

概念構圖學習成效相關影響因素之探討

陳玉欣、于富雲
國立成功大學教育研究所
fuyun@mail.ncku.edu.tw

摘要

本研究旨在探討一:概念構圖總分和認知策略、後設認知策略與學習成就之相關性;探討二:概念圖連結數、階層數、例子數、交叉連結數對認知策略、後設認知策略、學習成就之預測效果;探討三:空間能力分別對概念圖連結數、階層數、交叉連結數、例子數之預測效果。以台南市一國小四年級兩個班級學生為研究樣本,進行連續八週實驗教學活動。結果發現概念構圖總分與認知、後設認知策略後測具有低度之正淨相關:概念圖連結數對認知、後設認知策略與學習成就表現皆具有顯著預測效果;空間能力能顯著預測學習者在概念圖連結數的表現。文末根據結果提供未來教學與研究建議。

關鍵字:概念構圖、認知策略、後設認知策略

一、研究背景與目的

近代教育思潮揚棄傳統反覆背誦記憶的學習模式,改以強調學習者如何主動操弄訊息以獲取知識的歷程。因此,用來解讀學習方式與歷程的相關理論如訊息處理理論(Information-processing theory of learning)與後設認知理論(metacognitive theory)的觀點日益受到重視。概言之,前者重視學習者如何主動將訊息加以吸收、編碼、轉化與建構,歷程中學習者需將所學的訊息組織、精緻化,內化到自己的知識架構之中,並在長期記憶中保存,供日後提取與檢索(邱上真,1991;張春興,1996);後者則著重在學習者對自身學習歷程的計畫、監控、執行、修正與評鑑等內在思考與行動,以因應不同的學習情況發展有效的策略技巧來達成學習目標(邱上真,1991;張春興,1996;Wellman & Flavell, 1977)。基於此,強調主動操弄訊息,建構自我知識體系與架構的學習策略,像是概念構圖日漸受到重視。

概念構圖為一種透過視覺化的圖像表徵,來表達個人內在知識不同概念關係的一種學習策略,透過概念間的連結以形成有意義的命題,並以上下階層式的排列最終形成一個能夠代表學生知識架構體系的二度空間圖形(耿筱曾,1996, Kinchin & Hay, 2000; Novak & Gowin, 1984)。在概念構圖過程中,學生似需不停往返學習內容與概念圖間反覆查找以擷取重要的概念,並將既有概念與新概念加以連結、擴充既有認知架構,同時予以歸類、排序、界定彼此之間的關係,即進行複誦、精緻化、組織等認知策略技巧。此外,透過圖像化的呈現,有助於學習者反思連結是否有錯置或不當的地方,透過反覆不斷的修正與調整使整個架構本身更加完整。過程中學習者應較有機會檢視自身對於學習內容的理解程度,並找出腦中迷思的概念,即進行一連串的計畫、監控、修正、評鑑等後設認知活動。基於訊息處理與後設認知理論觀點,學習者在概念圖的表現應對高層次認知技巧和學習成就表現上有所影響。然目前相關研究多著重在探討學習者概念圖總分與學科知識概念理解的關係(BouJaoude & Attieh, 2003; Bolte, 1997; Rye & Rubba, 2002; Slotte & Lonka, 1999)。目前尚未有研究探討概念構圖表現與認知、後設認知策略

之間關係，因此，本研究目的之一欲探討學習者概念構圖表現和認知、後設認知策略與學習成就之相關性。

考量學習者在建立概念圖時，學習者需反覆在學習材料之間進行重要概念的辨識、選擇，並依其涵蓋範圍與特性加以歸類、排序與組織，形成上下階層形式。在反覆處理、組織、精緻化的歷程中，學習者為將新概念納入原架構中，學習者應會不斷檢視與調整概念之間的位置，修正擴充原有連結形式。經由多向度連結關係的建立，學習者可將既有訊息與新訊息以圖像表徵的方式加以連結，而交叉連結的建立，應有助於學習者自我反思不同架構體系之間的關係；同時學習者在概念底下加上例子，可用來評估自己對於概念的理解程度，基於上述，透過概念圖有效連結、交叉連結、階層與例子的展現程度應能預估學生在認知與後設認知策略運用的情形。考量目前國內外尚未有相關研究進一步探討概念圖的建構元素對學習者在認知、後設認知策略表現的預測效果，本研究想要進一步探討概念圖中的哪些建構要素對學習者的在認知策略、後設認知策略與學習成就表現上具有預測效果，以利教師日後在概念構圖教學實務應用上能夠有重要參考指標可以依循。因此，本研究目的二欲探討概念圖連結數、階層數、例子數、交叉連結數對認知、後設認知策略表現上的預測效果。

