科學教育學刊
1997, 第五卷第三期， 267-294

EJ51-1997-267

交互式多媒體教學系統在國中生學習細胞分裂的成效研究

湯清二
國立彰化師範大學　生物系

（投稿日期：85 年 9 月 19 日，接受日期：86 年 8 月 5 日）

摘要：本研究的目的是利用交互式多媒體教學系統 (IMI) 作爲國中學生學習細胞分裂（含有絲分裂與減數分裂）之學習工具，並探討學生使用概念圖以及學習成就水準對上述學習工具的成效。而研究結果發現：國中學生利用 IMI 系統來學習細胞分裂的學習過程中，若能配合使用概念圖時，效果則更佳。在精心設計的軟體中學習，國中學生學業成就的水準在 IMI 學習成就上，無顯著差異存在。IMI 系統的學習，對學生的學習保留，有良好效果。大部分國中學生喜愛兩個人一起學習。

關鍵詞：交互式多媒體、細胞分裂、電腦輔助學習。

壹、緒論

一、研究背景與動機

Thurman (1993) 肯定精心設計之電腦輔助學習可以幫助學習轉移和增進學習效果，並指出今日街坊上的電腦輔助學習軟體，很少有從心理學的論點和有效學習環境而設計的。交互式多媒體電腦教學 (Interactive Multimedia Instruction) 系統（以下簡稱 IMI ）是時代的科技產物，也是一種有效的且有發展潛力的教學工具，它對教學的效益，獲得很多研究的肯定 (Mcneil & Nelson, 1991; Sewell, Steven & Lewis, 1995) 。因爲它能結合文字、動畫、圖形、影像及音效等媒體

的功能，與學習者之間產生高度雙向的溝通，提昇學習效果的功能 (Marsh & Kumar, 1992)。因爲它能依據學習理論、建構主義以及眞實的學習環境，讓學習者與電腦之間產生有意義的學習 (Meaningful learning) 和交互性 (Interactive) 等，且符合當今的學習理論的學習。Kramer (1991) 和 Thota (1993) 指出利用此電腦輔助學習系統學習生物能使學習有效且有趣，因而極力鼓勵生物教師多加利用。特別是最近幾年，拜新科技之賜，IMI 系統發展更如雨後春筍，成爲最有發展潛力之教學媒體之一 (Ross, 1991; Cronin & Cronin, 1992)。除了促使教育機關和研究單位面臨新的挑戰和機會 (Spector *et al.*, 1992)，IMI 可提高學習者的動機與興趣，增進學習效果，達到精熟學習的目的，並可以依學習者的能力上的個別差異，給予適當教導，眞正達到有教無類、因材施教的適性學習 (Adapting learning) 的目的。

在多元化、自由化與富裕、繁榮的社會中，教育的革新是在所難免的。隨著時代的脈動與世界先進國家科學教育的潮流，應用新的教育工具，不論是在教學或學習上已是時代的趨勢，個人認爲它不僅僅是一個新的學習工具，更爲一個新的思考方向和新的領域，這主要是由於它能夠結合並統整行爲學派及認知學派等心理學的理論與多媒體的教學之優勢。

有關 IMI 教學研究與推廣，歐美國家發展有年，著有成效 (Chen, 1991)，然而，國內此項研究目前尙在起步之中（陳錦芬，1991；吳鐵雄，1991）。鑑於利用電腦來輔助教學在技術上已趨向成熟，操作上亦趨於簡易，吾人可以預期媒體在教學上的普遍運用將是指日可待。

基於上述背景，才萌發研究 IMI 教學的動機，希望藉此提供另一「教」與「學」的選擇，達到提昇教學品質的目的。

二、研究目的與待答問題

本研究之主要目的在於探究學生透過本研究計畫所研發之交互式多媒體電腦軟體，學習生物有絲分裂與減數分裂的情形。

基於上述研究目的，本研究之待答問題爲：

㈠利用 IMI 學習細胞分裂之效果如何？

㈡在使用 IMI 的情況下，概念圖及學習成就能力水準對學習是否有影響？

㈢本軟體系統對不同細胞分裂概念之學習是否有影響？

㈣本學習系統對學生學習細胞分裂之保留情形如何？

㈤學生對使用本研究所開發的軟體之意見如何？

三、研究的範圍與限制

㈠本研究內容之細胞分裂概念以《現行高中基礎生物（全一册）》及相關章節爲準，爲顧及教材重點與交互式設計之要求，對上述教科書稍加擴充、加深或修飾，做爲腳本內容。概念圖則以生物學專家所認定之專家概念圖。細胞分裂之影像則以 Video-discovery 公司出版的「 Cell Biology 影碟片 (LD) 」之影像爲藍本。

㈡因爲人力、物力與時間上的限制，以及設備等等因素，並顧慮學生來往實驗室之安全，樣本之選擇爲彰化市，樣本數儘可能擴大。而設計之軟體受限於經費，只能利用原有軟硬體，盡力而爲，因此，研究結果不宜過度引伸。

㈢本軟體雖經多次修正，但內容與美工、旁白上尚有修飾空間，盼同好能互相切磋指導，以期達盡善盡美的地步。

四、名詞解釋

㈠交互式多媒體 (Interactive multimedia)

「 Interactive 」一詞，國內學者一般翻譯爲「交談式（性）」、「互動式（性）」或「互談式（性）」，但均不足以表達其精義——學習者與電腦之交互作用，因此以下譯爲「交互式」（湯清二， 1993 ； 1994 ）。多媒體 (Multimedia) ，定義很難明確，一般係指應用三種以上之媒體，如影像、聲音、動畫、文字及圖片等等。但也有學者將「電腦上的多媒體」認爲是電腦螢幕、影碟機、喇叭等。本研究則以普遍性、概括性之定義稱之，舉凡使用文字、聲音、動畫及影像等三種以上媒體稱之爲多媒體。

㈡概念圖 (Concept map)

本研究所指概念圖，係以專家與教師所擬定之概念圖，非以學生自行建構之概念圖。

貳、文獻探討

一、細胞分裂及其相關概念研究

從文獻得知，在過去十年中科學教育研究學者，將研究重點集中於學科中某些特定概念之學習和改變，特別是建構主義的「學習情境」的安排 (Smith, 1991; Tergan, 1993) 及利用電腦輔助設計學習環境的研究 (Kramer, 1991; Thurman, 1993)。Kindfield (1991, 1994) 研究指出細胞分裂（含有絲分裂與減數分裂）爲生物學的重要概念之一，因它會影響日後對生物學之學習，例如遺傳學及孟氏遺傳計算解題等。而細胞分裂概念（含染色體的構造與數目），對學生而言，也是感到比較困難的章節（ Smith, 1991; Kindfield, 1991; Brown, 1990; Cordero & Szewczak, 1994; Kindfield, 1994 ；黃台珠， 1993 ；湯清二， 1993, 1994 ）茲分述如下：

