 TIMSS 的教學影片研究發現，即使屬於高層次連結的數學問題，教師會將問題轉換成程序性練習的方法來進行教學（Stein et al., 2007），Weiss, Banilower, McMahon 與 Smith（2001）的研究，觀察了美國 K-12教師的364堂課，其中

有66% 的教師在教學上使用較低層次的問題策略，沒有幫助學生進行概念間的連結，只有16% 的教師會運用較高層次的問題，主動的讓學生建構有意義的理解；Boaler 與 Brodie（2004）的研究也發現，無論是採用傳統版本或改革版本的數學教科書，教師的教學大都著重於規則和程序問題的講述。所以，雖然數學課程已經改變，數學教學強調學生對數學知識的理解和能力的發展，但實際上教室內的教學還是以灌輸知識和技巧為主（Gainsburg, 2008）。教師不願意改變原有的教學方法，有些是受限於本身的信念，有些是因為多年的教學習慣，對於新的教學方法缺乏自信、知識和技能而不想去改變，或是原有的教學結果並不差，不需要進行教學方法的改變（Feldman, 2003）。

(二)進行教學改變

Kilpatrick 與 Silver（2000）認為，長期以來大多數數學教師都是孤立的工作，缺乏支持與鼓勵來進行教學的創新和改變，因此，需要有來自同事或是其他專業團體的支持，以及有足夠的時間進行教學的反省，才能促進教師教學專業的成長和改變；Anderson（2003）也指出，要讓教師拋棄原有傳統的數學教學，改以理解為目的的教學，除了提供物的資源以外（如教學工具），更重要的是提供人的資源，尤其是來自專業團體的支持。強調反省和團體支持對於數學教學改變的重要，引發了許多採用行動研究探討教師教學改變的歷程和結果。

李源順與林福來（2000）的研究發現，透過教師的互動和教學討論，可以引發教師對自我教學行動的反省，促進教師數學教學專業的發展和改變；鄭章華、邱守榕與王夕堯（2001）的研究也指出，透過長期合作協助的方式，可以讓原先採用單向灌輸和程序熟練教學的國中數學教師，轉向採用建構取向的數學教學。而促成教師教學改變的主要原因之一，便在於研究者提供適切的教學支援和情意支持；陳英娥與林福來（2004）採用共同合作探索教學問題的行動研究，透過挑戰數學教師內在的教學信念和教學實施，引發教師對自己教學的思考和反省，診斷與瞭解自己教學的問題，最後進行教學的調整與改變。這些研究都指出教師自我教學的反省以及專業或同儕團體的支持，是促進教師數學教學成長和改變的關鍵，呼應了相關學者的主張。

國外的相關研究也得出類似的結果，例如 Raymond 與 Leinenbach（2000）透過協同行動研究的方法，讓一位有22年教學經驗的中學數學教師，從對代數教學改革主張的疑慮，到逐漸相信以操作和意義為主的教學對學生學習的助益，而改變自己原有的代數教學；Senger（1999）在協助國小教師進行數學教學的提升時，發現教師的教學改變是一個複雜的遞迴歷程，雖然透過合作和討論可以改變教師的教學，但是有一些深層的信念和價值並不容易改變。而這樣的結論和 Wilson 與 Goldenberg（1998）的研究相互呼應，他們發現雖然資深教師很有意願改變原有傳統的教學方式，轉向以概念理解為主的數學教學，但是課堂上的教學改變並不多見，尤其是在深層的信念系統部分。這些研究點出雖然反省和團體的支持是促進教師進行教學改變的關鍵因素，但是仍有些因素限制教師進行教學的改變，包括教學現場環境的限制，像是標準化測驗和學生素質等因素（Agudelo-Valderrama, 2008; Gainsburg, 2008）。

三、促進教師進行教學改變的因素和限制

教師教室內的數學教學，往往和教學改革的主張有很大的不同，而且是偏向傳統規則和程序講解取向的教學（Boaler & Brodie,

2004）。意即，當教師面對數學教學改革的主張時，往往有抗拒改變的現象，而抗拒教學改變的因素，包括了受到自己本身經驗、背景與信念的影響（陳國泰，2000；Stuart & Thurlow, 2000）；缺乏教學法相關的知識、技能與自信（Feldman, 2003）；對學生的刻板印象、或是無法將學生的文化融入數學課程中（Anderson, 2003; Ensign, 2005）。

Rodriguez（2005b）提出社會轉化建構論（Socio-Transformative Constructivism [STC]）來消除教師抗拒教學改變的現象。STC 是一個結合多元文化教育論和社會建構論的理論，它包含了對話溝通（dialogic conversation）、真實性活動（authentic activity）、後設認知（metacognotion）和反省性（reflexivity）四個要素。對話可以探索和瞭解教師真正的想法和價值觀；真實性的操作活動，可以讓教師瞭解學科知識和日常生活的連結，從事並體會科學家社群實際進行活動的情形；透過後設認知和反省，可以讓教師瞭解影響自己教學的因素，探索自己的文化背景、意識形態和教育水準如何影響對學習的看法。意即透過對話、反省和實作的歷程，可以讓教師瞭解自己的立場，瞭解價值形成的歷程和對教學的影響，以便進一步消除抗拒教學改變的心態。

STC 的觀點，呼應了反省和對話對於教師進行教學改變的重要。而 Artzt 與 Armour-Thomas（2002）從教學歷經的內外在歷程，提出協助教師理解與反省自己數學教學的架構。外在歷程是「課的面向架構」（Phase-Dimension Framework [PDF]），從課的結構來看教師外在的教學表現。包括教師呈現的數學問題（使用的表徵模式、動機策略、呈現的順序和難度）、營造的學習環境（營造的學習氣氛、採用的教學模式和步調、例行事務的管理）、以及討論進行的方式（師生和生生的互動、教師提問的方式）三個面向；內在架構是「教師認知架構」（Teacher Cognition Framework [TCF]），從認知的角度來看教師在進行教學前中後，認知運作的歷程。包含了教學目標、本身知識和信念三者的連結，以及教學前、中、後歷經教學計畫、教學監控與調整、以及教學評鑑與修正的認知歷程。透過外在教學表現和內在認知歷程的檢視與反省，促進教師進行數學教學的改變。

除了 PDF 和 TCF 的架構外，對話也是促進教師反省的重要媒介。國內外許多研究均顯示，團體對話往往可以讓教師在開放討論的環境中，反省自己原有的數學教學，進而在團體所提供的情意支持下，促成教學專業的成長和改變，而使教師的數學教學轉向符合教學改革的主張（林碧珍，2000；鄭章華等，2001；Raymond & Leinenbach, 2000; Senger, 1999）。不過 Sztajn（2003）指出教師的數學教學之所以可以改變，都是在持續合作的伙伴關係、社群、以及長期提供支持和建議的環境下才發生，但現場多數教師缺乏這樣團體合作關係和支持的環境，而且發現教師會因為學生的素質和家長的教養方式，而調整其數學教學的焦點。Agudelo-Valderrama（2008）的研究呼應了 Sztajn（2003）的研究結論，發現包括學生對教學的反應、家長的壓力和教學的時間等外在因素，是影響教師數學教學決定的關鍵因素。這意味著現場教師在缺乏團體對話和支持的環境下，可能因為個人內在的經驗或信念和改革的主張不同，或是因為外在的學生和家長的限制而不願意進行數學教學的改變。

