

數位教材與電腦適性診斷測驗融入教學之探討 — 以國小六年級數學「縮圖、放大圖與比例尺」單元為例

林美秀
亞洲大學
資訊工程學系碩士生
shew7777@yahoo.com.tw

游棒權
國立台中教育大學
教育測驗統計研究所
uubbcc@yahoo.com

劉湘川
亞洲大學
生物資訊學系教授
lh@asia.edu.tw

曾彥鈞
國立台中教育大學
教育測驗統計研究所
yjtzeng@mail2000.com.tw

摘要

本研究目的是將數位教材與電腦適性測驗融入教學並評估其教學成效。研究範疇以國小六年級「縮圖、放大圖與比例尺」單元為主，研發以知識結構為基礎之教材，並建立結合「知識結構」與「貝氏網路」之電腦適性診斷測驗，且將之融入教學評量及補救模組，以診斷學生錯誤類型與子技能之有無。最後將自編的教材應用於團班教學，分析使用此教材的實驗組與使用傳統課程教材的控制組之教學成效差異，研究結果摘要如下：

- 一、前測後發現實驗組團班學生，其教學後的前測成績優於控制組團班學生，表示此套指導教材提昇學習成效顯著高。
- 二、後測後發現使用此套補救教材補救的實驗組學生，其補救教學後的後測成績優於控制組學生，顯示此套補救教材補救成效顯著高。

關鍵字：縮圖、放大圖與比例尺、知識結構、貝氏網路、電腦適性診斷測驗

1. 緒論

1.1 研究動機與背景

根據研究者在教育第一現場多年的經驗，發現九年一貫課程的實施數學領域的教學時數明顯降低，教師在每週數學授課時4節的時間限制內，需完成教學、評量、補救教學，並實現九年一貫課程「把每一位學生帶上來」(國民中小學九年一貫課程綱要，2003)的理想可說是艱困工作。

郭伯臣(2003)指出教師進行評量容易遇到

的問題，主要分為三方面：1. 診斷測驗的編製，2. 施測後測驗的記分和紀錄，3. 如何根據測驗結果進行適當的補救教學。從許多研究可發現，科技的發展為此開啟另一扇解決之門。有學者結合貝氏網路與知識結構理論發展能同時診斷學生子技能與錯誤類型的電腦適性診斷測驗系統，稱之為BNAT(黃秋蓉，2007)

放大、縮小與比例尺的概念應用於日常生活中相當頻繁。吳宜靜(2003)指出在教學現場中，以為「縮圖與放大圖」的課程對於高年級學童是容易接納的生活化題材，配合既有的平面幾何基礎，應有不錯的學習表現，實則不然。而林碧珍(1993)在其輔導教學的經驗中也發現此單元讓小學教師深感困擾。

基於上述緣由本研究嘗試配合教育部頒布之九年一貫數學能力指標6-s-02，擬以幾何範疇的國小六年級「放大、縮小與比例尺」單元為例，並以此單元常發生的錯誤類型為診斷單位，採用以機率推論為基礎的貝氏網路作為分析工具，研究一套以「知識結構」為基礎的數位教學教材，將其與以「知識結構」與「貝氏網路」為基礎的BNAT電腦診斷測驗系統融合於教學實驗中，從教學、評量以及補救教學活動，評估此模式的教學成效。期許此自編教材能輔助教師快速而有效的找出學生的錯誤類型與迷思概念，以提高學生學習的興趣與效率。

1.2 研究目的

(一)編製「縮圖、放大圖與比例尺」單元之數位指導教材、電腦適性測驗。

(二)探討「縮圖、放大圖與比例尺」單元在不同的教學指導模式下學生學習成效的差異。

2. 文獻探討

2.1 縮圖、放大圖與比例尺教材相關內容分析

比、比值和比例性質是屬於數量關係的概念，而比例尺的意義、擴大圖、與縮小圖性質是屬於圖形與空間的概念（劉祥通、周立勳，1999）。比、比值和比例概念是比例尺的上位概念，其學習概念如圖 1，所以學童對於比、比值和比例等概念的認知，對於學童學習比例尺概念有絕對的影響（邱榮輝，2008），圖 2 指出縮圖、放大圖與比例尺之教材地位。

