

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民 97，39 卷，測驗與評量專刊，83—104 頁

概念構圖對不同空間能力之國小學童自然科學學習成效的影響*

于 富 雲

陳 玉 欣

國立成功大學
教育研究所

本研究主要目的有三，一為探討概念構圖學習策略對學習者認知策略、後設認知策略與學業成就的影響，二為探討概念構圖對高、低不同空間能力學習者之認知策略、後設認知策略與學業成就的影響，三為瞭解參與學員對概念構圖之看法。研究主要採不等組控制組實驗法，以台南市一國小四年級四個班級學生為研究對象，進行連續七週的實驗教學。單因子共變數資料分析發現：概念組在認知策略、後設認知策略表現上顯著優於控制組。二因子共變數分析發現：概念構圖組、控制組與空間能力高、低組在認知策略、後設認知策略或學業成就上則無交互作用存在。概念構圖組學習者整體上對所採用的學習策略持顯著正面的看法。文末，根據結果提供教學與未來研究建議。

關鍵詞：空間能力、後設認知策略、概念構圖、認知策略

一、研究背景與目的

近代教育思潮逐漸揚棄傳統背誦記憶的學習模式，認為學習不應只是片斷、零碎知識的堆砌，而是學習者以既有經驗為基礎以獲取知識，主動將所接收到的訊息進行處理，納入個人認知結構。因此，用來解讀學習方式與歷程的相關理論日益興起，例如：強調學習者將訊息組織、精緻化，統整到自有知識架構中，以供日後提取與檢索的訊息處理理論，以及著重學習者因應不同學習情境，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的後設認知理論。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。

簡言之，概念構圖為一種視覺化的圖像表徵，透過概念間的連結，賦予命題（propositions）意義性，並以上下階層式的排列方式，形成一個能夠代表學習者知識架構體系的圖形（Novak & Gowin, 1984）。不少研究者認為透過概念圖能夠了解學習者的先備知識、起點行為與迷思概念，幫助學習者

* 致謝：本研究由國科會經費補助，計畫名稱：不同知識表徵建構的學習策略對自然科學學習成效之影響（1/2、2/2），計畫編號 NSC92-2511-S-006-011、NSC93-2511-S-006-011。感謝台南市東光國小鄭福海校長與張夢庭老師的全力支持與配合。感謝審查者對本文稿諸多明確的建議與指正，尤其在空間能力之定義以及其對概念構圖本質上的界定，以提供本研究未顯著結果的解釋，特此感謝。

釐清知識概念之間的關係，協助教師進行課程安排與規劃，亦可作為評量學習者知識變化的診斷工具（陳嘉成、余民寧，民 87；Chang, Sung, & Chen, 2002; Kinchin & Hay, 2000; Novak & Gowin, 1984）。

有關概念構圖對學習成效的影響，研究者以 Educational Resources Information Center (ERIC) 資料庫，搜尋過去十年概念構圖相關實證性研究，從所搜尋到的兩百餘筆資料中發現，過去十年來概念構圖運用情境遍及各學科領域（包括：自然科學、化學、生物學、數學、物理學、師範教育、心理學、醫學、生命科學，其中尤以自然科學、化學、生物等科學領域為主要學科應用，主要原因在於此領域知識多具有概念、原理、原則特性，符應概念圖繪製以命題方式連結概念的特徵），研究對象則遍及幼稚園、國小、國中、高中、大學、研究所等不同年齡與教階（其中以大學、高中與國中學生為主要研究對象），而有關其學習成效之探究更涵蓋多種面向。整體而言，國內外實證研究多支持概念構圖策略運用對於學習上的輔助效果。

概言之，概念構圖學習策略強調學習者主動參與訊息處理的歷程，藉由透過不同的建構原則，將所接收的訊息加以組織化、精緻化，並以不同的表徵形式儲存於長期記憶中保存。Vos 與 Dryden 於 1994 年即明白指出，概念構圖歷程類似人類訊息處理的模式，強調大腦將所接收到的訊息進行選擇、歸類、排序，透過樹枝狀的節點及聯結方式，將訊息存入長期記憶，供日後提取使用。是以，就訊息處理理論觀點論之，概念構圖學習策略的運用應能提升學習者本身之認知策略能力。進一步以後設認知理論觀點分析之，概念構圖的建構歷程與目標，應較能提供學習者不時地評估與監控自己的學習狀況，並依目前教材內容與已有結構進行外在圖形或自我內在知識比對，以使用修正、調整與評估等策略，故應有益於學習者本身自我監控、調整、修正與評估等後設認知的啟動（引自林麗寬，民 86）。

回顧過去相關實證研究發現，雖然研究普遍支持概念構圖學習策略對學習成效上的正面影響，現有文獻多鎖定在學科內容理解、學科成就、記憶保留、問題解決、批判思考、學習態度等面向之探討（江淑卿、郭生玉，民 86；吳裕聖、曾玉村，民 92；林達森，民 94；陳永春，民 91；陳嘉成、余民寧，民 87；黃藍億，民 94；BouJaoude & Attieh, 2003; Cakir, Uzuntiryaki, & Geban, 2002; Chang et al., 2002; Daley, Shaw, Balistreri, Glasenapp, & Piacentine, 1999; Elhelou, 1997; Lee & Nelson, 2005; Sungur, Tekkaya, & Geban, 2001），對於概念構圖策略對高層次認知與後設認知能力之實徵研究，目前國內外僅有黃玉佳（民 92）一篇論文。誠如原作者的教室實地觀察與反思所得，礙於實施歷程中評分標準的過當影響（外燄動機因子太強），未能使學習策略發揮原有可能的效能，故未能於其研究中真確瞭解概念構圖在認知與後設認知策略之影響情形。

基於訊息處理理論與後設認知理論，研究者認為概念構圖學習策略應有利學習者認知策略與後設認知策略能力的提升，然而，目前尚未有研究有效驗證。考量 Novak & Gowin (1984) 針對 3-7 年級有特定之教學訓練活動設計、概念構圖實證研究較少以國小學童為對象、美國國家教育進展評量 (the National Assessment of Educational Progress, NAEP) 針對幾何與空間感評量界定四年級學生已能掌握形體簡單的轉換和組合、一般認知與後設認知研究多為中學生，以及自然科具有概念與原理原則之特性形式較適合概念圖繪製等等原因，本研究特選定國小四年級學童為研究對象，針對自然學科探討相關議題。本研究期改進前述研究過當的設計，以讓學習者將重心擺放在運用策略輔助學科內容的學習目標，摒除藉由概念構圖不同評分標準以獲取高分的心態與行為，瞭解概念構圖學習策略對學習者認知與後設認知策略能力以及學習成就之影響，此乃本研究目的一。

再者，近年來學校教育已由教師主導之教學方式，轉變為以學習者為主的適性教育，強調教學應考量個別差異，重視學習者個別的特質與能力，才容易激發學習潛能。職是之故，導入學習策略於課室中，亦應考量學習者本身之特質，以運用合適的策略，達到最佳的輔助效果。在這樣的觀念下，研究者搜尋概念構圖與不同學習者特質之實徵研究發現，現有研究多針對學科能力、認知風格、性別、先備知識、推理能力、邏輯思考能力等變項與概念構圖的交互作用情形做探討（陳永春，民

