科學教育學刊
2007, 第十五卷第二期, 169-194

Chinese Journal of Science Education
2007, 15(2), 169-194

概念構圖融入電腦輔助教學法應用於綜合高中學生化學科之學習成效及態度之研究

羅希哲[1]　**溫漢儒**[2]　**曾國鴻**[3]

[1]國立屏東科技大學 技職教育研究所

[2]屏東縣美和中學 化學科

[3]美和技術學院 企業管理系

（投稿日期：民國 94 年 10 月 3 日，修訂日期：95 年 7 月 15 日，接受日期：95 年 8 月 29 日）

摘要：本研究旨在針對綜合高中化學科教學，提出「概念構圖融入電腦輔助教學」之策略（簡稱本教學策略），並評估其教學成效。本研究採準實驗研究法，並選擇某綜合高中一年級學生，進行八週實驗教學。資料處理上採 ANCOVA、與徑路分析等方法，並輔以對學生深度訪談。本研究結果包括：(一)實驗組學生之化學科學習成就，明顯優於控制組。(二)實驗組學生學後保留情形不佳，尤其是分析及綜合等認知層面，但知識、理解、應用及評鑑等認知層面，學後保留情形則佳。(三)不同性別學生之後測成績、學後保留成績及學習態度等，皆無顯著差異。(四)本研究發展之教材，能引起學生的注意與興趣，也能改變其學習態度。(五)徑路分析結果顯示，教材呈現影響學生學習成就的路徑，主要有「教材呈現→課程講解→學習成就」，「教材呈現→課程講解→學習環境→學習興趣→學習態度→學習成就」，以及「教材呈現→課程講解→學習環境→學習態度→學習成就」等三條路徑。

關鍵詞：化學科、綜合高中、電腦輔助教學、概念構圖

壹、前言

一、研究背景與動機

綜合中學的興起首推美國，美國教育協會（National Education Association）中等教育改造委員會在 1918 年建議美國中等學校應改為綜合中學，到 1991 年止，就讀綜合高中的學生數占 98.4%（劉興漢, 1991）。此學制能風行美國，在於學生可隨自己性向選擇想修習之課程，較普通高中或職業學校有更大的彈性，因此深受學生和家長的喜愛。綜合高中在我國之發展是近年來之政策，1988 年教育部為改善普通高中生與高職生無

法互轉就讀之限制，曾提出綜合課程之研究，並進行試辦，後因故中斷，直至 1996 年再推出綜合高中課程實驗計畫。推行之後參與學校逐年增加，於 1999 年正式將綜合高中學制納入高級中學類型之一。

整體而言，我國在綜合高中規劃上，相關配套措施仍顯不足，如辦學模式、課程、教材、師資、組織員額等規範，學校在執行上產生甚多疑惑，外界亦無法瞭解其定位及未來方向。以化學科課程而言，綜合高中化學科課程綱要（教育部, 2002）與普通高中化學科課程標準（教育部, 1995）規範之內容大致雷同，而目前綜合高中生學業成就普遍不高，如果課程內容仍與普通高中相同，在學習上是否會有困難？筆者曾針對南部七縣市綜合高中學校教師及學生進行調查（羅希哲、溫漢儒和顏肇容, 2003），發現綜合高中化學科課程，有五成八之單元對學生而言偏難，因此在課程內容及學生素質短期內無法改變之既有情況下，如何採用有效教學，提高學生學習成就，是現階段推展該學制重要課題之一，也是本研究的主要動機。

電腦輔助教學為時下受歡迎的教學方法之一，透過電腦多媒體的聲光效果，帶領學習者進入一個有趣的學習境界，根據王建今（2003）、毛治婷（2000）、林書岑（2001）、簡綜男（1998）、Bayraktar（2001）、Michael, Amy 和 Jason（2000）、Wainwright（1984）等對電腦輔助教學在教學上之應用研究顯示，電腦輔助教學雖未必對學生學習有正面之影響，但有其吸引學生注意力之特性。另外概念構圖法應用在教學及評量上也逐漸普遍，David（2003）曾提到現在學生可透過有線電視、網路等管道，獲得相當多的知識，教師如以傳統教學法已不能滿足其需要，因此教師需尋求一種方法來整合學生的經驗，使其變得更有意義，他認為概念構圖法是相當適合的方法。目前國內外學術界對其之研究日益增多，根據 Nakhleh（1994）、Allan（2003）、黃萬居（1992）、邱喚文（2001）、黃永哲（2002）等在化學教學之研究，其對學生之學習成效，有些研究結果顯著，也有一些研究結果不明顯。雖然如此，但概念構圖法將教材概念圖樣化之特性，相當符合「綜合高級中學課程綱要」化學科教材編選原則。因此本研究擬將概念構圖特性，及電腦輔助教學特性，結合成新的教學策略，即「概念構圖融入電腦輔助教學」，應用於化學科之教學，讓教學更有效，學習更有趣，期能增進綜合高中生在化學科之學習成效。

二、研究目的

基於以上研究背景與動機，提出本研究目的：

(一)分析「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略對綜合高中生學習化學科之成效。

(二)探討「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略對綜合高中生學習化學科之態度。

(三)瞭解學生對化學科教師採用「概念構圖融入電腦輔助教學」之看法。

貳、文獻探討

一、概念構圖之理論基礎與發展

概念構圖法是美國康乃爾大學學者諾瓦克（Novak）及其同事，根據奧蘇貝爾（Ausubel）的「意義學習論」所發展出來的教學法，原來目的在改善生物科教學，後來逐漸擴展至其他領域，發展至今已有二十餘年歷史。

(一)奧蘇貝爾（Ausubel）的學習理論

奧蘇貝爾是認知心理學派學者，曾提出

「意義學習論」，他認為有意義的學習，產生於學生先備知識基礎上，再從此基礎上學習新知；奧蘇貝爾將概念（concept）視為層次性的結構，居於結構上層者，稱要領概念（superordinate concept），代表個人對事物整體的認識，居於結構下層者，稱附屬概念（subordinate concept），代表個人對事物特徵的細部記憶，要領概念可保持不忘，而附屬概念則屬暫時性的，較易遺忘。在學生學習新概念時，會先以自己既有的要領概念去核對新概念，並試圖將其納入自己的認知結構內，因此在學習新知前，如能將新知識中的主要概念抽離、顯示出來，並與學生既有的要領概念相結合，將有助於學習，這種結合新舊概念有利學習的「教學步驟」，奧氏稱之為「前導組織」（張春興, 1999）。

奧氏認為學生在學習新知時，並非被動地，也非全然主動地，而是靠教師教學技巧的促成，藉著教師提供的前導組織來引領學生，學生再運用其先備知識從不同角度去吸收新知，而後納入其認知結構中，成為自己的知識，因此新知識的學習除教師教學技巧外，教材的呈現相當重要。在奧氏提倡的講解式教學中，建議教師進行講解時，宜遵循兩個原則：

1.漸進分化（progressive differentiation）：從一般概念的說明，逐漸進入詳細內容講解，過程中採舉例與類比方式，使學生了解新知與其既有知識的異同。

2.統整調合（integrative reconciliation）：將分化後的知識前後連接，成為有組織、具整體性與調合性的知識，在此過程中，學生會將習得的新概念包含在一個較大概念的認知結構裡（稱含攝學習），隨時間流逝，這些新概念之間或新概念與舊認知結構之間，有可能產生意義上的混淆，此時學生會主動修正原有認知結構或重新詮釋新概念的意義，進而將混淆不清的部份加以澄清或重組，建立新的聯結，這才會產生有意義的學習（余民寧, 2003）。

(二)諾瓦克（Novak）的「概念構圖」

奧氏當時提出「意義學習論」時，僅止於理論而無具體實踐方式，因此教師應如何教？學生該如何學？才能達到有意義的學習，是很多心理學家所關心的。經多年後，美國康乃爾大學學者諾瓦克與其同事，根據「意義學習論」發展出「概念構圖」之方法。諾瓦克認為在進行有意義學習概念時，大都經由命題型式習得，如能將所欲學之概念含攝在一連串命題中進行，學習者除能知覺到此概念的意義外，尚可知覺到與這個概念相關聯的外衍意義，這是一種從「點」（單一概念）擴及至「面」的學習，類似網路結構脈絡的學習。所謂「概念構圖」，就是用適當的連結語將一組或多組概念串聯起來，以完整的敘述句表達概念間之關係，最後形成一幅類似網路結構的概念圖，在圖中表達概念間的階層性及從屬性。此種概念圖不但可作為學習策略或教學策略，亦可作為評量的工具。概念構圖已被廣泛應用於理化教學中，有些研究顯示，「概念構圖」對學習者的學習成就或態度有正面效果（邱喚文, 2001; 喻鴻鈞, 2001; 梁寶堂, 2001; Allan, 2003; Nakhleh, 1994）；也有些研究顯示，「概念構圖」提供了低成就或低統整能力者更佳的學習方法，但對高成就或高統整能力者之影響卻不顯著（黃萬居, 1992; 黃永哲, 2002; Tsai, Lin & Yuan, 2001; Donald & Barbara, 2003），所以其在教學上仍有局限性。另外在評量上，Heather, Joel 和 Richard（2003）曾以概念構圖作為評量學生學習成效的工具，評量過程中使學生體會到概念的理解重於鎖碎的記憶。David（2003）指出學生形容概念構圖

之繪製有如拼圖遊戲。從內涵上不難發現，概念構圖的優點在於概念間的聯結，讓學習者在學習中能清楚瞭解自己身在何處，但對概念本身的解釋卻較少提供。因此「概念構圖」仍無法提供完整地學習，如果能結合一些方法，將更能發揮「概念構圖」法之功能。

二、電腦輔助教學發展與在教學上之相關研究

(一)電腦輔助教學之興起與發展

1.電腦輔助教學之理論基礎

隨時代快速變遷，資訊科技以各種方式融入教學中，電腦輔助教學（Computer Assisted Instruction, 簡稱 CAI）就是其中一項。透過電腦多媒體的聲、光、動畫、超連結（hyperlink）和網路等技術，使得教室教學情境多采多姿，有助於學習效果提昇（Boyle, 1997）。電腦輔助教學之理論基礎，首推行為主義大師斯肯納（Skinner）的學習理論演進而來。

