

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

帶好每位學生的數理教育--在國小數學及自然與生活科技 領域之教學中實現 (SA 1) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：整合型

計畫編號：NSC 98-2511-S-003-049-

執行期間：98年08月01日至99年07月31日

執行單位：國立臺灣師範大學特殊教育中心

計畫主持人：盧台華

共同主持人：張俊彥、呂玉琴、鄭聖敏、柯惠菁、羅珮華
任宗浩、蘇芳柳

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 99 年 12 月 01 日

帶好每位學習不利學生的數理教育

— 在數學及自然與生活領域之教學中實現(SA1)

計畫主持人: 盧台華

共同主持人: 鄭聖敏 柯惠菁 蘇芳柳 張俊彥 呂玉琴 羅珮華 任宗浩

壹、緒論

「帶好每個學生」與「培養帶著走的能力」是近十年間國內教育改革的重點，而達至上述目標的重要方法即在提供良好的師資、課程與教學及學習環境，才能讓包括社經文化地位不利、各類身心障礙與資優學生在內的每一位學生藉由學習動機、態度與信心的提升，達至發揮個人學習潛能之教育目的。

有鑑於此，本單一整合性計畫即擬藉由在九年一貫課程的七大領域中與未來科學學習基礎有密切相關的數學及自然與生活科技二領域的課程著手，與台北市華江國小合作，以建立以校為本的數理課程，期能帶好每位學生，並建立推廣應用的模式。以研究者過去在教育與特殊教育領域學習與任教約40年經驗中，發現學生展現的行為與學習成效可由學生與環境互動與相乘($B=PE$)效果的行為學派教學理論為發展基礎，亦即在學生本身的能力與特質不變的狀況下，可藉由外在環境中家長與教師的介入、家庭與學校之資源與支持系統的提供及課程與設備等的調整或改變著手，讓學生的學習成效提升。是以本研究所設計之三個階段研究即擬由上述學生本身與環境之相關因素著手，藉由瞭解學生本身之數理學習動機、困難與需求後，提供相關之師資與課程與教學調整等外在環境所需之資源與支持，以符合「有教無類」、「因材施教」與「零拒絕」的特殊教育理念，並能配合社經文化不利學生的環境弱勢需求，應能符合本計畫欲達至之「帶好每位學生」的目標，而不致產生過去所謂「一流學生、二流教師與三流設備」等未能發揮學生潛能的評論與現象，亦可因應具有資優與身心障礙特質及新移民等社經文化不利環境之各類弱勢學生的需求，提供其等適性之個別化教育。本計畫僅獲國科會補助一年，此為本年度之成果報告。

貳、研究方法與實施程序

一、研究對象

本研究伙伴學校選定文化社經較為不利，且全校約有30%來自新移民、原住民、單親、隔代教養與本身為身心障礙之學習不利學生的華江國小，以一至四年級共16班計345名學生，以及一至四年級所有導師（數學教師）、自然科任老師、資源班與資優班老師及組長以上之行政人員計45位老師為研究對象。並在學校老師配合下，由每年級推選一班作為追蹤觀察的種子班級，四班中共有89名學生。

二、研究工具

研究過程中，研究團隊利用不同的研究工具收集相關資料，並將量化資料進行統計分析，而對質性資料進行深入探討，以了解教師教學、學生學習與校

內外教學資源等現況，茲將研究工具分述如下：

（一）入班觀察紀錄表：分為兩大部份，第一部份為教師教學現況紀錄，含單元知識、內容呈現、策略運用、班級經營與溝通技巧等向度；第二部份為學生學習現況紀錄表，根據教室行為、數理表現做為觀察記錄的要點。

（二）數理教師教學現況調查問卷：研究團隊自編「教師在數學暨自然與生活科技領域之教學現況調查」及「教師在數學和自然與生活科技領域之校內外教學資源運用情形」二份問卷。教學現況問卷分為個人教師背景資料與教學現況二大部分，後者包括教學信念、教學行為和教學需求三層面，以及依老師個人教學經驗填答的開放性問題；資源運用問卷則包括行政支持、教學準備與教學過程三層面，並分數學及自然與生活科技兩領域填寫。

（三）學生數學及自然與生活科技領域學習狀況問卷：包括兩大部份，第一部份是學生個人學習背景資料，包括校外活動參與狀況、喜惡學科排序等項目；第二部份則依學生數學和自然與生活科技(含低年級生活)學習現況，分為興趣、信心、動機、有用性及焦慮五個向度進行探討。

（四）學生數理學期評量測驗：研究團隊根據二領域之能力指標與教材內容共設計一至四年級數學及自然與生活科技(含低年級生活)上、下學期共計八份試卷。

（五）種子班級教師教學單元調查表：分別從上、下學期之教材單元進行調查，調查各單元教學難易度，能力指標與教材和教學相關程度，對該單元學習較不佳之學生與其困難點，以及希望獲得之校內外支援與資源等四大項。

（六）教師及學生期末訪談：分上、下學期兩次進行半結構式訪談，以訪談錄音作為記錄方式，再將錄音內容繕打逐字稿以便閱讀分析。

三、研究歷程

本研究團隊於98年2月中旬開學後即入華江國小參與其領域教師座談會，說明本研究之執行方式，初步取得共識，以尋求校長及全校教師的支持與認同。在計劃審核一通過後，即於8月初陸續聯繫合作學校相關事宜，並於10月初再次入校作說明會，由校長及一至四年級教師推選出四班種子班級，作為後續主要研究之班級。

