

交互式多媒體—學習環境的發展趨勢

謝祥宏

國立彰化師範大學科學教育研究所

壹、前言

隨著電腦科技的進步，教學多元化、學習多元化，已成為廿一世紀發展的趨勢。電腦科技對教師的教學與學生的學習，產生重大的變革。資訊網路的竄紅，使學習的管道不在僅限於學校。但是，一提到電腦在教學與學習上的應用時，立即讓大家聯想到令人詬病的傳統電腦輔助教學（CAI）。因為它不夠人性化、學習者所能掌控的太少，及完全遵照程式設計者設計的直線式（linear）流程去學習。概括性的說，就是學習者與電腦間受軟、硬體的限制，而「互動」不足。然而此種缺失隨著電腦科技的蓬勃發展，一切即將改觀。電腦輔助學習，不再只是讓學習者按按鈕而已，學習者與電腦間的互動，已有更高層次提升。此外，在電腦螢幕中所呈現的訊息，已是包含圖形、動畫、文字等視覺媒體，及語言、聲音、音效等聽覺媒體，形成所謂的多媒體學習環境。本文嘗試從交互式多媒體教學（Interactive Multimedia Instruction, IMI）系統的特色，探討電腦應用於學習上的多元化角色。

貳、交互式多媒體的意義

在未談交互式多媒體教學之前，首先回顧媒體運用於教學上之演進情形。根據 Schramm（引自林素華，民81）將媒體之演進大致分成四代。第一代媒體，是以板書、圖表、模型等為主，教師透過這些「靜態的媒體」，將知識傳給學生。此種方式的教學型態，僅有單方面溝通，學生只有被動地接受知識。第二代媒體則增加了「回饋」，教師能夠了解學生的反應。第三代媒體則增加了「聽覺媒體」，如影片、電視，使得教學媒體更為多元化。至於第四代媒體，則因電腦科技的發達整合了上述多種媒體，成為多媒體的時代。在多媒體的教學環境中，除了強調「多種媒體」讓學習者更有興趣外，更強調電腦與學習者間的「互動」，因此，未來的發展將朝「交互式」多媒體教學而演進。

交互式多媒體教學是一種教學設計的模式，以電腦整合各種的教學資源為中心。而

Interactive，係指「交互性」而言，國內一般翻譯為交談式、互動式、互談式，但均不足以表示其精義——表示人與電腦之間的交互作用，因此以下均譯為交互式（湯清二，民82，民83）。而多媒體，係指應用三種以上之媒體。而電腦具備影像、聲音、文字、圖片、動畫等視聽媒體，在硬體上，則具備電腦、螢幕、影碟機、光碟機等設備。

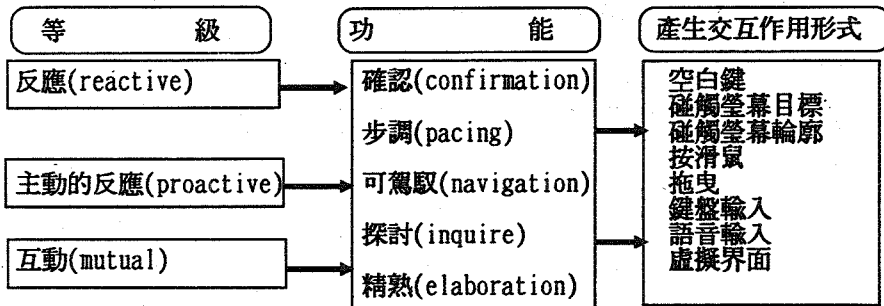
就硬體方面而言，多媒體的學習環境較易達成，而在軟體上，如何達到人與電腦間「交互作用」，則較為困難。但交互式多媒體教學與其他CAI最大的不同是交互性的設計，缺了交互性則僅能稱為「多媒體學習環境」，僅能提升學習興趣而已，至於是否能提升學習效果則屬未知。而Borsook和Higginbotham-Wheat（1991）認為使電腦在教學媒體中佔有一席之地之處，在於它的潛在的「交互作用」特性。以遊戲式與模擬式的設計而言，學習者深入情境中，幾乎忘了電腦的存在，使得人與電腦之間的交互作用達到最高境界。

