

國中七年級數學領域整數加減單元數位教學模式之研發

黃富源
南投縣水里鄉
民和國民中學教師
new.arthu@ante.net.tw

洪雅惠
明道大學
教學藝術研究所碩士生
pham.y@m.s41.hinet.net

楊思偉
國立台中教育大學
教育學系教授
sw.yang@mail.ntcu.edu.tw

吳任婕
國立台中教育大學
教育測驗統計所碩士生
elove324@msn.com

摘要

本研究目的以國中七年級「整數加減」單元，建立一套以貝氏網路為基礎的知識結構與電腦適性診斷測驗，研發與編製數位教材之教學內容，進行教學成效評估。將受試者分成實驗組及對照組進行團班教學，所研發之教材內容提供實驗組教師教學，以電腦作適性診斷測驗，測驗後再進行補救教學及電腦適性診斷測驗。以兩次施測後的成果評估資訊融入教學之教學成效，得到以下研究結果：

1. 就教材而言，使用數位指導教材的實驗組，學生平均分數皆比傳統教學的對照組進步，顯示本套教材具有使用價值。
2. 就教學模式而言，實驗組學生的學習表現，經本研究實驗結果證實，在教學與補救上之成效皆優於對照組，且具有顯著差異。
3. 就能力分組表現而言，研究顯示實驗組的各能力組學生在教學與補救上學習成效，平均進步成績皆比傳統教學的對照組優異。

關鍵詞：整數的加減、貝氏網路、電腦適性診斷測驗、資訊融入數學

Abstract

The research is based on the unit "Addition and Subtraction of Integers" of the seventh grade in junior high school. The researchers develop digital teaching materials and create the knowledge structure and computerized adaptive test grounded in Bayesian Network for the evaluation of the teaching effects. The content of the digital teaching materials include teaching media, remedial teaching media, teaching manual, handouts and reinforcement materials for students. The subjects are divided into experimental group and control group. The teacher in experimental group conducts the teaching activity using the materials developed by the researchers. Then the students in experimental group take the first computerized adaptive test. The second one is followed by conducting the remedial teaching. The results of

the two tests are viewed as the evaluation of using information technology in teaching and learning. The results are :

1. In the aspect of teaching material, the average grade of the students in experimental group is better than those in control group. It shows the teaching materials used in this study are more practical.
2. In the aspect of teaching model, the performance of the students in experimental group in the teaching activity and remedial teaching is better than those in control group.
3. In the aspect of the capability-based group, the achievement of the students in each capability-based group who have received computer integrated instruction is better than those who have been taught in traditional methods. Moreover, the average grade of the former increases more remarkably than the later.

Keywords: addition and subtraction of integers, Bayesian Network, computerized adaptive test, information integration in instruction.

1. 研究動機與目的

1.1 研究動機與背景

在少子化趨勢下，學校教育應朝著精緻化方向發展，而在資訊化設備如此發達的教育環境下，利用資訊設備將抽象的數學變得具體化來教學，比傳統教學更具成效，先前相關研究亦指出資訊化教學能達到事半功倍的成效。而測驗後的補救教學，在學生的學習上猶顯重要，因此若有一套可以判別學生的弱點，針對弱點進行補救，必能使教學更具效率。完整的教學應包含教學、評量以及補救教學，是故，本研究擬進一步結合三者的一套數位教學模式之研發，並評估其成效，教學模式中將結合知識結構與貝氏網路為基礎之電腦化適性診斷測驗系統作為評量工具，配合資訊科技將教材數位化，呈現活潑有趣的互動學習內容，再依學生個別差異加以實施，以達到創新教材，

量身定做的適性學習模式。

1.2 研究目的

基於上述動機，本研究目的如下：

第一，比較以貝氏網路為基礎的數位教學模式與傳統教學模式之教學成效。

第二，比較以貝氏網路為基礎的數位教學模式與傳統教學模式之補救教學成效。

第三，探討以貝氏網路為基礎的數位教學模式與傳統教學模式對不同能力學生學習成效的影響。

2. 文獻探討

2.1 以貝氏網路為基礎之電腦化適性診斷測驗

本研究在資訊融入測驗的設計上，是以貝氏網路 (Bayesian Network) 為基礎的電腦化適性診斷測驗。測驗系統是採用 Airasian & Bart (1973) 的順序理論 (Ordering Theory, OT) 找出貝氏網路中的試題結構或稱為知識結構，作為適性選題的依據，再以貝氏網路 (Bayesian Network) 機率更新的技術提供錯誤類型診斷的模式，簡要說明理論如下：

2.1.1 試題結構理論

郭伯臣、謝友振、張峻豪、蔡坤穎(2005) 的研究結果顯示，使用順序理論 (OT) 結構之適性測驗選題策略，所需訓練樣本較少及可節省較多施測題數，優於 IRS 與 Diagnosis。所以本研究採用 Airasian & Bart (1973) 的順序理論 (OT) 來估計試題結構，並用於適性診斷測驗流程之建立。

