



# 結合 ARCS 動機模式與 MCAI 於身心障礙 學生數學學習之成效

侯禎塘 吳柱龍 詹蔭禎 蔡宜靜

國立臺中教育大學特殊教育系

## 摘要

本研究結合 ARCS 動機模式、電腦多媒體教學及 BNAT 適性測驗與教學系統，探究對身心障礙學生數學學習之效果。研究對象為五位就讀於國小資源班及普通班的身心障礙學生。研究方法採用單一受試實驗研究法的跨行為多探試研究設計。自變項為結合 ARCS 動機模式的 MCAI 教學方案，依變項為受試者的數學學習表現。研究資料以視覺分析法及 C 統計進行分析，輔以訪談了解本研究的社會效度。研究結果顯示，本實驗教學方案能提升受試者的學習動機與數學學習表現。訪談重要他人的資料也顯示本研究具有良好的社會效度。

**關鍵字：**多媒體電腦輔助教學、ARCS 動機模式、BNAT 適性測驗、身心障礙學生、數學學習表現

## The Effects of Teaching Mathematics to Students with Disabilities Using Multimedia Computer Assisted Instruction Coupled with ARCS Model of Motivational Design

Chen-Tang Hou, Chu-Lung Wu, Yin-Jhen Chan, Yi-Ching Tsai  
National Taichung University of Education

### Abstract

This study aims to design Multimedia Computer Assisted Instruction (MCAI) coupled with ARCS (Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction) model of learning motivation and to investigate the effects of teaching mathematics using MCAI coupled with ARCS model for elementary school students with disabilities. The participants are selected from resource room and general classes. The multiple-probe across behavior design is utilized in the study. The independent variable is the strategies of MCAI coupled with ARCS model, and the dependent variables are the performances of learning mathematics. The results indicated that the MCAI program coupled with ARCS model of learning motivation could promote participants' mathematics performance.

**Keywords :** Multimedia Computer Assisted Instruction, ARCS Model, Students with Disabilities, Mathematics Performance.

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

多媒體電腦輔助教學(Multimedia Computer Assisted Instruction, MCAI)係以電腦輔助教學(Computer Assisted Instruction, CAI)的教學設計理念,結合電腦科技在多媒體、大容量儲存及資料庫等方面的現代科技,將教材給予組織安排,並運用多項元素,形成多重表徵的方式,提供多元感官刺激的學習及反覆練習機會,且依學習者的特質進行個別化的教學,使學生得依其能力調整學習進度,激發學習者的學習興趣與動機,使學習變得更活潑有趣,頗符合個別化教育原則與精神,可以提供彈性化與適性化的教學(朱經明,1999;何榮桂、郭再興,1996;侯禎塘、王春滿、吳柱龍、李俊賢,2009)。因此,電腦多媒體教學具有傳統教學所無法比擬的彈性與機動性,透過多元媒體的教學及模擬情境實驗,可作為語言和數理等學科的有效學業學習輔助工具(侯禎塘、王春滿、吳柱龍、李俊賢,2009;Selnow,1988)。

近年來網路與電腦科技十分發達,也運用來進行電腦化適性評量與診斷,作為介入或補救教學的技術。例如「BNAT 適性診斷測驗暨學習系統」(Bayesian networks based adaptive testing, BNAT),係以診斷性評量與補救教學為基礎的一套診斷性評量與補救教學系統,它是以學生知識結構為基礎所編制的電腦化適性診斷測驗,能診斷出學生數學學習之能力、錯誤類型與迷思概念,可作為教師教學調整之依據,給予學生個別化、量身訂作的補救教學,使學生的知識建構能夠更有系統,學習效果更好(郭伯臣、楊裕賢、胡豐榮,2008;國立台中教育大學測驗統計研究所,2012)。相關研究也顯示,以知識結構為主的國小數學科電腦化適性診斷測驗系統,在廣泛應用於各單元或其它相關主題時,具有良好的成效,能提升

一般學生的數學學業成就(林建福,2008;廖久緯,2008;黃珮璇、王暄博、郭伯臣、劉湘川,2006)。運用 BNAT 系統的診斷結果,結合電腦輔助教學進行補救教學,其效果顯著(洪敏甄,2007;黃雅鳳,2006),但卻較少被運用於身心障礙學生的教學實務與研究。尤其是在當前融合教育潮流下的教學課程與教材,朝向以參照普通教育的課綱,再進行適性調整與教學。因此如何結合以普通教育課綱建立的適性診斷測驗暨學習系統與多媒體電腦輔助教學,運用於身心障礙學生的教學,是本研究關心探究的課題。

