

電腦概念構圖軟體融入國小自然與生活科技領域教學之學習成效—以環保概念為例

謝秀艷¹ 賴阿福²

臺北市立教育大學 自然科學系¹ 資訊科學系²

(投稿日期：96年12月4日；修正日期：96年12月21日；接受日期：97年4月6日)

摘要

運用傳統紙筆方式進行概念圖的繪製常存在構圖不易、修改不易等缺點，因此本研究旨在以電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學，以環保概念為主題進行教學實驗，探討電腦概念構圖融入教學對於國小六年級學童之學習成就、學習態度以及後設認知表現之影響。

本研究採用「不等組前測後測控制組設計」之準實驗教學設計，研究對象為臺北市某國小六年級四個班級 94 位學童，其中實驗組學童接受電腦概念構圖軟體融入教學，控制組學童接受一般教學。研究工具包括：自然科學習成就測驗、自然科態度量表、後設認知量表、電腦概念構圖軟體使用意見調查表，所得資料以描述性統計、二因子共變數分析進行統計分析及考驗。研究結論如下：

- 一、電腦概念構圖融入教學對於自然與生活科技領域學習成就之影響方面，實驗組在自然科學習成就測驗的表現顯著優於控制組，不同性別學童於自然科學習成就測驗表現上無顯著差異。
- 二、電腦概念構圖融入教學對於自然科學習態度之影響方面，實驗組在自然科態度量表的表現顯著優於控制組，不同性別學童於自然科學習態度量表表現上無顯著差異。
- 三、電腦概念構圖融入教學對於後設認知之影響方面，實驗組在後設認知量表表現顯著優於控制組，不同性別學童在後設認知量表表現亦達顯著差異，且男生成績高於女生。
- 四、大多數的學生對於電腦概念構圖軟體進行學習的方式抱持正面的態度。

關鍵詞：概念構圖、電腦概念構圖軟體、環保概念、後設認知、學習成效

壹、研究背景與目的

填鴨式教育及機械式學習(rore learning)將新知識填塞入學習者原有的認知架構中，但這些片段、僵化知識(inert knowledge)因其轉移學習成效不佳，故經常無法有效地應用於問題解決；相反地，學習者有意識地將新知識與自身既有的概念做有意義的連結，使之成為更穩固的認知架構及整合知識(integrated knowledge)，便是有意義的學習(meaningful learning)；建構主義的教學強調學習「學習的方法」，即讓學童學習「如何去學」(learning how to learn)，使學習者成為知識概念的擁有者，激發學習興趣與潛能(耿筱曾，1997)。概念構圖因應上述的教育理念而產生，且被應用在各學習領域中。

傳統的概念構圖以紙筆方式進行，存在許多的缺點，因而影響到概念構圖的學習成效，例如：不易修改、不易評分等缺點(黃台珠，1995；Inman, Ditson & Ditson, 1998)，如果能利用電腦化概念構圖軟體來改善傳統紙筆構圖的不便，提供多媒體的構圖介面，結合概念構圖學習策略及資訊工具的優點，由教師引導學習者熟悉電腦化概念構圖軟體，且在適當的學習時機，由學生自行建構概念圖，以呈現學生的知識結構，應比文字為主且較抽象的構圖環境或傳統紙筆構圖環境，更能引起學習者的學習動機，引發學生學習興趣，促進學習的成效。此種以資訊為學習工具之策略，正符合九年一貫教育政策強調資訊應用之精神。

因此本研究希望在一般的自然科教學方法當中，融入電腦概念構圖軟體來輔助自然科學的學習，讓學習者透過此電腦概念構圖軟體，依據自己的認知結構，主動地建構概念圖，而不再只是被動的接受教材內容，而是能將教材和學習者的本身已具備的概念架構相結合，進行有意義的學習，且符合建構主義的學習理念。所以，本研究以環保概念為主題進行教學實驗，欲探討學生環保概念的認知情形變化，及學習者對於電腦概念構圖軟體進行學習的方式所抱持的態度。

另外，國內外許多的研究(林筱雯，2002；陳李綢，1999；陳嘉成，1998；鍾聖校，1992；Paris, 1984；Wellman, 1985)皆指出，學生的學習成效和本身的後設認知有極大的關連，因此，本研究亦欲探討運用電腦概念構圖軟體是否有助於學生後設認知表現的提升或改變，除外，大部份國小學生對於電腦具有高度之喜好度，也希望瞭解運用電腦概念構圖是否有助於提升學生自然科的學習態度，因此希望能藉此研究了解學生在這些方面的表現差異。

依據上述研究背景及動機，本研究主要目的如下：

- 一、比較不同教學模式（即電腦概念構圖軟體融入教學、一般教學）以及不同性別的國小高年級學生在環保概念之學習成就的差異。
- 二、比較不同教學模式以及不同性別的國小高年級學生在自然科學習態度的差異。
- 三、分析不同教學模式以及不同性別的國小高年級學生在環保概念學習之後設認知表現的差異。
- 四、探討學生對於電腦概念構圖軟體進行學習所抱持的態度。

