科學教育學刊
2009, 第十七卷第五期, 367-385

Chinese Journal of Science Education
2009, 17(5), 367-385

概念構圖教學策略對國小學童線上資料搜尋能力及知識結構的影響－以自然科課程為例

黃國禎　郭凡瑞　蔡新德
國立臺南大學　數位學習科技學系

（投稿日期：民國 98 年 1 月 6 日，修訂日期：98 年 10 月 7 日，接受日期：98 年 10 月 23 日）

摘要：本研究旨在探討不同自然科學能力的學童，在接受不同概念構圖策略教學後，其線上資料搜尋能力及知識結構表現的差異。研究對象為 63 名國小六年級學童，透過 4（不同概念圖策略教學）× 3 （自然科學能力）二因子不等組後測實驗設計，進行分組教學及資料分析。實驗組除進行教材閱讀外，分別接受概念填空、命題填空及概念構圖繪製等不同概念構圖策略，而控制組僅進行教材閱讀教學。研究結果發現，在資料選取能力方面，不同概念構圖策略對於中、低能力學童有不同程度的影響。另外，在知識結構方面，概念填空策略最能增益中能力學童的知識結構；而對低能力學童而言，概念填空策略也優於命題填空策略。

關鍵詞：自然科學課程、知識結構、概念構圖、網路搜尋策略

壹、前　言

一、研究動機

Eisenberg 與 Berkowitz（1990）的研究指出，在網路學習環境中，學生在資料搜尋及問題解決能力的表現，與其認知能力及知識結構有很大的關係；Bilal（2000, 2001, 2002）也發現，學童往往因缺乏有效的搜尋策略及高層次思考能力，影響其網路資訊搜尋的成效。然而，目前國內外對於如何提升資料搜尋及問題解決能力的研究，大多探討學生在網路搜尋所遭遇的困難為主；如何提升整體資料搜尋及問題解決能力，則缺乏具體的策略。例如 Barlow（2002）的研究發現，學童運用搜尋引擎的過程，常因無法選擇適合的關鍵詞、布林函數以及缺乏正確的網路搜尋策略、技巧而導致搜尋失敗；劉玉立（2002）研究發現學童在網路搜尋的過程中，缺乏搜尋資料所需的策略、技巧及分析主題、決定關鍵詞、統整與摘要知識的技巧。蔡新德、楊子奇、蔡佩珊與黃國禎（2006）發現學童在網路資訊搜尋過程中，因為對問題的認知和理解能力不足而影響其搜尋效率

與選取結果，而多數均不懂得運用搜尋技巧來查詢，關鍵詞也因選用不當而導致錯誤搜尋；林青麗、鄭承昌、孫宜旺與黃郁涵（2008）針對國小學童網路搜尋行為研究發現，使用者因關鍵字、布林邏輯運算、鄰近字與同義字使用不當等問題，而無法找到適當的資訊。因此，如何提出有效的教學策略，強化學生認知能力及知識結構，以改善其網路資料搜尋能力，是一個迫切且重要的議題。

許多認知教學策略中，概念構圖是經常被運用的一種。概念構圖緣自於 Novak 與 Gowin 於1984年所發展的學習工具，是幫助學生應用空間思考能力來促進學習的一種方式（李咏吟，2000）。透過此工具，能促進學童分析及彙整重要概念、概念間的關係及其知識結構，同時亦協助教學者瞭解學童的知識結構及所發生的錯誤概念。

因此，本研究嘗試透過概念構圖理論的教學與應用，探討對學童網路搜尋能力及知識結構的影響。在研究設計中，透過不同方式的概念圖教學策略，並輔以線上學習輔助分析工具－Meta-Analyzer（Hwang, P. S. Tsai, C. C. Tsai, &Tseng, 2008）記錄學童線上搜尋歷程，以增進學童檢索資料的效率，並提升其選取及摘要資料的能力。

二、研究問題

根據上述研究動機，本研究擬將探討的問題如下：

(一)不同自然科學能力的兒童，在接受不同的概念構圖策略教學並應用在閱讀文章後，其問題分類能力是否有差異？

(二)不同自然科學能力的兒童，在接受不同的概念構圖策略教學並應用在閱讀文章後，其網路資料選取能力是否有差異？

(三)不同自然科學能力的兒童，在接受不同的概念構圖策略教學並應用在閱讀文章後，其知識結構是否有差異？

貳、文獻探討

網路搜尋能力的提升需要適當的教學策略與輔助措施，本研究主要探究不同自然科學能力的學童適合輔以何種概念構圖教學策略；因此，以下將針對網路資訊搜尋、資訊搜尋策略與技巧及概念構圖策略等相關理論及文獻進行探討。

一、網路資訊搜尋

近年來有關網路資訊搜尋的研究中，認知行為的探討逐漸受到各國學者的重視。在國外的研究方面，Barlow（2002）發現網路資訊搜尋的成敗與學童的領域知識及系統操作的精熟程度有關；另外，Bilal（2000, 2001, 2002）在探討學童使用 Yahooligans 網站面對不同型態搜尋議題的研究中發現，在網路搜尋資料時，多數學童不熟悉網路操作技能及搜尋策略，而且明顯欠缺相關知識及高層次思考，因而影響其網路資訊搜尋的成效。

在國內研究方面，翁婉真（2004）亦針對國小高年級學童網路資訊搜尋行為進行探討；其研究結果發現，多數學童因智力發展尚未成熟，檢索策略亦較為生疏，因此建議檢索介面的設計應更人性化，並加強輔助與容錯查詢功能，讓學童獲得鷹架輔助。其他學者的研究也發現，學童大多不懂得運用檢索技巧查詢資料，也常因拼字錯誤或選用不合適的關鍵詞而導致搜尋失敗；對於搜尋結果的選取，也多以資料的表面意義決定其相關性，而導致所獲得的資料並不完整或錯誤百出，因此突顯其閱讀能力與摘要能力的不足（蔡新德等，2006）。

由前述國內外文獻發現，學童在網路資訊搜尋過程中需要具備多項能力，才能有效地擷取網路資訊。Enochsson（2005）以質性研究歸納出學童在網路資訊搜尋時所須具備的六項能力，分別為語文能力（Language）、科技產品的操作能力（Knowledge of technology）、以不同方式尋找資訊的能力（Knowledge of different ways of seeking information）、搜尋引擎的使用能力（Knowledge of search engines）、設定目標（Setting goals）及評估資料合適度的能力（Being critical）。同時，學者認為在網路資訊搜尋過程中，多數學童無法決定合適的關鍵詞，是由於分類與摘要能力的不足（魏靜雯，2004）；而擷取與主題不相關的網站資料或對於網頁資料與主題的相關性有錯誤的判斷，則是缺乏資料選取能力（劉明洲，1999）。學者也提出，學童在資料豐富的網路中，可能發生認知超荷與資訊迷失的現象；而藉由知識結構的評量，可深入瞭解其狀況及遭遇的困難（江淑卿，1996）。

因此，針對文獻中提及的認知行為問題進行分析，以探究學童網路資訊搜尋能力及知識結構對線上資料搜尋之影響，為本研究的目的之一。

二、資訊搜尋策略與技巧

Marchionini（1995）定義全球資訊網的資訊搜尋為「個人有目標地藉由資訊，改變自己當前認知狀態的行為與歷程」。Marchionini 認為人類尋找資訊的方法有其固定的步驟，包括「問題之識別與接受」、「問題定義與了解」、「選擇資料來源」、「提出問題（提出精確的關鍵詞）」、「進行搜尋」、「檢視結果」、「擷取資訊」及「反思」。

Jonassen（2000）則針對網路上可獲得的內容，認為教師可透過七個步驟指導學童有效的網路資料搜尋，分別是「擬定計畫」、「使用工具或策略搜尋網際網路」、「評鑑資訊的可用性」、「使用第二手資料來源」、「批判及評鑑資訊」、「蒐集並使用所搜尋的資訊」及「學童對搜尋學習活動的自我反省」。

