

多媒體動態評量應用於國小自然 與生活科技領域之學習成效

賴阿福¹ 陳志鴻²

臺北市立教育大學數學資訊教育學系¹ 科學教育研究所²

摘要

動態評量可測得學習者發展中的潛能，結合測驗與教學，具有診斷與補救教學之功用。但在實施上費時費力，運用電腦、網路與多媒體科技將動態評量予以電腦化不失為一種解決方法。本研究結合電腦輔助測驗與漸進提示動態評量理論，發展網路化動態評量系統及槓桿概念之多媒體中介教材，以國小六年級121名學生為研究對象，採取所羅門四組準實驗設計方式，進行教學實驗，探討學生使用多媒體動態評量系統的態度及在槓桿概念的學習成效。由實驗結果得知：(1)低學習成就學童使用多媒體動態評量系統學習效果及保留成效顯著；(2)學習成就和提示量關係顯著；(3)多媒體動態評量可提升低學習成就學生的學習自信心。

關鍵詞：動態評量、漸進提示動態評量、槓桿概念、低學習成就學童、多媒體

壹、緒論 一、研究背景

有鑒於傳統紙筆評量的諸多缺點，教育學者在近年來提倡多元化的評量，如動態評量(dynamic assessment)、卷宗評量等。其中動態評量旨在使用一項或一組認知領域的作業，進行個別測量，施測者提供有意義的互動或回饋教學，目的在誘發受試者的潛能表現(教育部，2003)。Champion和Brown(1987)提出之漸進提示動態評量，其設計方式為「前測－學習－遷移－後測」，著重在學習與遷移的歷程，在教學介入上採用標準化的漸進教學支持，較易於量化。漸進提示動態評量結合測驗與教學，具有診斷與補救教學之功用。

但動態評量在班級課堂教學實施上費時費力，無論是中介教學過程或中介教材設計都會造成時間及人力上的沉重負荷，在推行上有所限制及困難。且未標準化的中介，常因不同的受試或不同的主試者而可能有不同的評量結果，因此傳統的動態評量只應用於特殊教育。Embretson(1987)認為以電腦來展示試題將使研究結果更精確，因此運用電腦與多媒體科技將動態評量予以電腦化不失為解決實務教學應用困擾的一種方法，可使中介教材或中介教學達到標準化，讓電腦扮演監控、示範及社會支持角色或中介教學代理者(Agent)，利用多媒體特性進行中介教學可提高學習者學習動機，使動態評量在實務教學應用上變得可行。在九年一貫課程中亦將資訊教育列為六大議題之一，強調各領域應將資訊科技做為輔助學習之工具，以擴展各領域的學習，並提升學生解決問題的能力(教

育部，2003）。結合電腦科技與動態評量，正符合九年一貫教育政策，且可解決一般(靜態)評量無法測得學習者發展中能力的問題，亦減少教師實施動態評量在時間及教學人力上的負擔。

二、研究目的

本研究結合電腦輔助測驗與漸進提示動態評量理論，發展網路化動態評量系統及多媒體槓桿概念中介教材，實際應用於國小六年級自然與生活科技領域教學上，以探討學習的成效及學習成就與提示量之間的關係，並分析學生對於多媒體動態評量之態度及看法。

貳、文獻探討 一、動態評量

由於對一般(紙筆)評量僅能測得目前學習成就的不滿足及減少學生被錯誤安置的機率，學者們紛紛提出新的評量方式，在俄國心理學家Vygotsky (1978) 提出近側發展區 (Zone of Proximal Development, ZPD) 的概念之後，學者們結合ZPD 而提出相關的評量理論。其中，動態評量旨在使用一項或一組認知領域的作業，進行個別測量，施測者提供有意義的互動、提示或回饋教學，目的在誘發受試者的潛能表現 (教育部，2003)，可見動態評量強調評量過程中教師與學生互動，並且檢視、協助學生的潛能表現。動態評量的模式大約可分為Budoff and Corman (1974)的學習潛能評量 (Learning potential assessment)、Feuerstein (1979)的學習潛能評量設計 (Learning potential assessment device)、Carlson and Wield (1978) 的測驗極限評量 (Testing-the-limits)、Campion and Brown (1987) 的漸進提示評量 (Graduated prompting assessment)、Embretson (1987) 的心理計量動態評量模式 (Psychometric approach) 和Burns, Vye and Bransford (1987) 的連續評量模式等六種。

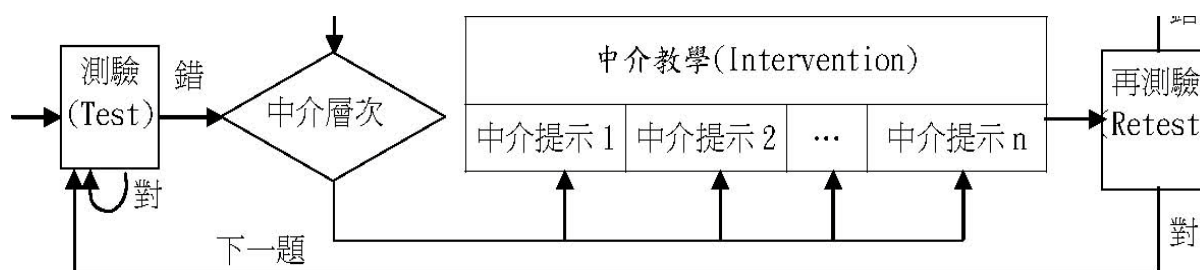
動態評量是藉由提供經驗來測量學生可塑性的程度，以及能在學習過程中改變的能力，做為測得個體學習潛能的依據，並提供表現不佳者適切的輔助學習資料，以中介方式促成認知行為的重建 (Feuerstein, 1979)，即動態評量不只可評量出學生現有的程度，還可以得知其能力改變的歷程及可改變的程度，增加了教師對於學生思考能力及概念理解能力的掌握程度，有助教師提升學生的學習成效及進行補救教學之用。動態評量結合教學與評量，在評量過程中深入觀察受試者的解題歷程，並評估受試者在協助下的獲益空間、學習能力與遷移能力 (莊麗娟、邱上真、江新合，1997)。在評量過程中，教學介入的部分，有的採取診斷性、非標準化的互動方式進行評量；有的選擇標準過程以提供量化的資料，而為了在班級上實施群測的便利性，本研究採用標準介入過程的漸進提示動態評量模式進行探討。動態評量的學習潛能，一般均採古典制約理論來進行能力的估算，包含：(1) 採用後測分數；(2) 累加兒童在前、後測的答對題數；(3) 累加兒童對於不熟悉題目所需的提示量與重複嘗試的數量，以決定學童的學習潛能，本研究採取資料庫及網路技術自動計算學童作答時所需之提示量。