參、交互式多媒體的層次

一般學者將多媒體的交互作用的層次分成I、II、III、IV等四個等級（Schwier & Misanchuk, 1993）。第I級，是屬於直線方式設計，學習者僅能以遙控方式控制影碟，從頭至尾、停止或倒帶方式探究內容，因此交互性最少。第II級，是屬於中等層次之交互性，亦是以直線性方式設計，與第I級不同處在於影碟內建段落檢索點，可以提供使用者快速檢索所想看之內容。第III級，具有兩個螢幕設計，藉由電腦程式控制影碟之播放。第IV級，以電腦整合多媒體資源於單一螢幕中，使用者藉由碰觸螢幕、語音辨識及虛擬實境方式與電腦產生互動。上述的交互作用層次大多是以多媒體環境的等級來區分，較偏重在硬體設備方面。但事實上，學習者與電腦交互作用的表現層次，有更多是表現在學習者能否獲得高水準和高品質的交互作用上。例如：以第IV等級而言，學習者從碰觸螢幕來反應，是屬於最高層次的交互作用。但實際上而言，僅是碰觸螢幕上的目標——一種非常低層次的交互作用。相對的，根據上述的分類等級定義，學習者以遙控方式探究影碟上學習內容，是屬於最低層次的交互作用。但實際上，這種方式的交互作用，可以是高活動的、刺激類的、教學活動上的交互作用。因此，有必要加以重新區分。

Schwier和Misanchuk（1993）根據教學上師生彼此交互作用的性質，重新將交互式多媒體與學習者交互作用層次修改成三級（表2-1）。並檢核這些層次中交互作用的功能，及列舉如何達成這些交互作用層次中的形式。而這三個層次的意義如下：第

表2-1、修訂過之交互作用詞彙(Schwieb & Misanchuk,1993)



I級是屬於反應(reactive)層次的交互作用，強調對電腦產生的一個的刺激或問題產生反應。第II級是屬於主動反應(proactive)層次的交互作用，強調學習者建構及產生活動，學習者處於選擇或對存在的結構反應，並開始產生獨特的建構方式。第III級是屬於互動(mutual)層次的交互作用，此種交互作用已特化成人工智慧或虛擬實體之設計(virtual reality design)。

在學習者與電腦產生交互的作用的功能上，不外是達成確認(confirmation)訊息、調控(pacing)學習進度、駕馭(navigation)訊息、探討(inquire)活動、精熟(elaboration)內容。為達此種交互作用功能，則得透過一些互動的方式如：移動滑鼠、鍵盤輸入、碰觸螢幕、虛擬界面等，使得學習者與電腦能進行溝通，而達到交互作用的目的。

而真正利用電腦潛在交互作用特性的軟體，就是適應性系統(adaptive system)和電腦模擬這兩類軟體(Borsook & Higginbotham-Wheat, 1991)。但一般的研究指出，高層次的學習者控制(learner control)和人與電腦間的高層次交互作用意義是相同的。Borsook和Higginbotham-Wheat(1991)認為學習者控制隱含了較多的個別化教學(individualization of instruction)，提升最佳化學習的潛力。完全由學者控制(學習順序、速度、數量、困難程度)，則導致迷思學習方向的缺點。相反地，完全由程式控制學習過程，則大大降低學習者與電腦間的交互作用。由上述說法，顯而易見的只有在取得平衡時交互作用是最大。以下就適應性系統、電腦模擬加以討論。