Finley, Stewart 與 Yarroch (1982) 研究指出教師認爲學生學習最感到困難的兩個主題爲有絲分裂與減數分裂。彼等調查美國之高中生物教師的看法時，在總計 50 個生物概念中，這些教師認爲上述概念對學生的學習困難度，排名第三位，而對學生的重要性程度排名第二位，由此可見細胞分裂概念的重要性。

Smith (1991) 之研究文中，整理學生學習細胞分裂眞正的因難和迷思概念，將學生歸納成四類：第一類：完全（或幾乎完全）不了解。第二類：僅會背誦其分裂過程時期之名稱，但不知其內涵爲何。第三類：知道有絲分裂與減數分裂染色體數目的變化，但不知其所以然。第四類：完全了解。

而上述文章曾引述 Hildebrand 的研究，將減數分裂的基本知識分成三種：㈠染色體的知識 (Chromosome knowledge)。㈡時期的知識 (Stage knowledge)。㈢事件的知識 (Event knowledge)。

無庸置疑的這三種知識是有絲分裂與減數分裂之必備知識，再分析其細部內容爲：

㈠染色體的知識：包含染色體整體參與減數分裂的過程，在減數分裂開始前，染色體之構造性質，染色體是由 DNA 構成，以及 DNA 遺傳基因在染色體之特殊位置等。

㈡時期的知識：包含減數分裂有兩次分裂，有絲分裂僅有一次。染色體結合與

分離，從時期的發生到結束之過程。減數分裂的結果，由一個雙套染色體之細胞變成四個單套染色體之細胞；有絲分裂之細胞內染色體數目不變等概念。

㈢事件的知識：包含減數分裂是一連續動作之事件。這些事件中，行動的結果染色體內部構造會重排或改變，每一事件中的一般性質等。在其研究中更針對細胞分裂之教學提出以下幾點建議：

*1.*教細胞分裂時須與細胞周期 (Cell cycle) 相關聯。

*2.*須首先確定學生完全了解相關詞彙（如染色體，染色分體等）後，再教細胞分裂，

*3.*先教有絲分裂，再教減數分裂。

Kindfield (1991) 曾研究學生對染色體數目和構造的困惑及學生迷思概念的來源，指出教師在教學時需要：*1.*須先將 DNA 性質定義清晰。*2.*須清楚分辨染色體的構造和數目概念。他並鼓勵教師使用正確、清楚及完整的文字描述和解說染色體，且利用學生口頭或繪圖等活動，來探知學生對染色體之了解。

Cordero 與 Szewczak (1994) 指出，細胞分裂內容對初學生物學的學生而言，是重要的且是有意義的，並認爲學生通常在此方面的訊息較不足。他強調應透過實作之實驗，利用顯微鏡的觀察植物之分生 (Meristematic) 組織（如根尖細胞）等，指導學生確認及分辨細胞分裂時期、異同點以及分裂的結果。

Kindfield (1994) 另項研究則進一步深入探究學生之減數分裂概念時，針對學生的各種不同程度的瞭解和迷思，提出教學策略，改進策略之建議爲：

㈠教授有關細胞之核分裂過程，應配合細胞周期開始。

㈡協助學生發展完整的染色體概念模式，並使用各種圖片之認識來教學，俾有助於學生對減數分裂概念之建構和了解。

國內有關細胞分裂的研究甚少，黃台珠（ 1993 ）研究中學生遺傳學習現況及改進中學遺傳的教學，指出「在減數分裂時染色體的移動，配子形成時，對偶基因與染色體間的關係，高一學生及國中學生較感困難」。她又指出「同源染色體的辨識」，「減數分裂時，染色體的移動狀況」是學習遺傳的關鍵觀念，若對這些內容無法作正確的認識，想要在遺傳學習上有所進展，無異是緣木求魚。此外，她認爲教學中正確的遺傳概念的學習，至爲重要。

湯清二（ 1992 ； 1993 ）研究學生的細胞概念發展，指出學生對不可觀察的

抽象內容學習較感困難，特別是在細胞分裂概念方面，我國學生（含高中、國中及國小）擁有相當程度之迷思概念，教學宜安排正確無誤之情境，才能提升教學之效果。

上述研究發現我國國民中學學生常見之迷思概念有：

1. 有絲分裂是指染色體數增加。
2. 減數分裂所指之減數爲染色體減半，而細胞分裂是指染色體數目增加。
3. 不知道特定細胞行有絲分裂與減數分裂。
4. 肌肉細胞不會行有絲分裂。
5. 精子與卵子是有絲分裂而來。
6. 一個細胞行減數分裂，將產生一個子細胞。

綜合以上研究文獻得知，有絲分裂與減數分裂爲生物學上的重要概念，也是中外學生迷思概念較多和學習較困難之章節，因此本研究以此爲研究題材，並將上述研究者的發現與建議融入研究設計之中。

二、研究設計之理論基礎與原則

IMI 是一種有系統的、有意向性的 (Intentionally designed) 以及有教學目的的軟體設計。隨著科技的突飛猛進，現今的 IMI 系統已非昔日的 CAI 軟體所能比擬。一個完善高品質的電腦多媒體教學，已能將許多研究所經證實的教學與學習理論融入設計中，不論是行爲學派、認知學派或建構主義等。因此本軟體設計發展時，重點強調在課程體 (Courseware) 上，而非硬軟體，且遵循下列原理與原則設計。

㈠行爲學派學習理論

1. 編擬行爲目標 (Behavior objective)

   在設計之前，依教材章節目標，編訂行爲目標以爲設計軟體之重要依據參考。

2. 內容工作分析 (Task analysis)

   將教材內容重點打破，分割成若干部份（段落），然後再利用選鍵等組織連結起來，因此，設計之初，必須依教材內容詳加分析與整理。

3. 重視動機理論之原則

   爲激勵和維持學生之學習動機，提高學習意願和興趣，應用各種不同手段

（動畫、圖片、回饋…等）來設計，以增強學習效果。

4. 應用形成性評量與回饋

在整個學習過程中，爲探知學生的原有概念及學習效果與品質，在軟體設計方面，針對特定重要的概念，安排形成性評量 (Formative evaluation)，就學生的回答，提供不同類型回饋（如 AUC 、 KR 、 KCR 和 EF 等）（湯清二， 1994 ），對學生提出改正性及訊息性之回饋，或補救策略，並設計有補充教材，供學生進一步學習。