在 OT 理論中，試題與試題的聯合與邊界機率 (joint and marginal probabilities) 估計得到如圖 1 的試題結構圖，即可轉化為概念結構圖，如 C→B，代表試題 C 所測量的概念是試題 B 測量概念之下位概念，代表學生若答對 B 時，也會答對 C。因此當學生答對 B 時，則 C 就不須再測驗，因此可達到適性省題的目的。

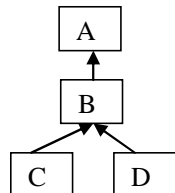


圖 1 OT 理論之試題上下位關係圖

2.1.2 貝氏網路

貝氏網路包含兩個部份，包含節點 (node)

和連結 (link)。而本研究中，節點分為三種，包含子技能 (skill)、錯誤類型 (bug) 和試題 (item)。而節點之間利用有向邊且非循環的連結，連結之有無代表節點間的關係是否為相依或獨立的條件之情形，沒有連結表示兩節點是條件獨立。底下我們以圖示來說明貝氏網路，如圖 2，我們稱 S1 為 B1、B2 的父節點，而 B1、B2 則為 S1 的子節點。

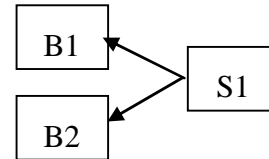


圖 2 貝氏網路圖

若將貝氏網路應用於認知診斷，便可將學生的知識結構與錯誤類型及試題連結在一起，達成兼顧適性測驗與錯誤類型診斷的目的 (施淑娟，2006；黃雅鳳，2006；Almond & Mislevy，2003)。如圖 3 所示。

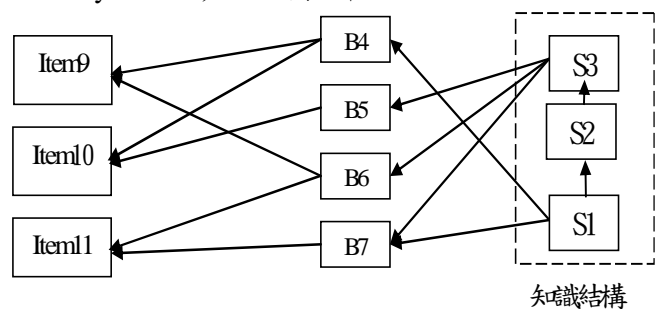


圖 3 概念、錯誤類型與試題的貝氏網路圖

2.2 整數加減教材分析

本研究所設計診斷測驗及補救教學所依據的錯誤類型係由相關文獻，及研究者教學經驗所編制而成，如表 1：

表 1 相關文獻與部分錯誤類型之對照表 (部份範例)

代號	錯誤類型	相關文獻
B1	不知數線三要素：原點、方向、單位長	康軒版數學七上教師手冊 (2007)
B4	使用運算規則後忘記加負號	張立群 (2003)
B14	誤認為兩數相減也可以使用交換律	研究者教學經驗

3. 研究方法與步驟

3.1 研究流程

本研究根據國中7年級「整數加減」單元所包含能力指標及專家知識結構，編製數位指導教材，並依該單元之錯誤類型編製預試評量試題，再經由紙筆測驗，分析學生知識結構並修正試題，建立電腦化適性診斷測驗。然後，依照學生與專家知識結構，編製補救教學教材。最後，將實驗組與對照組進行教學實驗，評估教學成效。整個研究流程如圖4所示：