許意苹（2007）也針對多位學者所提出的論點，歸納出網路搜尋流程與策略，大致上可歸納為四大步驟，分別是「了解與分析問題」、「形成關鍵詞」、「進行搜尋」及「提取資料與修正」。

由此可知，網路資訊搜尋策略與技巧的教導已逐漸受到重視。在網路及資訊科技普及的今日，如何指導學童有效地進行網路資料搜尋，將是一個重要的課題。

三、概念構圖法與教學策略

概念構圖是美國康乃爾大學 Novak 教授等人於1971年所發展心智工具，用於教學、學習、研究與評鑑。概念構圖用來表達某一知識結構或認知結構中「概念」群的關係，這些概念以「節點」（nodes）呈現；同時，透過有意義的命題（proposition）聯結兩個概念，並以含箭頭的聯結線呈現。數個概念可形成概念「叢集」（cluster），不同叢集間也可聯結，稱為「橫向聯結」或「交叉聯結」（cross link）。另外，概念在圖中通常以「階層」（hierarchy）方式序列，上層概念放置在較靠近頂端的位置（Novak & Gowin, 1984），如圖1所示。

近年來有關概念構圖策略的研究愈來愈多，例如陳俊源（2002）將概念構圖應用於網路學習環境中，並發現提供網頁概念構圖對於學生網路化學習後的概念認知結構有顯著影響；蔡天民與王美芬（2002）的研究指出，以概念構圖為後設認知策略對低推理能力的學生則有顯著地提升；邱慧玲（2003）

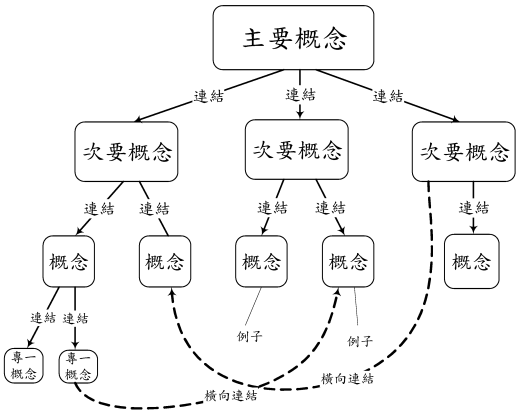

圖 1：概念圖範例（改編自 Novak, 1995）

的研究發現，概念構圖在網路學習的過程中可扮演學習鷹架的角色，給予學生學習引導，減少學生產生學習迷失及認知負荷的問題。鄭憲聰（2006）也認為，學生經過繪製概念構圖後，不但可以提升學生本身的思考和統整的能力，也改善其網路搜尋的能力與效率。因此，概念構圖已被視為一種視覺化隱喻或象徵，也類似存在長期記憶中的心理基模（mental schema），能有效地降低認知負荷（Muhammed, Mohd, & Khaja, 2006）。

然而，概念構圖的訓練需要花費較多時間，對國小學童而言，可能有較大的認知超荷（Chang, Sung, & Chen, 2002; Katayama & Robinson, 2000）；因此，Sweller（1998）認為，在開始學習時，如果沒有獲得任何提示就要完成全部答案，其學習效果可能適得其反，並會產生認知超荷的問題。為了解決類似的表象思考與認知超荷的問題，Sweller 認為可以透過限定答案的策略協助初學者，這樣的學習方法可視為一種學習中介階段，稱為完成策略（completion strategy）；根據這項學習策略，初學者可根據教學者提供的線索及目標來完成部分限定的答案，聚焦於真正需要學習之處。同樣地，如果要求初學者在沒有任何協助下完成完整的概念構圖，也會產生類似的問題；因此，本研究嘗試比較不同提示程度的概念構圖學習策略，並分析對學童學習自然科學課程的影響。

參、研究設計

一、研究架構

本研究規劃了三種不同概念構圖教學策略，分別為「概念填空」、「命題填空」及「概念構圖繪製」，這些策略是依 Novak（1995）概念構圖的基本結構加上不同提示或鷹架而來。「概念填空」及「命題填空」策略係由老師或專家建構圖表組織架構，並在完成的圖表組織架構中留下特定的空格，讓學生將線索填入空格中，以減少學生的認知超荷（Alverman & Boothby, 1984）；「概念構圖繪製」策略能幫助學習者採取主動建構的角色，將先前知識結構與所學習的知識，產生有意義的學習，通常在教導學生建構概念構圖在繪製時較為困難，且容易造成認知負載過重的情形，而且需要花費較多學習時間（Jonassen, Beissner, & Yacci, 1993）。除了三種概念構圖策略組外，本研究亦規劃一組控制組，其教學設計如下：

1. 概念填空組：依概念構圖中所提示的命題將空白概念予以填充，意即訓練學童在閱讀文章（溫室效應）後，依文章內容將文章中所有概念填入空白的節點上且必須符合命題與概念間的邏輯關係；例如（溫室效應）－影響－（氣候改變），其中括號裡的「溫室效應」及「氣候改變」等概念必須填入空白節點中；餘此類推其它的概念填空。
2. 命題填空組：依概念構圖中所提示的概念將空白命題予以填充，意即訓練學童在閱讀文章後，依文章內容將文章中所有的命題（即概念間的關係）填入節點

與節點間之括號中且必須符合命題與概念間的邏輯關係；例如氣候改變－（造成）－全球暖化及疾病流行，其中括號裡「造成」即是命題，其它命題如「影響」或「組成」等；餘此類推其它的命題填空。

3.概念構圖繪製組：將對文章所有概念與命題的認知，完整以概念構圖形式表現出來，意即訓練學童在閱讀文章後，依文章內容將繪製含有命題與概念節點的完整構圖；例如溫室效應－影響－氣候改變、氣候改變－造成－全球暖化等完整概念關係圖。

4.控制組：僅讓學童閱讀文章教材，並未接受任何概念構圖策略教學。

在學習活動後，立即進行後測及分析。整個研究架構如圖2所示，其自變項包括學習成就（依「國中新生自然科學能力測驗」成績將受試學童分成高、中、低三能力組）及不同概念構圖策略實驗處理（共四個組別）。

本研究之依變項包括兩項能力：

(一)網路搜尋能力：依據文獻探討中整理的國小學童網路搜尋議題（蔡新德等，2006；Hwang et al., 2008），將網路搜尋能力分為問題分類能力與資料選取能力兩大類，並由搜尋歷程檔中擷取

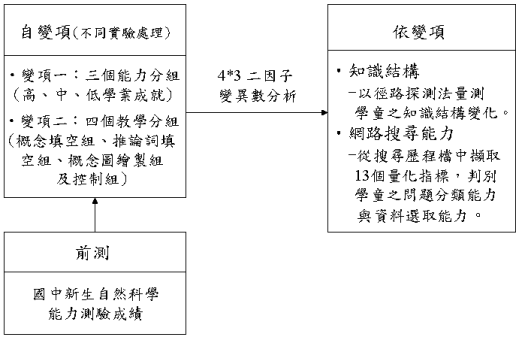

圖 2：研究架構圖

14 種量化指標。其中問題分類能力包括使用關鍵詞的型態（受試者在經由搜尋引擎搜尋時輸入的關鍵詞型態與字數和）及瀏覽效率（在鍵入關鍵詞出現搜尋結果後，決定要點選網頁所花費的時間總和）。資料選取能力包括：