91；黃玉佳，民 92；黃萬居，民 81；蔡天民，民 91；BouJaoude & Attieh, 2003; Graff, 2005; Oughton & Reed, 1998; Snead & Young, 2003），其中又以學習能力高、低與概念構圖交互作用為主要研究面向，研究結果則多發現：概念圖有助於提升中、低程度學生在學習成就上的表現（江淑卿、郭生玉，民 86；Brandt et al., 2001; BouJaoude & Attieh, 2003; Guastello, Beasley, & Sinatra, 2000; Snead & Young, 2003），對高學習能力學習者則在概念圖的內容與結構表現上會出現較深入、複雜的連結（Markham, Mintzes, & Jones., 1994; Oughton & Reed, 1998）。

研究者認為，就表徵形式而言，概念構圖為將文字材料透過符號與圖形轉化成二度空間的圖像創造形式，是透過上下階層與多向度連結來表現知識概念間的關係，以將內在認知結構以視覺化的圖解呈現。由此觀之，學習者本身之空間方向感與圖形整合等空間知覺能力，應會對透過連結線與圖形進行二度空間位置的擺放、圖形整合等構圖活動表現有所影響。考量現有實證研究對概念構圖與個人空間能力之間是否具交互作用尚未被檢視，故本研究目的二為探討其在認知策略、後設認知策略與學習成就上之交互作用情形。

最後，由於學習者對不同策略的態度將直接影響此策略被採納與使用的情形，故針對學習者對概念構圖策略運用的態度與看法也為本研究探討的議題。

二、研究假設

根據所擬訂之研究目的，主要有三個研究假設：

假設 1：概念構圖組在認知策略、後設認知策略與學習成就上顯著優於控制組。

1-1 概念構圖組在認知策略上顯著優於控制組。

1-2 概念構圖組在後設認知策略上顯著優於控制組。

1-3 概念構圖組在學習成就上顯著優於控制組。

假設 2：概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在認知策略、後設認知策略、學習成就上有交互作用存在。

2-1 概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在認知策略上有交互作用存在。

2-2 概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在後設認知策略上有交互作用存在。

2-3 概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在學習成就上有交互作用存在。

假設 3：概念構圖組學生對所採用的策略有顯著正面的看法。

文獻探討

一、概念構圖學習策略之理論基礎

針對概念構圖學習策略對於學習可能產生的正面影響，茲以訊息處理理論及後設認知理論加以分析，以建立本研究之理論基礎架構。

（一）訊息處理理論

Atkinson 與 Shiffrin 於 1968 年提出訊息處理模式，將人類記憶模式依訊息處理先後歷程分為三個階段，分別為：感官記憶（sensory memory）、短期記憶（short-term memory）與長期記憶（long-term memory）；認為人們透過視覺、聽覺等感官登錄（sensory register）以接收外部刺激，引發記憶瞬間登錄於感官記憶中，而這些經人們辨識注意而登錄下來的訊息可在短期記憶中進行轉換、編碼、選擇等處理與控制，並可經由複誦、精緻化、組織等方式以將訊息送入長期記憶中保存，亦可從長期記憶中提取訊息（引自陳學志，民 93）。其中，複誦乃指學習者透過反覆演練，以延長新接收的訊息在短

期記憶中停留的時間，助於訊息的記憶。精緻化策略則指學習者從長期記憶中去尋找或檢索和新訊息有關的既有訊息，以將新訊息與既有訊息相互連結；此策略不僅有助於學習者對新訊息的記憶及理解，還能有效地幫助往後訊息之檢索及提取。組織策略蓋指將大量複雜的訊息依個人選定之邏輯，加以分門別類並界定其間之關係；當所要學習的訊息數量過於龐雜時，適當地運用組織策略以將相關知識有系統、層次統整，將可減少記憶的負荷量，增加訊息檢索與儲存的處理效能（陳李綱，民 85）。

據此分析，學習者在建構概念構圖歷程中，應需不斷往返學習內容與概念圖間，反覆搜尋以擷取重要的概念並加以歸類與排序，同時透過連結線與連結語的運用予以歸類並界定彼此之間的關係；此外，需將既有概念與新概念加以連結，建立有意義的命題陳述。易言之，學習者在以概念構圖呈現其對知識主體的認知結構歷程中，為達到正確排序、建立正確與多方連結等目標時，應會不時地審視教材內容、比對不同概念組合的可能、創造例子說明，此類學習階段應能強化覆誦、組織、精緻化等認知策略的重複運用與能力養成。

由上述可知，以訊息處理理論觀之，運用概念構圖策略，學習者在學習歷程中應有較多機會反覆運用覆誦、組織、精緻化等策略，而對學習者認知策略能力與學習成就有正面促進效果。

（二）後設認知理論

從 1970 年代開始，後設認知（metacognition）即從心理學逐漸獨立自成一研究領域（McCormick, 2003）。John Flavell（1976）最早提出一個廣被採納的定義：後設認知為對自我認知歷程與結果的相關知識。Paris 與 Winograd（1990）綜合相關文獻，認為多數學者強調後設認知的兩個面向：認知的知識（knowledge about cognition）與認知的掌控（control over cognition）。Jacobs 與 Paris（1987）更清楚界定後設認知知識（metacognitive knowledge）層面之三個要素—陳敘性（declarative）、程序性（procedural）以及條件性（conditional）後設認知知識。其中，陳敘性後設認知知識即為 Flavell（1979）所謂認識自身條件之個人變項（person variables）知識、認識所面臨工作目標／工作性質與工作難易等之工作變項（task variables）知識，以及認識對完成工作目標所需策略之策略變項（strategy variables）知識；而程序性後設認知知識為如何去執行如同學習策略等程序之知識；條件性後設認知知識則為有關何時以及為何使用某些程序與策略的知識。相對之，針對後設認知控制（或執行控制）姑且不論學者間有不同的解釋，但定義間確有明顯的共同性—多包含初步工作要項分析、工作任務計畫、計畫有效性之評估，以及原始計畫之修正或調整等概念（McCormick, 2003）。

雖然學者對後設認知提出不同的定義，但概皆認同後設認知策略為學習者主動監控、反省自身認知的歷程，以對認知歷程的計畫、執行、評估與協調，對認知結果的修正與評鑑；一系列實證研究也多支持後設認知能力會受年齡與能力有不同表現、學童多不具備足夠的理解監控力（comprehension monitoring）、幼小學童之後設認知能力是能經由個人或團體介入方式（individual or group-based interventions）以提昇其理解監測能力，以及知識內容的獲取與支配（McCormick, 2003）。

當學習者在運用概念構圖策略時，在具體、圖像化的概念圖建構過程中，透過不斷思考各概念間連結是否有錯置或不當連結的地方，引發反覆地修正、調整與監控認知思維，裨利整個知識架構更加完整。因此透過概念圖的建構，學習者應較有機會檢視自身對於學習內容的理解程度，並找出腦中困惑或模糊不清的概念，進而進行監控、調整、評鑑等後設認知活動，而對學習有正面的影響。