貳、文獻探討

一、概念構圖的理論基礎

（一）認知學習理論

概念構圖的發展源自於 Ausubel 同化理論（assimilation theory），此認知學習理論當中敘述了概念和概念之間的分類體系和關聯，並提供學生思考概念和另有概念之間的關聯性。認知學習（cognitive learning）的學習形式，可以使學習者有組織的去儲存所學習的知識，而這些儲存在學習者的認知架構中的知識，構成有意義的狀態，因此 Ausubel(1968)的認知學習理論認為，概念與概念間的關係及學習者的「先備知識」（Prior Knowledge）在「有意義的學習」上扮演重要角色；當學習者的新知識與原有的概念與命題架構（Proposition Framework）有意義地聯結在一起時，學習便產生了（余民寧、陳嘉成、潘雅芳，1996）。

（二）建構主義

皮亞傑（Piaget）認為認知是一種建構作用（cognition as a construction），人在生存的環境中，為了適應、接納環境，憑著自身的「基模」(schema)，透過「同化」(assimilation) 與「調適」(accommodation) 的作用來進行對外環境的認知，及建構有助於適應環境的知識。皮亞傑（Piaget）也指出，因為學生的成熟程度、成長階段、經驗背景的不同，因此每個人建構出來的基模和知識也就不同，認知也會有很大的差異（張春興、林清山，1994）。

建構主義的觀點認為：知識是孩子自身所建構出來的，而這些學習者本身建構出來的知識只是暫時性的，它會不斷的被修正和成長（Cleminson, 1990; Hodson,1988;

Nussbaum, 1989; 引自黃萬居, 1993)。所以, 建構主義的教學目標強調的是: 讓學童學習「如何去學」(learning how to learn), 也就是學習「學習的方法」, 使學習者成為知識概念的擁有者, 奠定日後的學習基礎; 所以教導學生適當的學習策略, 並重視其學習過程, 就顯得格外重要(耿筱曾, 1997)。

二、概念圖與概念構圖之探討

(一) 何謂概念圖

Novak 和 Gowin(1984)根據 Ausubel「有意義的學習」理論, 發展出用來表徵個人內在知識結構的概念構圖(concept mapping)工具, 強調概念的階層性、概念間的命題、交叉連接等, 從學生所繪製的概念圖(concept map)中, 教師可以了解學生知道了什麼? 不知道什麼? 產生了哪些迷思概念? 並將概念構圖定義為: 一個架構, 此架構可以表徵一組概念的意義。此一學習方法, 就是學習者將學得的概念結構, 以平面的圖形表達出來。

Novak 和 Gowin 將概念圖分成四個結構部分:

- 1.關係 (relationships): 運用線和連結語連結兩個概念成為一道命題的連結關係, 且表達出這兩個概念間的連結關係須為有意義且是有效的。
- 2.階層 (hierarchies): 係指概念圖中所呈現出的階層個數, 其中, 每一個附屬概念應比其上階層概念更具特殊性、更不一般化, 亦即, 概念圖中概念的排列應呈現階層性。
- 3.交叉連結 (cross-links): 係指概念圖中某概念階層的一部份和另一階層的部分概念間呈現有意義的連結關係, 且此關係必須是重要且有效的。
- 4.舉例 (examples): 係指學習者能根據自己的理解, 舉出特殊且具代表性的例子, 且所舉的例子須為學習者將知識進行統整後, 所找出特定的事件或物件。

依據上述四種結構, 概念圖能有效地將有關的概念, 按照階層(hierarchy)架構排列, 並以命題連接(propositional linkages)各個概念間的關係, 是一種視覺化表示法(黃萬居, 1993)。因為概念圖可以促進有意義的學習和有效率的教學, 所以已經成功地被使用在許多科目上, 特別是科學。概念圖可以用來當作學生學習的工具, 讓教師來評估學生的學習情形, 以提升教學品質; 亦被當作後設認知工具, 以幫助教師和學生更瞭解學習的過程; 另外, 概念圖也被當成學習的地圖, 利用概念圖, 教師可以將知識結構呈

現給學生，而學生則可以呈現自己的先備知識或認知結構，教師可從其結構找出學生的錯誤或另有架構（Edmondson, 1999）。

（二）何謂概念構圖

將教材抽取某一概念成爲核心概念（focal concept），讓學習者圍繞此一核心概念，且將所有理解的相關概念組織起來，以表徵學習者在此概念的知識結構，此種建構歷程即稱爲概念構圖（陳嘉成，1998）。Heinze-Fry 等（1984）認爲概念構圖是一種視覺化的認知結構表示法（引自黃萬居，1993）。余民寧（1997a，1997b）認爲概念構圖即是在教學前後各給予受試者一組概念，然後要求受試者將這些概念運用適當的聯結語把他們聯結起來，以成爲一幅概念圖。

因此概念構圖嘗試以具體的圖像來說明，在某一個特定的範疇中，包含了哪些概念，以及這些概念與概念之間彼此關係，而對於教師及學生而言，透過概念構圖的方式，可讓別人理解或自己反省對於某一範圍內科學概念的理解程度。