1.瀏覽效能（effectiveness）分數：參照 Bilal（2000, 2001, 2002）的網頁瀏覽評量方式，訂出瀏覽效能評量計分方式。依系統記錄中選擇網址動作（SA），給予與課程議題的相關性三種加權 0、0.5 或 1（WSA）：

$$\text{瀏覽效能分數} = \sum_{i=1}^{n} (WSA_i \times SA_i)$$

2.摘要能力：係指受試者答案的平均摘要分數，本研究中採用許意苹（2007）提出的摘要效率計算公式來計分：

$$\text{摘要分數} = \frac{\text{摘要主要觀念之數目}}{\text{摘要內容之總字數}} \times \frac{\text{摘要主要觀念之數目}}{\text{答案中所有主要觀念之數目}}$$

(二)知識結構測驗 PFC 指數與知識結構圖：本研究以徑路探測法測量知識結構，並採 Schvaneveldt（1994）發展知識網路組織工具（KNOT5.4）進行分析，將受試「知識結構測驗」分數轉換為近似矩陣（Proximity Matrix, PRX）。最後，根據集合理論的方法計算受試者之徑路探測網路（PFNets），再比較三位專家的團體參照結構之 PFNets 所共有的節點組，其臨近節點的交集與聯集之平均比率，可獲得知識結構之接近程度徑路搜尋（Pathfinder Closeness, PFC）指數，如圖 3。

二、研究對象

本研究之實驗對象是以高雄縣國小六年

接近程度矩陣 (dissimilarity)					
	A	B	C	D	E
A	0	1	3	2	3
B	1	0	1	4	6
C	3	1	0	5	5
D	2	4	5	0	4
E	3	6	5	4	0

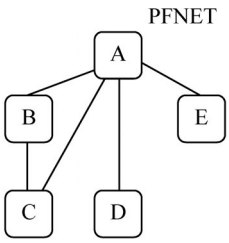

圖 3：接近程度矩陣與徑路搜尋網路（Goldsmith, Johnson, & Acton, 1991）

級共兩班，有效樣本共63人進行實驗，探討學童在不同的概念構圖教學策略的問題。六年級學童已進行過網際網路資料搜尋與電腦操作的相關課程，所以學童已具備基本的搜尋能力。學童依國中新生自然能力測驗分數透過統計分析軟體 SPSS 中指令（轉換/Visual Bander）分析後成績曲線呈現常態分配（最高76分，最低17分），將成績分類為63分以上為高能力組（20人），51分至62分者為中能力組（20人），而50分以下者為低能力組（23人）後，各能力組採 S 分組隨機分派至三個實驗組及一個控制組共四組，各分組人數分別為概念填空組15人、命題填空組16人、概念構圖繪製組16人及閱讀文章組16人等。經變異數同質性檢定後 p-value 並未達顯著水準，即四組之變異數相同，再由 ANOVA 分析 F 檢定為 .476，顯著性 p-value ＝.7 > .05，亦未達顯著水準，意即依能力測驗成績 S 分組後的四組在自然科學程度上並無差異。此外，四組的自然科學能力測驗成績經統計分析軟體 SPSS 所測得描述性統計量如表1所示。

三、實驗流程

本實驗流程共分為四個階段，分別為「實驗前準備」、「前導教學與前測」、「實驗實施與後測」及「實驗資料分析」等。各階段分別說明如下：

1. 實驗前準備：即蒐集本研究相關文獻、探討相關變項、搜集與編製實驗所需測驗工具及協調教師專家編制教材。
2. 前導教學與前測：在實驗之前，各組分別實施 40 分鐘的概念構圖策略前導教學。三個實驗組分別學習不同的概念構圖策略，即概念填空、命題填空及概念構圖繪製。在教學過程中，指定學生閱讀文章及三份不同的專家概念構圖。前導教學階段使用的議題為「光合作用」；實驗對象在閱讀文章（如圖 4）後，依據文章內容，分別進行概念填空（如圖 5）、命題填空（如圖 6）或概念構圖繪製的演練，以瞭解各別概念構圖策略的運用方式。另外，學生在接受國中新生自然能力測驗後，依前測的分數分成高、中、低能力分組，再將各組依 S 分組隨機分派至三個實驗組及一個控制組。
3. 實施實驗與後測：首先進行三組概念構圖教學策略及控制組教學，時間為一節課 40 分鐘。各組完成概念構圖實驗後，

表 1：各分組自然科學能力測驗成績之描述性統計量

	個數	平均數	標準差	標準誤	95% 信賴區間	
					下界	上界
概念填空組	15	55.93	12.30	3.18	49.12	62.74
推論填空組	16	51.00	16.46	4.11	42.23	59.77
概念圖繪製組	16	54.75	10.82	2.70	48.99	60.51
閱讀文章組	16	55.25	10.40	2.60	49.71	60.79
總和	63	54.21	12.57	1.58	51.04	57.37

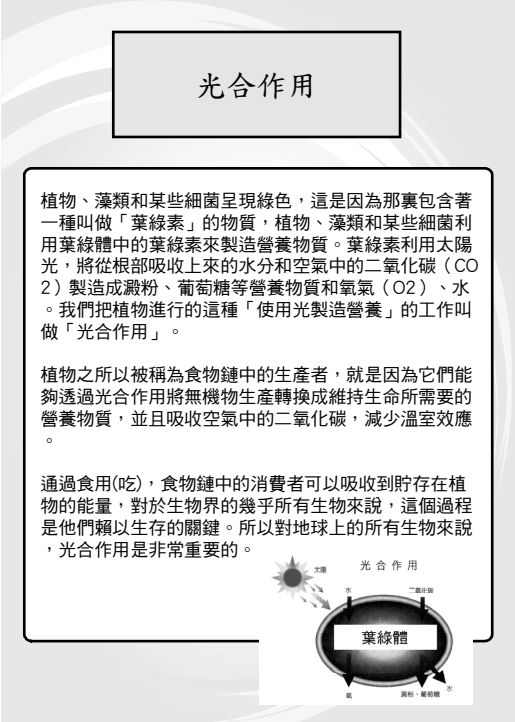

圖 4：概念構圖前導教學閱讀文章

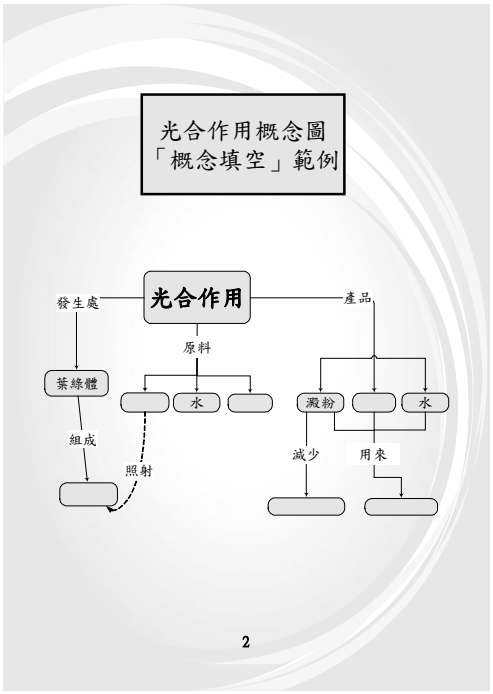

圖 5：概念構圖前導教學-概念節點填空

隨即進行約 20 分鐘的知識結構測驗，接著進行 20 分鐘的線上資料搜尋（Meta-Analyzer）測驗。實驗時間總共約兩節課（80 分鐘）。

4.資料分析：依據學生之後測成績，分別探討其問題分類能力、網路資料選取能力及知識結構上的變化，以便提出相關建議。

四、研究工具與資料蒐集

(一)「國中新生自然科學能力測驗」

「國中新生自然科學能力測驗」為徐享良與曾秀錦（1989），根據 Bloom 的認知領域教育目標、美國科學促進會與國中小學自然科學課程內容為測驗架構。目的在了解國中新生具備的科學概念及科學研究過程的能力，可做為篩選自然科資賦優異學生的工具及研究人員從事科學能力相關研究時的工具；測驗內容包括物理、化學、生物、地球科學四個分測驗，共105題，採四選一的單選題，答對一題得一分；適用對象為六到七年級學童。測驗的功能在鑑別學童的自然科學能力，常模樣本為國中新生依性別、地區、城鄉分層抽樣2100人，本測驗內部一致性係數為 .94。測驗信度與效度分述如下：