在一至四年級種子班級數理教師配合下，研究團隊於10月中旬至上學期末，針對數學和自然與生活科技領域兩學科進行各3次的入班觀察，並請種子班級數理教師填寫「教師教學單元調查表」。

此外，研究團隊並經多次開會討論後編製完成「教師教學現況與需求問卷」、「數理教師資源運用問卷」及「學生數理學習現況問卷」，並於12月1日至12日入該校陸續對一至四年級所有學生及全校所有教師及校內組長以上之行政人員進行問卷調查。本次教師問卷調查對象共計45位老師，回收42位老師所填之問卷，回收率達93.3%；學生部份共計345位，踢除無效及未出席學生之問卷18份，有效問卷共327份，回收率達94.8%，其中低年級有140份，中年級有187份。研究團隊隨即進行資料整理與分析工作。

研究團隊並於上學期期中考和期末考結束後收齊一至四年級學生在二領域

之成績進行分析；並於99年1月中旬開始對四班種子班級中學習較不利之27位學生、4名導師與1名自然領域科任老師進行期末訪談，以錄音方式記錄再繕打成逐字稿進行整理分析。

99年2月間，由研究團隊成員與種子班級老師共同討論編製上學期數理學期評量測驗，並於3月初對學生施測，以便了解學生上學期學習狀況與學習困難處；同時亦再請種子班級數理教師開始填寫下學期各單元之「教師教學單元調查表」；並於3月至6月再分別進行二領域各2次之入班觀察，以四班中之學習低成就和學生背景較弱勢之學生為入班觀察的重點對象；6月初再編製下學期之數理學期評量測驗，並於99年6月下旬期末考結束後隨即請老師再次進行評量；最後於6月底進行36位二領域學習不利學生與5位參與研究之老師的期末訪談。

四、資料處理與分析

本研究所搜集的資料涵蓋教師與學生所填寫之問卷、入班觀察紀錄、上下學期評量測驗、上下學期教師與學生訪談及教師教學單元調查表等。其中教師教學現況與資源運用調查問卷、學生數理學習現況問卷及各學期評量測驗等量化資料回收後，先分類問卷種類、問題之選項編號，並將反向題予以反向計分，再用社會科學統計套裝程式SPSS for Windows 18.0，進行資料的統計分析處理；質性訪談或觀察記錄資料則以質性分析軟體QSR Nvivo 7.0編碼整理歸納。茲將分析方法說明如下：

（一）描述性統計

呈現數理教師對學校各項資源認知情形、數理教學目標排序、數學五大領域各層面排序、學生參與校外活動、學生學科喜愛排序等資料，以次數與百分比等進行分析。

（二）推論性統計

以相依樣本t檢定考驗上下學期學生數理學習成效，不同年級學童或學生喜歡數理與否在興趣、信心、動機、有用性及焦慮五個學習態度等是否有差異，以單因子變異數F檢定考驗一至四年級在興趣、信心、動機、有用性及焦慮五個學習態度是否有差異，如有差異再進行Scheffe' 事後比較。

（三）觀察紀錄與訪談質性資料

為避免資料遺漏，訪談過程中研究者先徵求被訪談者同意後，利用錄音方式記錄訪談過程，再進行文字轉譯謄寫成文字稿，謄寫方式以個案接受訪談身份為依據，並依教師教學、學生學習現況分類予以編碼整理以便分析。

參、主要研究結果分析

（一）入班觀察

本單一整合計畫之數學部份由盧台華負責一、二年級，鄭聖敏負責三、四年級；自然與生活科技部份由蘇芳柳負責一、二年級，柯惠菁負責三、四年級之入班觀察。由本次入班觀察的四個班級學生之相關資料分析後，發現每班皆各有約5至10名之各類學習不利學生，以每班學生總數均在20至25名學生觀之，比率可謂相當高。研究團隊在班級導師的配合下，於研究期間共入每班進行數

學和自然與生活科技領域各5次，每次一節課的觀察，總計有40次。

由入班觀察中，發現教師們所使用的教材仍以教科書為主，口頭佈題為輔，較少使用額外的補充教材；在教具的使用上，雖然教師們會配合學習內容使用相關的教具，但似乎仍多侷限於固定的型式，例如課本或習作題目的海報、花片、圖卡等；在教學方法上，仍以講述式為主，偶而採取小組討論、合作學習或實際演練與操作的方式。此外亦發現老師們在教導班級中身心障礙之學習不利學生時均產生部分困難，包括有情緒障礙學生因情緒的起伏而無法專注在學習上，甚至影響其他同學的學習；肢體障礙的學生在學習上需要老師更多的協助，雖有時能因應學生個別的需求即時給予個別指導，但受限於教學進度或需進行全班教學而無法提供額外之協助。

至於教學評量，教師在課堂中多採取口頭問答、學生個別展示解題成果(利用小白板)、課本例題或習作書寫等方式了解學生學習的狀況，唯仍偏向以紙筆測驗為主。其他如教師的教室管理、座位安排、教學技巧、對教室學生互動與情境脈絡的掌握均有需介入並給予協助之處，而在數學、自然或生活領域知能部分亦有部分技巧之教學有所疏漏，或有教師數理專業知能較不足之現象。

