

應用認知負荷理論於資訊融入教學多媒體設計之分析 —以自然與生活科技領域”電子教科書”為例

蘇國章

高雄市一甲國小教師、台南大學教育經營管理研究所博士生

壹、緒論

教育部於 2008 年資訊教育白皮書中，明確表示希望於 2011 年起，應用資訊科技進行教學的教師數，達全國中小學教師數的 90% (教育部，2008)，並於 2009 年底挹注大量經費於國民中、小學 e 化教室之建置等，顯見資訊融入教學將漸成教學之常態。九年一貫課程重視資訊融入教學，國小教師亦常運用教科書商所提供多媒體光碟進行資訊融入教學，近來，為因應電子白板運用之日漸普及，教科書商陸續推出結合簡易電子白板相關功能之”電子教科書”或”電子白板”，供任課教師運用，此類教學媒材內容以教科書為主體，整合影片、動畫、掛圖等，並提供電子白板之功能，因其便利性及教育部推動 e 化教室的政策，逐漸為教師所接受及運用。儘管多年來相關研究證明，資訊科技融入教學對中、小學師生的教與學確實有所幫助 (蕭英勵，2009)，然而，學校大力推展之際，卻鮮少關注其教材設計在學生學習上所產生的認知負荷相關問題 (王全興，2008)，在資訊融入教學研究上，我們慣於從學習面向來探討教學方式與教學成效間之因果關係，顯少從教材設計層面分析。本研究就認知負荷理論之觀點，透過內容分析法，檢視國小自然領域資訊融入教學多媒體光碟—”電子教科書”或”電子白板”，瞭解其多媒體呈現是否符合認知負荷理論之要求。

貳、認知負荷與資訊融入教學

認知負荷理論 (Cognitive Load Theory, CLT) 自 1988 年以來，在教學領域逐漸受到重視，其旨趣在探討內、外在因素所引發之個體認知負荷情形，了解學生

學習困難的原因所在，協助學生及教學設計者等尋求相關因應之道（陳蜜桃，2003）。近年來資訊科技於教學之運用漸成風氣，學習者之心智能力與教材、教法等之運用，皆為影響學習之要項，學校大力推展資訊科技融入教學之際，亦需考量學生在學習上所產生的認知負荷相關問題。茲就認知負荷理論與資訊融入教學之相關論述，探討分述如下：

一、認知負荷與教學設計

認知負荷涉及學習者的心智努力程度及所知覺的學習內容困難度，包含心智負荷及心智努力兩面向，在學習上當個體心智努力程度或所知覺的困難度越大，則其認知負荷越大(Paas, 1992)。Paas 和 Van Merriënboer (1994) 指出學習者之認知負荷源自因果因素，包含任務特性、學習者特性及兩者之交互作用，黃柏勳（2004）將其內容歸整為下面三個向度：

- 1.工作任務：工作任務的類型、獎賞方法、激勵及期望程度等。
- 2.學習材料：學習材料的結構複雜度、元素間的關聯程度、教材呈現方式及教材組織方式等。
- 3.個體自身：個體對學習材料的先備知識或經驗、基模自動化程度、認知能力、認知風格、動機等。

依據 Sweller, Van Merriënboer & Paas (1998)的觀點，認知負荷可分為內在、外在及增生認知負荷等三種，研究者就其觀點，以學習者中心來看認知負荷，依其來源可概分為內因及外因兩者，歸整如下：

1.內因性認知負荷

屬內因者源自學習者內部，與心智努力程度有關，涉及學習者自身的訊息處理及心智能力，如處理教材元素關聯之能力，其所需的努力程度，基本上在教材編定之時，即已由元素間之關聯程度概略決定，屬內在認知負荷之範疇。

2.外因性認知負荷

其來自學習者外部，與教學材料、工作任務有關，如教材呈現方式、

教學活動及激勵等，是學習者以現有基模處理前述內容或對基模自動化提升時所產生之認知負荷，屬外部、增生認知負荷範疇。

在學習上，教學者應降低學習者內因性及不利學習的外因性認知負荷，提升有利於學習的外因性認知負荷。其與教學設計間之關聯，如下表 1：

表 1 認知負荷與教學設計關聯表

來源	負荷類別	特點	教學設計來源	降低/提升之方法
內因	內在認知負荷	教材決定後就已決定。即教材本身的難易度。	教材內容性質、要素結構關聯程度有關。	簡化教材元素間關聯性。
外因	外在認知負荷	在學習過程中外加的，會干擾學習，對學習沒有幫助，又被稱為無效的認知負荷。	教材之組織與呈現方式等有關。	考量教材訊息的呈現方式等。
外因	增生認知負荷	雖會增加學習者之負荷感，但可輔助基模的建構與自動化，又稱為有效的認知負荷。	教材呈現方式及學習活動對學習者的要求。	吸引學習者專注於學習，或建立其基模如示範練習等。