(1)斯肯納（Skinner）的學習理論

斯肯納是行為主義學派代表人物，曾設計斯肯納箱（Skinner box），將饑餓的白鼠置入其中實驗，在這實驗中食物是一種刺激，也是強化物，因為這個刺激，使得白鼠不斷重覆壓桿行為，這樣因果關係稱後效強化（contingent reinforcement），斯肯納將此結果解釋為學習事物與知識的過程。後來斯肯納又設計了連續漸近法（successive approximation），以研究一連串反應的學習，此法將多種學習的目標行為先列舉出來，學習者每完成一個目標，立即予以獎勵，運用這種漸進方式，將多個反應連在一起形成複雜的行為，此法稱為塑造（shaping）。另外一位行為主義大師桑代克（Thorndike）也提出三個學習定律：

①效果律（Law of Effect），教學者必須提供適當刺激，對學習者的反應也須提供適當回饋，對於正確的學習應提供正面的增強，發揮鼓勵作用，對於錯誤的學習則應提供負面的增強，產生抑止作用。

②接近率（Law of Continuity），如欲增強作用發揮效果，回饋應具「立即性」，反應與回饋愈接近，效果則愈大。

③練習率（Law of Practice），為強化刺激與反應（S-R）的聯結，教學者應提供反覆練習的機會，直到學習者能在最短時間內提供正確答案，達到精熟水準為止。

由行為主義學習理論所衍生發展的電腦輔助教學方式為練習式電腦輔助教學，著重既有知識的增強。

(2)認知學習理論（Cognitive Learning Theory）

認知學派強調內在認知歷程，與行為主義學派注重外顯反應不同，學習者以既有認知結構（cognitive structure）去辨別環境中各種刺激，從而增加經驗，改變自己認知結構。認知學習論後來演變為兩派理論，一為認知結構學習論，另一為訊息處理學習論，由認知學習論所發展出的電腦輔助教學方式為家教式（Tutorials）電腦輔助教學，著重於新知的傳授（王立行, 1992）。

(3)情境學習理論（Situated Learning Theory）

情境學習是指學生在實際情境下學習知識，是主動積極地學習，近年來許多教學媒體教材是以「情境學習」來設計及發展。由情境學習理論所發展出的電腦輔助教學方式，為模擬法（Simulation）電腦輔助教學，在電腦模擬情境下，讓學習者主動操控學習活動，使學習者與情境產生互動，以建構個

體的認知結構，激發學習者思考及解決問題的能力（沈中偉, 1995）。

(4)建構主義（Constructivism）

建構主義學者認為，學習是由個人主動建構，並與個人所處環境或文化互動而發生（Rieber, 1993; Tobin & Tippins, 1993; 引自楊坤原, 2000）。建構主義依其發展歷史分為第一階段：傳統建構主義，主張知識是個體主動的建構，不是被動的接受或吸收；第二階段：個人建構主義，主張認知功能在適應，是用來組織經驗的世界，不是用來發現本體的現實；第三階段：社會建構主義，主張知識是個人與別人經由磋商與和解的社會建構（張靜譽, 1995）。Duschl（1990）認為在建構主義背景下的科學教育，課程設計上應注重學科領域中基本原理及整體知識之呈現，而非停留在科學事實及步驟的描述（劉宏文, 1996）。在學習方面因建構主義強調學習必須由學習者主動建構，使得教學也須有新的突破，教師的角色不再只是「教」，而是從旁輔導者，因此，沈中偉（1995）依據建構主義理念，認為設計電腦多媒體輔助學習環境，應設計豐富而真實的情境或模擬情境，鼓勵學習者主動地詮釋知識，並由學習者自行控制學習順序、內容、速度、與數量，以利學習者隨機操弄、探索與重組知識。

(5)社會學習理論

社會學習理論代表人物班杜拉（Bandura），強調個體在社會環境中，環境因素、個人對環境認知及個人行為，三者交互影響，而學生的學習來自觀察與模仿。其中觀察學習是個體以旁觀者身分，觀察別人的行為而獲得學習，在觀察學習歷程方面分四個階段，包括注意、保持、再生、動機等階段。而模仿學習包括直接、綜合、象徵及抽象等四種模仿。受社會學習理論影響之電腦輔助教學，特別著重畫面設計與呈現，以引起學習者注意，透過觀察學習歷程，達到學習之目標。

2.電腦輔助教學之特性

電腦輔助教學能適應個別差異、提供多元媒體教學（包括視訊、音訊等）、 支援模擬實驗、不受時空限制、可隨機存取、及執行速度快等特性。目前支援此教學的動畫軟體有 Gif 動畫、Java 動畫、Flash 動畫、Shockwave 動畫（莊文吉, 2004）。電腦輔助教學軟體之設計，為考量學習者，有九項設計原則（引自黃美珠, 1997; 李青蓉、魏丕信、施郁芬和邱昭彰, 1998）：(1)明定教學目標 (2)確定教學對象 (3)創造互動式（Interactive）學習環境 (4)強調個別化（Individualized）教學 (5)增進學習者的注意力 (6)提供適當的回饋 (7)評估學習成效 (8)重視畫面設計的整體美感 (9)以教學內容、目標為設計原則

其中增進學習者注意力是學習必要的條件，因為事物的學習，應先引起學習者注意後，才能使其進一步探索事物的內涵。認知心理學的訊息處理論（information-processing theory of learning）將學習分三階段：感官收錄、短期記憶、和長期記憶。其中感官收錄指個體憑視、聽、嗅、味等器官，感應到外界刺激時所引起短暫記憶（三秒以下），此時仍保持刺激本身原來的形式，以供個體抉擇是否進入運作記憶階段，在決定此動作之前，須先加以注意（attention），然後再編碼轉換為短期記憶，否則會予以放棄（張春興, 1999），因此注意在學習過程中相當重要，所以研究者擬透過 Flash 軟體與概念構圖之結合，設計出更佳的教材，藉由軟體動畫、聲光效果等，引起學生注意。由於化學科內容抽象概念多，僅以文字敘述對學生概念之瞭解有限，如原子結構、分子形成等，如能輔以圖解、動畫，將有助於學生理解。

(二)電腦輔助教學在教育上之應用

電腦輔助教學在國內外之發展，已有 20 餘年歷史，其中在教學上之應用研究，對學生學習成效有些顯著，有些不顯著（Wainwright, 1984; 簡綜男, 1998）。Bayraktar（2001）曾針對 42 篇有關 CAI 在科學教育方面之研究報告，進行後設分析（meta-analysis），研究結果顯示：電腦輔助教學對科學教育影響是正面的，但不同領域影響程度有別，在物理及一般科學方面成效相當顯著；在化學、生物方面有成效，但不明顯；然而在地球科學方面，反而傳統教學方法較 CAI 為佳。就採用模式而言，若採模擬式或家教式時，CAI 可促進學生學習，但採練習式時則無效果；就軟體開發而言，如果開發者是研究者（或教師），其學習成效較軟體公司開發來得顯著，此可能與研究者對學生需求及對專業之瞭解較清楚有關；另外報告中也針對如果電腦教學只是扮演輔助教學的角色，與電腦教學為主角完全取代其他教學，兩者進行比較，發現前者較後者對學生的學習來得有效，由此結果可知，CAI 教學法須與其他方法結合，才能發揮其功能。

三、總結

概念構圖法能清楚呈現概念間的關係，但對概念本身的描述卻較少；而電腦輔助教學法從相關研究中瞭解到，它雖未必對學習有正面影響，但其特性如影像、聲音、動畫等，能提供概念本身更具體之描述，讓學習者清楚瞭解概念之意涵，此可從 Michael 等人（2000）研究結果中獲得支持。目前對化學科教學之研究，從相關文獻中知道，有以概念構圖教學法進行實驗研究者，也有採電

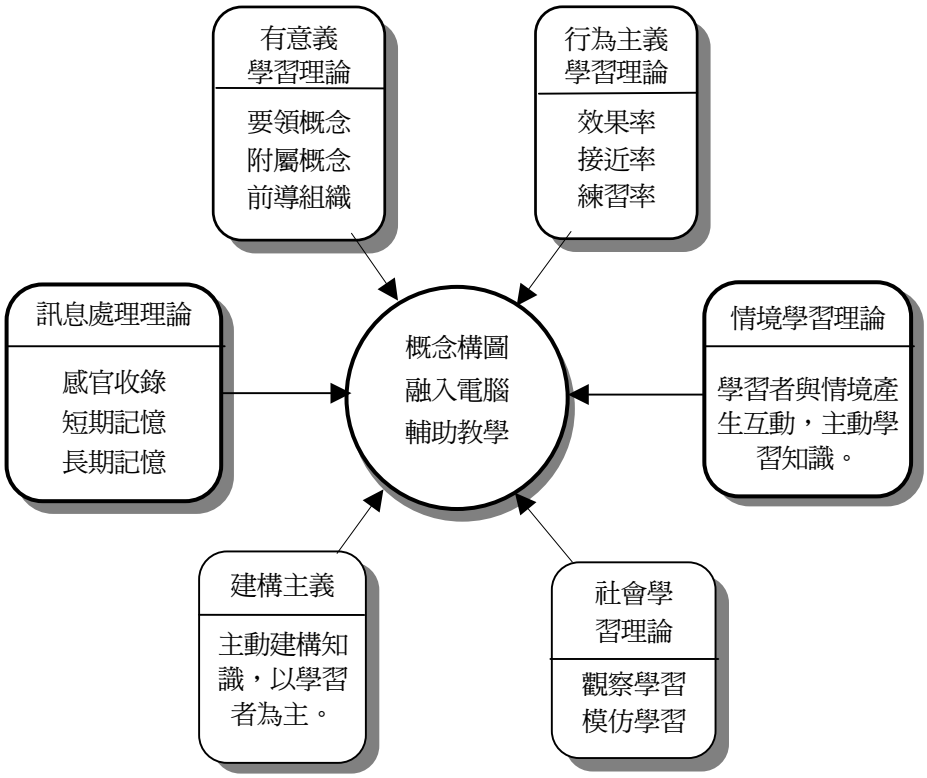

圖 1：概念構圖融入電腦輔助教學基礎理論模式

腦輔助教學法進行研究者，但將概念構圖與電腦輔助教學兩者，融合為一種教學策略之研究卻較少見，因此本研究擬結合兩者優點，形成適當之教學策略，進行實驗教學，以瞭解如此的結合對學生的學習是否比傳統教學更為有效？茲將概念構圖融入電腦輔助教學之理論基礎，及教材設計模式分示於圖 1、圖 2。