身心障礙學生在心理特徵、感官能力、溝通能力、社會行為、神經動作或生理特徵等某些方面,顯著異於一般學生,較容易缺乏信心與學習動機。學校教育必須要加以變通或調整,提供必要的特殊教育與相關服務,鼓勵學生發覺學習樂趣及參與生活事物,始能充分發展潛能(Kirk, Gallagher, Anastasion,2003)。因此如何增進學生的學習動機,對有特殊需求的身心障礙學生是十分重要的課題。研究者從接觸身心障礙學生的經驗,發現身心障礙學生較容易缺乏信心與學習動機,而近年來探究電腦輔助教學或電腦多媒體教學於數學領域的教學經驗中,也發覺如何持續維持學生學習熱忱,保持高度學習動機,需要有系統化的動機理論模式作為基礎,來結合電腦輔助教學、多媒體電腦輔助教學或數位學習的設計與教學。為期能增進學生的學習動機,Keller(1983,2008,2011)探討當代系統化教學模式,將心理學有關動機理論的研究結果與教學設計模式整合起來,提出了 ARCS(Attention、Relevance、Confidence、Satisfaction)的動機理論模式,區分為注意(Attention)、相關(Relevance)、信心(Confidence)和滿足(Satisfaction)等四個要素,用以提升學習者的動機,達到激勵學生學習的效用。ARCS 動機模式的重大特點在於貫穿整個



教學的步驟都要有動機策略，其過程主要是先引起學生對課程的注意與興趣，再讓他發覺這樣的學習與他的生活有切身相關，最後讓學生具備足夠的能力與信心去處理它，學習完成後學生能得到成就感與滿足（張靜儀，2005；Keller, 2011）。

相關資料也顯示有學習不利或特殊需求的學生，若無有效介入，則其學習困難將會持續存在，並隨年級增加呈現漸趨下降的情形，尤以數學最為顯著，導致於學習數學的表現和興趣低落(教育部統計處，2004；Lerner,2003)。而 Song 和 Keller（1999, 2001）研究 ARCS 動機模式在提高學生對 CAI 動態的學習動機上，呈現良好效果。鑑於此，本研究將結合 ARCS 動機模式、電腦多媒體教學及 BNAT 適性測驗與教學系統，進行國小身心障礙學生的數學教學研究，以探究其對身心障礙學生數學學習之效果，作為輔導國小身心障礙學生數學學習之參考。

## 二、研究目的與問題

基於上述的背景與動機，本研究旨在參照融合教育環境的數學學習課程，結合 ARCS、MCAI 及 BNAT 適性測驗與教學系統，針對國小資源班的身心障礙學生，進行數學適性診斷評量、教材設計與實驗教學，以觀其對身心障礙學生的數學學習表現之影響。詳言之，本研究欲探討結合 ARCS、MCAI 及 BNAT 適性測驗與教學系統，運用於國小資源班學生的體積、容積和時間等單元的數學學習，並觀其對學習表現之立即與維持效果為何？

## 貳、研究方法

### 一、研究對象

本研究以五位就讀於國小高年級普通班，並安置於資源班的身心障礙學生為研究受試者。五位受試者皆為輕度認知障礙的特殊教育需求學生，領有身心障礙手冊或鑑輔會鑑定證明。受試者皆已具有電腦操作的實際經驗，分二組進行結合適性測驗與教學系統、MCAI 及 ARCS 的實驗

教學活動與各項評量。一組受試者進行「體積與容積」的學習主題教學，該組受試者已能做數學運算，但理解能力差，有時還需報讀題目才能理解題意的情形。另一組進行「時間計算」的學習主題教學，該組受試者已具有事件的順序性概念、時刻的報讀、時間單位量、時間順序、時間等量關係概念與同單位的時間量感等能力。

### 二、實驗設計與實施

本研究因應受試者個別差異大及樣本小的需求，採用單一受實驗試跨行為多探試設計（single subject multiple probe across behaviors design）。實驗設計與準備規劃計約一個學期，實驗教學的執行則於另一個學期完成，實驗的設計與執行包含基線期、實驗處理期和維持期，說明如下：