Novak 和 Gowin (1984) 認爲概念構圖具有四項功能：(1)使概念或命題更具體化及外顯化；(2)使教師及學習者能針對特定命題聯結的有效性彼此交換意見看法，或者可找出概念之間錯誤的連結；(3)顯示學習者迷思概念的一種工具；(4)有助於探討概念的意義。

概念構圖用在彰顯提綱挈領、含攝學習、層級學習、漸進分化及統整和 Ausubel 的認知同化學習理論方面，是一種非常優良的工具（余民寧，1997a，1997b）。且概念圖的應用範圍廣泛，幾乎沒有什麼科目領域是無法使用概念圖來教學（Novak, 1990）。

在此，將概念構圖於教學、評量、後設認知三方面應用分別加以說明：

1. 在教學方面

概念圖使得老師能夠更有組織性的表達課程內容，也同時使學生的學習有更明顯的進步(Stice, Carole F. & Marino C. Alvarez, 1986)。余民寧（1997a，1997b）建議教師可以呈現已經排列好階層關係但未標上聯結線和聯結語的概念圖給學生，然後和學生進行討論，要求學生連連看、看圖說故事、解釋概念間的聯結關係，藉此了解學生有無觀念錯誤或學習困難所在，並幫助學生歸納統整所學過的重要概念。另一做法是，只提出主題（即核心概念），讓學生自由建構概念圖，而教師可從學生所繪製的概念圖中，發現學

生的創造性想法、迷思概念，以做為補救教學的依據（Novak, Gowin & Johansen, 1983；引自蔡天民，2002）。

教師也可在教學前製作好一份概念圖，利用概念圖來說明單元中概念間的結構關係。而學生閱讀專家建構的的概念圖，可以獲得概念鷹架（concept scaffold），然後依據結構尋找文章的概念關係，這對於概念同化將有所助益。

2.在評量方面

余民寧、陳嘉成（1996）在其研究中指出，傳統的評量方式，不容易測出學生高層次的思考、語意的思考與組織表達的能力，若試題編製不良，更可能只測量到最低層次的認知能力，如記憶力。且以「試題」為最基本的分析單位，評量結果所能提供給老師的訊息，不是全對就是全錯，忽略了學生在某些概念的學習上並非「全有或全無」的可能。而概念構圖提供了一種新的評量方式，讓教學者可以利用概念構圖來測量學生知識結構的變化歷程，這樣一來，教學者更能清楚的了解學生的差異，彌補傳統紙筆測驗的不足。

3.在後設認知表現方面

後設認知（metacognition）在字面上的意義是「思考自我的思考」，也就是學生在透過反思自己學習的過程中，可以對於自己的思考歷程得到後設認知的洞察力；後設認知涵蓋好幾個面向，包括對自己喜好的學習模式的察覺，對作業的承諾與堅持、設定目標、對學習的態度、冒險心、以及集中注意，因此為了幫助學生在後設認知上覺醒，教師可以規劃班級討論，或編製讓學生以學習者的身份反省「自我認識」的問卷。這些歷程讓學生可以洞悉自己的特點及思考有益或不利的態度。另外透過自我觀察，學生開始察覺他們在學業上或非學業情境上個人所具有的控制感，也就是學生可以學到承諾、態度、注意力與堅持等根本責任；因此像這樣的後設認知意識可以鼓勵學生做出成功的選擇，並有效修正自己的行為（林慈苓，2005）。建構主義論者認為，新知識的產生乃是一種人類主動建立的過程，而概念圖則是將此建構過程，具體地表現出來。所以，有些研究者皆將概念構圖視為一種「後設認知工具」（metacognitive tool）（陳嘉成，1998）。

三、電腦化概念構圖

傳統概念構圖方式是以紙筆的方式進行，但是很多研究（黃萬居，1993；謝真華，

1999；蔡天民，2002）指出，學生在進行概念構圖之繪製時，感到困難的原因如下：

- 1.構圖不易：因為在紙筆式的構圖過程中，常常因為概念節點增多，而使得圖形變得複雜，造成學生認為概念構圖過於繁瑣及複雜。
- 2.修改不易：用傳統紙筆方式繪製概念圖時，學習者只要一修改某一部份的節點，便會造成其他概念節點與連結語也須跟著修改，使得學生必須要花許多的時間與心力在圖形修正上。
- 3.評量不易：教師在評量學生的概念圖時，往往必須面對塗塗改改的概念圖，花費相當多的時間和精神，進而影響教師運用意願及概念圖實施的成效。
- 4.輔助不易：由於在構圖過程中，老師需面對多個學生，因此當學生有困難時，老師很難在第一時間給予即時的回饋。

因此，傳統的概念構圖需要改進，再加上近年來資訊科技的快速發展，於是電腦概念構圖軟體（Computer Based Concept Mapping，簡稱CBCM）的發展因應而生。綜合許多研究（余民寧、陳嘉成、潘雅芳，1996；宋德忠、陳淑芬、張國恩，1998）發現，目前的電腦概念構圖軟體具有以下特色：