參、概念構圖融入電腦輔助教學教材發展流程

本研究在教材發展上，擬根據化學科特

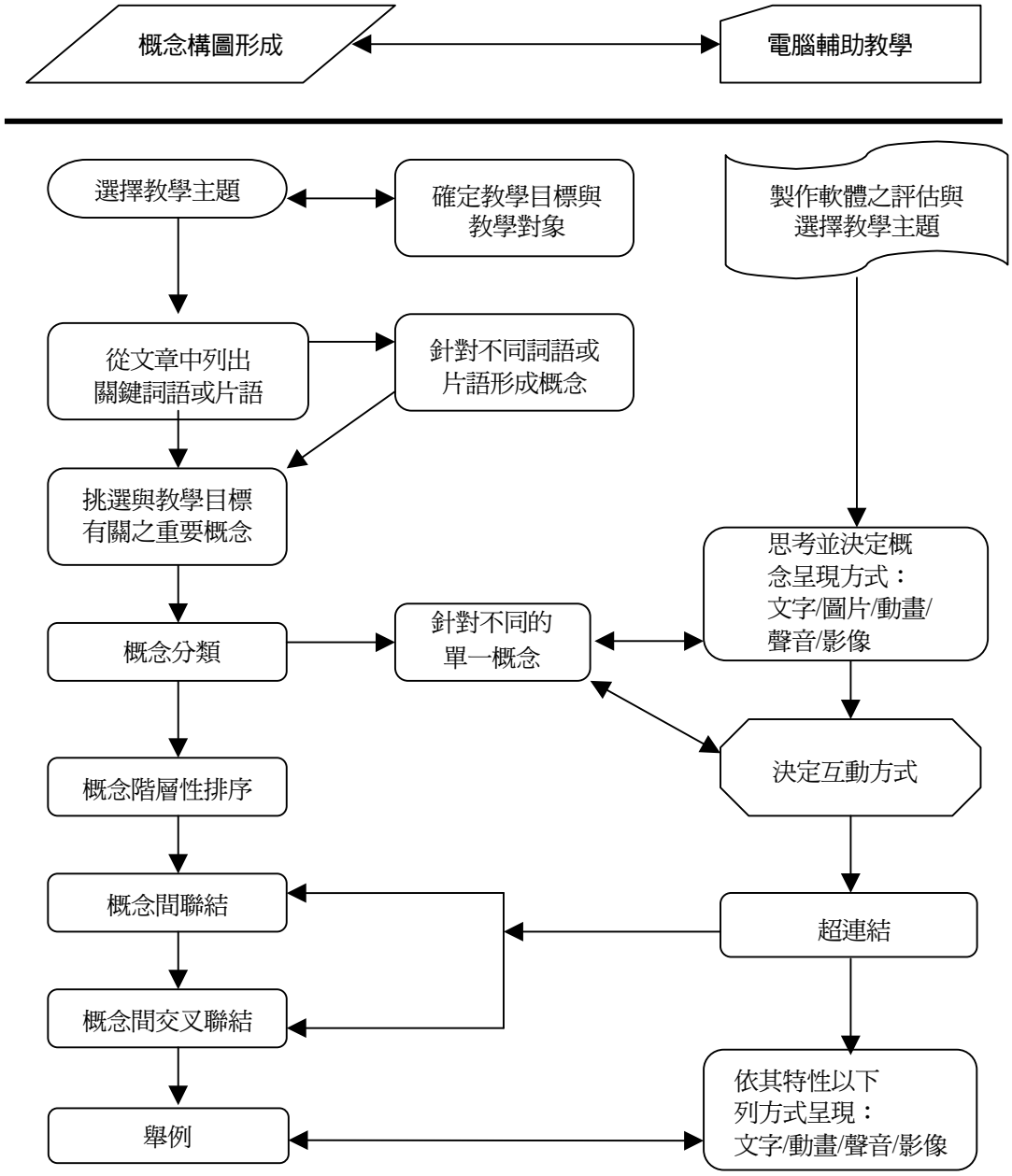

圖 2：概念構圖融入電腦輔助教學之教材設計模式

性，及「綜合高級中學課程綱要」中所提示之教材編寫原則，並參酌黃美珠（1997）對電腦輔助教學教材設計之原則設計，儘量以動態、影像方式呈現，提高學習者注意力，增加學習效果。

一、教材發展流程

本研究軟體發展流程，如圖 3，可分準備階段、規劃階段、設計製作階段、軟體測試及修正階段、教材完成階段、實驗教學階段及評估階段。

(一)準備階段

1.選擇教材主題

實驗教材主題，如選擇以傳統教學法學生也能獲得高成就之單元，則失去研究意義，因此在主題選定上，除考量配合學校之課程進度外，並根據筆者先前調查結果，從中挑選較難的單元，作為本實驗教學之主題，即高一基礎化學課程中「物質的形成與變化」之單元。

2.分析學生起點行為

本實驗對象為綜合高中高一學生，其對化學之認知主要來自國中理化科，從入學成績中，瞭解到學生自然學科方面的程度偏低，因此教材設計以簡單、明瞭為主。

3.瞭解教學策略

本實驗採用「概念構圖融入電腦輔助教學」教學策略，因此對概念構圖的製作流程及電腦軟體功能一併瞭解，使主題中各類概念能適當地置於概念圖中，並簡單有趣地呈現。

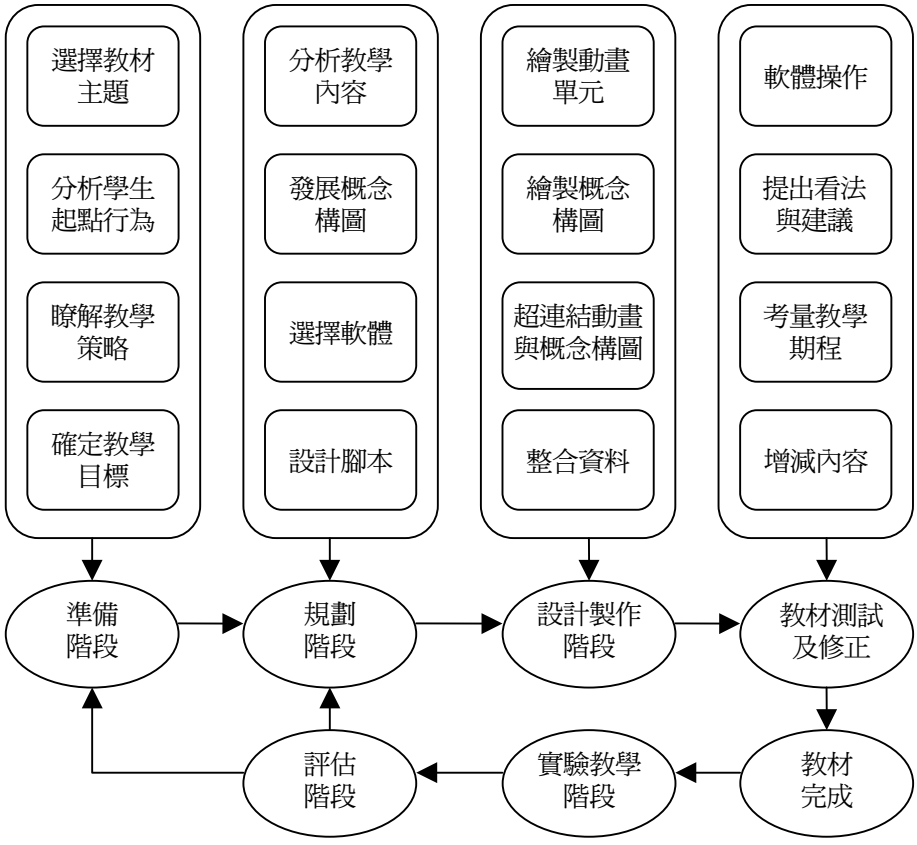

圖 3：教材發展流程圖

4.確定教學目標

瞭解教材主題、學生自然學科程度及教學策略後，再根據「綜合高級中學課程綱要」中基礎化學的教學目標，訂定實驗教學單元之教學目標。

(二)規劃階段

1.分析教學內容

對教學主題內容加以分析，列出所有關鍵詞語，然後從中挑選學生必須瞭解的重要關鍵詞語形成概念。

2.發展概念構圖

針對前面教學內容分析中，挑選重要概念整理成有階層性，透過連結及交叉連結，將各種概念連結成有關聯的內容，再繪成一頁頁完整且有意義的概念圖，並蒐集相關圖片及文字資料，以充實概念圖中概念之表現。

3.選擇使用的軟體

在考量教材力求簡單明瞭、生動活潑原則下，整個教材規劃係以概念圖及動畫為主，而概念圖及動畫畫面皆以 Flash 軟體來製作；如果概念須再進一步說明者，再以影像或文字加以闡述，而影像或文字敘述則以 Microsoft Visio 及 Microsoft Word 2000 軟體來製作。

4.撰寫並設計腳本畫面

根據發展出來的概念圖，及要呈現的方式，撰寫腳本，作為與軟體設計者溝通之工具。腳本內容包括概念圖描述、動畫連續動作描述、畫面背景安排、畫面出現順序、色彩配置、文字大小及顏色、操作方便等需求。