資料來源：研究者自己整理

二、認知負荷理論與多媒體學習理論

人類對新訊息的接收、認識與理解，需借重運作記憶對訊息的處理，並使之轉為長期記憶，認知負荷理論以運作記憶容量的有限性、長期記憶容量的無限性及基模的自動化運作為其假定（黃柏勳，2004；王全興，2008），其主要目的是希望在兼顧訊息架構與學習者認知結構之下，導引教學設計之決定，聚焦於如何使有限的運作記憶順暢運作，使得學習效果獲得提升（陳蜜桃，2003），也就是說如何用“有限的空間存放無限的事物”。

就資訊科技融入教學之特質而言，Gerjets 和 Seheiter（2003）的認知負荷理論概念架構較為適切（如圖 1），其架構概分為三個層面，一為教學結果，二是學生的認知負荷，包含內在、外在與增生認知負荷，三係教學部分，包含

教學設計、專門知識、教材複雜度及教師與學生等向度。以資訊融入教學系統化教學設計之 ASSURE 模式來看，教學設計根據教學目標和內容的要求選擇或設計教學媒體，呈現有關教學的訊息，包含教學媒體與教材之使用與呈現等（林中偉，2005），可見在認知負荷之觀點，媒體之運用亦是影響要項之一。

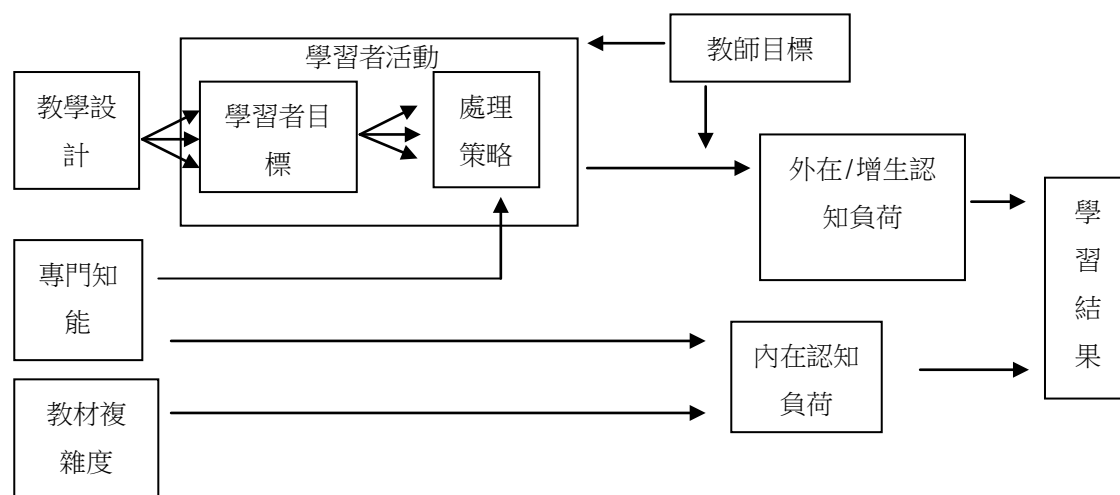


圖 1 Gerjets 和 Sehechiter 的認知負荷理論概念架構

資料來源：Gerjets & Sehechiter (2003: 36)

另從教學實務面向觀之，多媒體已成資訊科技融入教學的要角，教師常用多媒體進行教學，將教學內容藉由媒體來加以呈現，關於多媒體學習理論，以 Mayer 和 Moreno (2003) 的多媒體學習認知架構（如圖 2）較廣為人知，其論點係在多媒體學習上，學習者經由視、聽覺（圖像和聲音）兩種方式來接收有關資訊，並對所獲得之資訊主動處理與加以關聯，成為有意義的學習，但其處理受限於人類之訊息處理能力，與感官記憶及工作記憶等機轉，與學習者自身心智及訊息處理能力有關。

