

第二章 文獻探討

隨著資訊的成熟發展，電腦多媒體在教學上的應用也愈來愈廣泛，學者專家在多媒體教學的理論與實務探討也漸有所獲。本章中，將針對「多媒體學習的認知理論」、「動畫在學習上的影響」這兩個部分，進行文獻上的探討回顧。

2.1 多媒體學習的認知理論

大發明家愛迪生在 1922 年曾預言，動畫影片在教育領域上將掀起革命，並在未來取代書本的使用；但迄今為止，多數教師很少運用影片在課堂上從事教學。70 年代，個人電腦的發明為教學帶來另一種新的傳播方式，如電玩般的電腦輔助教學(CAI)也曾創造一股風潮，但實際的教學效果正反不一，令多數學者專家質疑；如今，電腦科技的再創新與網路的普及，電腦多媒體的教育功能再度受到重視，為了避免前述對多媒體華麗不實的指控，多媒體學習在人類認知行為的影響，必須奠基在經過實際教學考驗的理論基礎上。

在長期研究多媒體學習及認知的理論架構，Mayer [1] 總結了五個具有代表性的多媒體認知理論：Paivio(1991)的雙碼理論、Baddeley(1992)的工作記憶模型、Sweller(1992)的認知負載理論、Witrock(1989)的生成性學習理論及 Mayer (1996)的 SOI 模型，並在 2002 年 [2] 提出多媒體設計原則的 8 項建議。現就這些理論模型、設計原則，說明如下：

2.1.1 雙碼理論 (Dual Coding Theory)

Paivio [3] 在研究名詞(Noun)的記憶能力表現中發現，具有形體的名詞較抽象名詞更容易喚起記憶。這項發現在後續的研究中更逐漸證實人類的認知能力包括「語文」及「圖像」兩部分，因而發展出目前正廣泛應用的雙碼理論 (Dual Coding Theory)。

他以為，人類的認知系統應包含「語文」及「非語文」這兩個次系統，這兩個次系統各自獨立運作處理，但又彼此互補，以發展認知記憶的功能。

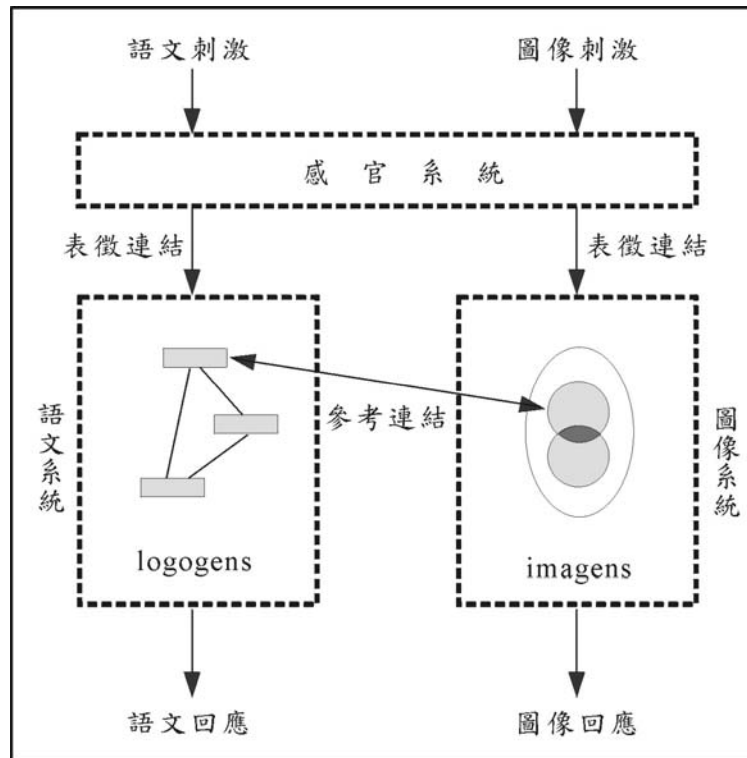


圖 1 雙重編碼模式
資料來源：Paivio (1986)

Paivio 的雙重編碼模式如圖 1 所示。「語文」及「圖像」這兩個次系統彼此各自接受來自感官系統的外在刺激，在各自的系統內將資訊表徵化，進行編碼後，分別輸出至文字記憶區及圖像記憶區儲存。