(二) 教師教學現況與需求問卷調查

本次教師問卷調查對象共計45位老師，分別填寫「教師在數學暨自然與生活科技領域之教學現況調查」和「教師在數學和自然與生活科技領域之校內外教學資源運用情形」二份問卷，共回收42位老師所填問卷，回收率達93.3%。分析教學現況調查問卷之結果，茲概述於下：

1. 數學領域之結果分析

在曾經任教(15位)及目前任教(26位)數學的41位數學教師中，有78%老師有五年以上數學教學經驗，將近一半曾參加研習或選修過特殊教育相關課程，應有助於老師教導特殊需求的學生。在請教師填寫五項數學功能之排名中，有52.5%認為「解決日常生活中的問題」最重要，有40%認為「培養邏輯推理的能力」為次重要，但亦有60%之教師將「數學是其他領域學習的基礎」列為最不重要，顯示數學教師之教學信念值得進一步探究。

針對九年一貫數學課程之五大主軸的教學與學習分析中顯示，將近四分之三之教師將「數與量」列為最重要(佔73.2%)且最容易教者(佔77.5%)，而選為第二至第四重要序較多者分別為「幾何」(佔51.2%)、代數(佔34.10%)、統計與機率(佔45.00%)，而有42.5%教師認為最不重要者為「連結」，且視為教學上最感困難的主題(佔34.1%)，且認為自己在此一部份之能力仍有待加強(66%)。以上結果顯示國小老師對「統計與機率」與「連結」等與日常生活的關係仍有不能連貫之處，且不認為數學與其他領域有相互連結之處，但又均認同數學的重點在應用能力之培養(100%)，顯然有認知與技能上之差異。

在數學老師認為學生學習上最感興趣的主軸排序上，有39%老師認為是「幾何」，而認為對「連結」最不感興趣者佔最多(41%)；認為學生學習最感困難則為「代數」(佔53.7%)，而「數與量」則為學生感覺最容易者(佔53.8%)；認為最能幫助學生解決生活問題的主題為「數與量」(73.2%)，「統計與機率」

次之(41.5%)，而將「代數」與「連結」選為最後順位者皆佔33.3%。

由教師教學信念之初步結果顯示，認為數學教學應多結合生活中的經驗最重要，而多元化評量的概念卻是數學教師感到最困擾之處；在教學行為上，老師能接受學生有不同於上課所學的解題過程和想法，但卻在設計分組教材進行同質小組之教學上有困難，且較少採用傳統講述教學以外之策略，顯示教師較缺乏實施多層次教學、合作學習、合作教學與直接教學模式教學之知能；在教學需求上，認為自己應多觀摩其他數理教師的示範教學、應多與其他教師研究討論數理教學方面的問題與參與相關研習、需花更多時間實施多元化的評量及需有相關之數理教材教法與資訊等均為其較為迫切之需求，而在備課時間、教學表達能力與秩序掌控能力之需求則較低。上述發現均顯示教師之數學CK、PK與PCK 知能均有待加強，亦凸顯本研究擬在教師增能進行介入之重要性。

2. 自然與生活科技領域之結果分析

問卷調查對象中曾經任教(15位)及目前任教(14位)自然或生活領域之老師共29名。其中，50%有五年以上數學教學經驗、34.5%曾參加研習或選修過特殊教育相關課程，且51.7%為非現任之班級導師。

在教學目標的重要性排序方面，發現有41.4%將培養愛護環境、珍惜資源和尊重生命的態度列為最重要之目標，有89.7%則將讓學生探索人與科技演進的互動關係列為最不重要之目標，顯然未能掌握將自然與生活中應用科技關係整合之教學目標。在教學信念顯示，自然教師認為自然教學應多與生活經驗結合、學生應尊重和欣賞別人不同的意見及實驗教學能引起學生主動學習的興趣和熱忱是其等之主要信念，而實施多元化評量的概念及掌控學生之學習為其等最困擾之部分；在教學行為中，能接受學生有不同於上課所學的解題過程和想法最常出現，而會採同質小組的教學設計各組的教材進行分組教學之行為最少出現，此一結果與數學之調查結果頗為類似，顯示根據個別學生之需要進行分組教學之概念仍是國小自然科較無法進行之教學活動，且教師較缺乏多層次教學與直接教學模式策略之知能；在教學需求部分，認為自己應多觀摩其他數理教師的示範教學、對自然與生活科技的專業知識尚需加強及需進行分組觀察與實驗之課程有教師人手不足等之需求最高，而與數學教師相同均認為本身之備課時間及秩序掌控能力均尚佳。上述發現易顯示國小教師之自然科學CK、PK 與PCK 知能亦均有待加強。

(三) 數理教師資源問卷調查

關於教師在數學和自然與生活科技領域運用校內外教學資源之情形，調查目前任教(26位)數學及曾經任教(15位)數學的41位數學教師，與曾經任教(15位)及目前任教(14位)自然或生活科技領域之老師共29名。對於校園內教學資源方面，有56%教師知道學校有數學步道，而有七成以上教師知道有植物園、水生池、生態園、花圃、和生活科技領域專科教室，可見教師普遍能了解校內的自然資源。六成以上教師希望校方增設數學步道、數學園或數學牆等數學園區，而近八成教師希望校方增設菜園。

在布置教室或專科教室的資源上，六成以上數學和自然與生活科技領域教師反應希望增購多媒體教材或軟體、教師用參考書籍、學生用讀物、教師與學生所需之實驗器材與學生用電腦；另有 65% 自然與生活科技領域教師還希望增加圖片掛圖。85% 教師一致希望圖書館增購教師用參考書籍、學生讀物、雜誌與多媒體教材或軟體。可見不論在教室或圖書館中，數學和自然與生活科技領域教師所希望增加的都是教學用的軟體、參考書籍與學生用讀物和設備。