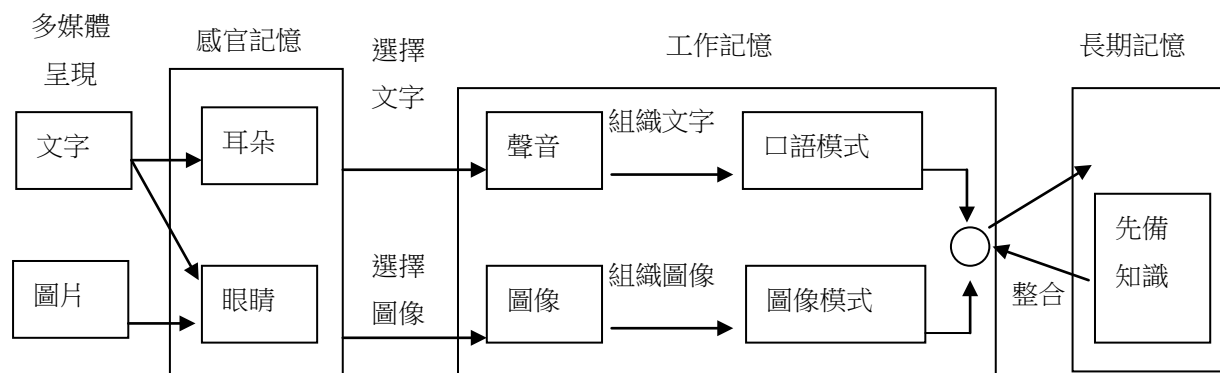


圖 2 多媒體學習理論

資料來源：Mayer & Moreno (2003：44)

從上述之觀點，我們可以了解在透過多媒體學習的歷程中，學習者之學習始於對教材內容之接收，亦即資訊科技融入教學中多媒體（圖像與文字）呈現方式等，將影響學習者於資訊處理歷程中（選取、組織及整合）記憶運作，涉及心智負荷及心智努力程度，產生與學習相關聯之認知負荷，除學習者自身之訊息處理等心智能力外，資訊融入教學之教學設計中，多媒體運用方式如教材呈現、圖像與文字之運用方式等也影響學習者認知負荷之多寡，於多媒體設計之時亦應加以考量。

三、認知負荷理論與資訊融入教學之多媒體設計

（一）認知負荷理論於資訊科技融入教學之運用重點

學習者在認知歷程所產生之認知負荷，在資訊科技融入教學之多媒體設計上應加以考量，並有效的予以協助處理之，就前述認知負荷理論及王全興（2008）對於 e 化學習中認知負荷理論應用之看法，在認知負荷理論下資訊科技融入教學之運用重點如下：

1. 由簡而繁漸進的提供高互動元素的學習材料，降低內在認知負荷。
2. 透過教學策略、組織教材等方式，提供學習者與整個學習情境彼此互動的機會，以激發學習者之動機，增加增生認知負荷。
3. 考量分散注意力及型態效應等，提供適當數量及形式之媒體，減低外在認知負荷。

4. 考量多媒體學習之雙通道假設，善用變化效應與完成問題效應等。
5. 運用示範、完成問題等效應提供練習與累積知識之機會，促進其基模之建立與自動化。

(二) 認知負荷理論於資訊科技融入教學多媒體設計之運用

認知負荷理論關注人們認知資源之運用，在學習上，認知負荷與教學方式、類型等關係極深，故教學設計之重心應置於降低外在認知負荷，以及提升來自工作任務、學習材料及學習者本身的增生認知負荷。關於認知負荷理論於資訊科技融入教學多媒體設計之運用，可從下面兩向度來探討之：

1. 認知歷程之教學設計原則

關於認知歷程之教學設計，陳蜜桃（2003）指出教師在教學歷程中，多媒體運用應多元且適度，且應了解其教材之內在結構特性，應用示範及完成問題兩種效應來提供鷹架，協助學習者降低外在認知負荷，另在教學時應避免分散注意力與重複兩效應，避免增加認知負荷，善用型態效應及變化效應，同時注意呈現時間，適切的減少認知負荷，提升學習成效。其中與多媒體教材呈現方式有關者計有分散注意效應、型態效應、重複效應、示範效應等四項。

2. 減低認知負荷之多媒體設計原則

在資訊科技融入教學中，多媒體運用為其重心之一，如何因應多媒體特性，減低認知負荷，或增進增生認知負荷，實為教學者於教學設計與運用時應考量之重點，李世忠和葉盈秀（2006）彙整 Pass、Sweller 等多位學者的看法，提出符合減低認知負荷之多媒體設計原則計有分散注意、型態、連貫效應等十二項，做為實施資訊科技融入教學設計應用之參考，其中與多媒體教材呈現方式相關者有分散注意效應、型態效應、連貫效應、重複效應、示範效應等五項。

就上述運用重點之設計原則，我們可發現分散注意力效應、型態效應、重複效應、示範效應等四項為兩者所共同關注者，可作為資訊科技融入教學電子

教科書分析之用，王雪紛（2008）指出其中分散注意力與重複兩效應屬不當的外在因素，會增加學習者認知負荷，而其餘兩種效應之善用，有助於提升有效的認知負荷。其主要內容如下表 2：

