
多媒體組合方式對學習成效之影響

—以國小三年級數學例行性問題解決為例

林立群* 顏晴榮

國立臺北教育大學 數學暨資訊教育學系

摘 要

本研究旨在探討多媒體組合方式中互動模擬、連續模擬與圖片等三種涵蓋文字的教學方式對國小三年級學童在學習成效之影響。本研究之對象為桃園某國小三年級之學童，三個班級共約 80 人，採取準實驗研究法，讓學童以班為單位接受不同之教學，而後進行學習成效測驗之施測，並以量化方式呈現三組間之統計分析之差異。研究發現在學習成效方面，互動模擬組顯著優於另外兩組，而連續模擬組與圖片組之間則沒有顯著差異，由此可知多媒體組合方式中的「互動模擬教學」可以有效提升學童的學習成效，且可有效降低學童所感受到的認知負荷。因此研究者提出此結論以提供未來之教學運用及研究參考。

關鍵詞：多媒體組合方式、互動模擬、學習成效

壹、緒論

由於教育部實施「班班有單槍，校校有電子白板」等政策，資訊融入教學已漸成趨勢，而隨著各式多媒體設備的迅速發展，將多媒體設備應用於教學環境，作為教學優先工具的趨勢也大幅增加(Sankey,2003)；為因應此趨勢，教材設計者開始研發各式多媒體教材，以期能達更好的教學成效，而使教材大受歡迎的兩項特性是動畫圖片的使用及學習者有能力與教學材料互動(Betrancourt,2005)。

Rieber(1990;1991)指出動畫對於引發學生的學習興趣及學習動機有不錯的效果；宋曜廷(2000)也指出動畫教材的加入可以提升學生的興趣感受，並降低學習的認知負荷；研究者在嚐試運用動畫教材後，發現學習者更專心於學習教材，也更有效率的透過影片、動畫掌握到學習主題的情境脈絡及關鍵概念，於是引起研究者想探討多媒體教材對學習成效影響的興趣。

傳統的教材是以圖片+文字的方式來呈現，學習者需要在腦海中建構及操作相關的心像(mental image)，但是學習者難以

* 為本文通訊作者

從圖片及文字說明建立起完整的心像，要在腦中操弄心像又更加困難，然而多媒體教材提供了現實的空間及時間裡不易觀察的動態現象的視覺化(Betrancourt,2005)，可以協助建立心像，而互動式的模擬教材更能協助他們進行心像的操弄並有助於解題。

Mayer 和 Chandler(2001)提到當學習者可以對動畫進行控制或互動時，學習者將表現的更好，即使只是最小的控制，這讓學習者有時間處理感官及概念上的資訊，而避免了資訊的過度負荷，又因互動模擬教學同時涵蓋了動畫及互動行為，可讓學習者決定動畫每個步驟開始的時間點，因此研究者欲探究互動行為是否能提升學習成效。

本研究之目的旨在探討互動模擬教學相較於不同的多媒體組合方式，對於學習者的學習成效的影響，因此本研究將實驗組區分為互動模擬+文字、連續模擬+文字及圖片+文字三組，為方便稱呼，分別稱之為互動模擬組、連續模擬組及圖片組。

貳、文獻探討

一、互動模擬的功能

Betrancourt(2005)指出互動模擬的三個主要功能如下：(一)支援視覺化及心智表徵的處理：動畫提供了動態現象的視覺化，某些現象是在真實時間空間裡不容易觀察的(例如循環系統或是氣象圖)，或現象本身不是屬於視覺性的(例如隨時間延伸的寫作或力學的表徵)，我們可藉由動

畫來觀察真實的現象。(二)製造認知衝突：很多物理情況我們會以質樸概念(naïve conception)來當作科學概念，而產生所謂的迷思概念，例如同容量且不同重量的物體在不受到空氣阻力的影響時，是以相同速度掉落的；或從移動到掉落的物體軌道，我們可能會以為物體是直接垂直下墜，而非拋物線軌道的。因此一個涵蓋學生小組觀察及討論動畫的任務，可以透過鼓勵學習者製造概念的衝突來促進學習。(三)驅動學習者去探索現象：學習者會積極的想探索動畫，以便於理解現象並記住現象，在此互動是一個關鍵因素，一個學習任務趨使學習者透過預測產生假說，而後學習者再透過與動畫之互動測試假說，此時學習者在互動過程中可能產生認知衝突，並藉此更深層的理解概念，也因學習者會充滿動機並持續想進行探索。

因此，這種透過預測與修正不斷重複的學習，將引導學習者產生逐漸精緻化的思考歷程，除滿足學生與生俱來的探索本能，也引導學習者透過回饋進行自我省思，逐步擴展領域知識，因此互動模擬教學應能成為學習的鷹架，並逐步淡化其功能，提供一個讓學習者探索及練習的機會，以逐步成為經驗豐富的高先備知識者。

但是此種教學設計須考慮學習者本身之個體差異，個體的先備知識高低不同，便會產生對互動模擬的不同操作，因此本研究想藉由範例教學去影響初學者的操作模式，以期能避免初學者浪費認知資源在教材中不重要的部份或操作，此外，

學者 Bloom 所強調的一對一個別指導方式，但是在教學現場裡，此種個別化的教育在現今的教育體系下要達成仍有很大的困難(黃志清，2002)，此時，互動模擬教學便可發揮其長才，因應學習者個別化的學習差異，給予不同的進度及回饋，亦即是孔子所說的「因材施教」。因此互動模擬大致可以統整出以下幾項優點(顏晴榮，1998)：