㈡認知學派學習理論

認知心理學與建構主義的學習，已爲大衆所肯定，本系統設計時，時時考慮此類學習理論，如：

1. 學習者迷思概念分析

學生所原擁有的先前知識，包括迷思概念 (Misconception) 是設計之重要基礎。爲使學習更爲有效，將學生迷思概念安排設計於軟體之中，期望舊的知識與新知識的互動、矛盾、衝突，以達概念之獲得與轉變的目的，並符合建構主義之學習。

2. 學習者控制 (Learner control) 原則

認知學習理論強調學習者內在動機，從許多研究 (Shyu, 1992) 得知，在一般情況下，以學習者控制學習的歷程，讓學習者有自由選擇學習路徑與速度確有積極效果。本系統設計乃提供學生充分之學習選單，以適應學生實際的需求。

3. 安排學習情境

認知心理學重視學習的歷程與學習的情境，學習情境的安排，供學習者模擬、練習以及眞實的情形，以增進長期記憶和概念形成的學習。

4. 交互式的設計原則

交互式 (Interactive) 設計是本軟體的靈魂，在學習過程中，雙向的活動以及人機的互動極爲重要。本研究設計原理，所強調交互式的層次爲 Schwier & Hisanchuk (1993) 的分類之前二種層次，即反應式 (Reactive) 和主動式 (Proactive) 兩種。前者是指學生對電腦呈現的刺激，做出的回應或回答問題，後者是強調學生自己能控制學習活動。將來設計之目標朝向第三種互動交互式 (Mutual) 的層次。它是主動將學習系統與學生之間

的相互調適，能依雙方的反應，做出相互調整因應的策略，將教材、教法與學生三方面相互關連起來，具人工智慧 (Artificial intelligence) 的功能。

5. 安排概念圖的設計

基於概念圖 (Concept map) 提供知識建構之關係對學習有正面效果，提昇有意義的學習，乃將專家概念圖提供學習者參閱和索引，期望學生對學習內容主題有較清晰和簡要之理解，並探討概念圖的實際功效。

總而言之，本研究有關 IMI 的設計，整合了目前現今有關「教」與「學」的最新理論。就學習者而言，提高較佳學習環境，對訊息的處理，編碼及轉變的過程詳加考量，以求符合行爲學派的學習理論。再者，強調學習者與電腦間的交互作用，重視學習者之先前知識與新知識之間，如何產生衝突…等認知學派的學習理論。

三、本內容之設計與學習策略

Lebow (1993) 研究指出在教學系統與設計 (Instructional system & design) 中應統整行爲學派和建構主義在其教學模式中。朱則剛 (1994) 指出，教育工學的派典演化，實有多種派典 (Paradigm) 共存的情形存在，教育工學有折衷化的趨勢。即整合行爲學派和認知學派的理論，表現在整個學習系統中，其主要的理由是若僅單單依據一種學習心理學觀點來設計，不能亦無法滿足實際設計上的要求以及學習者的需求，更不易達到增進教學，與提高學習效果的目的。

特別是最近幾年，由於介面卡開發，編輯軟體之功能…等電腦科技之神速進步，多媒體電腦學習發揮得淋漓盡致，早年原有的教學和學習原理獲得新的活力和滋潤。目前促使教育工學不僅僅是一種學習工具，更是一個值得深入探討的新領域。（湯清二， 1994 ）

本系統內容設計之開發與學習策略延續先前研究發現結果（湯清二， 1993 ）加上國內外文獻研究結果以及交互式多媒體電腦設計理論基礎與原則，就有絲分裂與減數分裂概念，藉由程式語言，將細胞分裂過程以動態分解的方式呈現給學習者，亦藉影像擷取卡，捕捉細胞分裂實況，讓學生有具體且眞實世界之學習情境，將抽象的表徵轉變爲具體的圖像表徵，方便學生的學習。有關本研究之教材內容，設計模式與方式敘述於表 1 中。

表 1 ：本研究之教材內容，設計模式與方式

教材內容	設計模式	方式*
細胞學理論	家教式、導覽式	a, h, k
細胞分裂的目的	家教式	a, h, k
細胞週期	學習者主控選單	c, d, f, h
有絲分裂		
位置	導覽式	d, h
定義	建構主義	a, d, k, l, h
過程	模擬實況	a, b, c, e, l, h
結果	建構主義	a, d, j, h
重要性		a, f, h
減數分裂		
位置	家教式	a, d, h
定義	建構式	a, h, k, l
過程	模擬、練習式	c, h, l
結果	家教式	f, h, j, k, l
重要性	家教式	h, j
染色體		
數目構造	練習式	g, h
有絲分裂與減數分裂比較	導覽式	a, d, h

* 代號說明
a、動畫　b、交互式　c、形成性評量與回饋　d、檢索
e、文字　f、影像　g、口白　h、圖片

參、研究設計與步驟

為評估學生對本研究所發展之 IMI 軟體之「細胞分裂」概念之學習成效，檢驗其學習情形，並調查學生使用軟體後，對本軟體的意見，茲就研究主題、研究樣本、研究工具、研究實施步驟和資料分析等分述如後。

一、研究主題

本研究選取「細胞分裂」（包含有絲分裂與減數分裂）作為研究主題，主要是基於以下的原因：

㈠有絲分裂與減數分裂概念，根據（ Brown, 1990; Cordero & Szewczak, 1994; Kindfield, 1994; Smith, 1991; 湯清二， 1993 ；黃台珠， 1993 ）等人之研究，一致認為細胞分裂概念很重要，影響爾後學生對生物遺傳學和孟氏遺傳計算解題等之學習。

㈡細胞分裂與染色體對學生而言，是比較困難和存在較多迷思概念的章節之一。（ Kindfield, 1994 ；黃台珠， 1993 ）。

㈢細胞分裂與染色體是屬微觀世界，概念較為抽象。根據以前研究，若能提供眞實情形，將有助於概念學習。

㈣延續筆者過去的研究與本主題概念密切相關。

二、研究樣本

依研究目的，本研究採用實驗研究法中之不相等實驗組與控制組設計（郭生玉， 1994 ）。研究對象為國民中學二、三年級常態編班學生，研究方式將學生分成控制組（未使用概念圖）與實驗組（使用概念圖），以考驗其學習效果，未使用概念圖者為軟體內「概念圖」按鍵不作用 (Unactive)。在樣本取樣方面有一些限制，主要是因為電腦配備與環境不一，無法集中短期間施測，且為控制變因，避免混雜因素加入，以輪流方式密集於本校生物系研究室實施，並考量學校距離與意願、教師配合度，以及學生來往交通安全等因素，故選擇彰化市陽明國中與彰德國中為研究對象。為作業方便，分別隨機安排部份學生為實驗組與控制組，如表 2 ，並以學生在校之學科總成績分為高、中、低學業成就三個等級，加以探討學習成效。

