

教育部九十六年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：透過國小數學診斷與補救教學方案進行教學實務與推廣計畫研究

主持人：譚寧君

執行單位：國立台北教育大學數學暨資訊教育學系

一、計畫目的

國中小數學學習的兩極化已有逐漸增加的趨勢，數學補救教學的需求亦愈來愈重要，但限於人力的需求，往往不易落實。事實上，我國科技的發展居世界之冠，教師對科技的擁有在政府的重視與支援下亦已相當普及，然而利用資訊協助教學卻仍不普遍，其實，資訊融入教學是教育改革重要議題，目前教科書出版商亦將教材數位化，但仍以講述為主，較缺乏診斷補救功能，若能配合國中小數學教學課程開發國小數學診斷與教學工具以協助在職教師或愛心媽媽進行補救教學，預期可以即早協助學習後段學生跟上進度。

透過 96 學年度中小學科學教育計畫專案補助，配合數學領域能力指標開發國小數學教學診斷與教學工具，並分別利用自動化即時回饋系統 (EduClick) 轉化成可以即時掌握學生學習成效的診斷工具，再利用由國立交通大學陳明璋教授研發的數學簡報系統 (MathPS) 將診斷教學方案轉化為數位教材。本計畫辦理 MathPs 工作坊，進行在職老師與職前教師專業學習，繼而開發數學補救教材整理成一節 40 分鐘的教學套件。每件補救教材套件均配合某一能力指標的先備知識進行診斷，診斷工具包括前測五題，後測五題，掌握學生具備的概念知識。由於試題均建置在自動化回饋系統 (EduClick)，故施測完畢的同時即可掌握學生的通過情形，若需進行補救即利用已開發的數位教材進行補救教學後再進行後測，教學套件分別邀請在職教師進行試教並提出建議。

二、研究方法與實施

本研究將分二階段進行，第一階段於本校進行，結合六名國小在職教師與本系大五實習學生的參與將已完成的國小數位教材進行教學實驗，以掌握推廣應用的可行性與可能遇見的困難，除此之外持續開發三個主題概念：

(一) 分數基本概念—包括等分概念、等值分數概念、連續量與離散量分數概念等，並進行教學實驗，結果發現透過視覺轉化，學生較易了解分數符號的抽象概念與分數間的等價關係。

(二) 面積概念—包括保留概念、測量概念等，由於面積教學實作雖然重要，但耗時費力，以目前的數學教學時數教師常感力有未逮，故透過科技的協助、視覺化的教材呈現，探討能否因時間的不足但仍能有效的學習。

(三) 數感—包括數字意義的了解與數字間關係的彈性應用。數感教學目前在國小數學教學尚未建立共識，故形成格式化的計算過程，其實數字間的規律性或數字的合成分解與策略應

用往往可以簡化計算的流程，增進學習的效率，同時減弱對數學學習的恐懼。

以上三主題均完成教材開發與實驗結果，將與國小在職教師進行分享，第二階段將配合社區服務進行教學推廣可行性探討，本專案開發的教材將進行一般補救教學的實驗，研究對象為國小推薦的弱勢家族，學習困難學生共計十七名，從 96 年 10 月 3 日至 12 月 26 日週三下午進行預計十二梯次每次 2 小時的課後輔導實驗。

三、研究成果

本研究根據九年一貫數學綱要能力指標發展的教學素材進行教學實驗工作，研究成果包括如下：

- (一) 五位國小在職老師研究生完成碩士論文，分別進行分數、面積、數感的部分教材開發與實驗。
- (二) 本系大四學生的參與，培育對國小數學課程數位教材的研發人才。由於師資結構的改變，師培學校均面臨極大的挑戰，學生學習動機減弱，願景目標失焦，由於本計畫提供學生參與討論與製作，學習動機與信念再度燃起，製作多件創意作品，並與本校姊妹學校韓國首爾教育大學數學系進行交流，從 5 月 28 日至 6 月 3 日為期一週，參訪與發表，對職前教師的專業與國際視野均有顯著的成長。
- (三) 社區推廣服務是未來本系專業服務的目標，故本學期(96 學年度第一學期)將利用本研究已經發展的數位教材進行社區弱勢族群的協助，進而探討透過科技融入是否能發展更有效率且有效果的課後輔導模式。且目前 將持續收集資料中
- (四) 已開發作品的連結如下：