當感官系統的表徵訊息傳遞至子系統，經切割形成基本單元，在語文系統的基本單元被 Paivio 稱為「語文元」(logogen)，圖像系統的基本單元為「圖像元」(imagen)。雖然，兩個次系統的處理方式相似，但因「語文」及「圖像」的表徵不同，導致編碼、組織的方式大不相同。「語文元」的編碼方式傾向以個別的、循序的、語法的方式進行連結，「圖像元」則傾向以整體的、並行的、集合的方式進行編碼連結。

系統內的基本單元連結，除了有各自的編碼模式；Paivio 認為，語文及圖像系統間也能藉由互相參照產生連結(referential connection)，而這樣的參

考連結能強化認知，有效地增強記憶。

2.1.2 工作記憶模型 (Model of Working Memory)

早在 1960 年代，藉由對失憶病患的研究，心理學家發現大腦的記憶區分成短期記憶(STM, short term memory)與長期記憶(LTM, long term memory)，兩者的功能相若，但 STM 的記憶時間較短且容量較小。隨後在研究包括理解、學習、推理等人類的認知功能與記憶的關係，學者們認為 STM 的功能應與 LTM 有所不同，STM 應具有辨識、組織、解釋、理解、轉移、遷移等功能。由於此模型在認知行為並未有太深入的探討，Baddeley 和 Hitch 在 1974 年，提出對記憶模型的修正，此即「工作記憶模型」(Model of Working Memory)。

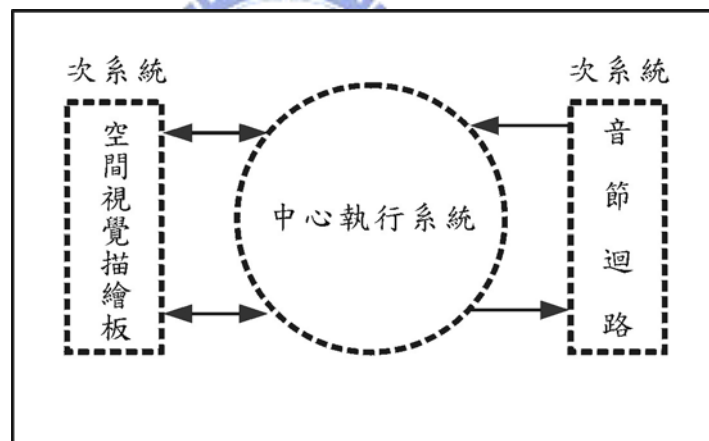


圖 2 工作記憶模型

資料來源：Baddeley (1992)

Baddeley[4]認為，大腦系統中有一塊稱為「工作記憶」(Working Memory)的區域，以提供資訊暫時儲存，進行包括理解、學習、推理等複雜的認知工作。

如圖 2 所示，Baddeley 提出的工作記憶模型(WM, working memory)，包括負責監督控制的中心執行系統(central executive system)及兩個隸屬系統(slave system)；這兩個次系統分別負責處理語文內容的音節迴路

(articulatory loop)，和負責視覺空間記憶的描繪板(visuospatial sketch pad)。

在音節迴路的部分，進一步分成「音節儲存」和「音節處理」二個次系統。任何聽覺資訊將自動進入音節儲存區，文字則經過轉換成無聲的音節存入音節儲存區。音節儲存系統的作用相當於「內耳」，記住聲音的暫時順序；音節處理系統的作用則相當於「內部發聲機」，複誦迴路內的語音以避免訊號衰減。

視覺空間的描繪板分成「視覺」和「空間」二個次系統，兩者均有各自分開獨立的儲存、呈現、維護、和操作機制區域。其中，「視覺工作記憶」與視覺成像感知高度相關，而「空間工作記憶」則與注意力和行動的連結緊密相關。雖然描繪板的本質仍未清楚，但目前研究已發現〔5〕，空間的注意力及眼球運動佔有「空間工作記憶」相當大的資源。

簡單的認知工作，在工作記憶中主要由各個次系統自行處理；但對於複雜認知工作，則由「中心執行系統」提供更多的注意力控制資源，以利資訊的聯繫整合〔4〕。有研究顯示，中心執行系統在人類的認知活動上有很大的個別差異。

比較認知的困難度，Baddeley 在 2000 年增加另一個次系統的假設：插入式的緩衝區(episodic buffer)〔5〕。他以為，隨著認知的複雜性有所不同，「中心執行系統」所需的暫存記憶大小也有所不同。除此，插入式的緩衝區也扮演工作記憶與長期記憶間的連結，如圖 3 所示。