八成以上教師認為可以隨時運用校內電腦與週邊設備進行教學準備或上網蒐尋相關資料，顯示教師資訊設備方面相當充分，但學生用設備則明顯有不足的現象。

在運用人力資源方面，教師和同領域教師討論與分享教學的正式時間以學年會議和校內研習較多（數學 85%，自然與生活科技 76%），其次是課程發展委員會與教學研討會（約 60%）。至於利用非正式時間討論與分享，則以教師沒課時間最多，佔 90% 以上。教師討論與分享的內容方面，約 50% 數學教師和 40% 自然與生活科技領域教師每月會和同儕討論教學方法，但所有教師均較少或甚至不會和同儕一起準備教材與相互觀摩。

在研習進修方面，教師反應有參加研習進修的機會。有近四成教師每月參加校內教學研討會，至於每學期參與課程發展委員會的比例不到四成。至於校內外相關領域的研習，有五成以上教師表示每學期會參加一次。數學和自然與生活科技領域研習內容以學科內容、教材教法、課程與評量為多，自然與生活科技領域另有資訊融入課程方面的研習。但由教師參與研習進修的次數，對照前述教師分享與討論的時間，可以發現教師們在校討論分享教師的時間次數並不會很多。

至於校外資源方面，半數以上教師表示輔導團教師會每年到校提供輔導，有四成教師表示辦理師資培育的大學的相關系所教授也能每年提供輔導；約有同樣比例的教師希望輔導團和辦理師資培育的大學的相關系所教授增加到校輔導的頻率。至於訪視、評鑑或督導人員，則僅有一位教師表達希望他們增加到校輔導次數。由此可見教師中希望校外人士提供輔導的比例只有約略半數，而且絕大多數教師均不希望訪視評鑑人員到訪。

在教師教學準備方面，九成數學教師經常會運用的資源有教科書、習作、教學指引和書商提供的教材教具，至於坊間參考書籍、電腦、電腦軟體與網路資源則有六成教師經常運用。自然與生活科技領域教師中，有八成以上經常會運用教科書、習作、教學指引、書商提供的教材教具、多媒體教材、CD/DVD 播放器、電腦、電腦軟體與網路資源，有六成教師經常運用坊間參考書籍。63% 數學教師與 69% 自然與生活科技領域教師認為教學資源充足，可隨時使用，但也均有各約 25% 教師表示雖具有資源但卻無暇運用。

在教學過程中，90% 以上數學教師經常會運用的資源有教科書、習作、教學指引、和書商提供的教材教具；85% 會使用圖表掛圖；有 50% 以上數學教師經常運用多媒體教材、CD/DVD 播放器、電腦、電腦軟體與網路資源。在自然與生活科技領域方面，教師運用資源的項目大致與數學領域相同，但有高達 70% 至 80% 的教師會運用多媒體教材、CD/DVD 播放器、電腦、電腦軟體與網路資源。

數學教師會經常讓學生在課堂上操作的資源有教科書和習作(90%以上)、實驗器材(65%)，不常運用學習單、讀物、電腦軟體與網路資源。由入班觀察顯示此一結果可能與教室中學生用讀物、電腦軟體與網路資源設備不足有關。自然與生活科技領域教師會經常讓學生在課堂上操作的資源則以實驗器材(93%)最多，其次是教科書和習作(86%)。

現任數學教師上課的方式，經常會運用各種教材教具來教學(80%)、會提供教材教具讓學生動手操作(65%)、會提供儀器設備讓學生動手操作(53%)；有三成以上教師反應較少讓學生操作電腦、上網等。現任自然與生活科技領域教師上課的方式，經常會運用各種教材教具來教學(100%)、會提供教材教具讓學生動手操作(100%)、會提供儀器設備讓學生動手操作(93%)、會提供課本以外的圖書讓學生學習(57%)。二成至四成教師反應較少讓學生操作電腦、上網等。數學與自然與生活科技教師未設計需運用電腦的作業，6成以上的原因都是認為部分學生家中缺乏電腦設備。

由以上教學準備和教學過程中教師反應的情形，可見教師會善用現有資源於教學中，讓學生透過各種學習媒材，提供多樣化學習經驗。但結果亦顯示如能在校內之校園、教室、專科教室、圖書館等提供更為豐富的軟硬體資源，教師的教學準備與教學過程與學生之學習將更具豐富性。

(四) 學生數理學習現況問卷調查

整體觀之，該校一至四年級學生參加校外補習、活動的人數達全體學生數的63.1%，其中以安親班為最大宗(佔46%)；其次是數學補習班(佔31.2%)。低年級組參加校外活動，以安親班(39.2%)為最高，數學補習班(21.6%)和心珠算班(19.6%)為次之；而中年級學生，安親班仍為第一，但比例卻提升至51.7%，數學補習班也提高至39%，其他項目的比例則銳減至14%以下。由此可知學生和家長有越來越依賴安親班和數學補習班之傾向。