- 各分測驗的重測信度介於 .71 至 .82 之間，全測驗信度則為 .92。各分測驗折半信度介於 .75 至 .85 之間，全測驗信度則為 .94，皆達顯著水準。
- 本測驗以國民小學自然科學學習成就標準測驗為效標，全測驗相關係數為 .88。與國一和國二理化段考成績求相關係數，介於 .71 至 .80 之間，顯示有相當良好的預測性。（全測驗試題鑑別度「r」值平均 .51，「D」值平均 .49；難度「P」值為 .51，「Δ」值為 12.9，屬於難度適中、鑑別度良

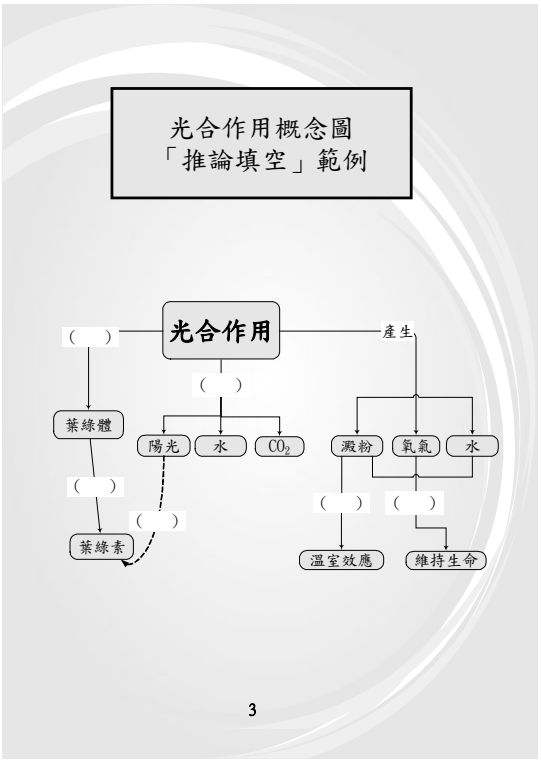

圖 6：概念構圖前導教學-命題填空

好的情況。）

(二)Meta-Analyzer 線上學習輔助分析工具

為了記錄學童的線上搜尋歷程，供教師或研究人員進行分析及實施網路教學時的參考，本研究採用線上學習輔助分析工具－Meta-Analyzer（Hwang et al., 2008）。Meta-Analyzer 使用者介面分成教師與學童兩個部分。教師可透過教師介面新增學童的帳號密碼、訂定新議題及歸屬於該議題的搜尋議題、評分學童答題結果，並觀察個別學童之搜尋歷程；學童可藉由學生介面，依教師所指定的議題，透過搜尋引擎蒐集資料並統整結果。本研究的搜尋議題設計如下：

1.造成地球發燒的溫室氣體，是哪些？

2.溫室效應的原因是什麼？

3.過度的溫室效應會帶來哪些影響？

4.在日常生活中，我們如何做來改善溫室效應？

在搜尋的過程中，系統將記錄使用者搜尋歷程，例如關鍵詞輸入、瀏覽的網址、瀏覽的時間、採用的網頁數、加入書籤的內容以及送出答案的時間等，讓教師瞭解學生在使用關鍵詞、摘要文章、統整資訊等方面的能力，以針對其不足之處給予補救教學。

另外，Meta-Analyzer 將分析學生搜尋歷程並以多種量化指標方式呈現，以作為老師評量學生搜尋策略與能力的參考（Hwang et al, 2008）。相關這些量化指標包括變換輸入不同關鍵詞的次數和、第一個關鍵詞的字數和、決定選取欲瀏覽網頁所需時間（秒）、未被採用的網頁數目、用在未被採用的網頁的所瀏覽的時間（秒）、被採用的網頁數目、被採用的網頁所瀏覽的時間（秒）、重複瀏覽已被採用網頁的瀏覽時間（秒）、重複瀏覽未被採用網頁的次數（次）、重複瀏覽未被採用網頁的瀏覽時間（秒）、加入書籤的網頁是已被採用的網頁數目、加入書籤的網頁是未被採用網頁的數目及修改答案的數目等。

(三)知識結構測驗

知識結構測驗目的在是用來比較不同型態的概念構圖策略對學童知識建構情形的影響。本研究針對「溫室效應」教材議題，設計概念相關的評定量表，以5點量表方式，將教材的9個主要概念（太陽光、溫室氣體、溫室效應、人類活動、全球暖化、氣候變遷、疾病流行、節約用電及綠色環境等），兩兩配對成37個問題。施測時鼓勵受試者運用直覺作答，例如：溫室氣體－溫室效應、太陽光－溫室氣體或人類活動－全球暖化等概念測驗，當受試者認為二者「最為相關」時選5分，「很有相關」就選4，「有相關」就選3，「不很相關」就選2，「沒有相關」就選1。

本測驗將受試者的評分，以 Schvaneveldt 於1994年發展的知識網路組織工具

（KNOT5.4）進行分析，將受試「知識結構測驗」分數轉換為近似矩陣（Proximity Matrix, PRX）。接著運用徑路探測網路量尺化算則（$r=\infty$, $q=n$-1），計算出徑路探測網路（PFNets）、圖解理論距離（Graph-Theoretic Distance, GTD）等量數，並繪製路徑探測網路圖解，然後與三位專家的團體參照結構（三位專家團體之間的 PRX 之相關係數在0.84至0.93）比較，以獲得三項知識結構指數（PFC 指數、GTD 指數、PRX 指數）；其中指數愈大者，表示受試者的知識結構愈接近專家。

(四)專家效度與信度

請學校三位具備自然科與語文科專長且資歷至少7年以上的教師，先確定出兩篇教材「光合作用」及「溫室效應」的關鍵概念，接著編制教材，審查教材的適切性，並對教材之專家概念構圖提供修正意見。教材需符合高年級閱讀程度，並適合附加概念構圖或圖示，以符合本研究的需求。最後每位專家教師除了完成知識結構測驗，以產生專家團體平均參照結構外，並參與摘要與搜尋效能的評分。

專家團體對於摘要效能及搜尋效能的評分採平均數計分；評分標準的一致性，以肯德爾和諧係數（Kendall's coefficient of concordance）求得評分者間之信度，達顯著水準（摘要效能 $W=$ .88，搜尋效能 $W=$ .97，$p=$ .01之間），代表三位專家的評分具一致性。

肆、研究結果與討論

一、研究結果

(一)網路搜尋能力

過去已有學者（Hwang et al., 2008）藉由使用者的關鍵詞字數及運用型態與瀏覽效率等指標來衡量學生的解決問題及網路搜尋能力。在本研究中，將運用相同的指標分析學生的線上搜尋能力。我們將關鍵詞的運用字數和與次數，以 SPSS 進行獨立樣本二因子變異數分析，考驗不同自然科學能力的學童接受不同的概念構圖策略教學後，下第一個關鍵詞的平均字數和與變換輸入不同關鍵詞的次數和的差異。

1.第一個關鍵詞的平均字數和

在敘述統計中顯示，在網路搜尋上學童在不同型式的概念構圖策略組中，「下第一個關鍵詞」最長的關鍵詞字數為66個字，最短的關鍵詞字數和為17個字；在不同策略分組上，平均字數和表現為概念填空組（37.33）＜命題填空組（38.81）＜閱讀文章組（41.75）＜概念圖繪製組（41.81）字數最多；在不同自然科學能力上，「下第一個關鍵詞的平均字數和」平均數的表現為低能力組（53.83）＞中能力組（40.5）＞高能力組（23.5）。如表2所示。