- (一) 提升學習興趣並增強學習動機
- (二) 培養較大的類化能力
- (三) 易於觀察重點、具安全性且節省經費
- (四) 個別化的指導

- (五) 簡化複雜性設備的操作，節省學習時間
- (六) 提供真實的學習情境，讓學生可以自由探索
- (七) 提高學生練習的機會，激發學生的創意
- (八) 易於表現抽象的概念，提供未精熟的學習者輔助教材

二、多媒體組合方式相關研究

Mayer 在多媒體學習理論中將訊息區分為語文及圖像兩種，並於後續之研究中更細分為聲音(旁白)及文字、圖形及動畫，以下為近年來對多媒體組合方式的研究及結果如表 1 所示。

表 1 多媒體組合對學習成效之相關研究

研究者	研究對象 與學習主題	多媒體組合方式	研究結果
許雅瑄 (2010)	對象：高職生 主題：電腦網路原理 與應用	1.多媒體設計原則： (1)動畫+文字+聲音 (2)動畫+文字 (3)圖片+文字 2.分割原則 3.自行控制教材播放	(1)的學習成效顯著優於(2)，因教材設計可讓學生控制播放，因此學生有足夠時間整合教材，不受注意力分散的效果影響。 建議增加互動性以提升學習動機。
陳昌宏 (2003)	對象：高中生 主題：面鏡與透鏡成像	(1)教師呈現連續模擬的動畫及文字 (2)圖片+文字	(1)的學習效果在四向度中僅有兩向度較佳，其中之一達顯著差異；(1)在作圖題型與教材滿意度較佳且達顯著差異。
黃志清 (2002)	對象：國中生 主題：面鏡與透鏡成像與馬達轉動原理	(1)互動模擬+文字 (2)圖片+文字	(1)的學習成效明顯較(2)好。
黃竹坤 (2002)	對象：國中生 主題：光的反射與平面鏡、光的折射與透鏡及浮力	(1)傳統教學並以互動模擬為輔(圖片+文字+互動模擬) (2)傳統教學(圖片+文字)	(1)的學習成效及學習態度明顯較佳，且對高低分組皆相同。

資料來源：黃志清(2002)、黃竹坤(2002)、陳昌宏(2003)及許雅瑄(2010)

在表 1 中，許雅瑄(2010)的研究中雖僅可控制動畫之播放，但仍成效較佳，建議增加互動性以增加學習動機，研究接著比較了互動模擬組與圖片組之差別，互動模擬的成效較圖片組好，而連續模擬則較圖片組僅在作圖方面有較佳表現，由於互動模擬組在學習成效、態度、滿意度表現較佳，可推測互動性應對學習成效有所助益，而互動模擬便是本研究之重點，在上述實驗中，多數研究對象為國高中學生，較為缺乏對象為國小學生之研究成果，且研究者本身亦在國小任教，因此研究者便進行國小學童之實驗比較，以了解此類教材是否可協助學童有更佳之學習成效，以作為未來教學之參考依據。

三、例行性問題及教材選取

例行性問題指的是將特定的資料代入一個已經解決的問題程序中，或是透過一個淺顯的、逐步的範例即可以解決的問題(Polya, 1957)，意即當學習者已經學習過某種題型的簡易版本範例，也已熟悉題型的解題方法，之後遭遇此題型較為困難的延伸版本時便可以相同解法進行類推，並代入不同於原始的數值來解決問題；由於學生並未具備足夠的經驗來解決題型，因此一旦遭遇未曾見過的題型時，多數會參照教師所指導的解題方式及程序來進行解題，Harskamp & Suhre(2007)也指出學生總是仿照老師或教科書所提供的標準解題程序來解決這些例行性的問題，因此例行

性問題的解題過程之指導便特別重要，教師在教導一個新的題型時，會先根據教科書上的解題過程及解題目標，自行類推出一個數字上較為簡易或題意上較為縮減的範例，也就是將課本的範例進行分割，之後再進行此範例的教學，藉由簡易範例的教學，讓學生先行了解題型的核心概念，並讓學生熟悉問題的情境及解題策略，當學生充分了解題目情境以及關鍵的概念時，便可以用此淺顯範例的解題程序套用在相似情境、數值不同且困難度提升的題型，進而解決此題型的延伸問題，在本研究的實驗教材中，便是採用了美國猶他州立大學的互動模擬教材，此類教材的優點在於每一個題型都有數值的可變化性且可以調整題目的困難度，此種特性便是例行性問題所需，因此研究者選擇了猶他州立大學的數位教材作為本研究的實驗教材，以倒水問題來說，兩種不同的容器要倒出指定的容量，此類題型的難度會因為數值的組合而產生變化，因此在作為範例教材的題型選取上，便採用較為簡易的數值組合，當學習者經由教師演示範例的題型之後，學習到此題型的解題策略、概念及程序之後，便可以更改練習題目為較困難的數值組合，學習者可藉由相同類型的解題策略及程序，去解決解題步驟數量較為複雜的題目，並進而發展自身的類推能力及歸納能力，提昇自身的數學素養，達到增強數學能力、自信心及正向的數學學習態度等目標。

參、研究方法與設計

一、研究對象

本研究選取之研究對象為桃園縣某國小之三年級學生，該國小共 38 班屬中型學校，其中三年級共有六個班級，每班約 27 人，總數約 162 人。針對該年級以班級為單位，採立意取樣的方式選取研究者本身任教之班級，並另外徵詢 2 位願意提供學生參與實驗的教師，選取其任教班級作為實驗對象，實驗對象共取三班共 80 人。

