

以概念學習為基礎之數位活動設計 以國小「家電與用電安全」為例

郭萬福

台北縣深坑國小

kou8732@yahoo.com.tw

摘要

數位學習（E-Learning）乃是應用資訊科技、網際網路WWW，透過有線或無線網路，取得數位教材或多媒體資訊教材，進行線上或離線之學習活動，可同時、同地點或異時、異地，單獨或群體進行互動之學習活動，來達到學科知識與技能學習的目的。數位學習提供一個適當的模擬環境給學習者學習，因此，在設計數位學習教材之學習環境時，必需參考相關教學理論、學習理論與軟體設計理論。本研究依據以上原則，配合教育理論以「概念學習」為基礎，以資訊網路數位化教材，對於國小自然與生活科技課程，以「家電與用電安全」單元為例，分析學生概念的改變，並探討學生對使用數位學習活動之態度，以作為發展數位學習活動的參考。

一、實驗組經「家電與用電安全」單元之「數位學習」活動學習後，經過 SPSS 獨立樣本 T 檢定結果：變異數 $F=3.450$ 已達顯著水準，表示實驗組學習成效顯著優於控制組。

二、本「數位學習」對兒童學習「家電與用電安全」單元，可增加學習興趣，幫助兒童了解家電的功能與使用方法、電路的概念、購買家電時要注意的事項與避免用電意外的發生。

三、對加強用電安全與防止觸電概念方面：發現有 65.52% 的兒童概念不清楚。因此推論兒童對用電安全與防止觸電的概念清楚者比率較低。

四、概念學習類型可分為：

- 1.增強學習型：原來的想法得到增強包括「正確概念」與「另有概念」都有可能。
- 2.同化學習型：學習者將新概念同化到他原有的概念架構中，產生概念的改變。
- 3.重組學習型：學習者可以重組或分化原有的概念，藉此來接受新的知識概念。
- 4.替換學習型：新的概念替換原有的概念，新的概念轉變為學習者概念生態的一部份。
- 5.虛假學習型：學習者試圖配合所謂正確的標準答案，原來的概念沒變。
- 6.逃避學習型：學習者逃避學習，原來的概念沒變。

用電安全、短路概念。

Abstract

E-Learning is the application of computer technology and internet WWW to get digital teaching material or multi-media material through cable or Wireless network for on-line/off-line learning activities. In the meanwhile, E-Learning can be conducted individually or in groups for interactive learning at the same or different time and place. E-Learning can also provide or set up a proper simulated condition for learners.

Therefore, in designing E-Learning environment, related teaching theory, learning theory, and software teaching theory should be taken into account. This study was based on the above-mentioned principles and conceptual learning to analyze the change of elementary school students' concept about the safe use of household appliances and to develop E-Learning by researching students' learning attitude toward E-Learning. The following are the discoveries of this study.

1. After E-Learning on the use of household appliances, the experimental group took the Test and had the variance $F=3.450$, obviously showing a high standard and superiority to the controlled group.
2. This E-Learning on the safe use of household appliances increased children's interest to learn electricity and helped them how to correctly use household appliance through the understanding of passing circuit, broken circuit and short circuit. In addition, it enabled students how to choose household appliances when buying and how to avoid electric shocks and prevent other accidents.
3. As to the safe use of electricity and the avoidance of electric shocks, this study found that 65.52% children did not know how to save a person from getting an electric shock by turning off the switch or using a dry stick of wood to remove the electric wire. This indicated that children in general were weak in the concept of preventing electric shocks.
4. Conceptual learning can be classified as the following types.
 - (1) Strengthening learning : Learners' former knowledge, including correct concepts and misconception will be increasingly strengthened.