經二因子變異數分析結果顯示，在網路

表 2：各組在下第一個關鍵詞的字數和的敘述統計

類別	高能力		中能力		低能力		平均
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
概念填空組	22.40	5.273	37.00	2.121	52.60	5.595	37.33
命題填空組	22.60	3.647	39.40	7.470	51.83	6.463	38.81
概念圖繪製組	24.60	4.336	43.60	10.455	54.67	8.802	41.81
閱讀文章組	24.40	3.286	42.00	6.285	56.00	7.071	41.75
總和	23.50	3.993	40.50	7.119	53.83	6.860	39.97

搜尋上，學童在不同的概念構圖策略組中，各組之「下第一個關鍵詞的平均字數和」是沒有顯著差異的($F=1.354, p= .267 > .05$)；但在不同自然科學能力上，不同能力之下「第一個關鍵詞的平均字數和」則呈顯著差異（$F=119.375, p= .013 < .05$)。進一步運用事後多重檢定結果發現，高能力組＜中能力組＜低能力組，表示能力越高的學生，其運用之關鍵詞字數就越精簡；但是在各概念構圖策略組（A）和自然科學能力組（B）之間並無顯著差異（$F=7.057, p= .983 > .05$)，如表3所示。

2.輸入不同關鍵詞的次數和

在敘述統計中顯示，在網路搜尋上學童在不同型式的概念構圖策略組中，「變換輸入不同關鍵詞」最多的次數為17次，最少的次數為4次；在網路搜尋行為上，學童在不同型式的概念構圖策略組中，「變換輸入不同關鍵詞的次數和」的平均數表現為：命題填空組（6.81）＜概念填空組（7.13）＜閱讀文章組(7.19)＜概念構圖繪製組(8.38)；在不同自然科學能力上，「變換輸入不同關鍵詞的次數和」平均數的表現：高能力組（10.35）＞中能力組（7.00）＞低能力組（5.13)。如表4所示。

表 3：各組在第一個關鍵詞的字數和的二因子變異數分析摘要表

來源	離差平方和（*SS*）	自由度（*df*）	均方（*MS*）	*F* 檢定
概念圖策略（A）	166.454	3	55.485	1.354
自然科學能力（B）	9786.736	2	4893.368	119.375*
交互作用（A×B）	42.344	6	7.057	.172
誤差	2090.567	51	40.992	
總和	112788.000	63		

*$p < .05$

經由二因子變異數分析的結果，在網路搜尋行為上，學童在不同概念構圖策略組中，各組之「輸入不同關鍵詞的次數和」沒有顯著差異（$F=1.382, p= .259 > .05$)；但在不同自然科學能力上，不同能力之「輸入不同關鍵詞的次數和」則呈顯著差異（$F=25.348, p < .001$)。進一步運用事後多重檢定結果發現，高能力組＞中能力組＞低能力組，表示能力越高者越能嘗試多種不同的關鍵詞來尋找答案；但是概念策略組(A)和自然科學能力組(B)之間的交互作用並無顯著差異（$F=.821, p= .559 > .05$)，如表5所示。

(二)瀏覽效率的表現

學童若在同一網頁上停留過久，可能會壓縮其他資料搜尋的時間；因此，本研究從搜尋歷程檔中彙整並分析學童在每個議題中決定欲瀏覽網頁的時間總和，以檢視「瀏覽效率」的差異。

經由二因子變異數統計分析的結果，在

表 4：各組在變換輸入不同關鍵詞的次數和的敘述統計

類別	高能力		中能力		低能力		平均
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
概念填空組	8.40	2.966	7.00	1.225	6.00	2.345	7.13
命題填空組	10.20	4.817	6.60	1.517	4.17	.408	6.81
概念圖繪製組	12.00	4.183	7.80	1.643	5.83	2.137	8.38
閱讀文章組	10.80	1.643	6.60	1.517	4.67	.816	7.19
總和	10.35	3.573	7.00	1.451	5.13	1.687	7.38

表 5：各組在輸入不同關鍵詞的次數和的二因子變異數分析摘要表

來源	離差平方和（*SS*）	自由度（*df*）	均方（*MS*）	*F* 檢定
概念圖策略（A）	23.815	3	7.938	1.382
自然科學能力（B）	291.256	2	145.628	25.348***
交互作用（A × B）	28.310	6	4.718	.821
誤差	293.000	51	5.745	
總和	4073.000	63		

***$p < .001$

表 6：各組在瀏覽效率上的二因子變異數分析摘要表

來源	離差平方和（*SS*）	自由度（*df*）	均方（*MS*）	*F* 檢定
概念圖策略（A）	4407238	3	1469079	3.016
自然科學能力（B）	41023259	2	20511629	42.107*
交互作用（A × B）	1327426	6	221237	.454
誤差	24843953	51	487136	
總和	254308638	63		

*$p < .05$

網路搜尋行為上，學童在不同的概念構圖策略組中，各組之「瀏覽效率」是沒有顯著差異的（$F=3.016, p= .38 > .05$）；然而，在不同自然科學能力上，不同能力之「瀏覽效率」則呈顯著差異（$F=42.107, p < .001$），進一步運用事後多重檢定結果發現，高能力組＞中能力組＞低能力組，表示高能力學童在瀏覽網頁的時間較短，中能力學童次之，低能力學童則瀏覽的時間最長；然而概念策略組(A)和自然科學能力組(B)之間的交互作用並無顯著差異（$F= .454, p= .839 > .05$），如表6所示。

(三)瀏覽效能的表現

當學童選用檢索出網站時，可能會選取與主題不相關的網站來資料選取；因此，本研究針對「瀏覽效能」分數來檢視學童在選取網站的正確性，並參考 Bilal（2000, 2001, 2002）的網頁瀏覽評量方式，得出瀏覽效能分數。以不同的概念構圖策略組和不同自然科學能力組為自變項，「瀏覽效能」為依變項，分析實驗組和控制組在「瀏覽效能」的差異情形。

在敘述統計中，在「瀏覽效能」方面，學童接受不同型式的概念構圖策略後，「瀏覽效能」的分數表現為：概念填空組最高（24.93），命題填空組最低（13.59）；在不同自然科學能力上，「瀏覽效能」的分數表現為：高能力組（30.65）＞中能力組（18.63）＞低能力組（9.96），如表7所示。

以不同的概念圖策略組和不同自然科學能力組為自變項，「瀏覽效能」為依變項，分析實驗組和控制組在「瀏覽效能」的差異情形，進行「二因子變異數分析」。

在網路搜尋行為上，學童在不同概念構圖策略組與不同自然科學能力上，在「瀏覽效能」的表現上，概念策略組(A)和自然科學能力組(B)之間的交互作用具顯著差異（$F= 1.097, p= .002 < .05$），如表8所示。進一步運用進行單純主要效果來進行限定條件的檢定，發現在概念構圖策略中，低能力組與中能力組具顯著差異（$F=19.715, p < .001$; $F= 76.703, p < .001$）；在自然科學能力中，概念填空、命題填空、概念構圖繪製及閱讀文章等四組均具有顯著差異（$F=49.612, p < .001$; $F=24.493, p < .001$; $F=38.818, p < .001$; $F= 47.892, p < .001$），再進行單純主要效果的事後比較。此外，中、低能力組在概念填空教學後，其平均數差異之效果值（effect size）分別為4.7及0.72，比命題填空組、概念構圖繪圖組及閱讀文章組有顯著差異。依 Cohen