參、研究方法

一、研究場所

本研究的研究場所是屏東縣的仁智國小

（化名），位於市郊，是一所小型的學校，全校班級數有11班，學生人數約250人。近年來由於學生家長工作的變動、或是轉往鄰近的學校，使學生流失的情況嚴重，平均每學期有10幾位學生轉學，而且轉出的學生大都是程度較好的學生。此外，家長之間的知識背景、經濟狀況落差很大，對孩子的管教方式和態度也不同。以研究者的班級來說，社經地位較高的家長，有些家長願意花時間陪孩子學習，除了重視孩子的學習成就外，也注意孩子在學校的學習狀況；有些家長則以工作為重，把孩子交由祖父母或安親班，較重視孩子的學業成績而不重視學習過程。社經地位較低的家長，對孩子的學習採取放任的態度，孩子在學校平安就好，對於孩子的課業則較不重視。家長普遍存有和鄰近學校比較的心態，對老師的教學也常有介入的情形（例如對於考試的配分有意見，直接向校長反應）。

研究者於2006年8月接任一年級導師，班上學生家庭的經濟條件、家長的知識背景都有很大的落差。在23位學生中，單親家庭佔全班的26%、隔代教養佔9%、外配佔4%、低收入的有13%，學生來自中低社經地位的家庭佔50% 左右。

二、研究對象

本研究的研究對象是研究者本身。研究者畢業於師資培育大學的數學教育學系，在小學有七年的教學經驗，目前在師資培育大學進修應用數學的碩士學位，主修數學教育。在七年的教學經驗中，大都擔任導師兼任組長的工作。教學、行政以及家長的壓力，讓研究者逐漸對學生失去耐心，教學也呈現疲乏的狀態。在研究所進修期間，研究者接觸了 Rodriguez（2005a, 2005b）提出多元文化中數學教學的目標，以及 RIC、RPC 和 STC 等理論觀點；也接觸了 Artzt 與 Armour-Thomas（2002）提出促進數學教學反省的內外架構，瞭解到可以從外在課程進行的結構和內在運思的歷程來檢視或反省自己的數學教學表現。誠如 Lavy 與 Shriki（2008）的主張，教師唯有在面對和自己實際教學不同的主張和經驗的條件下，才有反省和改變原有教學信念的可能。研究者在研究所接觸理論的主張後，反省了自己數學教學的實施，瞭解自己逐漸遺棄理論而向現實屈服的心態，更重要的是喚醒當初初任教師時對數學教學的熱情和堅持，以及學生的表現帶來的感動。因此，決定面對、檢視並瞭解自己面臨的教學困境，瞭解自己抗拒教學改變的原因和類型，同時進行教學改變的嘗試和行動。

三、研究方法和歷程

從過去的研究中得知，反省和團體的支持是促進數學教學改變的關鍵因素。因此，本研究採用協同行動研究的方法，一方面透過 Artzt 與 Armour-Thomas（2002）的 PDF 和 TCF 架構來對進行自我數學教學的檢視和反省，一方面尋求指導教授的協助和討論，以獲得支持和對話的機會。希望藉由反省和對話的歷程，來釐清研究者過去數學教學時所面對的限制因素，以及產生的抗拒教學改變的類型；藉由理論和情意的支持，來進行教學行動的改變，並從學生的反應來修正，以實現學生為中心和以理解為目的數學教學，提升學生數學學習的品質。這樣的精神符合協同行動研究希望達成提升教室的教學和學習、提升教師的教學專業、促進教室教學的改革、以及縮短理論和實務距離的目的（蔡清田，2000；潘淑滿，2005；Miller & Pine, 1990; Raymond & Leinenbach, 2000），同時也符合行動研究主張「發現問題、診斷問題、

研擬方案、執行實施、反省修正」的歷程（蔡清田，2000；Greenwood & Levin, 2000）。從過去研究的發現、以及本研究的歷程和目的來看，採用協同行動研究是適當的。

在研究實施的歷程上，本研究主要歷經兩個不同階段教學的實施、反省與調整。第一階段從2006年10月到2007年4月，屬於前導研究階段，嘗試透過 PDF 和 TCF 的架構，來進行數學教學的設計和實施，檢視自己的教學缺失，同時確定自己在數學教學中所扮演的角色和定位，作為下一階段教學調整的依據；第二階段從2007年10月到2008年5月，屬於調整精緻階段，除了針對前導研究的缺失進行教學調整外，亦根據學生課堂上的反應，在過程中不斷精緻教學的設計，以提供學生更多的學習參與和理解的機會。過程中並蒐集學生的上課表現和反應，以瞭解教學改變後對學生數學學習的影響。在進行教學嘗試和改變的同時，研究者持續透過教學反省、現場事件紀錄、與理論比較和指導教授的對話，來釐清自己在教學中面臨的限制因素和抗拒教學改變的類型，以及對自己數學教學的影響。

四、資料的蒐集和分析

本研究蒐集的資料包括了教學錄影、對話記錄、以及文件記錄三大類。其中，文件記錄包含了研究者所作的教學設計、教學日誌、和學生的課堂紀錄等。教學錄影主要是提供研究者事後觀看自己教學時，可以從 PDF 架構中的教學向度來檢視自己的教學表現，一方面和課前的教學設計對照，瞭解是否符合教學前所設定的目標，另一方面反省影響自己教學表現的因素，作為日後教學改變的參考；對話記錄的來源有二，一是與指導教授對話，希望從第三者的專業觀點，來釐清影響自己數學教學的限制因素，以及從對話中確認自己所希望扮演的教學角色和定位。二是和學生、家長和同事的對話，透過偶發事件產生的對話紀錄，呈現研究者在教學現場所面對的限制，或是改變數學教學後學生或同事的反應；而文件記錄中的教學設計，是根據 TCF 的架構加以修改，包含了單元名稱、單元內包含的數學概念、教學流程和時間、採用的教學策略、預定達成的目標、以及預期學生遭遇的困難和因應方案等內容。教學日誌則是研究者在教學後，立即記錄對現場的特殊事件的想法、以及對教學表現的反省等。學生的記錄則包括了學生在課堂上和學習單上的解題記錄、學生對於數學教學改變後的感受等。

在資料分析方面，針對三大項原始資料進行編碼、歸類與整理，企圖瞭解影響研究者數學教學的限制因素、教學改變的歷程，以及教學改變後學生的表現。編碼分為三類，一為事件編碼，包括教學錄影（Ob）、對話記錄（In）、以及文件記錄（教學設計 Dn、教學日誌 Jr、學生記錄 Rd）；二為對象編碼，包括指導教授（A）、校長（P）、家長（G）、教師（T）、學生（S）和研究者本身（R）；三為日期編碼，以年月日撰寫。例如，「JrR080315」表示「2008年3月15日研究者所作的教學日誌資料」。

