

教育部 99 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：科技融入高一補救課程之研究－以數位筆記本為例(第一年)

主持人：蘇承芳

執行單位：基隆市立安樂高級中學

一、計畫目的

由近幾年的大學學科能力測驗數學科五標的成績與大考中心的學測試題分析結果觀察，高中數學學習的兩極化已有逐漸增加的趨勢，即便是顯明易懂的概念，也有不少高中生可能因為缺乏完整的概念建構過程，腦海裡只存在片段性的知識，導致無法以自身的數學能力解決問題。由上述的現象來看，數學補救教學的需求愈來愈重要，然而所謂的補救教學並非單純增加每週的上課節數就能達教學的目標，重點應該放在教師對學生知識背景、先備知識、基礎能力的瞭解程度，依此擬定教學策略，善用資訊融入教學與協同教學的議題，逐步分析學生的錯誤類型且即時修正教師評量的方式。在良好的數學診斷策略與多元化教學工具相互配合下，才能改變學生的學習方式與態度，讓學習後段的學生願意重拾數學學習的自信。

九年一貫課程設計的初衷是希望能藉由各領域知識的連結與教師的協同教學，啟發學生的多元智慧，使學生能夠擁有帶著走的能力，貫徹終生學習的理念。然而就現行數學課程設計來說，九年一貫的數學課程設計並不能完全滿足高中數學課程的先備知識建構，以致於高一新生在數學學習方面出現課程銜接上的困難，所以高中教師們必須針對高一新生的實際能力，以銜接 99 課綱為原則，重新設計學校本位之數學銜接教材。

本校高中部於民國 99 年八月招收第十一屆學生，每屆學生約 120 人，每年的入學學測成績 PR 值最低約為 60 左右，屬於臺灣現有高級中學學生裡，數學學習能力與程度偏向中等的區塊。我們希望藉由中小學科學教育計畫專案補助，發展出有效的補救教學策略與教學工具，從本校高一學生的補救教學實施成果出發，除了擴大探討臺灣地區中等程度高中學生數學學習方面的困難與九年一貫課程銜接上的盲點之外，並能針對學生的學習困難設計數學科數位課程與補救教材，以多元化的授課方式幫助學生有效提昇數學學習的基礎能力。而我們設計好的補救教學策略與工具，未來亦會分別邀請基隆市各高中之在職數學教師進行試教並提

出建議。

因此，本研究先期計畫分為五個階段，每階段的子目標皆為同步進行：

(一) 階段一：將國中數學課程依九年一貫能力指標設計建立代數領域的評量題庫，並於新生入學時測驗國中數學各方面的能力與程度，掌握新生所具備的國中先備知識。

(二) 階段二：

1. 針對學習成效不佳的學生分別就四個領域設計補救教學課程，並於教學過程裡將有用的解題策略提供給學生。補救教學教材設計主要由本校數學領域會議共同制訂，並會邀請數學專家學者進行教材內容審查，之後利用數位筆記本的特性進行教師教學與學生學習紀錄。
2. 結合本校數學科教師進行共同進行補救教學活動。

(三) 階段三：

1. 於補救教學課程後進行後測，施測完畢的同時即可掌握學生進行補救教學後的情形。
2. 利用統計的方法以共變數分析 ANCOVA，看學生是否進行補救教學後有顯著的進步，學生數學能力以高、中、底分組來瞭解學生的學習成效狀況。

(四) 階段四：彙整階段三的研究結果，依其設計適合本校新生之九年一貫與高中的課程的數學銜接教材及補救教材。

(五) 階段五：建構本校之數學科數位學習與補救教材資料庫。

以上五階段目標均完成後，研究者將與本校鄰近各高中在職教師進行教學經驗與教材資源分享，並審慎研擬社區服務進行課後輔導教學推廣之可行性。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

學校自籌款一萬五千元，並另撥經費購買十七台數位筆記本。

參與計畫人員：

張正杰老師 協助處理施測後統計相關資料分析

林俊傑老師 協助命題工作與補救教材的設計與進行

三、研究方法

先前的相關數學文獻可知，符號對於數學而言相當重要 (Tall et al. 2001)。符號的使用不但可讓人類進行數學內涵的記錄與交流，亦能清楚表示數學的結構。而在國中小數學的各個領域中，符號化程度最高的當然是代數領域。而從數學史的角度觀察，使用符號是數學發展過程中的大事，代數正是由於使用了較好的符號系統才發展成一門學科。所以，學習數學的目的之一，就是使學生懂得數學符號的意義並會使用符號工具，解決實際問題和數學本身的問題，發展學生的符號化思想，形成 symbol sense (Arcavi, 1994; Fey, 1990; Zorn, 2002)。

