

連結不同知識結構之電腦適性學習系統研發

林立敏 郭伯臣 曾筱倩 王雪芳

台中教育大學教育測驗統計研究所

dewlin159@yahoo.com.tw

摘要

在適性測驗的趨勢下，以獨立單元之知識結構為基礎的適性測驗，已發展相當完整與成熟，鑑於此，本研究以國小五、六年級數學領域「因數與倍數」主題為例，嘗試擴大施測範圍，結合因數與倍數相關能力指標，利用連結定錨試題估計學生試題結構，研發電腦適性學習系統為研究工具，評估連結不同知識結構進行適性測驗的可行性與成效，最後並實作測驗，進行補救教學，探討適性補救教學之效果。

研究結果發現：

1. 連結不同知識結構之電腦適性學習系統成效良好。與紙筆測驗相較，適性測驗確實可以節省試題，節省施測時間，具有適性化與個別化的功能。而適性補救教學提供概念診斷報告，可讓教學者、學習者進行有效率之補救教學。
2. 連結不同知識結構適性測驗的預測精準度平均值可達 93.11%，平均施測題數為 30 題，平均節省題數為 18 題，精準度高。
3. 全體受試者經過電腦適性補救教學，後測平均成績有明顯進步且統計結果均達顯著水準($t=5.268$, $p<.001$)，而低分組進步明顯優於中分組、高分組。

關鍵詞：適性測驗、補救教學、定錨試題

1. 前言

本研究旨在研發連結不同知識結構之電腦適性學習系統，此系統分為兩部分，第一部分是「連結不同知識結構之適性測驗」，第二部份是「適性補救教學」。

1.1 研究動機

國內多項適性測驗研究顯示電腦化適性診斷測驗可以節省測驗題數、施測時間與人力，且施測結果皆可達到百分之九十以上之精準度[17][18]。

以獨立單元之知識結構為基礎的適性測驗，已發展相當完整與成熟[10][15]，鑑於此，本研究以國小五、六年級數學領域因數與倍數主題為例，嘗試結合因數與倍數相關之能力指標分年細目 5-n-03、6-n-01、6-n-02，研發電腦適性學習系統為研究工具，利用定錨試題的連結，估計學生知識結構，探討連結不同知識結構進行適性測驗的可行性與成效。

在學生進行電腦適性測驗後，根據概念診斷報告進行電腦適性補救教學，提供電腦多媒體動畫即

時回饋，由下位概念至上位概念「循序漸進」補救，有效幫助學生進行概念澄清，達到補救教學目標。

1.2 研究目的

基於上述，本研究之目的如下：

1. 研發連結不同知識結構之電腦適性學習系統，以國小五、六年級「因數與倍數」能力指標為例。
2. 評估連結不同知識結構電腦適性測驗之成效。
3. 探討適性補救教學之成效。

2. 文獻探討

2.1 電腦適性學習系統之研發

本研究之電腦適性學習系統的作業平台為 Linux 系統，運用主從式架構(Client-Server)理論，[14]，建置於網際網路當中，利用存取方便、不受距離影響的網際網路測驗，以下逐一說明系統。

2.1.1 主從式架構

主從式(Client-Server)架構適合大型或十分忙碌的環境，特點是使用者的權責劃分清楚，可以集中管理。本研究運用三層式(3-tier)的架構來建置系統，包括使用者介面(Client)、伺服器端(Server)與中介層[16][21]。如圖 1 所示，「使用者介面」由網際網路的瀏覽器呈現，沒有任何邏輯判斷，只能接收使用者的資料輸入及顯示結果；「應用伺服器」由 Apache 伺服器與撰寫網頁程式語言 PHP 所組成；「應用資料庫」則由 MySQL 使用結構化查詢語言來處理輸入之資料，也就是利用一些簡單的語句構成基本的語法來存取資料庫內容。