關鍵詞：數位學習、E-Learning、概念學習、家電、

- (2) Assimilating learning : Learners` new concepts will be assimilated into their former concepts to form conceptual change.
- (3) Rearranging learning : Learners` former concepts will be rearranged or differentiated so as to obtain new knowledge.
- (4) Substitute learning : Learners` new concepts will substitute for the old concepts and thus form part of their other new concepts.
- (5) Pretended learning : Learners` try to go with the so-called standard answer without changing their concepts.
- (6) Dodging learning : Learners dodge learning and their concepts do not change at all.

Keywords: E-Learning, Conceptual learning, Household appliances, Safe use of electricity, Concept of short circuit.

1.前言

e世代的學生需要創新的學習環境和學習策略，以使孩子們的學習更具廣度、深度和效率，並能獲得創意思考、問題解決和決策等基本能力。民國90年起實施九年一貫課程，將資訊科技融入教學，列為中小學教育革新的執行重點。學者早期利用電腦輔助教學CAI，採行為主義的論點，強調制約理論，改善傳統教學法之不足。其後隨著認知心理學、知識建構論等的發展，在科學教育的研究中發現，科學概念的學習，不能只靠傳統的制約學習理論及傳統的知識論。教育學者們強調學習主要的角色應以學習者為主，學習者可以選擇自己最有利的學習狀況，自訂學習路徑、學習順序，擺脫學習時間等的限制，即時回饋與同儕互動的社會性合作學習等方式而自行建構知識。目前由於網際網路、多媒體播放、數位教材的盛行，已發展到數位學習(E-Learning)時代。六年級的學童已學過電池、電路、電磁鐵，而電路的概念對學童的學習上卻是十分困難。雖然有些教師嘗試採用不同的模型，例如水流模型、水位模型、多重類比模型等，來幫助學生學習，但若誤用類比或模型，反而更增加學生的另有概念。家庭用電多為交流電，較複雜且電壓高，危險性高，稍有不慎即有發生觸電的危險。

1-1、本研究目的如下：

- (1) 研究能將國小自然與生活科技課程之電路基本概念，導入到用電安全觀念建立。
- (2) 以「概念學習」為基礎，發展「數位學習活動」設計，以輔助國小「家電與用電安全」單元之學習。
- (3) 提供自然與生活科技課程建置「數位學習活動」的參考依據。

1-2、本研究待答問題如下：

- (1) 運用國小自然與生活科技課程之「家電與用電安全」單元，經「數位學習活動」之後，是否能建立用電安全觀念？
 - (2) 設計國小自然與生活科技科課程，有關「家電與用電安全」單元之互動式「數位學習活動」，其介面與編排方式是否適合學習者？
 - (3) 比較國小學童於「家電與用電安全」單元，以傳統教學法與「數位學習活動設計」教學，其前後差異如何？
- 1-3、名詞釋義**
- 1.電腦輔助教學(Computer-Assisted Instruction)：是一種教學媒體，凡是經由電腦傳遞教學內容之過程，簡稱CAI。
 - 2.電腦輔助學習(Computer-Assisted Learning)：教學者依據教學目標，設計電腦軟體，使學習者自己掌控學習過程，以進行學習，簡稱CAL。
 - 3.數位學習 (E-learning)：指的是以數位工具如電腦、單槍投影機、PDA、多媒體播放、網路相關設備、或以數位教材做數位學習活動的設計等。透過有線或無線網路，進行線上或離線之學習活動，可同時、同地點或不同時、異地，單獨或群體進行互動之學習活動。
 - 4.傳統教學法：以「教科書為中心」，主導課程的主力，以「教師為中心」的教學安排方式，而學生的學習除透過教師安排課程實驗外，主要僅有閱讀(Aldridge, 1989)。
 - 5.家庭電器：簡稱家電或電器，是利用家庭電源(110V/220V 交流電或電池)為動力的機器設備或裝置，以改善家庭生活品質、安全、舒適、便利為目的。