Collis (1975) 將代數符號在數學中的用法區分為六種：

- (a) 可以求出的值，例如「若 $a+1=2$ ，則 a 值為何」。
- (b) 可忽略的值，例如「當 $a+b=10$ ，則 $a+b-3$ 之值為何」。
- (c) 一個數學對象的記錄符號，例如以 $f(x)$ 表示某個多項式函數。
- (d) 特定未知數，例如「若正 n 邊形的邊長為 3，則此正 n 邊形的周長為何」。
- (e) 一般化的數，符號僅是一種表示法，代表的數不止一個，例如「若 a 、 b 都是正整數且 $a+b=5$ ，求 a 的可能值。」
- (f) 變數，一種非特定值的表示法，但變數的本身又彼此具有關聯性，例如「試比較 $3n$ 與 $n+2$ 何者較大。」

前三者，符號的使用停留在具體的層面，後三者則過渡到抽象的思考模式，這兩個層次之間的過渡非常重要，例如一元一次方程式的學習，若學生對文字符號的認知只停留在具體階段，對於結構較為複雜的問題，則往往無法適當地使用文字符號，因而形成解題的困難與概念的誤解。在 Wagner (1981) 的研究中發現，許多學生仍執著於文字符號的刻板用法，當原有的文字符號一旦被改變，不僅無法適應也無法正確地解題，甚至還會誤以為整個題意已經改變，顯然並不了解文字符號在問題裡所代表的意義。

國、高中的代數學習範圍可粗略分為函數、方程式與不等式。函數本身包含很多子概念，例如定義域、值域、對應域、變量、自變量、應變量、常數、函數的解析式、函數圖形、最大(小)值、極大(小)值，還有各式各樣的函數，例如指對數函數、三角函數、一次函數、二次函數…等。函數的表現方式既有代數的特徵，也有幾何的特徵。許多研究都指出，能夠處理函數的多元表徵的學生可以對函數概念形成更全面的理解 (Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990)，但問題是，學生對函數的理解並不容易，大多數學生只將函數看作一種程序規則，很少有學生能將它視為一個數學對象來處理問題。事實上，理解函數的動作和理解函數的

過程是可以區分開來的，前者暗指一個有具體數字的計算方法，而後者允許學生把函數看成一個過程來處理 (Danil et al. 1992)。以資訊融入函數教學似乎能有助於學生對函數概念的理解，重點在於我們必須先初步瞭解學生在函數概念成形時遭遇的困難，才能跳脫一般形式的訓練，讓學生能夠掌握函數的各個層面。

從數學史來看，方程式的產生就是為了解決生活問題。由於在學習方程的過程中，學生是第一次接觸未知數的概念與代數思維，於是可能會遇到以下的困難：對等號的理解，對未知數概念的理解，對方程概念的理解，文字語言與符號語言的轉換。

先前研究指出 (Behr, Erlwanger & Nichols, 1976, 1980; Saeng-Ludlow & Walgamuth, 1998)，中學生通常把等號視為問題與解之間的一個分離者或是一個運算來處理，而不是視為一種關係 (相等關係)。Naiz (1989) 的研究亦發現，缺乏形式思維理解能力的學生在將文字題轉換成代數方程方面會出現較多的學習困難，甚至方程式中出現的負數亦是導致學生解題錯誤的重要原因。由於 99 課綱中第一、二冊內容多著重於代數問題，因此，本研究先以代數為研究範疇，從學生在數學符號方面的理解與解釋出發，檢視學生的概念建立如何從具體的算術思維過渡到代數思維。

依據以上所述，本研究規劃分成兩部份進行：

(一) 數位筆記本的應用

基本學力測驗數學科現在都以選擇題型式答題，施測後僅能得知對與錯的答案。教師對於學生在解題的步驟與思考方式都無法去判別也很難去提出補救的方法。因此，本研究利用數位筆記本的優點，將一個班學生分成三組，依照前測的分數來區分成三個組別，分別是高分組 (前 27%)、中分組 (54%)、低分組 (27%)。本校數位筆記本共 17 台，分別給予高分組 4 台、中分組 9 台，低分組 4 台。分給同學之後主要是讓學生在解代數題目的時候，思考紀錄學生的思考歷程與步驟，教師之後可以數位筆記本內的資料複製出來，並且來分析數學解代數題的迷思概念與錯誤的方式。依照不同組別的學生資料，歸納與比較常見的解題迷思。學生分類的資料以兩位數學老師進行評分者信度分析，並以文獻資料進行三角校正。