- 1.容易繪製與修改：因為電腦概念構圖軟體編修節點功能強大，很容易地增加、刪減、修改節點與調整概念圖的結構。
- 2.容易計分與評量：在電腦概念構圖軟體中可以設定專家概念圖，併將學生所繪製出的概念圖與專家概念圖做比對，進而求出比值。但極少軟體提供此項功能。
- 3.提供適當的回饋：在電腦概念構圖軟體中，電腦可以根據設計者所設定的規則，給予學習者適當的回饋，讓學習者更樂於修改他們所繪製的概念圖。
- 4.紀錄繪圖歷程：在電腦概念構圖軟體中，電腦可以將學習者的構圖歷程，分段或固定一段時間將學習者的構圖歷程紀錄到資料庫中，以方便研究者進一步的研究。

除了上述特色，有些系統甚至充分運用現今的資訊科技，設計出支援線上合作式構圖、多媒體構圖(即節點以多媒體或超媒體呈現)，以及提供框架等功能。因此教師更方便地從此類系統了解學習者的迷思概念及個別差異，進而幫助教師從事補救教學，或是當作評量的工具。但上述系統並不是每樣功能都齊全，有些系統的設計只是為了符合當時研究的需求，有些則是商業軟體，並沒有考量到教育的需要，因此電腦概念構圖軟體在教育的應用上，仍有很大的發展空間存在（簡文偉，2004）。本研究在斟酌各項系

統功能、教學環境、學生學習能力及經費限制後，決定採用Inspiration的軟體做為教學實驗的工具，表1為國內外已發展之電腦化概念構圖系統之比較。

表1 國內外已發展的電腦化概念構圖系統比較（修改自簡文偉，2004）

系統名稱	動態影像	靜態圖片	聲音檔	超連結
Webster Knowledge map system	V	V	V	V
Inspiration		V		V
Axon idea Processor		V		V
WebMap(Kmap)	V	V	V	V
IHMC CMap	V	V	V	V
SemNet	V	V	V	V
Learning Tool		V		V
HandLeR	V	V	V	V

參、研究方法

一、研究設計

本研究採用準實驗研究法（quasi-experimental design）之「實驗組、控制組不等組前測後測設計」於綜合領域課程進行教學實驗，以台北市中山區某國小六年級兩個班為實驗組，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學；另兩班為控制組，採用一般教學，即未實施電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學。在教學實驗前，先進行「自然科學習成就測驗」前測、「自然科學習態度量表」前測和「後設認知量表」前測，教學實驗計三週（共六節課），教學後對實驗組和控制組進行「自然科學習成就測驗」後測、「自然科學習態度量表」後測和「後設認知量表」後測，另外實驗組並進行「電腦概念構圖軟體使用意見調查表」。蒐集的資料經過統整後，進行獨立樣本二因子共變數分析，以探討不同教學模式與不同性別的學童在環保概念之認知成就、學習態度及後設認知表現之差異性。

二、研究對象

本研究採方便取樣，以臺北市中山區某國小六年級四個班級共 94 位學生（兩個班為

實驗組，共 47 人；另兩個班為控制組，共 47 人）為研究對象。參與實驗之學校在學生三年級即開始安排每週一小時之電腦課程，因此學生在六年級時已具備基本電腦知識及技能，如文書處理、簡報製作、電腦繪圖、電子郵件等。

三、研究工具

本研究所使用到的工具有下列六種：

- (一) 軟、硬體工具：本研究採用的概念圖軟體為 Inspiration 6.0 的試用版(已中文化)；採用的硬體為電腦教室的多媒體電腦，且為一人一機之操作環境。
- (二) 自然科學習成就測驗：本研究採用之「自然科學習成就測驗」係指由研究者自編之自然科學習成就測驗，包含生態保育、環境保護、永續發展。試題編製完成後，敦請兩位專家以及三位國小自然科教師協助審題，並進行試題內容的討論和題目修辭語的適合度修正與改進，因此具有專家效度；為使試題內容涵蓋教學所欲達成的目標，亦以雙向細目表進行分析，使本問卷具有內容效度。在內部一致性考驗方面，其 KR21 信度係數為 0.7364，顯示本量表具可靠性。
- (三) 自然科學習態度量表：本研究引用謝真華（1999）「概念構圖教學對國小四年級學童在自然科學習成效之研究」的自然科學習態度量表。
- (四) 後設認知量表：此問卷編製的內容主要分為三個向度：「監控活動」、「調節活動」以及「評鑑活動」，並參考王子華（2002）、馮慈苓（2005）之後設認知問卷修改而來。問卷之預試對象為台北市某國小六年級三個班級共 75 位學生，且信度考驗結果得到 Cronbach's α 值為.8886，顯示本量表具有可靠性。
- (五) 電腦概念構圖軟體訓練及應用教材：本研究採用研究者自編之「電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學」之教學綱要與授課講義來進行教學。
- (六) 電腦概念構圖軟體使用意見調查表：本研究是採用研究者自編的電腦概念構圖軟體使用意見調查表以瞭解學生對於運用此電腦概念構圖軟體進行學習的心得與感想，並作為教學改進之依據。