表 7：各組在瀏覽效能上的敘述統計

類別	高能力		中能力		低能力		平均
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
概念填空組	33.00	5.339	29.40	2.191	12.40	1.817	24.93
命題填空組	27.90	9.743	8.00	1.581	6.33	1.211	13.59
概念圖繪製組	31.20	6.438	18.90	2.559	10.25	1.332	19.50
閱讀文章組	30.50	5.136	18.20	2.465	11.25	1.332	19.44
總和	30.65	6.618	18.63	8.033	9.96	2.675	

表 8：各組在瀏覽效能上的二因子變異數分析摘要表

來源	離差平方和（*SS*）	自由度（*df*）	均方（*MS*）	*F* 檢定	事後比較	
					中能力	低能力
概念圖策略（A）	916.879	3	305.62	17.653***	概念填空組＞概念圖繪製組＝閱讀文章組＞命題填空組	概念填空組＞命題填空組；概念圖繪製組＞命題填空組；閱讀文章組＞命題填空組
自然科學能力（B）	4537.673	2	2268.837	131.04***		
交互作用（A×B）	433.341	6	72.223	4.172**		
誤差	882.983	51	17.313			
總和	30221.750	63				

**$p < .01$, ***$p < .001$

（1988）所提準則，此值大於0.8即表示有顯著差異，意即中、低能力組經過概念填空教學後，其選取網站的正確性比其它教學策略組好。

(四)摘要能力分數的表現

學童在檢索網站資料並整理成答案後，本研究中使用第一章中所提的摘要能力分數計算公式來計算「主要概念數目」以產生「摘要能力分數」。為了瞭解「摘要能力分數」是否會因教學策略與自然能力的不同而產生差異，以不同的概念構圖策略組和不同自然科學能力組為自變項，「摘要能力分數」為依變項，進行「二因子變異數分析」，分析結果說明如下：

在網路搜尋行為上，學童在不同的概念構圖策略組與不同自然科學能力上，在「摘要能力分數」的表現上，概念策略組(A)和自然科學能力組(B)之間的交互作用具顯著差異（$F=2.345, p= .045 < .05$），如表9所示。進一步運用進行單純主要效果來進行限定條件的檢定，發現在概念構圖策略中，中、低能力組具有顯著差異（$F=50.84, p= .009 < .05$; $F=11.627, p < .001$）；在自然科學能力中概念填空、命題填空、概念構圖繪製及閱讀文章等四組均具有顯著差異（$F=55.176, p < .001$; $F=23.686, p < .001$; $F=81.699, p < .001$; $F=76.299, p < .001$）。再進行單純主要效果的事後比較。此外，中、低能力組在概念填空教學後，其平均數差異之效果值（effect size）分別為1.55及1.13，與命題填空組、概念構圖繪圖組及閱讀文章組有顯著差異；亦即中、低能力組在經過概念填空教學後，其檢索網站資料的摘要能力比其它教學策略組好。

(五)知識結構測驗 PFC 指數的表現

知識結構測驗「PFC 指數」係反映學童的知識結構變化情形，藉由知識結構的探討來瞭解學童在不同組別的認知差異情形。在

本小節以不同的概念構圖策略組和不同自然科學能力組為自變項，「PFC 指數」為依變項，進行「二因子變異數分析」。分析結果說明如下：

在網路搜尋行為上，學童在不同概念構圖策略組與不同自然科學能力，在「PFC 指數」的表現上，概念策略組(A)和自然科學能力組(B)之間的交互作用具顯著差異（$F=2.319, p=.047<.05$），如表10所示。進一步運用進行單純主要效果來進行限定條件的檢定，發現使用概念構圖策略後，對中、低能力組學生具顯著差異（$F=4.282, p=.018<.05$; $F=14.208, p=<.001$）；同時，在對不同自然科學能力的學生，概念填空、命題填空、概念構圖繪製及閱讀文章等四組均具有顯著差異（$F=22.324, p<.001$; $F=81.271, p<.001$; $F=45.426, p<.001$; $F=79.016, p<.001$）。進行單純主要效果的事後比較，顯示中、低能力組在接受概念填空教學後，與命題填空組、概念構圖繪圖組及閱讀文章組有顯著差異，意即中、低能力組經過概念填空教學後，其認知及知識結構比接受其它的教學策略好。

表11彙整不同學科能力學童在不同概念構圖策略分組下表現情形。由表11可以發現，對於高能力學童而言，使用不同概念構圖策略，不論在實驗組（概念填空組、命題填空組、概念構圖繪製組）或控制組（閱讀文章組），均未造成顯著差異。對於中能力學童而言，在瀏覽效能及知識結構分數上方面，概念填空組的表現比其他它組佳；在摘要能力方面，概念填空組與控制組的表現顯著優於命題填空組。對於低能力學童而言，在瀏覽效能方面，命題填空組的表現比其它實驗組更不理想，甚至於比控制組差；在摘要能力分數及知識結構指分數上，命題填空

表 9：各組在摘要能力分數上的二因子變異數分析摘要表

來源	離差平方和（*SS*）	自由度（*df*）	均方（*MS*）	*F* 檢定	事後比較	
					中能力	低能力
概念圖策略（A）	.048	3	.016	13.036***	概念填空組＞命題填空組；閱讀文章組＞命題填空組	概念填空組＞命題填空組
自然科學能力（B）	.401	2	.200	164.23***		
交互作用（A×B）	.017	6	.003	2.345*		
誤差	.062	51	.001			
總和	4.891	63				

*$p<.05$, ***$p<.001$

表 10：各組在知識結構 PFC 指數上的二因子變異數分析摘要表

來源	離差平方和（*SS*）	自由度（*df*）	均方（*MS*）	*F* 檢定	事後比較	
					中能力	低能力
概念圖策略（A）	.082	3	.027	15.193***	概念填空組＞概念圖繪製組；概念填空組＞閱讀文章組；概念填空組＞命題填空組	概念填空組＞命題填空組
自然科學能力（B）	.666	2	.333	186.07***		
交互作用（A×B）	.025	6	.004	2.319*		
誤差	.091	51	.002			
總和	9.546	63				

*$p<.05$, ***$p<.001$

表 11：實驗結果總表

觀察項目	高能力	中能力	低能力
關鍵詞字數	四組間無顯著差異	四組間無顯著差異	四組間無顯著差異
變換關鍵詞次數	四組間無顯著差異	四組間無顯著差異	四組間無顯著差異
瀏覽效率	四組間無顯著差異	四組間無顯著差異	四組間無顯著差異
瀏覽效能	四組間無顯著差異	概念填空組＞概念圖繪製組 ＝閱讀文章組＞命題填空組	概念填空組＞命題填空組 概念圖繪製組＞命題填空組 閱讀文章組＞命題填空組
摘要能力分數	四組間無顯著差異	概念填空組＞命題填空組 閱讀文章組＞命題填空組	概念填空組＞命題填空組
知識結構分數	四組間無顯著差異	概念填空組＞概念圖繪製組 概念填空組＞閱讀文章組 概念填空組＞命題填空組	概念填空組＞命題填空組

組的表現也比概念填空組差，但和概念構圖繪製組與控制組並無顯著差異。

二、討論

(一)不同自然科學能力的兒童，在不同的概念構圖策略教學與閱讀文章後，其問題分類能力是否有差異？

以二因子變異數統計分析結果來看，接受不同概念構圖策略教學的學童在關鍵詞字數、變換關鍵詞次數與瀏覽效率上並未達顯著差異；然而，在自然科學能力上呈現顯著差異。這表示中、低能力學童在經過概念構圖教學後，能縮短關鍵詞字數與及變換關鍵詞以達成精準搜尋，顯示能力越高的學童其使用關鍵詞字數越精簡、決定點選網頁的時間也越短、也越能變換不同的關鍵詞搜尋所需資料。雖然本研究中設計的三組概念構圖策略教學對這些網路瀏覽能力的增強並未達顯著，可能與實驗教學時間不足有關；由於Okebukola（1992）在以概念構圖作為學習及評量工具之前，對學生進行約480分鐘（十二節課）的概念構圖訓練；相較之下，本研究用於訓練學生繪製概念構圖的時間僅有40分鐘（一節課）。