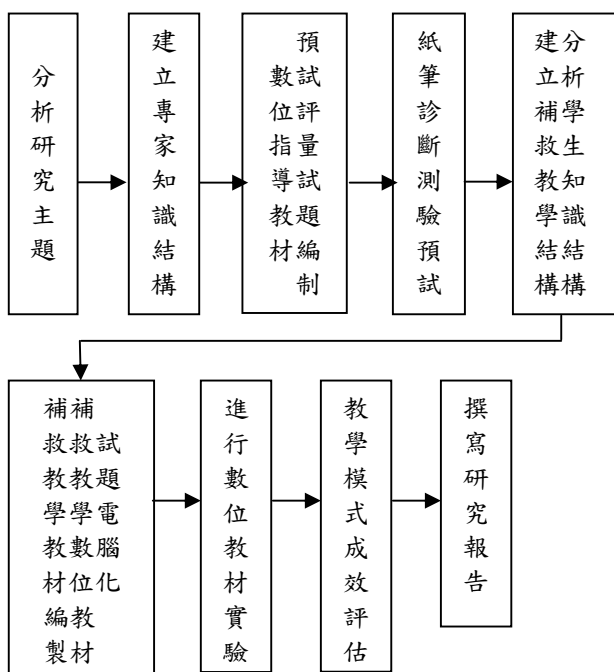


圖4 研究流程圖

3.2 研究工具

本研究教學模式研發與後續教學實驗需使用之研究工具的編製說明如下：

3.2.1 紙筆診斷測驗

本研究之紙筆診斷測驗是依據「電腦化適性診斷測驗之研究」(陳怡如、吳慧珉、黃碧雲, 2004)，先建立專家知識結構圖，將教材內容試題化，每一題之誘答選項皆據某一種學生常見錯誤類型來加以設計，共編製紙筆診斷測驗2份複本測驗，每份試題為34題。紙筆測驗再以8年級學生為施測對象，有效樣本348人，資料處理後，經由統計軟體SPSS信度分析，所測得之Cronbach's α 值為0.951，顯示本工具有良好的內部一致性。難度範圍在0.527到0.931；鑑別度範圍在0.128到0.693，平均鑑別度為0.493，表示此份試題有很好鑑

別度。

3.2.2 貝氏網路測驗分析軟體

紙筆測驗預試施測完畢後，整合能力指標、子技能、錯誤類型與試題，建立相關連線，建構貝氏網路圖，貝氏網路圖(如附錄一)，由右而左分別為能力指標層(Indicator)、子技能層(Skill)、錯誤類型層(Bug)和試題層(Item)。再以人工閱卷方式分析學生作答反應，建立學生基本資料檔，作為貝氏網路模組。再以由郭伯臣、謝典佑(2007)以Matlab7.0結合Kevin Murphy(2004)所設計的Bayes Net Toolbox for Matlab之相關函數，再加上TASBN(Test Analysis Software based on Bayesian Network)工具箱三者結合成一完整程式，依施測樣本的單元目標、子技能、錯誤類型、試題等資料，來計算貝氏網路的辨識率。

3.2.3 電腦化適性診斷測驗

本研究採用以知識結構與貝氏網路為基礎之電腦化適性診斷測驗(Bayesian network based adaptive test, 簡稱BNAT)，由郭伯臣、曾彥鈞(2007)所設計的一套電腦線上診斷測驗及適性補救教學系統作為分析工具，利用試題結構作為選題策略，再利用貝氏網路進行推論，應用於診斷學生錯誤類型，在節省題數、施測時間及預測精準度方面都有最佳的表現。

3.2.4 數位指導教材

先以專家知識結構的節點進行單元教學重點編製，形成以教師為基礎之教材，包含數位教學媒體、教學手冊及單元講義。再整合學生試題與專家知識結構，設計學生加油手冊及補救教學動畫等教材。

3.2.5 數位指導教材回饋問卷

由研究團隊編製而成，包含「學生學習回饋單」，主要在瞭解學生對教材使用的滿意度及學習態度的調查。

3.3 研究對象

3.3.1 預試對象(紙筆測驗)

紙筆測驗採隨機簡單抽樣，施測對象為自97學年度中南部國中8年級學童，其中南投縣2個班級，高雄縣3個班級，台中縣4個班級，雲林縣3個班級，有效樣本共計348人。

3.3.2 實驗對象

教學實驗對象以南投縣立偏遠地區2所國中進行教學實驗，對象為97學年度國中7年級學生，共計102名學生為研究對象。

3.4 實驗設計

本研究採方便抽樣同區域且性質相近的兩所學校中，抽取4個班級分成2組：1組為對照組，有2個班，共50位學生；另1組為實驗組，亦有2個班，共52位學生。實驗組採數位指導教材教法，對照組採傳統教學教法，實驗流程如圖5。

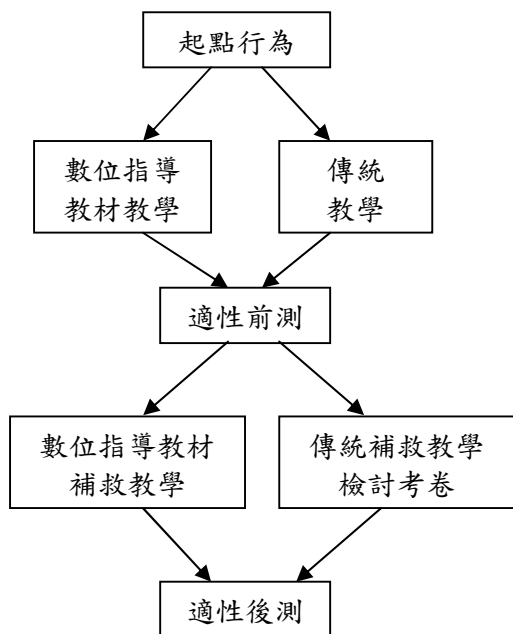


圖5 實驗流程圖

3.4.1 起點行為檢測(45分鐘)

本研究依據教育部(2003) 數學學習領域國中7年級能力指標內容編製起點行為檢測試卷，目的在瞭解受試者起點行為能力。

3.4.2 單元教學(210分鐘)

實驗在同一單元教學中，用二種不同教學方法，實驗組以數位指導教材進行教學；對照組由傳統教法進行教學。

3.4.3 適性前測(45分鐘)