(三)設計製作階段

軟體設計者根據完成的腳本，進行基本設計，先從動畫著手，接著各個概念圖，再以超連結將圖中的概念與動畫連結，有些概念以影像或文字敘述再予充實，最後完稿。在此階段中，軟體設計者與教學者就腳本內容作溝通，包括素材使用合主題否？動畫呈現合概念內涵否？動畫呈現時間足夠否？色彩配置、字型大小合宜否？

(四)教材測試及修正階段

教材軟體完成初稿後，經教學者操作測試，對教材內容提出看法，並根據教學目標，及考量教學時程，以增減教材的內容。

(五)教材完成階段

經多次測試修改後，即完成製作。並將教材安裝於電腦內，進行實驗教學。

(六)教學實驗階段

在教學時，教師將注意學生反應，以瞭解學生對教材接受程度，作為評估教材之依據。為瞭解學生對教材之看法，以「學習滿意度」問卷及訪談大綱，作為施測工具。

(七)評估階段

經實驗教學後，透過學生的回饋及教學者課堂上的觀察，來評估本教學之優缺點。學生的回饋，包括學生「學習滿意度」調查，與訪談資料等。

二、教材內容介紹

本教材製作需要設備包括個人電腦或筆記型電腦，及 Microsoft Windows XP 作業軟體與 Flash、Microsoft Visio、Microsoft Word 2000 等編輯軟體。本教材設計理念，是將學習主題以概念圖方式表現，而概念圖中各個概念的呈現，以動畫優先考慮，影像次之，文字敘述再次之。

(一)概念構圖的呈現

軟體開始先出現整個章節的概念圖，如圖 4，讓學生了解所要學習的概念，以及概念間的關係，當游標移到概念框框時，字體會呈現不同顏色，提示操作者有下一頁次的內容，按下框內字體，則可呈現下一層頁次，此頁內容仍以概念圖呈現，共有三層概念圖，每下一層其所呈現之概念愈細微，第四

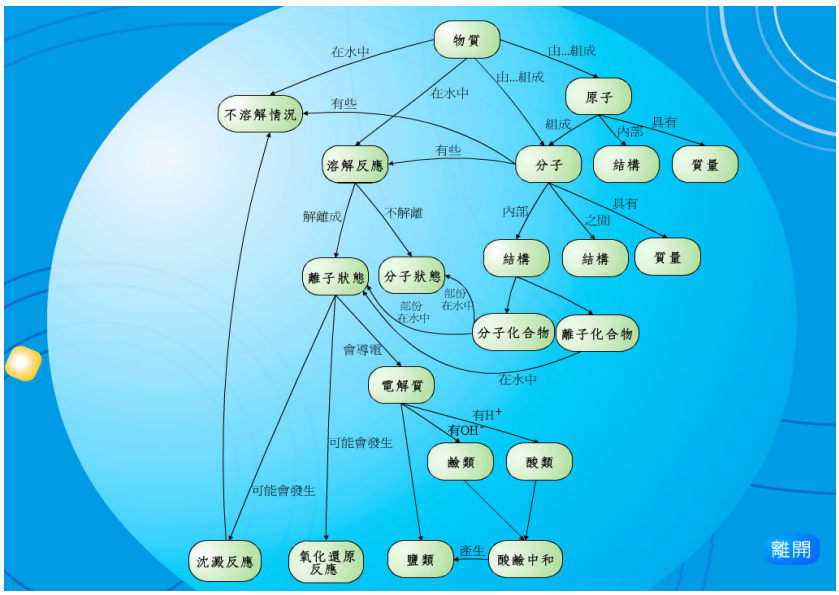

圖 4：物質的形成與變化單元首頁

層為概念本身之描述，包括動畫或影像或文字。學習結束時，點選主頁右下角「離開」按鈕，可返回主畫面。

(二)動畫的呈現

本教材動畫設計共 14 個畫面，在此以葡萄糖溶於水中的動畫片段作說明，其餘動畫設計及操作原則與此類似，不再重述。就葡萄糖溶解而言，當它溶於水中時，其分子會均勻分散於水中，但不會解離；若杯底有葡萄糖沉澱時，即達飽和狀態。操作時，只要在「葡萄糖」上面按一下，即可看到葡萄糖分子溶在水中的連續畫面，播放完畢後，若想重複瀏覽，同樣在「葡萄糖」上面按一下即可；若想回到上一頁，點選右上角「ESC」的按鈕，如圖 5。圖 6 為強酸水溶液動畫，而圖 7 則為氧化還原反應－電池之動畫。

(三)靜態圖片呈現

本教材影像圖片參考楊寶旺（2002）主編之基礎化學（全）；陳竹亭（2004）主編之基礎化學；楊永華、張麗英、羅世焜和何金錫（2004）編著之基礎化學等教科書繪製；



圖 5：葡萄糖未飽和溶液之動畫



圖 6：強酸水溶液之動畫

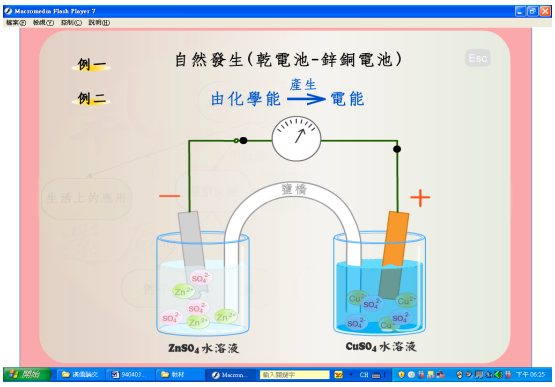

圖 7：氧化還原反應－電池之動畫

另外分子結構圖取自於國立中正大學網頁（2004）中「以三度空間分子模擬輔助化學教學」重要資訊。

肆、研究設計與實施

一、研究範圍及對象

本研究選定某高中一年級綜合高中生兩班為研究對象，一班為實驗組（概念構圖融入電腦輔助教學），男生 16 人，女生 32 人；另一班為控制組（傳統講述法），男生 20 人，女生 21 人。以綜合高中基礎化學課程為教學內容。

二、研究架構

本研究架構如圖 8 所示：

(一)自變項：包括教師的教學策略及學生性別變項。

(二)依變項：包括學習成就（後測）及學後保留測驗，學生化學科學習成就（後測）：指學生在實驗教學後，立即以教師自編的試題進行測驗所得之分數；學生化學科學後保留測驗：指學生在接受後測之後的一個月，再以相同試題（惟題號順序改變）進行測驗所得之分數，以分數高低來評估學生的學習成就。

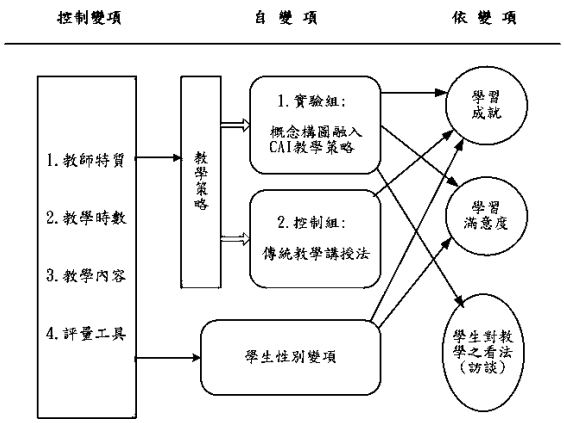

圖 8：研究架構圖

(三)控制變項：包括教師特質、教學時數、教學內容及評量工具，為減少這些變項對實驗結果的干擾，在實驗組及控制組教學時，採用同一位教師進行教學，而且教學時數、教學內容及評量工具皆相同。

三、研究假設

(一)綜合高中學生在接受「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略的學生與未接受此教學策略之學生，其化學科學習成就測驗分數無顯著差異。

(二)不同性別變項之綜合高中學生，在接受「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略，其化學科學習成就測驗分數無顯著差異。

(三)不同性別之綜合高中學生，在接受「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略，其化學科學習態度無顯著差異。