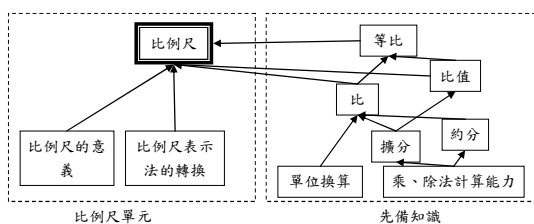


圖 1 比例尺學習概念關係圖

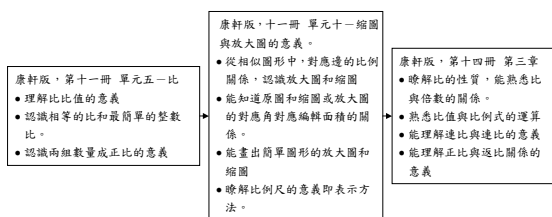


圖 2 「縮圖、放大圖與比例尺」的教材地位(取於康軒版教學指引)

2.2 結合知識結構與貝氏網路之電腦化適性測驗系統

本研究所使用之電腦化適性測驗系統是結合知識結構與貝氏網路建構而成。此系統由郭伯臣與曾彥鈞（2006）研發，簡稱 BNAT（Bayesian Network Based Adaptive Test）的電腦適性診斷測驗暨學習系統，此系統是結合知識結構與順序理論（ordering theory, OT）建立試題結構，並以貝氏網路的機率推理為基礎，用以作為適性診斷的測驗工具。此系統電腦選題策略依據試題結構理論，並採用以機率推理為基礎的貝氏網路作為分析工具，辨識學生作答反應後所具有的子技能以及所犯的錯誤類型。

此測驗系統適性測驗選題策略簡介如下：郭伯臣（2004）研究中提出根據知識或試題結構中各種相關概念間上下位的次序關係，來減少施測題數。電腦適性測驗選題是根

據受試者答對答錯的情形，依序自上位節點到下位節點選擇題目，學生若答對上位節點，系統則預測下位節點概念皆能理解而結束施測，藉此達到節省大量試題、精確分析受試者錯誤概念的目的（黃碧雲，2005）。例如下圖 3 知識結構圖，A 為最上位試題，倘若 A 題答對，則代表下位概念的試題 B 到 I，都可省略不必施測。但倘若 A 題答錯，則必須施測 B、C 二題，以了解學生之迷思概念。倘若 B 對 C 錯，則僅需再施測 G、H、I 三題，因此就可以節省 D、E、F、J、K、L、M、N、O 九題的施測時間。

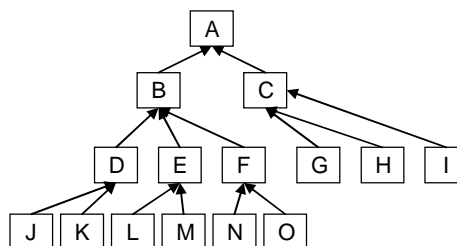


圖 3 以知識結構為基礎之電腦適性測驗選題概念圖

2.3 貝氏網路

BNAT 是利用貝氏網路診斷錯誤類型與子技能。貝氏網路屬於判斷分析工具。它是一種圖型模式，將所有的隨機變數與變數之間的相互關係，藉由圖型的方式將這些變數的節點表達出來（黃河銓，謝福明，2007）。貝氏網路是結合貝氏機率理論與圖形模式所發展出來的知識表示方式，藉由節點、連結與條件機率表三部分，呈現出知識中的不確定性和交互關係（Heckerman & Michael, 1995; Bouissou et al., 1999）。教育測驗上藉由貝氏網路能推論學生學習上基礎的行為預測，即可以從學生先前的學習經驗與軌跡進行可能性的評估，達到幫助學生與老師更清楚整個學習過程發展的可能性。

2.4 補救教學

林立敏、白曉珊、郭伯臣、劉育隆（2007）指出適性補救教學可分為二種：其一為以電腦為基礎之適性補救教學，另一則是以教師為基礎之適性補救教學。

邱靖惠（2008）指出電腦輔助教學模式是近幾年來漸漸被使用的一種補救教學模式，因其除了較容易施行外，尚且可以達到適性化的

功能。研究指出老師適當的介入，給予線索、協助探索，是有正面的教育意義的。其一，可以減少學生的嘗試錯誤率；其二，減少浪費太多的時間；其三，讓學生能朝正確的歷程邁進。