二、研究變項

本研究之自變項為「多媒體組合方式」，依變項為「學習成效」，控制變項為教學者、教學內容、受測者年級、教學時間、測驗時間及評量工具，三個實驗組的教學者皆為研究者本人，教學內容為相同的三個數學問題，受測者均為三年級，教學時間與評量工具也都一致，其他可能會影響研究之變項如「先備知識」等在本研究內則不探討。

三、研究架構

本研究中研究架構如圖 1 所示，依照互動模擬組、連續模擬組及圖片組三組進

行教案及題目講解教材之設計，並進行教學實施，探討不同的多媒體組合方式是否會影響學習者的學習成效？

多媒體組合方式共分三組，互動模擬組是指教材具有學習者可與之互動的功能，且電腦模擬教材會直接給予學習者過程或答案的視覺回饋；連續模擬組是指由教學者進行操作電腦模擬教材進行題目的範例教學，學習者可以觀察教學者對各題型的解題過程，但是學習者無法操作電腦模擬教材與之互動，而改採以紙筆自行進行圖文式的解題，教師進行行間巡視並提供過程與答案之回饋，教學題型之規則以單槍投影之方式顯示給學習者遵守；圖片組則是指教學者將電腦模擬教材的解題過程詳細的依步驟擷取靜態畫面下來，並用以設計投影片式的教材，教材中的每個解題步驟之間是沒有動畫的，但是每個解題步驟完成後的靜態狀態皆有呈現於教材中，提供過程與答案的回饋仍然是教學者，而學習者解題之方式亦是採用紙筆進行。學習成效則採用學習成效測驗的分數，共分為三種題型，並用以設計教材及學習成效測驗，分別是倒水遊戲、木樁遊戲及水高遊戲。

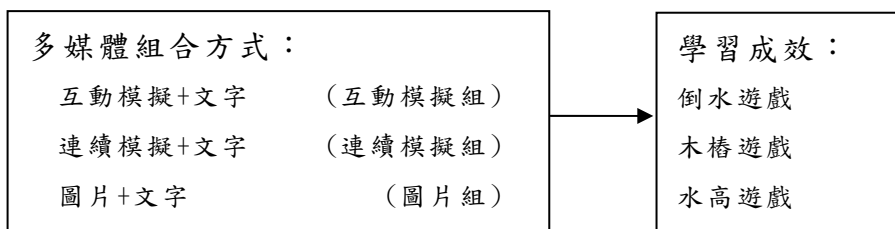


圖 1 研究架構圖

四、研究方法

在研究方法的選擇上，本研究採用準實驗研究法(quasi-experimental method)進行，自變項分為互動模擬組、連續模擬組及圖片組等三組，三組皆為實驗組，並以學生之前學期數學學期成績作為研究中學習成效之前測成績，其次依實驗教材編製數學學習成效測驗試卷，而後進行正式教學，並於教學後對學生進行數學學習成效測驗(自編)，以蒐集相關資料如表 2，使用 SPSS 統計軟體來分析實驗資料，採取獨立樣本單因子單共變量變異數分析進行檢定自變項對學習成效之影響。

五、研究工具

(一) 不同多媒體組合設計之實驗教材

表 2 本研究的前測-後測設計

組別	前測	實驗變項	後測
互動模擬組	O ₁	X ₁	O ₂
連續模擬組	O ₃	X ₂	O ₄
圖片組	O ₅	X ₃	O ₆

註：O₁、O₃、O₅ 採前學期數學學期成績做為前測分數，O₂、O₄、O₆ 為後測分數，X₁、X₂、X₃ 為多媒體組合方式之教學。

本研究之實驗教案是依據美國猶他州立大學設計之互動教材進行設計實驗教案，如圖 2、圖 3 及圖 4，實驗教材非正式課程之內容，因此學生的學習表現受到先備知識的影響程度有限，且不易受學校課程或安親班課程進度所干擾，故本研究不探討學生的先備知識之變項。內容簡列如下：

1. 倒水問題(見圖 2): 假如你是賣汽水的老闆，你有一個大汽水桶和兩個沒有刻度的小容器，大汽水桶可用來裝滿容器，或將容器裡的汽水全部倒回，而兩個小容器可以互相倒來倒去，請問你要如何賣給客人他要的指定數量的汽水？

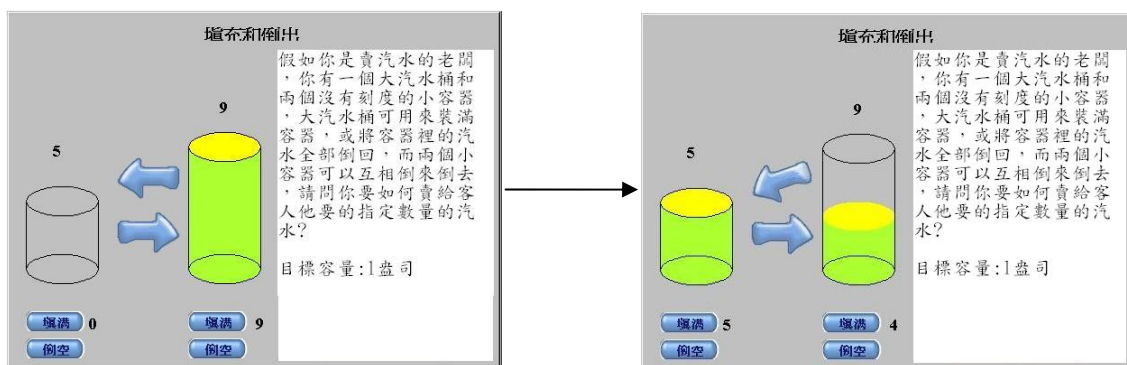


圖 2 倒水問題

2. 木樁問題(見圖 3)：這是一個木樁遊戲，如果你能讓紅、藍色木樁都全部到達對面，你便獲勝了。規則：
 - (1) 當木樁前方沒有木樁時，木樁可以往前移動 1 格
 - (2) 當前方有另一色木樁時，可以跳過另一色木樁往前移動
 - (3) 當前方有同色木樁時便無法往前移動
3. 水高問題(見圖 4)：有兩個容器，底面的長與寬不同，當左邊容器的水倒入右邊的容器裡時，請你預測水面會到多高，並以箭頭指標表示。