2.主要內容

2-1、文獻探討

- (1) 概念 (Conception) 的定義：是人類思考和瞭解、解釋或預測事件及系統的心智表現工具，許多研究者也將概念視為思想的工具(Driver, 1989; Linder, 1993)。日常生活中的概念通常是比較具體的事物，卻很難有明確，為人所共同接受的定義，而科學概念多數是抽象、有明確的定義。
- (2) 另有概念 (misconception)：學生受到教育、生活經驗或其他方式等影響，產生對某一科學概念錯誤的想法或錯誤的解釋，而與教科書、科學教師以及科學界所認同的科學概念有所不同之想法，均視為另有概念。
- (3) 概念學習 (Concept Learning)：在自然科學的學習中，概念永遠是科學學習過程的重要結果，而概念的學習，它的最重要學習型態便是認知學習 (Cognitive Learning) (全中平, 民85b)。認知論者強調，在概念學習的歷程中，個體乃是主動參與者，個體根據情境中顯示的線索，提出自己的假設，然後經

過驗證、修正、證明等步驟最後終於獲得概念。

(4) 概念改變：概念改變根據Posner et al. (1982) 以及Hewson & Hewson (1992) 認為要有四個條件：學習者必須對現有的概念感到不滿足、新的概念必須是可理解的、新的概念必須是看來可信的、新的概念必須是具有可廣泛應用的。耿筱曾（民90）曾綜合Smith, Snir & Grosslight, 1986; Posner et al., 1982, Hewson, 1981之觀點，將概念學習過程概念改變歸納為下列三種：概念獲取型、概念重組型、概念替換型。

2-2、數位學習的內涵：

「數位學習」的技術發展，在寬頻網路、多元化媒體的傳送、無線傳送技術，配合使用者的需求下日亦成熟 E-Learning 的涵義如下：(圖 2-1)



Distance Learning → Distributed Learning

資料來源：教育部李進寶 2001WR Hambrecht+Co

2-3、數位學習的發展

1. 1950 : CAI在發展初期受行為主義的影響，所設計的都是屬於直線式的程式(程似錦, 1997)。
2. 1960 年代：在認知心理學派的興起下，以及訊息處理理論之研究發展，提供了CAI設計與製作之實徵性理論與原則。
3. 1970 : CAI開發人員融入了教學理論，學習者不再被視為是被動的，學習者可依自己的程度、條件、狀況，自行選擇學習的教材與學習速度，CAI漸朝向CAL方向發展 (程似錦, 1997)。
4. 1982 : 由國科會推動「電腦科技於科學教育之應用」研究開始。
5. 1985 : 教育部探討CAI 教學效果，成立CAI 五年研究計畫，預計發展500 個教材軟體。
6. 1993 : 國科會開始推動CAL的研究，CAL朝向更活潑、更多元的方向發展(程似錦, 1997)。
7. 1993年起，國科會開始規劃推動CAL的研究，改變過去以電腦輔助教師教學的方式，而以輔助學生學習為重點。
8. 1994 : 成立NII國家資訊通信基礎建設專案，教育部主導遠距教學先導系統，規劃高速網路及其應用實驗平台。
9. 1998 : 教育部為加速推動資訊教育基礎建設，執行「資訊教育基礎建設計畫」擴大內需方案。
10. 2000 : 試辦中小學師師有電腦、班班用電腦且連接網際網路。
11. 2001 : 行政院NICI小組規劃完成「中小學資訊教育總藍圖」，規劃願景：「資訊隨手得，主動學

習樂；合作創新意，知識伴終生」。

12. 2002 : 國科會通過「數位學習國家型科技計畫」，使我國成為「學習型社會」，成為全球「學習科技」研究領先的國家之一。
13. 2002 : 教育部為配合九年一貫課程實施，縮短數位落差，建立資訊科技融入教學環境或發展創新教學模式。
14. 2003 : 教育部未來三年內預計建立600所(20%)種子學校，發展資訊教學特色。