為了達到教學、評量的數位化，本研究實驗組教學結合電腦和教師對學生進行適性補救教學，學生在此補救的模式下，可以分析學習問題、解決學習問題、增進學習概念的認知，學生不單是科技的使用者，亦是「善用科技的生產者」(Sherwood, 1999；顏永進、何榮桂, 2001)

3. 研究方法與步驟

3.1 研究對象

(一)預試階段

已學過「縮圖、放大圖與比例尺」單元之六年級學生，共 315 個學生，有效樣本總計 303 人。

(二)教學實驗階段

台中縣某國小六年級的五個班級學生，其中三班為實驗組，使用自編教材進行教學；另二班為對照組，依現行教材實施教學。

3.2 研究流程

首先探討文獻歸納出相關子技能、學生可能發生之錯誤類型(如附錄 1)，同時統整能力指標 (Indicator)、子技能 (Skill)、錯誤類型 (Bug) 與試題 (Item)，建立相關連線，建構貝氏網路圖，貝氏網路圖(如附錄 3)。接著建立本單元的專家知識結構，以此知識結構設計適性測驗試題，其編製劃分成二步驟；第一步驟是編製以專家知識結構為基礎的紙筆預試測驗試題，完成預試診斷測驗試題的編製後，選擇 312 名學生實施紙筆測驗。再經由人工閱卷和電腦處理將受試者資料和作答情形的對錯轉成 0、1 二元計分資料，用 Microsoft Excell 建檔。將 OT 閥值設成 .0.04 執行資料檔和格式檔產生試題關連結構圖，藉此圖分析出學生試題結構表(如附錄 2)。紙筆預試的資料藉由軟體分析，可測得之每一試題的選項誘答率、信度、難度、鑑別度、將其分析出的結果，用以修正試題難易度，以信度佳的試題做為設定適性測驗的選題順序，降低施測時間。第二步驟是待預試結果分析出學生知識結構後，再以此結構建立電腦化適性診斷測驗。

最後建置電腦適性測驗題庫以供實驗使用。另外，參閱學生知識結構、專家知識結構及相關專家意見編製成補救教學結構，進而開發數位補救教學指導教材，供實驗組的教學使用。最後將其所得資料加以整理、分析。研究流程如圖 4 所示

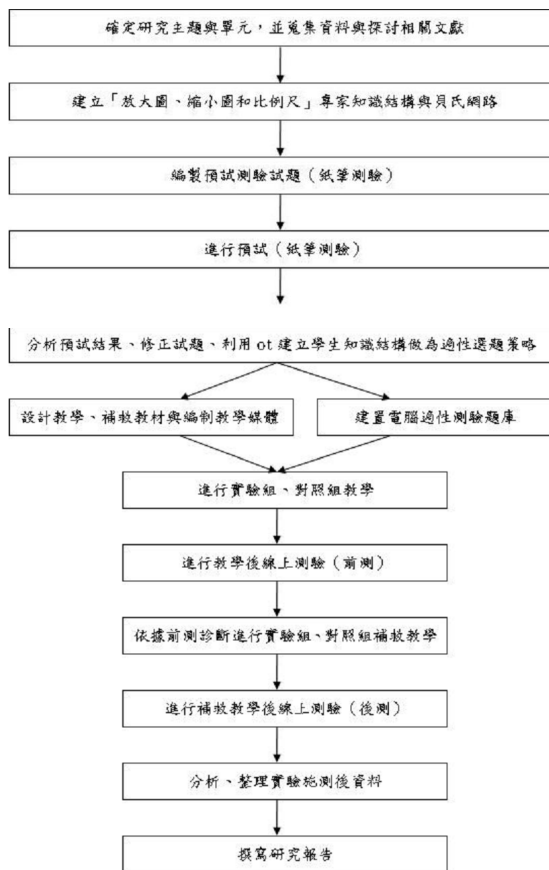


圖 4 研究流程

3.3 研究工具

(一)起點行為測驗試卷

為確保在研究過程中實驗組與對照組之組間樣本程度相同，研究者在數位專業的國小老師支援下，共同編製出符合六年級數學領域能力指標的期中考測驗試卷，讓實驗對象施測，並以此測驗結果確定實驗模組間的同質性。

