

# 數學學習困難學生應用電腦化適性測驗結合基模化影片 補救教學系統解文字題成效之研究

朱經明 劉香君

亞洲大學幼保系

## 摘要

本研究主要目的在探討「電腦化適性測驗結合基模化影片補救教學系統」的成效。研究對象包含中部鄉村地區國小三至五年級數學學習低成就需補救教學學生共九位。研究設計採用「單一研究法」，主要以時間序列統計法分析資料。受試者在經過「電腦化適性測驗結合基模化影片系統」解數學文字題的教學後，其學習成效皆有迅速明顯上升的趨勢。此外，受試者對於透過電腦來操作這套系統和其中多媒體的影片相當感興趣，藉由日常生活中的影片與數學文字題作連結，不但吸引他們的注意，同時讓他們不再對數學文字題感到排斥與畏懼。透過這套電腦教學軟體，不僅讓他們對數學科重新找回學習的興趣，更讓他們在解數學文字題方面信心大增；尤其是在解數學文字題的列式方面，獲得了相當大的成就感；因此，這套教學軟體確實改變了他們對數學文字題的學習態度；同時，也提升了他們對數學文字題學習興趣。

## 壹、前言

電腦適性測驗的優點為能依據學生不同程度，給予不同試題來進行測驗，如此可以有效的節省測驗題數，縮短測驗時間，更能符合「因材施教」和「因材施教」的適性原則。傳統測驗之目的僅為測知受試者之能力水準，無法知道其學習困難所在。欲提供適當的補救教材，了解學生知識結構的組織是很重要的。以知識結構為基礎的電腦化適性測驗與傳統電腦化適性測驗的差別，在於前者先建立知識結構體系，並據以開發試題題庫，可以快速而精確的進行診斷，對受試者提供個人化的補救教學方案。知識結構是腦中的一個有組織的階層架構，上層的結構是屬於比較困難的，稱為「上位概念」，下層的結構稱為「下位概念」是「上位概念」的基礎，通常上位概念會，表

示下位概念已經學會。茲以圖1-1說明如下：

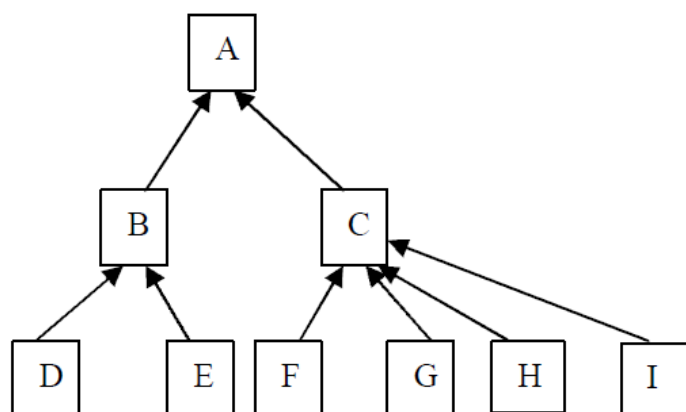


圖1-1、知識或試題結構

假設要瞭解學生之起點行為或能力，需要以試題 A 到I 進行測量，在傳統紙筆測驗中試題 A 到 I（共九題）皆需施測。假設試題順序結構如圖1所示，其中 B→A 表示試題 A 為試題 B 之上位試題，如果答對試題 A 則試題 B 也應答對。以試題順序結構為基礎之適性測驗中，如受試者答錯 A 試題則需進一步測量試題B、C，如C 對 B 錯，則認定C 下之所有試題所含的概念皆已學會，不必再測，僅需施測D、E。

本研究的知識結構內容設定步驟明確、結構清楚的數學文字問題，題型呈現多種在日常生活中可能會遇到的金錢應用情境的單步驟或是多步驟的題型。所採用之文字題包括單步驟題、二步驟題、及三步驟題。單步驟題較易為下位概念，三步驟題較難為上位概念題目。另文字題又分為結果未知（result unknown）、中間數未知及原數未知（start unknown）3 大類。三步驟文字題結果未知最容易為下位概念，中間數未知最難為上位概念題目，原數未知則介於二者之間。

學習障礙兒童對文字應用題有較大的困難，即使勉強會朗讀題目，但往往不懂得題意，缺乏解題計劃，只是毫無思考地由題目的關鍵字去加、減、乘、除的運算。其實一般學生對文字應用題亦有類似困難，如古明峰（1999）指出數學文字題解題必須結合計算與理解能力，學生在解題過程中，要先閱讀文字敘述，理解題意後才能進行解題，因而增加文字理解上的認知負擔，產生列式困難與解題錯誤的情形，所以文字題解題一直都是數學學習中特別困難的領域。林碧珍(1991)和林原宏(1995)的研究亦顯示國小學生文字題解題的能力比基本計算能力差。基模化電腦影片有助於文字題解題，

朱經明 (2012)以基模化電腦影片協助學習障礙學生解原數未知多步驟算術文字題。研究結果顯示學生在接受基模化影片電腦輔助教學後進步甚多，在介入期末期及維持期平均九十幾分，且學生能將解題技能類化至未學過之原數未知多步驟文字題及結果未知多步驟文字題。朱經明進一步發展代數基模應用於代數文字題，朱經明、陳瑞芬、和陳韻如(2014)以基模化電腦影片協助五年級普通班學生及六年級數學學習困難學生。其中六年級數學學習困難學生，代數文字題前測平均正確率只有10.42%，類化題進步至93.75%並具維持效果。朱經明(2015)發現情境式影片讓學習障礙學生有真實感受，因而理解文字題意境；代數基模使學生對解相同題型的文字題充滿自信，並能類化至未知數不同位置之類似題型，且具維持成效。本研究進一步結合電腦化適性測驗與基模化影片補救教學系統，以符合「因材施教」和「因材施教」的適性原則，更有效率的提升數學學習困難學生解文字題之能力。

## 貳、文獻探討

### 一、順序理論和試題關聯結構分析法

Airasian & Bart (1973)的順序理論 (ordering theory, OT) 是常用來定義試題間結構的方法。其理論敘述於下：

令  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  表示一個向量，包含  $n$  個二元試題成績變數，每一個受試者作答  $n$  題得到一個 0 與 1 的向量  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ ，計算試題  $j$  跟  $k$  的聯合與邊界機率 (joint and marginal probabilities)，如表 2-1 所示：