- (一)基線期：本階段不實施介入教學，僅進行基線資料的評量與蒐集。因研究採多試探設計，所以在進行第一單元教學介入前的基線階段評量時，同時也對其他單元進行間斷式的基線期評量。當第一單元基線期評量資料趨於穩定後，才介入第一單元教學活動，且當第一單元教學處理呈現成效後，暨第二單元的基線評量資料達穩定時，才介入第二單元的教學，依此類推。
- (二)實驗處理期：當受試者在第一單元的基準線資料趨於穩定或非進步趨勢時，開始介入因應受試者的特殊需求而設計的適性電腦多媒體教學單元，各主題教學實施三個單元的 MCAI 教學。處理期實施時，首先對受試者施行第一單元的教學活動，此時第二、三單元仍在基線期，待第一單元的分數達至穩定或進步趨勢時，且第二單元的基準線資料也達穩定或非進步趨勢時，再進行第二單元的教學活動，以此類推，直到三個教學單元活動均執行實驗教學結束。
- (三)維持期：此階段評估實驗教學的維持效果。維持效果是在每一單元的實驗

教學結束後，進行維持效果評量，其評量方式與基線期相同。

本研究的實驗處理階段共計約六至七週，採小組方式進行每週約二至三節，每節約四十分鐘的實驗教學活動，各節教學後隨即進行評量，實驗教學場域為國小資源班教室，教室內備有教材、教具、桌椅、電腦等實驗所需的各項設備。

### 三、ARCS 動機模式與 MCAI 教學設計

本實驗教學的內容，是依據 BNAT 適性診斷測驗學習系統內容所評量的學生能力與學習內容，作為設計多媒體電腦教材的內容，再依學生的能力特質與 ARCS 動機模式理念，設計 MCAI 的數學教學單元，分別說明如下：

#### (一)ARCS 教學策略

鑑於受試者的學習特性，參考 ARCS 動機模式理念，進行教學設計，藉由電腦的聲光效果與貼近受試者生活的教材，提升受試者注意力與學習動機，並提供反覆練習、滿足的回饋方式，提升學習信心，以增進其成效。本研究採行 ARCS 四個要素的教學設計策略，包括：1. 注意 (Attention)：感官吸引、引起學生注意，運用 MCAI 融入教學的策略，維持學生動機。2. 相關 (Relevance)：與切身相關經驗結合，教師連結教學與學生的舊經驗或生活經驗，引導學生思考並與學生討論。3. 信心 (Confidence)：明訂標準和期待，說明學生所必須完成的適當的工作，針對每位學生程度之不同，給予不同的提問與提示，提供學生可以成功達到目標的機會，以建立其信心。4. 滿足 (Satisfaction)：提供學生立即的知識應用，學生一顯身手的機會，並給予學生鼓勵與增強的正面回饋。

#### (二)MCAI 教學設計

依據 ARCS 動機模式與 BNAT 適性診斷測驗學習系統內容所評量的學生能力，並參照國民中小學九年一貫課程綱要的數學學習領域細目內容而調整，設計出二組 MCAI 的數學教學單元。第一組為「體積與容積」的教學主題；第二組為「時間計算」的教學主題，各有三個單元設計，分別是「體積與容積的單位、體積與容積」等單元及「時間單位的換算、時間量加與減」等單元。單元設計依學生能力與程度調整，再利用圖文、動畫及聲音等功能吸引受試者的學習動機，暨藉由圖文、聲音及實作加強對單元內容的理解，並適時給予學生增強鼓勵，使獲得到滿足感，增加信心。

#### (三)評量工具

本研究使用的評量工具，主要有：1. 時間學習評量單及時間學習形成性評量單。2. 體積與容積學習評量單及體積與容積學習形成性評量單。評量單初稿設計後，再經內容效度之審核與修訂完成，作為基線期、實驗處理期和維持期的評量工具，以探討受試學生接受實驗教學的學習成效。