| 設計者 | 編修者 | 對應能力指標 | 補救教材 |
|-------------------|------------|--|--|
| 葉千微 蔡婉芝 黃詩芸 | 張倩瑜 李啓弘 | 4-s-01 能運用「角」與「邊」等構成要素，辨認簡單平面圖形。 4-s-02 能透過操作，認識基本三角形與四邊形的簡單性質。 4-s-03 能認識平面圖形全等的意義。 | <ul style="list-style-type: none"> • 三角形 • 四邊形 • 平行是什麼 • 有幾個長方形 |
| 趙曉燕 許瑋芷 | 郭津綾 | 5-n-01 能在具體情境解決三步驟問題 | <ul style="list-style-type: none"> • 以括號區分兩步驟的計算(加和減) • 以括號區分兩步驟計算的順序(乘和除)：先乘再除與先除再乘的結果相同 • 能在具體情境中，理解乘法結合律 • 理解「連除兩數」相當於「除以此兩數之積」 |

| | | | |
|--------------------------|-------------------|---|---|
| 林必勤 吳淑梅 | 陳恆菽 | 5-n-03 能理解因數、倍數、公因數與公倍數 | <ul style="list-style-type: none"> • 倍數 • 我們來找因數 • 因數的乘積 • 因數的短除法 • 因數、倍數的綜合與應用 |
| 茆慈金 慧 | 黃莘丰 | 5-n-09 能用直式處理乘數是小數的計算，並解決生活中的問題。 | <ul style="list-style-type: none"> • 取概數的方法 • 概數的計算與應用 |
| 黃佑家 吳如梅 | 蔡盈君 | 5-n-16 能運用切割重組，理解三角形、平行四邊形與梯形的面積公式。(同 5-s-05) | <ul style="list-style-type: none"> • 面積格子點算&面積公式—正方形、長方形、平行四邊形 • 面積格子點算&面積公式—三角形、梯形 • 複合圖形面積計算 • 面積比較 |
| 蕭睿君 陳俐文 許瑋芷 | 陳俐文 | 5-s-01 能透過操作，理解三角形三內角和為 180 度。 | <ul style="list-style-type: none"> • 認識角、比較角的大小 • 認識角的單位「度」 • 使用量角器 |
| 蕭睿君 陳俐文 | 陳俐文 | 5-s-03 能認識圓心角，理解 180 度、360 度的意義，並認識扇形。 | <ul style="list-style-type: none"> • 圓 • 認識旋轉角 • 角度及圓概念複習 |
| 羅健龍 | 黃莘丰 | 5-a-03 能解決使用未知數符號所列出的單步驟算式題，並嘗試解題及驗算其解。 | <ul style="list-style-type: none"> • 算式填充式的列式 • 算式填充式的運算 |
| 蔡依蓁 | 江婉祺 楊又禎 吳姿瑾 | 5-n-12 能認識比率及其應用(含「百分率」、「折」)。 | <ul style="list-style-type: none"> • 比率 • 百分率 • 百分率的應用 |
| 葉千微 姚杏沛 | 張倩瑜 李啓弘 | 5-s-04 能認識線對稱，並理解簡單平面圖形的線對稱性質。 | <ul style="list-style-type: none"> • 線對稱 |
| 蔡依蓁 何曉昀 吳佩珊 曹鈺白 | 江婉祺 楊又禎 吳姿瑾 | 6-n-04 能用直式處理除數為小數的計算，並解決生活中的問題。 | <ul style="list-style-type: none"> • 小數除法 |
| 陳俐文 | 黎淑芬 陳俊偉 | 6-s-04 能理解圓面積與圓周長的公式，並計算簡單扇形面積。 6-s-05 能認識直圓錐、直圓柱與直角柱。 | <ul style="list-style-type: none"> • 圓面積公式的由來 • 圓柱體的體積修正 |

| | | |
|-------------------|----------------|---|
| 陳素敏 李俊賢 應雅鈴 | 分數 面積 數感 | • |
|-------------------|----------------|---|

