

影響多媒體電腦輔助學習認知因素之探討

洪榮昭・劉明洲

鑑於電腦多媒體的蓬勃發展，勢必在未來的學習中扮演吃重的角色。本文以三度空間的思維方式對多媒體電腦輔助學習(Computer Assisted Learning, CAL)的學習環境與學習歷程中，可能影響學習成效(包括操作反應、認知效應與情意效用)的知識表徵方式(包括目標式發現學習與問題式發現學習)與媒體表徵方式(包括樣式、頻率與順序……等)進行探討，並發展出多媒體電腦輔助學習效應的基本系統模式與概念架構，以期定位出整體的多媒體電腦輔助學習影響因素之概念體系。希望透過如此整體性、根本性與學理性的探討，能夠對國內CAL的軟體品質與學習效果的相關研究作出積極有效的貢獻。

關鍵字：電腦輔助學習、認知因素、人機互動

Keywords: Computer Assisted Learning (CAL), Cognitive factors, Human-Computer Interaction (HCI)

壹、背景概述

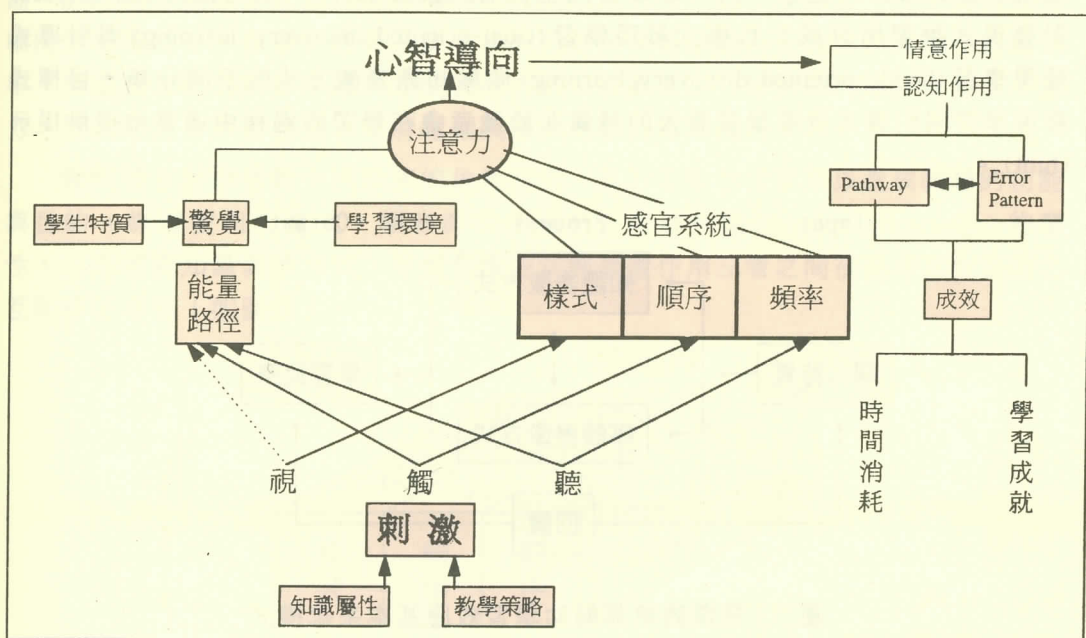
學習情境特定化和人一境互動(person-situation interaction)是教學研究的新趨向，亦即使學習者的日常生活情境和脈絡成為其學習經驗的一部份。認知心理學家意識到這一點，走出實驗室，進入實際教育情境或生活情境中去研究。Bruner (1986)認為經由探究或創造的學習(Learning by discovery or inventing)比較能提供學習者應用、歸納與思考的能力，在學習的過程中建構自己的知識體系與內涵。Snow (1994)也認為學習應存在於人一境之中。以自然科學知識的學習而言，如果要學生自己建構他的知識，則自然科學的教學應以學生的實際生活情境為背景，並以實際發生的問題為中心問題來進行，如此，則學習不僅可以從中建構出有意義的科學知識，也才可以將此知識應用去解決身邊的實際生活問題，此即目前科學教育界很重視的以實際生活需要來進行概念教學(teaching concept from real life needs)的理念(UNESCO, 1991)。