3.研究方法

3-1、研究對象：

僅就台北縣某中型學校代名小鹿國小為樣本
本研究受人力、時間、研究需要、教材版本限制。
僅選取六年級兩班，實驗組接受數位學習活動設計作教學，控制組進行傳統教學。

3-2、實施程序

1. 決定主題及學習目標：

(一) 家庭電器的重要：

- 1 認識生活常見的家電及用途。
- 2 能說出自己認為最重要的家電。
- 3 票選全班認為「最重要的家電」。

(二) 家庭電器的功用：

- 1 認識家電的基本構造。
 - 2 認識家電保證書、說明書的用途。
 - 3 能依家電說明書正確使用及維護。
- (三) 用電的安全：
- 1 認識與防範日常生活造成觸電的意外。
 - 2 認識短路現象及用電引起的火災。
 - 3 認識節約用電、安全用電的方法。

2. 蒐集與探討相關文獻資料：蒐集與探討CAI、 CAL、E-Learning 文獻與ASP、HTML、Namo WebEditor5.5、SWiSH 2.0、PHOTOIMPACT 程式設計、家電與用電安全相關教材。

3. 發展軟體：

- (1) 選用軟體ASP、Access、SWiSH 2.0、PhotoImpact、小畫家、WordPad等。
- (2) 編寫數位學習活動設計內容大綱。
- (3) 編寫數位學習活動設計及專家進行評鑑。
- (4) 編寫軟體操作說明、發布上網
<http://163.20.81.134/kou8732/3Elect/index.asp>

4. 發展紙筆測驗前、後測試題及問卷

5. 實施階段：

- (1) 第一週實施學習前問卷，並回收分析。
- (2) 第三週研究對象進行成就測驗前測。
- (3) 第四週發使用手冊及講解軟體使用。
- (4) 第四~六週實驗組每週兩節在自然教室上課，另兩節到資訊融入教室上課。

6. 資料整理階段：第七週研究樣本進行成就測驗之後測，彙整「討論區記錄」與線上測驗紀錄。 教師與學生填寫「數位學習活動設計」態度問卷量表，

7.撰寫論文及提出報告。

3-3、數位學習教材特色

- (1)提供無時間、無距離、無障礙的學習，符合主動化、個別化、自由化的需求。
- (2)根據學習前問卷，探究國小學童呈現電路概念、另有概念，以設計學習活動。
- (3)數位學習活動設計與前、後測試題經預試與五位國小自然與生活科技教師試做與評鑑而得，具有專家效度與高度之信度。
- (4)線上測驗及時評量，可反覆觀看與自訂學習路徑，即時回饋增強學習效果。
- (5)分享討論區進行合作學習，老師、同儕間的分享、解決認知衝突。
- (6)以CAI、CAL、E-Learning之文獻，以概念學習為基礎建構知識，提升學習成效。
- (7)藉由多媒體如簡報Microsoft PowerPoint與WindowsMediaPlayer、圖文、動畫等吸引學習者注意力使學習生動活潑，幫助學習者知識之自我建構。
- (8)使用手冊詳盡、各單元連結操作方便，網站地圖可提醒使用者選擇單元。
- (9)實驗過程多媒體影片，電路實驗簡報檔可幫助進行實驗。

3-4、國小家電與用電安全單元能力指標：(表3-1)

單元	能力指標
一、家庭電器的重要	2-3-6-3 認識資訊科技設備。
	4-3-1-1 認識科技的分類。
	5-3-1-1 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇。
	1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。
二、家庭電器的作用	7-3-0-4 察覺許多巧妙的工具常是簡單科學原理的應用。
	8-3-0-3 認識並設計基本造型。
	8-3-0-4 了解製作原型的流程。
	7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。
三、用電的安全	1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。
	7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事。
	1-3-4-4 由實驗結果獲得研判論點。
	7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。

4.結果與討論

4-1、前後測分析

- (1) 本單元學習前問卷有效樣本31名，平均64.193分。
- (2) 本學習前問卷經過SPSS統計分析：難易度0.85~0.3 平均值0.63，在0.5上下表示難易適中。