(二)數位指導教材

本實驗所需的教材有教學及補救教材，其編製方法詳述如下：

1. 教學教材:以專家知識結構為基礎，設計教學上課用的教材，包含教師用的教學手

冊、上課簡報檔、學生單元講義。

2. 補救教材: 首先用 OT 分析「縮圖、放大圖與比例尺」單元紙筆測驗預試結果的二元資料，產生了本單元學生試題結構。接著以學生試題結構為主，參考專家知識結構及相關文獻，制訂補救教學結構。依此補救教學結構為基楚，設計補救教學手冊、多媒體教材及學生補救加油手冊。

(三) MATLAB 軟體

MATLAB 是一套非常完善的矩陣運算指令的數學軟體，現在已成為系統模擬，數位訊號處理的標準語言，是一個數值分析模擬軟體，不僅在外在圖形影像上的處理相當強大，數值分析能力亦具相當高的水準。其應用領域主要囊括矩陣理論(Matrix Theory)，線性代數(Linear Algebra) 及 數 值 分 析(Numerical Analysis)等課程。

(四) EXCEL 軟體

Excel 軟體是由微軟公司(Microsoft)所推出之 Microsoft Office 的產品之一。

其功能不僅提供資料的建檔，在函數的應用、公式的建立、統計圖表繪製皆可處理，另外還提供資料的查詢、排序及資料轉換。本研究採用 Excel 進行施測資料的建立、分析。

(五) SPSS 統計套裝軟體 (12.0 for Windows)

SPSS 是一套社會科學統計軟體程式，由芝加哥大學的 Nie, Hull, Jenkins 和 Steinbrenner 與艾伯塔大學的 Bent 發展出的資料處理套裝軟體程式，它可以處理描述性的單變項統計、多變項統計和無母數等統計方法。本研究利用 SPSS 統計套裝軟體進行共變數分析

(六) 貝氏網路測驗分析軟體

貝氏網路分析透過郭伯臣、謝典佑(2007)設計的 Bayes Net Toolbox for Matlab 之相關函數、TASBN(Test Analysis Software based on Bayesian Network) 工具箱，Kevin Murphy(2004)設計，三者整合成一完整程式，由資料中的能力指標 (Indicator)、子技能 (Skill)、錯誤類型 (Bug) 與試題 (Item) 的對應來找出貝氏網路模式之最佳辨識率。

(七) 電腦適性診斷測驗暨學習系統

BNAT (Bayesian Network based Adaptive Test)，是由郭伯臣、曾彥鈞(2007) 所架設之貝氏網路線上測驗平台。此平台依據貝氏網路為基礎來進行電腦診斷測驗和補救教學實驗。

3.4 實驗設計

採準實驗方法，實驗時間為 2008 年 11 月，為期約 1 個月。其實驗流程之步驟及說明如下：

步驟一：分析起點行為

步驟二：分組進行教材內容教學
(160 分鐘)

步驟三：說明 BNAT 電腦化適性測驗系統使用方法(10 分鐘)

步驟四：進行 BNAT 前測電腦化適性線上診斷測驗 (40 分鐘)

步驟五：分組進行補救教學 (40 分鐘)

步驟六：進行 BNAT 後測電腦化適性線上診斷測驗 (40 分鐘)

為了解實驗對象意指學生的程度的差別性，因實驗時間適逢期中評量，故首先以學生期中考評量成績進行起點行為分析。接著實施分組教學，將實驗對象分成實驗組與對照組兩組，實驗組採用研究者設計的自編數位指導教材進行教學，對照組則採用一般學校上課的教材實施教學，之後分別使用 BNAT 系統進行前測，由於學生第一次使用此系統，所以施測前先進行 10 分鐘的系統使用說明，使學生清楚線上答題操作介面。

步驟五是在學生完成電腦化適性線上診斷測驗之後，老師依據學生 BNAT 學習診斷報告書上顯示的錯誤概念實施補救教學，實驗組在此步驟補救教材使用自編補救教材，控制組則使用一般補救教材教學，接著再進行步驟六，利用 BNAT 系統進行後測。實驗的結果可從前後測驗的成績來評估實驗組、控制組不同補救教學模式成效。實驗流程如圖 5