概念構圖透過線段與圖形展現知識概念間二度空間的關係形式，藉由交叉連結與階層分別展現概念間橫向或縱向的連結關係，在此活動歷程中應會牽涉到學習者對概念位置上下、左右等空間方向感的認知以及對於線段、圖形組合之間關係的覺察能力。Gardner (1983/1999) 提出空間智慧 (spatial intelligence) 能力意指人們能夠感受知覺到視覺空間並表現出來的能力，包括對線條、形狀、空間以及彼此間的關係的敏感性 (引自王淑芬, 2003)。基於上述，概念構圖活動應會受到學習者的空間能力的影響，然搜尋過去相關研究發現目前上尚未有相關研究探討學習者的空間能力對概念圖中的連結、階層、交叉連結、例子哪一部份的特質最具影響力。因此，本研究目的三欲分別探討空間能力對概念圖連結數、階層數、交叉連結數、例子數之預測效果。

基於上述，本研究假設一：概念構圖總分分別與認知策略、後設認知策略與學習成就具有顯著正相關；假設二：概念圖連結數、階層數、交叉連結數、例子數分別對認知策略、後設認知策略、學習成就具有顯著預測效果；假設三：空間能力分別對概念圖連結數、階層數、交叉連結、例子數具有顯著預測力。

二、研究方法

(一) 研究設計與實驗實施

本研究以台南市一國小四年級兩個班級的學生為研究樣本，配合參與研究的一位自然科任教老師進行教學，於期中考後進行連續八週的概念構圖實驗教學活動。在完成參與教師的事前訓練、參與學生自然科期中模擬考與期中考學業成績、認知策略、後設認知策略量表前測與空間能力測驗的實施後，研究者針對受試者，進行為期一週的學習策略的教學訓練，之後讓學生配合參與學校教學單元進行策略運用。

概念構圖學習策略訓練流程概為：各概念詳細解說→正反例子介紹→配合講義及學習單運用，讓學生個別練習→整體回饋。在概念構圖學習策略的教學訓練階段 (計 100 分鐘，2.5 堂課)，主要教導學生概念的辨識與分類、概念間的連結與階層關係、連結語的選用與替換時機、概念圖繪製的要點與標準等，讓學生瞭解如何進行概念選擇、辨識、

歸類、階層排序、連結線建立、連結語選用、有意義的命題形成等步驟。

教學訓練後，進行實驗教學處理（共 7 週）。唯考量到學生可能尚未熟悉概念圖的繪製技巧與標準，故實驗教學前期兩週為導入階段：由指導教師明確指定概念構圖策略運用的特定教材範圍並提供最上層的主概念（例如：課本第 X 頁到第 X 頁），利用每週第三節自然課的下課前 20 分鐘，讓學生運用概念圖的繪製技巧與標準於學習歷程中；接續，正式階段（5 週）學生可自行選擇想要繪製的教材範圍，用以輔助該週或該單元教材內容的統整，加強輔助個別學習之效果。

在實驗操弄過程中，教學者強調不同回饋機制的提供，概念組實驗教學處理的歷程皆為：由教學者說明講解學生前一週優良及待改進的作品數則，藉此強調學習策略的運用技巧與優勢（整體回饋）→學生針對前一週的學習單進行修正與調整（個別文字回饋）→學生自行斟酌繪製新的概念圖或對前一週完成的概念圖進行修改與補充→完成並繳交當週學習單，教學者依據學生當週表現，給予個別口頭建議，告知錯誤或不妥的地方（個別口頭回饋）。在實驗教學活動結束一週後，研究者立即實施認知策略與後設認知量表，次週，配合學校進度完成期末考模擬考與期末考之成就測驗後測。

（二）研究工具與資料分析

本研究採用洪琮琪（2002）根據程炳林（2000）所編製的「中學生自我調整學習量表」中之認知分量表所改編而成的「學習策略量表」，其包含複誦、精緻、組織、計畫、監控、修正、與評鑑共七個策略，前三個屬認知策略（共 18 題），後四個屬後設認知策略（共 24 題）。認知策略包含兩個因素共可解釋 18 個題目的 62.13%，Cronbach α 為 .96；後設認知策略包含兩個因素共可解釋 24 個題目的 63.97%，Cronbach α 值為 .97，本量表在認知與後設認知策略上皆有不錯的建構效度與信度。