(五) 提供在職國小老師進行實驗與試用，提出具體建議，作為未來推廣應用的參考。

四、討論及建議

(一) 討論：

近年來教育政策更迭，國家人才培育的主要議題（師資培育的實施與成效）反而成為羽化的議題，無論是職前老師的數學教育培育嚴重失衡，修習國小學程者可能未修任何一門數學或數學教材教法，在職教師的數學專業成長研習也日漸減少，此次透過本研究計劃邀請多名大四、大五與在職老師參與研發與試用，建立一個可以共同討論數學教學的社群。

除此之外，目前實施的課後輔導又往往只是陪伴與督促完成指定作業，對於學習落差部分無法有效掌握，故本研究研發的成果亦於社區進行課輔教學實驗，其部份結果如下：

- 1、本年開的案例：如附件一、二。
- 2、利用開發素材整理成可進行教學的套件進行實驗，每節教材均有二位老師進行實驗，實驗結果：如附件三。
- 3、持續開發新的教材，培育數學教育人才。

(二) 建議：

連續二年的實驗發展計畫營造了一個數學教學討論的環境與機制，尤其是職前老師的參與，鼓勵了年輕人對數學教學的熱情，然而，環境巨變數學師資培育的困難日漸增加。

本研究的價值不只是研發教材，更重要的是培育人才，研究結果發現提出下列建議：

- 1、人才培育的迫切性：
 - (1) 提供經費鼓勵數學專家老師組成團隊持續研發教材。
 - (2) 創造機會鼓勵職前教師參與課程開發活動。
- 2、數位教材資料庫的建立：
 - (1) 組織開發數位教材資料團隊：

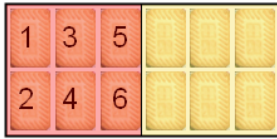
目前政府積極搜尋已開發數位教材，擬建立資料庫，然而資料庫的建置非資料的堆積，而是先設計系統架構與教材研發的依據，才是首要。
 - (2) 分析數學綱要，依據學生的需要逐步開發坊間出版商亦開發數位素材，然設計傾向只是將課本數位化，缺乏教學過程，容易落入只是播放，缺乏互動，教師板書的必要性更形弱化。

3、結合社會資源進行統整開發：

- (1) 教學經驗是需要累積的目前國小教師退休年齡偏低，故當累積豐富教學經驗與家庭負擔亦減輕後但已屆退休之日，如何鼓勵退休師資成為教材研發諮詢，連結年輕人的資訊能力應可發展適切的資料庫
- (2) 創意人才的培育刻不容緩，充分利用社會資源結合社區與學校，發展推廣性高且實用的教材。