兩組受試者在單元教學完畢後，以BNAT系統進行適性前測，測驗畫面如圖6，測驗完畢後由系統產生學習診斷報告書，如圖7。



圖6 BNAT系統測驗畫面

錯誤類型	診斷結果		教學數量
	卷1	卷2	
【錯誤01】不知數線三要素：原點、方向、單位長。	0	0	無
【錯誤02】請認高-1所代表的點是1，-2所代表的點是2。	0	0	無
【錯誤03】請認高，+ 時是往右畫，- 時是往左畫。	0	0	無
【錯誤04】使用運算規則後忘記加負號。	X 查看	X 查看	無
【錯誤05】請認高，兩個負數相加，就是大數減小數後再加正負號。	X 查看	0	無
【錯誤06】請認高，對後的式子獨立運算。	X 查看	X 查看	無
【錯誤07】請認高，只要是「一」個正數加一個負數，就是大數減小數後再加負號。	X 查看	X 查看	無
【錯誤08】請用加法交換律、結合律。	X 查看	0	無
【錯誤09】請認高，小數減大數不夠減，就用大數減小數作答案。	0	X 查看	無

圖7 學習診斷報告書

3.4.4 補救教學(45分鐘)

在適性前測後，實驗組依據系統報告診斷書之補救重點，進行補救教學；對照組依據考卷的題目，進行全班補救教學。

本實驗教師皆為具備豐富教學經驗之正式數學教師，實驗變因設計如表2。

表2 實驗變因設計表

組別	實驗變因一 教學方法	補救方法	實驗控制
實驗組	數位指導教材	系統報告 診斷書	相同的 九年一 貫能力 指標
對照組	傳統紙本 教材	測驗試卷 檢討	

4. 研究結果

4.1 數位指導教材與評量研發成果

4.1.1 數位指導教材

本研究「數位指導教材」共研發了教學手冊、學生講義、教學多媒體、學生加油手冊以及補救教學多媒體等，簡述如下：

4.1.1.1 教學手冊

教學手冊是提供電腦適性教學教師上課使用。手冊中提供詳細的教材使用說明、

補救教學重點對照表、詳細教案、學生講義詳解和學生加油手冊詳解，以方便上課教師使用。本單元由7個學習重點組成，每一個重點包含重點名稱、觀念導入、重點整理、布題、與自我練習。摘錄頁面如圖8。

一、觀念導入		
①配合教學媒體1《老師邊播縱投影片邊教學》	15	教學媒體
師：國小時已經學過正整數之間的加減運算，現在又學了負整數，那麼正、負整數如何加減呢？		
師：同樣的，我們以日常生活中最常出現的溫度計來舉例。		
前面的單元有提到把溫度計標標成數線來看，因此我們當然可以用數線來表示溫度的變化。		
師：如果以原來的溫度為基準，當作原點，溫度調高即代表為正就向右，溫度調低即代表為負就向左；每調高1度就向右移動1單位，每調低1度就向左移動1單位。		
如此一來，我們可以利用這樣的方式來討論溫度變化的情形。		

圖8 教學手冊之觀念導入(部分範例)

4.1.1.2 學生講義

學生講義是供學生上課和練習用。在單元中的每個子技能為一個教學重點，而每個重點中，教師將觀念導入後，再透過例題進行解題教學，進而澄清觀念。爾後，學生可利用練習題自我挑戰。整本講義的內容包括重點整理、例題、例題詳解及練習題。摘錄頁面如圖9。

圖9 學生講義之重點整理及例題(部分範例)

4.1.1.3 教學多媒體

教學多媒體是供教師進行教學使用，不同於傳統黑板的教學方式，教學多媒體配合各學習重點，將資訊融入教學，呈現生動畫面與詳細解題步驟，較易引起學生學習興趣。摘錄頁面如圖10。

圖10 教學多媒體(部分範例)

4.1.1.4 學生加油手冊

學生加油手冊配合單元概念及錯誤類型編寫，供學生進行補救教學。每一個重點練習皆提供練習題，而在手冊最後附上綜合進階題，供提早完成補救的學生進行加深加廣的練習。摘錄頁面如圖11。

圖11 學生加油手冊(部分範例)

4.1.1.5 補救教學多媒體

補救教學多媒體是供學生進行線上補救教學用。不同於紙本的方式，補救教學多媒體配合各學習重點，利用簡報軟體進行編製，每個教學重點利用範例引導學生進行學習，使學生更易進行概念澄清，幫助學生再學習。摘錄頁面如圖12。

圖12 補救教學多媒體(部分範例)