表 2 認知負荷下多媒體呈現原則

效 應	原則重點	主要認知負荷類別	設計作法
分散 注意 效應	學習內容透過有效整合資訊方式呈現。	外在認知負荷	訊息（如圖形、影像）與解說等一併放置及呈現，且其呈現時間應一致
型態 效應	人類的訊息處理具有多重管道，內容經由文字或圖片等呈現方式，透過不同感官刺激來接收訊息，可增加記憶運作效果。	增生認知負荷	內容應由不同型態呈現（視、聽覺），可降低工作記憶負荷。
重複 效應	同一概念同時用多種媒體表達，將造成學習者認知處理過程中湧入過度的負荷。	外在認知負荷	對明確之概念，用一種媒體（圖片、影片、動畫）來呈現。
示範 效應	適當例子的解題示範，協助學生練習對問題與解題步驟等建構較完整之基模。	增生認知負荷	對重要觀念提供示範、歸納說明，及隨堂練習。

資料來源：研究者整理

參、研究方法

本研究依所歸整之認知負荷下多媒體教材呈現原則，透過內容分析法來分析自然與生活科技領域電子教科書之多媒體設計，茲就研究之對象、工具及資料處理等分述如下：

一、研究對象

本研究以 98 學年度通過教育部審查合格之三家出版社（南一、康軒及翰林）所提供之自然與科技領域”電子教科書”或”電子白板”光碟為內容分析之對象，光碟之內容以教科書為主體，再依單元及活動將影片、動畫、掛圖等整合，提供教師教學時依其需要加以點選呈現。分析之範圍為五年級自然與生活科技領域課程，擇三者之單元教學主題相同者，計有”太陽”和”植物”兩個教學主

題，共計 6 個單元 18 個主要活動，各版本所選之單元及活動如表 3。

表 3 各版本選取單元主題及活動名稱

版本	單元主題	主要活動名稱
南一	1 太陽與四季	1 一天中太陽位置的變化 2 一年中太陽位置的變化 3 太陽鐘
	3 植物世界	1 植物的構造與功能 2 植物的繁殖 3 植物的分類 4 環境會影響植物的生長
康軒	1 太陽的觀測	1 太陽的位置 2 太陽與生活
	2 植物世界面面觀	1 植物根、莖、葉的功能 2 植物傳宗接代的方法 3 怎樣將植物分類
翰林	1 太陽	1 太陽的光和熱 2 太陽在天空的位置 3 太陽與生活的關係
	2 植物	1 植物的構造和功能 2 植物的繁殖 3 植物的特徵
數量	6	18

資料來源：研究者整理

三、研究工具

本研究中電子教科書多媒體呈現分析之具體項目，參考上述之多媒體呈現原則訂定之，如表 4：

表 4 電子教科書多媒體呈現分析之重點與項目

分析類目	分析重點	分析項目
分散注意 效應	有效整合資訊呈現方式，如圖形（影像）與解說統整一併呈現。	1. 訊息（如圖形、影像）與解說等是否一併呈現。 2. 訊息（如圖形、影像）與解說等呈現時間是否一致。
重複 效應	同一意義明確，且可獨立呈現的概念應以一種媒體表達。	對明確之概念，一次用的媒體數量（圖片、影片、動畫）。
型態 效應	訊息透過不同感官（視、聽覺）刺激來接收。	內容經單一型態呈現，如文字+圖片等方式或經由不同型態呈現，如影片+旁白等方式。
示範 效應	提供問題示範讓學習者練習，協助學生對解題步驟等建構較完整之基模與自動化。	單元主要概念是否提供示範、隨堂練習及歸納說明。

四、內容分析信、效度

本研究之信度方面，採用評分者一致性作為信度的檢驗方式，就郭生玉（2005）之看法，其信度至少需達 0.8，本研究由兩位評分者進行內容分析，兩位評分者對四個效應項目之看法，一致者30次，不一致者7次，所獲致的信度達0.81，表示對四個效應項目之觀察結果具有一定程度之信度。在效度上，由熟悉本研究領域之三位教授加以指正，以建立本研究的專家效度。

五、資料處理

本研究就所獲得的資料採量化分析，呈現次數、比例（次數/活動）與百分比，先計算各項目出現之次數，配合所分析單元之整體活動數，統計各項目在各單元中每次活動之出現比例及百分比，再就三個版本教學光碟中，在多媒體呈現各類目呈現之情況，以窺得其貌。