成就測驗直接選用參與實驗學校的期中、期末考試成績，再加上由自然科教師依據教科書出版商的試題題庫編擬的兩份考前模擬考成績。期中模擬考與期末模擬考的實施時間各為期中考與期末考之前一週。本研究以期中模擬考與期中考兩次考試的平均成績為成就測驗前測，以期末模擬考與期末考兩次考試之平均成績為成就測驗後測。

空間能力測驗採用路君約與陳榮華（1992）共同編製的「非文字普通能力測驗」，其中之「方塊」分測驗，主要在測量學生空間關係、機械能力、計算能力與視覺注意力的動搖情形，全測驗之折半信度為 0.793。在效度分析結果顯示，以本測驗總分與學業總成績的相關係數是 .618，施測時間 15 分鐘，選擇題共計有 50 題，達對一題得一分，共 50 分，學習者的得分越高，代表空間能力越高。

將所收集之資料以淨相關或部分相關分析考驗研究假設一。進行淨相關或部分相關分析前，先進行 Pearson 積差相關，若相關達顯著再進行淨相關，未顯著則進行部份相關分析，以排除其前測的影響；以逐步迴歸分析研究假設二；以簡單迴歸分析研究假設三。

三、 結果

（一）假設一：概念構圖總分分別與認知、後設認知策略與學習成就具有顯著正相關

根據 Davis（1971）說明變項之間的相關程度時，以相關係數大小做劃分，相關係數達 0.7 及以上代表強烈相關，0.50 至 0.69 代表實質相關，0.30 至 0.49 代表中度相關，

0.10 至 0.29 代表低度相關，0.01 至 0.09 代表相關性極小，可以忽略。

結果顯示，認知前測與認知後測呈現顯著相關 ($r=0.574$; $p=.000$) 達實質正相關；認知前測與概念圖總分呈現顯著相關 ($r=.282$; $p=.029$) 達低度正相關；概念圖總分與認知後測呈現顯著正相關 ($r=0.393$; $p=.002$) 達中度正相關。排除認知前測影響，發現概念圖總分與認知策略後測的淨相關為 0.294，達顯著 ($p<.05$)，概念圖總分可以單獨解釋認知策略後測 8.64% 的變異量，即學習者在概念圖表現得分越高，在認知策略運用上表現較佳的機會越大。

後設認知前測與後設認知後測呈現顯著相關 ($r=0.532$; $p=.000$)，達實質正相關；後設認知前測與概念圖總分呈現顯著相關 ($r=.270$; $p=.037$) 達低度正相關；概念圖總分與後設認知後測呈現顯著正相關 ($r=.359$; $p=.005$) 達中度正相關。排除後設認知前測影響，發現概念圖總分與後設認知策略後測的淨相關為 0.264，達顯著 ($p<.05$)，概念圖總分可以單獨解釋後設認知策略後測 6.97% 的變異量，即學習者在概念圖表現得分越高，在後設認知策略運用上表現較佳的機會越大。

學習成就前測與學習成就後測呈現顯著相關 ($r=0.629$; $p=.000$)，達實質正相關；學習成就前測與概念圖總分呈現顯著相關 ($r=.288$; $p=.026$) 達低度正相關；概念圖總分與學習成就後測呈現顯著相關 ($r=.372$; $p=.003$) 達中度正相關。排除學習成就前測影響，發現概念圖總分與後設認知策略後測的淨相關為 0.256，未達顯著 ($p=.05$)，代表學生概念圖表現與學習成就後測間具有虛假相關。

(二) 假設二：概念圖連結數、階層數、交叉連結數、例子數分別對認知策略、後設認知策略、學習成就具有顯著預測效果。

在認知策略方面，選入的預測變項為連結數，排除的變項包含階層數、交叉連結數與例子數，模式整體檢定達顯著 ($F=11.096$, $p=.002$)，其預測變項連結數能解釋認知策略後測 14.6% 的總變異量 ($\text{Adj. } R^2=0.146$)，具有統計上的意義。連結數的標準化係數 $B=0.401$ ，達顯著 ($t=3.331$, $p=.002$)，顯示連結數對認知策略後測具有顯著正向的預測力，即學習者概念圖的連結數愈多，代表其在認知策略運用的表現越好。