本研究採用不斷分析比較法來分析資料（陳向明，2004），在資料與資料、資料和理論之間不斷進行對比，然後提煉出相關的類屬或概念（不同資料是否指涉同一種教學限制的因素、資料內容和理論上抗拒教學改變類型的比較），以回答本研究所設定的兩個研究目的。例如，從教學錄影、教學設計、和教學日誌的資料中，瞭解自己數學教學關注的焦點、實施的方式和改變的歷程；從教學錄影、對話紀錄和教學日誌的資料中，瞭解自己抗拒教學改變的因素和類型。希望透

過不同資料、不同方法交叉比對的分析程序，來提升本研究結果的可靠性。

肆、研究結果

要釐清自己抗拒教學改變的因素，需要長時間的摸索、嘗試和確認。因此，研究者在改變過去偏向講述和成績取向教學的同時，也透過教學錄影、對話紀錄和教學日誌等資料，來釐清自己抗拒教學改變的因素和類型。以下先呈現研究者抗拒數學教學改變的因素和類型，再呈現教學改變的歷程，以及學生在教學改變後的反應和表現。

一、抗拒數學教學改變的因素和類型

研究者在教學現場所遭遇的限制因素，主要來自於外界環境的限制、自己本身的限制、以及學生素質的限制三部分。而這三部分也發展出三種不同抗拒改變的類型，包括了「抗拒脈絡環境的改變」、「抗拒教學方法的改變」、以及「抗拒意識型態的改變」。以下針對這三種限制因素與產生的抗拒教學改變的類型進行說明。

(一)外界環境的限制形成「抗拒脈絡環境的改變」

凡是在教學現場發生，且會影響研究者教學思考和決定的事件，都歸類為外界環境的限制。外界環境的限制可以分為家長的涉入、行政工作的壓力和教學時間的不足等三個因素。「家長的涉入」是指家長會涉入學校的教學和行政，以及因為學生成績表現而質疑老師的教學。例如，家長曾經打電話質疑老師月考數學評量的命題方式，是使學生程度無法提升的主因。所以校長在晨會上反應家長的意見，作了以下的報告：

> 二年級這一次的數學評量試卷太簡單了，和其他學校比起來程度差太多，難怪學生的程度一直無法提升，不知老師出試題時是否有用心？（InP060413）

班上學生家長也向主任表達要轉班的意願，認為研究者的教學不夠嚴格，而使學生的成績表現不夠亮麗：「妳的班上有一位家長，沒辦法贊同妳的教學，認為妳的教學不夠嚴格，跟我提說要轉班」（InT070305）；家長甚至對於學校舉辦的英文朗讀比賽的指定文章有意見，要求研究者更換文章，否則就要學生退出比賽（InG061015）。這三個不同的事件，都說明了家長對於學校行政和教學的涉入。家長的涉入和對成績的重視，對研究者的教學產生壓力，而採用成績為導向的教學，來提升學生的數學成績。

在「行政工作壓力」上，因為學校的規模小，每位老師都要協助承辦行政業務。研究者除了擔任導師的工作外，還兼任教務組長，並兼辦合作社出納的業務。每週除了16節課的授課外，還要利用時間完成公文處理、教師排課和調課、舉辦各項學業競賽、作業抽查、出納帳目的業務、以及臨時交辦的新業務。學校其他同事看到研究者常說的一句話是：「每天看你都很忙，真是辛苦」。繁重的行政業務讓研究者沒有充足的時間和精力去準備教材，教學時經常發現自己準備不足的地方（JrR080227、JrR080306）。雖然準備記事本來提醒自己教學準備的事項，但仍無法減輕行政工作的負擔和壓力對教學產生的影響。

在「教學時間不足」上，因為每週只有3節的數學課，使得研究者無法採用討論的方式來進行教學，除了學生討論的成效無法預期外，而且比較耗時，會造成教學進度的落後。研究者發現自己數學教學時，主要考量的是課程的進度，而非學生的理解（JrR061228），

即使提供學生討論的機會，也沒有讓各組上台完整說明他們的想法（ObR061227、ObR070124）。例如：

> 從自己上課掌握時間的態度來看，發現自己給予學生進行活動的時間是從「時間夠不夠」去考量，而不是從「學生進行這項活動能力所需要時間」的方向去考量。…赫然發現自己在課堂上的決策竟然是課程的進度遠比學生的理解還來得重要。（JrR070402）

家長的涉入、行政工作的負擔、以及教學時間的不足這三個脈絡環境因素的影響，使研究者認為個人無法去改變整個教學脈絡的環境，而形成了「抗拒脈絡環境的改變」（resistance to context change, [RCC]），進而使研究者抗拒數學教學的改變。因為只能在有限的教學時間、家長的壓力和行政工作的負擔下，進行以提升數學成績為導向的數學教學，無法落實數學教學改革的主張。

(二)教師本身的限制形成「抗拒教學方法的改變」

教師本身的限制包括了教師的個性、缺乏設計教材的知識、以及對學生的刻板印象等三個因素。「教師的個性」是指當研究者發現學生學習行為表現不佳，或是教學進度不如預期時，自己會有情緒上的反應，而影響了原本的數學教學步調。因此，研究者傾向採取控制學生上課秩序和進度的傳統數學教學，學生能夠依照預期來學習，減少不確定因素所造成的情緒反應。

> 當我聽到鐘聲，卻發現自己還有一些部分沒完成時，總是會有些慌張，這樣的結果常會讓我因為要完成我所預定的課程進度，而把這節數學課之後的教學活動草率的結束。（JrR080219）

> 五月最後一天是幾號？小安，五月最後一天幾號（連問三次）。來你上來，快一點，你指給我看五月最後一天在哪裡？…六月最後一天是幾號？小平，幾號？…（ObR080308）

在「缺乏設計教材的知識」上，研究者發現自己的教學設計大都採用課本的情境內容（DnR061027）、或是以講述和問答的方式來進行（DnR061201、DnR061222），這樣的方式很難引起學生的學習興趣（ObR061030），而且有學生也表示「有一點」不喜歡上數學課（InS080219）。這不但讓研究者在嘗試進行教學改變時，感到壓力倍增，而且從學生的反應中，似乎看不到教學改變的成效，而懷疑進行教學改變的價值與必要（JrR080219）。

> 4公尺75公分是幾公分？2號（答475公分），為什麼？…490公分是幾公尺幾公分？…（接著出4題單位換算的問題在黑板上，請學生上台解題）…（ObR080304）

> 以提問的方式讓學生去解釋和說明…雖然可以測試學生是否瞭解…但整堂課這樣做時，我發現很難維持學生的專注力，尤其是那些容易不專心的學生。（JrR080304）

在「對學生的刻板印象」上，研究者過去一直認為低成就的學生很難以理解的方式來學習數學，而且這些學生學習的共通點是心思不在課堂上，即使是經過設計的教學活動，對低成就學生也發揮不了多大的效果