基於上述，以後設認知觀點論之，運用概念構圖學習策略時，由於學習者應有較多機會運用計畫、監控、調整、修正等策略，應對學習者後設認知策略與學習成就有較正面促進效果。由於後設認知知覺與技能為學業表現的重要核心技能，如何藉由有效教學安排而輔助其發展，將是一重要課題。

二、概念構圖操作方式

本研究概念構圖實施程序主要參酌 Novak 與 Gowin（1984）「Learning how to learn」一書，針對

3-7 年級學習者所提示的教學活動為設計依據，進一步參考吳裕聖、曾玉村（民 92）與謝真華（民 88）連結語部分，配合本研究自然學科單元，提供六種連結語類型（包括：特徵或功能關係、可能的種類關係、類似的關係、部分和整體或相等的關係、原因與結果的關係、位置和方向的關係）。訓練課程（共計 100 分鐘）進行方式為教師解說與學生練習繪製，主要在協助學習者熟悉概念的辨識與分類、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，以讓學習者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。

此外，基於黃玉佳（民 92）的教室實際觀察與發現建議，本研究為避免不同概念圖不同評分基準（正確連結一分、階層五分、交叉連結十分、例子一分等）所可能引發的干擾因素與結果（過於專注在獲取高分，尤其是在交叉連結的創造上，而有礙學習者運用策略背後的不同高層次運思能力之機會），本研究參考 Novak 與 Gowin（1984）不同評分向度，唯改以概念圖繪製要點與標準的方式呈現，提供學生建構概念圖時的參考與思考點，包括：正確的連結關係及連結語、正確的上下階層關係、舉出正確的例子、正確的交叉連結。

三、空間能力之意涵、作用與構念

（一）空間能力的意涵與作用

Gardner 認為空間智能（spatial intelligence）為對線條、形狀、形式、空間及各要元間關係的敏感性，包括在空間矩陣中很快找到方向的能力。Gardner 並認為空間能力專長者擅於辨識物件、形狀，覺知並創造心像，喜歡用圖形表徵或透過視覺媒介來學習，精於創造訊息的具體或視覺化表徵，此外，在回想訊息時也慣於用視覺影像來輔助（引自路君約、陳榮華，民 81）。

學者多認為空間能力為個體經由視覺處理具體材料，並能夠正確的辨識、觀察、透視圖形，且將圖形記憶在心中，然後心理想像性的操弄、變化圖形之能力；換言之，即是能夠辨識圖形及操控圖像的能力（李琛玫，民 85；蔣家唐，民 84；Lohman & Kyllonen, 1984）。戴文雄（民 87）更明確將空間能力定義為個體依據圖解或圖案，在心理想像或做物體旋轉、移動及改變方向和位置的抽象能力；其並非單一能力，而是具有上下結構關係之不同能力所組成，可歸納為移動與組合轉換能力。

（二）空間能力之構念

有關空間能力的構念學者間看法則較分歧。例如：Lohman（1979）認為空間能力為二維平面表徵與三維立體結構間之移動、轉動與扭動的轉換過程，包括空間關係（spatial relations）、空間定位（spatial orientation）與空間視覺化（spatial visualization），其中空間關係為比較兩旋轉中心之心理影像異同的能力，空間視覺則涉及一連串複雜影像的內部組成之摺疊與移動能力。Linn 與 Petersen（1985）認為空間能力是指可以表徵、轉換、產生和回憶符號、非語言性的技能，並將空間能力分為三種：空間知覺（spatial perception）、心理旋轉（mental rotation）與空間視覺化（spatial visualization），其中空間知覺為空間關係排除錯亂訊息的能力，心理旋轉為在想像中迅速並準確地旋轉二或三維圖形的能力，空間視覺化為操弄複雜空間訊息，產生正確解答步驟的能力。Pribyl 與 Bordner（1985）則將空間能力分為空間視覺（spatial visualization）與空間定位（spatial orientation）。Grande（1990）更指出，空間能力並非單一技巧或能力，包括空間中位置的知覺（position-in-space perception）、空間中關係的知覺（perception of spatial relationships）、視覺區辨（visual discrimination）等能力。Stanic 與 Owens（1990）將空間知覺歸納成視覺化因素（visualization factor）與定位因素（orientation factor），其中視覺化因素是能想像物體被旋轉、扭曲或翻轉後呈現何種形貌，能想像平面物體被折疊後的形貌，以及能想像立體物展開後的形貌，而定位因素是能偵測模型中各成份的排列方式，以及能在面對方向改變時維持正確知覺。國內學者蔣家唐（民 84）將空間能力因素分為圖形

辨識（空間關係與定位）與圖像操控（視覺化）能力兩種因素。李琛玫（民 85）將空間能力分為空間關係與定位能力測驗和視覺化能力測驗兩類。左台益與梁勇能（民 90）則分為空間方位（空間關係與定位）與空間視覺化兩因素。

綜觀上述，雖然針對空間能力之構念學者間的看法未趨一致，但多包含空間視覺要素，強調空間中相對位置關係的覺知與辨識，尤以二度空間運作為主（如展開圖）。研究者認為概念構圖在形式上應屬二度空間表徵的類型，經由學習者透過圖像視覺，依概念涵蓋的範圍，透過上下階層的擺放，來表達其邏輯性、意義性，性質上應較倚賴空間視覺能力，尤在空間辨識方面，因此，選用路君約與陳榮華（民 81）編製「非文字普通能力測驗」之「辨識測驗」分量表，以瞭解學習者空間視覺能力對於概念構圖策略運用之影響。

方 法

一、研究對象與教材內容

本研究以台南市一國小四年級四個班級（共計 138 名）為研究對象。該校四年級自然科每週教學時數三節課（每節 40 分鐘），採用牛頓出版社教材。配合參與學校，本研究以自然科期末考為範圍，涵蓋第二單元「校園的昆蟲」後半部與第三單元「空氣的秘密」。其中，「校園的昆蟲」強調昆蟲不同活動時機與特性的瞭解，教學目標為：（1）學習觀察小動物，了解小動物習性；（2）了解昆蟲的身體特徵；（3）了解昆蟲的運動方式及食性；（4）了解昆蟲的一生變化；（5）了解如何飼養昆蟲；（6）了解如何進行昆蟲博覽會活動。「空氣的秘密」強調實驗操作的過程與結果，讓學習者瞭解空氣的特性、原理與應用，教學目標為（1）瞭解空氣的存在；（2）瞭解空氣佔有空間、可以被壓縮、具有重量、有助燃性等性質；（3）瞭解空氣的流動；（4）知道空氣污染的原因及減少污染的做法。

二、研究設計與實驗組別

本研究採用不等組控制組實驗研究設計（non-equivalent control-group experimental research design）。為避免每週不同教學進度與自然科總課堂時間影響研究內在效度，實驗期間除了實驗組別所導入的相關學習活動外，兩組每週教學內容、進度與教學活動皆保持一致。其中概念構圖組，連續七週，教學實施者利用每星期最後一堂自然課的最後 20 分鐘，提供學習者一份列有連結語種類以及概念構圖繪製標準、要點的學習單，讓學習者針對授課內容，個別進行概念圖的繪製。控制組（傳統教學組）主要依循授課老師原本的教學方式進行教學。