### 四、資料分析與信效度處理

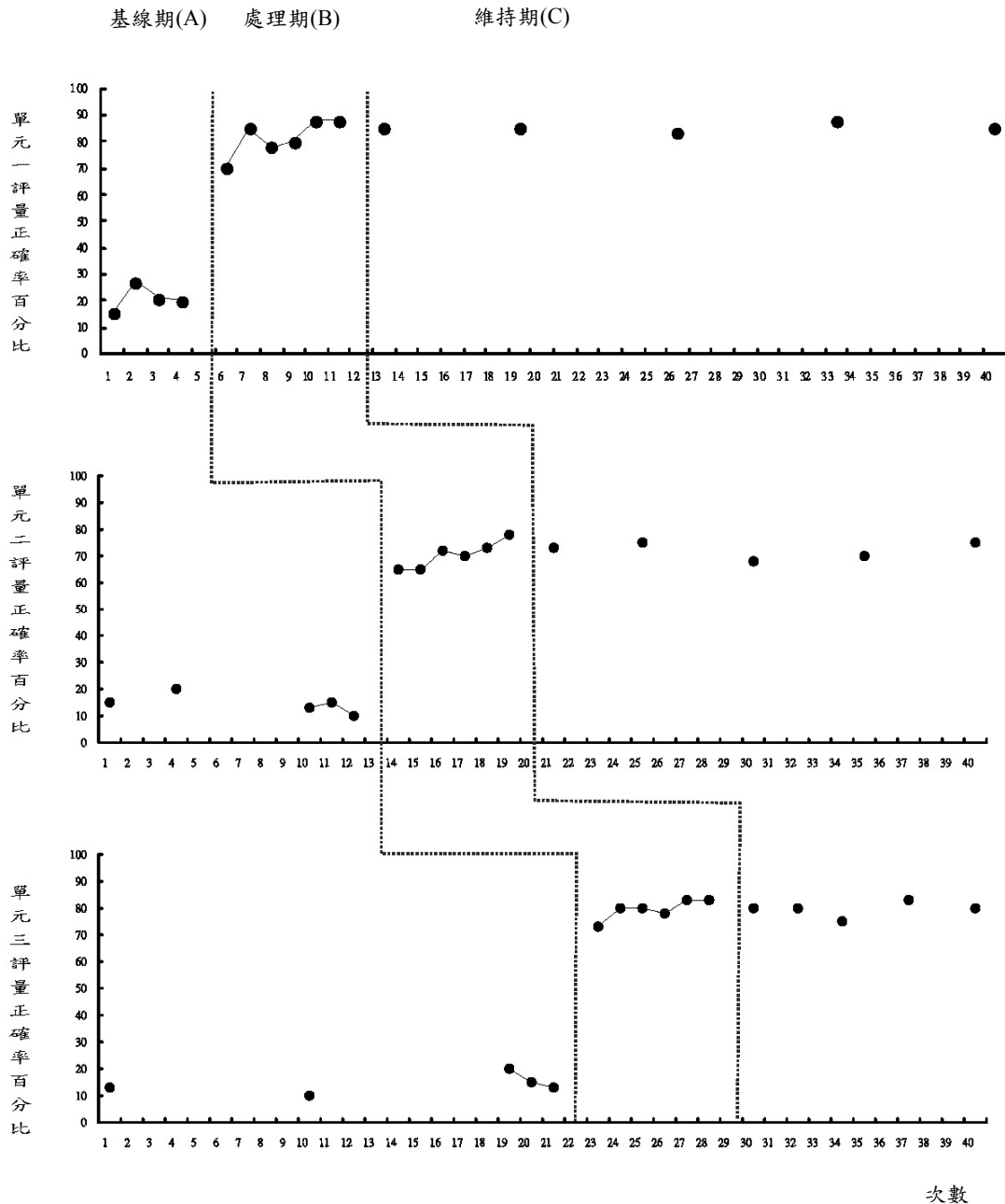
本研究蒐集受試者在基線期、處理期、維持期的資料，採用視覺分析法，將資料點繪成曲線圖，以探討實驗教學成效。本研究採內容效度，根據教學內容及教學目標編製學習評量測驗，並請二位國小普通班與特殊教育教師，審查與修正評量題目。信度考驗，則採評分者間的一致性考驗，由二位評分者在實驗各階段的評量活動中，進行信度一致性的核對，計算出本研究之評分者間一致性信度值介於 94%-100%。