（JrR080306、JrR080307）。反而透過直接示範和指導的方式，他們透過記憶來學會解題的方法。這樣的結果讓研究者覺得過多引導的過程是在浪費時間，強迫學生把算式記下來，對低成就學生是最有效的方法。

> 75和57誰比較大？（學生答75，因為十位比較大個位比較小。我無奈又嘆氣）是因為這樣子嗎？我把它寫成這樣（指定位板的寫法），我們先比十位，因為十位是比較大的，十位誰比較大？7比較大，那個位還要比嗎？（ObR070305）

> 只見學生寫出10之後下一個數字又開始猜，我又畫了一次圓圈，她才終於寫對。接著我又請她算下一題，還是犯同樣的錯誤。我開始失去耐性，最後直接告訴她看到題目要如何去算，要她把方法直接記起來。沒想到這樣的方式，她反而會自己寫了。（JrR070419）

從教學日誌、教學設計、以及教學錄影的紀錄中，都發現傾向控制和穩定的個性、缺乏教材設計的知識、以及對低成就學生的刻板印象，這三個研究者本身的因素，限制了自己採取教學改變的可能；再加上低成就學生的反應，使研究者認為不必要進行教學的改變，而形成了「抗拒教學方法的改變」（RPC）。既然教學方法的改變並不能讓所有學生學好數學，傳統的教學更能掌握學習的進度和成效，因此不需要進行教學方法的改變。

(三)學生的限制形成「抗拒意識型態的改變」

學生的限制是指學生的學習習慣和態度兩個部分。在「學生的學習習慣」上，採用小組合作學習時，常有一些活動必須透過同儕合作和討論來達成學習的目的。但研究者發現有些學生的學習行為是被動的，經常將責任推到他人身上，而且發生爭執，讓研究者必須花許多的時間來維持秩序，說明小組合作分工和進行的方式（ObR061227、ObR061228）。這些行為不但影響課程的進度，同時也讓研究者思考採用小組討論的學習成效（JrR061228）。

> 第五組有兩個學生根本不參與同組的討論，我問他們為什麼不參與討論，他們回答不會寫，所以把解題的任務都交給成績較好的學生來完成，...第二組則是為了誰要上台說明而爭論，因為沒有人願意上台說明...這些問題不斷的在分組討論活動上出現，...一直拖延課堂上進行的時間。（JrR080222）

在「學生的學習態度」上，班上有很多學生對自己的能力或解法沒有自信，特別是低成就學生。即使他們可以靠自己的理解來解題，但還是經常依賴別人，希望其他同學直接告訴他算式和答案，而不願意自己進行思考與嘗試（JrR080306），但其實他們自己是會的（InS080408）。

> （小威要求小老師直接告訴他正確的算式及答案）小威你過來，直接叫別人告訴你答案好嗎？小威說：「這樣比較快，不然自己寫都不對。」（ObR080402）

除了被動的學習習慣和依賴的學習態度外，有些低成就學生更直接向研究者表示來學校的目的是玩，而不想學習（InS080307、InS080423）。這樣的習慣和態度除了影響研究者進行教學改變的意願外，更呼應研究者之前認為「不是所有的學生都能學好數學」

的觀點，因而形成「抗拒意識型態的改變」（RIC）。既然不是所有的學生都能學好數學，而且學生參與討論的情況並不佳，因此還是維持採用傳統的數學教學。

二、面對抗拒進行數學教學改變的因素和歷程

(一)促進數學教學改變的因素

教學現場脈絡環境的限制、個人本身的限制、以及學生被動的學習態度和習慣，這三大限制因素互相影響之下，使研究者逐漸採用傳統以成績為導向、以進度為主要考量的教學方法。再看到學生在傳統數學教學中成績的進步和秩序的掌控，使自己逐漸將大學時期所學過的數學教學理論拋在腦後，棄之不用。直到進研究所進修之後，再度接觸到以學生為中心、以理解為目的的數學教學改革主張，重新喚起自己剛畢業時，強調學生理解與主動探索的數學教學熱情；並透過 PDF 和 TCF 架構，進行教學設計和檢視，發現自己在教學前的設計過渡依賴課本情境（DnR061027）、教學策略大都採用講述和問答（DnR070105、DnR070123），使得在教學中經常問封閉性的問題（ObR061030）、缺乏讓學生表達完整想法的機會（ObR070125）、甚至經常因進度或秩序不理想而訓斥學生（ObR061227）。理論的指引和反省，使研究者瞭解自己的教學困境；再加上指導教授提供鼓勵和支持的對話環境，使研究者得以釐清自己的教學想法。經過在長時間的掙扎和反省後，研究者決定面對自己最切身的教學問題，尋求教學的改變與成長。

> 這段時間裡，其實自己內心相當掙扎、無時無刻不在左右拉扯。為什麼要找一個如此切身的問題來挑戰自己的極限？然而我的指導教授的一句話：「做研究就要去做自己真正想要做的研究。」似乎給自己注入一股特別的力量，讓自己想要實踐自己最初、最原本對論文的堅持，改變自己，如果這是我最想要做的，那麼，就放手去做吧！（JrR070428）

指導教授除了協助研究者釐清教學時遭遇的困難和盲點外（InA070104）還鼓勵研究者擺脫課程進度和行政事務的壓力，去享受數學教學的樂趣，並從中釐清自己的限制因素、擁有的資源、以及自我教學角色的定位：

> 不要每一個單元都作，你可能因為課程進度的壓力、學校事務眾多而沒有那麼多時間，那麼就挑一兩個單元你覺得有感覺的去設計課程內容，試著讓自己享受教學的樂趣。...我發現你周遭有太多的限制，這些限制阻礙了你，你可以把這些限制都寫出來。（InA070305）

> 你擁有哪些資源可以突破自己的教學限制？你自己究竟想成為什麼樣的數學老師？（InA070312）

回顧自己抗拒教學改變的歷程，發現理論引導、支持環境與自我反省三個因素對於促進教學改變的重要：數學教學改革的主張提供教學改變的方向；指導教授的對話提供進行教學改變的支持，並協助研究者釐清自己教學角色的定位；PDF 和 TCF 的架構則提供教學設計和自我反省的基礎。這三個因素結合下，使研究者決定進行教學的改變，突破自我內在和外在環境因素的限制，實現以學生為中心和以理解為目的的數學教學改革

的主張。

(二)數學教學改變的歷程

研究者依據 Artzt 與 Armour-Thomas（2002）所提出的 TCF 架構，從教學前準備、教學中實施、以及教學後反省等教學階段來檢視自己的知識、信念、設定的目標和教學實施之間的一致性。教學前的計畫包含單元內容的數學概念、預計進行的教學流程和教學時間、預計採用的教學策略、預計要達成的目標和學生可能遭遇的困難及因應之道五部分；教學中的實施透過錄影來記錄，並在教學完後立即寫下教學的省思；教學後則透過影片的觀看，來反省並修正教學的缺失。