4.1.2 結合知識結構與貝氏網路為基礎之電腦化適性診斷測驗

此部分的成果包括「整數加減」單元紙筆預試診斷測驗、電腦化適性診斷測驗，如圖13、診斷報告介面，如圖14。

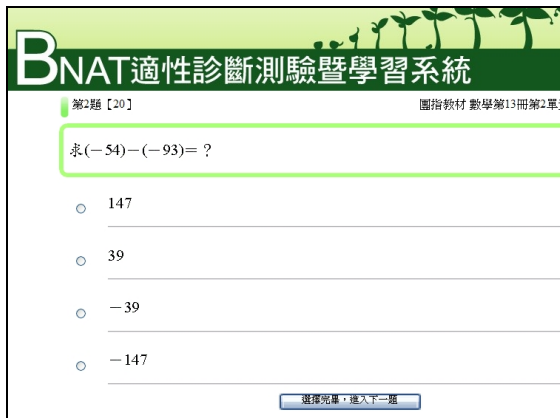


圖13 電腦化適性診斷測驗(部分範例)

後再加真確。	診斷結果	教學動畫
卷1	卷2	卷3
【錯誤08】誤用加法交換律、結合律。	X	查詢
【錯誤09】誤認小數減大數不夠減，能用大數減小數作答案。	X	查詢
【錯誤10】誤認「真數相減」或「正真數減負真數」與「真數相加」的運算規則相同。	◎	◎
【錯誤11】使用「真真得正」的規則後，仍保留真號。	X	查詢
【錯誤12】使用「正真得真」的規則後，仍保留真號或正號。	X	查詢
【錯誤13】誤認若只是「兩個真號相減」就是大數減小數後再加真號。	X	查詢
【錯誤14】誤認若兩數相減也可以使用交換律。	◎	◎
【錯誤15】誤認「一個正數減一個真數」就是大數減小數後再加真號。	X	查詢
【錯誤16】誤認「一正數與一真數之差」就是正數減真數之數字。	X	查詢
【錯誤17】不知兩點距離之算法。	X	查詢
【錯誤18】不知絕對值是表示數線上一點與原點的距離。	X	查詢
【錯誤19】誤用絕對值的意義。	X	查詢
技能與概念		
【概念01】能透過數線與實例了解整數的加法	◎	◎
【概念02】能解整數的加法	X	◎
【概念03】能運用加法交換律、結合律	X	X

圖14 診斷報告介面(部分範例)

4.2 實驗組與對照組之教學成效與補救教學成效

本節在探討使用相同教材的前提下，比較實驗組與對照組的起點行為檢測和適性前測間之教學成效，與適性前測和適性後測間的補救教學成效。

4.2.1 教學成效分析

以起點行為檢測的成績為共變量，分組為固定因子，適性前測成績為依變數，顯著水準設為0.05。比較學習成效是否具有顯著差異，分析結果如表3所示。

表3 共變數分析摘要表

依變數	來源	自由度	F檢定	顯著性
適性前測	起點	1	.982	.324
	分組	1	1.221	.272
	誤差	99		
	總和	102		

由表4可知實驗組進步分數優於對照組，實驗組之教學成效優於對照組。

表4 實驗組與對照組之平均數比較表

分組	平均數		進步	個數
	起點行為檢測	適性前測		
實驗組	51.86	59.96	8.1	52
對照組	52.64	56.02	3.38	50

4.2.2 補救教學成效分析

以適性前測成績為共變量，分組為固定因子，適性後測成績為依變數，顯著水準為0.05。比較補救的學習成效是否具有顯著差異。分析結果如表5所示。

表5 共變數分析摘要表

依變數	來源	自由度	F檢定	顯著性
適性後測	適性前測	1	168.893	.000
	分組	1	9.808	.002
	誤差	99		
	總和	102		

由表5得知，不同分組間的平均數有顯著差異 (P=0.002<0.05)，表示此二種補救教學模式的教學成效有顯著差異，繼續檢視成對的比較結果。

表6 實驗組與對照組之平均數比較表

分組	平均數		進步	個數
	適性前測	適性後測		
實驗組	59.96	68.84	8.88	52
對照組	56.02	57.52	1.5	50

表7 成對的比較

依變數	(I) 分組	(J) 分組	平均數差異 (I-J)	顯著性
適性後測	實驗組	對照組	7.825	.002
	對照組	實驗組	-7.825	.002

由表7可知實驗組補救教學之成效優於對照組，兩者之間有顯著差異。

4.3 實驗組與對照組對不同能力學生學習成效之影響

4.3.1 實驗組與對照組對不同能力學生教學成效分析

將兩組的受試者依起點測驗的成績分為三組，前 33%當作高分組，後 33%當作低分組，其餘為中分組，來比較實驗組與對照組在不同能力組別進行後進步成績之比較，比較結果如下列各表所示。由下列各表中可以顯示各能力組學生在實驗組中的平均分數皆比對照組進步，尤以低分組學生進步達二十分以上，表現最佳。顯示實驗組的設計在教學成效上，對於低分組學生的學習能達到最有效的助益。

4.3.1.1 高分組受試學生起點、前測成績 t 檢定

表8 高分組受試學生起點、前測t檢定

分組	平均數	標準差	t	自由度	顯著性
實驗組 高分組 (起點-前測)	8.44	19.96	1.79	17	.091
對照組 高分組 (起點-前測)	18.56	19.89	3.73	15	.002