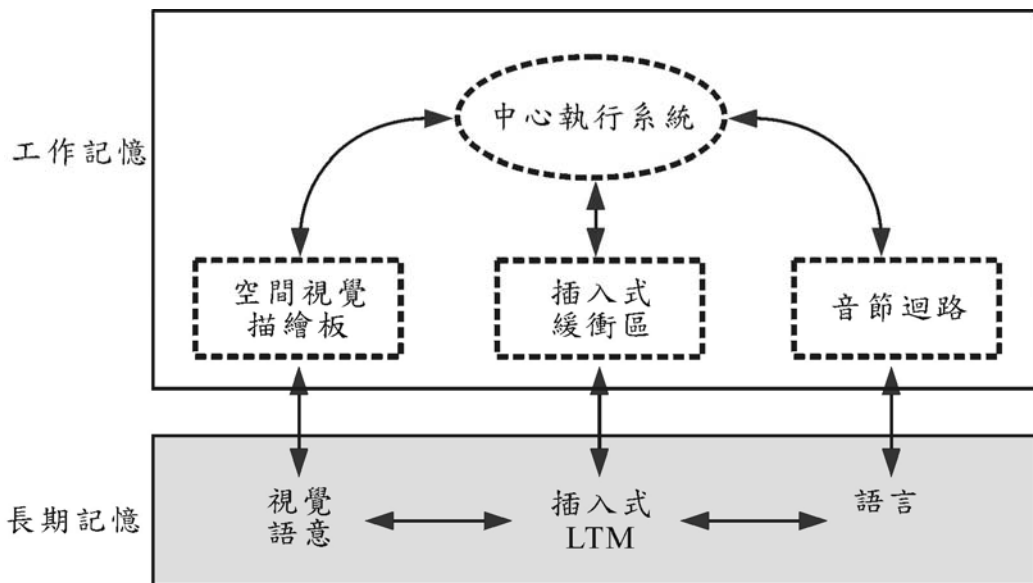


圖3 工作記憶模型的修正

資料來源：Baddeley(2000)

2.1.3 認知負載理論 (Cognitive Load Theory)

由 Sweller [6] 所提出的**認知負載理論**(CLT, Cognitive Load Theory)，是一個描述**工作記憶區**的認知活動和**長期記憶區**認知結構之間互動的理論。在這個理論裡，Sweller 提出四個基本的原則：

- 1.工作記憶的大小是受到限制的
- 2.長期記憶的大小基本上是沒有限制的
- 3.學習是發生在工作記憶中的過程。當其理解所學內容後進行編碼，以存入長期記憶區。
- 4.當工作記憶區的資源大小，不足以處理學習的資訊，就成為無效的學習活動。

他以為，長期記憶裡不是放入一些死記硬背的學習條文，而是一個精妙的認知結構，運用這個知識庫，使我們得以察覺、思考、解決問題。他用輪廓圖(schema)來比喻這個認知結構，隨著學習不同事物，輪廓圖的樣貌隨之改變，而輪廓圖的內部也許還有更多的次輪廓圖。在各個專業領域裡，專家與生手的差異在於生手並沒有專家的輪廓圖。當學習者逐漸從生手變成專家，

此外在表現由笨拙到平順，代表學習者增加了對學習內容的熟悉，在長期記憶的輪廓圖已改變的情況下，工作記憶的掌控就變得更有效率。

從這個理論的觀點而言，學習的資訊先在工作記憶中進行，以獲取認知結構的輪廓。因此教學設計必須要能減輕工作記憶的負擔，以利長期記憶連結輪廓圖獲取的改變。有關減輕認知負擔的教學設計技巧，Sweller 提出了 6 點設計建議〔7〕：

- 1.設計的問題，應避免目的導向的方式，因為那會加重認知負擔，應採用無目標的問題。
- 2.現有技術領域裡的教科書，在介紹、解釋學習內容後，只有少數的範例及大量的問題或練習，這無助於認知輪廓的建立。應將少量的常規問題穿插在大量整合過的範例中。並且，重要的內容應放在範例中，而不是放在問題或練習中。
- 3.學習的內容若不能集中(例如需要同時參看圖、文說明)，將分散注意力，增加認知負擔而降低學習成效。
- 4.當學習的資訊已足以提供認知，則重複多餘的圖或文，只會使學習者嘗試整合資訊而增加認知負擔。
- 5.因為人類處理資訊可經由多種管道，當學習的內容藉由聲音與視覺並用(但不重複)的方式呈現，可增加工作記憶容量，有利於長期記憶區的輪廓圖建立。
6. Miller (1956)在研究中發現工作記憶能同時處理的資訊單位是 7 ± 2 個。當學習者同時放入太多的資訊切片將過度運用工作記憶，導致資訊混淆或遺忘。為了減輕認知負擔，教學設計者應對學習資訊作群組或切片，以利學習資訊順利進入長期記憶而發生有效學習。