一包餅乾有12片，6片是幾包？

題目一：



題目二：



想一想，你發現了什麼？

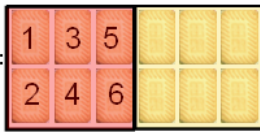


我發現：

等值分數的前置經驗

一包餅乾有12片，6片是幾包？

題目一：



我的答案：

$$\frac{1}{2}$$

題目二：



我的答案：

$$\frac{2}{4}$$

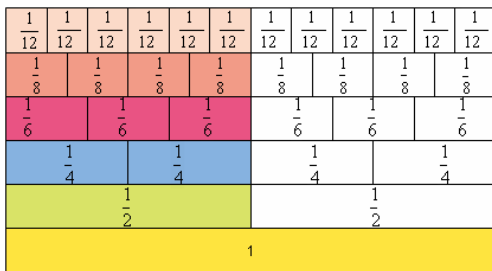
題目三：



我的答案：

$$\frac{3}{6}$$

單位量的轉換(包與片的關係)、基本分數概念



想一想，你發現了什麼？



我發現： $\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \frac{6}{12}$

等值分數


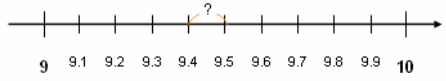

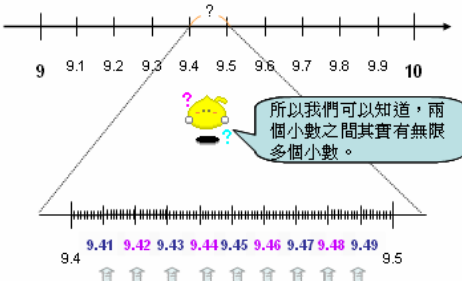

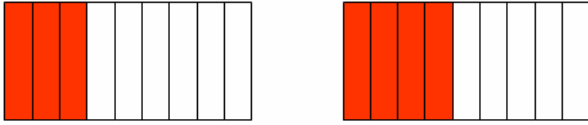

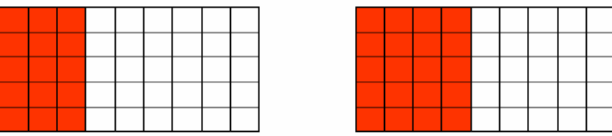
緞帶肥肥和藍寶兩隊的分數相等嗎？
如何變成的？



| | | | |
|-----|---------------|------------------|---------------|
| (1) | $\frac{1}{3}$ | $1 \times 3 = 3$ | $\frac{3}{9}$ |
| (2) | $\frac{2}{4}$ | $2 \times 4 = 8$ | $\frac{8}{8}$ |
| (3) | $\frac{3}{2}$ | $3 \times 3 = 9$ | $\frac{9}{9}$ |
| | $\frac{2}{2}$ | $2 \times 3 = 6$ | $\frac{6}{6}$ |

擴分教學

附件二：有多少個數。

| | |
|--|--------------------------|
|  <p>9.4和9.5之間有多少個小數?</p> <p>請你想一想，並說說你的答案。</p>  <p>沒有?</p> <p>無限多個?</p> <p>1個?</p> <p>2個?</p> | <p>小數的意義</p> |
|  <p>9.4和9.5之間有多少個小數?</p>  <p>所以我們可以知道，兩個小數之間其實有無限多個小數。</p> | <p>小數的稠密性</p> |
|  <p>$\frac{3}{9}$ 和 $\frac{4}{9}$ 之間有沒有其他分數呢?</p> <p>小朋友，也請你想想，$\frac{3}{9}$和$\frac{4}{9}$之間有沒有其他分數呢?請你說說你的想法。</p>  <p>$\frac{3}{9}$ $\frac{4}{9}$</p> | <p>小數與分數的關係</p> |
|  <p>換一種方式分分看，分數又變成多少了呢?</p> <p>在 $\frac{15}{45}$ 和 $\frac{20}{45}$ 之間你可以找到其他分數嗎? <input type="text"/></p> <p>再說說看，你還可以在 $\frac{3}{9}$ 和 $\frac{4}{9}$ 之間找到哪些分數?</p>  <p>$\frac{3}{9} =$ <input type="text"/> $\frac{4}{9} =$ <input type="text"/></p> | <p>小數與分數的關係(等值分數的應用)</p> |

附件三：

教學者：台北縣中和國小 莊月嬌

壹、使用之教學教材軟體基本資料

教材設計者：台北市仁愛國小 趙曉燕老師

教材製作者：國立台北教育大學 數學暨資訊教育學系 94 級 許瑋芷

教材內容：共分 5 個 Power Point 檔

1. 以括號區分兩步驟計算的順序(加和減)
2. 能在具體情境中，理解乘法結合律
3. 以括號區分兩步驟計算的順序（乘和除）
4. 理解「連除兩數」相當於「除以此兩數之積」
5. 四則運算綜合演練

貳、教學年級：四年級

參、教學日期：90.10.23

肆、教學者意見：

一、此教材軟體與對應之數學綱要分年細目內容探討

此教材軟體對應之數學綱要分年細目應為：

1. 4-n-03 能在具體情境中，解決兩步驟問題，並學習併式的記法（包括連乘、連除、乘除混合）。 N-2-03 A-2-01

此細目重點在於：引入括號的使用，讓學童知道括號中的運算應先計算。

2. 4-n-04 能作整數四則混合計算（兩步驟）。 N-2-03 A-2-01

此細目重點在於：（1）括號內的運算先進行。（2）只有乘除或只有加減的運算時，由左向右逐步進行。（3）先乘除後加減。

3. 4-a-01 能在具體情境中，理解乘法結合律、先乘再除與先除再乘的結果相同，也理解連除兩數相當於除以此兩數之積。 A-2-01

此細目重點在於：能在具體情境中，理解乘法結合律、乘法對加法的分配律與其他乘除混合計算之性質，並運用於簡化計算。

4-n-03、4-n-04、4-a-01 三個分年細目的內容是互相連貫的，在教學過程中須注意其連貫性，設計者將教材內容依各分年細目分為 5 個 Power Point 檔，使用上覺得失去教材的連貫性，每個 Power Point 檔，成為獨立的小段知識，有點零碎。建議可以整合成一個檔。