表 2 ：參與學校受測一覽表

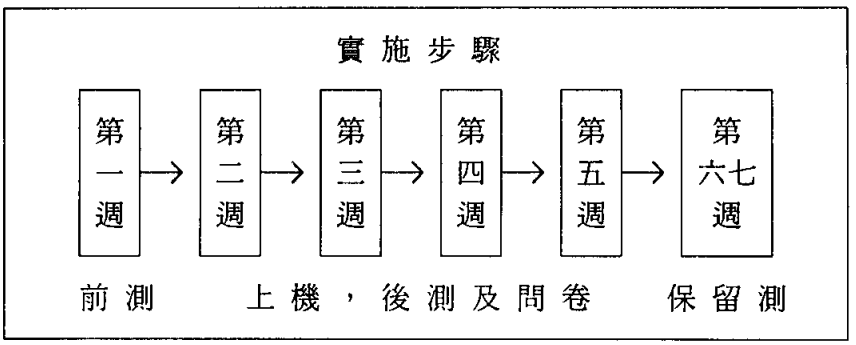
項　目	學　　校	人數	施測日期	備　　註
預測	彰化市員林高中 台中市明道高中	104	84年5月 84年4月	前後測實際人數以資料完整者計算之
前測	彰化市陽明國中 彰化市彰德國中	238	84年6月	
後測	同上		84年6月至84年8月初	
保留測	同上		84年8月17日	

三、研究工具

本研究依據以往晤談結果（湯清二， 1993 ），參考國內外文獻之結論後，由研究者與本系教授、資深優良高中、國中生物教師共同整理本主題之重要內容和迷思概念，以及形成性評量，並加以分析彙整。前後測及保留測之評量工具之編製以高中基礎生物（全一册）及其他有關細胞分裂之概念與內容爲基礎，製成雙向細目表以作爲內容效度 (Content validity) 的依據，並依此細目加以命題，且經多位生物學教授討論、審查、修正。接著以台中明道高中、員林高中兩班先予試測，並利用 SP 表分析其難度、鑑別度等工作。難度以 0.4 ~ 0.8 爲標準，鑑別度以 0.2 以上爲基準，除去或刪改不妥試題，作爲前測、後測及保留測之工具（如附錄一），統計結果測得信度爲 0.81 (Cronbach α=.81)。

四、研究實施步驟

爲使研究方便實施及避免實驗之偏性，實施步驟如下：學生參與實驗時，先進行團體前測（約 15 分），隔二週後，進行上機學習 IMI 軟體（約 30-40 分），隨後進行後測及問卷調查（ 25 分），隔 2-3 星期後，再進行保留測。



五、資料分析

資料分析以研究目的爲考量，內容包括：

㈠分析探討在使用 IMI 的狀況下，概念圖及學習成就能力對細胞分裂學習成就的影響，以二因子共變數的設計及分析：自變項之概念圖（使用和未使用）及學習成就能力，（高、中、低學習成就），依變項爲後測成績，控制變因爲 IMI 的使用。

㈡有關使用 IMI 後之問卷調查部份，問卷內容分爲五等量表，分析每題之同意數百分比，極同意爲五分，同意爲四分計算，餘類推。並整理開放性問卷。

㈢以 SPSS PC+ 軟體分析資料。

肆、結果與討論

本研究主要的目的，是利用 IMI 學習系統，探討國民中學學生學習有絲分裂與減數分裂的成效，希望藉此學習工具，對學生的學習做一深入之效果評估。經實驗結果及數據分析獲得以下重要結果。本章將結果分四節敘述；㈠利用 IMI 學習細胞分裂之效果。㈡使用 IMI 後，概念圖及學習成就能力對學習的影響。㈢細胞分裂概念之學習成效差異。㈣學習細胞分裂成效之保留。㈤學生使用本軟體之問卷意見。㈥綜合討論。

一、利用 IMI 學習細胞分裂之效果

由於經費、設備、時間與人力的限制，以及爲達到統計的要求，本研究採用準實驗研究法，計共五班，分成實驗組（使用概念圖）與控制組（未使用概念

表 3 ： IMI 學習實驗組與控制組前測之比較

組　　別	人 數	平 均	標準差	t 值	P
控 制 組	68	9.23	2.67	-0.94	0.32
實 驗 組	84	9.80	2.69		

表 4 ：國中學生利用 IMI 學習之前後測成績比較

	N	平均值	標準差	t值	p
前　　測	152	9.84	2.68	8.31	＜0.00***
後　　測	152	12.54	2.64		

***p＜.001

圖）進行研究。兩組前測成績平均，實驗組爲 9.80 ，控制組爲 9.23 ，經行 t-test 檢定前測分數在兩組之差異比較，如表 3 ，發現並無顯著差異存在 ($t = -0.96$, $p = 0.32 > 0.05$)，表示在實施 IMI 學習前之實驗組與控制組學生所具備的先前細胞分裂的知識大致相同，無顯著差異存在。

國中學生利用 IMI 軟體學習細胞分裂，我們從學生的學習前之成績（前測）及學習後之成績比較（見表 4 ），發現學習後之後測成績平均爲 12.54 ，而學習之前測成績爲 9.84 ，經過 t 值檢定，得知利用 IMI 學習有顯著差異存在（ t 值爲 8.31 ， $p < 0.001$ ），換句話說，國民中學學生利用 IMI 的前提下，對學習是有所幫助的，不論使用 IMI 時有無應用概念圖。

二、細胞分裂概念之學習成效比較

學生利用 IMI 的情況下，概念圖及學習成就能力對學習的影響。我們必須考量學生學習前之個別差異，本研究以學生的前測成績爲共變項，以概念圖及學習

成就能力水準爲自變項，學生之後測成績爲依變項，進行 2 × 3 之共變數分析 (Analysis of Covariance) 考驗上述因子對學習成效之影響。分析前我們先進行三種不同學習成就水準之迴歸係數之同質性考驗 (Test of homogeneity coefficient)，結果得 $F = 2.13$ ，$p < 0.01$ ，表示迴歸係數相等。接著進行變數分析其結果如表 5 。