2.1.4 生成性學習理論 (Generative Learning Theory)

Wittrock〔8〕提出的生成性學習理論，是一種整合認知心理學的研究領域(認知發展、人類學習、人類能力、資訊處理...)而將焦點放在應怎樣進行學習的模型。在這個模型中，主要的核心觀念有二：

1.學習不是被動地接受資訊，而是在過程中主動建構有意義的學習。

所謂有意義的學習指的是能了解資訊的內容，並能儲存至長期記憶中。

2.學習的產生過程，主要是建立包括資訊與資訊之間的關係，及資訊與舊有經驗的連結。

基於這樣的想法，Wittrock〔8〕對於增進學生進行有意義的學習，提出九點教學原則供教師及教材設計：

1.使學生理解學習的內容是一種讓學習者產生學習內容之間的連結、及學習內容與舊有經驗之間連結的關係。

2.學習者的先備知識、感知能力、學習經驗，是生產性學習的教學設計關鍵。

3.被建構的關係需和所教的內容有關。所以當學習者學習無關的內容、建構不正確的評論、看錯圖片所代表的意義等等，都將導致其生產產生理解錯誤而降低其對相關內容的理解能力。

4.總結、類比及其他相關建構功能的產生，可增加學習者建構學習內容與舊有經驗間的連結。特別是學生以自己的經驗和文字做出總結等相關的建構方事實，效果特別顯著。

5.成功的生產性地教學活動，必須能引導學習者建構相關內容的表徵。

6.學生學習能力的進展，要能從學習教師的闡釋方式而能逐漸變成以自己的生產方式進行學習。

7.生產性教學可以是直接或間接的方式，也可以是結構或非結構的方式，

全賴學習者的先備知識、能力、學習策略而定。是否需進行探索教學不是重點，能產生正確的關係才是重點。

- 8.直接教導學生後設認知的策略，有利於增強他們組織、監控生產性地思考能力。
- 9.在不同的”生產性活動”中，教師可依照學生不同的能力採用不同的教學方法，以增進學生對傳授內容的了解。

2.1.5 SOI 模型 (SOI Model of Meaningful Learning)

Mayer 在 1996 年提出的 SOI 模型，是一種建構有意義學習(meaningful learning)的過程 [9]。在他的定義裡，所謂建構學習，是指學習者在主動學習的活動中，採用不同的認知過程。與其他學者提倡建構教學的觀點有所不同，Mayer 提供的模型，其目的是讓學習者了解進行有意義學習的過程以發展本身的學習策略；讓教師了解學生在閱讀課文時怎樣進行有意義的學習活動以發展本身的教學策略；此外，也提供文字教材的撰述者了解，應怎樣設計才有利於學習者建構有意義的學習。

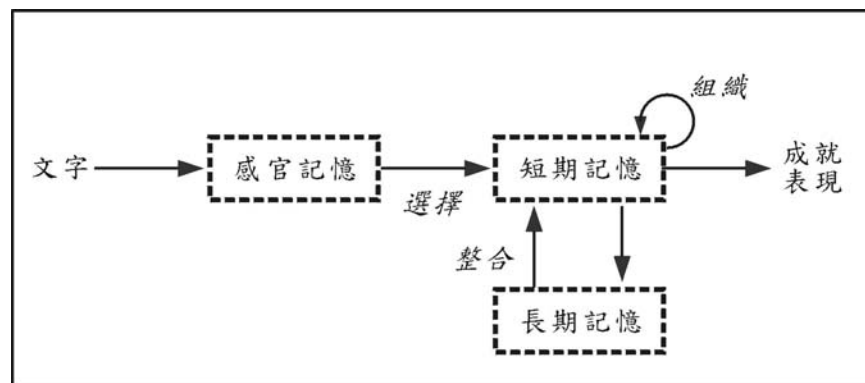


圖 4 SOI 模型-知識建構的三種認知過程
資料來源：Mayer (1996)