衡諸電腦科技的進步以及具有在教育上的應用性，顯然的，電腦融入教學的過程中已不僅僅是工具(tool)，而更應該被視為是環境(environment)。是工具，人類尚可拒絕使用；是環境，則無可避免的要置身其中。為了讓電腦能有效的促進學習，成為學習者真正的好夥伴，首先必須精緻化電腦教學軟體。多媒體教學系統透過圖形化之使用者介面(Graphic User Interface, GUI)，呈現出聲光色俱佳的聲音

(Sound)、影像(Image)、文字(Text)、動畫(Animation)與繪圖(Graphic)的不同媒體，在在顯示出極高的豐富性與刺激性。而在多媒體技術大幅進步的同時，探討學習者處身在多種不同形式的刺激源中，那些因素會影響學習者的學習成效，更是一項重要的課題。這些影響多媒體電腦輔助學習成效的因素，不僅來自於軟體的品質，也來自於使用者本身的特質及其與學習環境的互動，換句話說，學習者的特質在不同的學習環境及歷程當中，如何與介面認知互動，進而影響概念的形成，也是必須兼重的一個考慮層面。基於以上背景，本文擬以媒體之刺激與心智導向效果為依據，應用三度空間的思維方式對學生特質、學習環境與認知歷程進行整體的關係探討。

貳、多媒體與認知學習

從 Posner(1986) 的刺激(stimuli)與心智導向(mental orientation) (圖一)而言，人類心智的認知歷程有其不同的路徑與差異存在，其中注意力受到外界刺激影響很大，並進而會影響心智導向的形成與後續的學習成效。如此的概念清楚的詮釋了媒體在 CAL 所扮演的角色與重要性，與 Paivio(1986) 的雙碼理論(Dual Coding Theory)、Gardner(1993) 的多元智慧理論(Multiple Intelligence Theory)及 Miller(1956) 的資訊處理理論(Information Processing Theory)均強調認知是一種歷程，並且有不同的路徑與差異存在。依此理念所架構的多媒體 CAL 認知形成體系應該涵蓋知識屬性(推理性、記憶性)以及教學策略(目標式發現學習或引導式發現學習)，兩者之媒體設計即形成圖中的刺激源，而不同媒體在不同學習環境對不同學生有不同的能量路徑，進而產生驚覺的效果而增加其注意力。當然，不同媒體本身的樣式、順序與頻率也會直接經由感官系統影響注意力的形成，注意力會透過心智導向影響學習者的情意作用與認知作用，所以注意力在多媒體學習環境中便扮演了關鍵的角色；然而注意力的產生往往係受工作記憶區(working memory)的運作所影響(Wickens & Flach, 1988)，而工作記憶區的運作受到知識處理之相似性比對(similarity-matching)及頻率選擇(frequency-choice)的影響(Reason, 1991)。學習者比對與選擇的心智運作會產生不同的認知路徑(pathway)；而學習者會做不同的比對與選擇是受到學習者的知識庫(knowledge base)的影響，其影響的結果，會因人而異，而造成不同的錯誤型態，而錯誤型態又會影響下一個學習的認知路徑，這兩者交互作用影響學習成效(包括時間消耗與學習成就)。