表 2-1 試題  $j$  與試題  $k$  之聯合與邊界機率

		Item $k$		
		$X_k = 1$	$X_k = 0$	Total
Item $j$	$X_j = 1$	$P(X_j = 1, X_k = 1)$	$P(X_j = 1, X_k = 0)$	$P(X_j = 1)$
	$X_j = 0$	$P(X_j = 0, X_k = 1)$	$P(X_j = 0, X_k = 0)$	$P(X_j = 0)$
	Total	$P(X_k = 1)$	$P(X_k = 0)$	1

在順序理論中，令  $\varepsilon_{jk}^* = P(X_j = 0, X_k = 1)$  表達反試題  $j$  為試題  $k$  之下位試題之機率，當  $\varepsilon_{jk}^* < \varepsilon$  時，則設定試題  $j$  為試題  $k$  之下位試題，記錄成  $X_j \rightarrow X_k$ ，其中  $\varepsilon$  為一閾值 (threshold)，常設定介於 0.02 及 0.04 間 ( $0.02 \leq \varepsilon \leq 0.04$ )。

Wu, Kuo, & Yang (2012) 針對各種不同的知識結構，包括 Diagnosys、OT、item relational structure theory (IRS) 與專家結構比較估計成效，研究結果發現：在 OT 結構中，樣本數大小對於預測精確性的影響較小，且 OT 結構比專家結構的預測精準度好；利用具有階層性的知識結構，可以快速有效的評量學生的學習成效，以 OT 結構為基礎的電腦化適性測驗是有效的評量模式。因此本研究採用 OT 結構，建立試題結構。

## 二、基模化電腦影片

Bottge and Hasselbring (1999) 指出許多學生討厭數學，是因為數學問題與他們生活中所遇到的實際情境無關。美國全國數學教師會 (National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p.4) 指出：「我們生活在數學的世界中，例如當我們要買東西時，我們就需要數學的知識。」該會並強力主張教師應積極教導學生有意義並與真實世界相關的數學問題。Bottge 和 Watson (2002) 研究使用影片幫助特殊學生解數學應用題，稱為定錨教學 (anchored instruction)，發現可提升身心障礙學生解數學應用題能力。在定錨教學中，不用傳統的印刷字呈現題目，而以播放影片的方式呈現，讓學生重覆看影片找出解題訊息，這種學習經驗的情境化有助於學生面對未來需要應用數學的情境。

朱經明 (2008) 首先將影片基模化，以基模化電腦影片配合基模化電腦動畫協助聽障學生解算術金錢應用文字題。該研究以單步驟題為主，多步驟題僅佔四分之一，設計有 32 個在日常生活中與金錢運用和消費有關的問題，以影片呈現問題情境並以圖形基模及文字基模等進行提示性教學，再輔以互動式答題使學習者得到即時的回饋。朱經明進而以多步驟文字題為研究主題，如朱經明和陳逸如 (2010) 研究結果顯示多步驟基模化電腦影片能有效幫助高職智障學生思考及解多步驟題並具類化效果，學生成績

由基期平均不到 20 分，進步至維持期及類化期平均約 91 分。在情意態度方面，由於影片貼近生活經驗，每位受試學生對基模化影片均極感興趣。朱經明和劉瑞強（2012）以基模化電腦影片幫助國小輕度智障學生思考多步驟文字題及學會代數列式。

本研究進一步將基模化影片與電腦化適性測驗連結，希望能提升數學學習困難學生解應用題之興趣與能力，充實其數學經驗，適應其實際生活所需。

### 參、研究方法

本研究以基於知識結構之電腦適性測驗為基礎，結合基模化影片進行補救教學，以提升數學學習困難學生解文字題之能力。本研究採用單一受試研究法(single subject design)，以電腦逐一進行個別施測，根據電腦適性測驗結果，分析出學生之起始能力，再使用基模化影片進行電腦輔助補救教學實驗。實驗目標為使參加實驗之數學學習困難學生達到該年級之平均水準。

#### 一、研究對象

國民小學及國民中學補救教學科技化評量系統自101年9月起由原本之常模參照調整為標準參照，檢測試題依「基本學習內容」各分項能力之指標命題，每年進行3次電腦測驗。各校運用此系統於每學年度九月進行「篩選測驗」，施測學生以學年成績後百分之三十五為對象，進行初步測驗，篩選出該科學習低成就學生，施以補救教學。

本研究對象以中部鄉村地區三至五年級數學學習低成就需補救教學學生共九位為對象：

表 3-1 研究對象之基本資料

研究對象	性別	年級	身分類別	國語成績班級排行	數學成績班級排行	線上篩選測驗結果
S1	女	三	原住民子女	22/28	20/28	未通過測驗

S2	男	三	新住民子女	27/28	22/28	未通過測驗
S3	女	三	新住民子女	26/28	22/28	未通過測驗
S4	男	四	新住民子女	25/30	28/30	未通過測驗
S5	女	四	台灣客家子女	20/26	23/26	未通過測驗
S6	男	四	台灣客家子女	25/26	25/26	未通過測驗
S7	女	五	新住民子女	14/27	14/27	未通過測驗
S8	男	五	新住民子女	26/28	26/28	未通過測驗
S9	女	五	新住民子女	22/26	20/26	未通過測驗

## 二、研究工具

本研究的基模圖示系統為朱經明設計的「國字基模圖示系統」，是為配合結合影片與基模，將原本無結構之影片結構化的基模化影片而設計的「基模化影片多步驟代數文字題解題系統」中的格子化文字基模圖示。依照問題敘述，將問題條件以結構化方式以基模圖重現；因基模呈現方式如我國的國字形象，故稱為「國字基模」。因有別於其他基模圖示，所以稱為「國字基模圖示系統」，此基模圖示系統又分為「國字基模」與「田字基模」。