如圖 4 所示，SOI 模型的 S 指的是**選擇相關資訊**。當學習內容從感官記憶接收傳送至工作記憶區時，經過資訊的篩選，因此在這個階段中，教師或教材撰述者需要發展怎樣引起學習者注意力及怎樣選擇資訊的策略。

O 指的是**組織相關資訊**。當說明的文字片段經過篩選進入工作記憶區，會在工作記憶區反覆進行組織重整，以形成連結緊密的架構。在這個階段，教師或教材撰述者需要協助學習者建立**因果鏈**(cause-and-effect chain)的連結關係。

I 代表**整合先備知識與相關資訊**，成為長期記憶的一部份。當學習者學習的內容時，需進一步與舊有經驗作外部的連結，以共同形成長期記憶的一部份。在這個階段，教師或教材撰述者需要加入解釋說明，以利心智模型的建立。Mayer 以打氣筒這個學習內容為例，當學習者知道打氣筒的工作原理，若加入壓力變化或注射針筒的解釋，使其與舊有經驗相比較，形成外部知識的連結。

Mayer 強調，學習的目標是建立有意義的學習而不是死記硬背，學習的本質是明白事理而非知識的獲得或增強反應。因此，領域專家在教學活動中，需明白學習者在大腦中的認知過程，以便於發展較佳的教學策略與內容。



2.1.6 多媒體設計原則 (Principles of Design Multimedia Learning)

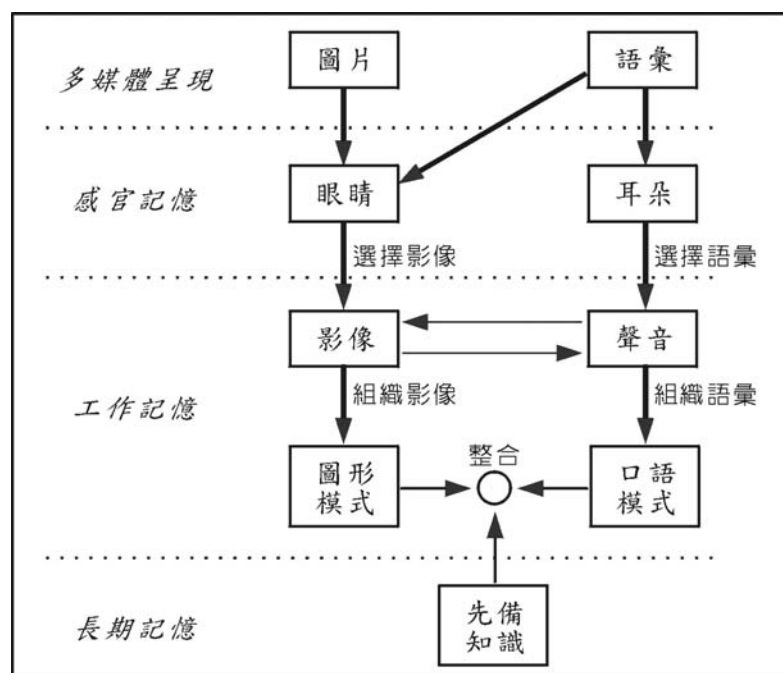


圖 5 多媒體學習的認知理論

資料來源：Halpern, D. F. & Hakel, M. D. (2002)

Mayer [1][2] 總結上述五種理論，提出多媒體學習的認知理論，圖 5 為此理論的示意圖。這個理論的成立是基於下列三個假設的成立為前提：

1. 雙通道假設：

人類有兩種認知系統分別是**視覺-圖形管道**和**聽覺-語彙管道**。以分別處理來自眼睛、耳朵所接收到的訊息。

2. 容量限制假設：

每一種用以暫存及處理資訊的認知管道均有其容量上的限制，當過量的圖形訊息需同時處理，認知管道即超過視覺認知管道的負載，過量語彙訊息也同樣會造成聽覺認知管道的負載。

3. 主動過程假設：

所謂主動學習，是指工作記憶區的認知管道同時處理視覺及語彙的外來資訊，進行**選擇**相關資訊、**組織**相關資訊，並**整合**資訊與資訊及資訊與先備知識之間的關係。這樣的過程構成**有意義的學習**。