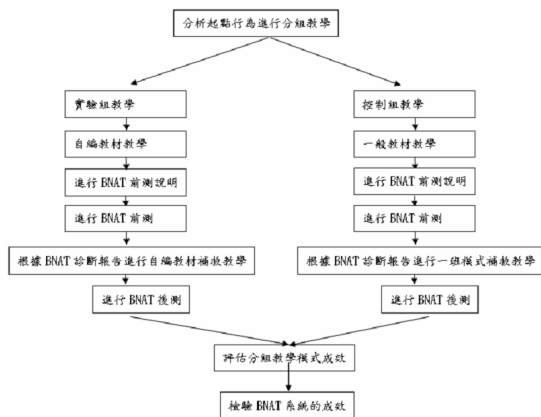


圖5 分組教學實驗流程圖

4. 研究結果

4.1 數位指導教材的研發成果

本研究在「縮圖、放大圖與比例尺」單元編製的數位指導教材包括教學手冊、單元講義、教學媒體、學生加油手冊與補救媒體教材等。如圖6、圖7、圖8。

活動二：認識放大圖
重點8：找任意圖形的放大圖
(建議教學時間：8分鐘，配合單元講義第17-19頁)

教學歷程	教學時間	教學媒體
<p>一、觀念導入</p> <p>① 師：如何找出依原圖放大的圖形？ 師：放大由上題可知圖的水平方向長度放大倍數和垂直方向長度的放大倍數會一樣，且其對應邊長比值大於1。</p> <p>② 師：所以方法是找出水平方向放大倍數、找出垂直方向放大倍數。如果水平方向放大倍數=垂直方向放大倍數，此圖就是放大圖。找出兩組對應邊長的放大倍數一樣的圖形，即可找出應原圖的放大圖。</p>	2'	教學媒體 08
<p>二、布題</p> <p>① 下圖中，哪一個三角形是甲的放大圖？(答案是戊)</p> <p>【詳解】</p> <ol style="list-style-type: none"> 放大圖的水平方向長度放大倍數和垂直方向長度的放大倍數會一樣，且其對應邊長比值大於1 水平方向長度：戊圖是6格、甲圖是3格，戊圖是甲圖的$6 \div 3 = \frac{6}{3} = 2$，戊圖是甲圖的2倍。 垂直方向長度：戊圖是6格、甲圖是3格，戊圖是甲圖的$6 \div 3 = \frac{6}{3} = 2$，戊圖是甲圖的2倍。 戊圖是甲圖的2倍放大圖。戊圖是甲圖的$6 \div 3 = \frac{6}{3} = 2$，戊圖是甲圖的2倍。戊圖是甲圖的$6 \div 3 = \frac{6}{3} = 2$，戊圖是甲圖的2倍。戊圖是甲圖的2倍放大圖。 	3'	

圖6 教學教案「觀念導入」頁面擷取

圖7 教學媒體重點17 觀念導入畫面

圖8 重點17 多媒體補救教材畫面

4.2 電腦適性診斷測驗結果

學生完成所有試題測驗後，系統會顯示學習診斷結果報告包括成績，作答時間，百分等級，並利用貝氏網路診斷出學生發生的錯誤類型和子技能。此部份之成果囊括如圖9、10、11、12。

圖9 學習診斷報告首頁

學習診斷報告的首頁會列出學生個人的基本資料。

本單元學習記錄			
國指教材 數學 第12冊第1單元【縮圖、放大圖與比例尺】			
次數	測驗日期	測驗時間	百分等級
卷1	2008-11-20, 10:35	1747	76
卷2	2008-11-21, 10:31	1562	85

圖 10 測驗記錄

單元學習紀錄會列出卷 1(前測)、卷 2(後測)的成績、測驗日期、施測所花的時間。

概念診斷報告			
【國指教材 數學 第12冊 第1單元 縮圖、放大圖與比例尺】			
說明：◎表示通曉該概念；X表示需補救該概念。			
錯誤類型	診斷結果		教學 動畫
	卷1	卷2	
錯誤01 不瞭解對應角對應的概念	◎	◎	無
錯誤02 相似圖對應角大小概念不清	◎	◎	無
錯誤03 不瞭解對應邊對應的概念	◎	◎	無
錯誤04 比例項前後錯置	◎	◎	無
錯誤05 以原圖邊的長度當成對應邊的長度	◎	◎	無
錯誤06 邏輯順序推測	◎	◎	無
錯誤07 以對應邊長縮放倍數當對應邊長度	◎	◎	無
錯誤08 對應邊倍率錯誤，相似圖對應邊概念乘除用錯	◎	◎	無
錯誤09 水平或垂直方向縮放倍率不一樣	◎	◎	無
錯誤10 誤認原因：不清楚縮放倍數的對應關係	◎	◎	無
錯誤11 混淆邊長縮放倍數計算方法	◎	◎	無
錯誤12 誤解面積放大倍數計算方法	X 查閱	◎	無
錯誤13 不懂題意，任意用題幹數字、運算符號運算	X 查閱	◎	無
錯誤14 誤解面積縮小倍數計算方法	X 查閱	◎	無