此外，低年級學生最喜歡科目前三名分別為健體(22.9%)、生活(22.2%)和數學(16.5%)；最不喜歡科目前三名為國語(23.3%)、英語(19.7%)及鄉土(19.4%)，而位居第四名的數學(18.9%)與鄉土的結果接近。三、四年級學生最喜歡的科目有電腦(27.1%)、體育(21.6%)和自然(9.8%)；最不喜歡의科目是英語(15.6%)、國語(15.0%)和數學(12.3%)。可見低年級學生對數學喜歡和不喜歡的人數比率大致類似，然至中年級不喜歡數學的比例增加，顯示學生對數學之喜愛度有逐年下降之趨勢，是一值得警惕之現象；在自然與生活科技領域方面，低年級學生喜歡生活領域及中年級學生喜歡自然與生活科技領域的排名大致相同，皆在前三名，唯在比例上有減少。

有關一至四年級之比較分析部分，經F考驗與Scheffe'事後比較顯示在「數學興趣」、「數學信心」與「數學動機」方面，一年級、二年級及三年級學生表現均顯著優於四年級學生($p < .05$)；在「數學有用性」上則三年級學生表現顯著優於一、二、四年級。「數學焦慮」方面則出現四年級學生顯著高於三年級學生($p < .05$)的現象。上述資料顯示年紀越小的學生對數學學習越抱持正向態度，雖然年長的學生體認到數學是有用的，然而仍會因數學而產生焦慮感。

在生活領域或自然與生活科技的學習態度則發現，一年級學生的「自然焦慮」高於二年級學生；在「自然興趣」方面，二年級學生顯著優於三、四年級學生；而在「自然有用性」方面，三年級學生表現顯著優於一、四年級學生($p<.05$)；但各年級學生在對自然之自信和動機方面則無顯著差異。

以喜好度進行比較分析發現，喜歡數學的學生的「數學興趣」、「數學信心」及「數學動機」皆顯著高於數學非喜歡科目之學生($p<.05$)，而數學非喜歡科目之學生之「數學焦慮」則顯著高於數學為喜歡科目的學生($p<.05$)，但是二者在「數學有用性」的表現上無顯著差異；至於喜歡自然科目的學生的分析結果則完全與數學領域相同。上述結果顯示學生對數理的興趣、信心、動機與焦慮顯然與其對數理的喜愛度有極大相關。

(五) 學期評量測驗分析

為能更了解學生數理學習上實際困難及作答流程，依九年一貫能力指標編輯數學與自然與生活科技領域上、下學期評量測驗，以一至四年級種子班級為評量對象，皆於學期結束後由種子班級導師協助測驗和回收。分析評量問卷之結果，茲概述於下：

1. 數學領域之結果分析

各年級上下學期成績進行相依樣本t考驗之結果分析發現，一和三年級上學期數學平均皆低於下學期($P<0.05$)，且各年級成績有逐年下降之趨勢，而學生間的差異程度亦隨年級增加，上學期一至四年級標準差逐年增加（由4.35增加到21.05），下學期則因一年級有一極端值而將標準差拉大至14.57，若刪除此一極端值則標準差降為為8.8，仍顯示各年級之標準差與上學期相同有逐年增加之情形（由8.8增加到20.13），上述發現顯示數學學習不利學生已有逐年增加之趨勢。

研究團隊根據回收考卷歸納整理各年級學生錯誤較多的概念，茲分述於下：

(1) 一年級學生有62.5%至75%的學生較不能從合成、分解的題目理解加減法的意義；62.5%的學生對簡單平面圖形或立體形體易分辨錯誤；50%的學生無法了解等號兩邊一樣多的意義及有看月曆無法準確回答的問題；有37.5%有前後、左右概念混淆之問題。

(2) 二年級學生中無法進行連加、連減與加減混合計算的比率最高(佔63.6%)，其次依序為對平面三角形或立方體分辨容易出錯(佔50%)、對角、邊、面觀念模糊(佔45.5%)、無法在具體情境解決兩步驟問題(佔40.9%)、看時鐘無法準確回答幾點幾分(佔39.1%)及有進行分裝或平分之計算錯誤(佔31.8%)。

(3) 三年級學生有73.1%對比較角的大小概念模糊；在具體情境中解決兩步驟問題的答錯人數佔全班65.4%；報讀生活常見的交叉對應(二維)表格易出錯則易佔全班61.5%。此外，錯誤出現率在40%至50%間者包括：無法認清長度單位「毫米」、「公尺」及「公分」間的關係並做相關實測計算(46.2%)，對小數的加減和單位換算困難(46.2%)，以時間單位「日」、「時」、「分」、「秒」做同單位時間量的加減計算(38.5%)，無法對判別容量單位「公升」、「毫升」及其關係並做相關估測計算(38.5%)，對理解除法運用 $\div$ 、 $=$ 做橫式紀錄(包括有餘數的情況)解決生活中的問題感到困難(佔全班38.5%)，

(4) 四年級學生對角、邊和角的單位「度」及旋轉角概念應用的題項錯誤佔45.5 %至81.8%間，而有72.7%的學生對長度單位「公里」與其他長度單位關係換算不熟練及運用四捨五入的方法在指定位數取概數並做加減之估算有困難。此外，有63.6%~77.3 %的學生對同分母的帶分數加減計算的兩步驟問題有困難。其他較明顯之錯誤類型尚有用直角垂直平行的概念認識簡單平面圖形或基本三角形與四邊形的簡單性質(50.0 %~63.6 %)，不熟練整數加、減、乘、除的直式計算(50.0%~54.5 %)，報讀生活資料中較複雜的長條圖(該類題答錯人數佔全班45.5%~54.5 %)，複名數的時間計算，時刻與時間量的加減問題(45.5%)整數四則混合兩步驟計算(45.5%)，以及用直式處理二、三位小數加減計算(40.9%)等。