三、研究實施程序

基於學校行政與教學考量，本研究以原班級為單位，將參與實驗的四個班級，以隨機方式分派至不同實驗情境（實驗組與控制組各兩班），由具有兩年教學經驗的同一位自然科任教老師，於下學期期中考後進行實驗教學活動，直至該學期末。為確保實驗真實性（experimental fidelity），實驗過程中，研究者於實驗情境中進行教室實地觀察與紀錄。實施程序大致分成以下四個階段：

（一）實驗教學前準備階段

進行實驗教學前，事先測量、蒐集各依變項之前測成績，包含：參與者認知與後設認知策略，以及該學期自然科期中模擬考和期中考考試成績。此外，為瞭解受試者空間能力的個別差異，進行空間能力測驗。為進一步確保實驗效度，於正式實驗前，由研究者提供自製之完整書面教師手冊與教具、訓練光碟，並進行事前演練，讓參與教師熟悉如何配合自然科教學內容，融入概念構圖策略。

(二) 概念構圖學習策略之教學訓練階段

正式實驗教學前，由教學實施者對概念組班級，依循前述之訓練課程，進行 100 分鐘之教學訓練。以剛結束的期中考試為練習範圍（第一單元「能源與食物」與第二單元「校園的昆蟲」單元前半部），涵蓋主題包括：能源類型、交通運輸種類、六大營養素、昆蟲的構造／特徵／食性／運動方式／生存方法等。教學流程為：概念圖組成要素繪製要點與意涵解說→例子提供，建構方法介紹→配合講義與學習單，學習者練習→全班整體回饋，強化概念構圖的目的與繪製原則。

為讓學習者瞭解同樣的教材內容，學習者可能產出不同的圖形樣貌，教師在訓練課程與實驗教學中，除了不時傳達概念圖的基本建構原則以及建立有意義、正確連結的重要性外，更強調概念圖圖像呈現的多樣性、可更動性、擴充性。

(三) 實驗活動階段

教學訓練後，本研究進行連續七週的概念構圖融入自然科教學活動，利用每週最後一堂自然課最後 20 分鐘，配合該週自然科的上課進度與內容，進行概念構圖輔助自然科學習的活動。考量學習者剛開始接觸概念構圖，可能對於繪製技巧與步驟尚生疏，因此前兩週教學實施者特提供同學明確繪製範圍（課本第 × ~ × 頁）以及最上層的主要概念，以降低學習者在繪製概念圖初期時因為內容範圍及繪製方向可能帶來的困難。接續連續五週的活動，則讓學習者自行選定教材範圍繪製概念圖，以輔助該週或該單元教材內容的統整。

在共七週的正式實驗活動中，教學實施者皆會針對學生表現給予不同形式的回饋，方式為：教師挑選 3-5 則該班優良與待改進的學習單，利用投影片向全班說明理由，強調學習策略運用的技巧與優勢（整體口頭回饋）→發回上週學習單，上方皆有研究者給予的文字回饋，提供學習者下階段的修正建議（個別文字回饋）→發下新的學習單，學生自行決定是要繪製新的概念圖或是直接在前一週的概念圖上進行修改與補充→完成本週學習單並繳回，老師會根據學習者所繪製的概念圖，給予初步的口頭建議，告知錯誤或不妥的地方（個別口頭回饋）。

綜言之，本研究經由同一位自然科任課教師為研究之教學實施者、不同實驗情境使用相同教材、上課總時數相同，以及提供完整之教學訓練與教具等設計，以避免教師教學經驗、教學總時數、教學教材／內容／進度、研究真實性等變項，成為影響本研究結果干擾因素之可能。

(四) 研究工具實施與資料收集

正式實驗結束一週後，立即實施認知與後設認知策略量表、概念構圖看法問卷，在次週完成教學實施者自行編寫的自然科期末考模擬考，再隔一週完成校方統一舉行之自然科期末考。

四、研究工具

(一) 學習策略量表

本研究直接採用洪琮祺（民 91）針對國小五年級自然科所編寫，並經過信、效度檢驗之「學習策略量表」。洪琮祺所編寫之量表主要根據程炳林、林清山（民 89）針對中學生所編製「中學學習者自我調整學習量表」中之認知分量表改編而成，其中共有二個分量表一認知策略（涵蓋複誦、精緻化與組織策略，共 18 題）以及後設認知策略（涵蓋計畫、監控、修正與評鑑策略，共 24 題）。認知策略量表試題題目包括：讀自然科時，我會把課本重點寫在紙上，反覆背誦；讀自然科時，我會想辦法把老師在課堂上所教的東西和自己的經驗聯想在一起；讀自然科時，我會把課本的內容用自己最容易懂的方式組合起來。後設認知策略量表試題包括：讀自然科時，我會利用課文章節的標題，以找出課文內容的重點；讀自然科時，讀了一段時間之後，我會停下來想剛才讀的重點哪裡；上自然科時，我會一邊上課一邊檢查自己是否真正瞭解老師所教的內容；每一次自然科考試之後，我會根據考試經驗來調整我的讀書方法。

本量表為萊特式六點量表，受試者根據自己在自然科學習的實際情形符合程度，從「6」完全符合到「1」完全不符合進行勾選。兩分量表之總得分分別代表學習者在認知策略或後設認知策略使用的情形，得分越高代表該策略使用愈多。本研究以參與本研究之實驗學校國小四年級六個班共 226 名學習者進行主軸法之因素抽取，保留特徵值大於 1，並以斜交轉軸進行因素分析。結果顯示，認知策略共抽取 2 個因素（因素 1 複誦、精緻化策略，因素 2 組織策略），負荷量介於 .772~.544，共解釋 54.86% 變異量，整體信度 Cronbach α 值為 .94，未刪除題目。後設認知策略同樣抽取 2 個因素（因素一評鑑、監控策略，因素二計畫策略，修正有跨因素現象），負荷量介於 .805~.581，共解釋 52.45% 變異量，整體信度 Cronbach α 值為 .95，未刪除任何題目。兩分量表皆具有不錯之建構效度與信度。

（二）成就測驗

本研究以期中模擬考與期中考成績的平均分數為成就測驗前測，期末模擬考與期末考成績的平均分數為成就測驗後測。題目類型包括是非題、選擇題與配合題。是非題型試題包括：「昆蟲的腳長在胸部與腹部」、「空氣有體積所以是不能被壓縮的」；選擇題型例如：「蝴蝶和蛾的區別是（1）蛾停下來時翅膀是合起來的（2）蝴蝶的觸角是棍棒狀（3）蛾的觸角是棍棒狀（4）蛾有鱗粉蝴蝶沒有」、「吹氣球時氣球會變大是因為空氣哪一種特質？（1）空氣可以被壓縮（2）空氣具有重量（3）空氣佔有空間（4）以上都不是」；配合題例如：「下列哪些器具應用到空氣壓縮的原理？噴水器、電腦、空氣槍、手壓式熱水瓶、簡易除塵器、手風琴、打氣筒、風車、氣囊式青蛙玩具」。所採用成就測驗前、後測，事前皆經自然科任教老師，依據教學目標、考試範圍，進行試題設計並編製雙向細目表，以建立內容效度（如表 1 與表 2 所示）。