中，鑑別度0.3~0.8具有不錯的鑑別度。

4-2、概念學習模式：

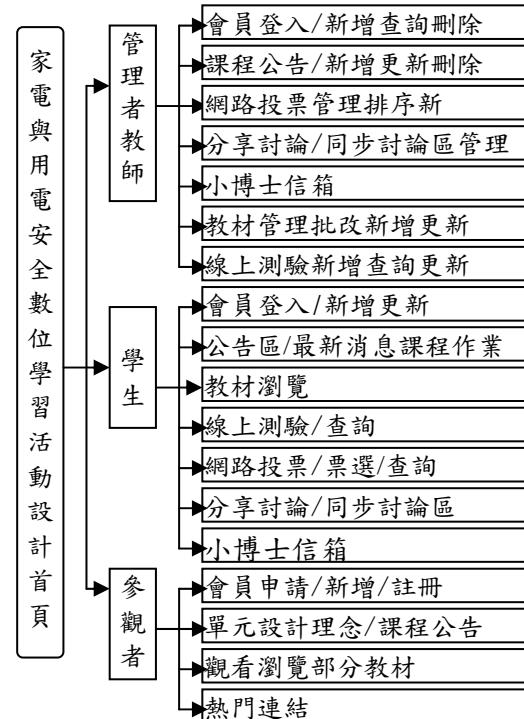
依據耿筱曾（民90）曾綜合Smith, Snir & Grosslight, 1986; Posner et al., 1982, Hewson, 1981之觀點，本研究將概念學習歷程與類型歸納如下六型：

- (1) 增強型概念學習。
- (2) 同化型概念學習。
- (3) 重組型概念學習。
- (4) 替換型概念學習。
- (5) 虛假型概念學習。
- (6) 逃避型概念學習。

4-3、數位教材環境架構：

本數位教材以三種身份進入，管理者教師、學生、參觀者，三種身份的權限均不相同。

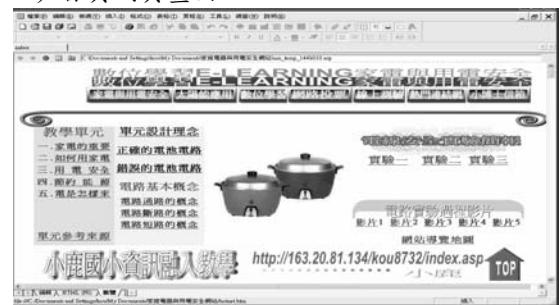
（圖4-3）數位教材操作環境架構



4-4、數位學習網站首頁說明：

畫面有小博士信箱、數位學習、太陽能應用、線上測驗、網路投票、家電與用電安全教材瀏覽、公告區、觀看熱門網站、實驗教學、多媒體教材等。

（圖4-4）首頁網頁畫面



4-5、實驗樣本學習前後成效之差異：

本研究以接受數位學習成就測驗得分為依變項，受試者如有答題資料不全，轉學、請假、前後測曾有未參加測驗者，均將資料剔除，不列入統計，本研究分析如下：

- (1) 學習前測 T 考驗成績如下：控制組有效樣本個數 32，實驗組有效樣本個數 30，經過 SPSS 輸出獨立樣本 T 檢定結果：變異數 $F=.040$ 表示兩班差異不顯著，具同質性（當 $F>0.05$ 以上表示兩變異數達顯著水準）。
- (2) 學習後測 T 考驗成績如下：經過 SPSS 輸出獨立樣本 T 檢定結果：變異數 $F=3.450$ 達顯著水準。

4-6 學習前後測成績比較：(表 4-6)

班級	人數	前測平均	後測平均	差值
控制組	32	50.625	64.21	13.59
實驗組	30	55	70.17	15.17
差值	2	4.375	5.95	1.58