第一階段的教學行動進行了約6個月，設計了9個單元，透過教學後的反省，研究者發現教學有幾項缺失：(1)未能有效引起學生學習的動機，教學感到挫折（JrR061030、JrR070104、InA070104）；(2)未能適時檢視學生的學習，到了平時測驗才發現學生還是不懂（JrR070104）；(3)未能有效的引導，使得小組討論混亂（ObR061228）。例如：

> 自己真的很在意那些不注意聽的孩子，卻沒有一些較好的策略來引起他們更多的注意力，我常因此而感到無力和挫折感。（JrR061204）

> 測驗結果發現學生大部分都考得很不好，自己改考卷時改得很生氣，因為考卷上的題目都是課堂上說過的概念。（JrR061106）

> 今天我發現有兩個不好的情況，第一個大家都在吵架…吵完之後各寫各的。（ObR061227）

學習的意興闌珊、測驗表現不佳、以及小組討論的混亂這些缺失，都是來自教學設計和實施部分的缺失，因此有必要進行更細緻的規劃。所以第二階段初期的教學規劃，研究者把教學設計的部分區分為引起動機、發展活動和總結活動三個部分。其中，引起動機的部分主要是結合學生的生活情境，來引起學生的學習動機；發展活動著重在有層次性的呈現數學概念，以及有效的引導學生思考和討論；總結活動則進行概念的歸納和統整，並立即檢視學生的學習成效。希望藉由這三個部份的規劃，來改善第一階段學生在學習上所出現的缺失。

第二階段的數學教學實施了一年，根據學生的反應與教學反省中來進行調整與修正。在引起動機的部分，除了設計結合生活情境來引發學生參與討論的興趣外（DnR080211、DnR080229、DnR080407），發現採取遊戲比賽和操作的方式（DnR080318），也可以引發學生高度的學習興趣。不過必須在最後進行歸納與總結，才能把遊戲和數學的學習連接起來：

> （丟完沙包後計算成績）我們先算第3組算得對不對？3分幾個？…3分0個代表3有幾倍？0倍，所以3要乘以多少？…2分有2個，代表2的幾倍，2的2倍是2乘以2...（ObR080403）

> 投沙包比賽學生都玩得不亦樂乎…但是要求他們寫算式時，卻一時無法將上一節課所教的概念連接起來…總結活動時，我將上一節課的概念再複習一次，使學生更加瞭解並且可以將概念和遊戲連接起來，所以歸納數學概念很重要。（JrR080403）

在發展活動的部分，為了要引導學生進

行有效的討論，不會因為問題過於開放而模糊學習的焦點，所以採用半開放性的問題，讓學生集中在思考與討論解題的策略。例如：「體育課要進行大隊接力，全班有24人，一隊要6人，請問可以分幾隊？怎麼分？」（DnR080505）。再透過引導性的提問，像是「請各組討論要怎麼分」、「請將分法用算式記下來」、「如何用算式來記錄問題」等，學生便能依據半開放且聚焦的問題來進行解答（如圖1所示，RdS080520）。在概念的呈現上也採用由具體表徵，圖像表徵和符號表徵的順序來呈現，以協助學生理解數學概念和算式的意義。例如「一盒鉛筆有12枝，3盒共有幾枝鉛筆」的問題，先呈現三組「⑩①①」的符號，學生自然能寫出「10×3＝30，2 × 3＝6，30 ＋ 6＝36」的相對應算式來（RdS080415）；或是透過花片排列，再呈現「9+9+9」和「9×3」的算式，讓學生瞭解圖像和符號間的連結，以及加法和乘法之間的關係（ObR080402）。

總結活動的部分，除了歸納統整整節課的數學概念外，研究者還試圖讓學生了解新方法的有效性，透過對話引導來使學生的解題方法有所提升。因為學生學會新的解題方法，不見得會馬上應用，尤其當他們不理解新方法的價值時。

> 我問小瑛：「妳剛剛在寫的時候為什麼不用上課所教的方式？」小瑛：「因為怕寫錯」。「那你覺得一直加比較好算，還是將18拆成10和8來計算比較簡單？」小瑛：「拆開來算比較簡單」。一旁的小郁也跟著說：「我也覺得課堂上教的方式比較好用，很快就可以算出答案，而且比較不容易算錯」。（InS080418）

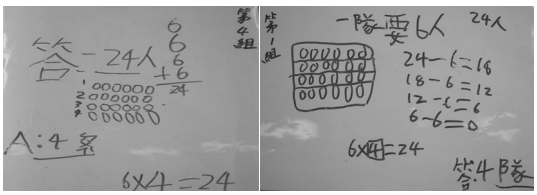

圖 1：兩組學生的解題記錄

此外，在檢驗學生的學習成效上，研究者會視不同的單元或課堂的時間，而採用不同的方法來立即檢驗學生學習的成效，包括提問、發表、請學生上台練習、或學習單等方式（ObR080221、ObR080402、ObR080418），加深學生的學習印象。

> （剛討論完一題9的倍數問題後）現在發一張學習單，只寫第一題…第一題它問你「一盒甜甜圈有9個，4盒共要幾個甜甜圈」，先回答9有幾個？再回答是9的幾倍。（ObR080402）

> 我馬上讓學生寫學習單，加深上一節課所教的概念，…逐一檢視他們寫的結果，發現幾乎所有的學生都寫對了。（JrR080520）

為了更有效引起學生的學習動機，除了結合生活情境之外，也採用了遊戲比賽和具體操作等多樣化的活動；為了讓學生對學習的概念更容易理解，強調從具體、圖像到符號的表徵呈現，同時透過半開放性的問題，來引導學生進行有效的討論；為了立即瞭解學生的學習成效，除了採用不同的方式來進行檢驗外，也透過對話引導來讓學生瞭解新方法的有效性。意即，根據學生的反應和教學的不同嘗試，在引起動機、發展活動和總結活動的階段，都作了更細緻的微調，而成為本研究數學教學改變後的樣貌。以下呈現學生在數學教學改變後的反應。

三、數學教學改變後學生的反應

教學的調整和改變是一長期且連續的歷程，學生學習的成長也是逐漸累積而成的。從學生在行動研究的後期整體學習風氣的改變，以及學生的感受和表現來看，研究者認為教學改變後提供學生較多參與學習的機會，並且讓學生在思考與理解的環境中進行數學的學習。以下呈現學生的表現和反應，來瞭解教學的改變對學生數學學習的影響。

(一)學習風氣的改變

實施成績導向的數學教學時，學生幾乎是被動的接收數學知識，教室內沒有太多的師生和生生互動；第二階段的教學改變後，開始採用分組討論、教具操作、以及提問的方式來進行數學教學，逐漸改變學生原有的學習習慣，學生在熟悉討論的方式和規範後，不但在討論中有更多表達自己想法的機會，程度好的學生也願意協助低成就學生學習（ObR080418），展現不同與往的學習風氣和態度；成績不理想的學生也願意上台發表（ObR080403、ObR080409、ObR080415、ObR080422），或是主動參與小組的討論（ObR080418）；甚至有學生下課後向研究者借上課時使用的乘法表教具，因為他要和同學一起思考和討論乘法表中的規律（JrR080415）。同時，研究者也發現各組能以圖示和算式來呈現解法（如圖2所示，RdS080522），展示他們思考和討論的結果。各組不同的解法，不但展現學生不同的思考，也展現學生的理解。