表 1 成就前測之雙向細目表

教材內容		教學目標	知識	理解	應用	分析	合計
期中模 擬考試	第一單元能 源與食物	一、交通運輸工具	2				2
		二、交通運輸能源	3	2		1	6
		三、人類活動的能源	15	3	1		19
		四、珍惜能源	2				2
	第二單元校 園的昆蟲	一、校園的小動物	3				3
		二、昆蟲一族	8	3			11
		三、昆蟲變變變	1				1
		第一單元能 源與食物	一、交通運輸工具	5			
期中考	第二單元校 園的昆蟲	二、交通運輸能源	3				3
		三、人類活動的能源	1	3	1		5
		四、珍惜能源	2				2
	第一單元能 源與食物	一、校園的小動物	4				4
		二、昆蟲一族	5		1		6
		三、昆蟲變變變	1				1
		合計		55	11	3	1

表 2 成就後測之雙向細目表

教材內容		教學目標	知識	理解	應用	分析	合計	
期末模 擬考試	第二單元校 園的昆蟲	四、我的昆蟲寶貝	7			1	8	
		五、昆蟲博覽會	7				7	
		一、空氣在哪裡	3	1			4	
	第三單元空 氣的秘密	二、空氣的遊戲	1	8	2		11	
		三、空氣的流動	4	2			6	
		四、空氣與燃燒	2	1	2		5	
		五、清新的空氣	2				2	
		第二單元校 園的昆蟲	四、我的昆蟲寶貝	5				5
			五、昆蟲博覽會	0				0
			一、空氣在哪裡	4	2			6
期末考	第三單元空 氣的秘密	二、空氣的遊戲	3	1	1		5	
		三、空氣的流動	2	2		1	5	
		四、空氣與燃燒	1	5			6	
		五、清新的空氣	7				7	
	合計		48	22	5	2	77	

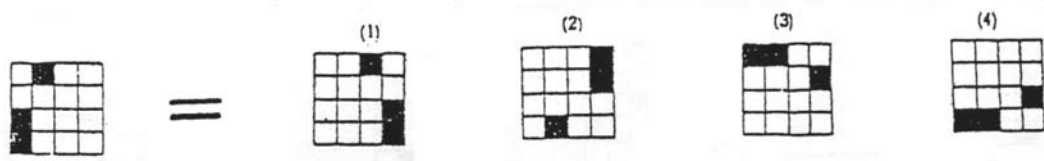
(三) 學習態度量表

根據研究者先前參與黃玉佳教室非參與觀察、學生訪談與文件等質性資料分析，並參考 Chang、Sung 與 Chen (2002) 概念構圖量表，進一步增修「對概念構圖學習策略看法」。本問卷分為兩個部份，第一部份採萊特式五點量表 (共 27 題)，由填答者由 5「非常同意」至 1「非常不同意」做一選擇。正式使用前，商請三位國小自然科任教教師與兩位科學教育學者針對問卷內容做確認，以建立專家效度。此外，六位高、中、低學習成就的五年級學生，也針對問卷語句用詞仔細評估，建立表面效度。根據本研究資料，Cronbach α 內部一致性為 .90。

第二部分為半開放式問題 3 題。答題說明：以 3 個形容詞來描述你認為的概念構圖活動並說明原因，題目：我覺得概念構圖是「 」因為「 」(範例：我覺得概念構圖是「困難的」因為「需要花好多時間想這週課堂教材內的重要概念以及如何將這些概念以最適當的方式連結」；我覺得概念構圖是「好玩的」因為「每個人都可以有不同的畫法」)。

(四) 空間能力測驗

本研究採用路君約與陳榮華 (民 81) 編製「非文字普通能力測驗」之「辨識測驗」分測驗，主要測量學生空間知覺能力、觀察力、視覺記憶力與測量領悟力，共計 50 題。量表適用一般智力學習者，適用階段為國小四年級到大學生，共有三個分測驗 (辨認、校對、方塊)，為選擇題類型，每題僅有一正確答案。全測驗之折半信度為 0.80，校正信度為 0.86。各分測驗與全測驗之相關介於 .66~.80，各分測驗間之相關介於 .33~.41，其中以辨認與校對的相關為最高 ($r=.406$)，辨認與方塊的相關最低 ($r=.325$)，皆達 .01 顯著水準。本研究資料內部一致性考驗，Cronbach 係數為 .86。例題：請選出旋轉後和左邊一樣的圖形 _____



五、資料分析

本研究採單因子單變量共變數分析方法以考驗研究假設一，二因子單變量共變數分析方法以考驗研究假設二，單一樣本平均數 t 考驗假設三。其中各依變項前測成績為其共變數，研究假設二則以空間能力得分前 33% 為高分組，後 33% 為低分組。此外，為了將整體錯誤率 α 控制在某一水準，使概念構圖問卷下各題結果更具考驗力，進一步利用龐費洛尼 t 考驗法，依據題數切割 α 值（林清山，民 92）。進行統計考驗時，若二因子交互作用達顯著水準，將進行單純主要效果考驗；若二因子交互作用不顯著，則進行主要效果考驗。各項統計考驗以 .05 為顯著水準。最後，概念構圖問卷半開放式問題，將採 Lincoln 與 Guba（1985）持續比較法（constant comparative method），將回應內容做歸類。

結 果

一、概念構圖在認知策略、後設認知策略顯著優於控制組，但學習成就無差異

（一）概念構圖在認知策略上顯著優於控制組

表 3 為概念構圖與控制組在認知策略上之基本統計量，概念構圖組調整後平均數成績優於控制組。進行細格內迴歸係數同質性檢定，結果未達顯著， $F(1, 119) = .884, p = .349$ ，表示各細格內迴歸線平行，符合共變數分析之假定。共變數分析得知，概念構圖與控制組在認知策略上之效果達顯著水準， $F(1, 122) = 5.730, p = .018$ （表 4），效果量 $\eta^2 = .329$ ，顯示概念構圖與控制組學習者在認知策略運用上具有顯著差異，概念構圖組（ $adj.M = 82.59$ ）顯著高於控制組（ $adj.M = 76.15$ ）。

表 3 概念構圖與控制組在認知策略上之基本統計量

組別	認 知 策 略			調整後平均數
	平均數	標準差	人數	
概念構圖	81.82	19.01	60	82.59
控制組	76.84	17.84	67	76.15

表 4 概念構圖與控制組在認知策略量表得分之單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
組間	1232.01	1	1232.01	5.730*
組內（誤差）	26230.01	122	215.00	
全體	839529.00	127		