(二)不同自然科學能力的兒童，在不同的概念圖策略教學與閱讀文章後，其網路資料選取能力是否有差異？

由瀏覽效能與摘要能力二方面來看，不同的概念構圖策略教學，對中、低能力學童具顯著效果，對高能力學童的效果則不顯著。從自然科學能力的觀點，實驗組（概念填空組、命題填空組、概念構圖繪製組）和控制組（閱讀文章組）等四組具顯著差異，表示學童的瀏覽效能與摘要能力分數不僅與本身的自然科學能力相關，而且與概念構圖教學策略相關。

對中能力學童而言，概念填空教學對其瀏覽效能的表現有顯著差異，在摘要能力上的表現，概念填空教學也優於命題填空教學。因為概念填空圖提供中能力學童適時的鷹架（Scaffolding）輔助，在概念填空過程中，讓學童瞭解概念間的連結關係，使減輕其認知負荷。此外，在瀏覽效能與摘要能力方面，命題填空組的表現比控制組差，可能是因為命題填空沒有固定的範圍，容易造成學生的認知超荷與混淆。反觀概念填空組，因為有練習尋找關鍵字的技巧，所以技巧上較熟練；同時，學童僅需在文章內找出重要概念並填

入空格中，因此其認知負荷較小，有助於學童對重要概念的理解與記憶。這個結果呼應了邱慧玲（2003）的研究發現，即概念構圖在網路學習的過程中可扮演學習鷹架的角色，導引學生學習以減少學生在網路搜尋過程中可能發生認知迷失及認知負荷等問題。

在不同能力表現上，概念構圖繪製組與控制組相較下並無顯著差異。推測概念構圖繪製對國小學童來說還是過於複雜，除了訓練時間不足外，相關繪製技巧也不足，因此許多人仍無法完成。Okebukola（1990）認為，自行繪製概念圖時的思考處理程序是動態且多向的，而且必須在不同層次的摘要中前推、後推，概念構圖繪製需在理解力訓練、教學者導引、長時間練習下的配合下，對教學才有幫助。

對高能力學童而言，實驗組與控制組間的表現並無顯著差異，原因可能是高能力學童本身就具備摘要與閱讀策略的能力。當閱讀文章時，可以較有效的選取出重點，同時資料整合的能力也較強。因此，此類天花板效應可能消弭實驗組與控制組之間的差異；未來如何進行後續研究是值得探討的議題。

(三)不同自然科學能力的兒童，在不同的概念構圖策略教學與閱讀文章後，其知識結構是否有差異？

部分的概念構圖策略教學，對中能力組與低能力組學生的 PFC 指數影響具有顯著差異，對高能力學童則無顯著差異。

圖7是一位中能力組學童與專家的知識結構比對圖，與專家知識結構的相似程度為 .43，可以發現中能力學童知識結構圖中概念間的連結少於專家結構圖中的連結，而且存在錯誤的概念或連結。對中能力學童而言，概念填空教學的表現優於其它組別，可能是概念填空組提供學童鷹架（Scaffolding）的輔助，藉由對照文章來進行概念填空，可以讓學童更加瞭解概念間的關係。

對於低能力學童而言，與專家知識結構的相似程度為 .24，其中只有概念填空組的表現優於命題填空組，其餘組別間並無顯著差異。

對高能力兒童而言，接受不同概念構圖策略教學，所得的知識結構 PFC 指數均無顯著差異；可能原因是高能力學童本身已具備一定認知能力，而產生天花板效應。

伍、結論與建議

一、結論

本研究探討目前國小高年級學童在面對問題時，經由網際網路搜尋引擎尋找資料的現象。藉由觀察分析不同能力的學童在不同的概念圖策略教學組間，其線上搜尋歷程以

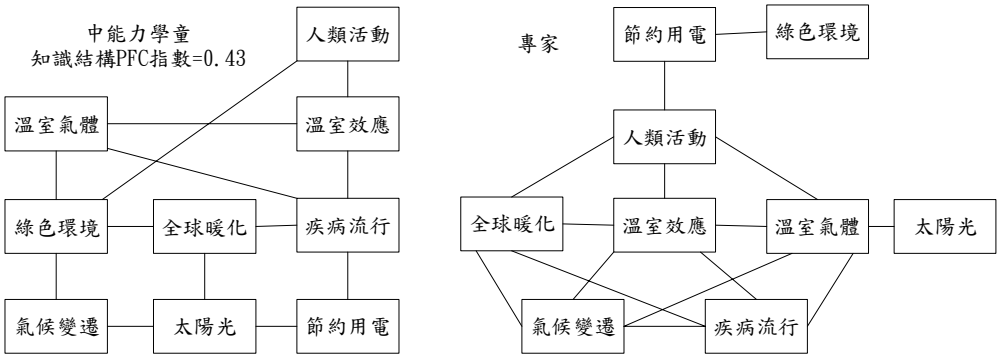

圖 7：中能力學童與專家知識結構比對圖

及知識結構的差異情形，探討何種概念構圖策略最能增進學童在網路搜尋的問題分類與資料選取能力。研究結果如下：

(一)資料搜尋能力

在關鍵詞的運用字數和與次數表現方面，與不同自然科學能力有顯著相關，即高能力組＜中能力組＜低能力組；顯示能力越高的學生，關鍵詞的使用就越精簡。在瀏覽效率的表現方面，概念填空組花費時間最短，而命題填空組最長；同時，高能力組＜中能力組＜低能力組，且呈顯著差異，顯示高能力學童在判斷瀏覽網頁的時間較短，中能力學童次之，低能力學童花費時間最長。

(二)資料擷取能力

資料擷取能力可由瀏覽效能與摘要能力二方面來看；本研究發現，不同的概念構圖策略教學，對中、低能力學童具顯著效果，對高能力學童的效果則不顯著。同時，在實驗組及控制組中，不同自然科學能力的學生，其瀏覽效能與摘要能力都有具顯著差異，表示資料擷取能力不僅與本身的自然科學能力相關，而且與概念構圖教學策略相關。

(三)知識結構 PFC 指數

對高能力學童而言，其知識結構並無增益；然而對中能力學童，概念填空教學相較於控制組及其它兩組均有顯著差異，亦即概念填空教學最能增益其知識結構分數，而趨近專家知識結構。另外，對低能力學童，概念填空教學不但優於命題填空教學，也優於概念繪圖教學。

二、建議

根據研究結果與研究過程中所發現的問題，本研究提出幾個建議，供未來教學及研究參考。

(一)教學者需考慮學習者能力

由研究結果可知，不同能力的學童在各方面的表現有很大的差異，對不同概念構圖教學策略的接受度亦不相同；例如概念填空教學對於中低能力的國小高年級學童而言，最能增進其網路資料擷取的能力。因此，建議教學者在網路搜尋策略的教學上，需考慮學習者能力後再給予適當的概念構圖策略，以提升學童網路搜尋能力。

(二)安排資訊搜尋訓練課程

學生使用網路搜尋資料的情況雖已非常普遍，但在搜尋技巧及概念的檢索上仍需加強。建議教師可利用概念構圖等學習理論來增進搜尋的效能與資料摘要統整的正確性，掌握資訊流。在國小資訊教育課程中安排資訊搜尋教育訓練課程，確實有其重要性及價值。

(三)延伸探討高能力學生

本研究發現，高能力組學生對於各項實驗教學策略的效果並不顯著。建議未來可選用難度較高的教材，針對高能力學童做進一步的研究。

(四)加強概念構圖繪製訓練

Okebukola（1990）認為，概念構圖繪製需在理解力訓練、教學者導引、長時間練習下的配合下，對教學才有幫助。後續研究可考慮增加練習時間，針對概念構圖繪製組學生的表現做進一步研究。