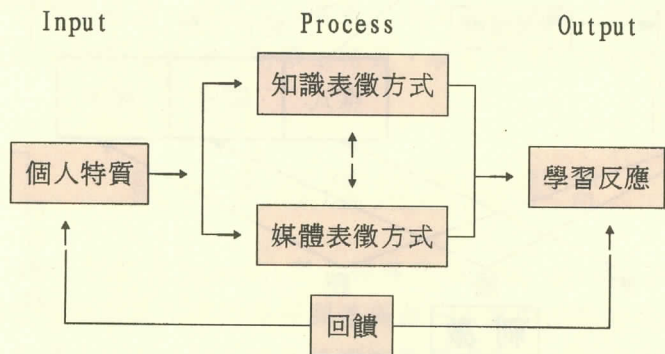
圖一 刺激與心智導向

綜合以上理論的說明，欲對不同學生在不同的電腦輔助學習環境中，以不同知識屬性的媒體設計對學習情境及認知作用分別做探討，應該考慮的變項包括有：(1) 學生特質：例如學習型態（場地獨立／場地相依或口語傾向／圖形傾向等）、人格特質（積極／服從或其他分類）、數理能力（先備知識或月考成績……）、空間能力（若可在數理能力涵蓋，則不必另行分類）。(2) 認知歷程：路徑、錯誤型態（錯誤推理）等。(3) 學習環境：例如隱喻(Embedded)式教學活動。(4) 介面認知型式：圖形、聲音、文字、視窗、圖示、選單、動畫、色彩使用等。本文將配合圖表說明，以三度空間的思維方式來闡釋這些變項之間的關係。

參、影響多媒體 CAL 學習之變項關係探討

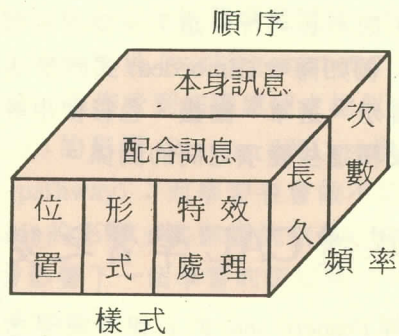
由系統發展概念來整理 Posner(1986) 的心智導向理念在多媒體的電腦輔助學習環境，可以視學習者個人的特質，如文理傾向、自我概念、學習型態／風格等是系統輸入 (Input)；而知識表徵方式和媒體表徵方式就是對心智刺激的系統處理 (Processes)；另外，受到心智刺激所產生的學習反應就是系統輸出 (Output)；換句話說，各系統變項間的關係，可依上述的理念發展出整合型的架構（如圖二）。一

般談知識表徵方式有許多不同的分類方式，基於發現式學習比較符合建構主義 (Constructivism) 的理念，為科學學習的主流 (Keegan, 1995)，故可採用 Reiber(1992) 對發現式學習所分成之目標式發現學習 (Goal-oriented discovery learning) 與引導式發現學習 (Guide-oriented discovery learning) 做為知識表徵方式的不同分類，目標式發現學習與引導式發現學習最大的差異在於後者會在學習的過程中適當地提供提示 (hint)。



圖二 多媒體電腦輔助學習效應基本系統模式

另外，媒體表徵方式依據 Posner(1986) 的心智導向與學習刺激關係圖，其樣式順序、頻率（量）三個變項中是存在且為互制的關係，也就是這三者是立體的關係（如圖三）。進一步而言，多媒體的樣式又可分為位置、形式（包含大小、樣子、複雜度）及特效（包含動態、色彩、閃爍……等）之應用；頻率可包含媒體出現的次數及長久（含速度）；而順序可分媒體本身訊息（如重點訊息、次要訊息）的呈現順序及配合之媒體（如圖與文字）的出現順序。