肆、研究結果與討論

一、不同教學法和不同性別學生在自然科學習成就測驗表現之差異

為分析接受不同教學法和不同性別的學生在自然科學習成就測驗之差異情形，因此以教學法、性別為自變項，自然科學習成就測驗後測分數為依變項，自然科學習成就測驗前測分數為共變數，進行二因子共變數分析。其中為了瞭解實驗組和控制組學生起點行為的差異，因此先進行同質性考驗，分析不同組別學生的自然科學習成就測驗前測分數是否有顯著差異。從前測分數同質性考驗分析結果得到 $P=0.209$ ($P>.05$)，因此實驗組和控制組的學生在自然科學習成就測驗前測分數皆未達到顯著差異，表示兩組學生在認知的起點行為上無顯著差異。至於組別間、性別間排除前測分數之後，其學習成就後測分數是否達顯著差異，則進行二因子共變數分析考驗，結果如表 3、表 4。

表 2 不同組別和不同性別學生在自然科學習成就測驗前、後測之迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
組間	65.93	3	21.98	1.55	0.209
組內	1222.73	86	14.22		

* $P<.05$, ** $P<.01$, *** $P<.001$

表 3 不同組別和不同性別學生在自然科學習成就測驗後測總分之調節平均數

	組別	實驗組	控制組	不同性別
男生	調節前平均數	22.58	21.23	21.91
	調節後平均數	22.69	20.35	21.52
女生	調節前平均數	20.52	21.12	20.82
	調節後平均數	22.33	20.57	21.45
不同組別	調節前平均數	21.57	21.17	
	調節後平均數	22.51	20.46	

表 4 不同組別和不同性別學生在自然科學習成就測驗總分之二因子共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
組別	93.21	1	93.21	6.44	.013*
性別	0.095	1	0.095	.007	.936
組別*性別	1.97	1	1.97	1.36	.713
誤差	1288.653	89	14.48		

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$

由表 2 得知，迴歸係數具有同質性 ($F=1.55$, $P > .05$)，因此可以直接進行共變數分析，表 4 為二因子共變數分析結果，得知：

1. 在自然科學習成就測驗的總分表現上，組別和性別之間交互作用未達統計顯著水準 ($F=1.36$, $P > .05$)，即不同教學法和性別之間交互作用不顯著。
2. 由組別主要效果得知，不同組別學生在自然科學習成就測驗的表現上達顯著差異 ($F=6.44$, $P < .05$)，且實驗組學生（接受電腦概念構圖軟體融入教學）的自然科學習成就測驗分數優於控制組（未接受電腦概念構圖軟體融入教學）。因此從研究結果可以得知，電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學可以提升學生在自然與生活科技領域的學習成就。參閱國內研究（賴阿福，1999；朱文華，2004）皆指出，電腦輔助教學（CAI, Computer assisted instruction）、網路輔助教學（Web-Based Instruction）等教學方式，皆能增加學生自然科之學習成就；而本教學實驗結果顯示，電腦概念構圖軟體融入教學對於提升學生自然與生活科技領域的學習成就是有所幫助的，這和其他研究（余民寧、陳嘉成、潘雅芳，1996；宋德忠、陳淑芬、張國恩，1998；謝富榮，2003）是一致的。
3. 由表 3 得知，教學後，男生在自然科學習成就測驗總分分數大於女生分數（男生 = 21.52，女生 = 21.45）。但經統計分析後得知：不同性別學生在自然科學習成就測驗分數之表現未達顯著差異 ($F=0.007$, $P > .05$)，亦即學生在自然科學習成就測驗之表現不因性別而有所差異，由此可知，資訊科技本身並無性別差異存在，如果學生能察覺到資訊科技能幫助他們學習以及解決問題，不管是男生或是女生，都可以藉由資訊科技來學習。

(二) 不同教學法和不同性別學生在自然科學習態度量表表現之差異

為分析接受不同教學法和不同性別的學生在自然科學習態度量表之差異情形，因此以教學法、性別為自變項，自然科學習態度量表後測分數為依變項，自然科學習態度量表前測分數為共變數，進行二因子共變數分析，其中為了瞭解實驗組和控制組學生起點行為的差異，因此先進行同質性考驗，分析不同組別學生的自然科學習態度量表前測分數是否有顯著差異。從前測分數同質性考驗分析結果得到 $P=0.588$ ($P>.05$)，因此實驗組和控制組的學生在自然科學習態度量表前測分數皆未達到顯著差異，表示兩組學生在認知的起點行為上無顯著差異。至於組別間、性別間排除前測分數之後有無顯著差異，將進行二因子共變數分析考驗，結果如表 6、表 7。

表 5 不同組別和不同性別學生在自然科學習態度量表之迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
組間	145.63	3	48.54	.65	.588
組內	6462.96	86	75.15		

* $P<.05$, ** $P<.01$, *** $P<.001$

表 6 不同組別和不同性別學生在自然科學習態度量表後測總分之調節平均數

	組別	實驗組	控制組	不同性別
男生	調節前平均數	95.71	87.14	91.43
	調節後平均數	93.02	84.42	88.72
女生	調節前平均數	83.35	84.36	83.86
	調節後平均數	89.28	83.87	86.58
不同組別	調節前平均數	89.66	85.66	
	調節後平均數	91.15	84.15	