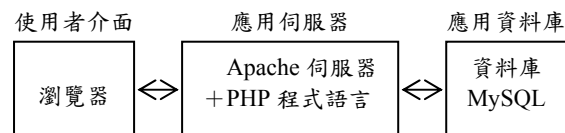


圖 1 三層式主從架構

2.1.2 應用伺服器

本研究採用之網站伺服器為 Apache，是一套高效能的網站伺服器，目前被廣泛運用在各種作業平台上面，適用於 Linux 系統，優點是穩定、擴充性強大、消耗資源少，支援 PHP 的模組，是本研究之測驗系統的最佳選擇。

2.1.3 應用資料庫

MySQL 是一套快速、跨平台、容易安裝、設

定簡單，且具有多使用者、支援結構化查詢語言 SQL 資料庫伺服器，在非商業用途上 MySQL 是免費使用的，以主從式架構的方式呈現，由一個伺服器程式 MySQL 及許多不同的用戶端的組成，在執行基本 SQL 的指令時也非常迅速。

2.1.4 網頁製作

本研究中之動態網頁的開發採用 Macromedia Dreamweaver MX 2004 網頁寫作軟體與 PHP 語言。Dreamweaver 是專業且功能強大的網頁編輯軟體，網站管理的架構與規劃建置簡易方便，可以整合 Flash 動畫、影音元件，讓多媒體網頁更豐富。

PHP 主要是建構網頁應用程式時所使用的多用途原始碼腳本語言，能夠嵌入 HTML 文件之中，學習起來容易上手，因此是本研究之電腦適性學習系統網頁製作的最佳選擇。

2.1.5 多媒體動畫製作

Macromedia Flash MX 2004 是現在使用率相當高的動畫製作軟體，因為 Flash 可用簡單的方式呈現影片複雜的製作流程，並與網頁緊密結合，尤其在本研究中，面對著電腦螢幕的受試者需要多變化的補救教學，才能吸引受試者接受補救教學，因此 Flash 是最適合的多媒體動畫。

2.2 電腦化適性測驗

一般的電腦化適性測驗依理論為基礎可以分成兩類[12][13]，第一類是以試題反應理論(IRT)為基礎的電腦化適性測驗[8]。第二類則是以學生知識結構為基礎的電腦化適性測驗[2][3][5][7][9]。

2.2.1 以試題反應理論為基礎電腦化適性測驗

此類型的測驗是根據受試者在前一試題的作答反應來判定下一試題。一開始會出現二題至三題的試題，系統根據作答來估計受試者的能力值，再從題庫中挑選出可以讓受試者發揮出最佳能力值的試題，在測驗的過程中，測驗系統不斷地根據受試者的作答反應呈現出合適的試題。

直到到達預先設計的終止標準才會結束，可以縮短進行測驗的時間，並得到正確的測驗結果，而測驗的結果通常解釋為受試者的能力值，或是另轉換為一量尺分數(scale score)，因此此類型之測驗常被應用於成就測驗，或是常見之入學考試，如基本學力測驗、大學入學測驗等皆是。

以試題反應理論為基礎的電腦化適性測驗無法精確診斷學生錯誤概念，測驗的結果只能提供一個能力值，對補救教學幫助有限，因此本研究採用以知識結構為基礎的電腦化適性測驗為研究工具。

2.2.2 以知識結構為基礎的電腦化適性測驗

以圖 2 為例，所有的施測題數若為 11 題，受試者答錯試題 A，因為試題 A 是上位試題，必須再測試題 B1、B2 和 B3，若受試者在試題 B1、B2 作答

正確，而試題 B3 作答錯誤，則僅需再測試題 B3 之下位試題 C5、C6、C7，最後節省了試題 B1、B2 之下位試題 C1、C2、C3、和 C4，與紙筆測驗相較可以節省 4 題，對於連結不同學習範圍的較大型測驗有很大的幫助。

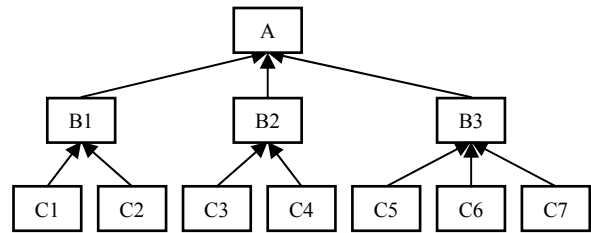


圖 2 學生知識結構範例

目前已有相關之研究發現以試題結構理論為基礎之適性測驗，在預設之預測精準度下能節省大量施測題數，證實以知識結構理論為基礎之適性測驗強韌性(robustness)佳[19][20]。