由該表結果發現學生在使用 IMI 之學習成效，概念圖之使用與否對學生學習細胞分裂確實有顯著差異存在 ($F = 5.6$ ，$p < 0.01$**) 。這與學者 (Nakhleh & Krajcik, 1994; Jonassen, 1996) 之研究結果相同，表示圖像視覺的表徵，有利於學習效果之提升。而學生之原有學習成就對學習 IMI 系統，並無差異存在 ($F = 1.74$ ，$p = 0.18$)，顯示學生學習成就能力水準上之差異，對學習成效的影響無差別。筆者認爲可能的原因爲本軟體設計時是依據學生的迷思概念來設計，並以安排許多形成性評量及不同回饋在學習中所致，以致於不同學習成就能力的學生利用 IMI 來學習細胞分裂效果都是正面的，無差異存在，不因爲學生能力不同而有差別。由此可見本研究軟體在課體設計分析之必需性和妥當性，所花費時間及精力是沒白費的、是肯定的。又發現概念圖與學習成就能力之交互作用不存在 ($F = 0.09$ ，$p < 0.91$) 。

總而言之，從分析的結果得知，國中學生利用 IMI 系統來學習細胞分裂概

表 5 ： IMI 學習之共變數分析表

變異來源	平方和	自由度	均　方	F 值	p
共變量	108.39	1	108.39	17.71	
主要效果	57.6	3	19.2	3.14	0.02*
Concept (概念)	34.27	1	34.27	5.6	0.01*
ach (學業水準)	21.27	2	10.63	1.74	0.18
交互作用					
Concept × ach	1.16	2	0.58	0.09	0.91
誤差 (組內)	918.03	146	6.12		
總和	1085.17	152	6.96		

p<*0.05，**0.01

念，我們發現有顯著的正面效益；而其學習過程中，若能配合使用概念圖時效果更佳。

三、細胞分裂概念之學習成效比較

從前述的研究我們得知，IMI 學習對學生的學習細胞概念確有所助益，但究竟學生在那些概念比較有效果，值得進一步探討，由學生之前後測成績差異 t 值與 p 值（見表 6 ，表 7 ）。由表 6 ，得知學生使用概念圖之後各題前後測成績之差異，除第 1 題、第 2 題、第 4 題、第 5 題、第 9 題及第 15 題等 6 題沒有顯著差異 ($p > 0.5$) 存在外，其餘各題均達顯著水準，表示利用 IMI 學習與使用概念圖對學習細胞分裂概念確有幫助，達到三分之二。當我們進一步去了解到底那些概念未能達到顯著差異時，我們發現其內容爲：細胞分裂的過程中那一部份最重要（第 1 題）細胞間期的意義（第 2 題）及細胞複製時期（第 4 題），有絲分裂前期染色體濃縮、變粗、變短的原因（第 5 題），有絲分裂複製後染色體爲何？（第 9 題）以及某一種動物，精子細胞染色體有 20 個，神經細胞有幾個染色體？（第 15 題）等。從上述內容與 IMI 軟體設計參照比較，我們發現前三題本軟體電腦文字敘述之呈現，平鋪直敘，無特別策略的設計，是否與此有關或學生未觀看其中細胞週期（第 4 題），有待進一步探討。第 5 題，本軟體未涉及，將來修正時應考慮。

從表 7 ，未使用概念圖之學生學習之前測、後測成績差異分析，得知達顯著水準之題號爲 1 、 4 、 5 、 6 、 8 、 10 、 12 及 14 等 8 題，然較表 6 使用概念圖之學生成績差異爲少。比較分析使用概念圖與未使用概念圖之不同內容，爲第 3 、 7 、 11 、 13 、 16 、 17 、 18 等題，是否與學生使用概念圖後對細胞分裂之架構，較爲清晰、完整有關，尚待進一步探討。總之，我們可由表 6 與表 7 兩表中看出，共同有顯著差異之題號，爲第 6 、 8 、 10 、 12 及 14 等 5 題，表示概念圖之使用與否對學生學習都是正面效果，不受概念圖之影響，進一步探究其內容爲有絲分裂中期之染色體移動問題（第 6 題）染色體對（第 8 題）、精細胞染色體圖示（第 10 題）同源染色體（第 12 題），及人類精子染色體數目多少（第 14 題）等，可見數目及移動問題等知識問題不因概念圖之影響。至於有少部分 t 值呈現負值，可能是軟體設計中學習策略未能使學習者認知改變，待進一步探討。

表 6 ：使用概念圖各題前測後測成績差異比較分析表

題號	前測平均值	前測標準差	後測平均值	後測標準差	t 值	p-value
1	0.9286	0.259	0.9429	0.234	0.33	0.74
2	0.9000	0.302	0.8143	0.392	-1.42	0.15
3	0.4000	0.493	0.6571	0.478	4.06	0.00***
4	0.5714	0.498	0.5000	0.504	-0.78	0.43
5	0.3714	0.487	0.5000	0.504	1.64	0.10
6	0.1857	0.392	0.5286	0.503	4.69	0.00***
7	0.8000	0.403	0.9857	0.120	3.64	0.00***
8	0.6429	0.483	0.9429	0.234	5.10	0.00***
9	0.6857	0.468	0.6286	0.487	-0.78	0.43
10	0.3571	0.483	0.6714	0.473	4.55	0.00***
11	0.8000	0.403	0.9857	0.120	3.64	0.00***
12	0.5286	0.503	0.8420	0.367	4.36	0.00***
13	0.4429	0.500	0.7429	0.440	4.20	0.00***
14	0.6286	0.487	0.8143	0.392	2.84	0.00***
15	0.6000	0.493	0.6143	0.490	0.22	0.82
16	0.3143	0.468	0.7429	0.440	6.81	0.00***
17	0.5000	0.504	0.7571	0.432	3.55	0.00***
18	0.1714	0.380	0.4000	0.493	2.98	0.00***