(二) 數學學習成效測驗試卷(見附錄一)

數學學習成效測驗試卷主要目的是要了解受試者對於本實驗課程學習的程度，研究者自編「數學解題學習成效測驗」，內容題型依據實驗教材的 3 個問題題型進行擬題，每個問題擬出 4 個題目，共 12 題，皆為選擇題。本成效測驗試卷經由兩位大學教授及兩位教學經驗豐富的教師之建議進行試卷之細部修正，並經預試後依難度、鑑別度、答對率及訪談後之刪修，內部一致性之 Cronbach α 值為 0.8485，具有不錯的信度值。本成效測驗之評分方式為 12 題共 12 分，並將之換算成百分等級，作為成效測驗之總分。

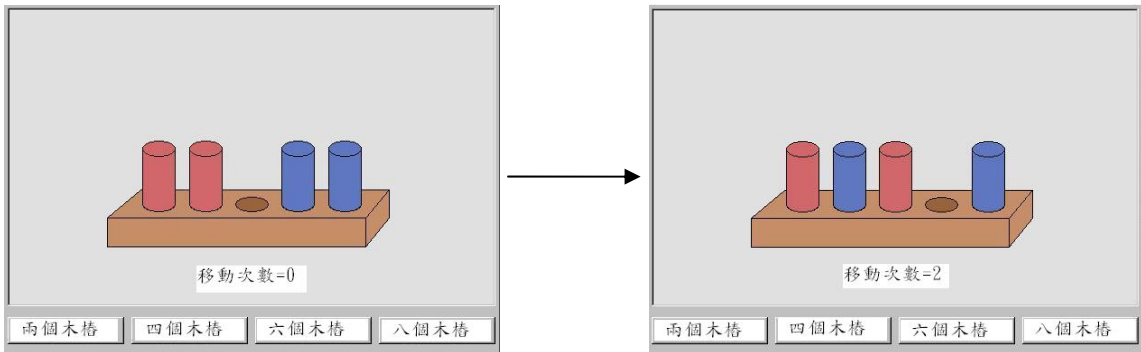


圖 3 木樁問題

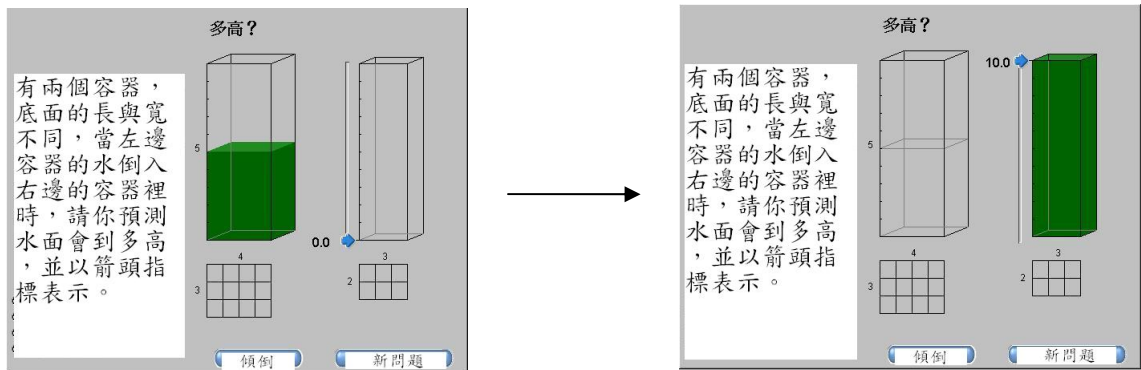


圖 4 水高問題

六、研究限制

(一) 研究對象及時間之限制

由於本研究採立意取樣的方式，研究者限於時間、工作及學校教學正常化等因素，無法進行全三年級班級之教學及施測，僅選其中三班，且因少子化之衝擊及小班制的趨勢，每班僅約 27 人，已很接近 30 人，總樣本人數限制在 80 人左右，無法做更多樣本數的施測。本研究課程時程為兩週，每週為三節課，每節 40 分鐘，六節課共 240 分鐘，其中涵蓋學習者受測時間約一節課，但因實驗課程之內容並非正式課程，研究者無法長時間進行教學實驗，故本研究只提供給具有相似情境之研究者作為參考。

(二) 研究內容之限制

本研究所採用之教材及教案是參考美國猶他州立大學之互動教材進行設計，其中圖片組之教材經研究者再自行編製為適合本研究之教材，模擬教材程式中佈題之文字為簡體中文，受限於研究者本身之程式設計能力，無法進行文字之置換，佈題之文字說明改採於課堂教學時以口述方式進行，因此本研究所得結果僅提供給相似課程情境之教學者作為參考。