而在三種估計試題結構的方法中，郭伯臣、謝友振、張峻豪、蔡坤穎[13]的研究結果指出以順序理論(OT)[1][4]的適性測驗演算法在「節省試題」和「預測精準度」這兩方面都有最佳水準的表現，優於「試題關聯結構法」(IRS) [1]與 Diagnosys[2]。

根據上述，本研究是以經過順序理論檢驗之學生知識結構為基礎的電腦化適性測驗為研究工具，利用定錨試題來連結不同的知識結構，進行不同年級學生在因數與倍數主題之學習診斷。

2.3 適性補救教學

分為兩種類型，各有優缺點，茲分述如下。

2.3.1 以教師為基礎之適性補救教學

第一類的適性補救教學是以人力取替電腦進行補救教學，指導教師必須在教學前熟悉教材與教材內容，並能適應學生間的個別差異，才能有效的指導學生，獲得預期之補救效果[20]。

以教師為基礎之適性補救教學的缺點是在現行小學每班學生人數達 30 人以上，人力支援不易，無法針對學生一一進行補救教學，在小班制的環境中較容易實現，因此現行補救教學中有少數業者針對此需求而進行開發。

2.3.2 以電腦為基礎之適性補救教學

以電腦為基礎之適性補救教學是在學生進行前測之後，依據概念診斷報告，以電腦輔助教學設備進行補救，學生是接受設定好的電腦程式進行個別補救指導，藉由學生與多媒體教學動畫的互動，讓學生得到即時的回饋，讓補救教學名符其實，已有相關之研究指出此種方式具有一定之成效[19]。

本研究因教學現場提供足以使用的電腦輔助教學設備，並根據多位學科專家共同編寫、製作電腦多媒體教學動畫，因此採用以電腦為基礎之適性補救教學，以節省人力與時間。

3. 研究方法與步驟

3.1 研究方法

3.1.1 研發連結不同知識結構之電腦適性學習系統

分析學習系統的需求，如圖 3 所示，利用研究者熟悉之最佳軟體與硬體設備進行開發，同時運用實作修正學習系統，滿足教學者、受試者與系統管理者之需求。初步規劃不同使用者擁有不同權限。

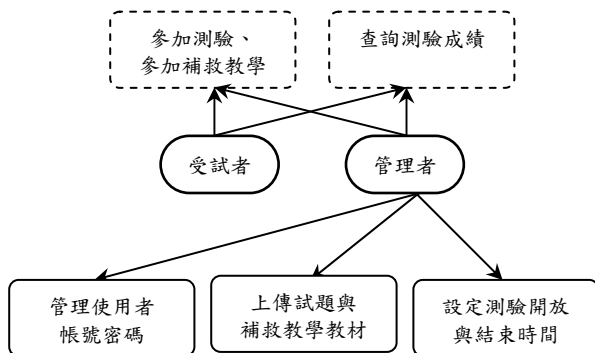


圖 3 電腦適性學習系統功能

3.1.2 評估連結不同知識結構電腦適性測驗之成效

適性測驗相對於紙筆測驗最大的不同即在於不需要做全部的試題，因此評估本研究中之測驗系統即是以「預測精準度」為標準，預測精準度是指受試者做完全部的試題後所得的成績與適性測驗所得的成績，兩者的接近程度，因此若是預測精準度為 100%，代表受試者參加適性測驗的結果完全符合紙筆測驗結果。根據表 1，計算預測精準度的方法如 (3.1) 式， N 為作答的總次數，預測精準度的計算提供一個實證的方式。