表 7 不同組別和不同性別學生在自然科學習態度量表總分之二因子共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
組別	1115.03	1	1115.03	15.12	.0002***
性別	99.05	1	99.05	1.33	.251
組別*性別	57.65	1	57.65	.78	.381
誤差	6608.59	89	74.25		

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$

由表 5 得知，迴歸係數具有同質性 ($F = .65, P > .05$)，因此可以直接進行共變數分析，表 7 為二因子共變數分析結果，得知：

1. 在自然科學習態度量表的總分表現上，組別和性別之間交互作用未達統計顯著水準 ($F = .78, P > .05$)，即不同教學法和性別之間交互作用不顯著。
2. 由組別主要效果得知，不同組別學生在自然科學習態度量表的表現上達顯著差異 ($F = 15.12, P < .001$)。由表 5 得知，實驗組成績優於控制組成績 (實驗組 = 91.15，控制組 = 84.15)，亦即可說接受電腦概念構圖軟體融入教學之學生在自然科學習態度量表分數之表現優於未接受電腦概念構圖軟體融入教學之學生。因此從研究結果可以得知，電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學可以增加學生在自然與生活科技領域的學習興趣，並提升學生對於自然科的價值信念，此研究結果與許多研究 (余民寧、陳嘉成，1996；蔡天民，2002；簡文偉，2004) 符合。
3. 由表 6 得知，教學後，男生在自然科學習態度量表總分分數大於女生分數 (男生 88.72，女生 86.58)。但經統計分析後得知：不同性別學生在自然科學習態度測驗分數之表現未達到顯著差異 ($F = 1.33, P > .05$)，亦即學生在自然科學習測驗之表現不因性別而有所差異。由此可知，對於學習資訊科技的態度本身並無性別差異存在，如果學生能察覺到資訊科技能幫助他們學習以及解決問題，不管是男生或是女生，都可以藉由資訊科技來學習。

表 8 不同組別和不同性別學生在後設認知量表之迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
組間	45.76	3	15.25	.24	.868
組內	5451.06	86	63.38		

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$

(三) 不同教學法和不同性別學生在後設認知量表表現之差異

為分析接受不同教學法和不同性別的學生在後設認知量表表現之差異情形。因此以教學法、性別為自變項，後設認知量表後測分數為依變項，後設認知量表前測分數為共變數，進行二因子共變數分析，為了進一步了解實驗組和控制組學生起點行為的差異，因此先進行同質性考驗，分析不同組別學生的後設認知量表前測分數是否有顯著差異。從前測分數同質性考驗分析結果(如表 8)得到 $F = 0.235$ ($P > .05$)，因此實驗組和控制組的學生在後設認知量表前測分數皆未達到顯著差異，表示兩組學生在後設認知的起點行為上無顯著差異。至於組別間、性別間排除前測分數之後，其後測是否達顯著差異，將進行二因子共變數分析，其結果如表 9、表 10。

表 9 不同組別和不同性別學生在後設認知量表後測總分之調節平均數

	組別	實驗組	控制組	不同性別
男生	調節前平均數	82.96	76.91	79.94
	調節後平均數	82.43	75.83	79.13
女生	調節前平均數	73.91	76.00	74.56
	調節後平均數	77.16	74.47	75.81
不同組別	調節前平均數	78.53	76.43	
	調節後平均數	79.79	75.15	

表 10 不同組別和不同性別學生在後設認知量表總分之二因子共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
組別	495.46	1	495.46	8.02	.006**

性別	256.58	1	256.58	4.15	.044*
組別*性別	88.45	1	88.45	1.46	.235
誤差	5496.81	89	61.76		

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$

由表 8 得知，迴歸係數具有同質性，($F = .24$, $P > .05$)，因此可以直接進行共變數分析，表 10 為二因子共變數分析結果，得知：

1. 在後設認知量表的總分表現上，組別和性別之間交互作用未達統計顯著水準 ($F = 1.46$, $P > .05$)，即不同教學法和性別之間交互作用不顯著。
2. 由組別主要效果得知，不同組別學生在後設認知量表的表現上達顯著差異 ($F = 8.02$, $P < .01$)。由表 9 得知，實驗組成績優於控制組成績 (實驗組 = 79.79, 控制組 = 75.15)，亦即可說接受電腦概念構圖軟體融入教學之學生在後設認知量表分數之表現優於未接受電腦概念構圖軟體融入教學之學生。由此可知，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學的學生，和未接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學的學生在後設認知量表表現達顯著差異，且接受電腦概念構圖軟體融入教學之學生的後設認知量表分數，優於未接受電腦概念構圖軟體融入教學之學生。許多研究結果 (全中平, 1996; 陳嘉成, 1998) 皆把概念構圖視為一種「後設認知工具」，而從本研究結果可以得知，電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學可以增加學生在自然與生活科技領域的後設認知表現，這與許多的研究結果是符合的。
3. 由表 9 得知，教學後，男生在後設認知量表總分分數大於女生分數 (男生 = 79.13, 女生 = 75.81)。經統計分析後得知：不同性別學生在後設認知量表分數之表現達到顯著差異 ($F = 4.15$, $P < .05$)；亦即可說，學生之後設認知表現可能因為性別的因素而有所差異。不同性別的男女生在接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學後在後設認知表現上有所差異。由此可知，對於學習資訊科技方面本身可能因為性別因素而存在差異。而在研究者的教學過程中發現，男生對於電腦概念構圖軟體的教學表達出強烈的學習興趣，並常針對學習內容與同學、教師進行討論、發問，可能因此在後設認知量表的表現上有較為優異的表現。