圖 11 錯誤類型診斷報告

錯誤類型診斷報告會列出各次測驗結果的錯誤類型發生情形，可以清楚的看出卷 1、卷 2 錯誤類型進步狀態，並提供受測者可以查詢錯誤之題目。

技能與概念	診斷結果		教學 動畫
	卷1	卷2	
概念01 找相似圖對應角	◎	◎	動畫01
概念02 找相似圖對應角的大小	◎	◎	動畫02
概念03 找相似圖對應邊	◎	◎	動畫03
概念04 找相似圖對應邊的長度對應比例	◎	◎	動畫04
概念05 找相似圖對應邊的長度	◎	◎	動畫05
概念06 找出相似圖	◎	◎	動畫06
概念07 知道放大圖的意義	X	X	動畫07
概念08 找任意圖形的放大圖	X	◎	動畫08
概念09 給任意圖形列放大比例	X	◎	動畫09
概念10 求放大圖和原圖面積的倍數比	X	◎	動畫10
概念11 給原圖面積求放大圖面積	X	◎	動畫11

圖 12 子技能診斷報告

子技能診斷報告會列出各次測驗的概念達成情形，讓受測者比較卷 1、卷 2 概念是否有進步。

4.3 自編數位教材之教學成效

本研究之教學成效分成兩個方向，首先比較自編教材與傳統教材之指導教學成效差異，接著比較自編教材與傳統教材之補救教學成效差異。

(一) 自編教材與傳統教材之指導教學成效差異

進行共變數分析之前須通過迴歸係數同質性檢定，將起點測驗作為共變量，前測成績作為依變數，其檢定結果如表 2。表 1 為受試者起點成績與前測成績的描述性統計。

表 1 起點與前測成績統計表

分組	平均數		標準差		個數	
	起點 測驗	前測	起點 測驗	前測	起點 測驗	前測
控制組	81.23	66.10	16.752	9.885	69	69
實驗組	78.45	71.09	20.497	12.661	91	91

表 2 實驗組及控制組起點分數之組內迴歸係數同質性檢定摘要表

依變數：前測分數

來源	型	平方	自由	平均平	F 檢	顯著
分組*起點	和	和	度	方	定	性
分組*起點	18.089	1	18.089	.154	.696	
分數						
誤差	18365.141	156	117.725			

由表 2 的結果 $F = 1.54$; $p = .696 > .05$ ，未達顯著，接受虛無假設，表示二組迴歸線的斜率相同，符合共變數分析中組內迴歸係數同質性之基本假定，繼續進行單因子共變數分析。輸出結果如表 3、表 4：

表 3 實驗組及控制組前測分數之單因子共變數分析摘要表

依變數：前測分數

來源	型	平方	自由	平均平方	F 檢	顯著性
分組	和	和	度	和	定	性
分組	1220.199	1	1220.199	10.421	.002	
誤差	18383.230	157	117.091			

表 4 實驗組及控制組前測分數之事後比較摘要表

依變數：前測分數

組別	平均數	平均數差 異(I-J)	標準誤	顯著性 (a)
控制組 (I)	65.758 ^a			
實驗組 (J)	71.349 ^a	-5.591(*)	1.732	.002

a. 使用下列的值評估模型中的共變量：起點分數 = 79.65。

在排除起點行為對前測成績之影響後，從表 3 中得知， $F = 10.421$ ， $p = .002 < .05$ ，達顯著差異，表示受試學生的前測成績會因教材的不同而有所差異。單因子共變數分析調整後的平均分數，從表 4 中得知，實驗組為 71.09 分，高於控制組的 66.10 分，且達顯著差異，證明實驗組的成績優於控制組。