一、適應性系統

為了因應學習者的特質，適應性的教學系統被設計成動態的教學表徵。適應性的教

學系統，模擬一位好的教師去了解有關於學習者之優點、弱點以及知道學習者之特質（Borsook & Higginbotham-Wheat, 1991）。學習者被鼓勵，但非受到強迫的遵循教師所建議的學習路徑；學習者對教師反應，教師隨後又對學習者做反應；每一個反應是跟隨著其他的反應之後，則具有個別化回饋的色彩。此類的適應性教學，展現了人與電腦間交互作用的特質，如：非線性化的獲得訊息、適應性、回饋及雙向溝通。

二、模 擬

Schwier 和 Misanchuk (1993) 認為模擬，乃是提供抽象或簡單的自然現象實體（某種程度的模仿），使學習者進入該情境中，並對它產生反應。因此，模擬式電腦輔助教學設計，乃是在真實的現象模型、在事先設計好一些參數原則下，產生許多可變動得結果。而在多媒體之系統下，遊戲式與模擬式，經常是結合在一起的。洪榮昭（民81）認為模擬可分為：1. 操作性模擬——經樣本化之操作練習，目的在於獲得學習成果。2. 資訊性模擬——利用樣本化和量化之基本資訊，形成專業知識。3. 狀況性模擬——學習成果乃在於對狀況之一種經驗、或對於模糊的自然現象的釐清。因此在設計模擬時，可以就這些方向加以考慮。

就本文所說的交互式多媒體教學系統而言，乃是應用電腦結合多種媒體，使電腦與學習者之間產生交互作用。但本質上，無非是在建構一個微型世界（micro-world），作為抽象事件之模型、及微觀與巨觀世界之橋樑。Simmons (1991) 根據多位學者看法認為利用電腦所建構之微型世界，是一個具有結構性的環境，允許學習者去探究及操縱一個有規則的世界。或者稱微型世界，是一個人造的實體（artificial realities），使學習者操縱在真實世界無法進行的實驗。而 Simmons (1991) 更認為微型世界，在於使學生與人工的實體產生互動。因此，交互式多媒體教學系統是一種新的教學方法，不僅改善學習環境提高教育品質，而且，符合個別化學習原則。然而，此種教學法之成敗却繫乎課程軟體（courseware）的設計（教育部電算中心，民78）。因此，如何發展出課程軟體便是最為迫切的議題。

肆、電腦模擬在教學上應用之研究

從上述討論可以了解交互式多媒體教學系統，無非在利用電腦整合多媒體，建構出高交互性的世界，使學習者與電腦之間產生高層次互動。而模擬是最具交互作用之互動，它使抽象性概念變成具體可操縱的世界，因此，適合較抽象的概念之學習方式。

在生物科的教學上，常遭遇到在實驗時有太多的變因影響某一現象，而無法一一控

制 (Mintz, 1993)。而在利用動物進行解剖實驗，受到動物保育團體的質疑，因而，利用動物之活體實驗之重要性，被加以重新評估 (Kinzie, Strauss & Foss, 1993)。基於上述原因，因此有一些學者，提出利用電腦模擬、交互式影碟方式呈現，以替代無法進行、需長時間、具危險性的實驗。再者，針對生物科學習上困難的研究發現，「概念在生物學上的組織層次」、「概念的抽象層次」，這兩者是學生學習困難的主因 (Friedler, Amir & Tamir, 1987)，因此提出利用電腦模擬一些抽象性概念，以促進學習之可行性建議。以下就以最具交互性的電腦模擬，在探究技巧、解決問題、實驗教學、概念改變、及情境學習上之成效加以討論。