對於實驗組高分組成績退步的原因，經過探討後發現二點：

第一，因為實驗組高分組第一次使用電腦線上測驗，對於電腦線上測驗的熟悉度不夠。

第二，電腦線上測驗每一題測驗完後，無法再更改答案，以致於無法再重新驗算。

但實驗組高分組在表8顯示出其平均數還是比對照組高分組平均數退步較少。

4.3.1.2 中分組受試學生起點、前測成績 t 檢定

表9 中分組受試學生起點、前測t檢定

分組	平均數	標準差	t	自由度	顯著性
實驗組 中分組 (起點-前測)	-8.23	19.97	-1.70	16	.109
對照組 中分組 (起點-前測)	-4.05	18.22	-.918	16	.372

實驗組中分組與對照組中分組分別進步 8.23與4.05分，由 t 檢定結果顯示實驗組中分組起點與前測成績有顯著差異，對照組中分組起點與前測成績則無顯著差異。顯示經由數位教材進行教學後，對於中分組學生有良好教學成效。如表9所示。

4.3.1.3 低分組受試學生起點、前測成績 t 檢定

表10 低分組受試學生起點、前測t檢定

分組	平均數	標準差	t	自由度	顯著性
實驗組 低分組 (起點-前測)	-25.47	15.88	-6.61	16	.000
對照組 低分組 (起點-前測)	-23.35	23.51	-4.09	16	.001

實驗組低分組與對照組低分組分別進步 25.47與 23.35 分，由 t 檢定結果顯示實驗組低分組起點與前測成績有顯著差異，對照組低分組起點與前測成績則無顯著差異。顯示經由

數位教材進行教學後，對於低分組學生更加有良好教學成效。如表 10 所示。

4.3.2 實驗組與對照組對不同能力學生補救教學成效分析

將兩組受試者依適性前測成績分 3 組，前 33% 為高分組，後 33% 為低分組，餘為中分組，比較實驗組與對照組補救教學在不同組別的進步成績，結果如下面各表所示。

4.3.2.1 高分組受試學生前、後測成績 t 檢定

表11 高分組受試學生前測、後測t檢定

分組	平均數	標準差	t	自由度	顯著性
實驗組 高分組 (前測 -後測)	-7.66	10.19	-3.19	17	.005
對照組 高分組 (前測 -後測)	-1.68	14.40	-.469	15	.646

實驗組高分組與對照組高分組分別進步 7.66 與 1.68 分，由 t 檢定結果顯示實驗組高分組前後測成績有顯著差異，對照組高分組前後測成績則無顯著差異。顯示經由本研究所編製補救教學教材及補救教學多媒體後，對於高分組學生有良好補救教學成效。如表 11 所示。

4.3.2.2 中分組受試學生前、後測成績 t 檢定

表12 中分組受試學生前測、後測t檢定

分組	平均數	標準差	t	自由度	顯著性
實驗組 中分組 (前測 -後測)	-8.47	13.67	-2.55	16	.021
對照組 中分組 (前測 -後測)	-4.76	11.71	-1.67	16	.113

實驗組中分組與對照組中分組分別進步

8.47 與 4.76 分，由 t 檢定結果顯示實驗組中分組前後測成績有顯著差異，對照組中分組前後測成績則無顯著差異。顯示經由本研究所編製補救教學教材及補救教學多媒體後，對於中分組學生有良好補救教學成效。如表 12 所示。

4.3.2.3 低分組受試學生前、後測成績 t 檢定

表13 低分組受試學生前測、後測t檢定

分組	平均數	標準差	t	自由度	顯著性
實驗組 低分組 (起點 -前測)	-10.58	13.37	-3.26	16	.005
對照組 低分組 (起點 -前測)	1.94	12.72	.629	16	.538

實驗組低分組進步 10.58 分，而對照組低分組則退步 1.94 分，實驗組低分組進步成績明顯大於對照組低分組，且由 t 檢定結果顯示實驗組低分組前後測成績有顯著差異，顯示經由本研究所編製補救教學教材及補救教學多媒體後，對於低分組學生更具有良好補救教學成效。如表 13 所示。

綜合以上分析，本研究的補救教學教材及電腦化適性補救教學系統及補救教學多媒體，確實能有效提升高中低能力學生子技能與降低錯誤類型，使後測成績大為進步。亦即對各能力組學生，結合多媒體之數位補救教學，能給予較完善的教學指引與概念澄清