肆、研究結果

本研究屬電子教科書多媒體呈現之初探研究，就研究者所收集的三種版本之自然與生活科技領域”電子教科書”(或”電子白板”)，其分析之所見與所得資料，分述如下：

一、易於使用之電子教科書

本研究之三種版本之”電子教科書”(或”電子白板”)，皆以紙本教科書內容為主體，依單元及活動將影片、動畫、掛圖等加以整合，同時也提供其它的輔助工具，諸如畫筆、書寫白板及自製工具(如列印、檔案連結、畫面擷取)等，其不僅是教材呈現的媒介，更是學習之內容。在資訊融入教學運用上，課本的數位化及多媒體素材的整合，確實在教與學上提供一個多元學習情境。就科技接受模式之觀點，這樣的電子教科書在便利性、資源可及性及教師能動性上，足以使教師認知其在教學上易用且有用，進而提升教師將其運用於實際教學之意願，其教學活動及教材呈現之畫面如下圖 3。



圖 3 電子教科書之畫面 (以南一版陽光與影子為例)

二、各版本之多媒體教材呈現情形

本研究以研究者所歸整之多媒體呈現原則，依教科書單元活動次序，逐項分析各版本之”電子教科書”(”電子白板”)其多媒體媒材呈現情形，茲就各效應之結果分述如後：

(一) 分散注意效應

此效應關注媒材的資訊整合呈現，從表 5 我們可瞭解在三種版本電子教科書之資訊整合呈現整體表現上，圖像部分一併放置同時呈現者佔六成強，而影像部分影片(動畫)+文字+旁白者佔 74.4%，餘均未達四成，而各版本提供之影像數量以南一版佔整體 76%居最，餘均未達二成，就表 5 之結果及實際分析所見，分述如下：

1.對學習者認知負荷之主要影響：

(1) 影像呈現偏重「影片(動畫)+旁白+字幕」，可能使偏重視覺之學習者之認知負荷增加。

就多媒體學習理論而言，學習者的雙通道(視、聽覺)在運作記憶有限之限制下，需競爭其資源，以促成有意義的學習。當只呈現圖形與文字訊息中的一種時，學習者不需在文字與圖形訊息之間分割其注意力，可以釋放出更多工作記憶容量供主要的學習作業使用(汪曼穎、王林宇，2006)，因此，當文字以口語表達呈現，透過聽覺感官接收時，可降低視覺通道的負荷，可有更多認知資源被用於建立相對應文字及圖片之間的連結，增加有意義學習的機會。不同多媒體組合在學習成效表現上以動畫+旁白組最高，動畫+旁白+文字最低，但對不同知覺偏好(視、聽覺)對學習成效無顯著影響(陳姚真、吳宇穎，2008)，吳瑞源、吳慧敏(2008)之研究指出，當教材以「動畫(影片)+旁白+字幕」呈現時，學習者會因視覺管道之負荷過重，增加學習時間，進而捨去字幕而改以「動畫+旁白」進行學習。就個別比例言，南一版提供影像數佔整體的七成強，其中採此種

呈現者為整體之六成，實有酌衡提供變通方式之需要。

(2) 圖像上以圖片與說明一併呈現為主，有助減低外在認知負荷。

就所分析之“太陽”和“植物”兩教學主題而言，此面向在整體表現上，一併放置且同時呈現者佔圖像數量之 65.6%，尚符合分散注意效應之要求，其中南一版採此方式佔整體四成強，較其他版本為高。

2.在動畫設計之影像部分，已提供關閉字幕之功能，有助減低外在認知負荷。

整體觀之，在影像呈現向度之整體表現實有精進之空間，而動畫設計在影像呈現上提供字幕與語音之開關功能不失為一種可行之法，另圖像部分則整體上符合一併放置且同時呈現之要求。

表 5 電子教科書分散注意效應分析彙整表

版 本 (活動數)	南一 (7)			康軒 (5)			翰林 (6)			整 體 (18)		
	次數	次數/ 百分 比	活動	次數	次數/ 百分 比	活動	次數	次數/ 百分 比	活動	次數	次數/ 百分 比	活動
(1) 影像呈現 (視聽覺)	92	13.1	76.0	12	2.4	9.9	17	2.8	14.0	121	18.4	100.0
影片 (動畫) + 旁白	5	0.7	4.1	10	2	8.3	2	0.3	1.7	17	3.0	14.0
影片 (動畫) + 文字 + 旁白	73	10.4	60.3	2	0.4	1.7	15	2.5	12.4	90	13.3	74.4
圖片 + 旁白	14	2.0	11.6	0	0	0.0	0	0.0	0.0	14	2.0	11.6
(2) 圖像呈現	163	23.3	62.9	28	5.6	10.8	68	11.3	26.3	259	40.2	100.0
一併放置同時呈現	121	17.3	46.7	21	4.2	8.1	28	4.7	10.8	170	26.2	65.6
分開放置先後呈現	42	6.0	16.2	7	1.4	2.7	40	6.7	15.4	89	14.1	34.4