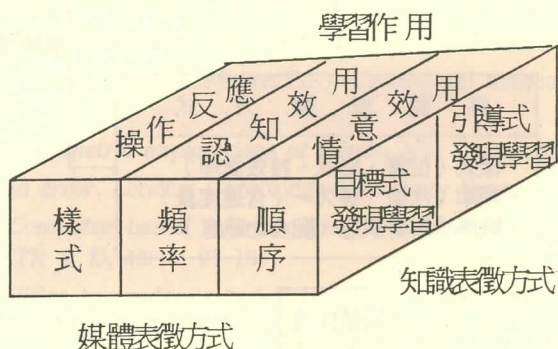


圖三 媒體表徵樣式、頻率、順序變項之關係

在系統輸出方面，受到個人特質及兩個系統處理因素（知識表徵方式及媒體表徵方式）的影響，心智學習會產生三方面的作用：學習反應、認知與情意的變化。

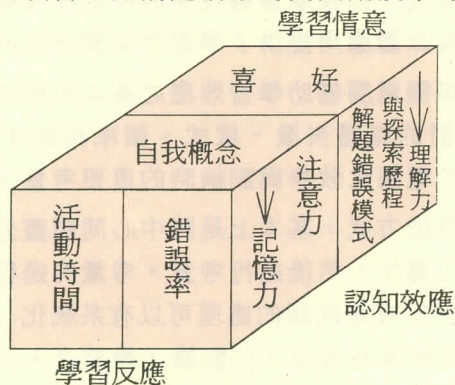
而這三方面的關係亦是互制的，換句話說，操作反應會影響認知或情意，反之亦然，認知能力為影響反應及情意的因素 (Piaget, 1970)。進一步而言，在多媒體電腦輔助學習環境中，學習反應最必要收集的訊息是學習活動時間及認知與操作的錯誤率。學習認知則因刺激媒體與知識表徵方式交互影響工作記憶區的運作而產生注意力、認知路徑（探索歷程）及解題錯誤模式等認知導向問題。

就媒體在教學活動中所扮演的角色而言，其乃被動地被使用以達成教學的功能與目的。媒體使用的樣式、頻率與順序應配合領域知識 (domain knowledge) 的屬性，故亦可將知識表徵方式、媒體表徵方式與學習作用三者之間視為有三度空間之互制關係存在（如圖四）。



圖四 知識表徵方式、媒體表徵方式與學習作用之關係

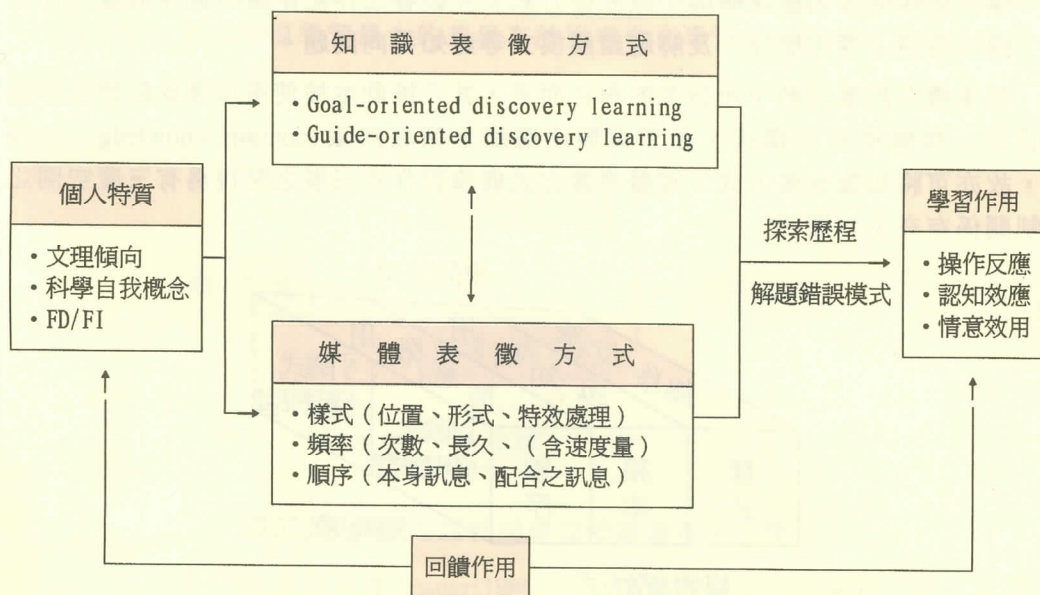
另外，情意方面在多媒體電腦輔助學習環境中亦受兩種表徵方式的影響。其中，知識表徵方式比較會影響自我概念；而媒體表徵方式的刺激則對喜好的影響較大。在認知效應方面，受影響的二種能力是注意力影響記憶力，形成於 Posner 之刺激與心智導向的概念之前段；以及由錯誤解題模式與探索歷程所造成的理解能力，此形成於 Posner 之刺激與心智導向的概念之後段。而在學習（操作）反應方面，主要可包涵二個具體的項目，分別是活動時間與錯誤率（如圖五）。