(四) 學生對於電腦概念構圖軟體融入教學的感受

爲了解學生對於使用電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學的看法，本研究在實驗結束教學後，請實驗組的學生填寫電腦概念構圖軟體使用意見調查表，並由百分比統計分析結果得知：

(1) 大多數的學生對於利用電腦概念構圖軟體來繪製概念圖多持正面的態度，且認爲概念圖容易繪製。

(2) 大多數的學生對於電腦概念構圖的運用多持正面的態度，認爲已能幫助自然與生活科技領域內容的學習。

(3) 大多數的學生，對於 Inspiration 這套電腦概念構圖軟體的操作多持正面的態度，認爲 Inspiration 容易學習，且容易操作。

(4) 大多數的學生對於運用電腦概念構圖軟體進行學習多持正面的態度，且喜歡於課程中運用電腦概念構圖軟體進行學習，且建議學校或老師應該多多利用此套軟體融入自然與生活科技領域的學習。

伍、結論與建議

對於電腦概念構圖軟體於國小自然與生活科技領域環保概念之教學與學習，基於本研究之結果與分析提出下列幾項結論：

(一) 概念構圖是一種有效的學習策略，且電腦概念構圖軟體融入教學對於提昇學生自然與生活科技領域的學習成就有所幫助：由本研究之結果顯示，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學的實驗組學童，其自然科學習成就測驗的成績比接受一般教學的控制組學童佳且達顯著差異；也就是說，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學能提升學生的自然科學習成就。此結果與許多研究（余民寧、陳嘉成、潘雅芳，1996；謝富榮，2003）雷同。

(二) 電腦化概念構圖能提升學生在自然與生活科技領域的學習態度：本研究之結果顯示，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學的實驗組學童，其自然科學習態度量表的分數比控制組學童表現較好且達顯著的差異；也就是說，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學能提升學生的自然科學習態度。此結果與許多研究（余民寧、陳嘉成，1996；蔡天民，2002；簡文偉，2004）

類似。

- (三) 概念構圖能促進學生的後設認知表現，可視為一種「後設認知工具」：由本研究結果顯示，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學的實驗組學童，其後設認知量表的得分比控制組學童表現佳且達顯著差異；也就是說，接受電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學能提升學生的後設認知表現。另外，男生在後設認知量表的得分上也顯著優於女生，換句話說，學生的後設認知表現因性別的因素而有所差異。此結果與許多研究（全中平，1996；陳嘉成，1998）相同。
- (四) 學生對於電腦化概念構圖持正向的態度：大多數的學生認為電腦概念構圖軟體是個易學易用的學習工具，且對於自然科學習有幫助。

根據本研究的研究結論，提出以下建議：

- (一) 利用電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域能有效增進國小學童的自然科學習成就、自然科學習態度以及後設認知表現；此外，利用電腦概念構圖軟體融入自然與生活科技領域教學也有助於提升學生電腦技能和資訊應用的能力；因此若教師願意嘗試將電腦概念構圖軟體融入教學當中，將能提升自己的教學品質，同時也能增加學生學習的動機以及學習的成效。
- (二) 在研究者教學的過程當中，多數學生皆認為利用電腦概念構圖軟體進行概念圖的繪製比起傳統利用紙筆繪製概念圖更能節省許多時間，且容易修改，且電腦概念構圖軟體的使用介面友善、易學易用，各個概念的呈現能以不同的顏色或圖形來呈現，能增加學生對於此套軟體的學習興趣及應用動機。
- (三) 現今為資訊爆炸時代，學生面對太多的資訊，往往不知道從何組織、連結，而研究者在教學的過程當中發現，利用概念構圖軟體來進行教學設計，為一個有效的學習方式，可以幫助學生將相關的知識做連結、組織，因此建議教師於教學中或教學後，能多利用概念構圖軟體進行教學，以方便學生將自己所知、所學做有效的組織，以促進有意義的學習。