教學的改變，除了提供學生思考與表達的機會之外，研究者也發現學生在討論時，由之前討論的爭吵、相互責怪、以及不想參與的學習態度，經過第二階段討論規則的建立，以及半開放式的引導問話後，學生雖然還是偶有爭執，但在討論時會協助低成就學生進行學習。小組討論不但使低成就學生獲得更多協助學習和理解的機會，同時也使70%的學生表示喜歡以討論的方式來學習數學（RdS0523）。

> （小宜為低成就生）小郁告訴小宜：「…因為13×4裡面10有4個，所以10要乘以4」，然後我看到小宜在白板上寫下10×4＝40，…這個問題就在小郁慢慢的引導下，小宜正確的寫出了解題過程…學生上台發表時，我發現第二組上台發表的人是小宜讓我感到驚訝，雖然小宜發表時不是很流暢，過程中我仍必須時時的協助她，但發表完後我特別鼓勵小郁和小宜。（JrR080415）

學生學習風氣的改變不只發生在數學課，科任老師也反應學生上課比以前活潑，課堂上很踴躍發表自己的意見（InT080411）；音樂老師表示愈來愈喜歡上研究者班上的課，因為「同一首歌唱了一遍又一遍，唱完還

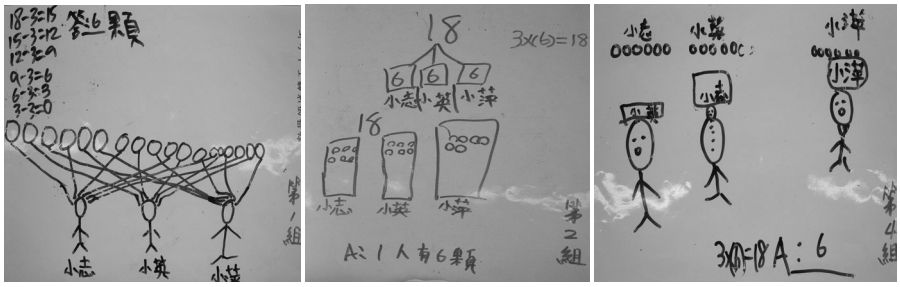

圖 2：各組學生的解題紀錄

要求老師再來一遍。以前還不會這樣，現在是怎麼了。」（InT080422）。科任老師的反應，讓研究者更瞭解數學教學改變對於學生學習風氣和習慣的影響。

(二)學生的感受與表現

研究者設計簡單的開放式問卷，如「你覺得上數學有比以前快樂或有趣嗎？」、「你喜歡和同學分組討論學習嗎？」等問題，來瞭解學生對於教學改變後的想法。結果有兩位學生不喜歡研究者的教學改變，一位是數學成績很好的阿德，他認為分組討論和上台發表很麻煩；一位是有點自閉傾向的小文，容易在討論時和其他同學起衝突，所以他們表示還是喜歡老師講述為主的上課方式（RdS_1、$RdS_2$080523）。從學生在問卷中的反應來看，有78% 喜歡數學遊戲、70% 喜歡分組討論、78% 認為數學有進步、91% 認為數學課很快樂。學生喜歡的原因包括「可以發表自己的意見」、「對數學更有信心」、「可以動手作」等（RdS080523）。教學改變不但增加學生上課時主動表達和參與討論的意願（ObR080409、ObR080522），增加互動的次數，同時也提供學生以不同的表徵和方法，來表達自己解題思考歷程的機會（如圖3，$RdS_1$080520）。而低成就學生除了上課參與程度增加外，他們在解題時會先思考，先從半具體的圖示中去思考解題的順序和策略，而不是像過去一樣，還沒理解題目就亂湊答案。雖然有時他們還是算錯，但是可以從他們的解題紀錄中瞭解他們的思考歷程（如圖4，RdS080415），可以發現他們嘗試以有限的理解來進行解題，同時錯誤的部分可以作為研究者個別指導時的依據。

> 小宜和小謙是平時幾乎不會上台表現的學生，尤其是小宜，她的表達能力不好，也是班上成績不好的學生，這次他們能有勇氣願意上台試著去說

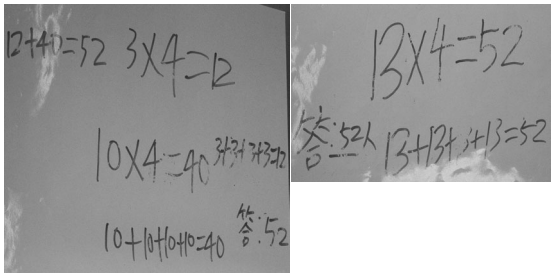

圖 3：學生的解題記錄

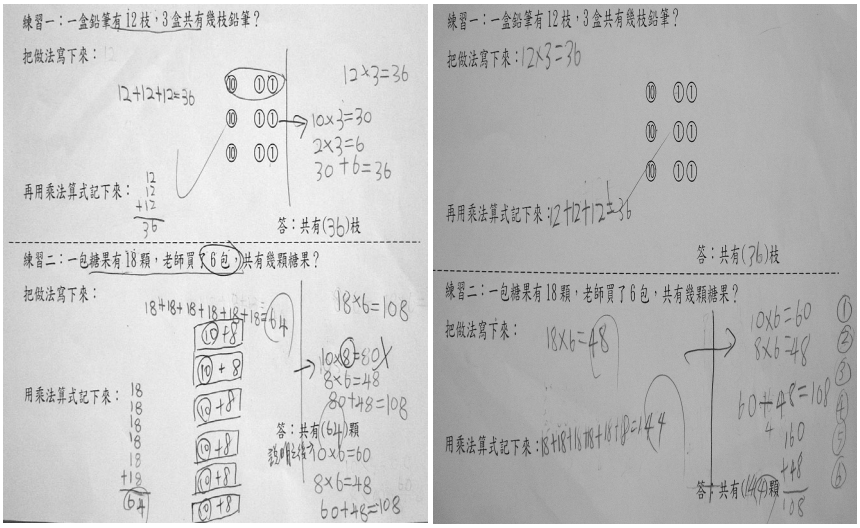

圖 4：兩位低成就生的解題紀錄

明，...我心裡真的感到驚訝且高興。（JrR080415）

伍、研究討論

以學生為中心、以理解為目的的數學教學改革的主張，為學生的數學學習勾勒出美好的願景。但理論的主張不僅和教師根據過去經驗所形成的信念不同（Cooney, 2001; Stuart & Thurlow, 2000），而且教師教學時還面對來自學生、家長和時間等脈絡性因素的影響（Agudelo-Valderrama, 2008; Sztajn, 2003）。在內外在條件均有所衝突的情況下，要求教師改變自己原有偏向傳統的數學教學，轉向符合數學教學改革的主張時，會有所困難。過去許多研究從教師內在的信念和知識層面，探討對教師數學教學的影響（姚如芬、郭重吉與柳賢，2001；黃凱旻、金鈴，2003; Senger, 1999; Wilson & Goldenberg, 1998），或產生抗拒教學改變的情形（Rodriguez, 2005a），比較忽略外在脈絡因素對教師數學教學的影響。但研究者在行動探索的過程中，發現教學環境外在的因素，包括家長的介入和行政的壓力等，讓研究者產生了 RCC 的抗拒類型。這樣的發現和相關的研究結果相呼應，同時更瞭解教師在面對教學改革主張時，可能具有抗拒的類型和改變教學的困難。