資料來源：研究者整理，百分比採四捨五入法

(二) 重複效應

對於不複雜且不需重複學習之概念，在學習過程中，使用一種呈現方式即可完整表達概念意義時，使用多種媒體呈現同一概念，將會加重個體心智負荷，降低學習效果。本研究分析之教學主題，其主要概念包含太陽位置、植物構造與功能等，屬常識性且非極為複雜之概念，以其中一種媒體表達概念之意義即可，從表 6 中可知，在此效應上，三種版本以一種概念使用一種媒體解說者佔整體之 61.3%，尚符合要求，有助於幫助減輕學生認知負荷。而從觀察中

研究者亦發現，對同一概念同時提供動畫與影片兩者之作法（如翰林版），確實提供教學者選擇之空間，但教學者也可能因兩者皆用而耗費有限的教學時間，故對不複雜且不需重複學習之概念，在媒體運用上不妨擇一淺顯易懂者呈現即可。

表 6 電子教科書重複效應分析彙整表

版 本 (活動數)	南一 (7)			康軒 (5)			翰林 (6)			整 體 (18)		
	次數	次數/ 百分 活動 比		次數	次數/ 百分 活動 比		次數	次數/ 百分 活動 比		次數	次數/ 百分 活動 比	
同一概念	17	2.4	54.8	8	1.6	25.8	6	1.0	19.4	31	5.0	100.0
使用一種媒體解說	10	1.4	32.3	7	1.4	22.6	2	0.3	6.5	19	3.2	61.3
使用二種以上媒體解說	7	1.0	22.6	1	0.2	3.2	4	0.7	12.9	12	1.9	38.7

資料來源：研究者整理，百分比採四捨五入法

(三) 型態效應

型態效應之主要論點在於學習者如同時透過視、聽覺刺激來接收訊息，可同時利用不同的工作記憶區來處理資訊，將可提升處理資訊之能力，降低短期記憶的負荷。表 7 中，三種版本皆未出現單以聽覺來呈現者，故不與列計。綜觀而言，單一型態與雙通道（視、聽覺）兩者所佔之比例伯仲之間，各版本於此效應上皆有再努力的空間，在呈現型態運用上有下面之現象值得討論：

1. 在視覺單一型態呈現上，普遍運用圖片 + 文字之方式

在視覺單一型態上，三種版本以圖片 + 文字方式者佔整體之 54.5%，此現象與將實體掛圖或圖卡等數位化（如圖 4）有關。劉世雄（2008）研究學生對文字、靜態圖像、語音及動態圖像等四者媒體組合形式及不同瀏覽方式間之訊息理解成效，其發現當訊息採文字 + 圖片（靜態、動態）方式呈現時，近七成的學生會先閱讀文字說明再瀏覽圖片，相同通道湧入大量訊息，可能產生干擾且加重認知處理上的負荷，其訊息理解成效是上述所有組合類型中最差者。然而從教師角度來看，此作法在教材製作及處理上確有其便利之處，其中值得我們思索的是，這類教科書照片與文字結合之放大版（如圖 4）

是否必要，如將其換成可達同樣效果的其他圖片或影片等，對學習者應較具新鮮感。

2.雙通道（視聽覺）型態呈現上，影片（動畫）+文字+旁白的普遍運用

研究上發現視、聽覺雙管道學習所需時間，由長到短依序為「動畫+字幕」、「動畫+旁白+字幕」、「動畫+旁白」（吳瑞源、吳慧敏，2008），因此，在規劃及製作影片或動畫時，除了不熟悉的語言，仍需翻譯的字幕外，應思索對於熟悉的語言是否仍需提供字幕。