肆、結果與討論

一、各組別之人數

本研究中各組別的人數分配如表 3，按照立意取樣選取桃園市某國小三年級其

中願意接受實驗的三個班，並進行隨機抽籤，由於受施測的三個班級每班人數並不同，故採取不等組實驗：

表 3 多媒體組合方式之各組別人數

	數值註解	人數
組別 1	互動模擬組	27
(gro) 2	圖片組	25
3	連續模擬組	28

二、多媒體組合方式對學習成效之影響

不同多媒體組合方式(互動模擬組、連續模擬組及圖片組)對學習者學習成效之影響是否達顯著差異？此問題的自變項為不同多媒體組合方式之三組別(gro)，共變項為前測成績(x)，即前學期之數學學期總成績，依變項為後測成績(y)，檢定分析方法採用獨立樣本單因子單共變量共變數分析，由表 4 可知多媒體組合方式與共變數之迴歸係數同質性未達顯著水準(F 值 = 1.042, $p = .358 > .05$)，符合共變數組內迴歸係數同質性假定，因此可以繼續進行共變數分析。

由表 5 可知互動模擬組在原始的後測成績平均數上較連續模擬組與圖片組來得高，且分數差異並不小，但是圖片組與連續模擬組之間的平均數差距極小，另外在標準離差部分則三組的差異是十分接近的，代表三組間的樣本分布方式相當接近。

表 4 多媒體組合方式與共變項之迴歸係數同質性考驗

依變數：後測成績						
變異來源	型 III 平方和	df	平均平方和	F 值	顯著性	
校正後的模式	12196.589 ^a	5	2439.318	6.195	.000***	
截距	2770.269	1	2770.269	7.036	.010**	
多媒體組合方式(gro)	724.925	2	362.462	.921	.403	
共變數(x)	7076.844	1	7076.844	17.974	.000***	
多媒體組合方式*共變數(gro*x)	820.873	2	410.436	1.042	.358	
誤差	29135.921	74	393.729			
總數	179519.510	80				
校正後的總數	41332.510	79				

a. R平方= .295 (調過後的R平方= .247)

註：*p<.05 **p<.01 ***p<.001

表 5 多媒體組合方式之後測成績原始平均數及標準差

依變數：後測成績			
組別	平均數	標準離差	個數
互動模擬組	52.470	21.4089	27
圖片組	35.996	22.2845	25
連續模擬組	36.011	21.6428	28
總數	41.561	22.8735	80

由表 6 可知，在排除掉共變數(前測成績)之影響後，不同的多媒體組合方式對於學習者學習成效之影響是有達到顯著差異的($F=5.116$, $p=.008<.01$)，表示學習者的學習成效會因不同的多媒體組合方式之呈現而有所差異，但為得知是哪幾組間的學習成效有差異，因此要進行事後比較。

而表 7 則為以調整後平均數進行各組間成對的事後比較。

表 7 之成對比較，其中互動模擬組與圖片組之間的學習成效達到顯著差異

($p=.006<.01$)，調整後平均數差異為 15.604，互動模擬組教學法的成效顯著優於圖片組教學法；互動模擬組與連續模擬組間的學習成效亦達到顯著差異($p=.009<.01$)，調整後平均數差異為 14.510，互動模擬組教學法成效顯著優於連續模擬組教學法；而連續模擬組與圖片組之間的學習成效未達顯著差異($p=.842>.05$)，連續模擬組的調整後平均數略高於圖片組，調整後平均數差異為 1.094。

表 6 多媒體組合方式對學習成效影響之共變數分析

依變數：後測成績

變異來源	型 III 平方和	df	平均平方和	F值	顯著性	淨相關
						Eta平方
校正後模式	11375.716 ^a	3	3791.905	9.620	.000***	.275
截距	2357.362	1	2357.362	5.981	.017*	.073
共變數(x)	6525.539	1	6525.539	16.555	.000***	.179
多媒體組合方式 (Gro)	4033.318	2	2016.659	5.116	.008**	.119
誤差	29956.794	76	394.168			
總數	179519.510	80				
校正後總數	41332.510	79				

a. R 平方= .275 (調過後的R平方= .247)

註：*p<.05 **p<.01 ***p<.001

表 7 多媒體組合方式對學習成效影響之事後成對比較

依變數：後測成績

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準 誤差	顯著性 ^a	差異的95%信賴區間 ^a	
					下界	上界
互動模擬組	圖片組	15.604*	5.515	.006**	4.620	26.587
	連續模擬組	14.510*	5.376	.009**	3.802	25.218
圖片組	互動模擬組	-15.604*	5.515	.006**	-26.587	-4.620
	連續模擬組	-1.094	5.469	.842	-11.987	9.799
連續模擬組	互動模擬組	-14.510*	5.376	.009**	-25.218	-3.802
	圖片組	1.094	5.469	.842	-9.799	11.987

根據估計的邊緣平均數而定

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

a. 調整多重比較：最低顯著差異 (等於未調整值)。

註：*p<.05 **p<.01 ***p<.001

由上述可知在學習成效的影響上，互動模擬組的教學法是最好且與其他兩組教學法皆有達到顯著差異，其次是連續模擬組，最後則是圖片組，但連續模擬組與圖片組之間未達顯著差異，此結果與文獻探討中的推論是一致的，當學習者能與教材進行互動時，學習者會進行預測，並操作教材以尋求回饋，如果產生了認知衝突，便會驅使自己進行探索以解決認知衝突，因此可以促使學習者有較佳的學習成效，但是連續模擬組由於缺乏了互動的功能，僅比圖片組多了動畫的呈現，雖然可以協助學習者進行視覺化的建立，但是由於圖片組也提供了解題過程的關鍵資訊，因此在學習成效上並沒有達到顯著差異。