雖然教學的反省和情意的支持，是促使教師改變原有教學的關鍵（林碧珍，2000；鄭章華、邱守榕與王夕堯，2001；Raymond & Leinenbach, 2000），但是大多數教師缺乏支持的團體和對話的環境，而減少反省的機會，因而降低教學改變的可能。但 Drake（2006）的研究發現，教師雖然缺乏團隊的支持和對話，但在面對數學教學改革時，有些教師會因為教材的內容或教具的提供，而開始從不同的角度，來重新看待數學的教與學。本研究也發現，除了團隊的支持和對話外，理論的引導（例如 PDF 和 TCF 架構）也可以增進教學反省的機會。此外，研究者對自己數學教學角色的定位，更是促進數學教學改變的關鍵因素。這符合存在主義觀點的主張，認為要改變教師的數學教學，不僅要改變「自己作什麼」，還要改變對「自己是誰」的看法（Feldman, 2003）。因此，自我角色定位和理論引導是教師缺乏團體支持時，可以促進教學改變的重要因素。

數學教學改變的歷程，是一個由鉅觀到微觀，由整體到細節的發展方向。從初期檢視教學前計畫和教學表現之間的一致性，到後期針對引起動機、發展活動和總結活動等教學階段作更細緻的規劃，逐漸往教學改革的主張移動。這說明了數學教學改變是一個反覆思考和嘗試行動的複雜歷程（Senger, 1999），也說明為什麼數學教學的改變需要反省態度和情意支持（林碧珍，2000；Raymond & Leinenbach, 2000）的原因。

陸、研究結論與建議

一、結論

在一年半的數學教學探索和改變的歷程中，研究者發現自己在面對數學教學改革的主張時，有三種抗拒教學改變的類型：RCC、RPC 和 RIC。RCC 的產生是來自教學脈絡環境的限制，RPC 的產生是來自教師本身的限制，RIC 的產生是來自學生學習特質的限制。在進行數學教學改變的過程中，理論引導、支持環境與自我反省三個因素是促進研究者進行教學改變的主因：數學教學改革的主張提供教學改變的方向、指導教授的對話提供進行教學改變的支持和自我教學角色的釐清、PDF 和 TCF 的架構則提供教學設計和自

我反省的基礎。而在教學改變的過程中，根據 TCF 架構的引導和針對學生反應的缺失，進行了兩階段的數學教學的調整和改變，最後將數學教學分為引起動機、發展活動和總結活動三個部分來實施：結合學生的生活情境來引起學習動機，有層次性的呈現數學概念來引導學生思考和討論，最後進行概念的歸納和統整並檢視學生的學習成效。在教學改變實施的後期，發現學生的學習習慣逐漸變為主動，願意發表自己的想法和參與討論，同時大多數學生表示喜歡教學改變後的數學課。不過，教學是一個受到教師個人、學生和脈絡所影響的事件（Stein et al., 2007），本研究只是描述研究者本身在特定脈絡中面對教學抗拒和改變的歷程，因此在引用或推論時，宜有所限制和保留。

二、建議

台灣推動數學教學改革已有20多年的歷史，但是從研究者探索自我教學抗拒和改變的歷程來看，小學教師仍然面對包括行政負擔、課程進度、家長涉入、和學生程度落差等外在環境的限制，而可能產生 RCC 的抗拒教學改變的類型，特別是在規模較小學校的教師。因此，建議日後可以增對國中小、不同地區或不同職務的教師進行研究，以瞭解台灣教師在缺乏團體合作和長期支持的情況下，面對數學教學改革主張時是否普遍具有 RCC 的情況？此外，數學教科書的詮釋和使用，也是可以進一步探討的議題。因為台灣屬於國定課程的國家，在數學教學改革的過程中，首先改變的除了課程的目標外，便是教科書的內容。所以國定課程中教科書的內容和呈現方式，一般而言反應了數學教學改革的主張。若探討教師使用教科書的忠實程度，以及其影響因素，則可以瞭解教師在數學教學時主要考量的因素，也可以瞭解或檢驗課程改革的成效。無論是 RCC 或是課程使用的後續研究，都可以讓我們瞭解理論主張和實際教學之間的落差，並提供未來師資職前課程、教師在職進修課程或政策規劃的參考。

參考文獻

1. 李源順、林福來（2000）。數學教師的專業成長。**師大學報：科學教育類，45**（1），1-25。
2. 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。
3. 林碧珍（2000）。在職教師數學教學專業發展方案的協同行動研究。**新竹師院學報，13**，115-148。
4. 姚如芬、郭重吉、柳賢（2001）。職前教師數學教學概念之初探：從研究實作中學習教學。**科學教育學刊，9**（1），1-13。
5. 陳英娥、林福來（2004）。行動研究促進初任數學教師的教學成長。**科學教育學刊，12**（1），83-105。
6. 陳向明（2004）。**社會科學質的研究**。台北市：五南出版社。
7. 陳均伊、張惠博、楊巽斐、鄭一亭（2006）。以學校為本位的合作式專業成長：一位資深教師的教學信念與教學改變。**科學教育月刊，294**，2-14。
8. 陳國泰（2000）。**國小初任教師實際知識的發展之研究**。國立高雄師範大學教育學系博士論文，未出版，高雄市。
9. 教育部（2003）。**國民中小學九年一貫課程綱要：數學學習領域**。台北市：教育部。
10. 黃凱旻、金鈴（2003）。一個輔導中學數學實習教師教學概念轉變的行動研究。**師大學報：科學教育類，48**（1），23-46。