在後設認知策略方面，選入的預測變項為連結數，排除的變項包含階層數、交叉連結數與例子數，模式整體檢定達顯著 ($F=10.788$, $p=.002$)，其預測變項連結數能解釋後設認知策略後測 14.2% 的總變異量 ($\text{Adj. } R^2=0.142$)，具有統計上的意義。連結數的標準化係數 $B=0.396$ ，達顯著 ($t=3.285$, $p=.002$)，顯示連結數對後設認知策略後測具有顯著正向的預測力，即學習者概念圖的連結數愈多，代表其在後設認知策略運用的表現越好。

在學習成就方面，選入的預測變項為連結數，排除的變項包含階層數、交叉連結數與例子數，模式整體檢定達顯著 ($F=22.953$, $p=.000$)，其預測變項連結數能解釋學習成就後測 27.1% 的總變異量 ($\text{Adj. } R^2=0.271$)，具有統計上的意義。連結數的標準化係數 $B=0.532$ ，達顯著 ($t=4.791$, $p=.000$)，顯示連結數對學習成就後測具有顯著正向的預測力，即學習者概念圖的連結數愈多，代表其在學習成就表現上越好。

(三) 假設三：空間能力分別對概念圖連結數、階層數、交叉連結、例子數具有顯著預測力。

由分析資料顯示，空間能力總分對連結數預測效果已達顯著性水準 ($F=6.635$, p

=.013)，空間能力總分能解釋連結數 8.7% 的變異量，其標準化係數 $B=.320$ ，顯示空間能力總分對連結數具有正向的預測力，即學習者空間能力愈高，代表其在概念圖連結數的表現上越好。此外，空間能力分別對階層數、交叉連結數、例子個數預測效果皆未達顯著性水準 ($p>.05$)，顯示空間能力總分未能有效預測學生在概念圖階層數、交叉連結數、例子個數的表現。

四、討論與結論

(一) 討論

本研究結果一發現排除認知策略前測後，概念圖總分與認知策略後測之間具有低度之正淨相關，即學習者在概念圖表現得分越高，在認知策略運用上表現較佳的機會越大；排除後設認知策略前測後，概念圖總分與後設認知策略後測之間具有低度之正淨相關，即學習者在概念圖表現得分越高，在後設認知策略運用上表現較佳的機會越大；排除學習成就前測後，概念圖總分與學習成就後測的淨相關未達顯著，代表學生概念圖表現與學習成就後測間存在虛假相關，此結果與 (Bolte, 1997; Rye & Rubba, 2002; Slotte & Lonka, 1999) 概念圖與學習成就表現具有顯著相關的結果不一致，歸咎其原因可能與成就測驗編制認知的目標有關，根據 BouJaoude 與 Attieh (2003) 研究結果發現概念構圖總分與化學成就應用層級以上試題之間具有顯著性相關，但與知識、理解層級試題之間未有顯著性相關，顯示概念構圖與高層次認知能力較有顯著相關性，而本研究所採用的成就測驗試題多偏向知識與理解層面，基於此，概念圖總分與學習成就後測之間未有顯著的相關存在。

本研究結果二發現概念圖中的連結數對認知策略、後設認知策略與學習成就後測皆具有顯著正向的預測力，即學習者的概念圖有效連結數愈多，代表學生在認知策略、後設認知策略運用與學習成就表現也越好，此結果擴展 Freeman Urbaczewski (2002) 的研究結果一學生的學科成就表現與概念圖連結個數具有顯著正相關，本研究進一步支持學習者概念圖有效連結數對學習者在認知、後設認知策略與學習成就表現的預測效果。唯概念圖的階層數、交叉連結數與例子數對學業成就未有顯著預測效果，本研究成就試題由實驗學校自然科教師依據教科書出版社所提供的題庫，依照單元內容範圍等比例抽取試題設計擬定而成，就題型而言，發現試題中較少出現跨單元或跨章節的綜合比較題型或歸類應用題型，然概念圖交叉連結強調不同知識體系架構間的連結，階層著重在不同類別的先後排序與歸屬，例子則偏向對於知識理解的應用，相形之下，似乎較有益於學習者在應用、分析、綜合等較複雜題型的發展，然經分析試題結果發現本成就測驗題型大多偏向知識與理解層面的題型，以致於概念圖的階層數、交叉連結數與例子數未能有效預測學習者在學業成就與認知、後設認知策略的表現。

本研究結果三發現空間能力對概念圖連結數具有顯著正向的預測力，即學習者空間能力越高，代表學習者在概念圖連結數的表現越好。

(二) 結論

本研究主要探討概念構圖表現和認知、後設認知策略與學習成就之相關性；概念圖連結數、階層數、例子數、交叉連結數對認知、後設認知策略、學習成就之預測效果；空間能力分別對概念圖連結數、階層數、交叉連結數、例子數之預測效果。其研究特色在於一、探討概念構圖與高層次認知思考能力之間的相關性；二、探討概念構圖各部份