表 1 適性測驗與紙筆測驗的作答反應次數表

	適性測驗 作答正確(1)	適性測驗 作答錯誤(0)
紙筆測驗 作答正確(1)	f_{11}	f_{10}
紙筆測驗 作答錯誤(0)	f_{01}	f_{00}

$$\text{預測精準度} = \frac{f_{11} + f_{00}}{N} \quad (3.1)$$

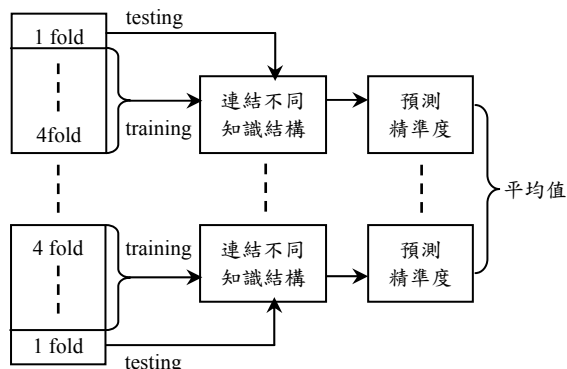


圖 4 計算預測精準度之 5-fold CV 法示意圖

同時運用 5-fold Cross Validation 的方法與 Matlab 7.0 軟體，如圖 4 所示，將紙筆測驗中的樣本資料平均分割為五等分，其中的四等分做為訓練樣本(training samples)，運估計學生知識結構，剩下的一等分做為測試樣本(testing samples)，進行模擬適性測驗，如此循環五次，最後的預測精準度即為這五次的平均值。

3.1.3 探討適性補救教學之成效

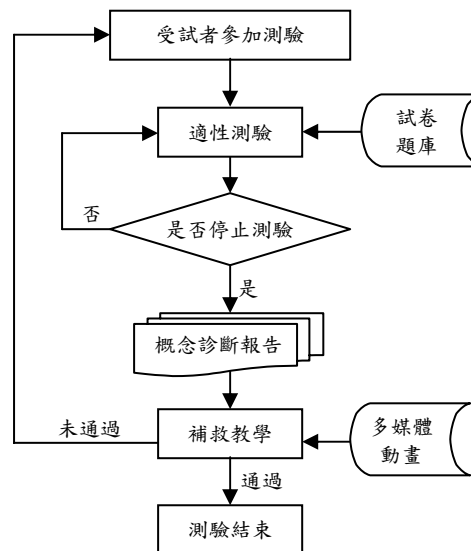


圖 5 適性測驗與補救教學的流程圖

根據圖 5，受試者參加測驗，系統根據作答反應出題，直到系統判定作答完畢，即可停止，受試者在檢視概念診斷報告後接受適性補救教學，由多媒體動畫針對不同的補救節點補救，再進行後測。

資料分析方面，針對全體受試者與成績分組，使用 SPSS 10.0 版軟體，探討全體受試者、高分組、中分組與低分組的前、後測成績是否達到顯著相關或是顯著差異，以了解適性補救教學的成效。

3.2 研究對象

預試紙筆診斷測驗，對象為中部地區六年級學生，有效樣本共計 530 人。電腦適性測驗，對象為彰化縣某國小六年級學生，有效樣本共計 67 人，皆立意取樣，於 95 學年度下學期施測。

3.3 研究工具

3.3.1 紙筆診斷測驗

本研究是由 8 位具有教學及測驗編製經驗的國小老師與學科專家先建立專家知識結構[11]，將知識節點試題化，試題的編製符合試題卡，並以試題檢核表檢驗，組卷後再以試卷檢核表檢核之，因此本研究之紙筆診斷測驗具有良好之專家效度與內容效度。