* $p < .05$

(二) 概念構圖在後設認知策略上顯著優於控制組

表 5 為兩組在後設認知策略之基本統計量，概念構圖組調整後平均數 (adj.M=112.45) 成績優於控制組 (adj.M=103.72)。細格內迴歸係數同質性檢定結果未達顯著， $F(1, 119) = .258, p = .613$ ，可逕行進行共變數分析，得知：概念構圖與控制組在後設認知策略得分差異達顯著水準， $F(1, 122) = 6.299, p = .013$ (表 6)，效果量 $\eta^2 = .344$ ，概念構圖組顯著高於控制組。

表 5 概念構圖與控制組在後設認知策略量表得分之基本統計

組別	平均數	後 設 認 知 策 略		
		標準差	人數	調整後平均數
概念構圖	112.32	22.44	60	112.45
控制組	103.84	24.03	67	103.72

表 6 概念構圖與控制組在後設認知策略量表得分之單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
組間	2262.54	1	2262.54	6.299*
組內 (誤差)	43823.31	122	359.21	
全體	1547098.00	127		

* $p < .05$

(三) 概念構圖在學習成就上未顯著優於控制組

表 7 為概念構圖與控制組在學習成就上之基本統計量，概念構圖組調整後平均數的成績優於控制組。細格內迴歸係數同質性檢定未達顯著， $F(1, 119) = .085, p = .771$ ，故逕行進行共變數分析，結果為概念構圖與控制組在學習成就上之效果未達顯著水準， $F(1, 122) = 3.276, p = .073$ (見表 8)。

表 7 概念構圖與控制組在學習成就量表得分之基本統計量

組別	平均數	學 習 成 就		
		標準差	人數	調整後平均數
概念構圖	94.29	3.71	60	93.82
控制組	91.37	7.73	67	92.17

表 8 概念構圖與控制組在學習成就得分之單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
組間	58.606	1	58.606	3.276
組內 (誤差)	2182.541	122	17.890	
全體	1097593.250	127		

二、概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在認知策略、後設認知策略、學習成就無交互作用存在

(一) 概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在認知策略未有交互作用

表 9 為概念構圖與控制組在不同空間能力認知策略得分上的表現。先進行細格內迴歸係數同質性檢定，以確定符合共變數分析之假定，結果未達顯著， $F(1, 66) = .38, p = .540$ 。共變數分析結果顯示，(概念構圖、控制組) 與 (空間能力高、低) 二因子間未具有顯著交互作用， $F(1, 69) = .01, p = .920$ 。就主要效果而言，學習策略與空間能力在認知策略上亦皆未達顯著， $F(1, 69) = 2.17, p = .145$ ； $F(1, 69) = .13, p = .719$ (見表 10)。

表 9 概念構圖、控制組與空間能力高、低在認知策略量表得分之基本統計量

組別	平均數	認 知 策 略		
		標準差	人數	調整後平均數
概念構圖組				
空間能力高分組	80.52	22.35	25	82.15
空間能力低分組	82.08	16.36	12	80.39
總計	81.03	19.83	37	81.27
控制組				
空間能力高分組	74.82	22.63	17	76.17
空間能力低分組	76.45	15.96	20	75.17
總計	75.70	17.35	37	75.67
總合	78.37	19.76	74	78.47

表 10 概念構圖、控制組 × 空間高、低在認知策略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	Sig.
學習策略 (A)	539.49	1	539.49	2.17	.145
空間 (B)	32.32	1	32.32	.13	.719
學習策略 × 空間 (A×B)	2.54	1	2.54	.01	.920
誤差 (error)	17134.76	69	248.33		
總合	28505.15	73	390.48		

(二) 概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在後設認知策略未有交互作用

如表 11 所示，空間能力高分組在概念構圖組與控制組之後設認知策略的調整後平均數皆高於空間能力低分組。細格內迴歸係數同質性檢定未達顯著， $F(1, 66) = .17, p = .684$ ，可逕行進行共變數分析，結果顯示，(概念構圖、控制組) 與不同空間能力二因子未具有顯著交互作用， $F(1, 69) = .00, p = .991$ (見表 12)。就主要效果而言，學習策略與空間能力在後設認知策略上亦皆未達顯著， $F(1, 69) = 2.59, p = .112$ ； $F(1, 69) = 2.14, p = .148$ (見表 12)。

表 11 概念構圖、控制組與空間能力高、低在後設認知策略量表之基本統計量

組別	平均數	後 設 認 知 策 略		
		標準差	人數	調整後平均數
概念構圖組				
空間高分組	110.32	26.00	25	113.12
空間低分組	112.67	20.51	12	106.32
總計	111.08	23.34	37	109.72
控制組				
空間高分組	102.82	27.81	17	105.71
空間低分組	98.15	21.95	20	98.81
總計	100.30	25.21	37	102.26
總合	105.69	24.76	74	105.99

表 12 概念構圖、控制組 × 空間高、低在後設認知策略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	Sig.
學習策略 (A)	948.00	1	948.00	2.59	.112
空間 (B)	783.01	1	783.01	2.14	.148
學習策略 × 空間 (A×B)	.05	1	.05	.00	.991
誤差 (error)	25286.26	69	366.47		
總合	44767.85	73	613.26		

(三) 概念構圖、控制組與空間能力高、低分組在學習成就未有交互作用

如表 13 所示，空間能力高分組在概念構圖組與控制組之學習成就調整後平均數皆高於空間能力低分組。細格內迴歸係數同質性檢定未達顯著， $F(1, 66) = .00$ ， $p = .964$ ，故逕行進行共變數分析，結果顯示，(概念構圖、控制組)與不同空間能力二因子交互作用未達顯著水準， $F(1, 69) = 3.97$ ， $p = .05$ 。就主要效果而言，學習策略與空間能力在學習成就上則皆達顯著， $F(1, 69) = 4.06$ ， $p = .048$ ； $F(1, 69) = 10.12$ ， $p = .002$ (見表 14)。

表 13 概念構圖、控制組與空間能力高、低在學習成就測驗得分之基本統計量

組別	平均數	學 習 成 就		
		標準差	人數	調整後平均數
概念構圖組				
空間高分組	94.94	3.35	25	94.09
空間低分組	92.42	4.19	12	92.80
總計	94.12	3.45	37	93.45
控制組				
空間高分組	95.03	4.19	17	94.07
空間低分組	87.40	8.28	20	88.83
總計	90.91	6.23	37	91.45
總合	92.51	6.09	74	92.45

表 14 概念構圖、控制組 × 空間高、低在學習成就測驗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	Sig.
學習策略 (A)	68.54	1	68.54	4.06	.048*
空間 (B)	170.69	1	170.69	10.12	.002*
學習策略 × 空間 (A×B)	66.88	1	66.88	3.97	.050
誤差 (error)	1163.54	69	16.86		
總合	44767.85	73	613.26		