(五)以概念填空教學提升學生知識結構

本研究發現在知識結構分數方面，概念填空組之中、低能力學生優於其它組之中、低能力學生，顯示概念填空教學策略不僅給予學生學習引導，減少學生產生學習迷失問題，也驗證 Sweller（1998）認為在開始學習概念構圖時，如果不給予學生任何提示，而要求完成全部答案的教學模式，不但可能適得其反而且會產生認知負荷的問題。因此，建議未來教學者在使用概念構圖教學時，透過概念填空教學方式將比其它教學方式更能

有效提升學生知識結構。

誌　　謝

本研究部分由中華民國行政院國家科學委員會補助，計畫編號 NSC 96-2628-S-024-001-MY3及 NSC 98-2631-S-024-001。

參考文獻

1. 江淑卿（1996）。**知識結構的重要特性之分析暨促進知識結構教學策略之實驗研究**。國立台灣師範大學教育與輔導研究所博士論文，未出版，台北市。
2. 李咏吟（2000）。**認知教學理論與策略**。台北：心理。
3. 林青麗、鄭承昌、孫宜旺、黃郁涵（2008）。**增進國小學童進行網路資訊搜尋之教學策略**。2008 年 3 月 15 日，取自 http://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/69/index.htm。
4. 邱慧玲（2003）。**以概念構圖輔助學習之教學網站建置研究**。國立彰化師範大學商業教育學系碩士論文，未出版，彰化市。
5. 徐享良、曾秀錦（1989）。**國中新生自然科學能力測驗**。台北：心理出版社。
6. 翁婉真（2004）。國小高年級學生網路資訊尋求行為之研究。**大學圖書館，8**（1），92-106。
7. 許意苹（2007）。**國小高年級學生網路資訊搜尋課程發展與成效之研究**。淡江大學教育科技學系碩士論文，未出版，台北縣。
8. 陳俊源（2002）。**概念構圖式網路學習環境對認知結構影響之研究－以國小五年級學生岩石概念為例**。國立台南師範學院教師在職進修資訊碩士學位班碩士論文，未出版，台南市。
9. 劉玉立（2002）。**國小高年級學生搜尋與統整網路資料之行動研究**。國立嘉義大學教育科技研究所碩士論文，未出版，嘉義市。
10. 劉明洲（1999 年 10 月）。**植基於概念構圖的適性化學習網頁結構分析與設計**。發表於台灣區網際網路研討會 TANET99。高雄市：國立中山大學。
11. 蔡天民、王美芬（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。**科學教育研究與發展季刊，12**，119-138。
12. 蔡新德、楊子奇、蔡佩珊、黃國禎（2006）。**國小高年級學童網路搜尋歷程的記錄與分析－以社會科核能發電單元為例**。發表於第二屆數位內容管理與應用學術研討會。台南市：國立台南大學。
13. 鄭憲聰（2006）。概念構圖教學法運用在國小運輸科技教學活動設計－以「簡易手擲機」製作為例。**生活科技教育月刊，39**（7）。
14. 魏靜雯（2004）。**心智繪圖與摘要教學對國小五年級學生閱讀理解與摘要能力之影響**。國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所碩士論文，未出版，台北市。
15. Alverman, D. E. & Boothby, P. R. (1984). The effect of graphic instruction on fourth grades' comprehension of social studies text. *Journal of Social Studies Research, 8*, 13-21.
16. Barlow, L. (2002). *How to use Web search engines*. Retrieved Aug 20, 2007, from http://www.monash.com/spidap1.html
17. Bilal, D. (2000). Children's use of the Yahooligans! Web search engine: I. cognitive, physical and affective behaviors on fact-based search tasks. *Journal of the American Society for Information Science, 51*(7), 646-665.
18. Bilal, D. (2001). Children's use of the Yahooligans! Web search engine: II. cognitive and physical behaviors on research tasks. *Journal of*

the American Society for Information Science and Technology, 52(2), 118-136.

19. Bilal, D. (2002). Children's use of the Yahooligans! Web search engine: III. cognitive and physical behaviors on fully self-generated search tasks. *Journal of the American Society for Information Science and Technology, 53*(13), 1170-1183.
20. Chang, K. E., Sung, Y. T., & Chen, I. D. (2002). The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization. *The Journal of Experimental Education, 71*(1), 5-23.
21. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
22. Eisenberg, M. B. & Berkowitz, R. E. (1990). I*nformation Problem-solving: The big six skills approach to library & information skills instruction*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
23. Enochsson, A. (2005). The development of children's web searching skills - a non-linear model. *Information Research, 11*(1), 240.
24. Goldsmith, T. E., Johnson, P. J., & Acton, H. W. (1991). Assessing structural knowledge. *Journal of Educational Psychology, 83*, 88-96.
25. Hwang, G. J., Tsai, P. S., Tsai, C. C., & Tseng, J. C. R. (2008). A novel approach for assisting teachers in analyzing student web-searching behaviors. *Computers & Education, 51*, 926-938.
26. Jonassen, D. H., Beissner, K., & Yacci, M. (1993). *Structural knowledge: Techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
27. Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking (2nd ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
28. Katayama, A. D. & Robinson, D. H. (2000). Getting students "partially" involved in notetaking using graphic organizers. *The Journal of Experimental Education, 68*, 119-133.
29. Marchionini, G. (1995). *Information-seeking perspective and framework*. Retrieved May 22, 2007, from http://www.ils.unc.edu/~march/isee_book/Chapter_3.pdf
30. Muhammed, Y., Mohd, S., & Khaja, K. (2006, March). *Reducing cognitive load in learning computer programming*. Paper presented at the 12th International Conference on Computer Science (ICCS2006), Vienna, Austria.
31. Novak, J. D. (1995). Concept mapping: A strategy for organizing knowledge. In I. S. M. Glynn. & R. Duit. (Eds.), *Learning science in schools: Research reforming practice* (pp. 229-245). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
32. Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York.: Cambridge University Press.
33. Okebukola, P. A. (1990). Attaining meaningful learning, of concepts in genetics and ecology. An examination of potency of the concept mapping technique. *Journal of Research in Science Teaching, 27*(5), 493-504.
34. Okebukola, P. A. (1992). Concept mapping with a cooperative learning flavor. *The American Biology Teacher, 54*(4), 218-221.
35. Schvaneveldt, R. W. (1994). *KNOT*: *Knowledge network organization tool for IBM.PC's* (V. 4.2). Las Cruces, NM: Interlink.
36. Sweller, J. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*, 251-296.

Effects of Concept Map-Oriented Tutoring Strategies on Web-Searching Ability and Knowledge Structures of Elementary School Students: A Case Study in a Natural Science Course

Gwo-Jen Hwang, Fan-Ray Kuo and Hsin-Te Tsai

Department of Information and Learning Technology, National University of Tainan

Abstract

This paper explores the ways to deploy concept map-oriented tutoring strategies to enhance children's web-searching strategy, improving their web-searching capability and further control information flow. A posttest was conducted on nonequivalent-groups with a 4 (concept map strategies) × 3 (natural science capability) factorial design. Sixty-three students participated in this experiment, and two independent variables were taken into consideration; that is, three different levels of knowledge and four concept map strategies. In addition to reading assignments, the experimental groups had to learn different concept map strategies, respectively. The control group, on the contrary, only was required to adopt a reading strategy. Significant differences was found for the intermediate- and low-level students by using different concept map strategies. In terms of knowledge structures PFC index, it was found that, the "fill-in-concepts" strategy was more helpful to the intermediate-level students than other strategies. For the low-level students, using the "fill-in-concept" strategy achieved better performance than using the "fill-in-relationship" strategy.

Key words: Natural Science Courses, Knowledge Structure, Concept Map, Web Searching Strategies