得到學生預試資料之後，以 SPSS 10.0 軟體、BILOG-MG 3.0 等軟體，分別採用以古典測驗理論

(CTT)、現代測驗理論(IRT)為基礎進行試題之分析，分析結果整理如表 2。

表 2 CTT& IRT 試題分析表

【A 卷】五年級，50 題	【B 卷】六年級，46 題
Cronbach's Alpha=.947, α 係數不會因為刪除題目而增加，內在信度良好	Cronbach's Alpha=.940, 刪除 3、9 題會微幅增加 0.0009、0.0002，綜合專家意見認為毋須修改
難度介於 0.942~0.677，平均值為 0.837	難度介於 0.947~0.587，平均值為 0.797
鑑別度介於 0.67~0.32，皆大於 0.3，良好。	鑑別度介於 0.64~0.33，皆大於 0.3，良好。
只有 17、27 題的卡方檢定值小於 .05，檢視試題後發現其他數值穩定，綜合專家意見後稍加修改。	只有 1、34 題的卡方檢定值小於 .05，觀察後發現第 1 題、第 34 題的錯誤選項誘答力強，為學生易犯錯誤，綜合專家意見後稍加修改。

3.3.2 定錨試題

在不同測驗中，作為測驗連結目的之用的共同試題，我們稱之為定錨試題(anchor item)。本研究利用定錨試題來建立學生知識結構後，依此學生知識結構再進行電腦化適性測驗，以下說明以圖 6 為例。

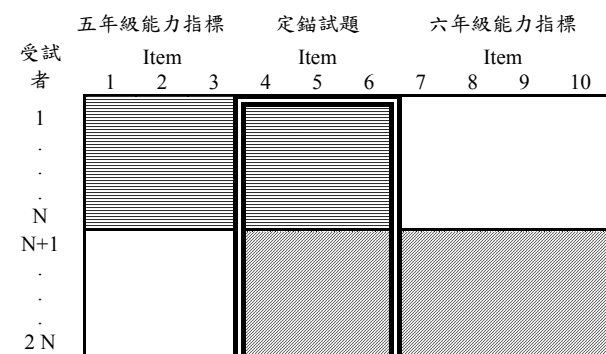


圖 6 定錨試題與學生作答反應分佈
 註：

- 是施作五年級能力指標(試題 1~6)的 N 個人的作答反應，命名為[A]。
- 是施作六年級能力指標(試題 4~10)的 N 個人的作答反應，命名為[B]。
- 是施作定錨試題(試題 4~6)的 2N 個人的作答反應，命名為[C]。

根據[A]、[B]、[C]三個部分的作答反應，可得到 3 個學生知識結構，如圖 7、圖 8、圖 9，經由中間之共同作答反應[C]的定錨試題來連結 3 個學生知識結構，如圖 10 所示，連結後即形成完整之學生知識結構，再利用此結構估算出未知作答反應。