2. 自然與生活科技領域之結果分析

將各年級上下學期成績進行相依樣本t檢定後發現，二年級與四年級上下學期自然平均達顯著差異($P < .05$)，二年級由84.7分進步至92.4分，四年級81.86分退至71.65分，而一和三年級的差異未達顯著水準。上述結果顯示低年級學生在將自然與生活科技融入生活領域的課程中學習較中年級單獨學習自然與生活科技領域更有興趣和信心，且從受測班級的成績平均發現低年級生活科平均成績皆高於中年級，顯然學習興趣和信心對成績表現有相當之影響。

回收考卷整理提出學生較常判別錯誤和觀念混淆的單元包括：

(1) 一年級部分學生對運用五官觀察物體的特徵如顏色、氣味等之答錯率最高，佔全班的68.7%，其次為觀察冬天自然現象，察覺各種自然現象的狀態與狀態變化(50%)。

(2) 二年級大部份學生較無法感覺或會混淆影子隨太陽移動變化的因果關係，該類題型之答錯人數佔全班60.8%至73.9%。

(3) 三年級有61.5%的學生對透過觀察認識植物的各部位感到困難；有34.6至53.8%的學生對磁鐵磁力性質的認知模糊，以致無法做相關的比較；有42.5至50%的學生對單元食物的保存和判別有效期限等有困難。。

(4) 四年級班級中有47.8%至60.8%的學生在觀察月亮的方法及了解其變化有困難，且有39.1%至56.5%的學生較無法理解光的進行、反射和折射等現象的發生。

(六) 教師教學單元調查表

有關教學單元調查表之結果分析茲概述於下：

1. 一年級學生對「幾個」和「第幾個」等數的順序和大小、有關左右概念、10以內的加法與減法及向上數和向下數等概念均不易理解，且學習成就較低落學生對題目文字理解不易或基本計算能力仍待加強。至於生活與自然科學部分教師則希望能多給予實際觀察的機會。

2. 二年級在重量與容量單元中建立容量觀念需動手操作部分，教師表示缺少與課本相同的容器；而在分裝與平分單元認為部分學生無法理解平分的意義；在角、邊、面單元則有學生對角的概念和立方體的特徵不夠清楚，無法判斷是否是角或數出幾條邊和幾個面。生活領域部分則有學生對鏡子倒影會分辨

不出，且教材亦有未能完全將自然生活科技與藝術與人文二領域融入單元，而有較偏重於社會領域之能力指標與教材之情形出現。

3. 三年級學生在數學的除法與乘除互逆計算有困難，包括學生乘法沒背熟，且部分學生對題意理解錯誤；自然領域部分則在空氣和風的單元中，部分學生無法理解風向如何判斷，以及在廚房裡的科學的單元無法理解水與果凍比例的問題，希望能增加材料讓學生多操作幾次。

4. 四年級數學領域除在面積和周長的單元中，部分學生對周長和面積與其單位會混淆外，在小數的加減單元亦會有小數位值對齊加減的困難，以及在四邊形單元中無法了解各種四邊形的定義，而需要補救教學的支援。自然領域部分，在月亮單元上雖然觀察月亮需要家長配合指導，但部分學生仍無法實際觀察而仍須依賴老師單方面教學；在昆蟲家族單元，則在飼養蠶寶寶以觀察其生長變化，會有幼蟲容易死亡而只好向店家購買，而其販售者多為存活率高之四~五月齡之幼蟲，致使學生無法觀察到完整的變化情形。

（七）教師期末訪談

在上下學期結束前與種子班級老師訪談，共五位老師總計十次，訪談逐字稿整理後歸納其教學困難與需求之重點如下：

1. 學生家庭之配合度不佳

從訪談中發現，受訪老師們表示部分學生學習不利因素之一是家庭功能不佳。且大致可歸類為不關心與不配合及過度關心與溺愛二種管教方式。前者多將子女交給安親班或學校老師處理，其子女多半學業表現亦不佳，因此進步較有限；後者則因過度溺愛及縱容孩子，讓老師在糾正孩子的行為受到阻力，對學生的幫助亦受限。

2. 多元評量施行較為困難

老師雖認為可行性較高的多元評量方式係採學年老師共同設計和進行闖關活動，然因時間人力實在有限，故較少實行。由於設計多元評量的相關活動不易，因此教師較常以課堂表現、學習態度及小組課堂的操作等作為評量的項目，唯平常織成績考核仍以紙筆測驗為主。

3. 教材教具資源與應用較為缺乏

從訪談資料分析顯示，老師們對於教具需求這問題的回答都很遲疑，而由入班觀察亦顯示其上課仍以口述為主，以粉筆書寫或畫圖，搭配塑膠花片、小積木、圖卡、出版社提供的課本習作掛圖等為輔，較少自己思考可採用之實物或教具輔助學生學習。自然領域則因有實驗得做，故採用之教具較為多元。此外，受訪老師表示因為學校教具室未妥善管理分類和淘汰換新，造成教具借用不便，且大部分教具由出版社提供，老師幾乎不需自行製作教具，如有其他需求可向學校再申請。教材方面，以學年老師自行審閱，自由選擇教材版本，但教師仍覺得數學教材內容仍不夠與生活結合，或像一年級生活領域，部分單元無法統整社會、藝術與人文及自然與生活科技等三領域而僅偏重其中一領域。至於課堂額外補充資料，除教學指引外，老師會自行至圖書館或上網彙集補充。