(二) 自編教材與傳統教材之補救教學成效差異

本研究安排兩組學生，以不同之補救教材進行教學實驗，為避免實驗誤差，故以兩組之前測成績為共變數，進行共變數分析，表 5 為受試者前測成績與後測成績的描述性統計。

表 5 實驗組及控制組之前測、後測成績平均分數表

分組	平均數		標準差		個數	
	前測	後測	前測	後測	前測	後測
控制組	66.10	66.30	9.885	10.867	69	69
實驗組	71.09	83.19	12.661	12.195	91	91

為了要將前測成績可能造成的影響加以排除，故進行共變數分析，而進行共變數分析之前須通過迴歸係數同質性檢定，將前測成績作為共變量，後測成績作為依變數，其檢定結果摘要表如表 6：

表 6 實驗組及控制組前測分數之組內迴歸係數同質性檢定摘要表

依變數：後測分數

來源	型平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
分組*前測分數	94.647	1	94.647	.948	.332
誤差	15580.196	156	99.873		

由表 6 結果發現 $F = .948$ ； $p = .332 > .05$ ，未達顯著，接受虛無假設，表示二組迴歸線的斜率相同，符合共變數分析中組內迴

歸係數同質性之基本假定，繼續進行單因子共變數分析。輸出結果如表 7 到表 8：

表 7 實驗組及控制組後測分數之單因子共變數分析摘要表

依變數：後測分數

來源	型平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
分組	7648.345	1	7648.345	76.606	.000
誤差	15674.843	157	99.840		

a. R 平方 = .519 (調過後的 R 平方 = .513)

表 8 實驗組及控制組後測分數之事後比較摘要表

依變數：後測分數

組別	平均數	平均數差異 (I-J)	標準誤	顯著性 (a)
控制組 (I)	67.784 ^a			
實驗組 (J)	82.065 ^a	-14.280(*)	1.632	.000

a. 使用下列的值評估模型中的共變量：前測分數 = 68.94.

在排除前測成績對後測成績之影響後，組別對後測成績的影響效果檢定，從表 7 中得知， $F = 76.606$ ， $p = .000 < .05$ ，達顯著差異，表示受試學生的後測成績會因補救教材的不同而有所差異。單因子共變數分析調整後的平均分數，從表 8 中得知，實驗組為 83.19 分，高於控制組的 66.30 分，且達顯著差異，證明實驗組的補救教學成績顯著優於控制組，表示此二種補救教學的成效有所不同，實驗組的補救分數有明顯的進步。

5. 結論與建議

5.1 結論

實驗組接受此套數位指導教材指導後，該組學生的成績在教學指導後的前測成績、補救教學後的後測成績都有明顯的進步，且達顯著水準；證明此數位指導教材的確具學習與補救教學效果。

5.2 建議

(一) 本研究紙筆預試人數為 312 人，且對象均

選台中縣某一國小學，可能會影響學生知識結構與測驗常模之代表性，後續研究可將測驗樣本擴展到不同區域，不同類型的學校，可使題庫所依據的學生知識結構更具有代表性，電腦化適性測驗應可獲得更準確的結果。

- (二)本教學實驗限於時間、人力，實驗對象以台中縣某一國小學生為主，具有地區侷限，因此對實驗結果的推論有所限制，建議後續研究可選擇其他地區進行教學實驗，以更深入了解此套教材之可行性。
- (三)教材設計上，教學媒體的設計須力求畫面活潑生動、文字介紹宜簡明扼要，增加互動問題的提問，可更加深教學的互動性，提高學生學習興趣，陳述不宜冗長，以免影響學生學習耐心。
- (四)選擇題線上測驗方式在評量學習仍有一限制，例如縮圖、放大的繪圖。建議爾後的研究能在適性測驗系統增置操作式題型與填充題型。