四、研究方法與流程

(一)研究方法

本研究以量的研究為主，質的研究為

輔；採用的方法包括

1.準實驗研究法

在不影響學校正常教學下，本實驗教學採「不等組前後測設計」準實驗研究，為期八週，實驗後立即進行後測，經一個月後再進行學後保留測驗。

2.問卷調查法

實驗組學生在實驗教學後，以問卷方式進行學習態度之調查。

3.半結構性問卷訪談

實驗教學後，針對實驗組學生進行半結構性訪談，包括對教材設計看法、對教師教學反應及整體感受，作為對教學策略質性分析之依據。

(二)研究流程，如圖 9 所示。

五、研究工具

本研究使用的工具包括：

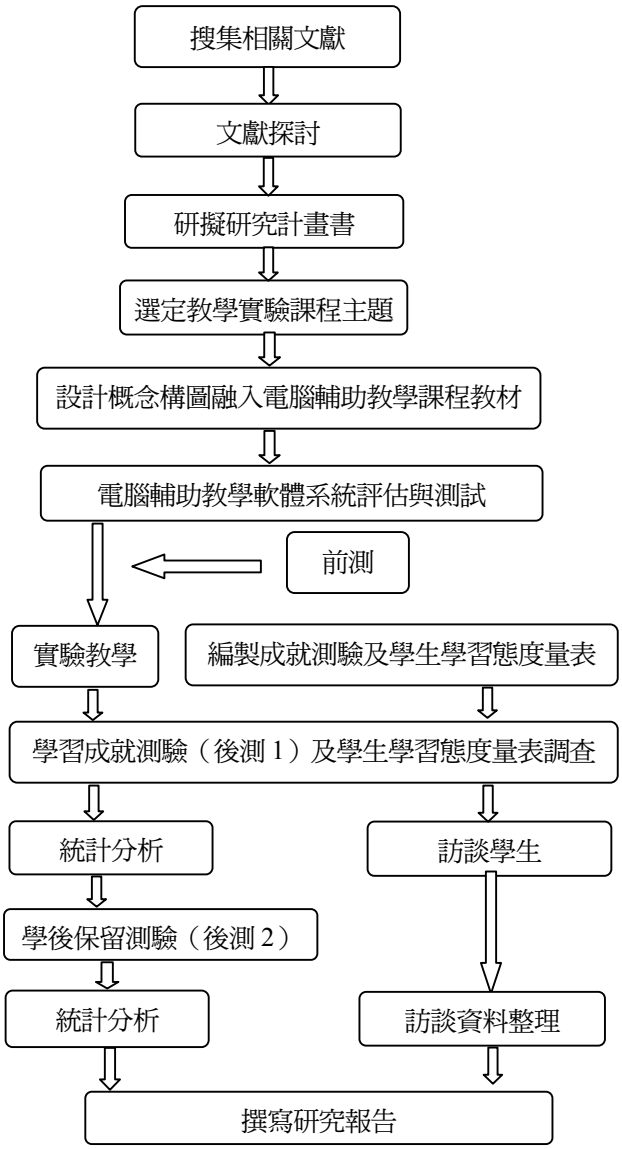

圖 9：研究流程圖

(一)綜合高中化學科前測測驗試卷

本測驗主要瞭解學生在國中階段對化學認知情形，因此以國中理化中有關化學之部份為命題範圍，試卷初稿經三位資深化學教師邏輯審查後定稿，邏輯審查是根據 Rovinelli and Hambleton 在 1977 年（余民寧, 2002）提出的 IOC 指標（item-objective consistency，試題與目標一致性），逐題評量每個試題，並選取 IOC 值較接近＋1 之試題共 40 題，作為前測試題，本試卷 Cronbach's α值為.8006。

(二)綜合高中化學科成就測驗試卷（後測）

後測題目由研究者根據教學主題及教學目標編寫，以瞭解學生經實驗教學後，對教學內容的學習成就，作為實驗組與控制組比較之指標。本測驗內容與教學目標之一致性，經三位資深化學教師邏輯審查後定稿，邏輯審查過程與前測相同，最後選取 42 題作為成就測驗試題。試題中包括單選題有知識、理解、應用及分析層面，多重選擇題有綜合層面，簡答題有評鑑層面，本試卷 Cronbach's α 值為 .8082。

(三)綜合高中化學科學後保留測驗試卷

學後保留測驗題目與後測題目相同，惟題目順序重新調整，用於實驗組與控制組學生，本測驗在瞭解教學後的一個月，兩組學生學後保留情形如何。

(四)「概念構圖融入電腦輔助教學運用於化學科課程學生學習滿意度」意見調查表

本問卷在瞭解實驗組學生對於教材設計與呈現、教師內容講解、學習環境營造及認知增進等滿意程度。本表經三位教授及三位資深化學教師意見修正後定稿，問卷信度 Cronbach's α 值為 .9597。

(五)學生「概念構圖融入電腦輔助教學」之訪談大綱

訪談大綱針對實驗組學生進行訪談，以深入了解學生對本教學策略之看法，本訪談大綱經一位教授及三位資深化學教師意見修正後定稿。

六、研究設計

本研究採準實驗研究，其設計模式如圖 10。X1 與 X2 代表實驗組與控制組接受不同的實驗處理，X1 表示採概念構圖融入電腦輔助教學，而 X2 表示採傳統講授法。O1(X1) 與 O1(X2) 表示兩組在實驗處理前的前測，以「前測試卷」施測，實驗處理共進行八週的教學時間。O2(X1) 與 O2(X2) 表示受試學生在實驗處理後，立即以「後測試卷」測驗，而 O3(X1) 與 O3(X2) 表示受試學生在接受後測之後的一個月，再以「學後保留試卷」測驗。

七、教師反省

因研究者亦為實驗教師，教材發展過程之感觸，也一併呈現，因此教師反省將分三方面說明：

(一)實驗教學前

因實驗對象在自然學科方面基礎較薄弱，因此教材設計以影像動畫呈現為主，在資料搜集階段，每張動畫內容及時程決定，即不斷與軟體設計師討論，花費相當多時間於此，因此當教材軟體完成時，個人也對教材已熟悉。對於學生座位之安排，考慮學生

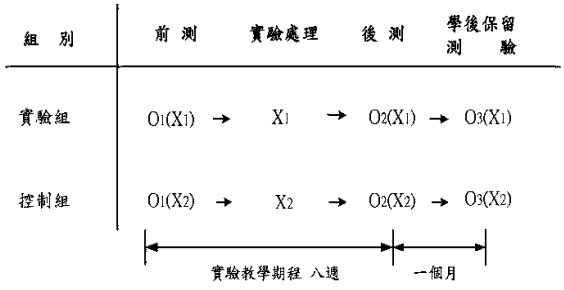

圖 10：實驗研究設計模式

視力及對燈光敏感度不同，透過導師而略作調整，當然此舉未讓學生知道將進行實驗教學。

(二)實驗教學中

在使用教學軟體前，先介紹概念構圖法，學生們感到好奇，課後詢問他們的看法，部份學生覺得滿新奇的。學生第一次的概念圖作業，大都忘記連結語，交叉聯結與舉例很缺乏；圖中所列概念，同學間歧異度高，有些甚至將修飾詞當作概念。經檢討後第二次的作業，大都有進步，尤其概念之選取；另外概念間之連結語，部份同學也會使用。經八週教學後，學生對概念選取與連結語之使用進步最多，舉例也有進步，但交叉聯結仍缺乏，可見學生在概念統整上有待加強。

在教學中，當出現動畫時，學生都“哇”的一聲感到興奮，有些畫面他們覺得很可愛，不過可惜動畫呈現時無聲音出現；當初設計時曾考慮音效，後因考量聲音可能影響教師講解而作罷，但實際教學時，才感到如果動畫呈現時有聲音出現，將有助學習氣氛之營造。

學生感覺每張畫面與畫面間銜接性不夠，當新畫面出現時，學生對前一張之印象，連結有困難，此時須透過教師之描述，學生才能連貫起來。

(三)實驗教學後

評量採概念構圖方式是新的嘗試，部份同學因無法掌握原則而感到壓力，大部份同學可以接受。因回家作業及評量採概念構圖，俟學生對其逐漸熟悉後，對爾後幾週的教學有幫助，因此教學進度順暢。

伍、結果與討論

一、學生學習成就統計分析

(一)學生基本資料統計結果

學生基本資料統計結果，如表 1，實驗

表 1：學生基本資料統計表

項目	類別	實驗組	控制組
全班人數		48	41
性別	男生	16 (33.3%)	20 (48.8%)
	女生	32 (66.7%)	21 (51.2%)
自然學科級分	31~60 級分	5 (10.4%)	4 (9.7%)
	30 級分以下	43 (89.6%)	37 (90.3%)
每週閱讀化學的時數	0～2 小時（含）	41 (85.4%)	36 (87.8%)
	2～4 小時（含）	7 (14.6%)	5 (12.2%)
	4 小時以上	0 (0%)	0 (0%)
父親職業	軍公教(含國營事業)	13 (27.1%)	5 (12.2%)
	工商(含服務業)	24 (50.0%)	26 (63.4%)
	農漁牧業	5 (10.4%)	5 (12.2%)
	自由業	6 (12.5%)	3 (7.3%)
	其他	0 (0%)	2 (4.9%)
父親教育程度	研究所以上	3 (6.3%)	0 (0%)
	大學或專科	16 (33.3%)	9 (22.0%)
	高中或高職	24 (50.0%)	19 (46.3%)
	國中	5 (10.4%)	7 (17.1%)
	國小或未接受教育	0 (0%)	6 (14.6%)

註：表列數字為人數，括弧內為百分比。

組與控制組之學生在自然學科程度上差異不大；另外家庭背景與學生閱讀化學科時間方面，也無明顯差異。

(二)學生學習成就之差異分析

針對研究假設(一)，接受本教學策略學生與未接受者，其學習成就是否有差異。其中「學習成就」，包括後測成績及學後保留成績，採共變數分析（ANCOVA），以兩組學生前測成績為共變數，後測成績或學後保留成績為依變項，組別（實驗組與控制組）為自變項，統計結果如下：

1.後測成績共變數分析

後測成績經迴歸線斜率同質性考驗結果顯示，兩組無顯著差異，可進行共變數分析。共變數分析結果如表 2。從表中得知，學生在後測成績上，本教學策略與傳統教學法有顯著差異；再從事後比較得知，實驗組學生後測成績明顯優於控制組成績，顯示學生在後測成績上，本教學策略優於傳統講授法。

2.學後保留成績共變數分析

學後保留成績經迴歸線斜率同質性考驗結果顯示，兩組無顯著差異，可進行共變數分析，分析結果如表 3。從表中發現，學生在學後保留上，實驗組與控制組有顯著差異；再由事後比較得知，實驗組學生學後保留成績明顯優於控制組，顯示學生在學後保留上，本教學策略優於傳統講授法。

以上結果顯示本教學策略，對自然科程度偏低學生之學習成就，有積極影響。分析其原因，概念構圖本身即具有系統化的知識結構，再加上動畫影像呈現，以及教師之講解，讓學生對概念本身瞭解外，也在概念間產生連結，即使中低程度之學生亦能形成正確的認知結構。

(三)實驗組內學生後測成績及學後保留成績比較分析

實驗組內學生後測成績及學後保留成績比較，如表 4。表中顯示實驗組學生後測成績明顯優於學後保留成績。為進一步瞭解，於是針對試題中之知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑等六個層面，分別進行相依樣本 t 檢定，結果列於表 4。從表中得知，學生後

表 2：後測成績、學後保留共變數分析摘要表

類別	Source	Type III Sum of Squares（平方和）	df 自由度	Mean Squares（平均平方和）	F 檢定	Sig. 顯著性
後測成績	組間（教學方法）	2607.602	1	2607.602	20.908***	.000
	Error（誤差）	10725.651	86	124.717		
學後保留	組間（教學方法）	3338.355	1	3338.355	30.414***	.000
	Error（誤差）	9439.698	86	109.764		