伍、結論與建議

一、多媒體組合方式對學習成效之影響在部分組別間有顯著差異

(一) 互動模擬組的學習成效比起連續模擬組的學習成效明顯較佳，且達到顯著差異。此結果與研究者參考相關文獻所產生的推論是一致的，這表示互動模擬組的教材可以提供適切的鷹架給學習者，當學習者進行學習時，互動模擬提供了學習者在體驗中培養歸納能力的機會，且學習者在操作時會先行預測可能的解題過程，並檢視接下來的操作過程，獲得立即的回饋，可以有效節省解題及等待回饋的時間，當遭遇到認知衝突時，也可以透過互動模擬迅速的重新進行解

題，在反覆的修正下歸納出適當的解題策略，並以此建構基模，因此互動模擬比起連續模擬有得到立即回饋及透過模擬快速體驗的優勢，由此可知教材設計時如能善用互動模擬作為教學策略，將可以有效提升學習者的學習成效。

(二) 互動模擬組的學習成效比起圖片組的學習成效明顯較佳，且達到顯著差異。此結果與研究者參考相關文獻所產生的推論是一致的，互動模擬組的教材設計不但具有互動的功能，同時也較圖片組增加了以動畫顯示解題過程的變化，可協助學習者建立完整的心象，在本研究互動模擬中的動畫片段都不長，較不易產生工作記憶過度負載的情況，故綜上所述，互動模擬組是本研究中三種多媒體組合方式裡最能協助學習者得到良好學習成效的一種教學設計。

(三) 連續模擬組的學習成效較圖片組的學習成效略高一些，但未達顯著差異。連續模擬組的調整後平均數，數值為 37.006，圖片組則為 35.912，兩者的調整後平均數差異不大，僅差 1.094，所以代表了連續模擬組可能因具有動畫的完整呈現，而能讓學習者有較好的理解與記憶，但在實務上與圖片組相比並不會對學習成效造成明顯的差異，尤其在本研究中，動畫的片段十分短暫，且複雜程度也不高，因此可能是造成此項結果的主要原因。

二、對未來之建議

由於在本研究中，互動模擬組可以顯著的提升學習成效，建議教學設計者及教育實踐者未來可善加運用互動模擬教材於教學中，互動模擬的視覺化特性、觀點的改變、互動的功能、認知衝突的製造及自由探索的可能性來驅動學習者的動機，這都是設計者所不能忽視的優點，並建議未來之教學及研究應關注在何時該使用及如何使用互動模擬去促進學習？我們身為教育者應當學習善用這些理論融合於教學之中，並盡力降低多媒體學習的限制對教材的影響，以協助未來的國家棟樑能得到更佳的學習。

參考文獻

- 吳明隆(2011)。SPSS 統計應用學習實務-問卷分析與應用統計。新北市：易習圖書。
- 宋曜廷(2000)。先前知識文章結構和多媒體呈現對文章學習的影響。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文，未出版，臺北。
- 許雅瑄(2010)。多媒體教材對高職學生電腦網路概念學習成效之影響。國立臺灣師範大學資訊教育研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 陳昌宏(2003)。應用模擬動畫對高中學生物理學習之成效研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 黃竹坤(2002)。應用模擬動畫於國中理化輔助教學之研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 黃志清(2002)。應用模擬動畫於國中理化輔助教學之研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 張春興(1996)。教育心理學-三化取向的理論與實踐。臺北：東華書局。
- 國家虛擬操作器圖書館-猶他州立大學 <http://nlvm.usu.edu/zh/nav/vlibrary.html>
- 顏晴榮(1998)。模擬式電腦輔助教學課程軟體發展。教學科技與媒體，42，50-54。
- Betrancourt, M.(2005). The Animation and Interactivity Principles in Multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *Cambridge handbook of multimedia learning*(pp.287-296). New York: Cambridge University Press.
- Harskamp, E., & Suhre, C. (2007). Schoenfeld's problem solving theory in a student controlled learning environment. *Computers & Education*, 49, 822-839.
- Mayer, R. E., & Chandler, P.(2001). When learning is just a click away: Does Simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 390-397.
- Mayer, R. E.(2005). *Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Polya, G.(1957).*How to solve it*.New York:Anchor Books.
- Rieber, L. P.(2005).Multimedia learning in Games, Simulations, and Microworlds. In Mayer, R. E., *Cambridge handbook of multimedia learning*(pp.549-568). New York:Cambridge University Press.
- Sankey, M. D.(2003). Visual and multiple representation in learning materials : An issue of literacy. Retrieved July 7, 2004, from <http://www.usq.edu.au/users/sankey/Resources/CreatEd2003.pdf>

投稿日期：102年05月27日

接受日期：102年08月23日

The Impact of Multimedia Presentation Modes on Learning Effect : Take Third Graders' Mathematical Routine Problem Solving for Example

Li-Chun Lin and Ching-Zon Yen

Department of Mathematics and Information Education, NTUE

Abstract

This study focus on the impact of Multimedia Presentation Modes, which includes Interactivity Simulation Mode, Continuous Simulation Mode and Picture Mode, three kinds of teaching methods, on third graders' learning effect. The sample size recruited as the subject of this study was 80 third-graders of three classes in a selected elementary school in Taoyung City. This study uses quasi-experimental design, the students of each class as different groups to be taught in different modes, and then to take a learning achievement posttest, the statistic results of differences of three modes was represented in quantitative data.