11. 潘淑滿（2005）。**質性研究：理論與應用**。台北市：心理出版社。
12. 蔡清田（2000）。**教育行動研究**。台北市：五南出版社。
13. 鄭章華、邱守榕、王夕堯（2001）。影響國中數學教師進行建構式教學改變之因素：合作協助者之立場作為與成效分析。**科學教育，12**，127-146。
14. Agudelo-Valderrama, C. (2008). The power of Colombian mathematics teachers' conceptions of social/institutional factors of teaching. *Educational Studies in Mathematics, 68*(1), 37-54.
15. Anderson, C. W. (2003). How can schools support teaching for understanding in mathematics and science? In A. Gamoran et al. (Ed.), *Transforming: How schools and districts can support change* (pp. 3-21). NY: Teachers College.
16. Artzt, A. F., & Armour-Thomas, E. (2002). *Becoming a reflective mathematics teacher: A guide for observations and self-assessment*. NJ: Lawrence Erlbaum.
17. Becker, J. P., & Selter, C. (1996). Elementary school, practices. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education* (pp. 511-564). Netherlands: Kluwer Academic.
18. Bishop, A. J., & Forgasz, H. J. (2007). Issues in access and equity in mathematics education. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 1145-1167). Gweenwich, CT: Information Age.
19. Boaler, J., & Brodie, K. (2004). The importance, nature and impact of teacher questions. In D. E. McDougall & J. A. Ross (Eds.), *Proceedings of the 26th conference of the Psychology of Mathematics Education* (North America, pp. 773-781). Toronto: OISE/UT.
20. Cooney, T. J. (2001). Considering the paradox, perils, and purpose of conceptualizing teacher development. In F. L. Lin (Ed.), *Making sense of mathematics teacher education* (pp. 9-31). Dordrecht: Kluwer.
21. Drake, C. (2006). Turning points: Using teachers' mathematics life stories to understand the implementation of mathematics education. *Journal of Mathematics Teacher Education, 9*(6), 579-608.
22. Ensign, J. (2005). Helping teachers use students' home cultures in mathematics lessons: Developmental sages of becoming effective teachers of diverse students. In A. J. Rodriguez & R. S. Kitchen (Eds.), *Preparing mathematics and science teachers for diverse classrooms: Promising strategies for transformative pedagogy* (pp. 225-242). NJ: Lawrence Erlbaum.
23. Feldman, A. (2003). Mathematics instruction: Cognitive, affective, and existential perspectives. In J. M. Royer (Ed.), *Mathematics cognition* (pp.147-174). MA: Information Age.
24. Gainsburg, J. (2008). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education, 11*(3), 199-219.
25. Greenwood, D. J., & Levin, M. (2000). Reconstructing the relationships between universities and society through action research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 85-106). Thousand Oaks, CA: Sage.
26. Kilpatrick, J., & Silver, E. A. (2000). Unfinished business: Challenges for mathematics educator in the next decades. In M. J. Burke & F. R. Curcio (Eds.), *Learning mathematics for a*

new century (pp. 223-235). VA: Reston.

27. Lavy, H., & Shriki, A. (2008). Investigating changes in prospective teacher's views of a 'good teacher' while engaging in computerized project-based learning. *Journal of Mathematics Teacher Education, 11*(4), 259-284.
28. Lortie, D. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
29. Lott, J. W., & Souhrada, T. A. (2000). As the century unfolds: A perspective on secondary school mathematics content. In M. J. Burke & F. R. Curcio (Eds.), *Learning mathematics for a new century* (pp. 96-111). VA: Reston.
30. Miller, D. M., & Pinn, G. J. (1990). Advancing professional inquiry for educational improvement through action research. *Journal of Staff Development, 2*(3), 56-61.
31. NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. VA: Reston.
32. NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. VA: Reston.
33. Pajare, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research, 62*(3), 307-332.
34. Raymond, A., & Leinenbach, M. (2000). Collaborative action research on the learning and teaching of algebra: A story of one mathematics teacher's development. *Educational Studies in Mathematics, 41*(3), 283-307.
35. Rodriguez, A. J. (2005a). Teachers' resistance to ideological and pedagogical change: Definitions, theoretical framework, and significance. In A. J. Rodriguez & R. S. Kitchen (Eds), *Preparing mathematics and science teachers for diverse classrooms: Promising strategies for transformative pedagogy* (pp. 1-16). NJ: Laurence Erlbaum Associates.
36. Rodriguez, A. J. (2005b). Using sociotransformative constructivism to respond to teachers' resistance to ideological and pedagogical change. In A. J. Rodriguez & R. S. Kitchen (Eds.), *Preparing mathematics and science teachers for diverse classrooms: Promising strategies for transformative pedagogy* (pp. 17-32). NJ: Laurence Erlbaum Associates.
37. Senger, E. S. (1999). Reflective reform in mathematics: The recursive nature of teacher change. *Educational Studies in Mathematics, 37*(3), 199-221.
38. Stein, M. K., Remillard, J., & Smith M. S. (2007). How curriculum influences student learning. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 319-369). Gweenwich, CT: Information Age.
39. Stipek, D. J., Givvin, K. B., Salmon, J. M, & MacGyver, V. L. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education, 17*, 213-226.
40. Stuart, C., & Thrulow, D. (2000). Making it their own: Preservice teachers' experiences, beliefs, and classroom practices. *Journal of Teacher Education, 51*(2), 113-121.
41. Sztajn, P. (2003). Adapting reform ideas in different mathematics: Beliefs beyond mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education, 6*(1), 53-75.
42. Verschaffel, L., & De Corte, E. (1996). Number and arithmetic. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education* (pp. 99-137). Netherlands: Kluwer.
43. Weiss, I. R., Banilower, E. R., McMahon, K. C.,

& Smith, P. S. (2001). *Report of the 2000 national survey of science and mathematics education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research.

44. Willoughby, S. S. (2000). Perspectives on mathematics education. In M. J. Burke & F. R. Curcio (Eds.), *Learning mathematics for a new century* (pp. 1-15). VA: Reston.
45. Wilson, M., & Goldenberg, M. P. (1998). Some conceptions are difficult to change: One middle school mathematics teacher's struggle. *Journal of Mathematics Teacher Education, 1*(3), 269-293.

Resistance and Change of an Elementary School Teacher in Reaction to Mathematics Teaching Reform

Yu-Pin Wang[1] and Wei-Min Hsu[2]

[1]Department of Applied Mathematics, National Pingtung University of Education

[2]Graduate Institute of Mathematics and Science Education,
National Pingtung University of Education

Abstract

Most teachers do not change their traditional teaching approach in response to mathematics teaching reform. I have been teaching for 7 years in elementary school. My mathematics teaching is moving away from a student-centered approach. I found some factors that seem to limit the possibility of changing my teaching approach. In order to understand my resistance to changing my teaching, a collaborative action research design was adopted. Theories provided a framework for teaching design, implementation and reflection, and I tried to identify the type of resistance type I possessed. A university researcher provided emotional support and help to understand the position and goals that I set in my mathematics teaching. During a one and a half year period, I found there were three different types of resistance to teaching change that characterized my behavior. These types were "Resistance to Context Change" (RCC), "Resistance to Pedagogical Change" (RPC), and "Resistance to Ideological Change" (RIC). The reasons for this resistance to change were due to the school context, teacher's knowledge and beliefs, and students' learning of mathematics. Meanwhile, through the processes of continually teaching, reflection and adjustment, and dialogue with a university researcher, I was successful in changing my mathematics teaching toward a student-centered approach. After this change in teaching approach, the students were more actively engaged in mathematics learning and expressing their ideas about mathematics tasks. In addition, the students' attitude toward learning also changed from passive to active.

Key words: Resistance to Teaching Change, Elementary School Teacher, Mathematics Teaching

*Corresponding author: Wei-Min Hsu