一、電腦模擬運用於探究技巧培養

Mintz (1993) 調查學生經由電腦模擬中研究生態系的學習情形，重點在下列三項：(一)在電腦模擬之前提出假說。(二)控制變因，決定所給的變數值與產生的結果之邏輯關係。(三)經由三種不同資料的學習，決定所獲奪訊息，及評估對每一種資料的整合能力。研究者的樣本取自城市環境的學校 9 位 14 ~ 15 歲的學生 (4 位男生及 5 位女生)，進行每週兩次，每次一小時的課程，一共六小時。而每一位受試者旁邊，將有一位觀察者在旁幫忙處理瑣碎的事，並做現場記錄。研究工具採用由 Mintz 等人 1987 年所發展之 ECO-LIFE 電腦模擬教材。在模擬時可以改變族群的數目及食物的量，先由學習者預測其結果，再由電腦呈現出結果之模擬。在這種以自然界生態系上的問題為基礎下，發展出探究 (inquiry assignments) 的作業。學生將被要求提出假設、設計實驗、對於獨立的變因給予數值，最後進行模擬。

結果顯示電腦模擬對提升探究工作具有顯著效果。學生的興趣和動機一一表現出來。由適當的引導，學生遵循標準的探究程序，提出假說、進行實驗、觀察和記錄資料、做出結論等程序 (Mintz, 1993)。電腦模擬補充傳統實驗室，提升學生科學過程技能

實驗。在傳統的自然科教學中，強調經由「實驗」的學習過程中，學生可獲得概念的學習及操作技能的學習理念下，對於生物上複雜性很大，難以在實驗室操作時，Mintz (1993) 的「電腦模擬」不啻提供了一個好的學習環境。從這篇研究中可以深深體會到模擬對於探究技巧的培養，具有很深的啓示。尤其在這項研究中，在生物學上須長時間才能看出影響的概念 (生態學)、多因子對生態之影響，採用模擬方式具有很好的學習效果。對於操縱和控制變因、提出假說方面的技能，有顯著幫助。

Robert 和 Steve (1992) 利用互動式電腦模擬教演化的理論。學生扮演捕食者的角色，在 18 秒內盡可能的用滑鼠點取蛾以殺死它，存活下來的蛾則產生下一代。經

驗上在教授演化理論時，學生很容易混淆。它很容易接受後代的變異是隨機的，而不易傳達變異是非隨機的。第二種混淆是既平常且難克服的是關於演化的目的。很多學生不願放棄Lamarckian有機體的概念，「用進廢退」。因此設計以圖為主之電腦模擬，用以作為探究的例子。結果利用此種方式模擬各種顏色的蛾，它對學生具有很大的吸引力，因此它適合作為表徵生物課程（Robert & Steve, 1992）。

二、電腦輔助學習用於實驗教學

Dewhurst 和Williams（1991）以紅血球細胞的指標作為研究內容。其內容包括：測紅血球的體積計算血球的數目、測血紅素的濃度、測細胞的體積和平均血紅素。經由上述實驗學生應能得到紅血球數目的指標，接著是血型判定。學生被要求由自己的或所提供的血液樣本中，判斷A、B、O及Rh血型。

在電腦模擬上，這項研究中所用的互動式電腦輔助學習（CAL）軟體，是用BBC Basic 語言及組合語言所完成。而軟體的特色是：

1. 強調互動、易操作並盡可能用彩色的圖，它提供了一個教學的替代方案。
2. 程式內容大約花二十分鐘學習，每一個選單中的內容，均能學到一小段落可以跳至測試的主選單中，然後跳回原選單中。
3. 血型的鑑別中，可以單獨於程式中學習，沒有學習順序問題。

結果由於與CAL 交互作用的方式，學會實驗方法之基本原則。因而學生學會計算血球的原理、測濃度的方法。因此利用互動式電腦輔助學習教學軟體，可以教導學生調查血球的原理（Dewhurst & Williams, 1991）。

根據邱美虹（民81）「以微電腦為基礎處的實驗室」（Microcomputer-based Laboratories, MBL）的報導指出，將電腦與實驗室結合更能發揮實驗室的功能，並且提供有意義的學習情境。尤其在時間不足、危險性大、污染等情況下，很多實驗僅學到很少之技能，甚至只是重複別人做過的實驗。但在MBL下，却能提供學習者發展更高層次的認知過程，如解決問題和圖形解說技能。MBL具有傳統實驗室不同之特質（Chiu, 1993）：