The findings of this study was listed below: Interactivity Simulation Mode has significant differences between the others in learning achievement, but there was no differences between Continuous Simulation Mode and Picture Mode in learning achievement. As a results, Interactivity Simulation Mode can enhance students' learning achievement, and reduce students' cognitive load. Based on the results of this study, the researcher attempts to propose certain conclusions for the future research design and the selection of multimedia materials.

Keywords: multimedia presentation modes, interactivity simulation mode, learning achievement

附錄一

數學解題學習成效測驗

班級：____年____班 座號：_____ 姓名：_____

各位同學你好：

這份測驗是為了要了解你對數學課程的理解程度，以及你是否可以解決這三個題型，請你仔細思考並認真進行回答以下的問題，此份測驗結果可以協助教師了解你的學習狀況，也可作為課程未來改進的參考。

一、如果你是賣汽水的老闆，你有一個大汽水桶和兩個沒有刻度的小容器，大汽水桶可用來裝滿容器，或將容器裡的汽水全部倒回，而兩個小容器可以互相倒來倒去，請問你要如何賣給客人他要的指定數量的汽水？

1. () 小花來買 1 盎司的汽水，而你使用 6 盎司和 11 盎司的容器來測量，汽水的倒法可分成下方(A)(B)(C)(D)(E)(F)六種步驟，請選出可以倒出 1 盎司汽水容量的方法？

(1) A→C→F→B→D (2) A→C→A→C (3) A→C→B→D (4) B→D→E→D

A 將 6 盎司容器裝滿

B 將 11 盎司容器裝滿

C 將 6 盎司容器裡的汽水倒向 11 盎司容器

D 將 11 盎司容器裡的汽水倒向 6 盎司容器

E 將 6 盎司容器倒空

F 將 11 盎司容器倒空

2. () 立竹來買 7 盎司的汽水，老闆用 5 盎司和 9 盎司的容器來測量，已知道能倒出 7 盎司汽水的方法有兩種，且將小容器裝滿算一次步驟，倒空算一次，倒向另一個小容器也算一次步驟，請問你最少要進行幾次步驟可以得到 7 盎司的汽水？

(1)11 次 (2)12 次 (3)13 次 (4)14 次

3. () 阿慶來買 3 盎司的汽水，老闆用 5 盎司和 9 盎司的容器來測量，汽水的倒法可分成下方 A、B、C、D、E、F 六種步驟，目前已知按照 B→D→E→D→B→D→E→D 的步驟可以倒出 3 盎司的汽水，請選出另一種也能倒出 3 盎司汽水容量的方法？

(1) B→D→E→B→D→E→B→D

(2) B→D→E→D→C→A→C

(3) A→C→A→C→F→C→A→C→D→E→D→B→D

(4) A→C→A→C→F→C→A→C→A→C→F→C→A→C→A→C

- A 將 5 盎司容器裝滿
- B 將 9 盎司容器裝滿
- C 將 5 盎司容器裡的汽水倒向 9 盎司容器
- D 將 9 盎司容器裡的汽水倒向 5 盎司容器
- E 將 5 盎司容器倒空
- F 將 9 盎司容器倒空

4. () 請問 6 盎司和 10 盎司的容器可以倒出 5 盎司的汽水嗎?為什麼?
- (1) 能, 因為任何容量都倒得出來
 - (2) 不能, 因為 $10-6=4$, 不是 5 盎司
 - (3) 能, 因為 10 盎司恰好是 5 盎司的 2 倍
 - (4) 不能, 因為 6 盎司和 10 盎司都是偶數, 而 5 盎司是奇數

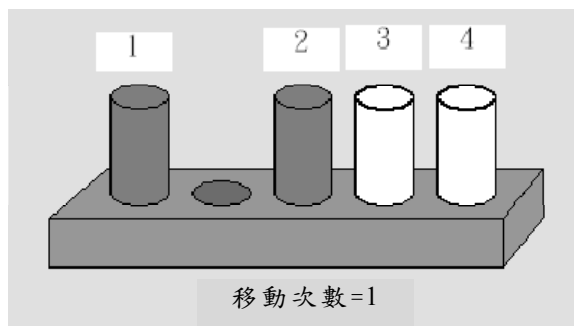
二、這是一個木樁遊戲, 如果你能讓灰、白色木樁都全部到達對面, 你便獲勝了。

規則: (1)當木樁前方沒有木樁時, 木樁可以往前移動 1 格

(2)當前方有另一色木樁時, 可以跳過另一色木樁往前移動 1 格

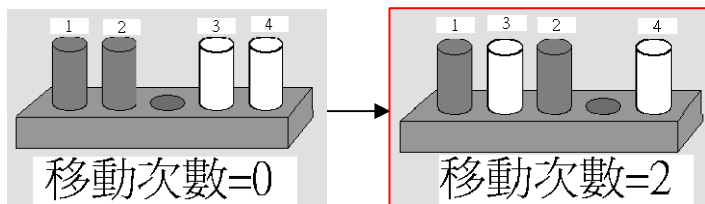
(3)當前方有同色木樁時便無法往前移動

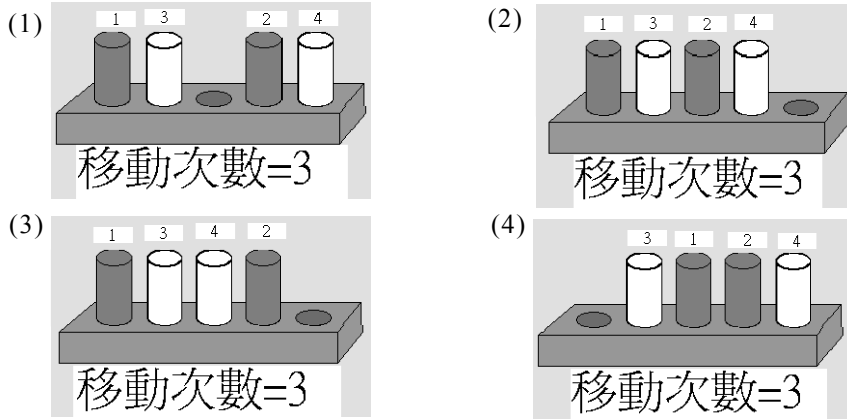
5. () 在右圖四個木樁的遊戲中, 灰色木樁 2 號已移動一次, 請問接下來你還需要移動幾次木樁, 才會獲勝?