二、漸進提示評量模式

Campion and Brown (1987) 提出漸進提示動態評量，其評量程序為「前測—學習—遷移—後測」，如圖1 所示。其目的在於辨別有學業失敗的個體及藉著代表個體學習能力的量數來改進評量分類的適切性。漸進提示動態評量試題分成「學習」及「遷移」兩大階段，期能評估受試者的學習及遷移能力。「學習階段」的主要任務在於評估受試者對於新概念或新原理的學習能力，而「遷移階段」主要任務在於評估受試者擴展基本概念或基本原理的遷移能力 (莊麗娟，1999)。

在中介教學順序裡，每一提示都較先前的提示含有更多的訊息。在這些提示過程中也包含了計畫、監控及修正等後設認知 (Metacognition) 的思考。這些中介教學或提示的提供，乃是以鷹架 (Scaffolding) 支持的方式進行，評量者根據兒童的需要給予適當的協助與支持，並依學習的實際狀況加以調整，中介教學支持的提供是以導向內化為目標，使兒童能培養獨立自主的能力 (古明峰，1997)。教學提示量是漸進評量模式中作為評量兒童學習能力的指標，此研究學派發現個體學習能力的有效動態量數，來自於對個體學習和遷移能力作較精

確估計的行為表現（許家驊，2001），且可看出受試者本身能力的高低對學習及遷移歷程有不同的影響，學習能力高者所需的協助較學習能力低者來得少（林素微，2002）。由於易於量化的優點，讓教師在使用上更能得心應手。



對 對下一題 圖1 漸示式提示評量（賴阿福，2005）

動態評量的中介教學之主要目的在於協助受測者解題及潛能發展，其中介教學策略(賴阿福，2005)，包含(1) 問題反思(Reflection)：中介教學過程中以電腦呈現文字或語音提示學生重新檢視題目或解法;(2)改寫題目(Rewording)：將題目形式簡化，協助題目語意;(3) 關鍵字(Keyword method)：以電腦呈現文字或語音提示學生解題關鍵字或關鍵點(focal point)；(4) 意義為基礎之策略(Meaning-based approach)：提供意義為基礎之解題協助策略，可將題目語意視覺化(Visualize)、以虛擬劇情呈現(Scenario-based)或以類比(Analog)方式說明解題方法或過程，運用多媒體之圖形、聲音、視訊、動畫易於達成上述中介教學策略；(5)電腦模擬之示範教學(Computer-based simulation and modeling)：當學生經多次嘗試仍無法解題，則提供示範教學，以電腦模擬方式進行解題示範。

雖然漸進提示評量模式有許多優點，然而若將此運用在複雜的學科，其解題歷程及思考歷程會越多元，如此一來，其工作分析與提示系統的建立及實施會越不容易（林素微，2002）。在進行漸進提示動態評量時，教師除了必須對課程有充分的瞭解外，亦須知道學生的先備知識、能力發展等，即除了學科知識外，教師亦須擁有學科教學知識及掌握低學習成就之學習特質。

三、槓桿概念

Siegler (1978) 在研究孩童執行平衡天平任務 (balance scale task) 之表現，將其概念表徵之各種形式以決策樹 (decision tree) 方式條列如下：(1)如果兩邊的重量相同，將判斷天平會平衡；如果重量不同，將判斷砝碼較多的一邊會傾斜向下；(2)如果一邊的砝碼較多，將判斷砝碼較多的一邊會傾斜向下；(3) 如果兩邊的重量與距離都相同，將判斷天平會平衡；如果一邊砝碼較多另一邊距離較遠，就胡亂應付過去。(4) 除非一邊砝碼較多另一邊距離較遠，就算重量與距離的乘積，並判斷力矩較大的一邊會傾斜向下。值得注意的是，Siegler 發現：(1) 在衝突重量題的表現，從5 歲的89% 答對率下降至17 歲的51% 答對率；(2)在簡單距離題的表現，從5 歲的9% 的答對率到9 歲的88% 答對率，再到13-16 及17 歲的100 %。據此可推論，年幼的兒童可能只以重量為依據，只要是較重的一邊就推測它會下降。本研究之前導研究曾以6 年級29 位學生為對象，施予簡單機械支點、省(費)時和省(費)力問題等20 個測驗題，通過率僅有53.2 %。綜合以上現象，可見高年級學童對於槓桿問題存有許多的迷思概念，需由教師的協助以釐清其概念或運用多媒體教材將槓桿抽象概念具體化及視覺化，以協助學生建立正確心智模式。

四、數位化中介教材之發展

· 概念分析 · 錯誤概念分析

探索關於協助學童解題之策略

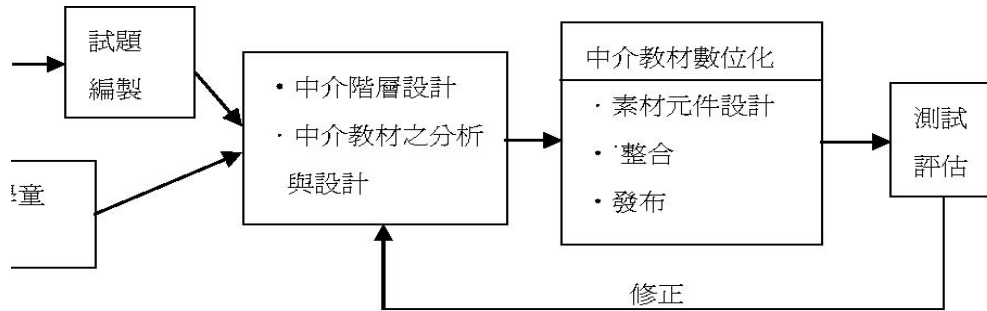


圖2 數位化中介教材之發展程序（賴阿福，2005）

數位化中介教材之發展程序如圖2 所示，包含(1)探索關於協助學童解題之策略：不同學習領域之解題策略不盡相同，了解學童之解題策略及協助方法，有助於中介教學策略之發展；(2)概念分析與錯誤概念分析：此二種分析有助於試題設計及動態評量時診斷資訊，本研究以內容分析與文獻探討方式進行概念分析與錯誤概念分析，「槓桿」概念分析結果如上節所述；(3)試題編製；(4) 中介階層設計、中介教材之分析與設計：中介提示層次與題型有關，層次愈多，中介教材設計愈複雜。中介教材設計須依提示層次，由抽象到具體，若能根據錯誤概念類型設計，中介效果更佳；(5)中介教材數位化：教材數位化包含素材元件設計、整合、發布，素材元件設計如聲音、動畫、影像、視訊；整合工具即編輯工具或語言，包含時間軸導向(time-line based, 如Flash, Director) 、圖示導向(icon-based, 如Authware) 、畫面導向(page-based, 如Toolbook) 、語言導向(language-based, 如Java, Visual Basic) 等；發布則是將整合完成之數位化中介教材及題庫上傳網站或透過後端管理模組匯入動態評量資料庫(6)測試評估：為保證教材品質，舉凡教材內容、版面、媒體皆應以形成性與總結性評估，以檢視其正確性、適當性、適合性，做為修正之依據（賴阿福，2005）。