參考文獻

- 王子華 (2002)：網際網路教學環境之後設認知策略設計對於大學生學習效益之影響。國立彰化師範大學生物學系碩士論文。
- 全中平 (1996)：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，9，405-426。
- 朱文華 (2004)：國民小學自然與生活科技領域之網路化適性教學系統的發展與評估。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 余民寧 (1997a)：有意義的學習－概念構圖之研究。台北：商鼎文化。
- 余民寧 (1997b)：教育測驗與評量：成就測驗與教學評量，43，195-212。
- 余民寧、陳嘉成 (1996)：概念構圖：另一種評量方法。國立政治大學學報，73，161-200。
- 余民寧、陳嘉成、潘雅芳 (1996)：概念構圖法在測驗教學上的應用。中國測驗學會測驗年刊，43，195-212。
- 宋德忠、陳淑芬、張國恩 (1998)：電腦化概念構圖系統在知識結構測量上的應用。中國測驗學會測驗年刊，45 (2)，37-56。
- 林筱雯 (2002)：運用概念構圖為後設認知工具於國小二年級自然科之行動研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 耿筱曾 (1997)：為什麼概念構圖是一種有效的教學策略。科學教育與研究，9，76-78。
- 張春興、林清山 (1994)：教育心理學。臺北市：東華書局。
- 陳李綢 (1999)：認知發展與輔導。台北：心理出版社。
- 陳蕙菁 (2002)：以概念圖探究國小二年級學童溫度概念的概念學習。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 陳嘉成 (1998)：合作學習式概念構圖在國小自然科教學之成效研究。國立政治大學「教育與心理研究」學報，21，107-128。
- 馮慈苓 (2005)：行動學習輔助應用於校園植物之學習研究。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 黃台珠 (1995)：概念構圖在國中生物教學上的成效研究(II)。國科會計畫，NSC84-25511-S-017-003。
- 黃萬居 (1993)：國小學生的概念構圖和自然科學習成就之研究。台北市立師範學院學

報，24，47-66。

蔡天民（2002）：概念構圖對國小學童自然科學習成就、學習態度及概念改變之研究。

台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。

賴阿福（1999）：二十一世紀資訊科技在教育上的應用。國小數理科教學研討會論文彙

編，1-25。

謝真華（1999）：概念構圖教學對國小四年級學童在自然科學習成效之研究。台南師範

學院國民教育研究所碩士論文。

謝富榮（2003）：概念構圖策略與認知型態對自然科網路化教學影響之研究。東海大學

教育研究所碩士論文。

鍾聖校（1992）：認知心理學。台北：心理出版社。

簡文偉（2004）：網路多媒體概念構圖學習系統之建置與對學習成效影響之研究。國立

台南師範學院資訊教育研究所碩士論文。

Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Edmondson, K. M. (1999). *Assessing Science Understanding through Concept Maps: A Human Constructivist View*. New York: Academic Press.

Inman, A., Ditson, L., & Ditson, M. T. (1998). Computer-Based Concept Mapping: Promoting Meaningful Learning in Science for Students with Disabilities. *Information Technology and Disabilities*. Retrieved May.15, 2004. From <http://www.rit.edu/~easi/itd/itdv05n1-2/article2.html>.

Novak, J. D. (1990). Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge London: Cambridge University Press.

Paris, S.G., Oka, E.R., & Debritto, A. M. (1984). Beyond Decoding: Synthesis of Research on Reading Comprehension. *Educational Leadership*, 41, 78-83.

Stice, Carole F. & Marino C. Alvarez (1986). Hierarchical Concept Mapping : Young Children Learning How to Learn (A viable Heuristic for the Primary Grades) *Center of Excellence, Basic Skills for the Disadvantaged, Reading/Writing Component Report No. 5*, ERIC-ED 274 946.

Wellman, H. M. (1985). The Origins of Metacognition. In D. L. Forrest-Pressley, D. Mackinnon, & T.G. Waller. (Eds.), *Metacognition, Cognition, and Human Performances*. (pp. 1-31). SanDiego: Academic Press.

A Study of Learning Effect about Integrating Computer-Based Concept Mapping Software into Natural Science Teaching in Elementary Schools– Concept of Environmental Protection

Hsiu-yen Hsieh¹ Ah-Fur Lai²

Taipei Municipal University of Education,

Department of Nature Science¹, Department of Computer Science²

Abstract

The main purpose of the study was to investigate the learning effect, including learning achievement, learning attitude and metacognition performance by applying the computer based concept mapping (CBCM for short) software on science and technology learning in elementary school.

This study adopted the quasi-experimental design , "nonequivalent pretest-posttest control group design ", and employed 94 samples from four sixth grade classes in a elementary school in Taipei who were divided into experiment group(n=47)and control group(n=47). The research instruments included the science learning achievement test, the science attitude scale, the metacognition scale and the CBCM software evaluation inventory. The collected data were analyzed by using the following statistical methods: descriptive statistic and analysis of covariance(ANCOVA). The results of the research are shown as follows:

1. The experiment group gets higher scores than the control group in the science learning achievement test (including ecological conservation, environmental protection and sustainable development.), and there is statistically significant difference between these two groups. Besides, there is no significant difference between different genders.
2. The experiment group gets higher grades than the control group in the science attitude scale (including learning interest, value belief), and there is statistical significant difference between these two groups. Besides, there is no statistical significant difference between different genders.
3. The experiment group gets higher grades than the control group in the metacognition scale (including monitoring activities and regulation activities), and there is statistical significant difference between two groups and different genders, and the boys gets higher

grades than the girls.

4. Most of the students show positive attitude toward leaning by using CBCM software.

Key words: Concept Mapping, Computer Based Concept Mapping Software, Environmental Protection Conception, Metacognition, Learning Effect.