註：*p＜.05，**p＜.01，***p＜0.001

表 7 ：未使用概念圖各題前測後測成績差異比較分析表

題號	前測平均值	前測標準差	後測平均值	後測標準差	t 值	p-value
1	0.8780	0.329	0.9051	0.217	1.18	0.24
2	0.9146	0.281	0.8902	0.315	-0.53	0.59
3	0.5122	0.503	0.5976	0.493	1.19	0.23
4	0.4878	0.503	0.4902	0.463	1.11	0.26
5	0.3172	0.458	0.4020	0.498	1.17	0.25
6	0.1463	0.356	0.5854	0.496	6.74	0.00***
7	0.9024	0.299	0.9390	0.241	0.83	0.40
8	0.6707	0.473	0.9878	0.110	5.81	0.00***
9	0.5854	0.496	0.6463	0.481	0.80	0.42
10	0.3780	0.488	0.4488	0.501	0.82	0.41
11	0.9634	0.189	0.9634	0.189	0.00	1.00
12	0.3415	0.477	0.8780	0.329	7.68	0.00***
13	0.5732	0.498	0.5976	0.493	0.41	0.68
14	0.5366	0.502	0.7317	0.446	3.32	0.00***
15	0.4512	0.501	0.4878	0.503	0.55	0.58
16	0.4024	0.493	0.4756	0.502	1.10	0.27
17	0.5854	0.496	0.6585	0.477	1.18	0.24
18	0.2317	0.425	0.2683	0.446	0.50	0.61

註：*p＜.05，**p＜.01，***p＜0.001

四、學習細胞分裂成效之保留

爲了解學生學習 IMI 後，對細胞分裂概念保留 (Retention) 之情況，乃進行學生學習成效之學習保留分析（表 8 ），將後測及保留測之學習效果做 t 值檢定（ t 值＝ 0.54 ， p ＝ 0.58 ），表示學生在學習 IMI 系統後之後測及保留測成績相當，無差異存在。換句話說，利用 IMI 來學習，學習有保留的效果。

爲了解學生參與實驗後，各概念間保留情形，經分析得表 9 ：學生參與 IMI 後，細胞分裂概念學習保留顯著差異表。由表 9 ，發現未使用概念圖之學生，在第 6 題，第 8 題，第 11 題，第 12 題，第 15 題，有顯著差異存在。它們的內容爲有絲分裂之中期染色體移動（第 6 題）；染色體配對（第 8 題）；那些細胞行減數分裂（第 11 題）；同源染色體（第 12 題）；精子細胞染色體有 20 個，腳上神經細胞有 n 個（第 15 題）。

五、學生使用本軟體之問卷意見

IMI 軟體之設計，除前述之設計理念及專家信度外，還要考慮使用者之看法與需求。本軟體之前版在商請學生試作時，發現軟體過於呆板與嚴肅，雖符合學習要求，但觀察學生的表情時顯出無奈，因此，將原設計完全廢棄重新設計花費不少時間，以期更爲完善。因此特請學生回答使用本軟體之意見，以作爲將來更新版本時改進之參考。問卷的內容主要分爲三大部分，㈠一般問題。㈡關於本軟體設計部份。㈢其他及建議。其中前兩大項爲五分量表，共計 16 題，以了解學生在使用本軟體後之意見，（信度測得爲 0.89 ）以下分別加以討論。

㈠一般問題

一般問題（自第一題至第六題），從表 10 中得知，大多數學生都持正向的

表 8 ：學生學習成效之學習保留比較

項　目	人 數	平 均	標準差	t 值	p
後　測	152	12.96	2.64	-0.54	0.58
保 留 測	152	12.44	2.72		

表 9 ：學生參與 IMI 學習後測、保留測分析表

題號	後測平均值	後測標準差	保留測平均值	保留測標準差	t 值	p-value
1	0.9429	0.234	0.9429	0.234	0.00	1.000
2	0.8143	0.392	0.8857	0.320	-1.40	0.167
3	0.6571	0.478	0.6143	0.490	0.77	0.443
4	0.5000	0.504	0.3286	0.473	2.54	0.013
5	0.5000	0.504	0.5857	0.496	-1.03	0.307
6	0.5286	0.503	0.2000	0.403	5.18	0.000
7	0.9857	0.120	0.8857	0.320	2.41	0.019
8	0.9429	0.234	0.7000	0.462	4.11	0.000
9	0.6286	0.487	0.6286	0.487	0.00	1.000
10	0.6714	0.473	0.6286	0.487	0.62	0.535
11	0.9857	0.120	0.9143	0.282	2.30	0.024
12	0.8429	0.367	0.6857	0.468	2.37	0.021
13	0.7429	0.440	0.7143	0.455	0.47	0.641
14	0.8143	0.392	0.7857	0.413	0.63	0.531
15	0.6143	0.490	0.6714	0.473	-0.94	0.349
16	0.7429	0.440	0.6429	0.483	1.54	0.128
17	0.7571	0.432	0.7429	0.440	0.23	0.820
18	0.4000	0.493	0.3429	0.478	0.73	0.469

表 10 ：學生對 IMI 系統軟體問卷意見分析表（ % ）

題號	非常同意	同 意	沒 意 見	不 同 意	極不同意	平 均 數	標 準 差
1	39.1	49.7	10.2	1	0	4.26	0.68
2	40.6	44.7	12.2	2	0.5	4.22	0.77
3	27.9	59.4	11.2	1.5	0	4.13	0.66
4	58.9	29.4	8.6	2	0.5	4.42	0.84
5	2.5	6.6	31	38.6	20.3	2.29	0.98
6	50.8	33	13.2	1.5	1	4.29	0.88
7	27.9	52.8	16.8	1.5	0.5	4.04	0.79
8	33	58.9	8.1	0	0	4.24	0.59
9	28.9	48.2	15.2	7.1	0.5	3.98	0.88
10	32.5	44.7	17.7	4.6	0.5	4.04	0.85
11	43.1	46.2	10.7	0	0	4.32	0.65
12	34	49.2	14.7	2	0	4.15	0.74
13	39.6	40.1	13.7	5.1	1	4.1	0.95
14	25.9	49.7	20.3	3.6	0.5	3.97	0.8
15	33	48.2	17.8	1	0	4.13	0.73

註：第5題爲負向題

看法（ 83.8%-88.8% ），表示對本軟體之學習感到有趣，比傳統老師教學有效，對了解細胞分裂很有幫助，電腦使用很容易，喜歡用電腦來學習生物。從本研究之結果，同學學習細胞分裂之效果顯著，可得到相同的輔證。第五題爲負向題，僅有 9.1% 的學生表示使用本軟體比較浪費時間，約有六成（ 58.9% ）學生不同意使用本軟體是浪費時間。