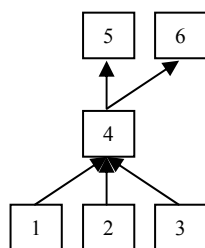


圖 7 [A]之學生知識結構

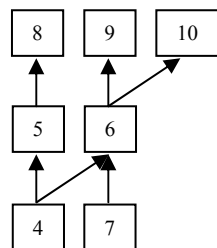


圖 8 [B]之學生知識結構

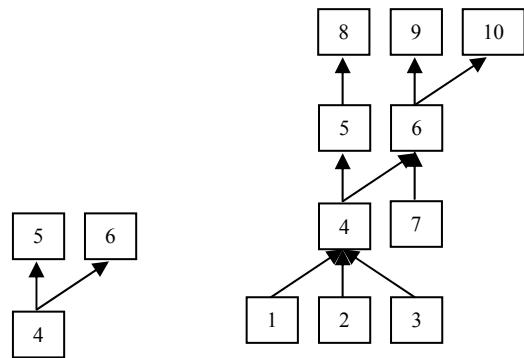


圖 9 [C]之學生知識結構

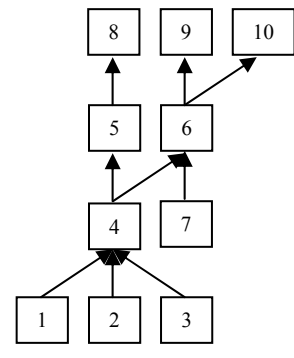


圖 10 連結後之學生知識結構

本研究之主要目的即為研發連結不同知識結構之適性學習系統，利用定錨試題的連結可以節省一半施測人數與施測時間，對於大範圍的適性測驗有許多幫助。

3.3.3 以知識結構為基礎之電腦適性診斷測驗

針對測驗系統的研發，分別是「題庫與多媒體動畫模組」、「帳號管理模組」、「測驗管理模組」、「測驗成績管理模組」，限於篇幅，於研究結果中呈現。

3.3.4 電腦多媒體動畫

本研究委由國立台中教育大學數位內容科技學系在學學生製作 flash 動畫，腳本內容由在職教師及研究者共同編纂，畫面要求簡單明瞭，學生易懂，讓受試者能藉由多媒體動畫進行補救教學。

3.4 研究架構與流程

根據上述，本研究之架構與流程如圖 11 所示。

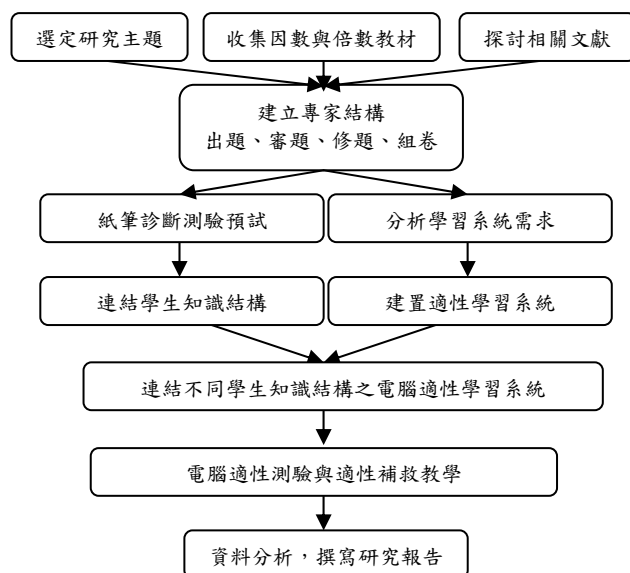


圖 11 研究架構與流程圖

4. 研究結果

4.1 連結不同知識結構之電腦適性學習系統

4.1.1 建立題庫與多媒體動畫模組

如圖 12、圖 13、圖 14 所示，系統管理者或教學者登入後，即可經由下一網頁選擇新增試卷、新

增補救教學與建立單元結構。登入者若為受試者，可參加測驗，如圖 15 所示。



圖 12 新增試卷畫面



圖 13 新增補救教學畫面



圖 14 新增單元結構畫面

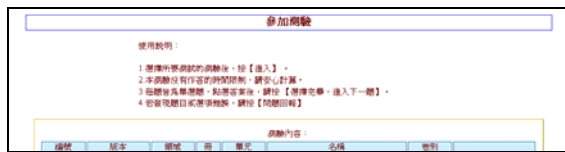


圖 15 參加測驗畫面

在設計補救教學的多媒體動畫方面，考慮學生的自我學習，分為兩個階段展現，分別是圖 16 的「老師講解」與圖 17「換你動手做做看」學生練習，讓學生充分在多媒體動畫中得到精確的補救學習。



圖 16 多媒體動畫「老師講解」

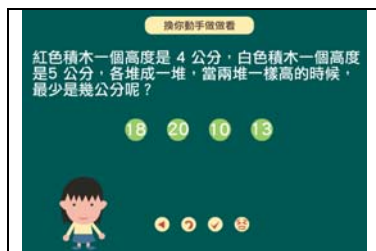


圖 17 多媒體動畫：換你動手做做看

4.1.2 管理帳號模組

如圖 18 所示，測驗系統管理者或教學者可於此網頁建立使用者的資料，進行新增帳號。



圖 18 使用者新增帳號畫面

4.1.3 管理測驗模組

如圖 19 所示，測驗系統管理者或教學者可於此網頁選擇參加測驗的班級。



圖 19 試卷存取控制畫面

4.1.4 管理測驗成績模組

於此網頁可以查詢學生或班級作答反應，呈現基本資料與學習紀錄，如圖 20。而圖 21，可以看到受試者的概念診斷結果及線上學習教材列表。

本單元學習紀錄					
次數	測驗日期	時間	成績	百分等級	題數
1	2007-05-24, 13:31	1744秒	74	28	40題/40題
2	2007-05-24, 14:27	1627秒	88	50	40題/40題