4. 教學時間不足

教師認為數學一週僅3堂課，然學進度卻分緊湊，若想利用彈性時間進行

補救教學，卻因需用於英文課或是需配合學校活動而無法進行。教師亦認為教學過程若讓學生實際操作教具，會比僅以口述讓學生更有興趣學習，且對教學內容更清楚了解，卻因時間有限而無法讓學生操作。

5. 班級經營與數理專業知能與技巧需加強

訪談發現大部分教師的班級經營技巧有一定的水準，會利用增強制度、隨時關注學生的學習表現以及課堂學習行為，但亦有部分教師此部分之能力較為不足；在教學技巧方面，普遍均具有一般性的教學專業知能，如課堂說話的清晰度、能夠儘可能將生活經驗與課堂數學學習內容相結合、提供充分練習的機會、運用教具輔佐學習、適時讓學生回答問題以評量學習情形等，有助於提升學生的學習表現，但卻有數理專業知能不足之需求。但受訪老師也反應課堂教學上，有些時候無法照顧到每位學生，如少數學生可能受到個人身心發展、學習特性或障礙狀況所影響，需要任課老師不斷的提醒、個別指導，甚至有些學生非常需要額外的補救教學。

6. 學校攜手班、資源班等資源需整合

本研究的學習不利個案中部分有參加學校的攜手班，部分亦有接受特教老師的輔導，但大部分則需班級導師利用課餘時間給予個別指導或者放學後將學校直接留在教室或由輔導室之愛心義工提供學習輔導。此外，教師們認為特教老師與導師間之溝通仍須加強，且反應資源班老師輔導身心障礙學生之時間較為不足等問題。

(八) 學生期末訪談

1. 學生對數學及自然(生活)的學習興趣

大多數低年級學生對數學和生活均表喜歡，但多半喜歡生活更勝數學。少數學生覺得數學有點難，而由於生活有許多動手操作的活動而較受學生喜愛。中年級學生對數學之興趣較為降低，與之前學生數理學習現況問卷調查之分析結果相符。多數學生表示數學變得比較難，尤其是對文字敘述的題目容易搞錯或不懂題意，但大多仍喜歡自然，學生表示上課做實驗或親手操作教具十分有趣。

2. 學習遇到問題的處理

除老師會主動詢問學生之學習情形外，有些學生遇到學習困難會立即舉手發問請老師再講一次；有些則會私下問坐隔壁的同學、等下課再問老師或和同學討論、或是回家再問父母兄長；有參加安親班的學生則會詢問安親班的老師或同學；但也有少數都不問而等老師或家長發現其困難的學生。

3. 學生喜歡的教學方式

多數學生喜歡老師用說故事方式佈題，也喜歡以玩遊戲、小組競賽或自己動手操作的上課方式進行活動，包括使用黏土和天平操作比較重量或是影子遊戲、吹泡泡、觀察大自然等。此外，大多數學生相當喜歡老師使用各式教具進行教學且覺得對學習有相當助益。

4. 課後學習的狀況

由於家長大多忙碌，故受訪之大部分學生都有參加安親班，在該處寫學校

作業或做評量考卷等複習。但因安親班有時也會出作業而讓學生的課業負擔加重，且因每天晚上大約 8 至 9 點才能回到家，因此作業上遇到不會或不懂的地方會先問安親班同學或老師，最後才會問家長；而僅參加學校攜手班的學生則由老師協助完成作業或晚上由父母或其他家人陪同寫作業與複習，但亦有少數學生缺乏課後學習的資源與支持。

肆、結論與建議

本研究主要目的在探討學生學習、教師教學與校內外相關資源現況之橫貫性資料分析與處理，茲將初步之重要發現歸納於下。

1. 入班觀察發現教師在教室管理、座位安排、教學技巧、對教室學生互動與情境脈絡的掌握均有需介入並給予協助之處，顯示其等之 PK 知能有需加強處；而在數學、自然或生活領域知能部分亦有部分技巧之教學有所疏漏，或有教師數理專業知能較不足之現象，顯示 CK 知能亦有需加強之處。

2. 由數學教師教學現況問卷分析顯示，其等雖認為數學教學應以解決生活中之問題為主，但卻認為數學並非其他學科之學習基礎，且將「連結」主軸視為最不重要者，顯然矛盾且有 CK 知能不足之情形。

3. 由自然與生活領域教師教學現況問卷分析顯示，較多數之教師雖認為培養愛護環境與尊重生命為最重要之教學目標，但亦有絕大部分之教師認為探索人類與科技演進之互動關係列為最不重要之目標，顯然亦有對科技與生活之關連概念或知能不足之情形。

4. 由教師資源問卷分析與訪談發現，教師雖會善用現有資源提供多樣化學習經驗，但亦普遍認為校園、教室、專科教室、圖書館之數理教學設備與教具仍有需增設之處。至於校外資源，網路與電腦等科技資源已被普遍應用，雖然有將近半數教師希望增加輔導團與大學教授入校輔導之人力資源，然亦有絕大多數教師不希望接受訪視評鑑，顯然教師內心有矛盾與衝突之處。