五、電腦化動態評量

近年來電腦軟、硬體的迅速發展，提供多媒體的測驗情境，可以影音、動畫等方式來呈現試題，甚至直接在電腦上進行術科測驗，增加了試題的靈活度，所以將評量網路化已是不可擋的趨勢。多媒體線上測驗系統可以讓學生在不受時間與空間的限制下，進行測驗評量，了解自己的能力水準，並且可以實施個別化的測驗，讓學生了解自己的學習成效及歷程（李春雄，2003），學生在接受評量時馬上可以得到回饋，減少學生等待的時間，提高其學習的興趣。全球資訊網（world wide web）提供多樣且便利的環境支持教學與評量，能快速即時傳達、分享及傳播、儲存各種不同資料，如動畫、多媒體、聲音播放軟體之相關資訊（賴阿福，1997），利用此方式進行多媒體評量能有助於解決時間及人力的負擔。結合電腦網路技術與漸進提示動態評量理論的電腦化動態評量（computer-based dynamic assessment, CBDA）具有下列優點（賴阿福，2005）：(1) 可推展至一般學生之補救教學(remedy instruction);(2) 節省測驗時間，可進行團體施測；(3) 中介歷程與中介內容標準化：每位學生接受中介示範的層次可能不同，但中介的型式均相同；(4) 有助於引發學習動機，尤其是多媒體中介教材；(5) 易於紀錄歷程(如答題時間、狀態)、分析與診斷，尤其是運用人工智慧及資料探勘技術；(6) 受測及施測時間具彈性。

然而，網路化動態評量雖然擁有超越時空及資源共享的優點，但在設計時，應特別考慮題目曝光率、題目失竊及通訊加密等測驗安全性的問題（何榮桂，1997），如此測驗網路化才有意義。本研究之動態評量系統以支援

學習為主，僅以帳號管理方式進行基本安全管制，未考慮進一步之題庫資訊安全問題。

參、研究方法

本研究採取所羅門四組準實驗設計（Solomon four group design），應用自行開發之系統實施多媒體動態評量教學實驗，以準實驗研究法探討其對六年級自然與生活科技－槓桿概念教學與學習的助益及學生對此實施方式的態度。最後，以雙因子變異數分析之統計方法以分析：(1)實驗組與控制組後測成績之差異；(2)實驗組與控制組延宕測成績之差異；(3)前測成績和提示量之間的關係。

表1 實驗處理設計

| 組別 | 前測 | 實驗處理 | 後測 |
|------|----|------|----|
| 實驗組甲 | 01 | X | 02 |
| 控制組甲 | 03 | | 04 |
| 實驗組乙 | | X | 05 |
| 控制組乙 | | | 06 |

X (treatment)：表示實驗處理（自變項） 0 (observation)：測驗（前測、後測、延宕測）

一、研究設計

本研究設計採用所羅門四組準實驗設計，其結構如表1 所示。四組學生實施後測之後，均必須於4 週後再進行延宕測驗。實驗處理後，進行實驗組與控制組在後測、延宕測成績及前測成績和中介提示量關係之分析。

二、研究對象

本研究以臺北市某國小六年級兩班為實驗甲、乙組，並選取和實驗組同一位自然與生活科技教師的另兩個班為控制甲、乙組。此四個班級共121 名學生，且在五年級時依成績採取S 型重新分班過，顯示各班皆具有同質性，可作為準實驗研究之樣本。學生在三年級時即開始上電腦課，對於電腦的操作、網頁的觀念並不會陌生，教學實驗期間實驗組必須到電腦教室二次接受電腦化多媒體動態評量。教學實驗並選取高、中及低學習成就各二名學生進行晤談以了解其對於本系統的觀點與態度。

三、研究工具

為使本研究順利完成，所需要利用到的工具如下：(一)電腦軟、硬體工具

硬體為伺服器及學生評量用電腦；軟體為本研究自行開發之網路化(Web-based) 多媒體動態評量管理系統(陳志鴻、賴阿福，2005)。本研究建置之多媒體動態評量管理系統係採用微軟之Visual Studio.Net 軟體搭配MS-Access 資料庫來開發，分為三個模組，其功能架構如圖3 所示。