### 1. 國字基模（Chinese character kingdom schema）：



因格子化文字基模圖示結構像我國文字「国」字，故取名為「国字基模」，「国字基模」

舉例如下：

<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td colspan="3" style="background-color: yellow;">200元</td></tr> <tr> <td>1杯 15</td> <td>奶茶 2杯</td> <td rowspan="3" style="background-color: cyan;">剩下 66元</td> </tr> <tr> <td>1份 ?</td> <td>蘿蔔糕 1份</td> </tr> <tr> <td>1片 22</td> <td>巧克力 厚片2片</td> </tr> </table>	200元			1杯 15	奶茶 2杯	剩下 66元	1份 ?	蘿蔔糕 1份	1片 22	巧克力 厚片2片	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td colspan="2" style="background-color: yellow;">200元</td></tr> <tr> <td>紅筆 30元</td> <td rowspan="3" style="background-color: cyan;">剩下 ?元</td> </tr> <tr> <td>修正帶 44元</td> </tr> <tr> <td>剪刀 60元</td> </tr> </table>	200元		紅筆 30元	剩下 ?元	修正帶 44元	剪刀 60元
200元																	
1杯 15	奶茶 2杯	剩下 66元															
1份 ?	蘿蔔糕 1份																
1片 22	巧克力 厚片2片																
200元																	
紅筆 30元	剩下 ?元																
修正帶 44元																	
剪刀 60元																	
<p>劉小姐去早餐店買 20 元的奶茶 2 杯，25 元的蘿蔔糕 1 份， 25 元的巧克力厚片 2 片，拿 200 元給店員，可以找回多少錢？</p>	<p>郁君有 200 元，買了一隻紅筆 30 元，又買了一個修正帶 44 元，再買一支剪刀 60 元，最後郁君剩下多少錢？</p>																
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td colspan="2" style="background-color: yellow;">?元</td></tr> <tr> <td>門票 250</td> <td rowspan="2" style="background-color: cyan;">剩下 300元</td> </tr> <tr> <td>買6張</td> </tr> </table>	?元		門票 250	剩下 300元	買6張	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td colspan="3" style="background-color: yellow;">200元</td></tr> <tr> <td>一斤 198元</td> <td>棒棒糖 1/3斤</td> <td rowspan="3" style="background-color: cyan;">找回 ?元</td> </tr> <tr> <td>一斤 84元</td> <td>咖啡軟糖 1/2斤</td> </tr> <tr> <td>一斤 60元</td> <td>哨子糖 1/2斤</td> </tr> </table>	200元			一斤 198元	棒棒糖 1/3斤	找回 ?元	一斤 84元	咖啡軟糖 1/2斤	一斤 60元	哨子糖 1/2斤	
?元																	
門票 250	剩下 300元																
買6張																	
200元																	
一斤 198元	棒棒糖 1/3斤	找回 ?元															
一斤 84元	咖啡軟糖 1/2斤																
一斤 60元	哨子糖 1/2斤																
<p>一張海洋公園門票要 200 元，小陳一家人共買了 6 張門票，剩下 300 元，請問小陳原有多少錢？</p>	<p>糖果店中棒棒糖一斤 198 元，咖啡軟糖一斤 84 元，哨子糖一斤 60 元，林小姐買了 3/1 斤的棒棒糖，2/1 斤的咖啡軟糖，2/1 斤的哨子糖，她拿 200 元去買，可找回多少錢？</p>																

圖 3-1 「国字基模」舉例

## 2. 田字基模 (Chinese field characters schema) :

因格子化文字基模圖示結構像我國文字「田」字，故取名為「田字基模」，「田字基模」

舉例如下：

<table border="1"> <tr> <td data-bbox="379 215 568 405">           鹽酥雞 40元         </td> <td data-bbox="584 232 724 394">           ?人 合買         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="379 416 568 600">           鹽酥雞 3份         </td> <td data-bbox="584 434 724 560">           每個人出 30元         </td> </tr> </table>	鹽酥雞 40元	?人 合買	鹽酥雞 3份	每個人出 30元	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="916 226 1102 409">           影印資料 210元         </td> <td data-bbox="1102 226 1299 409">           小雅原有 100元         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="916 409 1102 593">           6人合買         </td> <td data-bbox="1102 409 1299 593">           分攤後剩下 ?元         </td> </tr> </table>	影印資料 210元	小雅原有 100元	6人合買	分攤後剩下 ?元
鹽酥雞 40元	?人 合買								
鹽酥雞 3份	每個人出 30元								
影印資料 210元	小雅原有 100元								
6人合買	分攤後剩下 ?元								
<p>鹽酥雞一份 40 元，現在若干人一起買 3 份，每個人出 30 元，請問有幾個人合買？</p>	<p>小雅和同學共 6 人影印資料共花費了 210 元，小雅原有 100 元，請問分攤後還剩多少錢？</p>								

圖3-2 田字基模舉例

#### 肆、研究結果與討論

##### 一、S1 補救教學實驗結果與討論

S1 電腦適性測驗自初級開始測驗，測驗時間共134秒。圖4-1中較高處代表使用較多時間：

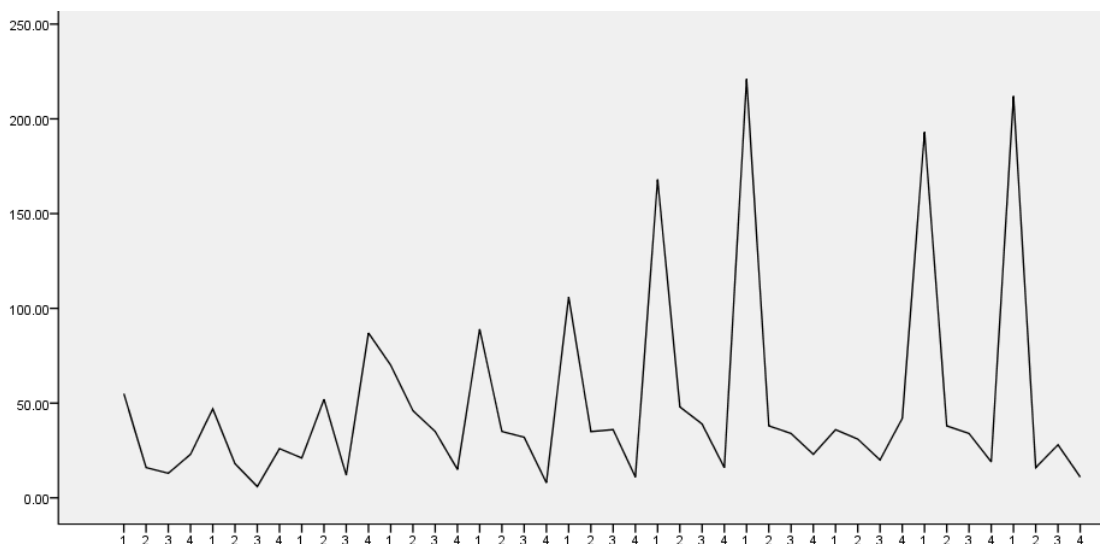


圖 4-1 S1 時間序列圖

S1 補救教學後立即測驗成績為 100 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 100 分，3 星期後維持期成績為 90 分，並據班級導師反映，在補救教學後，S1 數學學習興趣及成