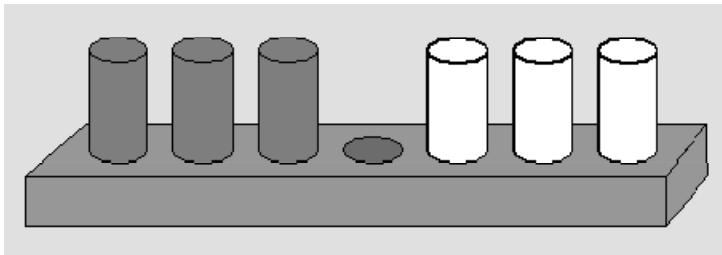
- (1) 7 次
- (2) 8 次
- (3) 9 次
- (4) 10 次

6. () 請問在下圖右方的木樁已經移動 2 次的情況下, 你會如何移動木樁的下一步, 好讓你可以獲勝?





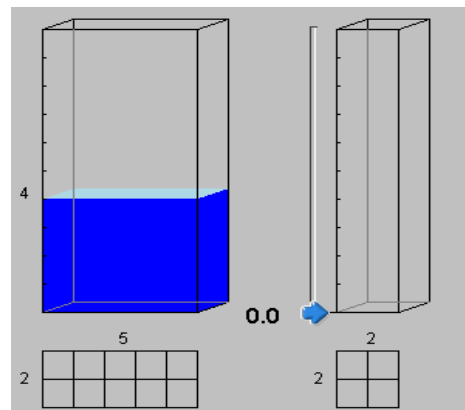
7. () 請問在右圖六個木樁的遊戲中，你需要移動幾次木樁才能夠讓灰、白兩色木樁都到達對面，並獲得勝利? (1)15 次 (2)7 次 (3)11 次 (4)18 次



8. () 請問你在玩這些木樁遊戲時，似乎有某種移動木樁的特定方法或特性，能讓你獲得遊戲的勝利，請問下列何種方法是正確的? (1)將同一色的木樁一次全部往前移動到不能移為止，再移另一色木樁 (2)沒有特定的方法 (3)移動木樁的順序須為灰色動一次換白色動一次等輪流移動(4)讓木樁移動時排列成灰、白、灰、白間隔的排法。

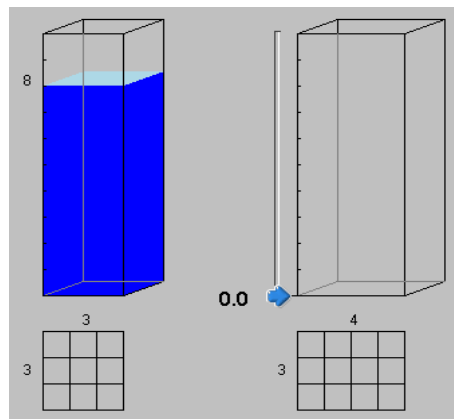
三、有兩個容器，底面的長與寬不同，當左邊容器的水倒入右邊的容器裡時，請你預測水面會到多高。

9. () 右圖中左邊是底面長 5 格、寬 2 格的容器，裝了高 4 格的水，將水倒入右邊底面長 2 格、寬 2 格的容器，請問水會有幾格高?
- (1) 4 格
- (2) 6 格
- (3) 8 格
- (4) 10 格。



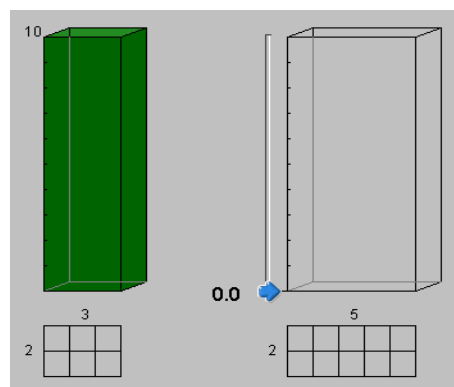
10.()右圖中左邊是底面長 3 格、寬 3 格的容器，裝了高 8 格的水，將水倒入右邊底面長 4 格、寬 3 格的容器，請問水會有幾格高？

- (1) 4 格
- (2) 6 格
- (3) 8 格
- (4) 10 格。



11.()右圖中左邊是底面長 3 格、寬 2 格的容器，裝了高 10 格的水，將水倒入右邊底面長 5 格、寬 2 格的容器，請問水會有幾格高？

- (1) 4 格
- (2) 6 格
- (3) 8 格
- (4) 10 格。



12.()底面長 3 格、寬 4 格的容器，裝了高 10 格的水，將水倒入底面長 4 格、寬 6 格的容器，請問水會有幾格高？

- (1) 3 格
- (2) 5 格
- (3) 6 格
- (4) 8 格

試卷結束，別忘了檢查一下
感謝你的配合