註：***$p < .001$

表 3：後測成績、學後保留成績事後比較摘要表

類別＼組別	實驗組	控制組	事後比較
調整後後測成績平均數 M	61.960	50.145	***
調整後學後保留平均數 M	56.136	42.767	***

註：***$p < .001$

表 4：實驗組學生在化學科學習成就（後測成績）與學後保留成績之差異分析及在各認知領域分類層次中之差異性分析摘要表

認知領域	平均數		標準差		t 值	*p* 值
	後測成績	學後保留成績	後測成績	學後保留成績		
全組學生成績	63.33	57.92	10.61	12.29	4.005***	.000
知識	12.13	11.58	3.13	3.07	1.241	.221
理解	12.33	12.58	3.23	2.74	-.489	.627
應用	9.58	9.21	2.18	2.40	-.988	.328
分析	10.63	8.88	3.78	2.97	2.887**	.006
綜合	12.00	9.67	4.13	4.43	3.144**	.003
評鑑	6.42	6.42	3.06	2.58	.0	1.000

註：後測及學後保留之總分皆為 100 分；***$p < .001$　** $p < .01$

測成績與學後保留成績中，在知識、理解、應用及評鑑等層面，無明顯差異，表示本教學策略在這些認知層面上，對學生學後保留有助益；但在分析及綜合層面上，有明顯差異，表示本教學策略在分析及綜合層面上，對學生學後保留無助益。分析其原因，可能與學生自然科程度有關，因實驗對象自然科程度為中等偏低，基本上，其對高層次之認知較薄弱，如分析、綜合、評鑑等層面，因此本研究結果，分析及綜合層面，學後保留情形不佳，至於評鑑層面為何學後保留情形佳？評鑑可分為依內在規準而作判斷與依外在規準而作判斷等兩個小層次（陳英豪、吳裕益, 1998），其中依外在規準而作判斷之評鑑，是指依客觀事實記憶規準來判斷，只要有客觀事實記憶即可作出判斷，因此記憶層面的學習會影響到評鑑層面之學習。本研究所編輯之後測試題中評鑑層面試題，是屬依外在規準而作判斷之試題，而學生在教學過程中即已吸收一些客觀事實並予記憶，因學生記憶層面之學後保留情形佳，因此學生在評鑑層面學後保留情形亦佳。

(四)實驗組學生不同性別變項在學習成就上之差異分析

針對研究假設(二)，不同性別學生在接受本教學策略後，其學習成就是否有差異。因此將實驗組內男生及女生，其後測及學後保留成績，進行獨立樣本 t 檢定，結果如表 5。由表中得知，經實驗教學後，男生及女生在化學科後測成績上，兩者無顯著差異；

表 5：實驗組不同性別學生在後測成績、學後保留成績差異分析摘要表

成績	平均數		標準差		t 值	*p* 值
	男生	女生	男生	女生		
前測	43.13	43.63	10.61	12.29	-.139	.890
後測	62.00	64.00	9.52	13.61	-.526	.885
學後保留	59.00	57.38	12.15	10.89	.469	.641

註：前測、後測及學後保留之總分皆為 100 分

在學後保留成績上，男女生也無顯著差異。

二、學習滿意度問卷調查結果分析

實驗教學後，針對實驗組學生實施「學習滿意度」調查，調查結果以百分比方式呈現。此外，因「學習滿意度」調查為結構式問卷，無法充分表達學生感受，因此另設計半結構式問卷，以訪談方式進行。茲將結果分述如下：

(一)學習滿意度調查及訪談結果分析

1.教材介面設計方面

29.2% 學生覺得文字大小須改善，色彩選定大部份學生可接受。87.9% 學生覺得教材能強調重點。87.5% 學生覺得動畫內容印象深刻，呈現時間適中，但有 12.5% 學生認為教材不夠吸引，對多層頁次的教材感到複雜。

學生對介面設計訪談結果歸納如下：(以下 A-20、A-17…代表不同學生)

學生認為本教學能提供吸引的畫面，生動活潑，能激發好奇心，促使他們願意學習。

“…新的教學方式因有彩色圖畫，較引人注目”（A-20）

“新的教學方式比較生動，容易激發好奇心，進而去深入瞭解，傳統的就比較無趣，也比較容易睡覺…”（A-17）。

學生覺得呈現字體須大一些，且要平均；部份前座同學感覺燈光太亮，使眼睛容易疲勞。

“我對教材內容尚滿意，很活潑讓學習者容易吸收，不過字體太小”（A-26）

“…非常滿意這樣的教學，優點有動畫、有圖片…背景給人的感覺蠻輕鬆自在；缺點是字型有大有小不平均。”（A-23）。

“教材的優點是內容豐富；缺點是座位太近看久了，使眼睛很疲勞”（A-21）

2.教學方法方面

在課程講解上，83.3% 學生覺得本教學策略較傳統講述法更生動有趣。83.4% 學生認為能清楚表達單一或整體的概念。但有 25% 學生不同意以超連結方式教學能立刻將概念連接，此是否因畫面與畫面間超連結後，因前一畫面消失而影響學生與目前畫面之聯想。

在學習環境上，81.2% 學生覺得本教學有更多時間發問與老師互動。87.5% 學生認為以螢幕呈現較板書更有效率。但有 31.3% 學生覺得，在上課時熄掉部份燈光，會令其想睡，或無法看清螢幕上內容；另外 31.3% 學生覺得使用視聽輔助設備，並不會讓其更專心，比率高值得探討。

在評量方式上，87.5% 學生接受以概念構圖練習來整合主題內容；但以概念構圖作為評量工具卻有 31.3% 學生不接受，此可能學生對概念構圖瞭解不夠熟悉，以致不喜歡，因此有必要增加時數以加強學生對概念構圖的瞭解。

學生對教學方法之看法歸納如下：

學生認為本教學能迅速將資料呈現，教學緊湊，時間運用上有效率；同時可欣賞圖片，較傳統教學更能引起興趣；同時無粉筆灰飛揚情形，可維持室內良好空氣品質。

“…新的教學方式可以節省時間，電腦螢幕可以容納較多的資料使用，又不用擦黑板…。”（A-38）

“…新的教學方式省時，常有一些圖片動畫來吸引我們，傳統的教學方式吸粉筆灰，對前面同學健康不好，而且沒有圖片可欣賞想睡覺。”（A-10）

學生覺得採概念構圖來完成作業，對其概念學習有幫助，尤其在繪製過程中，不斷反覆思考課文內容，對概念之瞭解更加深刻。

“…藉由概念構圖的方法，使我更能練習如何統整”（A-12）

“…在畫概念構圖時，會先看完課本內容再畫，如果中間遇到困難，會回到課本內容再仔細地瞭解體會，直到懂為止，所以在畫概念構圖時，能讓我瞭解某個章節的重點。”（A-21）

3.學生學習成效方面

在學習興趣與態度上，85.4% 學生覺得動畫能促進學習，並感到滿意；72.9% 學生期望上化學課，並希望教師未來教學時能採用本教學策略教學。

在認知上，89.6% 學生覺得本教學可增進其對課程概念本身及概念間之理解；而在聯結概念上同意比率略低約 70.8%~77.1%，其實此部份是概念圖較難部份，能有如此認同度，可見本教學對學生學習有相當程度幫助。在後設認知上 79.2% 學生對未來之學習，會運用概念構圖法；有 89.6% 學生經此次學習，能更深入思考以前及未來所理解之知識，並開始檢討過去的學習方式，而採更有效之方法。

學生對學習成效之看法歸納如下：

學生認為本教學能將重點整理得有系統，且生動活潑，較傳統教學法更易讓其瞭解課程內容，對化學不再有恐懼。

“上了高中面對化學時，原先有點擔心，但看到老師用新的教學方式上課，使我原先的憂慮隨之而去…”（A-30）

“…在電腦內每個單元的重點，都歸類的很好，加上老師的講解對學習方面有很大的幫助。”（A-22）

本教學可提供多樣的內容學習；也容易回顧教學內容重複學習，增加印象。

“…新的教學方式可以了解看到不限於課本的東西。”（A-5）

“…新的教學方式較有統整性及連貫，且能隨時溫故知新，舊的資料可以再次複習、比較、連貫…”（A-6）

學生認為本教學策略，能帶動班級學習氣氛。

“新的教學方式較能帶動大家的學習心，使大家上課較認真。”（A-24）

學生建議本教學策略能應用於化學實驗；在教材設計上多一些動畫，教學效果會更佳。

“…化學實驗製作出動態的效果，更容易感興趣及吸收。”（A-23）

“希望有更多的課外資料，幫助我們增廣見聞，另外希望以動畫方式來表達一些我們容易混淆、忘記的概念。”（A-29）

“多一點動畫畫面，會更專注。新的教學方式較現代感，也較科技。”（A-18）

整體而言，本教學因電腦記憶容量大，能迅速提供較多課外資料，為傳統教學法無法比擬的。學生覺得教材有系統地提示重點，並重複顯示，令其印象深刻；而教材的顏色、影像、概念圖等，對其產生興趣，不過如能增加一些具趣味性的動畫，對其學習更有幫助。他們建議本教學如應用於化學實驗，有助於對實驗程序及內容之瞭解，顯現他們對本教學策略的認同與期望。

(二)實驗組不同性別學生在學習態度層面及學習滿意度之差異分析

針對研究假設(三)，不同性別學生接受本教學策略後，學習態度無顯著差異。依「學習滿意度」調查結果，進行獨立樣本 t 檢定，如表 6。可知實驗組男生與女生對每個態度題項之選擇，所表現之態度，兩者無顯著差異。同樣地，在整個學習態度層面及整體滿意度方面，兩者也無顯著差異。惟統計結果顯示學生對每個題項選擇皆偏向同意，且達顯著水準，如表 7。顯示學生經本教學策略後，在化學科學習態度上有明顯改變。