績均有提升，學習態度亦有改善，能虛心求教，接納不同的想法。

研究者在教學實驗中發現：

1. S1 由第 3 題組「比較物品價格(減)」單步驟題開始補救教學。
2. 應用基模影片及圖文介入教學時，S1 能迅速理解乘法概念。
3. 第 10 題組「買相同物品  $n$  件，給  $x$  元剩  $y$  元，物品一件？元，中間數未知」，第 1 題使用最多時間，研究顯示 S1 的除法概念不清。
4. 實驗過程至第七題組起，S1 逐漸具備自主學習能力，喜歡自己決定學習方式，例如先看基模圖學習，理解後直接作答，若無法理解，再從基模影片開始學習，此系統的學習方式，使她更有成就感。

## 二、S2 補救教學實驗結果與討論

S2 電腦適性測驗自初級開始測驗，測驗時間共 91 秒。圖 4-2 中較高處代表使用較多時間：

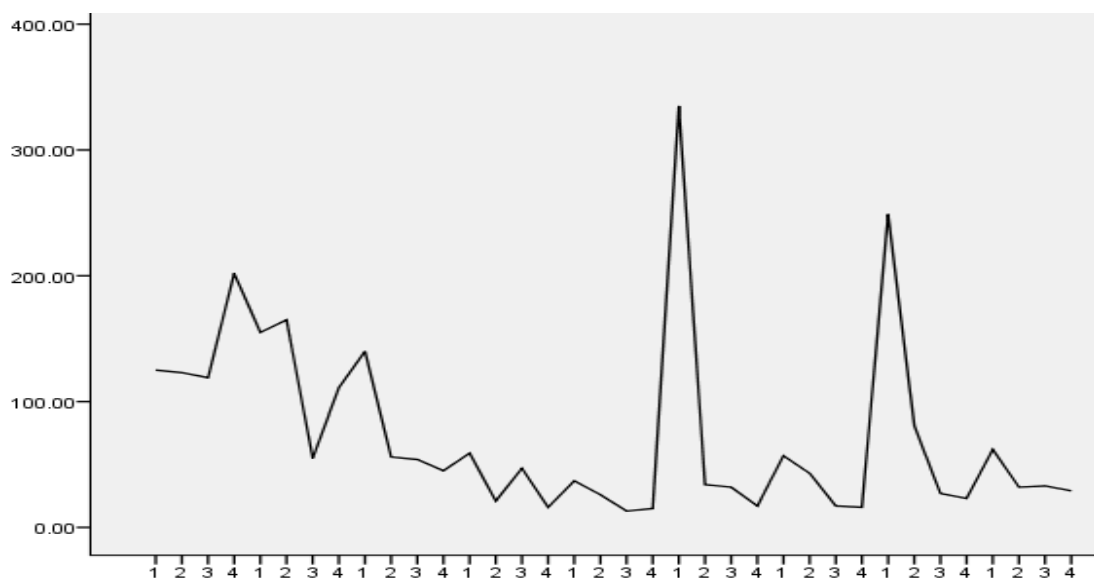


圖 4-2 S2 時間序列圖

S2 補救教學後立即測驗成績為 90 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 80 分，3 星期後維持期成績為 70 分。根據課後照顧班老師反映，在補救教學後，對數學學習較具信心，不懂的問題能主動提問，數學成績提高許多。

研究者在教學實驗中發現:

1. S2 自第 5 題組「 $n$  元可買相同物品幾件?(除)」單步驟題開始補救教學。
2. S2 在第 10 題組「買相同物品  $n$  件, 中間數未知」使用最多時間, S2 能演算購買物品共花了幾元?的減法概念, 但除法均分的概念不清, 需再看一次基模影像及圖文, 算出花費的錢均分每件物品的除法概念。
3. 第 12 題組「買相同物品  $n$  件(乘) 數人平分(除), 中間數未知」使用時間次之, S2 對買相同物品  $n$  件(乘)會使用乘法演算, 接著數人平分的除法概念仍需再看一次基模影像及圖文, 詳加解釋後才能理解。

### 三、S3 補救教學實驗結果與討論

S3 電腦適性測驗自初級開始測驗, 測驗時間共 146 秒。圖 4-3 中較高處代表使用較多時間:

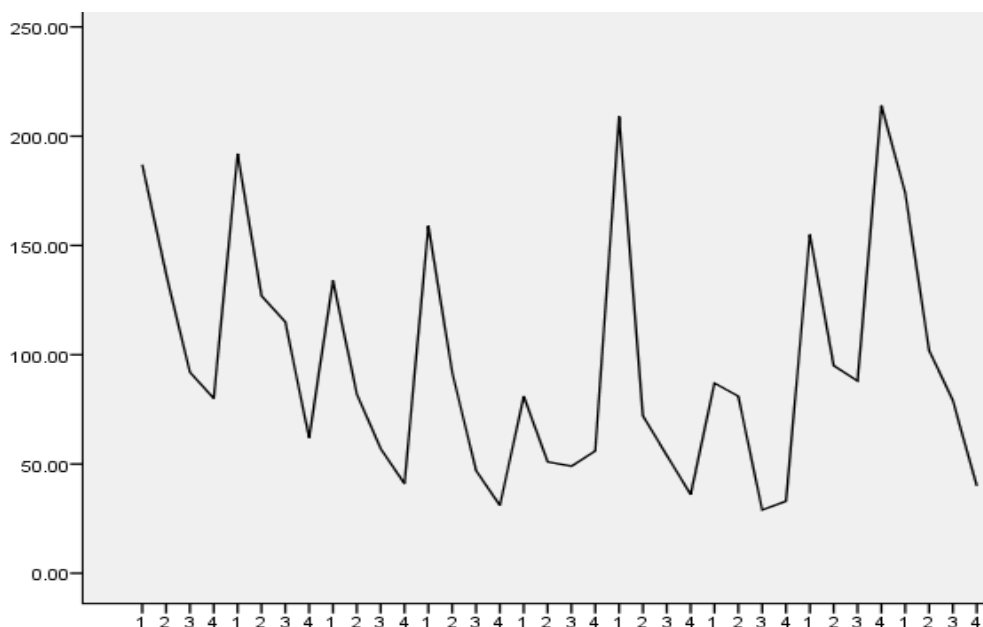


圖 4-3 S3 時間序列圖

S3 補救教學後立即測驗成績為 90 分, 補救教學 1 星期後之後測成績為 90 分, 3 星期後維持期成績為 60 分。據課後照顧班老師反映, 在補救教學後, 學生能瞭解自己待加強的部分, 對數學學習態度轉為積極, 上課專心度及小考成績均有提升。