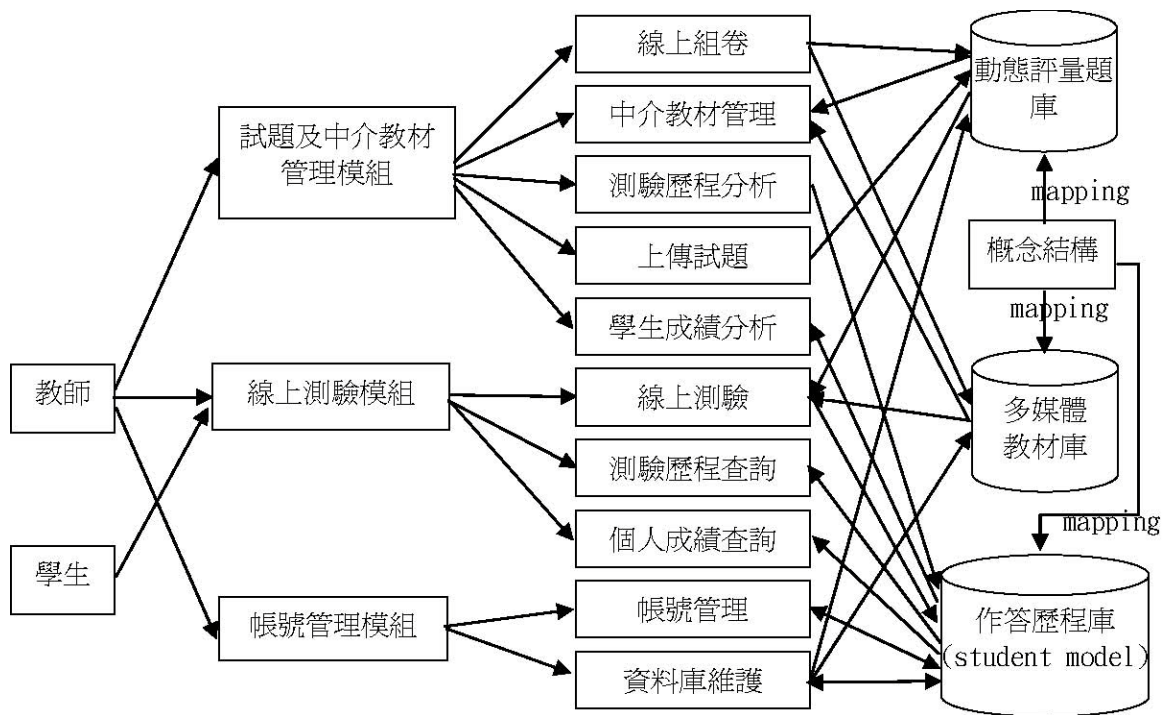


圖3 多媒體動態評量管理系統架構

1. 動態評量試題管理模組

命題教師可利用此模組上傳試題(如圖4 所示)、線上組合試題(如圖5 所示)及查看學生評量之歷程與成績(如圖6 所示)。



圖5 線上組卷介面

2. 帳號管理模組

管理員可線上進行查詢會員、新增會員、修改會員及刪除會員等使用者權限管理，並對於不同的身分可以

賦予不同的權限，操作不同的模組。

2 3.線上測驗模組

學生評量時系統介面分為題目顯示區、中介提示顯示區、選項區及答題區等四個部分，如圖7 所示。所有題目測驗完後，立刻出現回饋畫面，包含每題答題歷程、提示次數、答題時間、該題得分等，可作為學生後設認知及教師對學生潛能資訊蒐集來源的依據。

| 座號 | 題號 | 歷程一 | 歷程二 | 歷程三 | 該題答案 | 提示次數 | 費時(秒) | 該題得分 |
|-------|----|-----|-----|-----|------|------|-------|------|
| s6201 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 10 | 3 |
| s6201 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 37 | 3 |
| s6201 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 3 |
| s6201 | 4 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 29 | 0 |
| s6201 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 25 | 3 |
| s6201 | 6 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 70 | 0 |
| s6201 | 7 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 6 | 2 |
| s6201 | 8 | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 9 | 1 |
| s6201 | 9 | 3 | 4 | 0 | 2 | 2 | 19 | 1 |
| s6201 | 10 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 80 | 0 |
| s6202 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 53 | 2 |
| s6202 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 10 | 3 |
| s6202 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 24 | 3 |
| s6202 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 21 | 0 |
| s6202 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 31 | 3 |

圖6 全班測驗歷程查詢

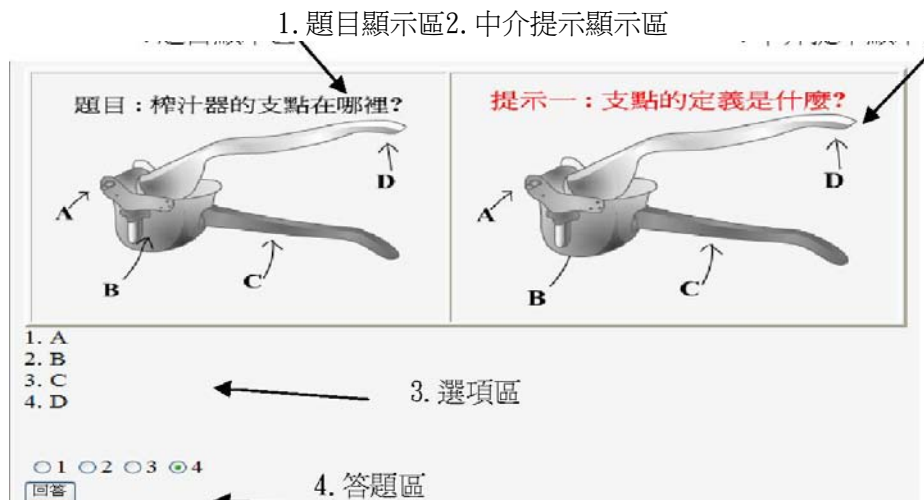


圖7 評量及提示介面

(二)網路化動態評量系統及多媒體中介教材之評估問卷本研究發展之教師評估問卷，用以了解教師對多媒體動態評量系統及多媒體中介教材之評價及滿意度，系統功能評估量表的Cronbach α 值為 .85，數位化試題及中介教材評估量表的Cronbach α 值為 .88，整體量表的Cronbach α 值部分則達 .91，顯示本問卷具有良好信度可做為本研究實驗工具之用。

(三)學生使用多媒體動態評量系統之態度問卷及訪談指引本研究發展之學生使用系統態度問卷，用以了解學生對多媒體動態評量的態度，且其內部一致性係數Cronbach α 為 .85，可見本量表具有高度穩定性。訪談指引，用以了解學生對多媒體動態評量的看法。

(四)「槓桿概念」成就測驗卷成就測驗卷分為甲、乙，並以甲卷為前測測驗卷，乙卷為後測及延宕測測驗卷。成就測驗卷經雙向細目表分析及專家效化，且委請他校學過槓桿教材的31位學生進行預試及項目分析。修改部分難度或鑑別度不佳的題目後，再進行第二次題目預試。預試結果經統計分析，最後分析結果：甲卷之難度為.58，鑑別度為.65，庫李信度為.91；乙卷之難度為.57，鑑別度為.65，庫李信度為.89。