圖五 學習反應變項間的關係

影響多媒體電腦輔助學習認知因素之探討

綜合以上各項探討，將媒體在 Posner 的刺激與心智導向所扮演的角色，結合到圖二的多媒體電腦輔助學習效應基本系統模式，可以更清楚地形成多媒體電腦輔助學習影響因素之整體概念架構（如圖六）。



圖六 多媒體電腦輔助學習影響因素之概念架構

肆、結論與建議

本文提出了一根本性、整體性的多媒體電腦輔助學習影響認知因素之概念架構，以輸入—處理—輸出的系統化架構描述不同個人特質的學習者在不同表徵方式的學習環境中的學習成效，以及學習過程中的探索歷程與錯誤解題模式，為多媒體電腦輔助學習的發展與媒體應用提供了學理性與實務性的參考。

本文所發展之多媒體電腦輔助學習效應之基本系統模式，可做為其它相似結構探討之參考，而所探討的媒體表徵、樣式、頻率與順序之間的互制關係與項目內涵，也是多媒體應用於電腦化教學與訓練時的重要考量。

應用三度空間的思維方式，基本上是將中心問題畫分成三個不同向度，各自包含互相存在影響效果的屬性，然後進行考量。考量的過程中將互相影響的效果視為一黑箱(black box)，對於複雜問題的處理可以有系統化、簡單化而又不失其完備性的效果。但是必須對問題本身有深入的認識，換言之，必須能將問題階層化、立體化的拓展或收縮。本文應用此方式於多媒體電腦輔助學習影響認知因素之探討，可

以比較全面而完整地掌握多媒體電腦輔助學習設計中橫向與縱向的範圍與變項，提昇設計上的效能，不失為一有效的策略。

參考書目

- Bruner, J. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, MA: Harvard Univ.
- Gardner, H. (1993) *Multiple intelligence: The theory in practice*. NY: Basic Books.
- Keegan, M. (1995). *Scénario educational software: Design and developement of discovery learning*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Pubs.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63, 81-97.
- Paivio, A. (1986). *Mental representation*. NY: Oxford University Press.
- Piaget, J. (1970). *Piaget theory*. In P.H. Musen(Ed.), Carmichael manual of child psychology. (Third edition, Vol.1), 703-732
- Posner, M. I. (1986). *Chronometric explorations of minds*. NY: Oxford University Press.
- Reason, J. (1991). *Human error*. London: Cambridge University Press.
- Rieber, L. P. (1992). *Computer-based microworlds: A bridge between constructivism and direct instruction*. *ETR & D*, 40(1), 93-106.
- Snow, R. E. (1994). Abilities in academic tasks. In. R. J. Sternberg & R. K. Wagnen(Eds.), *Mind in context*. Cambridge: University press. P.16.
- UNESCO(1991). *Science curriculum for meeting real-life needs of younger learners*. Bankok: UNESCO. Principal Regional Office. for Asia & the Pacific. P.22.
- Wichens, C. D. & Flach, J. M. (1988). Information processing. In E. L. Wiener & D. C. Nagel(Eds.), *Human factor in aviation*. Academic Press. P.128.

洪榮昭，現任國立台灣師範大學工業教育研究所教授

劉明洲，現任國立花蓮師範學院數理教育系講師