研究者在教學實驗中發現:

1. 電腦適性測驗顯示 S3 單步驟乘法概念正確，由第 5 題組「n 元可買相同物品幾件？(除)」單步驟題開始補救教學。

3. S3 時常將大數減小數順序弄混淆。列式時，書寫算式正確，但乘以和除以卻念顛倒，經研究者多次測試，發現 S3 容易將乘法和除法的符號及算法混淆，運用基模影像及圖文幫助她澄清乘除概念。

4. S3 讀題常念錯字，九九乘法背不熟，測驗時多仰賴計算機算出正確答案，若要提高其數學成績，教學者需加強其九九乘法的熟練度提高基本計算能力。

#### 四、S4 補救教學實驗結果與討論

S4 電腦適性測驗自中級開始測驗，測驗時間共 168 秒。圖 4-4 中較高處代表使用較多時間：

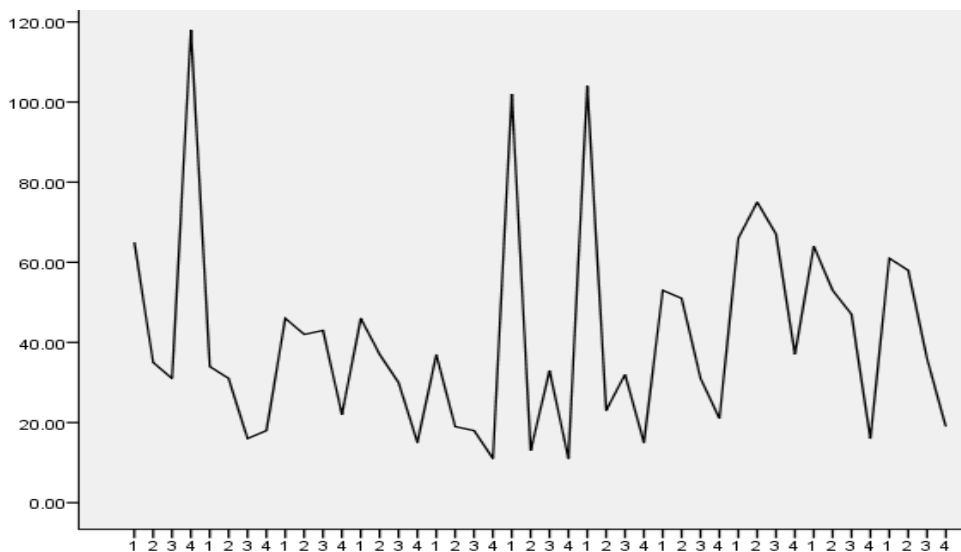


圖 4-4 S4 時間序列圖

S4 補救教學後立即測驗成績為 90 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 90 分，3 星期後維持期成績為 80 分。根據學校補救教學老師反映，在實施電腦補救教學後，S4 對數學學習較獨立，懂得先思考，若有不懂的問題再提問，對於數學學習方式提升許多，數學成績已有些許進步。

研究者在教學實驗中發現:

1. S4 電腦適性測驗自中級開始測驗，診斷後自第 5 題組「n 元可買相同物品幾件？(除)」單步驟題開始補救教學。

2. S4 對電腦教學興趣濃厚，介入教學後，能使用基模圖方式思考，已習得除法概念。

3. S4 語文能力弱，不擅閱讀，透過基模圖及基模文字可幫助他理解題目的意思，尤其是圖片的提示，吸引他主動演算，不會因看不懂題目就放棄學習。

## 五、S5 補救教學實驗結果與討論

S5 電腦適性測驗自中級開始測驗，測驗時間共 117 秒。圖 4-5 中較高處代表使用較多時間：

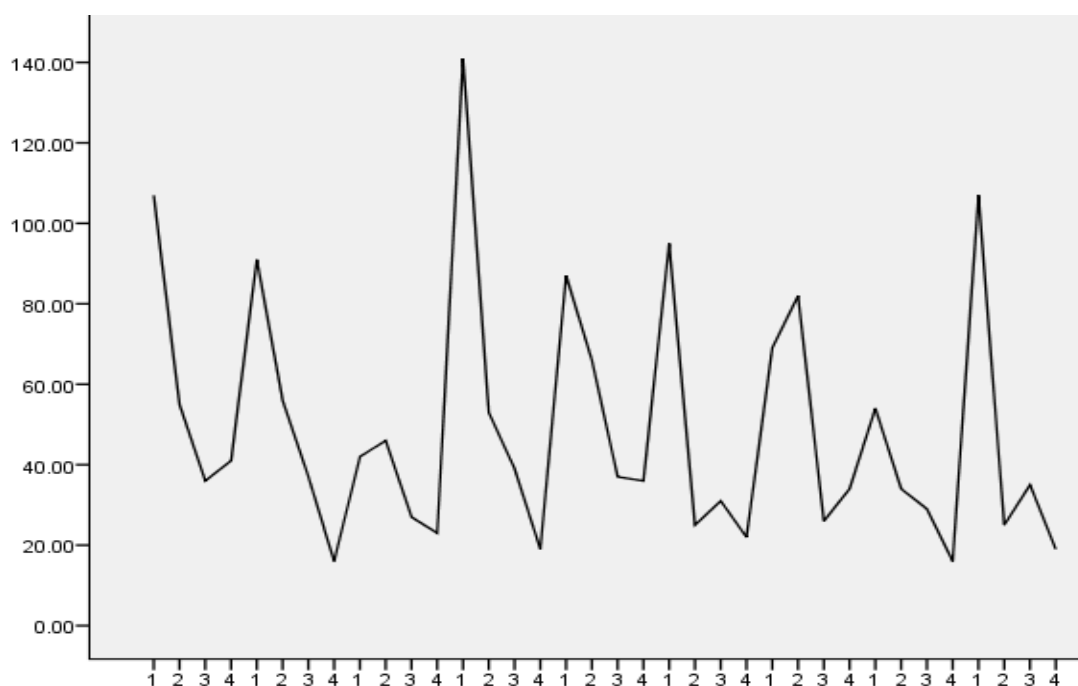


圖 4-5 S5 時間序列圖

S5 補救教學後立即測驗成績為 100 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 100 分，3 星期後維持期成績也是 100 分。根據班級導師反映，在實施電腦補救教學後，S5 對數學學習信心十足，期待數學成績更好，會主動演算題目，數學學習態度更加積極且數