- (一) MBL 立即提供實驗之圖形表徵，做立即回饋。
- (二) 提供多重模式，將學到的圖形表徵，應用於類似情境中。
- (三) 將實驗中的時間重新分配，將低層次之技能學習轉移至高層次之認知行為，提出思考性問題，由學生預測，有助於培養學生提出假設、進行觀察、實驗，並加以分析解釋之能力。

就上述Dewhurst 和William (1991)、邱美虹 (民81) 的研究而言，電腦模擬不僅可以使學生學會實驗之基本方法，更能提昇高層次思考的能力，對於未來之設計而言具有重大意義。

三、以概念改變為基礎設計

Hameed、Hackling 和Garnett (1993) 以概念改變為基礎，設計電腦輔助學習軟體 (CAI package)，企圖做學生在化學平衡上述思概念的轉變 (圖 2-3)。主要是採用電腦模擬造成認知衝突，以提昇學習者調適 (accommodation)。

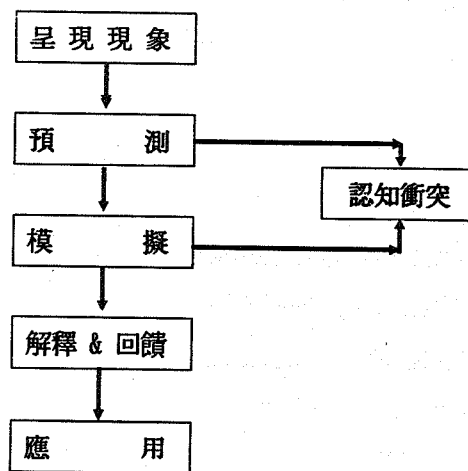


圖2-3、設計CAI軟體模式(Hameed et al.,1993)

此操作模式，階段一乃是呈現自然現象，由學習者觀察。階段二乃是讓學習者在某種因素改變之後，預測將要發生什麼樣的情況。階段三用動畫模擬真實情況，將發生怎樣的變化。階段四在正確的科學概念下，解釋預測的事件。最後階段，乃在於提供機會，讓學習者應用正確科學概念去解釋不同情境。

研究以 30 位 12 歲學過化學平衡的學生為樣本，進行前測、實驗處理 (電腦輔助學習)、後測，及延宕測驗等程序。並進行相依樣本之前測與後測、後測與延宕測驗之 T-test。結果 T 檢定結果達顯著差異，顯示以概念改變設計之 CAI 具明顯的概念改變效果。Hameed 等人 (1993) 並認為此種以概念改變為基礎所設計之電腦輔助學習軟體，最大的特點在階段二、三時，能使學習者之新舊知識產生認知衝突，達到調適的功能。此外亦具有個別化學習、及模擬抽象概念使學生更容易學習的優點。

四、以情境學習為基礎的設計

單文經和鍾邦友(民82)、邱貴發(民83)認為學習某一領域的知識時,要像處於該情境中一樣,必須學會如何應用週邊的資訊和工具,才是真正的學習。而要真正處於該情境中的方法,如:直接在實際中學習,但是時間有限。或以人工佈置情境,但是,所費人力物力可觀推廣性不大。但若以電腦進行情境模擬,除了無上述問題外,尚具有將長時間的情節濃縮表現出來的優點,更可安排真實情境中,無法進行的實驗(單文經、鍾邦友,民82)。而根據單文經和鍾邦友(民82)針對 Jasper 解題系列之情境學習方式,認為能訓練學生計劃及周延思考能力,但在基本概念的學習上,實驗組與控制組並無顯著差異。因此,對於強調考試得高分的目標時,被批評為是「無效的學習」。