表 7 電子教科書型態效應分析彙整表

版 本 (活動數)	南一 (7)			康軒 (5)			翰林 (6)			整 體 (18)		
效 應	次數	次數/ 百分 活動 比	百分 比	次數	次數/ 百分 活動 比	百分 比	次數	次數/ 百分 活動 比	百分 比	次數	次數/ 百分 活動 比	百分 比
呈現型態	163	23.2	61.3	39	7.8	14.7	64	10.6	24.1	266	41.8	100
單一 (視覺)	71	10.1	26.7	27	5.4	10.2	47	7.8	17.7	145	23.4	54.5
影片+文字	1	0.1	0.4	0	0	0.0	12	2.0	4.5	13	2.1	4.9
圖片+文字	70	10.0	26.3	27	5.4	10.2	35	5.8	13.2	132	21.2	49.6
雙通道 (視聽覺)	92	13.1	34.6	12	2.4	4.5	17	2.8	6.4	121	18.4	45.5
影片 (動畫)+旁白	5	0.7	1.9	10	2	3.8	2	0.3	0.8	17	3.0	6.4
影片 (動畫)+文字+旁白	73	10.4	27.4	2	0.4	0.8	15	2.5	5.6	90	13.3	33.8
圖片+旁白	14	2.0	5.3	0	0	0.0	0	0.0	0.0	14	2.0	5.3

資料來源：研究者整理，百分比採四捨五入法

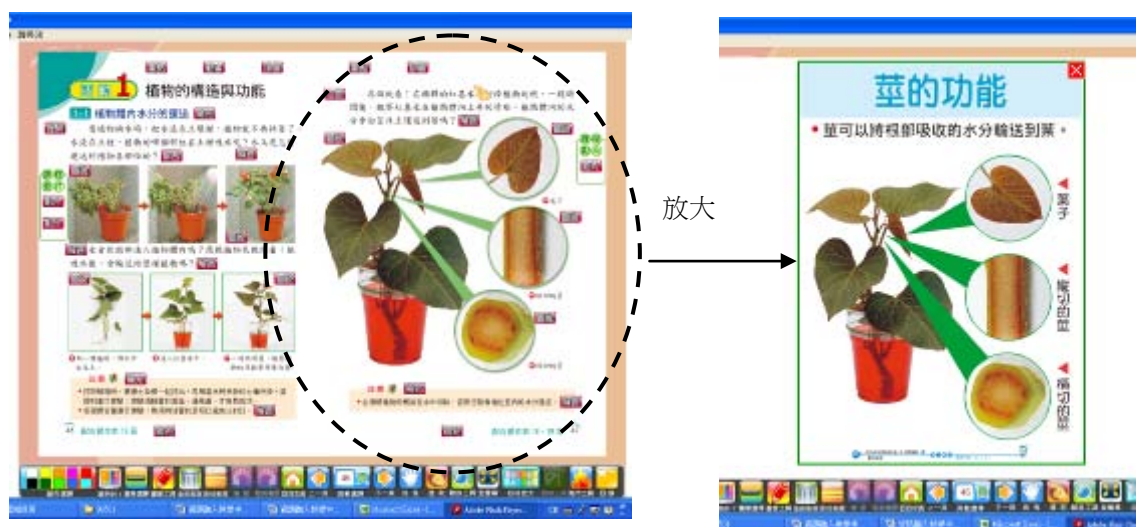


圖 4 電子教科書之放大版圖像

(四) 示範效應

在教學上提供學習者解決問題的示範及練習，當學習者逐漸熟練，有助於基模的建構及自動化，可降低內在認知負荷，增加增生認知負荷，有利於學習。就表可知，示範部分以影片為較常運用之媒材，在實際分析上，電子教科書在示範效應上，對於主要概念多能提供示範及練習，對學生降低內在認知負荷及增加增生認知負荷有所幫助，也發現同時具備示範及模擬練習功能的動畫設計已出現，其優勢非影片所能及，我們可預見未來動畫在教學應用上，將逐漸嶄露頭角，另平均每一個活動單元都能提供隨堂練習與歸納說明。但以個別版本來看，南一版在每個活動中示範、練習及歸納的平均次數都有 1 次以上，較其他兩種版本為多，在實際教材內容上，康軒版之歸納偏重補充解說，而南一及翰林版的歸納較針對教學題材。

表 8 電子教科書示範效應分析彙整表

版 本 (活動數)	南一 (7)			康軒 (5)			翰林 (6)			整 體 (18)		
	次數	次數/ 活動	百分 比	次數	次數/ 活動	百分 比	次數	次數/ 活動	百分 比	次數	次數/ 活動	百分 比
示範	13	1.9	76.5	1	0.2	5.9	3	0.5	17.6	17	0.9	100.0
圖片示範	2	0.3	11.8	0	0	0.0	0	0.0	0.0	2	0.1	11.8
影片示範	8	1.1	47.1	0	0	0.0	2	0.3	11.8	10	0.6	58.8
動畫示範	3	0.4	17.6	1	0.2	5.9	1	0.2	5.9	5	0.3	29.4
提供隨堂練習	17	2.4	73.9	5	1	21.7	1	0.2	4.3	23	1.3	100
提供歸納說明	16	2.3	42.1	14	2.8	36.8	8	1.3	21.1	38	2.1	100