(五)數位化中介教材以Flash MX 軟體製作數位化中介教材，包含三次的提示，如圖8 所示，其中第三次的提示以動畫的形式呈現，並依其題型分成兩次進行施測。

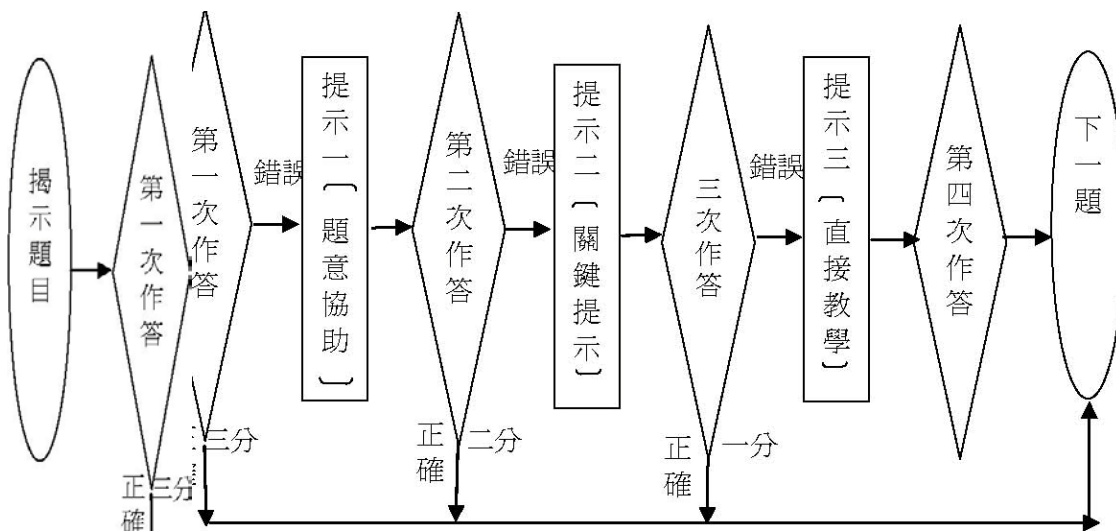


圖8 多媒體動態漸進提示評量的流程

四、多媒體動態評量流程設計

本系統進行線上動態評量的流程如圖8 所示，評量時首先會出現「揭示題目」部分（如圖9 所示），評量提示方式分成下列四個階段進行。（1）直接回答正確：不需提示；

1 （2）提示一：題意協助。提供題意理解的協助，讓學童可以回憶其先備的解題知識來幫助解題。如圖10 所示，當學生第一次回答錯誤後，出現支點、力矩等題意理解的協助。

2 （3）提示二：關鍵提示。提供關鍵（字）的提示，來給予槓桿概念或公式的支持。如圖11 所示，學生第二次回答錯誤後，出現支點、施力臂及抗力臂等位置，並讓其比較施力臂與抗力臂大小的提示。（4）提示三：直接教學，運用多媒體動畫式教材提供視覺化學習，以釐清學童槓桿的迷思概念。如圖12 所示，以動畫方式直接教導力矩之間的關係，以得知裁紙刀施力臂大於抗力臂是省力的工具。



圖9 多媒體動態評量系統題目顯示

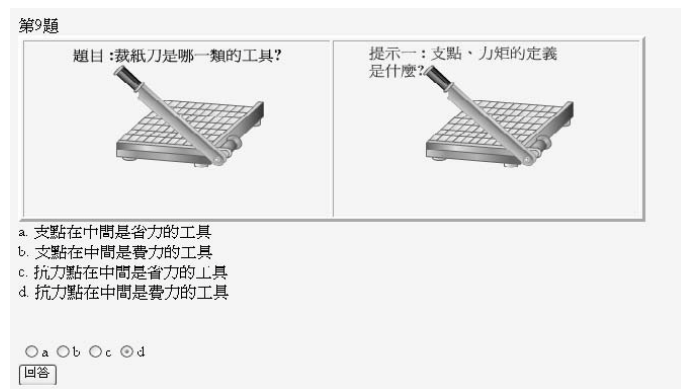


圖10 多媒體動態評量系統提示一(題意協助)



圖11 多媒體動態評量系統提示二(關鍵提示)

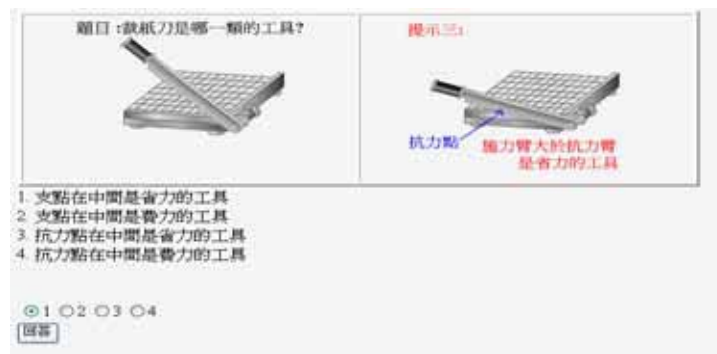


圖12 多媒體動態評量系統提示三 (Flash 動畫展示) 肆、研究結果與

討論 一、多媒體動態評量系統之評估結果分析

網路化動態評量系統完成後委請臺北市立師範學院科學教育研究所研究生及國小自然與生活科技領域教師共 29 位實際使用此系統，以進行線上測試與評估，並於線上填寫「自然與生活科技領域教師評鑑問卷」，問卷以 SPSS 進行資料統計分析，整體問卷平均分數為 4.56 (Likert 五等量表)，多媒體動態評量系統功能部分平均得分為 4.63，數位化試題及中介教材問卷平均得分為 4.45，顯示整體系統獲得相當不錯的評價。功能評估結果如表 2、數位化試題及中介教材等評估結果如表 3。

題號內容平均 5 4 3 2 1

一本系統整體操作方式簡便易懂。4.79 83% 14% 3% 0% 0%

二本系統適合做為電腦化動態評量的評量工具。4.76 79% 17% 3% 0% 0% 三本系統能發揮動態評量的特性與功能。4.59 62% 35% 3% 0% 0% 四本系統所提供的功能很齊全。4.38 48% 41% 10% 0% 0% 五本系統對學生學習有所幫助。4.66 72% 21% 7% 0% 0%

六本系統有助於教師瞭解學生的學習成果及潛能。4.55 69% 21% 7% 3% 0%

七本系統有助於降低教師實施動態評量之時間的限 4.59 66% 28% 7% 0%

% 0% 制。八本系統有助於減輕教師實施動態評量時人力的負

4.66 69% 28% 3% 0% 0% 擔。九本系統可紀錄學生答題歷程，有

助教師釐清學生 4.69 79% 14% 3% 3% 0%

的迷思概念。(5 表示非常贊同；4 表示大部份贊同；3 表示有時贊同有時不贊同；2 表示大部份不贊同；1 表示非常不贊同)

表3 數位化題庫及中介教材之教師評估結果分析

題號內容平均 5 4 3 2 1

一本系統動畫能將教材觀念表達清楚。4.52 59% 35% 7% 0% 0%

二中介提示之教材設計適當。4.41 48% 45% 7% 0% 0%

三數位化教材外觀設計與色彩搭配合宜。4.45 52% 45% 0% 3% 0%

四數位化教材字型大小合適、畫面清晰易懂。4.45 48% 48% 3% 0% 0%

五電腦化題目、選項排版合適，易於閱讀。4.41 45% 52% 3% 0% 0% (5 表示非常贊同；4 表示大部份贊同；3 表示有時贊同有時不贊同；2 表示大部份不贊同；1 表示非常不贊同)