在這樣的前提假設下，Mayer 根據認知理論，對多媒體設計的原則提出下列 8 項建議：

1. 多媒體原則(Multimedia principle)：

以文字和圖片呈現的多媒體學習資訊，其教學效果較只有單一訊息管道者為佳。這是因為當圖片及口語的解釋在學生的心智上產生連結時，了解將更深入。

2. 接近原則(Contiguity principle)：

當多媒體資訊同時呈現，其教學效果較資訊先後呈現為佳。這是因為多媒體訊息先後出現，將增加工作記憶區的資訊整合困難度。

3. 凝聚原則(Coherence principle)：

摒除雖然有趣但與學習內容無關的文字、聲音、圖片，將可使學習更深入。因為此舉可減輕認知負載，增加學習效率。

4. 型式原則(Modality principle) :

圖片與口語呈現多媒體資訊的教學效果，較圖片與文字並用的效果佳。這是因為文字和圖片都是視覺資訊，會增加視覺認知管道的負載；圖片和口語分屬不同的認知管道，可在大腦的工作記憶區同時處理並增加訊息的連結，因而增強學習。

5. 重複原則(Redundancy principle) :

當學習資訊以動畫、口語的傳播方式呈現，比動畫、口語、文字三者共同呈現的效果佳。除了因為前述的型式原則，所以口語較文字為佳；又因為口語、文字共同呈現比只有口語呈現多增加了額外資訊，將因認知負載加重而減低學習效果。但 Mayer 也進一步補充，重複原則是根據認知理論所提出可能造成的結果；實際上，不同的學習者可能對文字或口語各有偏好，同時提供口語和文字，可提供學習者依其喜好而選擇接受方式。

6. 人性化原則(Personalization principle) :

文字或口語以日常會話的方式呈現，其教學效果比用正經解釋的方式為佳。關於這個原則，Mayer 做了進一步的闡述：增加個人化的評註、使用第一、第二人稱的方式解釋內容，比用生硬的第三人稱效果好。

7. 互動性原則(Interactivity principle) :

在以動畫方式呈現教學訊息時，增加簡單的流程控制按鈕(如播放、倒回、暫停、停止...)，其學習效果比沒有控制按鈕來得好。這是因為可減少認知負載的機會，幫助學習者完成整個認知過程。

8. 發信號原則(Signaling principle) :

口語動畫在播放時，應增加強調語氣(如第一點、第二點...)，以利於喚起學習者的注意，並幫助他們組織資訊。經實驗證實，含有信

號語氣的動畫，教學成效的確較好。

2.2 動畫在學習上的影響回顧

從多媒體教學的學習理論及電腦動畫的功能看來，電腦動畫在科學的學習上應該是一種重要的資訊傳播管道，但是從文獻的研究中發現，利用電腦動畫的學習效果似乎不如預期中的樂觀，有些甚至造成負面的影響。由於電腦動畫的成效是本研究主要探討的內容，因此在實驗進行之前，有必要對這些文獻做歷史回顧，期盼能從中整理出一些脈絡，以利後續研究。

2.2.1 電腦動畫無助於增進學習的案例探討

靜態圖片和電腦動畫是電腦中傳遞視覺訊息的兩種重要方式，關於這兩種方式的教學成效比較，有較多的學者做了相關的研究。例如，Rieber [10] 研究小學生在學習牛頓運動定律時，分別以靜態圖片和電腦動畫加入相同的文字說明，發現這兩種呈現方式在學習成效上並無任何差別。Rieber, L.P., Boyce, M.J., 和 Assad, C. [11] 等人利用相同實驗設計和內容對專科生的學習進行研究，仍然發現兩者的效果並無顯著差異。

在資訊科學的領域，曾有許多學者探討電腦動畫和圖片在學習成效上的差異。Byrne 等人 [12] 以這兩種媒體方式教導專科生學習電腦演算法，在成效上未能看出兩者的差異。Harrison [13] 分別以圖形、文字的方式教導大學生超媒體編輯，結果顯示，雖然圖片和電腦動畫的呈現方式，其效果較純文字為佳，但圖片和電腦動畫兩者的效果則沒有顯著差異。Palmiter 等學者 [14] 也進行相類似的研究，發現雖然動畫組的學生學習較快，但完成測驗所花費的時間較久；除此，他們在一週後的延宕測驗中還發現，純文字組的學生表現有進步，但動畫組的學生則反而退步；因此認為使用文字的教學，在學生長期記憶的表現較使用動畫為佳。