表 6：實驗組不同性別學生在學習態度及學習滿意度之差異分析摘要表

態度題項	性別	平均值	t	顯著性
1.我覺得電腦呈現的動畫，能促進我對化學科的學習	男 女	3.06 3.03	.174	.863
2.我覺得此教學法，會增加專心程度	男 女	2.81 3.00	-.967	.338
3.有了此教學法之後，我有期望上化學課的想法	男 女	2.94 2.69	1.256	.216
4.我覺得電腦輔助教學，讓我對化學科的學習更有信心	男 女	2.94 2.91	-.149	.882
5.我覺得利用電腦輔助教學來學習化學會更加容易	男 女	2.81 2.84	-.160	.873
6.我希望老師未來在教學時能繼續使用此教學法教學	男 女	2.94 2.94	.000	1.000
7.如果有機會我會向沒學過概念構圖的同學，推薦這種學習方式	男 女	3.00 3.13	-.627	.534
8.整體而言，我對這種學習方式感到滿意	男 女	2.88 2.97	-.508	.614
學習態度層面	男 女	2.97 2.94	-.110	.913
整體滿意度	男 女		-.099	.922

表 7： 實驗組學生在學習態度層面各題項同意情形顯著性分析摘要表

態度題項	平均值	t	顯著性
1.我覺得電腦呈現的動畫，能促進我對化學科的學習	3.04	6.449	.000***
2.我覺得此教學法，會增加專心程度	2.94	4.791	.000***
3.有了此教學法之後，我有期望上化學課的想法	2.77	2.600	.012*
4.我覺得電腦輔助教學，讓我對化學科的學習更有信心	2.92	4.252	.000***
5.我覺得利用電腦輔助教學來學習化學會更加容易	2.83	3.665	.001**
6.我希望老師未來在教學時能繼續使用此教學法教學	2.94	4.791	.000***
7.如果有機會我會向沒學過概念構圖的同學，推薦這種學習方式	3.08	6.248	.000***
8.整體而言，我對這種學習方式感到滿意	2.94	5.068	.000***

註：* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

三、學生學習成就（後測成績）與學習滿意度各層面的徑路分析

為探討學生學習成就，與滿意度各層面間可能存在的關係，假設教材呈現會影響學習興趣、學習環境、課程講解：學習興趣會影響學習態度和學習成就；課程講解會影響學習環境及學習成就；學習態度會影響學習

成就；學習環境營造會影響學習興趣與學習態度等關係。因此進行五個複迴歸分析：

1.化學科學習成就為效標變項，課程講解、學習興趣、學習態度為預測變項。
2.學習態度為效標變項，學習環境及學習興趣為預測變項。
3.學習興趣為效標變項，教材呈現及學習環境為預測變項。
4.課程講解為效標變項，教材呈現為預測變項。
5.學習環境為效標變項，教材呈現及課程講解為預測變項。

徑路分析結果如圖 11、表 8 及表 9。由圖 11 徑路係數知，課程講解對學習成就有直接影響（β = .445）及間接影響（β = .104），總影響為 .549；學習態度對學習成就有直接影響（β = .457），學習興趣透過學習態度間接影響學習成就，影響效果為 .157；學習環境透過學習興趣及態度間接影響學習成就，影響效果為 .350；教材呈現透過課程講解、學習環境、學習興趣及學習態度等間接影響學習成就，其影響總效果為 .456；從效果值可知，課程講解對化學科學習成就影響最大，學習態度與教材呈現次之，因此教材呈現雖對學生學習很重要，仍須透過教師講解，才能促進學習，以上五個預測變項能解釋學生化學學習成就變異量的 46.1%（= 1-.539）。另外教材呈現影響學生化學科學習成就的主要路徑為「教材呈現→課程講解→學習成就」、「教材呈現→課程講解→學習環境→學習興趣→學習態度→學習成就」以及「教材呈現→課程講解→學習環境→學習態度→學習成就」等三條。

陸、結論與建議

概念構圖法與電腦輔助教學法分別應用於教學上多年，而將兩者結合卻是個新嘗

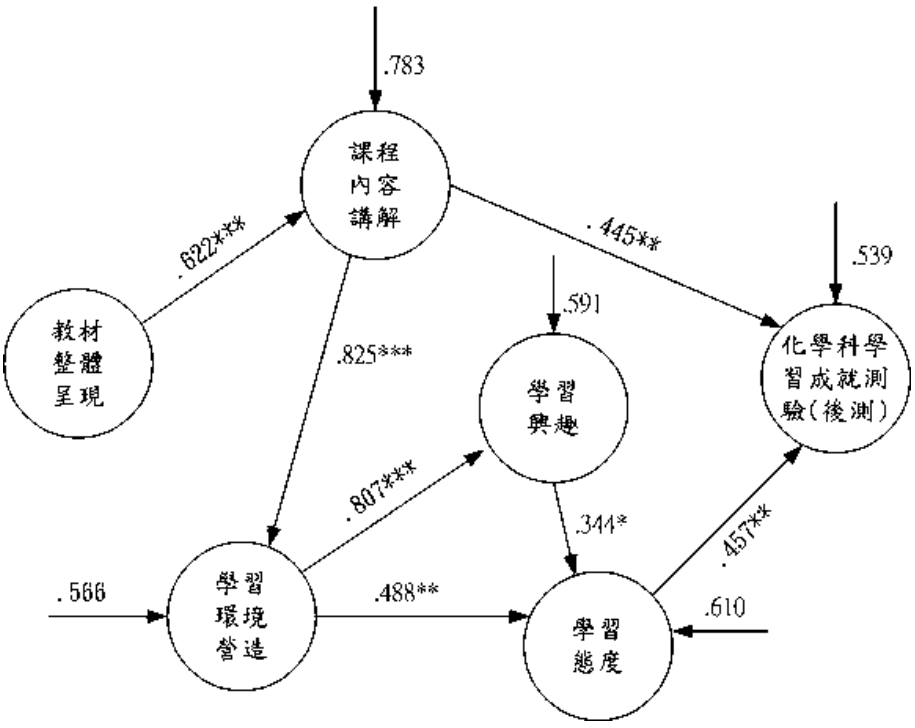

圖 11：化學科學習成就與滿意度各層面之徑路分析圖

表 8：化學科學習成就徑路圖之效果分析

徑路途徑	效果種類	徑路係數
課程講解→學習成就	直接效果	.445**
學習態度→學習成就	直接效果	.457***
學習環境→學習態度	直接效果	.488**
學習興趣→學習態度	直接效果	.344**
學習環境→學習興趣	直接效果	.807***
教材呈現→課程講解	直接效果	.622***
課程講解→學習環境	直接效果	.825***
教材呈現→課程講解→學習成就	間接效果	.277
教材呈現→課程講解→學習環境→學習興趣→學習態度→學習成就	間接效果	.065
教材呈現→課程講解→學習環境→學習態度→學習成就	間接效果	.114
教材呈現→課程講解→學習環境	間接效果	.513
教材呈現→課程講解→學習環境→學習興趣	間接效果	.414
教材呈現→課程講解→學習環境→學習興趣→學習態度	間接效果	.142
教材呈現→課程講解→學習環境→學習態度	間接效果	.250
課程講解→學習環境→學習興趣→學習態度→學習成就	間接效果	.104
課程講解→學習環境→學習態度→學習成就	間接效果	.184
學習環境→學習興趣→學習態度→學習成就	間接效果	.127
學習環境→學習態度→學習成就	間接效果	.223
學習興趣→學習態度→學習成就	間接效果	.157

註：** $p < .01$　*** $p < .001$

表 9：化學科學習成就路徑分析之總效果說明

	自變項	依變項（內衍變項）	總效果
外	教材呈現	課程講解	.622
衍		學習環境	.513
變		學習興趣	.414
項		學習態度	.392
		學習成就	.456
內	課程講解	學習成就	.549
衍	學習環境	學習成就	.350
變	學習興趣	學習成就	.157
項	學習態度	學習成就	.457

註：總效果等於直接效果加上所有間接效果之總合。

試，希望藉由兩者融入能截長補短，發展成更適合學生學習的方法，是本研究之目的。

在此根據上述結果，歸納幾點結論，並提出建議，供學校或有關單位參考。

一、結論

(一)綜合高中生在化學科學習上，接受「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略的學生，其後測成績，明顯優於傳統講授法之學生。

(二)綜合高中生在化學科學習上，接受「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略的學生，其學後保留成績，明顯優於傳統講授法之學生。

(三)實驗組內學生在化學科後測成績，與學後保留成績比較，發現低層次之知識、理解、應用及高層次評鑑等層面，

學後保留情形佳，但分析及綜合等層面，學後保留情形不佳，可能與學生自然科基礎程度偏低有關。

(四)綜合高中生在化學科學習上，不同性別之學生，在接受「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略後，其後測成績無顯著差異。

(五)綜合高中生在化學科學習上，不同性別之學生，在接受「概念構圖融入電腦輔助教學」之教學策略後，其學後保留成績無顯著差異。

(六)綜合高中生在化學科學習，不同性別之學生，在接受「概念構圖融入電腦輔助教學」後，在學習態度上無顯著差異。

(七)根據「學習滿意度」調查、學生訪談及教師看法發現，本研究所發展之教材介面，在感官視覺上，能引起學生注意與興趣，改變他們的學習態度，在內容呈現上能強調重點，提供豐富資訊，對學生之認知與後設認知有助益。整體而言，學生對於本教學策略持高度肯定；但仍有一些缺點須改進，如字體大小，動畫數量及趣味性之加強，畫面之間的連結、教室內燈光等。

(八)本研究運用徑路分析來瞭解學生「學習滿意度」各層面，與化學科學習成就之間的關係，結果發現教材呈現影響學生學習成就的路徑主要有「教材呈現→課程講解→學習成就」、「教材呈現→課程講解→學習環境→學習興趣→學習態度→學習成就」以及「教材呈現→課程講解→學習環境→學習態度→學習成就」等三條路徑。其中對學生學習成就之影響力，以課程講解最大，學習態度次之，教材呈現再次之。