5. 由學生問卷分析顯示喜歡數學與自然領域學生的興趣、信心及動機皆顯著高於非喜歡該領域之學生，而不喜歡該領域學生之學習焦慮則顯著高於喜歡該領域的學生，但在有用性的表現上無顯著差異。顯示學生對數理的興趣、信心、動機與焦慮顯然與其對數理的喜愛度有極大相關。

6. 無論由教室觀察、問卷調查或學生成績均顯示，研究場域中之一般小一至小四的學生大致在學習數理上之困難度或介入需求較低，然身心障礙與部分社經文化不利之學生的數理學習則確實需較多之介入與輔導。

7. 由學生問卷、訪談及其學業成績表現顯示，低年級學生對生活及中年級學生對自然與生活領域的學習興趣均勝於數學。除因前者有較多實驗與動手操作的活動外，且因數學有隨年級而難度增加及文字應用題的理解困難出現。

8. 由小一至小四的學生數學與自然二領域的學習現況發現其對數理學習信心、興趣與成效皆有隨年齡增長而逐漸下降之趨勢。

9. 由入班觀察與教師問卷分析發現多數數理教師仍以教科書為主而較少使用額外之補充教材；以大班講述式教學為主而較少主動靈活使用教具或其他教學法；無法或無暇實施多元評量或個別化評量；且無法、無暇或無能力針對

身心障礙或學習不利學生提供所需的教學資源、支持與調整。

10. 由學生訪談和問卷調查發現學生與家長均過分依賴安親班提供數理等領域之教學輔導，且似乎已逐漸成為不可或缺的校外資源。

11. 由教師與學生訪談及入班觀察中發現採由做中學的多元活動進行數理教學深受教師與學生的喜愛且對學生學習動機、興趣與成效的提升亦有助益，然卻有教學時數不足或 PCK 知能缺乏之限制而無法經常或持續採用。

12. 由數理學習評量測驗與教師單元調查結果顯示各年級之學習錯誤與困難有逐年增加之趨勢，且由學生之段考與期末考成績顯示數理學習不利學生之人數亦有逐漸增加之趨勢。

本研究根據上述之發現提出以下數項主要建議：

1. 本研究發現多元化評量、採除講述外之其他教學法是教師最感困難處，未來如何協助教師設計分組教材與提供多層次教學、合作學習、合作教學與直接教學模式教學之知能，以及多提供教學觀摩機會可能是未來學校教學之重點。

2. 本研究發現教師之數學 CK、PK 與 PCK 知能均有待加強，除可作為後續相關單位提供教師進修研習或師資培育之參考外，亦凸顯本研究後續進行建構低中年級學習不利學生之數學學習輔導模式時，需針對教師增能進行介入，包括提供教師管理、教學技巧、師生互動關係、課程調整與資源整合等之相關知能。

3. 本研究發現數理學習興趣、信心、動機與焦慮顯然與其對數理的喜愛度有極大相關，且有雖年級逐漸下降之趨勢，未來在國小中低年級之數理教學上似乎宜以培養對數理學習的喜愛度為主要思考，且宜多以提供各種以生活應用為主題的科普活動，讓學生動手做，以培養其對數理的正向學習態度。

4. 本研究發現採多元活動並提供學生實際操作之方式對數理學習較弱勢之學生有相當之助益，似乎可作為未來對位處較弱勢地區之學校進行數理教學之參考借鏡。除需提供其所需之相關校內外資源外，並需將各項資源進行整合，更需建立不同學校或地區之數理教學模式。

5. 本研究發現安親班已成為學習輔導的主要資源，未來教育行政機關似乎宜對其教師素質與知能進行規範，或要求其舉辦或主動給予相關的知能研習機會。

6. 參與本研究之數理教師普遍有授課時間不足之困擾，除未來教師需避免將數理教學流於知識或運算能力的培養外，未來如何將九年一貫七大領域進行科際整合，在綜合活動、健體與藝術與人文等領域教學時亦能融入數理教學所習得技能之應用，並將「連結」主軸真正落實於各領域課程中，才可真正解決時數不足之問題。

7. 本研究發現教師普遍對大學教授入校輔導或評鑑有相當之排斥感，未來進行學術研究之大學教授似乎宜與各中小學建立長期之伙伴關係，以便拉近研究與實務之距離，並能將研究結果應用於實務教學中。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2010/11/09

國科會補助計畫	計畫名稱：帶好每位學生的數理教育—在國小數學及自然與生活科技領域之教學中實現 (SA 1)	
	計畫主持人：盧台華	
	計畫編號：98-2511-S-003-049-	學門領域：應用科學教育—其他
無研發成果推廣資料		

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：盧台華			計畫編號：98-2511-S-003-049-				
計畫名稱：帶好每位學生的數理教育--在國小數學及自然與生活科技領域之教學中實現（SA 1）							
成果項目			量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
			實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比		
國內	論文著作	期刊論文	0	4	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
		技術移轉	件數	0	0	100%	件
	權利金		0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	1	0	10%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	0	25%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	2	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	10%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	30%		

其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)	目前無
---	-----

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	3	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與（閱聽）人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

☒ 達成目標

☐ 未達成目標（請說明，以 100 字為限）

☐ 實驗失敗

☐ 因故實驗中斷

☐ 其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：☐ 已發表 ☐ 未發表之文稿 ☒ 撰寫中 ☐ 無

專利：☐ 已獲得 ☐ 申請中 ☒ 無

技轉：☐ 已技轉 ☐ 洽談中 ☒ 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）