綜合上述四項電腦模擬的研究,以此種高交互性設計方式,可以在概念改變的學習、探究能力的提升、抽象性概念的模擬、思考能力之培養方面,均有其成效,是一項嶄新的嘗試。在未來電腦全面普及的時代,它是個值得推廣的研究,尤其是應用在個別化教學上。但是,要發展一套高交互式之多媒體軟體,並非一蹴可及的。從課程軟體(脚本)之設計、程式設計、及繪圖等,必須結合程式設計師、學科專家、心理學家、美工專家等,才能設計出符合學習者的軟體。因此,應以一個研究群的方式來發展軟體,方能克竟其功。

伍、結 語

交互式多媒體學習環境,是一種強調學習者與電腦間交互作用的學習環境,它以電腦為整合的中心,結合聲音、影像、動畫、圖片、文字等媒體,使學習者與電腦產生高層次互動。從上述的討論將可以了解到何謂「交互式多媒體」及其應用於教學上之實例與成效,對於目前充斥於市上,宣稱為「交談式」、「互動式」的光碟節目(CD-titles),是否真的是強調「學習者」與「電腦」之交互作用?是否僅僅是讓學習者不斷「按按鈕」選擇而已?是否停留在「多媒體學習環境」聲效俱佳,而交互性不足?提出一些省思的空間。最後提出「我們需要更互動性的多媒體學習環境」,作為科學教育「教學多元化」、「學習多元化」而努力的專家、學者、程式設計者共同努力。

參考文獻

- 林素華、黃世傑、耿正屏(民81)。電腦研製視聽媒體對國小自然科教學之效益研究。《科學教育》,3,267-300。

- 邱美虹(民 81)。實驗室的新夥伴—微電腦在學習圖形上所扮演的角色。《科學教育月刊》，148，53-58。
- 邱貴發(民 83)。電腦輔助學習的理念與發展方向。《教學科技與媒體》，二月，15-22。
- 洪榮昭(民 81)。《電腦輔助教學之設計原理與應用》。臺北：師大書苑發行。
- 教育部電算中心(民 78)。《電腦輔助教學課程軟體發展手冊》。臺北：正中書局。
- 單文經、鍾邦友(民 82)。情境式電腦輔助學習的理念與設計原則。《國立教育資料館》，17，24-32。
- 湯清二(民 82)。運用影碟交互作用在生物科細胞教學之研究(-)。國科會專題研究計劃成果報告。
- 湯清二(民 83)。《概念轉變之模式研究》。彰化：復文出版社。
- Borsook,T.K., & Higginbotham-Wheat,N.(1991).Interactivity:what is it and what can it do for computer-based instruction? *Educational Technology*, October,11-17.
- Chiu,M.H.(1993).Microcomputer as lab tools in learning graphical representations. *Proc. Natl. Counc. China,Part D Math.Science Technology Education*,3(2),62-79.
- Dewhurst,D. & Williams,A.(1991).A CAL program to teach the principles of the laboratory determination of red blood cell indices. *Journal of Biological Education*,25(3),187-192.
- Friedler,Y.,Amir,R. & Tamir,P.(1987).High school students' difficulties in understanding osmosis. *International Journal of Science Education*,9(5), 541-551.
- Hameed,H.,Hackling,M.W. & Garnett,P.J.(1993).Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using CAI strategy. *International Journal of Science Education*.15(2),221-230.
- Kinzie,M.B., & Strauss,R. & Foss,J.(1993).The effects of interactive dissection simulation on the performance and achievement of high school biology student. *Journal of Research in Science Teaching*30(8),989-1000.
- Mintz,R.(1993). Computerized simulation as an inquiry tool. *School Science and Mathematics*93(2),76-80.
- Robert,C.,& Steve,H.(1992).Industrial melanism in moths:an interactive computer simulation to demonstrate evolutionary theory. *Journal of Biological Education*,