### 參、結果與建議

評量結果資料，如圖一所示：

綜合研究結果，茲呈現整合性的



圖一 受試者學習評量正確率曲線圖

由上圖一資料，說明其結果與建議如下：

受試者於各單元學習評量平均正確率，在基線期分別為 20.75%（單元一）、14.60%（單元二）、14.20%（單元三），在實驗處理期分別為 81.50%（單元一）、70.50%（單元二）、79.50%（單元三），在維持期分別為 85.20%（單元一）、72.20%（單元二）、79.60%（單元三）。階段間的比較分析，在實驗介入後的評量資料與基線期比較已明顯進步，單元一提升了 60.75%，單元二提升了 55.90%，單元三提升了 65.30%。合併基線期與處理期（A+B）兩階段的 C 統計考驗結果，各單元 Z 值分別為 2.94、2.98、3.06，皆達 .05 顯著水準以上，顯示本實驗教學對國小高年資源班的身心障礙學生的數學學習表現，具有立即學習效果。又實驗處理期與維持期比較，各單元 C-B 的平均學習評量變化情形，分別是 +3.7%（單元一）、+1.7%（單元二）、+0.1%（單元三），合併處理期與維持期（B+C）兩階段的各單元 Z 值分別是 1.23、1.59、0.36，皆未達顯著水準，並由其曲線趨勢分析，顯示維持期呈現大致穩定的狀態，顯示本實驗教學對國小高年級資源班身心障礙學生的數學學習表現，亦具有維持效果。訪談父母與教師等重要他人對本研究方案的目標、教學過程與學習表現的意見資料，也顯示本研究具有良好的社會效度。

綜合研究結論，建議可參照融合教育環境的數學學習課程，結合 ARCS、MCAI 及 BNAT 適性測驗系統，提供國小資源班的身心障礙學生，進行適性數學學習與評量，藉以提升其學習動機與學業表現效果。

## 參考文獻

朱經明(1999)。特殊教育與電腦科技。台北：五南出版社。  
何榮桂、郭再興（1996）。多媒體電腦輔助教學在網路上的發展趨勢。資訊與

教育，55，25-31。

林建福(2008)。以知識結構及貝氏網路為基礎進行國小五年級小數乘法單元課程設計與評量建構之研究—以彰化縣某國小為例。國立台中教育大學數學教育系碩士論文。台中市，未出版。

洪敏甄(2007)。應用貝式網路進行國中數學學習診斷評量編製及適性補救教學設計—以「以二元一次聯立方程式」單元為例。亞洲大學資訊工程學系碩士論文。台中縣，未出版。

侯禎塘、王春滿、吳柱龍、李俊賢（2009）。透過 MCAI 教導國小輕度自閉症學生使用錢幣購物之效果。特殊教育與輔助科技，4，43-48。

黃雅鳳（2006）。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「分數小數」相關指標為例。亞洲大學資訊工程學系碩士論文。台中縣，未出版。

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，2006 年 3 月 23-24 日，國立新竹教育大學。

教育部統計處（2004）。外籍配偶就讀國小子女學習及生活意向查報告。台北市：教育部。

張靜儀(2005)。國小自然科教學個案研究—以 ARCS 動機模式解析。科學教育學刊，13（2），191-216。

郭伯臣、楊裕賢、胡豐榮(2008)：團班教學和個別指導之教材與評量以其相關行政管理系統的建置研究（子計畫二）：適性診斷評量系統之研發。行政院國家科學委員會專題研究結案報告。

臺中教育大學教育測驗統計研究所（2012）。電腦化適性測驗與學習。2012.12.20 取自 <http://gsems.ntcu.edu.tw>。

- 廖久緯 (2008)。以貝氏網路為基礎之電腦適性測驗編制—以國中七年級之「整數的加減」為例。輔仁大學應用統計研究所在職專班碩士論文。台北縣，未出版。
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Regality (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (pp.384-434.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum..
- Keller, J. M. (2008). First principles of motivation to learn and e3-learning. *Distance Education*, 29 (2) ,175-185.
- Keller, J. M. (2011). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. New York, NY: Springer
- Kirk, S. A. Gallagher, & J.J.Anastasiow, N. J. (2003). *Educating exceptional children*. New York:Houghton Mifflin.
- Lerner, J. (2003). *Learning Disabilities-Theories, Diagnosis, and Teaching Strategies*. New York:Houghton Mifflin.
- Selnow, G. W. (1988). Using interactive computer to communicate scientific information. *American Behavioral Scientist*, 32(2), 124-135.
- Song, S. H. & Keller, J. M. (1999). The ARCS model for developing motivationally-adaptive computer-assisted instruction. *Paper Presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology*. Houston, TX.
- Song, S. H. & Keller, J. M. (2001). Effectiveness of motivationally adaptive Computer assisted instruction on the dynamic aspects of motivation. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), 5-22.