圖 20 受試者基本資料與學習紀錄畫面

概念診斷報告			
說明：◎表示通過該概念；X表示未通過該概念。			
概念列表	診斷結果	線上學習	
【重點1】由乘法了解因數的意義	◎	◎	教材1
【重點2】由除法了解因數的意義	◎	◎	教材2
【重點3】由乘法了解倍數的意義	◎	◎	教材3
【重點4】由除法了解倍數的意義	◎	◎	教材4
【重點5】一個數的最小因數是1	◎	◎	教材5
【重點6】一個數的最大因數是本身	◎	◎	教材6
【重點7】因數的判別	X	◎	教材7

圖 21 受試者概念診斷報告畫面

4.2 評估連結不同知識結構適性測驗之成效

如表3所示，前、後測之預測精準度達92.97%、93.25%，平均施測題數約30題，與紙筆測驗相較同樣可以節省施測題數18題，約佔37.5%。

表3 前、後測預測與精準度與施測題數				
適性測驗	預測精準度	平均施測題數	節省題數 (百分比)	
前測	0.9297	29.58	18	(37.50%)
後測	0.9325	29.36	18	(37.50%)
平均值	0.9311	29.47	18	(37.50%)

4.3 檢驗適性補救教學之成效

4.3.1 全體受試者成效分析

由表4，全體受試者的成對樣本檢定顯示前、後測成績達顯著差異，有顯著之進步。

表4 全體受試者前、後測統計量				
測驗	平均數	個數	進步分數	t值
前測	81.15	67	4.64	5.268***
後測	85.79	67		

p<.001

4.3.2 高分組受試者表現分析

根據表5顯示，高分組的成對樣本檢定顯示無顯著差異。

表5 高分組受試者前、後測統計量				
測驗	平均數	個數	進步分數	t值
前測	96.64	22	0.96	1.815
後測	97.50	22		

4.3.3 中分組受試者表現分析

由表6，中分組受試者的成對樣本檢定顯示前、後測成績達顯著差異，有顯著之進步。

表6 中分組受試者前、後測統計量

測驗	平均數	個數	進步 分數	t值
前測	85.91	23	3.48	3.757**
後測	89.39	23		

**p<.01

4.3.4 低分組受試者表現分析

由表7，低分組受試者的成對樣本檢定顯示後測達顯著差異，有顯著之進步。

表7 低分組受試者前、後測統計量

測驗	平均數	個數	進步 分數	t值
前測	60.68	22	9.64	4.630***
後測	70.32	22		

***p<.001

4.3.5 分析與討論

根據上述結果，平均進步最多的是低分組，其次進步次多的是中分組，最後是高分組。在經過適性補救教學後，所有的受試者後測成績有明顯受到影響，相關程度高，達顯著差異，證實補救教學確實具有效果。

5. 研究結論與建議

5.1 研究結論

5.1.1 電腦適性學習系統成效良好

與紙筆測驗相較，連結不同知識結構之電腦適性學習系統在測驗系統方面確實可以節省試題，節省施測時間，並具有適性化與個別化的功能。在適性補救教學方面，提供概念診斷報告，可讓教學者、學習者了解錯誤概念，掌握學習狀態，進行有效率之補救，可謂成效良好。

5.1.2 電腦適性測驗之成效佳

與紙筆測驗相較，電腦適性測驗的前測預測精準度達92.97%，後測達93.25%，平均達93.11%，皆可達到節省37.5%的試題，節省施測時間，成效佳。

5.1.3 適性補救教學之成效良好

在全體受試者方面，經過電腦適性補救教學，後測平均成績有明顯進步，代表全體受試者在接受適性補救教學後有顯著之進步。

5.2 研究建議

科技的變化日新月異，未來因應資訊環境的新技術與新軟體，可將測驗系統升級，符合需求。而本研究中連結不同知識結構之適性測驗是依據試題的上下位關係來做選題判斷，未來可結合貝氏網路進行推論，如此可以獲得更多訊息。