未來，本研究之教材與補救教學模式設計可作為學校數學教學實施之參考。

參考文獻

- [1] 吳宜靜(2003)。八二年版國一學生縮圖與放大圖繪製之概念與表現。國立臺南大學應用數學研究所碩士論文，未出版，台南市。
- [2] 林碧珍(1993)。兒童「相似形」概念發展之研究—長方形。國立新竹師院學報，6，333-337。
- [3] 邱靖惠(2008)。應用貝氏網路進行國中地理「台灣天氣與氣候」單元之學習診斷測驗編製及適性補救教學設計。亞洲大學資訊工程學系碩士論文，未出版，台中縣。
- [4] 郭伯臣(2003)。國小數學科電腦化適性診斷測驗(I)。行政院國家科學委員會專題研究計畫報告(報告編號：NSC-91-2520-S-142-001)。
- [5] 郭伯臣、李俊儀、許雅菱、林文質(2005)。以證據為中心的數學評量設計—以貝氏網路為例。全國科學教育年會。
- [6] 黃河銓、謝福明(2007)。以情境感知建構適性化學習風格之行動學習系統。網路教學與數位學習技術。台灣國際網路研討會，國立台灣大學。
- [7] 黃秋蓉(2007)。結合不同貝氏網路之診斷測驗及補救教學系統研發—以「圓周長」和「圓面積」為例。亞洲大學資訊工程學系碩士論文，未出版，台中縣。
- [8] 黃碧雲(2005)。以能力指標結構為基礎的電腦適性測驗編製及動畫補救教學之應用—以國小數學領域四年級能力指標。國立台中師範學院數學教育學系碩士班碩士論文，未出版，台中市。
- [9] 劉祥通、周立勳(1999)。國小比例問題教學實踐課程之開發研究。國立台中師範學院數理學報，3(1)，3.1-3.25。
- [10] 顏永進、何榮桂(2001)。資訊科技融入學習領域設計策略初探，資訊教育課程設計，師大書苑，台北。
- [11] Bouissou, M., Martin, F. and Ourghanlian(1999). A. ,Assessment of a Safety-Critical System Including Software: A Bayesian Belief Network for Evidence, *IEEE Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium*,142-150.
- [12] Heckerman, D. and Wellman M.(1995). Bayesian Networks,*Communication of the ACM*,38(3), 27-30.
- [13] Sher`wood, S. (1999). From computer lab to technology class: A formula for transformation. *Learning & Leading with Technology*, 27(3), 28-31.
- [14] Vomlel, J. (2004).Building Adaptive Tests Using Batesian Networks, *Kybernetika*, 40(3), 333-348.

附錄 1 表一 「縮圖、放大圖與比例尺」能力指標、子技能、單元錯誤類型表

能力指標	編號	子技能	代號	錯誤類型
6-s-02 能認識 平面圖 放大、 縮小對 長度、 角度與 面積的 影響， 並認識 比例 尺。	S1	找相似圖對應角	B1	不瞭解對應角對應的概念；
	S2	找相似圖對應角的大小	B2	對相似圖對應角大小概念不清；
	S3	找相似圖對應邊	B3	不瞭解對應邊對應的概念；
	S4	找相似圖對應邊的長度對應比例	B4	比例項前後錯置
	S5	找相似圖對應邊的長度	B5	以為原圖邊的長度當成對應邊的長度
	S6	找出相似圖	B6	邏輯順序推測
	S7	知道放大圖的意義	B7	以對應邊邊長縮放倍數當對應邊長度
	S8	找任意圖形的放大圖	B8	對應邊倍率錯誤，相似圖對應邊概念乘除用錯
	S9	給任意圖判別放大比例	B9	水平或垂直方向縮放倍率不一樣
	S10	求放大圖和原圖面積的倍數比	B10	誤認原圖；不清楚縮放倍數的對應關係
	S11	給原圖面積求出放大圖面積	B11	混淆邊長縮放倍數計算方法
	S12	知道縮小圖的意義	B12	誤解面積放大倍數計算方法；
	S13	找任意圖形的縮小圖	B13	不懂題意，任意用題幹數字、運算符號運算
	S14	找任意圖形的縮小圖給任意圖判別縮小比例	B14	誤解面積縮小倍數計算方法；
	S15	求縮小圖和原圖面積的倍數比	B15	誤解比例尺圖例概念
	S16	給原圖面積求出縮小圖面積	B16	長度單位引用、換算錯誤
	S17	能由比例意義認識比例尺表現方式	B17	三角形面積公式引用錯誤
	S18	用比例尺算出實際長度	B18	面積單位引用錯誤
	S19	用比例尺算出放大圖面積		
	S20	用比例尺算出縮圖長度		
	S21	用比例尺算出縮圖面積		

附錄 3：貝氏網路圖