學平時成績進步許多。

研究者在教學實驗中發現:

1. S5 電腦適性測驗自中級開始測驗，依測驗結果，從第 7 題組「買不同物品(加)剩?(減)」，結果未知」開始補救教學。

2. S5 在介入教學過程中，學習態度專注，對計時秒數相當在意，希望自己答題速度比同儕快。據觀察，其計算能力尚可，會計算的部分不倚賴計算機，會先動手算一次，再用計算機確定答案，電腦進階式課程軟體設計能激發 S5 的潛力使他有成就感。

3. 介入補救教學中段時，S5 已能從第 10、11、13 題組因字基模及 12、14 題組田字基模建構出二步驟加減法的概念。

## 六、S6 補救教學實驗結果與討論

S6 電腦適性測驗自中級開始測驗，測驗時間共 325 秒。圖 4-6 中較高處代表使用較多時間：

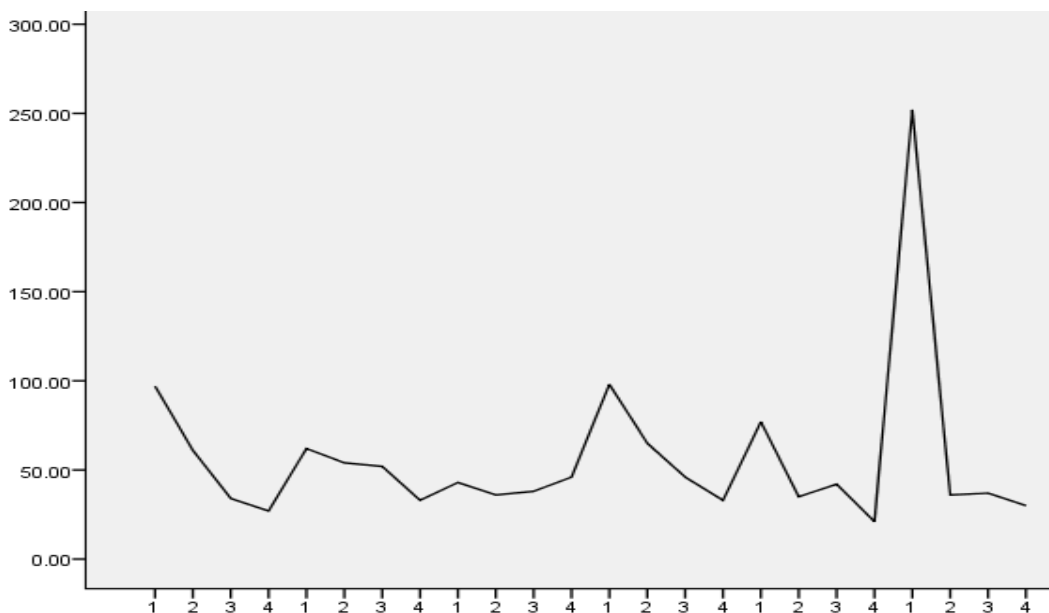


圖 4-6 S6 時間序列圖

S6 補救教學後立即測驗成績為 100 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 100 分，3 星期後維持期成績為 90 分。根據班級導師反映，S6 學習專注力不足，電腦補救教學可幫助 S6 更加專注，寫數學作業時較以往專心，會主動念出題目再列式，不再敷衍了事，

學習態度良好且數學平時成績進步許多。

研究者在教學實驗中發現:

1. S6 電腦適性測驗自中級開始測驗，測驗前四題均答對，因此從第 10 題組二步驟「買相同物品  $n$  件，給  $x$  元剩  $y$  元，物品一件？元，中間數未知(除)」開始補救教學。

3. S6 在介入教學後，對基模影像並基模圖反應熱烈，讀完題目或算完答案後會評論該物品太貴或太便宜，對題目表達許多意見，由此顯示生活化的題型對 S6 較具吸引力，能增強其學習數學的專注力，其列式速度亦有進步。

### 七、S7 補救教學實驗結果與討論

S7 電腦適性測驗自高級開始測驗，測驗時間共 126 秒。圖 4-7 中較高處代表使用較多時間：

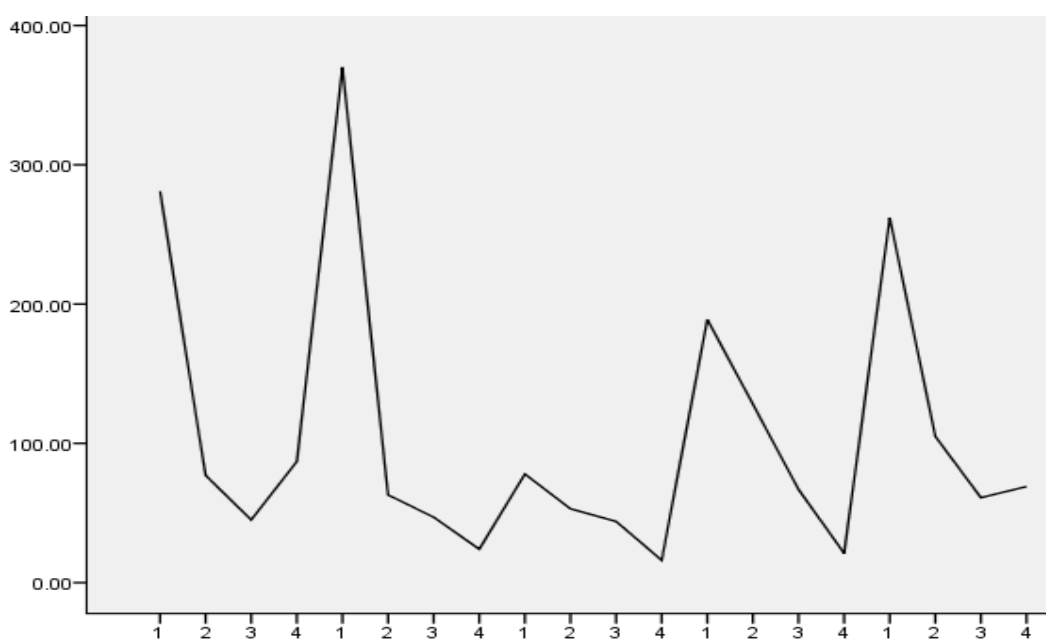


圖 4-7 S7 時間序列圖

S7 補救教學後立即測驗成績為 90 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 100 分，3 星期後維持期成績也是 100 分。據班級導師老師反映，在補救教學後，S7 對數學文字題乘法及除法概念較能清楚分辨，讀題時會先思考要使用哪種算式解題，其數學成績有明顯進步且期待再使用電腦學習數學。