5. 結論與建議

5.1 結論

本研究以結合知識結構與貝氏網路理論之電腦化適性測驗為評量工具，發展數學整數加減數位教學模式。經教材開發、教學實驗與結果分析，得到以下結論：

第一，就教材而言，數位教學模式教學學生的平均分數皆比傳統教學模式教學的學生進步，顯示本套教材具有使用價值。

第二，就教學模式而言，數位教學模式學生的學習表現，經本研究實驗結果證實，在教

學與補救上之成效皆優於傳統教學模式，具有顯著差異。

第三，就能力分組表現，研究顯示數位教學模式之實施，對於各能力組學生在教學與補救上的學習成效，平均進步成績皆比傳統教學模式優異。

5.2 建議

本研究進行後欲提出下列幾點建議：

第一，數位指導教材確實能有效提升學生學習的興趣與成效，且可有效節省教師人力，建議教師可多善用電腦多媒體編製教材進行數位化教學。

第二，根據研究結果，數位教學模式在「整數加減」單元的實施成效顯著，確實可提供學校教育或補習教育一個可行的發展模式。建議未來可嘗試將此模式進一步推廣至學校補救教學的實施以及補習教育上。

第三，未來可以進一步探討此模式在數學領域其他單元內容實施之成效，以擴大應用層面，增加系統的實用性。

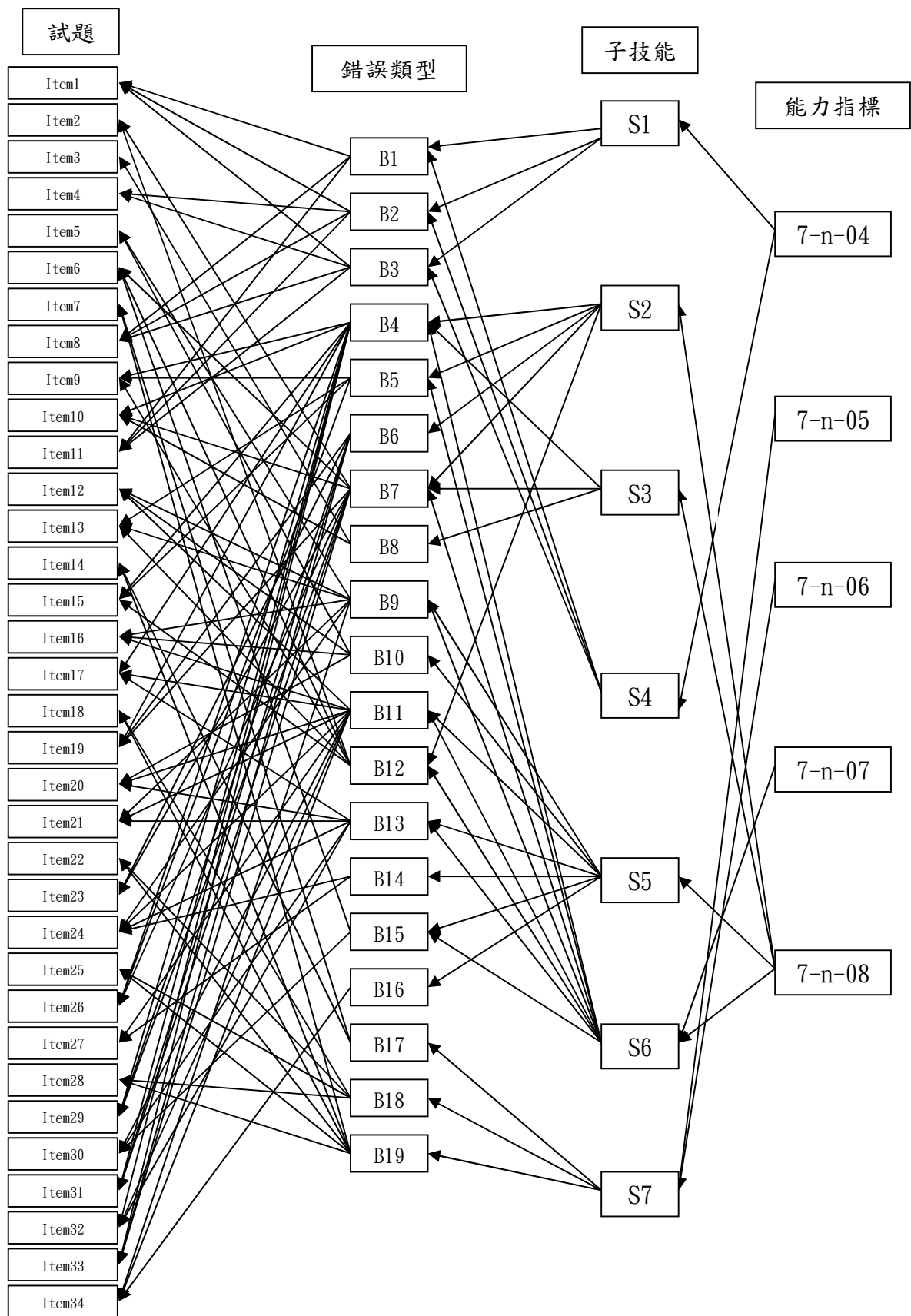
致謝

感謝國立臺中教育大學「團班教學和個別指導之教材與評量以及其相關行政管理系統的建置研究」整合型計畫。

參考文獻

- [1] 李淑娟，“符合SCORM2004與試題結構理論之電腦化適性測驗系統及動畫補救教學模組-以國小數學領域五年級能力指標幾何為例”，*亞洲大學資訊工程學系在職進修教學碩士論文*，2006。
- [2] 何政翰，“國小數學領域電腦適性化測驗系統之建製”，*國立台中師範學院數學教育學系碩士班碩士論文*，2005。
- [3] 施淑娟，“應用貝氏網路進行國小五年級「小數」單元學習診斷之研究”，*國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文*，2006。
- [4] 郭伯臣、謝友振、張峻豪、蔡坤穎，“以結構理論為基礎之適性測驗與適性補救教學線上系統”，*台灣數位學習發展研討會。國立台灣師範大學*，2005年5月6-7日。
- [5] 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輯，頁61。
- [6] 陳威辰，“數學加減法錯誤診斷系統之改善研究”，*國立清華大學資訊系統與應用研究所碩士論文*，2006。
- [7] 陳國雄，“國小四年級學童整數四則運算問題的解題策略與錯誤類型之研究”，*國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文*，2006。
- [8] 教育部，*國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域*。台北市：教育部，2003。
- [9] 黃雅鳳，“以貝氏網路為基礎之能力指標測驗編製及補救教學動畫製作以六年級數學領域之「分數與小數」相關指標為例”。*臺中亞洲大學資訊工程研究所碩士論文*，2006。
- [10] 張立群，“台南地區國一學生整數的加減法單元錯誤類型之分析研究”，*國立高雄師範大學數學系碩士學位論文*，2003。
- [11] 楊智為、劉育隆、楊晉民、曾彥鈞，“結合試題順序理論與貝氏網路之電腦適性測驗演算法之探究”，*第十一屆人工智慧與應用研討會*，高雄應用大學。