4-7、學習態度問卷資料分析：

學生態度量有效樣本 28 人：

1. 有 100% 同意：對「家電與用電安全」單元學習有幫助，對本單元的學習感到十分有趣，可以學習到課本學不到的東西。幫助了解家電的功能與使用方法，可增進避免觸電的知識與避免用電意外的發生。
2. 有 96.43% 同意：增進學習電腦的興趣，可以靈活選擇各學習單元，可以提醒購買家電時要注意的事項，「分享討論區」可以提供同學分享學習心得與經驗。
3. 有 92.86% 同意：能隨時學習。
4. 有 89.29% 不同意：網站的首頁不夠清楚，教材內容太多使用價值不高。
5. 有 89.29% 同意：使用本單元輔助學習時，心情上不會緊張。
6. 有 85.72% 同意：電線安全實驗教學簡報影片，可幫助我進行電路實驗，有無法了解的問題時，可利用熱門連結網尋找解答。

4-8、教師意見量表統：

有 100% 老師同意：可幫助學生學習「家電與用電安全」單元，增加學習興趣，增進學習電腦的興趣，可幫助學生了解家電的功能。有類似此「數位活動設計」的學習單元我會再推薦給學生使用，心理上沒有壓迫感，幫助學生了解電路基本概念，可靈活選擇學習單元，可以提醒學生購買家電時要注意的事項，線上測驗系統，可以幫助學生學習，

圖片文字可以幫助學習，分享討論區可以提供同學們分享學習心得與經驗。

有 80% 老師同意：可以讓學生學習到課本學不到的東西，電線安全實驗教學簡報影片，可幫助學生進行電路實驗，可增進學生避免觸電的知識與避免用電意外的發生，當學生有無法了解的家電與用電安全的問題時，學生可利用熱門連結網找解答，「網路投票系統」可以讓學生投票選擇最重要的電器。

5.結論與建議

5-1、建議

1. 平時應多收集家電與用電安全單元在日常生活應用資料，教材能注意概念統整與連貫性。
2. 對於單元的另有概念或學生提出的相關疑慮問題，教師不妨適時提供相關的概念學習活動，以幫助學生建構正確概念。
3. 觀賞電路操作實驗，可讓學生能有澄清的機會，以幫助學生建構正確概念。
4. 對數位活動設計的內容資料，還可以更豐富、有趣一點，畫面要生動、漂亮，並可增加音樂。
5. 學習網站製作需清晰之圖、文與動畫效果，使用謎語式問題、小遊戲、卡通人物等等，以增加吸引力。
6. 字體、字距等要求大些，應以適應學童的需要。
7. 互動式網路程式軟體，操作越簡單越好，影片下載或開啟時間盡量縮短，影片檔案也儘可能不要太大，格式要使用目前主流格式，以減少學生下載發生問題。
8. 建議設置「網站地圖」或「學習地圖」讓使用者可以快速找到所需的資料。
9. 建議以小單元為測驗單位，讓學生知道在學習活動中的哪一個學習位置，而不必從頭複習。
10. 資料內容若能擴大範圍包括：小學階段「電力」、「電路」、「能源」單元，並且加以連結，學習效果應該更好。

5-2、研究者的省思

我國自民國五十年代起發展對外貿易，電子工業就佔舉足輕重的地位，如早期收音機、電唱機、冰箱、電視機、音響等。七十年代如個人電腦、半導體，八十年代如網路產業、筆記型電腦、液晶顯示器、晶圓代工等這些產業均需要培養電機電子相關人才。但自十九世紀來，「電」一直是屬於科學家及工程師所研究的領域，對平常人來說「電路」的認知僅侷限於插頭、開關、電池等，而「電路」對學童的學習上是非常困難，學生在學校經由老師教導學習之下卻仍有不同於科學家的另有概念。隨著認知心理學與建構主義知識論的演進，由瞭解學生不同於科學家想法之另有概念及概念改變歷程觀點，來解釋學生概念學習的行為，是科學教育上很有意義且值得探討的方向。本研究以與學童日常生活密切而概念又容易