二、學生使用多媒體動態評量系統之態度分析

本研究針對 59 名實驗組學生進行問卷調查，扣除漏答及回答方式有誤等無效問卷，實際回收 55 份問卷，資料分析結果如表 4 所示。

從問卷統計中分析得知學生對於此系統態度平均得分為 4.15 分，大於 4 分 (表示大部份贊同)，表示學生認同本系統可增進其學習態度，且對其在自然與生活科技領域的學習上是有幫助的。在問卷調查中，學生認為多媒體動態評量系統可以增強學習的信心 (3.95

分)、對於學習是有幫助的 (4.22 分)，此結果和余淑君 (2002) 研究發現動態評量具有的優點相符合，即本系統可以發揮動態評量的特點，並可藉助電腦強大的功能減輕教師施測時的負擔，增進在班級運用動態評量的便利性。

表4 學生對於動態評量的態度問卷統計

| 題號 | 內容 | 平均 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|----|-------------------------------|------|-----|-----|-----|----|----|
| 一 | 我覺得槓桿軟體的畫面設計與顏色搭配看起來很舒服。 | 4.24 | 44% | 36% | 20% | 0% | 0% |
| 二 | 這套軟體操作十分方便。 | 4.33 | 55% | 27% | 15% | 4% | 0% |
| 三 | 我喜歡利用電腦來進行考試的方式。 | 4.22 | 53% | 22% | 20% | 5% | 0% |
| 四 | 我喜歡回答錯誤時給我提示的考試方式。 | 4.25 | 49% | 35% | 13% | 0% | 4% |
| 五 | 使用這個軟體，讓我更有信心學習自然、比較不會感到挫折。 | 3.95 | 33% | 35% | 29% | 2% | 2% |
| 六 | 使用了這個軟體，使我更喜歡槓桿概念。 | 3.93 | 36% | 31% | 24% | 7% | 2% |
| 七 | 使用了這個動畫教材，使我槓桿觀念更清楚。 | 4.09 | 38% | 38% | 20% | 2% | 2% |
| 八 | 我覺得使用這套軟體對我在自然與生活科技的學習有很大的幫助。 | 4.22 | 49% | 27% | 20% | 4% | 0% |

(5 表示非常贊同；4 表示大部份贊同；3 表示有時贊同有時不贊同；2 表示大部份不贊同；1 表示非常不贊同)

從實際晤談中發現，學生認為多媒體動態評量系統及多媒體槓桿概念中介教材有下列的優點：

- 1.動態評量進入提示三會呈現動畫，一個一個步驟的教學可以讓概念更清楚；
- 2.動態評量可以減輕測驗帶來的壓力，不會那麼緊張；
- 3.圖片會動，比文字敘述更快進入狀況；
- 4.題目很清楚，動畫也看得很清楚；
- 5.答錯的話，它可以給一點提示，之後答對，還有部分的分數，比較不會有挫折感；
- 6.如果答錯一次會給你一個提示，然後答錯第二次又給你更清楚的提示，達到反省的效果。

三、學生的學習成效

(一)實驗組與控制組後測成績分析

本研究以多媒體動態評量實驗處理（有無）× 前測（有無）進行雙因子變異數分析(two-way ANOVA)，以考驗整個實驗組（甲、乙）和控制組（甲、乙）後測成績間是否達顯著差異存在，並可以查出前測的影響力為何。經資料統計分析後，結果如表5 所示。

| 來源 | 型Ⅲ平方和 | 自由度 | 平均平方和 | F 檢定 | 顯著性 |
|-----------|-----------------|----------|-----------|---------|---------------------|
| 校正後的模式 | 9387.42 | 3 | 3129.14 | 5.038 | .003 |
| Intercept | 617342.17324.80 | .144 | 617342.19 | 994.016 | .000 .001 .988 .059 |
| 處理前測 | 2254.06 | 72663.83 | 7324.80 | .144 | 11.794* |
| 處理*前測 | 695425.00 | 82051.24 | 1 1 | 2254.06 | * .000 |
| 測誤差總和 | 1 1 117 121 120 | | 621.058 | | 3.629 |
| 校正後的總數 | | | | | |

** p < .01

由表5 可知，本研究實驗處理和前測之間交互作用 $P = .059 > .05$ 並未達顯著性；而是否經過多媒體動態評量實驗處理 $P = .001 < .05$ 已達顯著水準，由此可知，經過多媒體動態評量實驗處理後學生在後測成績上明顯高於控制組的學生，達顯著性差異；是否接受前測則無顯著性影響，前測與實驗處理間的交互作用亦未顯著。

本研究更進一步研究動態評量對低學習成就學生影響(依在六年級上學期自然與生活科技領域三次定期評量平均成績分組，其中低分組為總平均後27% 的學生)，以實驗處理為自變數，前測與後測間分數差異為依變數進行單因子變異數分析，發現控制組低學習成就學生後測成績較前測成績退步0.56 分（如表6 及表7 所示），實驗組學生則進步24.09 分， $P = .016 < .05$ 達顯著性差異，即低學習成就學生應用多媒體動態評量，在成績進步上明顯高於控制組的學生。

表6 低學習成就組前、後測分數差異描述性統計表7 低學習成就組前、後測分數變異數摘要

| 測驗別 | 個數 | 平均數 | 標準差 | 標準誤 | 95% 信賴區間 | | 最小值 | 最大值 |
|------|-----------|-------|-------|----------|----------|-------|---------|-------|
| | | | | | 下界 | 上界 | | |
| 實驗組 | | 24.09 | 23.22 | 7.00 | 8.49 | 39.69 | | |
| 控制組 | 11 9 | -.56 | 16.67 | 5.56 | -13.37 | 12.26 | -15 -25 | 65 25 |
| 總和 | 20 | 13.00 | 23.64 | 5.29 | 1.94 | 24.06 | -25 | 65 |
| 變異來源 | 平方和 | | 自由度 | 平均平方和 | | F 檢定 | 顯著性 | |
| 組間 | 3006.869 | | 1 | 3006.869 | | 7.109 | .016* | |
| 組內 | 7613.131 | | 18 | 422.952 | | | | |
| 整體 | 10620.000 | | 19 | | | | | |