二、教材軟體設計結構

1. 前面 4 個 Power Point 檔，均以先呈現問題再呈現解題者的列式方法說明，最後再統整歸納結果的流程呈現。

(1) 最先呈現問題時的方式以選擇題式的練習題方式呈現，且均已標示正確答案，列舉如下：

題目 1

小英原本有 165 元，後來爸爸給她 100 元，媽媽再給她 50 元，請問她現在共有多少元？下列哪個算法錯誤？

(1) $165+100=265$ ， $265+50=315$

(2) $100+50=150$ ， $150+165=315$

(3) $165+100+50=315$

(4) $100+50=150$ ， $165-150=15$

最先呈現問題呈現的方式和最後的練習題相似，使整個教材結構前後重複，而且不符教學原則（未學但先施測）。而且在畫面的安排上，正確答案均以紅色標示，具暗示作用，學生很快發現，很快的喪失學習的動機，也影響班級上課秩序。

- (2) 說明運算原則的例題，說明的很清楚，但每個部分僅一題太少了，如果可以增加一些，讓使用者優多重選擇機會更好。
- (3) 第一個 Power Point 檔，呈現說明運算原則的例題中，先呈現錯誤的列式方式（**小英的記法：500-165+75=260**），易造成學生的混淆，反而學到錯的列式方式。

偉誠帶 500 元去書局，買了 165 元的書和 75 元的文具，還剩下多少元？
把問題和結果用一個算式記下來。

小明的記法： $500-165-75=260$

小英的記法：500-165+75=260

動動腦：為什麼一個是減 75，一個是加 75，答案還是一樣呢？

2. 最後一個 Power Point 檔為：「四則運算綜合演練」，完全呈現練習問題。但練習問題與前面 4 個 Power Point 檔，呈現的問題重複性高，且難度反而較簡單，建議不需保留。
3. 呈現的問題答案選項中有許多「下列哪一個算式是錯誤？」，對四年級來說太難了，建議刪減。
4. 部分畫面顯示太慢，小朋友顯得不耐煩。

三、對分年細目的詮釋

1. 4-a-01 能在具體情境中，理解乘法結合律、先乘再除與先除再乘的結果相同，也理解連除兩數相當於除此兩數之積。 A-2-01

此細目重點在於：能在具體情境中，理解乘法結合律、乘法對加法的分配律與其他乘除混合計算之性質，並運用於簡化計算。教學者應以實際情境問題，讓學生探討發現乘法結合律、乘法對加法的分配律與其他乘除混合計算之性質，而不適合最後用拗口語言來做統整。 | 列舉如下：

$$\begin{aligned} & \text{甲數} \times \text{乙數} \times \text{丙數} \\ & = (\text{甲數} \times \text{乙數}) \times \text{丙數} \\ & = \text{甲數} \times (\text{乙數} \times \text{丙數}) \end{aligned}$$

當連除兩數時，相當於除以此兩數之積
這樣反而易造成學生死背及混淆。

四、教學效果

學生都能理解內容，這樣運用此軟體的教學方式有效的。

伍、學生意見：

1. s1、s2、s3、s4、s5：題目上的答案都寫出來了，要改顏色。
2. s1、s2、s3、s4、s5：「小英的記法： $500-165+75=260$ 」，小英算錯了，混擾別人。
3. s5：錯誤的算式，要用不同顏色標示出來。要讓大家知道括號的用法。
4. s1、s4 第三個 Power Point 檔，小明的記法比較好。
5. s2、s2、s5 第三個 Power Point 檔，小明的算式比較直接清楚，小英的算式數字比較小，比較好算。
6. s1、s2、s3、s4、s5 Power Point 檔中畫面太慢了。
7. s1、s4、這些 Power Point 適合數學不好的同學看。
8. s5：「當連除兩數時，相當於除以此兩數之積」的說明太深奧。
9. s1、s2、s3、s4、s5 Power Point 檔很好玩，明天可不可以再來玩。