* $p < .05$

三、概念構圖組對所採用之策略持顯著正面的看法

表 15 概念構圖學習看法問卷同意選項 (4, 5) 圈選比例、平均數、標準差與 t -value 值

我覺得 ...	同意圈選 %	平均數	標準差	t -value
1. 運用概念構圖策略對我自然科的學習有幫助。	75.00	4.15	1.005	8.859***
2. 運用概念構圖策略有助於我對自然科內單元內容的整理。	83.33	4.28	.885	11.236***
3. 運用概念構圖策略可以幫助我複習。	75.00	4.13	.873	10.059***
4. 運用概念構圖策略可以使我對單元內容更加瞭解。	76.67	4.22	.804	11.715***
5. 運用概念構圖策略可以幫助我掌握單元內容的重點。	78.33	4.25	.914	10.598***
6. 運用概念構圖策略有助於我思考能力的提升。	76.67	4.17	.960	9.417***
7. 運用概念構圖策略有助於我判斷能力的增加。	70.00	3.93	.989	7.308***
8. 運用概念構圖策略使我較能注意到哪些主題是我不夠瞭解的。	66.67	3.85	.936	7.037***
9. 爲了概念構圖策略的進行，我在上課時會比較注意哪些單元內容是重要的。	75.00	4.12	1.043	8.293***
10. 參與此次概念構圖後，我發現我上課時會更專心。	58.33	3.73	1.118	5.081***
11. 運用概念構圖策略可以幫助我糾正錯誤的觀念。	75.00	4.03	.938	8.531***
12. 運用概念構圖策略可以幫助我將相關的觀念連結在一起。	86.67	4.25	.728	13.304***
13. 運用概念構圖策略可以幫助我注意到單元內容中相同與相異的地方。	71.67	4.05	1.016	8.009***
14. 參與此次概念構圖策略運用之後，我比較知道單元內容中哪些觀念是較困難、不易了解的。	70.00	3.88	1.180	5.797***
15. 運用概念構圖策略在其他學科是有益於學習的。	68.33	3.85	1.147	5.739***
16. 概念構圖策略是困難的。(反向題)	76.67	4.13	.965	9.098***
17. 運用概念構圖策略是浪費時間的。(反向題)	78.33	4.37	.901	11.745***
18. 運用概念構圖策略是無趣的。(反向題)	85.00	4.48	.792	14.512***
19. 運用概念構圖策略讓我覺得沒有成就感。(反向題)	80.00	4.37	.956	11.072***
20. 概念構圖策略讓自然科的學習變得更加困難。(反向題)	78.33	4.37	.901	11.745***
21. 單元內容多寡會影響概念構圖策略運用的困難度。	34.66	2.85	1.325	-0.877
22. 學科內容的難度會影響概念構圖策略的困難度。	40.00	2.85	1.448	-0.803
23. 我對自己繪製概念構圖的表現是滿意的。	56.67	3.62	1.106	4.319***
24. 把老師所教的概念構圖策略學會是重要的。	80.00	4.35	.936	11.176***
25. 老師對於概念構圖策略運用的要求我都能盡力達到。	66.67	3.80	1.022	6.065***
26. 在學會概念構圖策略後，我曾經利用此策略在其他學科的學習。	51.67	3.35	1.325	2.045
27. 以後若有機會我仍願意繼續使用概念構圖來幫助學習。	60.00	3.80	1.176	5.269***
總平均	70.17	3.97	.547	13.757***

註：反向題爲選項 1 (非常不同意)、2 (不同意) 之圈選 %

*** $p < .001$

由表 15 可知，除了兩個敘述（單元內容多寡會影響概念構圖策略運用的困難度；學科內容的難度會影響概念構圖策略的困難度），超過半數以上的參與者皆對概念構圖教學策略抱持肯定的看法，且超過三分之二以上的參與者對量表三分之二以上的敘述皆表示贊同（27 題中有 21 題）。其中平均贊同率最高的前五項為：我覺得運用概念構圖策略可以幫助我將相關的觀念連結在一起（86.67%）、運用概念構圖策略不是無趣的（85.00%）、概念構圖策略有助於自然科單元內容的統整（83.33%）、把老師所教的概念構圖策略學會是重要的（80.00%）、運用概念構圖策略不會讓他們覺得沒有成就感（80.00%）。

整體而言，參與者認為概念構圖有助於個人學習的層面包括：自然科的學習（75.00%）、學習內容整理（83.33%）、複習（75.00%）、幫助理解（76.67%）、掌握內容重點（78.33%）、思考力的提昇（76.67%）、判斷力的提昇（70.00%）、注意到哪些主題是不夠瞭解的（66.67%）、注意學習內容的重點（75.00%）、上課時會更專心（58.33%）、糾正錯誤的概念（75.00%）、將相關的概念連接在一起（86.67%）、注意相同與相異的地方（71.67%）、知道單元內容中哪些觀念是較困難、不易了解的（70.00）等。

單一樣本平均數 t 考驗發現，概念構圖總平均數與預設值（3 無意見）達顯著差異（ $t=13.757$ ， $p=.000$ ），顯示整體而言參與概念構圖組之學生對所採用之學習策略持顯著正向的看法。進一步就各題進行單一樣本平均數 t 考驗配合龐費洛尼，以將整體的錯誤率 α 控制在某一水準，結果發現：27 題中僅有 3 題（第 21、22、26 題）未達顯著水準，其他皆有顯著性差異（ $p < .001$ ），顯示學習者對概念構圖學習策略之運用絕大多數皆抱持顯著正面的看法（見表 15）。

四、問卷內容之質性資料分析結果

根據學習者針對概念構圖看法問卷內半開放式問題所提供之 3 個形容詞與解釋，共收集到來自兩班共 180 則的回應（60 名學生，每人三則）。扣除陳述不清、與概念圖策略本質無關的 8 則後（例如：概念構圖是一「好玩的」因為「可以上課看投影片」、「好玩的」因為「可以不用上課」、「光榮的」因為「讓我的名字出現在投影機上」、「有趣的」因為「可以讓我看到好的作品」），共計有 172 則，經由持續比較法，彙整成以下五項指標（類目括弧內數字為所佔填答百分數）：

（一）學科本身之學習助益性（32.56%）：最多比例的學習者提出概念圖有利於他們擷取教材中之內容重點、增進知識理解、複習所學知識等學習助益性。例如：多數學生即表明概念構圖是一「重要的」因為「可以使我對單元更瞭解」、「方便的」因為「讓我瞭解單元的涵意」、「有用的」因為「可讓我掌握課程的重點」、「有意義的」因為「可幫助學習還可以加深記憶」、「很棒的」因為「可幫助我自然科總複習」等。

（二）啟發性與延伸性（18.60%）：不少學生對概念圖圖像的多樣性、啟發性、連結性等給予高的評價，認為此策略允許他們運用創造力、思考力、聯想力與判斷力，對其他智能的啟發有助益；此外，概念構圖可在不同學科領域、情境運用的特性，也有利他們擴充目前所學的知識。例如：學生提到，我認為概念構圖是一「有意義的」因為「有助於我思考能力提升」、「簡單的」因為「可以使我的聯想力豐富」、「有智慧的」因為「可以激勵大腦」、「有創意的」因為「我可以利用創意思出一些概念並做整理」、「好用的」因為「可以運用在不同學科歷史、地理、化學的元素等」、「多元的」因為「可以幫助我在任何科目上的學習」等。