* $p < .05$

(二)實驗組與控制組延宕測驗分析

1.延宕測成績

由表8 可知，以單因子變異數分析，可得 $P = .008 < .01$ 已達顯著性差異，即實驗組學生在經過多媒體動態評量系統後，在延宕測驗分數明顯高於控制組，實驗組學生在學習保留成效上比控制組學生為高。

表8 實驗組與控制組延宕測變異數摘要

| 變異來源 | 平方和 | 自由度 | 平均平方和 | F 檢定 | 顯著性 |
|------|----------|-----|---------|--------|------|
| 組間 | 5308.93 | 1 | 5308.93 | .927** | .008 |
| 組內 | 68120.41 | 119 | 572.44 | | |
| 整體 | 73429.34 | 120 | | | |

* $p < .01$

2.實驗組後測和延宕測間的相關情形

以實驗組後測成績和延宕測驗成績進行相關分析，結果如表9 所示。實驗組學生以學生槓桿學習測驗乙卷進行後測及延宕測，其相關係數為 .673，顯示實驗組後測和延宕測之關係為高度正相關。

表9 實驗組後測與延宕測相關考驗

| 後測 | | 延宕測 |
|-------------|------------|--------|
| 後測 | Pearson 相關 | 1.000 |
| | | .673** |
| 顯著性 (雙尾) 個數 | | .59 |

* $p < .01$

3.控制組後測和延宕測間的相關情形

以控制組後測成績和延宕測驗成績進行相關分析，可得結果如表10 所示。控制組學生以學生槓桿學習測驗乙卷進行後測及延宕測，其相關係數為 .767，顯示控制組後測和延宕測之關係亦為高度正相關。

表10 控制組後測與延宕測相關考驗

| 後測 | | 延宕測 |
|-------------|------------|--------|
| 後測 | Pearson 相關 | 1.000 |
| | | .767** |
| 顯著性 (雙尾) 個數 | | .62 |

** $p < .01$

從以上資料可得知，實驗組學生在使用多媒體動態評量系統之後，除了後測成績明顯高於控制組學生外，在延宕測成績之分數亦明顯高於控制組，且兩組延宕測成績和後測成績均呈現高度正相關。由此可知，實驗組學生使用多媒體動態評量後，具學習保留成效，尤其是，實驗組低學習成就學生利用本系統獲得學習成效的顯著。結果顯示和李坤崇（1999）所提之動態評量優點中「較不會低估環境文化不力或身心不力學生的認知潛能，尤其是上述學生較一般學生更需要施以適切的教學介入」看法相符合。低獲益者有三方向的認知缺陷：1.缺乏結構性思考；2.工作記憶不足；3.遷移力缺陷，提供結構運算是強化思考方向，避免思考散亂並減輕工作記憶負荷的協助策略（莊麗娟，2001），本研究以多媒體方式提供各層次之中介提示，能提升低獲益者之學習及保留成效。

(三) 前測成績和提示量間的關係

本研究對高、中及低成就三組學生，以前測成績為自變數，所需提示量為依變數進行分析。以此可得知三組學生對於進行多媒體動態評量系統時，所需提示量是否有顯著差異，描述性統計結果如表11 所示。表11 三組學生所需提示量描述性統計

| 學習成就 | 個數 | 提示量 | 標準差 | 標準誤 | 95% 信賴區間 | | 最小值 | 最大值 |
|------|-------|-------|------|----------|----------|-------|---------|-------|
| | | | | | 下界 | 上界 | | |
| | | 20.00 | 8.50 | | 14.29 | 25.71 | | |
| | | 11.00 | 5.16 | 2.56 | 7.31 | 14.69 | | |
| 低中高 | 11 10 | 4.80 | 3.01 | 1.63 .95 | 2.65 | 6.95 | | 30 17 |
| 總和 | 10 31 | 12.19 | 8.71 | 1.56 | 9.00 | 15.39 | 2 3 0 0 | 10 30 |

由資料分析可得，高、中及低學習成就各組對提示量之 $F=16.517$ ， $P=.000<.05$ 已達顯著性差異如表11 所示，即三組中至少有一組和其他組比較具顯著差異，故必須再進行事後比較。

表12 三組學生所需提示量事後比較 (Scheffe)

| 學習成就 | 平均差異 | 標準誤 | 顯著性 | 95% 信賴區間下界 | 上界 |
|------|--------|------|-------------------------------|------------|-----------|
| 低 中 | 9.00* | 2.67 | .008 .000 .008 .094 .000 .094 | 2.11 | 15.89 |
| 中 高 | 15.20 | 2.67 | | 8.31 | 22.09 |
| 高 低 | * | 2.67 | | -15.89 | -2.11 |
| 高 高 | -9.00 | 2.73 | | -.86 | 13.26 |
| 低 低 | * | 2.67 | | -22.09 | -8.31 .86 |
| 中 中 | 6.20 | 2.73 | | -13.26 | |
| | -15.20 | | | | |
| | * | | | | |
| | -6.20 | | | | |

由表12 可知，低學習成就組學生，所需提示量較中、高學習成就組多，並且達到顯著差異。進一步分析前測成績和提示量關係，可得結果如表11 所示。

表13 前測成績和提示量相關係數

| 分數 | 提示量 |
|-------------|------------|
| 分數 | Pearson 相關 |
| | 1.000 |
| | -.692** |
| 顯著性 (雙尾) 個數 | .000 31 |
| | .31 |

** $p < .01$

由表13 可知，前測成績和所需提示量的相關係數為 -0.692 ，在顯著水準為 $.01$ 時，達顯著性相關，即前測成績越高者，相對所需之提示量明顯較少；反之，前測成績越低者，相對所需之提示量明顯較多。由以上可得：

(1) 提示量和前測成績的關係顯著，六年級學生槓桿學習成就越高者相對的所需的提示量就越少；(2) 低學習成就組需要較多的提示量方能達到學習的目標。本研究結果和林素微 (2002) 提到之「受試者本身能力的高低對學習及遷移歷程有不同的影響，學習能力高者所需的協助教學習能力低者來得少」及許家驊 (2001) 研究所得之「個體表現能力的高低對學習和遷移過程有著不同的影響，較高學業能力的個體，比能力較低的個體，較不需他人協助」相符合。

伍、結論與建議 一、研究結論

(一)學生使用多媒體動態評量之肯定態度及看法

從多媒體動態評量之教學實驗中可得知，學生喜歡答錯時給予提示的評量及部份計分方式，尤其是動畫教學方式之中介提示，能讓學生對於抽象概念有較具體且清楚的了解，以建立起正確的心智模式，且在輕鬆、無壓力的氣氛之下，提升其學習的興趣及自信心。研究中並發現學生在使用多媒體動態評量系統進行評量時可減輕考試的壓力，並提升槓桿概念學習的自信心。在升學壓力沉重的教育環境中，如何能減輕學生的學習壓力為重要的議題，而本系統經實驗後確能達到此目標。