對高層次認知思考能力與學業成就的預測效果；三、探討空間能力對概念圖各部分表現的預測效果。研究結果發現：學習者概念構圖表現越好，則學習者在高層次認知能力表現越好的機會也越高。其次：從概念圖的有效連結個數越多，學習者在認知、後設認知策略運用與學習成就的表現越好，因此建議未來教師在進行學習策略教學時，不一定要事先給予學生明確的評分標準(如:Novak (1984) 所提出的有效連結給 1 分、階層 5 分、交叉連結 10 分、例子 1 分)，相較於概念圖階層、交叉連結與例子而言，概念圖連結對於學習者輔助效果更佳，因此建議教師多鼓勵強調學習者在概念圖有效連結表現的優勢，增進學習者在高層次認知能力與學習成就的表現，此結果亦進一步呼應黃玉佳(2003)的研究發現—實施歷程中給予學習者明確的評分標準有礙於學生在高層次認知思考能力的運用，學生易將重心擺在獲取高分上，導致無法發揮預期的學習效益。第三：空間能力越高，學習者在概念圖有效連結數的表現也越好，因此建議教師在進行概念構圖教學時，需考量學習者空間能力，當學習者具有高空間能力時，教師應多鼓勵學習者運用概念構圖來輔助其學科的學習，特別是強調連結的部分，藉此促發最佳的學習成效。

本研究結果發現概念圖的階層、交叉連結與例子未能有效預測學習者學習成就表現，基於成就試題型探討，可能源於題型編製目標與概念圖組成要素間相互不一致的結果，因此在未來研究方面，建議未來研究者可以進一步探討概念圖的組成要素（連結、階層、交叉連結與例子）與成就測驗題型之間的相關性。

五、致謝

本研究由國科會經費補助，計劃名稱：不同知識表徵建構的學習策略對自然科學習成效之影響 (2/2)，計畫編號 NSC 93-2511-S-006-011，感謝台南市東光國小自然科教師張夢庭老師協助本研究學習策略的教學訓練及相關實驗處理。

六、參考文獻

- 王淑芬 (2003)。國小學童學習風格與多元智能之相關性研究。國立屏東師範學院數理教育所碩士論文。未出版，屏東。
- 邱上真 (1991)。學習策略教學理論與實際。特殊教育與復健學報，1，1-49。
- 洪琮琪 (2002)。網路出題與合作學習對學習成效之影響。國立成功大學教育研究所碩士論文。未出版，台南。
- 黃玉佳 (2003)。概念構圖與摘要對不同性別學生學習成效之影響。國立成功大學教育研究所碩士論文。未出版，台南。
- 耿筱曾 (1996)。為什麼概念構圖是一種有效的策略。科學教育研究發展，9，76-79。
- 張春興 (1996)。教育心理學。台北：東華書局。
- 路君約、陳榮華 (1992)。非文字普通能力測驗。中國行為科學社。

- Bolte, L. A. (1997, March). Assessing mathematical knowledge with concept maps and interpretive essays. Paper presented at Annual Meeting of the National Association for Research Association, Chicago, IL.
- BouJaoude, S., & Attieh, M. (2003, March). The effect of using concept maps as student tools on achievement in chemistry. Paper presented at Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.
- Davis, J. A. (1971). Elementary survey analysis. Englewood, NJ: Prentice-Hall.
- Flavell, J. H., & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In R. V. Kail, Jr. & J. W. Hagen (Eds.), Perspectives on the development of memory and cognition. Hillsdale,

NJ: Erlbaum.

- Freeman, L. A., & Urbaczewski, A. (2002, December). Concept maps as a alternative technique for assessing students' understanding of telecommunications. Proceedings of the International Academy for Information Management (IAIM) Paper presented at annual conference of International Conference on Informatics Education Research. Barcelona, Spain.
- Kinchin, I. M., & Hay, D. B. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development, *Education research*, 42(1), 43-57.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B.(1984). *Learning how to learn*. New York : Cambridge University Press.
- Rye, J. A. & Rubba, P.A. (2002). Scoring concept maps : An expert map-based scheme weighted for relationships. *School Science and Mathematics*, 102(1), 33-44.
- Slotte, V. & Lonka, K. (1999). Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. *International Journal of Science Education*, 21(5), 515-531.