- [12] 蕭文欽，“知識結構為基礎的電腦適性診斷測驗系統”，*臺中健康暨管理學院資訊科技研究所論文*，2004。
- [13] Airasian, P. W., & Bart, W. M. Ordering theory: A new and useful measurement model, *Educational Technology*, 56-60. 1973.
- [14] Appleby, J., Samuels, P., & Treasure-Jones, T. Dianosis- A Knowledge-based Diagnostic Test of Basic Mathematical Skills, *Computers and Education*, 28(2), 113-131. 1997.
- [15] Murphy, K., Bayes Net Toolbox for Matlab. [online]. Available: <http://www.ai.mit.edu/~murphyk/Software/BNT/bnt.html>, 2004
- [16] Stuart Russell & Peter Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall. 1995.
- [17] Takeya, New item structure theorem. Tokyo: *Waseda University*. 1991.

附錄一



圖(附) 整數加減貝氏網路圖

表 (附) 貝氏網路圖節點內容對照表

能力指標	
7-n-04	能在數線上操作簡單的描點，如 -3 、 $(-2) + 5$ 、 $(-4) \times 2$ 等，並介紹兩點在數線上的間隔。
7-n-05	能認識絕對值符號，並理解絕對值在數線上的圖義。
7-n-06	能用絕對值的符號表示數線上兩點間的間隔（距離）。
7-n-07	能運算絕對值並熟練其應用。
7-n-08	能判別兩數加、減、乘、除的正負結果並算出其值。
錯誤類型	
B1	不知數線三要素：原點、方向、單位長。
B2	誤認為 -1 所代表的點是 1 ， -2 所代表的點是 2 。
B3	誤認為“+”時是往左畫，“-”時是往右畫
B4	使用運算規則後忘記加負號。
B5	誤認為「兩個負數相加」就是大數減小數後再加正負號。
B6	誤將負號後的式子獨立運算。
B7	誤認為只要是「一個正數加一個負數」就是大數減小數後再加負號。
B8	誤用加法交換律、結合律。
B9	誤認為小數減大數不夠減，就用大數減小數作答案。
B10	誤認為「負數相減」或「正負數混合相減」與「負數相加」的運算規則相同。
B11	使用「負負得正」的規則後，仍保留負號。
B12	使用「正負得負」的規則後，仍保留負號或正號。
B13	誤認為只要是「兩個負號相減」就是大數減小數後再加負號。
B14	誤認為兩數相減也可以使用交換律。
B15	誤認為「一個正數減一個負數」就是大數減小數後再加負號。
B16	誤認為一正數與一負數之差，就是正數減負數之數字。
B17	不知兩點距離之算法。
B18	不知絕對值是表示數線上一點與原點的距離。
B19	誤用絕對值的意義。
子技能	
S01	能透過數線與實例了解整數的加法
S02	能做整數的加法
S03	能運用加法交換律、結合律
S04	能透過數線與實例了解整數的減法
S05	能做整數的減法
S06	能熟練正、負整數的加減運算
S07	能求出數線上兩點間的距離