研究者在教學實驗中發現:

1. S7 自第 14 題組開始教學，剛開始介入教學時，S7 看完基模圖之後能正確說出數人合買，每人出  $n$  元的乘法算式，與測驗結果相同，但題目出現除法均分的概念時，S7 思考了許久，再次觀看基模影像並展開基模圖，才稍具除法概念。

3. S7 學習到第 16 題組第 4 題時，雖然每題組文字題意不同，S7 已能理解合買及平分的概念，由此顯示出透過基模影像及田字基模圖教學，可幫助 S7 釐清題意，對除法的定義更加瞭解。

## 八、S8 補救教學實驗結果與討論

S8 電腦適性測驗自高級開始測驗，測驗時間共 544 秒。圖 4-8 中較高處代表使用較多時間：

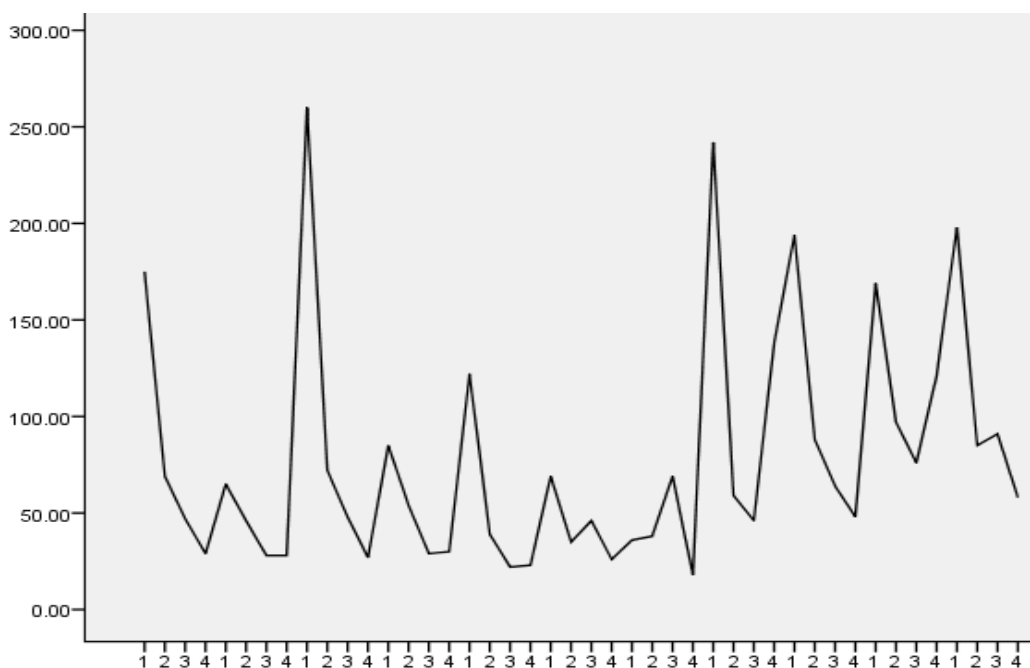


圖 4-8 S8 時間序列圖

S8 補救教學後立即測驗成績為 80 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 90 分，3 星期後維持期成績為 80 分。

研究者在教學實驗中發現:

1. S8 由第 8 題組「買相同物品  $n$  件(乘)，剩？，原數未知」開始補救教學，測驗顯示 S8 算術文字題的概念停留在加和減法，乘和除法的觀念模糊不清。

2. 教學一開始，S8 讀完題目未經思考就急於回答，加減乘除胡亂猜，經研究者提醒，先仔細看題目，耐心觀賞完影片和圖文再回答。S8 國語文能力弱，理解力慢，對於題目敘述冗長、解題步驟較多的題型就無法思考。經過多次教學後，S8 逐漸能從基模圖中建構解題的方式，基模圖文可幫助 S8 專注思考，提供思考的方向、列式的方式。

3. S8 在第 10 題組「買相同物品  $n$  件(乘)，剩？，中間數未知」第 1 題使用最多時間，第 10 題組出現中間數未知，S8 只會用乘法計算，經再次使用基模影像→基模圖文→基模影像之後，影像中顯示出 6 張門票的和基模圖中 1 張門票，S8 就能思考如何列式，使用除法來演算。

## 九、S9 補救教學實驗結果與討論

S9 電腦適性測驗自高級開始測驗，測驗時間共 176 秒。圖 4-9 中較高處代表使用較多時間：

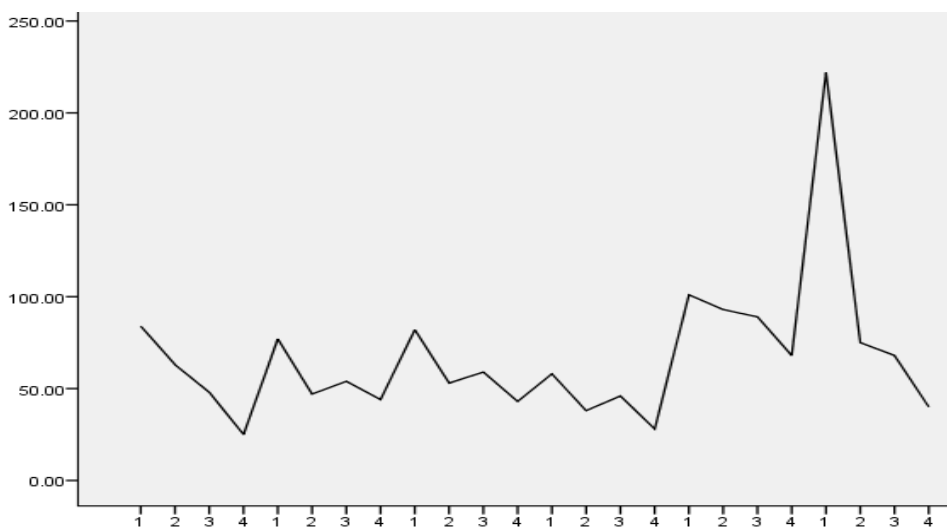


圖 4-9 S9 時間序列圖

S9 補救教學後立即測驗成績為 100 分，補救教學 1 星期後之後測成績為 90 分，3 星期後維持期成績為 80 分。

研究者在教學實驗中發現:

1. S9 自第 13 題組三步驟題「買不同物品每物品  $n$  件剩?(乘加減)，結果未知」開始補救教學。

2. S9 父母在夜市擺攤，生活化的買賣問題能引起共鳴，對教學基模影像相當感興趣。如:當畫面出現各種鞋型時，她會稱讚鞋子很漂亮，出現飲料店時，表示攤位隔壁也有飲料店，但賣得比較貴。

3. 介入教學第 14 題組「買相同物品  $n$  件(乘)，數人平分(除)，原數未知」，S9 看完基模圖後，能使用乘法先算出所有物品的費用，再用除法算出 1 件物品的價格。

## 十、S1 至 S9 使用時間統計

表 4-1 顯示 S1 至 S9 所使用時間，「電腦化適性測驗結合基模化影片及動態構圖系統教學」能使數學學習困難學生迅速達到該年級之平均水準。

表 4-1 S1 至 S9 使用時間統計

研究對象	性別	年級	測驗時間 (秒)	介入時間 (秒)	合計時間 (秒)	合計時間 (分)
S1	女	三	134	2083	2217	36.95
S2	男	三	91	2658	2659	44.32
S3	女	三	146	3439	3639	60.65
S4	男	四	168	1811	1979	32.98
S5	女	四	117	1758	1875	31.25
S6	男	四	325	1355	1680	28.00
S7	女	五	126	2115	2241	37.35
S8	男	五	544	3541	4085	68.08

## 伍、研究結論與建議

### 一、結論

受試者在經過「電腦化適性測驗結合基模化影片系統」解數學文字題的教學後，其學習成效皆有迅速明顯上升的趨勢。此外，受試者對於透過電腦來操作這套系統和其中多媒體的影片相當感興趣，藉由日常生活中的影片與數學文字題作連結，不但吸引他們的注意，同時讓他們不再對數學文字題感到排斥與畏懼。本研究所設計的金錢應用及消費相關的問題，都是與學習者日常生活有關；當學習任務與個人生活產生連結時，自然而然，所學習的內容對學習者而言就會有其意義存在。如此不僅可以提高學生的注意力，同時更可以提升學習者的學習興趣。透過這套電腦教學軟體，不僅讓他們對數學科重新找回學習的興趣，更讓他們在解數學文字題方面信心大增；尤其是在解數學文字題的列式方面，獲得了相當大的成就感；因此，這套教學軟體確實改變了他們對數學科的學習態度；同時，也提升了他們對數學科的學習興趣。

研究主要結論並條列如下：

(一) 實施「電腦化適性測驗結合基模化影片及動態構圖系統教學」能使數學學習困難學生迅速達到該年級之平均水準。

(二) 在維持期紙筆測驗上，學生的正確率均能維持，顯示基模化影片因強調文字題結構的理解，使學生熟練本研究之各種題型，因此可將解題基模類化至相同題型之題目。

(三) 施測教師認為基模圖有助於教師解說，對教導多步驟數學文字題有非常大的幫助，效果好且節省時間，值得推廣。

(四) 在情意態度方面，每位受試學生對基模化影片均極感興趣，本軟體貼近生活經驗，所以能引導學生學習興趣。

## 二、建議

(一) 進一步的研究為比較沒有電腦適性測驗下的補救教學，時間與成效與有電腦適性測驗下的差異。

(二) 本研究顯示每位受試對基模化影片均極感興趣，原因之一為主題與日常生活息息相關。建議將文字題的情境和日常生活相結合，將有助於學生對文字題的理解與推論。同時拍攝及設計更多金錢應用情境，讓學生有更多練習與模擬的機會。

(三) 本研究顯示基模圖有助於學生對多步驟文字題結構的理解，及提升其文字題解題能力，建議特教工作者可運用基模圖來教導學生多步驟文字題。

## 陸、參考文獻

古明峰(1999)。加減法文字題語意結構與問題難度及解題關係之探討。**新竹師院學報**，**12**，1-25。

朱經明(2008)。基模化電腦影片及動畫對聽障學生解算術金錢應用文字題成效之研究。**特殊教育學報**，**27**，31-52。

朱經明(2012)。學習障礙學生應用基模化影片解原數未知多步驟文字題成效之研究。**特殊教育與輔助科技學報**，**6**，7-12。

朱經明(2015)。情境式基模化影片輔助學習障礙學生解多步驟代數文字題成效研究。**國立臺灣科技大學人文社會學報**，**11**(2)，81-104。

朱經明、陳逸如(2010)。高職智能障礙學生應用基模化電腦影片解多步驟數學文字題成效之研究。**2010年中華民國特殊教育學會年刊**，163-179。

朱經明、陳瑞芬、和陳韻如(2014)。國小高年級普通班學生使用基模化影片系統解代數多步驟文字題成效之研究。**數位學習科技期刊**，**6**(4)，15-37。

朱經明、劉瑞強(2012)。國小輕度智能障礙學生應用基模化電腦影片解代數多步驟文字題成效初探。論文發表於中華溝通障礙學會主辦之「2012年國際手語暨溝通障礙學術研討會」，71—87，台北。273-282。

林原宏(1995)。國小高年級學生解決乘除文字題之研究—以列式策略與試題分析為探

- 討基礎。(未出版之碩士論文)。國立臺中師範學院，臺中市。
- 林碧珍(1991)。國小學童對於乘除法應用問題之認知結構。新竹師院學報，5，221-288。
- Airasian , P. W. , & Bart , W. M. (1973). Ordering theory: A new and useful measurement model. **Educational Technology**, **13**, 56-60.
- Bottge, B. A., & Hasselbring , T. S. (1999). Teaching Mathematics to Adolescents with Disabilities in a Multimedia Environment. *Intervention in School and Clinic*, *35* (2), 113-116.
- Bottge, B. A., Heinrichs, M., Chan, S.Y., Mehta, Z. D., & Watson, E. (2003). Effects of video-based and applied problems on the procedural math skills of average- and low-achieving adolescents. *Journal of Special Education Technology*, *18*(2), 5-22.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA :The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Wu, H. M., Kuo, B. C., & Yang, J. M. (2012). Developing a Knowledge Structure-based Computerized Adaptive Test System, *Educational Technology & Society*, *15*(2), 73-88.