在多媒體教材的設計方面，Luna 和 McKenzie 等人〔15〕比較多媒體的線上教材與只有文字內容的教材，發現這兩者的呈現方式，對喚起學生的記憶並無顯著差異。而 Wise 和 Groom〔16〕兩位學者在另一項研究中也得到相同的結果。

Tversky 等學者〔17〕回顧了科學在各領域(如物理、資訊、生物、機械...)使用圖片與動畫教學的研究報告，發現電腦動畫的教學效果不一定比靜態圖片好。但他們認為，動畫提供的資訊量較圖片多，這可能帶來好處，但也是造成觀念混淆、錯誤解讀、模糊焦點的可能因素，因而增加認知錯誤的發生或認知上的負荷；除此，由於兩者提供的資訊量不相等，為了使研究的立足點相同，因而常常只能選擇某些特定主題，或限制動畫的呈現方式，這些都造成評估教學動畫的困難。

Tversky 從人類感知和理解的觀點檢視這些案例，認為動畫教學之所以成效不佳，是因為動畫播放的速度可能太快，或呈現內容太過複雜，使學習成效受到影響，而這樣的觀察與認知理論的觀點相符合。Mayer〔18〕以為，人類大腦的工作記憶區有其容量的限制，當出現大量的訊息，可能造成內容無法被理解而造成學習上的困難。

Hegarty 等學者〔19〕認為：學生「心智動畫」的能力，是造成利用電腦動畫學習是否有效的重要因素。這種由靜態圖片推論物體運動的過程，Hegarty 將其稱為「心智動畫」，例如我們可以在心中想像車輛在公路上急駛的動態影像，就可視為是一種「心智動畫」。這些學者從研究中得知，心智動畫具有三個重要的特徵：(1)人類會將運動中的物體，自動拆解成可理解之局部零件，而使這些零件各自進行心智動畫。(2)當人們從靜態的影像推論運動的情節時，會進行內部視覺化的過程。(3)人們會自動將外部連續變化的影像，自動分解成一個一個不連續的靜態圖像，彷彿是影片的慢速播放一般；而這樣的目的，是為了要讓前後的事件連貫，以便於大腦的理解與記憶。

Hegarty 等學者發現，心智動畫與每個人的空間能力有高度相關；且心智動畫是在視覺的工作記憶區內進行；除此，由先備知識建立的經驗定律及推理，也影響心智動畫在「內心」的進行。

這些學者從「心智動畫」的角度檢視圖片和電腦動畫的教學效果。他們發現，無論是靜態圖片或電腦動畫，當出現口語的輔助說明時，學習的效果較好。這樣的觀察結果除了符合雙通道學習的理論以外，從「心智動畫」的觀點看來，似乎更顯貼切。因為有了口語的輔助說明，「心智動畫」在「內心」進行的推理有了依據，因而減輕了認知上的負荷。

Lowe〔20〕認為動畫與靜態圖片相比，有較佳的描述，但也限制了學習者的學習能力。雖然電腦動畫使內心建立的「心智動畫」負擔減輕，但相對而言，這也導致學習的印象不若靜態圖片需經過推理而產生「心智動畫」來的深刻。這樣的觀察，與 Hegarty 等學者〔19〕的研究結果一致。Hegarty 等人以為，觀看電腦動畫是一種被動的過程，但人們在學習過程中愈主動，學習效果愈好；靜態圖片產生心智動畫及自我解釋的效果，致使學習的印象較為深刻。

總結以上的論述，研究者以為，電腦動畫與靜態圖片提供的資訊量並不相等，兩者在學習上的成效比較，有其先天的限制。但從產生心智動畫的角度觀察，電腦動畫的內容傳播若過於直接，學習者缺乏主動參與建構心智模型的機會，導致學習的內容可能缺乏深刻的體認；但若播放內容不夠具體，又可能造成認知上的錯誤。除此，由於大腦的工作記憶區有其先天的限制，故電腦動畫的播放速度不宜過快，以免妨礙心智圖像的建立；但速度太慢又容易造成時空上的認知混淆，或降低對學習者的吸引力。基於以上所言的兩難，均是造成電腦動畫在設計上及成效研究上的困難；若再加上個別差異的因素，將使研究更形困難。或許，這就是動畫的教學成效始終隱晦未明的原因所在。

2.2.2 電腦動畫在學習上的潛在能力探討

儘管各國的研究學者對「電腦動畫在學習上的成效」探討，正反意見不一，但隨著電腦、網路的日益普及，電腦動畫用於輔助教學的趨勢正方興未艾。有哪些因素吸引研發人員開發教學動畫？教學動畫可能具有哪些潛在價值？應該是除了傳統在研究上比較各種媒體成效以外，更需要投入研究的領域。