參考文獻

- [1] Airasian, P. W, Bart, W. M., "Ordering theory: A new and useful measurement model", Educational Technology, Vol. 5, pp. 56-60, 1973.
- [2] Appleby, J., Samuels, P., & Treasure-Jones, T., "Diagnosys -- A Knowledge-based Diagnostic Test of Basic Mathematical Skills", Computers & Education, Vol. 28, No. 2, pp. 113-131, 1997.
- [3] Brown, J.S., & Burton, R., "Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills", Cognitive Science, Vol. 2, pp.155-191, 1978.
- [4] Bart, W.M., & Krus, D.J., "An ordering-theoretic method to determine hierarchies among items" Educational and Psychological Measurement, Vol. 33, No. 2, pp. 291-300, 1973.
- [5] Chang, K-E., Liu, S-H., & Chen, S-W., "A testing system for diagnosing misconceptions in DC electric circuits.", Computers & Education, Vol. 31, No. 2, pp. 195-210, 1998.
- [6] Takeya, M., "New item structure theorem", Tokyo: Waseda University, 1991.
- [7] VanLehn K., "Student modeling. In Polson, M.C. & Richardson, J.J. (Eds.), Foundations of intelligent tutoring systems." NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p.p. 55-78, 1988.
- [8] Wainer, H., Dorans, N.J., & Flaugher, R.(Eds.), "Computerized Adaptive Testing: A Primer (2nd Ed.)." NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
- [9] Wenger E., Artificial Intelligence and Tutoring Systems: computational and cognitive approaches to the communication of knowledge. CA: Morgan Kaufmann, 1987.
- [10] 林立敏、白曉珊、郭伯臣、劉育隆。2006。數位個別指導教材研發與適性補救教學模式之研究-以國小五年級數學「因數與倍數」單元為例。2006 台灣國際網路研討會論文集。花蓮市。
- [11] 陳怡如、吳慧珉、黃碧雲。電腦化適性診斷測驗之研究。測驗統計年刊，12，61-99，2004。
- [12] 郭伯臣、劉湘川、許天維(2004)。國小數學科電腦化適性診斷測驗(II)。國科會專題研究報告(NSC-92-2521-S-142-003)。台中市。
- [13] 郭伯臣、謝友振、張峻豪、蔡坤穎。2005。以結構理論為基礎之適性測驗與適性補救教學線上系統。2005 台灣數位學習發展研討會論文集。台北市。
- [14] 許憲忠。網路與通訊：淺談「主從式架構」。中央研究院計算中心通訊，11 (9)，1995。
- [15] 莊惠萍、劉育隆、郭伯臣、曾彥鈞。2006。電腦化適性測驗與數位個別指導整合教學模式之研發。台灣教育傳播暨科技學會學術研討會論文集。台北市。
- [16] 曾彥鈞。2007。以知識結構為基礎的適性診斷測驗系統及降低猜測機制之研發。台中教育大學數學教育學系碩士論文。台中市。
- [17] 黃珮璇、王暄博、郭伯臣、劉湘川。2006。國小數學科電腦化適性診斷測驗強韌性探究。2006 年電腦與網路科技在教育上的應用研討會論文集。新竹市。
- [18] 楊智為、張雅媛、郭伯臣、許天維。2006。以試題結構理論為基礎之適性測驗選題策略強韌性探究。數位科技與創新管理國際研討會論文集。台北縣。
- [19] 楊維中。2006。國小五年級數學領域數與量能力指標之電腦適性測驗編製及動畫補救教學應用。台中教育大學教育測驗統計研究所碩士論文。台中市。
- [20] 趙琬琰。2006。數位個別指導模式與教材研發-以「三角形」單元為例。台中教育大學數學教育學系碩士論文。台中市。
- [21] 劉育隆。2007。題組式適性診斷測驗系統之建置。台中教育大學教育測驗統計研究所碩士論文。台中市。