(二)多媒體動態評量對於低成就學生之顯著學習成效

本研究發展之多媒體動態評量系統應用在國小高年級自然與生活科技領域槓桿概念上，能提升學習效果及學習保留的成效，尤其是對於學習低成就的學生的學習成效顯著，是教育者必須注意的部分。從本研究資料分析可得知，以多媒體動態評量系統提供關鍵字、題目概念分析及動畫的中介支持，可顯著提升低學習成就學生的成績及自信心，為一值得推廣的資訊應用於學習方式。

多媒體動態評量資料庫所紀錄的評量歷程則可做為學生後設認知及教師診斷教學之參考資料用，且從評量歷程可得知學生實施多媒體動態評量時提示量和前測、後測及延宕測之間的關聯，學生槓桿學習成就越高者相對的其所需的提示量就越少，而低學習成就組需要較多的提示量方能達到學習的目標，亦即低學習成就者需要教師或教學代理程式較多的支持或鷹架。從提示量則可分析出槓桿學習成就和其學習潛能具有顯著相關性。

由以上分析可知，學生喜歡運用此系統進行多媒體動態評量，並可在輕鬆、無壓力的氣氛之下，其學習的興趣及自信心，以達到學習的成效並具有學習保留的效果；本系統提供及題意概念分析的中介支持，可顯著提昇低學習成就學生的學習成就。

二、研究建議

受限於時間及人力的因素，研究對象僅有121名學生，未來可朝下列幾個方向更進一步的研究：(1)本系統可以紀錄評量歷程，且具備網路化不受時間及地點的限制，未來研究可朝向學生進入系統的次數與評量時間或成績之間是否有顯著相關方向研究。(2)本系統可紀錄每位學生的答題歷程，建議未來研究可據此實施補救教學或提供適性學習，以提升其學習成效。

參考文獻

古明峰（1997）：加減法應用題語文知識對問題難度之影響暨動態評量在應用問題之學習

與遷移歷程上研究。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文。李坤崇（1999）：多元化教學評量。臺北市：心理出版社股份有限公司。李春雄（2003）：實施資訊融入各科教學之經驗分享以「多媒體線上測驗系統」之應用為

例。視聽教育雙月刊，第45卷第1期，40-48。何榮桂（1997）：從「測驗電腦化與電腦化測驗」再看網路化測驗。測驗與輔導，第144期，2972-2974頁。林素微（2002）：國小高年級學童數感特徵暨電腦化動態評量發展之探討。國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系博士論文。余淑君（2002）：以動態評量探究國小五年級學童酸鹼概念的概念改變機制。國立臺北師

範學院數理教育研究所碩士論文。教育部（2003）：教學創新九年一貫課程問題與解答【修訂版】。臺北市。許家驊（2001）：國小三年級數學多階段動態評量之研究。國立高雄師範大學教育學系博

- 士論文。莊麗娟(1999)：系統化多元評量之發展研究。國立高雄師範大學教育系博士論文。莊麗娟(2001)：「多媒體動態評量」低獲益受試者之認知缺陷與協助策略分析。特殊教育研究學刊，第21期，109-133頁。莊麗娟、邱上真、江新合(1997)：國小六年級浮力概念動態評量的效益分析。中國測驗學會測驗年刊，第44輯第1期，71-94頁。
- 陳志鴻、賴阿福(2005)：電腦化動態評量應用在自然與生活科技領域教學之發展。GCCCE 2005 USA，916-925頁。
- 賴阿福(1997)：國小自然科網路教材製作實務。科學教育研究與發展季刊，第九期，35-59頁。
- 賴阿福(2005)：電腦化動態評量系統與多媒體中介教材設計研究。臺北·無線·學習2005 臺北市資訊教育國際研討會論文集，121-134頁。
- Budoff, M., & Corman, L. (1974). Demographic and psychometric factors related to improved performance on the Kohs learning potential procedure. *American Journal of Mental Deficiency*, 78, 578-585.
- Burns, M. S., Vye, N. J., & Bransford, J. D. (1987). Static and dynamic measures of learning in young handicapped children. *Diagnostic*, 12(2), 59-73.
- Campione, J. C., & Brown, A. L. (1987). Linking dynamic assessment with school achievement. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interaction approach to evaluation learning potential* (pp. 82-115). New York: Guilford Press.
- Carlson, J. S., & Wield, K. H. (1978). Use of testing-the-limits procedures in the assessment of intellectual capabilities in children with learning difficulties. *American Journal of Mental Deficiency*, 82, 559-564.
- Embretson, S. E. (1987). Toward development of a psychometric approach. In C. S. Lidz. (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluation learning potential* (pp. 141-170). New York: Guilford Press.
- Feuerstein, R. (1979). *The dynamic assessment of related performers: The learning potential assessment device, theory, instrument, and techniques*. Baltimore, MD: University Park Press.
- Siegler, R. S. (1978). *Children's thinking: What Develop?* Carnegie-Mellon University.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

The Study on Learning Effect of Multimedia Dynamic Assessment in Elementary Science Learning

Ah-Fur Lai¹ Chih-Hung Chen²

Taipei Municipal University of Education,

¹Department of Mathematics and Computer Science Education

²Graduate Institute of Science Education

Abstract

Static assessment is a product-oriented assessment and it completely neglects individual assessment of the dimension of modifiability. Dynamic assessment can measure the students' learning potential which can't be achieved by traditional static test, and it possesses the characteristics of the learning diagnosis and remedial instruction. To investigate the learning effect, this study developed the web-based dynamic assessment management system and digital intervention materials of lever concept based on graduated prompting assessment theory and Internet technology, and conducted a learning experiment. This study adopted Solomon four group design, the subjects are 121 sixth graders of primary school in Taipei city. The result indicated that there was significant learning effect and learning retention for at-risk students. Learning effect has significant negative correlation with intervention degree. Dynamic assessment can promote the low achievers' learning confidence. The students took delight in the multimedia intervention and partial credit method provided in the web-based dynamic assessment system. The teachers gave high appraisal of web-based dynamic assessment system after testing and evaluating it.

Key words: Dynamic Assessment, Graduated prompting assessment, Lever Concept, At-Risk Student testing and evaluating it, Multimedia,