㈡軟體設計部份

有關軟體設計部份（自第七題至第十五題），學生認爲本軟體對細胞分裂概念介紹得很清楚佔 80.7% ，細胞分裂過程的瞭解有幫助者 91.9% ，對有絲分裂的了解程度有 77.1% ，對減數分裂較清楚的了解者有 77.2% ；認爲本軟體之動化部份、文字部份與美工部份能幫助瞭解細胞分裂概念者，在 81.2% ～ 89.3% 之間；認爲影片部份與旁白部份能幫助瞭解細胞分裂者，在 79.7% 與 75.6% 之間。由此可知，大部份參與實驗的同學都肯定本軟體的設計。在第 16 題，當被問到喜歡單獨或兩人一起學習軟體時，有達 83.4% 的學生喜歡兩個人一起學習，可見同儕的合作學習獲得學生的喜愛。

㈢建議部份

爲避免有遺珠之憾，乃讓學生自由表達對本軟體的意見，經整理學生的建議，較普遍的意見有：

1. 希望我可以擁有一套軟體。
2. 希望學校能多加利用。
3. 生物課改用由電腦來上課。
4. 很好玩，多辦此類活動，希望能多參加。
5. 希望一次有較多台電腦，可以讓較多同學一起來。

在軟體設計上的意見有：

1. 希望還有更多的內容。
2. 若能加進一些遊戲會更完美。
3. 插圖很可愛。
4. 希望問題能多一些。
5. 希望對一些不熟悉的名詞（如 DNA ）能有充分的解釋。
6. 希望使用時，不要當機。
7. 過程的介紹，好像跳來跳去。

從學生的建議，我們得知一些寶貴的建議，優缺點都有，特別是缺點，能改進者，將立即修正。

五、綜合討論

以下就本研究之結果，綜合敘述如下：

㈠利用 IMI 系統學習細胞分裂，均有正面的顯著效果（表 4 ），本軟體之設計時，能將學習建立在學習者既有的知識上，考量迷思概念，安排適當的形成性評量，符合學生的建構學習考慮，及運用多項學習策略，並以動畫、文字、旁白、以及眞實細胞分裂影片等輔助學生之學習，精心設計的軟體有提昇學習之效果。此項結果與 McNeil 和 Nelson (1991) 所獲得的結果一致；Sewell 等人 (1995) 亦指出多媒體教學有助於理論概念的學習與瞭解。

在檢視 IMI 學習中，概念圖的使用與否和學業成就水準因子是否影響學習成效時，發現使用概念圖對學習有顯著差異存在，但學業成就水準則無差異顯著性。後項結果與 Sewell (1995) 等人所研究的結果相同。表示設計完善的教學軟體，對學習成就高能力、中能力及低能力均有正面效果，不因能力不同有所差別。

㈡細胞分裂概念之學習成效比較

雖然從表 4 ，得知學生學習 IMI 有顯著成效表現。但當進一步分析時，我們發現學生感到較困難的概念，包括細胞複製，有絲分裂後染色體數目爲何？以及生殖細胞與體細胞染色體數等問題學生較不易弄清楚，此現象與國外的研究 (Kindfield, 1994; Smith, 1991; Cordero & Szemczak, 1994) 頗爲類似。總而言之，細胞分裂之有些概念對國中生學習較感不易。

㈢學習成效之保留

從本研究表 8 得知，經 IMI 學習後，學生對細胞分裂概念的保留情形，發現後測成績與保留測成績相當，此結果與 Huang (1993) 的結果一致。由此可知，將抽象的概念圖用具體的影像表現，以及配合形成性評量等學習策略的應用，對學生的學習成就有較好的保留效果。

伍、結論、檢討與建議

本章將分三部份加以說明：㈠爲結論，對本研究第四章研究之結果，提出結論。㈡爲針對本研究所遇到的問題提出檢討。㈢爲建議，對未來研究及科教界提出建議。

一、結論

本研究的目的，在以自行設計一套交互式多媒體教學 (IMI) 系統，做爲國中

學生學習細胞分裂之工具。並考驗其成效。參與的對象爲彰化市陽明國中和彰德國中等共計學生 238 人，實際完整資料計 152 人，獲得以下結論：

㈠根據統計分析結果得知國民中學學生利用本研究所研發的 IMI 軟體，學習細胞分裂有學習的效果，顯示本研究研發之軟體（細胞分裂－ 95 ），確對國中學生學習細胞分裂有幫助。

㈡使用 IMI 軟體時，探討概念圖及學生的學業成就水準對學習細胞分裂的影響，發現使用概念圖，有助於學習細胞分裂效果的提昇。此表示概念圖安排設計於 IMI 系統中，可提升學生的學習效果，但學生學業成就能力水準沒有顯著差異。

㈢學生利用本研究所研發之 IMI 細胞分裂軟體來學習對細胞分裂概念保留情況良好。

㈣使用交互式多媒體之意見：根據問卷意見之調查，學生對本軟體持高度正面態度，喜歡利用它來學習生物概念，對學習細胞分裂概念亦覺得有所助益。

㈤大部份國中學生，喜愛同儕一起學習。

二、檢討

㈠軟體選用問題之檢討

許多科教先進及老師問及軟體推廣的問題，是否可以拷貝帶回學校當補充教材時，因一般學校的電腦均爲 IBM(PC) 系統，本系統以 MAC 電腦設計，無法直接使用。當初使用時僅只有 Mac 電腦有 Director 軟體。

㈡ IMI 設計方面

IMI 設計是分段落的（見文獻探討第二節），是非線性，學習者經由選單，依其自由意志的選擇路徑 (Path) 讀取資料。這是本研究的特色與優點，但也是它的缺點之一，特別是少部份學生不依照指示操作，感到內容跳來跳去。因此，今後設計時將考慮讓學習者週期性或半結構性的選擇，以避免上述缺點。

其次，影片及旁白音樂部份，若僅供學校教學與研究，無版權問題。但若需註册版權時，須重新更正，否則涉及版權之問題，特此說明。

最後學生學習記錄部份，因 Lingo 語言，一時無法讓學生輸入座號，雖有記錄學生學習過程，但無法分辨是那一位學生的學習記錄，希望爾後能改進此

缺失。

㈢樣本選取檢討

若經費及時間許可，應擴大樣本數，並同時使用多台電腦，俾集中在較短時間一次完成，以減少行政上之困擾及實驗的偏性，增加實驗的準確度。

三、建議

隨著電腦科技的發展，世界各國均投入大量人力、物力發展多媒體教學，在多元化的教學中，「電腦輔助學習」提供學生多一種選擇，是具有極大潛力的教學媒體。因此，基於研究結果乃提出如下建議：