混淆的國小學童電路概念與家電用電安全單元，設計「數位學習活動」作教學，或許可收拋磚引玉之效果。目前相信有很多學者正積極研究中，本研究及建議或許可供下一位研究者參考，並期望能找到更好的教學暨學習方式，這也就是進行本研究之主要目的。

參考文獻

- [1] 王國榮(2002、1)。ASP網頁製作教本。臺北：旗標圖書。
- [2] 全中平(民85b)。國民小學五年級學生對學習力與運動概念之分析研究。台北師院學報，第九期，405-426。
- [3] 朱則剛(民85)。建構主義知識論對教學與教學研究的意義。教育研究雙月刊，49，39-45。
- [4] 余民寧等(民85)。概念構圖法在測驗教學上的應用。中國測驗學會測驗年刊，43輯，195-212。
- [5] 李進寶(民90)。教育部計算機中心。數位學習E-Learning的涵義。教育部。
- [6] 沈中偉(1992)。互動式影碟系統中字幕回饋對提升應兩量之研究。國立台灣師範大學八十年國際視聽教育學術研究會。
- [7] 沈中偉(1995)。多媒體電腦輔助學習的學習理論基礎研究。視聽教育雙月刊，36(6)，12-25。
- [8] 林清山譯(民79)。教育心理學一認知取向。台北：遠流出版社。
- [9] 吳明哲等。HTML&ASP學習範本。台北市：文魁圖書。
- [10] 洪志成(民79)。建構主義初探。兼論其在教育上的啟示。台灣省第一屆師範學院教育學術論文發表會論文集，1-14。
- [11] 洪榮昭(1987)。電腦輔助教學之設計原理與應用。台北市：松崗電腦圖書資料有限公司。
- [12] 耿筱曾(民90)。國小學童自然科概念改變機制之研究—空氣概念。國科會研究計劃 No. NSC90-2511-S-152-018。
- [13] 康軒文教事業(2000)。國小自然教學指引第一~十二冊。台北：康軒。
- [14] 莊嘉坤(民81)。近代科學教育發展的認知心理學基礎。初等教育研究，4，159-188。
- [15] 黃履發和邱貴發(1996)。學習歷程檢視器：Web學習環境中學習管理工具。第八屆國際電腦輔助教學研討會。
- [16] 張春興(民83)。教育心理學—三化取向的理論與實踐。台北市：東華書局。
- [17] 張春興(1991)。現代心理學---現代人研究自身問題的科學。台北：東華書局。
- [18] 程似錦(1997)。CAL在國中生物科「遺傳」單元補救教材之研究。高師大科教育所碩士論文。
- [19] 鍾樹祿(1993)。互動性在電腦輔助學習設計上之必要性。教學科技與媒體，12，15-20。
- [20] Aldridge, B. G.(1989). Essential changes in secondary science:Scope, sequence, and coordination. NSTA Report, January/February, 1, 4.
- [21] Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P.(1989) Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher, 18(1), 32-42.
- [22] Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. International Journal of Science Education, 11, 481-490.
- [23] Hewson, P. W.,& Hewson, M. G. A'B. (1992). The status of students' conceptions. In R.Duit, F. Goldberg and H. Neidderer (Eds.) ,Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies, Proceedings of an International Wrokshop held at the University of Bremen,March,1991 (Kiel:IPN), 59-73.
- [24] Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66, 211-227.
- [25] Smith, C., Snir, J., & Grosslight, L. (1986). Promoting 6th graders' understanding of density, a computer modeling approach. Technical Report, The Educational Technology Center, Graduate School of Educational, Harvard University Cambridge, MA.
- [26] Victor, E. (1989). Learning and Child Development. Science for the Elementary School(6th ed.), 22-31. New York: Macmillan Publishing Company, Inc.