二、建議

從結論中瞭解到本教學策略較傳統講授法，對綜合高中生在化學科學習上有明顯助益，足見其價值性；但仍有不足之處，因此提出幾點建議，供學校或有關單位，在研究或發展「概念構圖融入電腦輔助教學」時之參考。

(一)加強「概念構圖融入電腦輔助教學」軟體教材設計

1.每個概念呈現，儘可能以動畫為優先，影像次之，文字再次之；而動畫呈現時間適中，能充分表達概念。

2.動畫須掌握生動性、趣味性，並增加音效，以留下深刻印象。

3.影像表現，應注意色彩；文字表現，應注意字型及大小，且簡明扼要。

4.為增進學生對整體概念瞭解，如能設計在螢幕上同時看到目前與前一張畫面為佳。

(二)營造更佳學習環境

從徑路分析中瞭解到，「學習環境營造」對學生學習成就影響不大，顯示在學習環境營造上有待加強，尤其硬體上之配合。

1.教室內設固定式投影設備，減少安裝與拆卸時間，維持正常教學。

2.投射燈光採適當強度，使前座者不會眼睛疲勞，後座者能看清畫面。

3.如校內設置專屬多媒體教室，可提昇學習環境。

(三)於教學活動上，安排更長時間指導學生瞭解概念構圖，使學生掌握原則，增加對概念構圖繪製之信心。

(四)採本教學策略，教師在講解上，仍須將畫面中概念之間的關係，及畫面之間的連結，須不斷重覆說明，才能加

強學生之整體認知。

(五)結合不同領域教師組成專業團隊，共同發展「概念構圖融入電腦輔助教學」之教材，並培養跨領域人才，成為發展教材之溝通協調者，以期發展更佳之教材。

參考文獻

1. 中正大學（2004）：**以三度空間分子模擬輔助化學教學**。2004 年 8 月 25 日，取自 http://www.chem.ccu.edu.tw/~cyhung/index.html。
2. 毛治婷（2000）：**網路型電腦輔助教學系統及成效分析 — 以國中電磁教學為例**。台北市：中國文化大學資訊管理研究所碩士論文（未出版）。
3. 王立行（1992）：電腦輔助教學的原理與實務探討。**資訊與教育雙月刊**, **30**, 12-38。
4. 王建今（2003）：**分子模型模擬網站融入高中化學教學之成效研究**。台北市：國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文（未出版）。
5. 余民寧（2002）：**教育測驗與評量 — 成就測驗與教學評量**。台北市：心理。
6. 余民寧（2003）：**有意義的學習 — 概念構圖之研究**。台北市：商鼎。
7. 李青蓉、魏丕信、施郁芬和邱昭彰（1998）：**人機介面設計**。台北縣：國立空中大學印行。
8. 沈中偉（1995）：多媒體電腦輔助學習的學習論基礎研究。**視聽教育雙月刊**, **6**, 12-15。
9. 林書岑（2001）：**高中電化學概念媒體教學與教師教學策略之研究**。台北市：國立台灣師範大學化學研究所碩士論文。
10. 邱喚文（2001）：**利用概念構圖探究國中三年級學生「酸與鹼」的概念學習**。台北市：國立台北師範學院碩士數理教育研究所學位班論文。
11. 張春興（1999）：**教育心理學 — 三化取向的理論與實踐**。台北市：東華書局。
12. 張靜譽（1995）：**何謂建構主義？建構與教學**，**3**。2005 年 3 月 10 日，取自 http://pck.bio.ncue.edu.tw/pckweb/c&t/issue1-8/v3-0.html。
13. 教育部（1995）：**高級中學課程標準**。台北市：教育部。
14. 教育部（2002）：**綜合高級中學課程綱要**。台北市：教育部。
15. 梁寶堂（2001）：**概念構圖教學策略對提升國三學生光概念理解與問題解決能力之行動研究**。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。
16. 莊文吉（2004）：新世紀教學你需要電腦動畫。**康軒通訊**, **1**, 8-10。
17. 喻鴻鈞（2001）：**概念構圖促進國中學生「密度」概念學習之研究**。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。
18. 陳英豪、吳裕益（1998）：**測驗與評量**。高雄市：復文書局。
19. 陳竹亭（2004）：**基礎化學**。台北縣：大考通訊社。
20. 黃永哲（2002）：**合作學習建構概念圖之成效探究**。高雄市：國立高雄師範大學化學研究所碩士論文。
21. 黃美珠（1997）：電腦輔助教學軟體設計原則之探討。**視聽教育雙月刊**, **38**(5), 17-24。
22. 黃萬居（1992）：師範學院學生的概念構圖和化學成就、科學過程技能、邏輯思考能力和性別相關之研究。**台北市立師範學院學報**, **23**, 345-356。
23. 楊永華、張麗英、羅世焜和何金錫（2004）：**基礎化學**。台北市：三民書局。
24. 楊坤原（2000）：教學主義與建構主義對電腦輔助教學設計的意含。**視聽教育雙月刊**, **42**(3), 14-27。
25. 楊寶旺（2002）：**基礎化學**。台北縣：龍騰

文化事業。
26. 劉宏文（1996）：建構主義的認識論觀點及其在科學教育上的意義。**科學教育月刊, 193**, 3-12。
27. 劉興漢（1991）：**我國台灣地區實施綜合高中可行性之研究**。台北市：台灣省政府教育廳委託國立政治大學教育研究所。
28. 簡綜男（1998）：**互動式多媒體輔助教材在電腦教學之學習成效影響研究**。桃園縣：國立中央大學資訊管理研究所碩士論文。
29. 羅希哲、溫漢儒和顏肇容（2003, 12 月）：**綜合高中化學科及生物科課程之教學現況、學習難易程度與電腦輔助教學需求之調查研究**。論文發表於國立嘉義大學九十二學年度應用教學科技於科學教育學術研討會。嘉義市：國立嘉義大學科學教育研究所。
30. Allan, A. G. (2003). Cooperative chemistry – Concept Mapping in the Organic Chemistry Lab. *Journal of College Science Teaching, 32*(5), 311-315.
31. Bayraktar, S. (2001). A meta-analysis of the effectiveness of computer-assisted instruction in science education. *Journal of Resarch on Technology in Education, 34*(2), 173-188.
32. Boyle, T. (1997). *Design for multimedia learning*. New York: Prentice Hall.
33. David, S. B. (2003). High school biology: A group approach to concept mapping. *The American Biology Teacher, 65*(3), 192-197.
34. Donald, S., & Barbara, Y. (2003). Using concept mapping to aid African American students' understanding in middle grade science. *The Journal of Negro Education. 72*(3), 333-337.
35. Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: Learning as a restructuring process*. New York: Teachers College, Columbia University.
36. Heather, J. Q., Joel, J. M., & Richard, A. L. (2003). Successive concept mapping. *Journal of College Science Teaching, 33*(3), 12-16.
37. Michael, J. S., Amy, J. P., & Jason, F. (2000). Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a can-crushing demonstration. *Journal of Chemical Education, 77*(11), 1517-1520.
38. Nakhleh, M. B. (1994). Chemical education research in the laboratory environment. *Journal of Chemical Education, 71*(3), 201-207.
39. Rieber, L. P. (1993). A pragmatic view of instruction technology. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education.* Washington, D.C: AAAS Press.
40. Tsai, C. C., Lin, S. S. J., & Yuan, S. M. (2001). Students' use of web-based concept map testing and strategies for learning. *Journal of Computer Assisted Learning. 17*, 72-84.
41. Tobin, K., & Tippins, D. (1993). *The practice of constructivism in science education.* Washington, D.C.: AAAS Press.
42. Wainwright, C. L. (1984). The effectiveness of a computer-assisted instruction package in suppementing teaching of selected concepts in high school chemisty: writing formulas and balancing chemcal equations (Ph.D., University of Minnesota, 1984). *Dissertation Abstracts International, 232, AAT8424757.*

A Study of Integrating Concept Mapping into Computer Assisted Instruction in Chemistry Learning Achievement and Learning Attitude at a Comprehensive High School

Shi-Jer Lou[1], Han-Ru Wen[2] and Kao-hung Tseng[3]

[1]Institute of Technology and Vocation Education,
National Pingtung University of Science and Technology
[2]Mei-ho Senior High School
[3]Department of Management of Business Administration,
Mei-ho Institute of Technology

Abstract

The purpose of this study was to propose the strategy of integrating concept mapping into computer assisted instruction ("instruction strategy") for the comprehensive high school chemistry teachers. Quasi-experimental design was adopted to investigate the effect of the instruction strategy on students' academic achievement in chemistry as well as their change in learning attitude. Two classes of first-grade students at a comprehensive high school were chosen, one class as the experimental group and another class as the control group. The time period of the intervention was eight weeks. Descriptive and inferential statistics were adopted for the experimental data analysis in this study. Qualitative analysis based on the interview with students from the experimental group was also conducted. This study revealed the following significant results: (1)The chemistry academic achievement of the students in the experimental group was significantly better than that in the control group; (2)Chemistry learning retention of the students in the experimental group was not satisfactory, especially in two cognition layers including the analysis and synthesis ones. However, it was better in some cognition layers such as the knowledge, comprehension, application, and evaluation layers; (3)There was no significant difference in academic achievement, learning retention, and learning attitude between genders in the experimental group; (4)The instruction material developed from this study can attract students' attention, enhance their motivation, and change their learning attitude. (5)According to the results from path analysis, three main paths of instruction material software interface influenced the students' academic achievement can be concluded. They are "instruction material software interface → course content explanation → academic achievement", "instruction material software interface → course content explanation → learning environment creation →

learning motivation → learning attitude → academic achievement" and "instruction material software interface → course content explanation → learning environment creation → learning attitude → academic achievement."

Key words: Chemistry, Comprehensive High School, Concept Mapping, Computer Assisted Instruction