㈠生物教師在細胞分裂內容教學時，應了解學生的迷思概念，且從細胞周期內容開始講授後，再介紹細胞之核分裂過程，則效果更佳。

㈡教授細胞分裂時，應使用媒體確定學生完全了解相關遺傳詞彙（如染色體，染色分體等），再教細胞分裂。

㈢先教有絲分裂，再講減數分裂。

㈣倘若能配合多媒體教學與概念圖，則學習更佳。

㈤教育廳局應成立「教學媒體中心」，研發高品質軟體及收集各級教師研究成果，提供全省師生利用參考。

陸、致謝

本研究之進行，承蒙國家科學委員會輔助經費（計畫編號 NSC84-2511-S-018-013CL）。

柒、參考文獻

1. 朱則剛（ 1994 ）：《教育工學的發展與派典演化》。台北：師大書苑。
2. 吳鐵雄（ 1991 ）：電腦輔助教學在我國的實施與展望。《國立教育資料館館訊》，13 期，頁 1-7 。
3. 洪榮昭（ 1992 ）：《電腦輔助教學之設計原理與應用》。台北：師大書苑。
4. 郭生玉（ 1994 ）：《心理教育研究法》。台北：精華書局。
5. 陳錦芬（ 1991 ）：多媒體在教學上的潛能。《國立教育資料館館訊》，13

期，頁 51-54 。
6. 湯清二（ 1992 ）：《我國學生自然科學概念發展與診斷教學研究，生物細胞概念發展（二）》。國科會專題計畫，編號： NSC-80-0111-S-018-14D 。
7. 湯清二（ 1994 ）：《概念轉變之模式研究》。彰化：復文圖書出版社。
8. 湯清二（ 1992 ）： 交互式影碟教學系統的理論與應用，《教育實習輔導通訊（二）》。國立彰化師範大學。
9. 湯清二（ 1993 ）：我國學生生物細胞概念發展研究——迷思概念之晤談與概念圖。《國立彰化師範大學學報》，4 期，頁 141-170 。
10. 黃台珠（ 1993 ）：中學生遺傳相關概念錯誤類型的研討，《中美科學課程與教學方法研討會》。國立高雄師範大學。
11. Brown, C. R. (1990). Some misconception in meiosis shown by students responding to an advanced level practical examination in biology. *Journal of Biological Education, 24*(3), 182-186.
12. Chen, Lin Ching (1991). Interactive video technology in education : past, present, and future., *Journal Education Technology System, 19*(1), 5-19.
13. Cordero, R. E. & Szewczak, C. A. (1994). The development importance of cell division. *The American Biology, 56*(3), 176-179.
14. Cronin, M. W. & Cronin, K. A. (1992). A critical analysis of the theoretic foundations of interactive video instruction. *Journal of Computer Based Instruction 19*(2), 37-41.
15. Finley, F. N., Stewart, J., & Yarroch, W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and diffcult science content. *Science Education, 66*, 531-538.
16. Huang, Chin-Yun. (1993). The effects of types of feedback on performance and attitude in cooperative and individualized computers-based instruction. *Doctoral dissertation*, University of Minnesota.
17. Jonassen, D. H. (1996). Computers in the classroom. Prentice- Hall, Inc. New Jersey.
18. Kindfield, A. C. H. (1991). Confusing chromosome number and structure : a common student error. *Journal of Biological Education, 25*(3), 193-199.
19. Kindfield, A. C. H. (1994). Understanding a basic biological process:

Expert and novice models of meiosis. *Science Education, 78*(3), 255-283.

20. Kramer, D. M. (1991). Interactive biology with videodisc. *Computer Center, 53*(3), 185-188.
21. Lebow, D. (1993). Constructivist values for instructional systems design : five principles a new mindset. *Educational Technology Research & Development, 41*(3), 4-16.
22. Marsh, E. J. & Kumar, D. D. (1992). Hypermedia : A conceptual framework for science education and review of recent finding. Journal of *Educational Multimedia and Hypermedia*, (1), 25-37.
23. Mceil, B. J. & Nelson, K. R. (1991). Meta-Analysis of interactive video instruction : A 10 year review of achievement effects. *Journal of Computer Based Instruction, 18*(1), 1-6.
24. Nakhleh, M. B., & Krajcik, J. S. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students, understanding of acid, base, and pH concept. *Journal of Research in Science Teaching, 31*, 1077-1096.
25. Ross S. M (1991). Interactive videodiscs for science education. *Journal of Computer Assisted Learning, 7*, 96-103.
26. Schwier, R. A. & Misanchuk, E. R. (1993). *Interactive Multimedia Instruction.* Englewood Cliffs, NJ : Education Technology Publication.
27. Sewell, R. D. E; Stevens, R. G and Lewis, D. J. A. (1995). Multimedia computer technology as a tool for teaching and assessment of biological science. *Journal of Biological Education, 29*(1), 27-32.
28. Shyu, Hsin-Yih. (1992). Learner control program control in interactive videodisc instruction : What are effects in procedural learning? *International Journal of Instructional Medial, 19*(2), 85-96.
29. Smith, M. U. (1991). Teaching cell division : Student difficulties and teaching recommendations. *Journal of College Science*, September/October, 28-32.
30. Spector, J. M; Muraida D. J. & Marlino M. R. (1992). Cognitively based

model of courseware development. *Educational Technology Research & Development. 40*(2), 45-54.

31. Tergan, S. O. (1993). Designing learning environments for conceptual change : a cognitive approach. *Proceeding of the 1993 Internal Conference on Computers in Education*, 174-179.
32. Thota, V. (1993). The power of interactive videodisc technology. *International Journal of Instructional Media, 20*(2), 87-94.
33. Thurman, R. A. (1993). Instructional simulation from a cognitive psychology viewpoint. *Educational Technology Research & Development, 41*(4), 75-89.

The Study of Learning about Cell Division by Using Interactive Multimedia Instruction System

Ching-Erh Tang

Departent of Biology, National Chang-Hua University of Education, Chang-Hua, Taiwan, R.O.C.

Abstract

This paper describes how manipulating Interactive Multimedia Instruction (IMI) system influences junior high school students' learning about cell division that includes meiosis and mitosis, and to explore the different influences of concept mapping and academic achievement on the IMI system effectiveness. The following results were found: First, significant and positive learning effect were found among junior high school students who learned cell division through IMI system. Second, if IMI system incorporates concept mapping in the learning process, the learning effect will be reinforced. Third, students with different academic achievement levels learning through well-designed software of IMI system appear to acquire the same learning achievement. Fourth, learning through IMI system benefits learning retention. Last, most junior high school students enjoy studying with a friend.

Key words: Interactive multimedia, Cell division, Computer assisted learning.