隨著電腦科技的成長，電腦動畫常能以較佳的視覺效果，吸引學習者的目光，或許能引發學習者的學習動機。但如同 Lelouche [21] 所言，這樣的潛在價值除了利用問卷的方式調查外，很難藉由客觀的評量方式得到釐清。雖說如此，從文獻中發現，已有愈來愈多的學者對電腦動畫誘發學習動機給予較正面的肯定。

電腦動畫和靜態圖片最大的不同，在於動畫呈現的內容會隨著時間的因素而有所改變。Dancy 和 Beichner [22] 認為，當學習需要外在的視覺資訊及學習內容需要了解物體運動時，動畫提供增加學習的潛力。而 Klein [23] 也提出類似的看法：相較於靜態圖片，動畫提供「運動」和「軌跡」等兩種感知的屬性。因此，當學習的內容需強調「運動」或「軌跡」這兩種屬性時，電腦動畫即可顯現其教育價值。

除此以外，Park 和 Gittelman [24] 在研究學生學習電子電路的操作與故障排除中發現，使用電腦動畫組的表現較優，這是因為動畫可顯現元件隨著電流的通過，呈現出在過程中的細部結構與變化，靜態圖片則難以表現像這樣的過程變化。Thompson 和 Riding [25] 也在研究國中學生學習畢式定理中得到這樣的結論。他們認為，動畫能提供過程中細微的動作變化，這樣的優勢是靜態圖片無可比擬之處。Lowe [26] 比較這兩種資訊呈現模式，認為學習的內容若以「過程」或「步驟」為主，電腦動畫顯然是一種較佳的呈現方式。由於物理是一種觀察、實驗、建立模型的學科，所以電腦動畫在物理

學習的過程，應能扮演輔助學習的角色。

課後的作業練習在物理學習的過程中是相當重要的一環。Dancy 和 Beichner [22] 在研究中發現，練習題的題目若以文字搭配動畫呈現，其題意較容易被學生所了解，而純粹只有文字敘述的題目，則容易產生題意不清而產生誤解。在研究中還發現，語文能力較差的同學也能在以動畫形式命題的情形下，獲得較佳的學習。此外，他們還發現以電腦動畫的形式呈現，較接近真正的日常生活所見的事物，所以結果較容易被接受。因此，對於只需記憶而不需深入理解的題目，較適合以動畫形式表現。

由於現代人的日益長壽及因應社會的快速變遷，「終身學習」及「在職教育」成為教育中愈益受到重視的領域。Ellis [27] 發現「成人教育」有別於一般學校教育，有幾項重要特徵：學習時間的彈性使用、學習內容與學習者的相關性、學習者需能控制學習的進度等。他也在「成人學習布林代數的成效」的研究後指出，成年人在學習「知識的應用」上，使用電腦動畫的效果比文字的效果為佳。Holzinger 等學者 [19] 在研究成年人的職業教育後發現：當學習時間受到限制的條件下，電腦動畫的學習成效比文字敘述的成效好；且學習內容的困難度愈高，使用動畫教學的效果也愈好；且文中指出，電腦動畫有益於工程類別的在職教育。Lowe [26] 也指出，跨國的網路遠距教學，使用非本國的語言文字會造成學習上的障礙，而圖片、動畫則為全球共同語言，可促進學習的效果。

總結上述文獻所言，當學習的內容與時間變化有關，如「運動」、「軌跡」、「過程」、「步驟」...，電腦動畫的呈現方式比靜態圖片好；當學習時間受到限制，電腦動畫的教學效果比文字敘述佳，且學習的內容愈困難，使用動畫教學的效果也愈好。在「課後練習」、「終身學習」、「遠距教學」、「在職教育」等教育研究的範疇，電腦動畫也扮演正面的輔助學習角色。除了這些已在文獻中發現的優點外，動畫的迷人特性可能還具有提高學習動機的潛在價值。

雖然電腦動畫可能具有這些好處，但值得注意的是，Mayer 和 Anderson [29] 認為動畫應伴隨其他形式的媒體配合，才能有效地發揮其功能。Lowe [26] 的論點與 Mayer 一致，他在研究中發現，動畫缺乏自我解釋的機制，需要配合口語或文字的說明，才能彰顯教學成效。