(二) 補救教學的學習成效

針對學生代數錯誤類型的分類，設計補救教材來輔助。經過三個月的補救

課程，後以測驗來檢視。研究以共變數 ANCOVA 分析，進行三組學生的學習成效檢測，來評估補救教學的成效。質性的分析，以數位筆記本來分析學生的代數解題步驟與思考方式，判別學生的思考方法，之後歸類分析學生常見的代數問題。

四、目前完成程度

- (一) 鎖定國中數學的代數領域進行命題與審題，從 95-99 國中基本學力測驗題目裡的代數類題型中選題，經過審題會議後保留 30 題，每題一分，滿分三十分，以 98 學年度應屆之國三生共五個班，總計 142 人做為施測對象，施測結束後進行統計分析。
- (二) 在國三生施測結果分析完成後，試題進行項目分析，刪除鑑別度低的試題 3 題僅保留 27 題；接著以 99 學年度之高一生做為施測對象（共三個班，總計 109 人），施測結束後進行統計分析。
- (三) 從施測結果分析 99 學年度入學之高一生代數方面的能力與錯誤類型，並依據 99 課綱的課程編排，設計適合本校高一生的代數能力補救教學教材。這部份仍在研發中，預計三月份起可開始利用數位筆記本進行為期三個月的補救教學。
- (四) 邀請專家至本校講授「以資訊工具融入數學學習」的方法，參與者以高一學生為主，讓學生瞭解數學學習並不侷限於傳統的閱讀方式。

五、預期成果

- (一) 製作一份能夠準確評量甫入學之高一生國中數學代數能力的試題。
- (二) 對本校高一生在國中代數方面的學習成效與能力進行探討。
- (三) 依據 99 課綱的課程編排，設計適合本校高一生的補救教學教材，並結合數位筆記本的技術進行實際教學。

六、檢討

- (一) 由於學校經費有限，僅能支援 17 台數位筆記本。然而本校本次有 109 名高一學生參與此研究計畫，相當於每六、七位同學使用一台筆記本，在記錄學生解題歷程方面會有執行上的難度。
- (二) 審題工作目前只有請任教於其他高中的老師們協助，如果命題的時程能確

實掌握，應該有足夠的時間再請一些專家學者提供相關建議。

(三) 數位筆記本融入補救教學的活動設計難度較高，進度的掌握較為不易。

(四) 由於我們最先施測的「98學年度國三生」，他們之後的基測成績的PR值從10至95都有，但我們之後施測的「99學年度高一生」基測成績PR值範圍為60至90之間（大部份集中在60至70之間），施測結果在分析上是否會有瑕疵？值得進一步關注。

參考文獻

1. 李宜蓉(2009)：一～九年級數學教科書中代數符號及等號概念之發展設計。國立台灣師範大學數學系研究所碩士論文，未出版，台北市。
2. 郭夢瑤(1994)：語彙在列代數式問題所扮演的角色。國立台灣師範大學數學系研究所碩士論文，未出版，台北市。
3. 陳盈言(2000)：國二學生變數概念的成熟度對其函數概念發展的影響。國立台灣師範大學數學系研究所碩士論文，未出版，台北市。
4. 黃乃文(2004)：一個以函數觀點發展國中生代數思維的行動研究。國立台灣師範大學數學系研究所碩士論文，未出版，台北市。
5. 廖學專(2002)：初探國中生等號概念之心像。國立台灣師範大學數學系在職進修碩士班論文，未出版，台北市。
6. 魏姿玟(2010)：國中七年級學生在代數課堂中思考如何解例題的現象。國立台灣師範大學數學系在職進修碩士班論文，未出版，台北市。
7. 吳侑儒(2008)：高雄縣偏遠地區國中學生對文字符號運算概念認知理解之研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文，未出版，高雄市。
8. 周宏樵(2004)：八年級學生對代數文字題錯誤類型分析之研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文，未出版，高雄市。
9. 曾映程(2007)：台南地區國一學生解一元一次方程式迷思概念分析之研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文，未出版，高雄市。
10. Polya, G (1945), *How to solve it. Princeton*, New Jersey: Princeton University Press.
11. Lester, F. K. (1980a). Problem solving: Is it a problem? In M. M. Lindquist (Ed.), *Selected issues in mathematics education*, 29-45. Berkeley Calif.: McCutchan.
12. Lester, F. K. (1980c). Research on mathematical problem solving. In Richard J.
13. Schoenfeld, A.H. (1985). *Mathematical problem solving*. London: Academic.
14. Pines, A. L. & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70 (5), 583-604.