資料來源：研究者整理，百分比採四捨五入法

伍、結論與建議

資訊科技融入教學是現今教學現場之趨勢，也是政府教育政策中資訊科技與創新教學之議題重點，在此趨勢下，書商所提供的“電子教科書”是否在學生學習的認知負荷上有所幫助，亦為教育科技運用層面上的焦點之一，歸整所得結果後，研究之結論及建議如下：

一、結論

(一) 在認知負荷理論下，現今三家主要教科書商之自然與生活科技領域”電子教科書”之多媒體教材呈現，在重複、示範效應及分散注意效應之圖像部分有助於學生之學習，而在型態效應及分散注意效應之影像部分仍須酌衡修正調整。

(二) 就三家主要教科書商之電子教科書而言，其教學設計之多媒體呈現作為所見如下：

1.分散注意效應

(1) 多媒體媒材影片或動畫部分之呈現方式，多以影片（動畫）+字幕+旁白為主，佔七成強，而動畫部分已出現字幕及旁白的選擇功能，顯見運用之彈性開始受到考量及重視。

(2) 教材中圖片及文字多採一併放置且同時呈現之方式行之，但多為教科書照片與文字結合之放大版。

2.在重複效應上，簡單概念多以單一種類且能完整表達之媒體為考量，而其中同時提供動畫與影片兩者之作法，確實提供教學者選擇之空間。

3.在型態效應上，單一視覺以圖片+文字為主，而雙通道（視、聽覺）以影片（動畫）+字幕+旁白為主，整體上兩者所佔比例相近，平分秋色。

4.在示範效應上，對於主要概念多能提供示範及練習，也發現同時具備示範及模擬練習功能的動畫設計已出現。

二、建議

電子教科書以教科書為主軸來搭配多媒體，對教師而言確實簡便易用，但在實際運用上不宜照單全收，仍應依課程目標及自身授課之重點加以酌衡。研究者認為這樣的數位化教科書，何妨突破現有窠臼，將參考資料、課外作業、課後讀物整合其中，轉化為學生可自行運用的學習光碟，或許效益更佳。

參考文獻

- 王全興 (2008)。認知負荷理論及其在 e 化學習的應用。《慈濟大學教育研究學刊》，**4**，174-194。
- 王雪紛 (2008)。認知負荷理論內容再探。《教育研究》，**16**，13-23。
- 吳瑞源、吳慧敏 (2008)。動畫教材之學習者控制播放模式與多媒體組合形式對學習成效與學習時間影響之研究。《師大學報：科學教育類》，**53**(1)，1-26。
- 李世忠、葉盈秀 (2006)。認知負荷與多媒體教材設計之探討。《視聽教育雙月刊》，**47**(6)，1-19。
- 沈中偉 (2005)。《科技與學習：理論與實務》。台北市：心理。
- 汪曼穎、王林宇 (2006)。注意力分配對圖像登錄之影響及其在教學上的應用方向。《國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教育心理學報》，**38**(1)，67-83。
- 教育部 (2008)。《中小學資訊教育白皮書》。2009年10月30日，取自 http://www.edu.tw/files/site_content/B0010/97-100year.pdf
- 郭生玉 (2005)。《心理與教育研究法》。台北：精華。
- 陳姚真、吳宇穎 (2008)。多媒體組合方式與知覺偏好對學習結果的影響。《國立高雄師範大學教育學系教育學刊》，**30**，29-60。
- 陳蜜桃 (2003)。認知負荷理論及其對教學的啟示。《教育學刊》，**21**，29-51。
- 黃柏勳 (2004)。課程與教學的研究新取向：認知負荷理論。《中等教育》，**55**(6)，128-138。
- 劉世雄 (2008)。數位多媒體的瀏覽方式在訊息理解上的應用之研究。《當代教育研究季刊》，**16**(2)，45-76。
- 蕭英勵 (2009)。《中小學資訊科技融入教學研究趨勢與發展—以台灣地區 2001~2009 年學位論文為例》。國立台南大學教育經營與管理研究所博士論文，未出版，台南市。
- Gerjets, P., & Seheiter, K. (2003). Goal configurations and processing strategies as moderators between instructional design and cognitive load: Evidence from

- hypertext-based instruction. *Educational Psychologist*, 38(1), 33-41.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychology*, 38(1), 43-52.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, 429- 434.
- Paas, F., & Van Merriënboer, J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem solving skills: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, 122–133.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*. 10(3). 251-296.