（三）新奇趣味性（16.28%）：不少學生提及到概念圖本身具多變形式、連結模式，以及允許每位學習者創造自己獨有的概念圖，可提昇學習者的學習興趣。舉例而言，學生寫到概念構圖是一「有趣的」因為「不同概念間連來連去的歷程很有趣」、「有趣的」因為「讓我對自然更有興趣」、「好玩的」因為「從來沒有用過，而且他的畫法很特別，跟我們平常在課堂上接觸的東西很不一樣」等。

(四) **具挑戰性 (14.53%)**：學習者認為概念圖具挑戰性，且是需要花時間思考才得以完成的，尤其是在交叉連結與連結語的建立上。例如：學生提到概念構圖是一「有點難度的」因為「在課本很難找到解答」、「困難的」因為「要更多時間思考如何劃完整」、「困難的」因為「要畫一個能包含這個禮拜上課內容裡面的觀念是要花很多心思與時間的」等。

(五) **連結統整性 (4.07%)**：有學生點出概念圖在學習統整的輔助性，如：概念構圖是一「清楚的」因為「能清楚了解重要地方間的相關」、「有幫助的」因為「可知道許多東西都有關連」、「方便的」因為「可以把不同概念連結起來」等。

最後，除了兩則因數量過少無須歸類外（是「簡單的」因為「只要上課專心就可以學會」、是「容易的」因為「很容易」），亦有 12.79% 的回應呈現負面的觀感，例如：學生寫到概念構圖是一「無聊的」因為「要畫圖而且無趣」、「無趣的」因為「寫的時候想睡覺」、「困難的」因為「不會寫」、「無聊的」因為「我本來就不喜歡」、「特別的」因為「每週四都要寫討厭的構圖」。

討 論

一、概念構圖學習策略對學習成效之影響

雖然實證研究多支持概念構圖對學習成效之正面影響，然而，仔細分析發現，現有研究多鎖定概念構圖對學業成就、知識結構、焦慮感、學習態度、迷思概念、創造能力與推論能力等依變項之影響探究，且多針對國、高中、大學階段為研究對象。有鑑於訊息處理與後設認知等理論，概念構圖所導引的學習歷程應對學習者認知能力與後設認知能力有正面的影響。考量國內外目前尚未能針對此向度進行有效的探究，故本研究特選定已能掌握形體簡單的轉換和組合，以及較少觸及的國小四年級學生，瞭解以圖形表徵知識階層間相關概念的概念構圖策略對學生認知策略、後設認知策略與學業成就之影響。

資料分析結果顯示：概念構圖組在認知與後設認知策略運用上顯著優於控制組，雖然在學習成就上未達 .05 顯著水準，已屬邊緣顯著 (.073)，支持其對學習者自然科學學習的輔助效果。本結果證實概念構圖歷經概念辨識、選擇、分類、排序、建立有意義命題等學習活動，相較於傳統教學組，顯著有助於學習者複誦、精緻化、組織等認知策略之運用，以及評鑑、監控、計畫、修正等後設認知策略的運用。經研究者連續七週之課室實地觀察，發現學生為了建構概念圖，歷程中會不時翻閱教材內容尋找重要概念，將概念以自己能理解的方式加以排列、擺放、分類，並試著舉出相關的例子說明。學習者藉由教材結構間不斷地重組與連結之歷程，使得新、舊知識得以有更深層的認知處理，而對其認知策略有顯著優於傳統教學組之表現。此外，繪製歷程中，為符合概念圖標準，學習者會不斷修改概念位置或連結方式，思考如何建立適當的命題連結，擴增、建構有意義的圖像。換言之，學生為達成活動目的，顯現較會根據任務進展之現況與成效，隨時進行策略或方法的修正與調整，亦較能啟動計畫、監控、修正與評估等後設認知策略，而對其後設認知策略有顯著優於傳統教學組之表現。

雖然本研究對於概念構圖在學習成就增進效果上未獲得證實，然而已屬邊緣顯著 (.073)，未能達顯著原因可能與成就試題有關。由表 1 與 2 成就試題雙向細目中可見，不論是期中或期末考，其中知識、理解層級之試題數佔試卷 90% 以上 (94.29%、90.91%)。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試題較有顯著相關性。由於本研究直接採用參與學校與授課教師所採用之成就試題，而事後試題分析發現，內容多偏向知識理解層面，故雖然未能證實概念構圖組在自然科學學習成就表現優於控制組之結果，但卻呼應 BouJaoude 與 Attieh

(2003) 的發現。

二、概念構圖與不同空間能力在認知策略、後設認知策略與學習成就之交互作用

本研究資料分析發現，概念構圖、控制組與空間能力高、低在認知策略、後設認知策略、學習成就上皆無交互作用，研究假設 2-1、2-2 與 2-3 未獲得支持。

本研究資料分析顯示，學習者運用概念構圖並未受到本身不同空間能力影響而在認知、後設認知或學習成就上有交互作用表現，研究結果並未證實研究者先前的假設。研究者從概念圖繪製的歷程來看，原本認為學習者需遵循既定的規則，依概念間的特定關係做適當位置的擺放與關係建立。由於其中牽涉到不同階層的空間位置，學習者應會需要透過視覺空間圖像的操作程序，以建構概念間的上下關係。是以，不同空間能力學習者在概念構圖上應會有不同的學習表現，唯本研究未證實此交互關係。仔細思維，此結果非常可能源於概念圖雖然在形式上屬於圖像式的知識表徵型態，展現之圖像在階層上也保留概念間之上下階層關係，然而，下層概念擺放位置是為左或右並不會影響概念間的意義；亦即概念圖並不如地圖、立體圖等二度空間、三度空間展現保留了被表徵物的“所有”空間特性，命題並不會因下層概念擺放在左或右而改變其意義性或有效性。經此，研究者反思，雖然形式上概念圖屬圖像式的知識表徵，唯由於概念圖建置主要強調透過概念間的連結賦予命題意義性之目的，故本質上反較偏向命題表徵 (proposition representation) 而非類比表徵 (analogical representation) 類型，故不會對不同空間能力學習者有如研究者先前預期之不同影響。

三、概念構圖態度

本研究分析發現：整體上學習者對所採用之概念構圖學習策略持顯著正向的態度，假設 3 獲得支持。雖然現有研究普遍支持學習者對概念構圖的正向學習態度 (黃萬居, 民 82; BouJaoude & Attieh, 2003; Horton et al., 1993; Laight, 2004; Markow & Lonning, 1998)，例如：Horton 等人 (1993) 後設分析研究發現：概念構圖學習者在學習態度上呈現正向的情感，效果量從 .05 到 4.88；Laight (2004) 研究發現 63.0% 的學習者認為概念構圖有助於藥理學上的學習；Markow 與 Lonning (1998) 發現多數學習者認為在實驗前、後建構概念圖確實有助於化學實驗概念的理解；然而，已有研究多侷限在學習者對概念圖學習輔助性的概括性整體評估，未能根據實徵研究所得，再進一步細部瞭解概念圖在哪些學習面向上具顯著的學習助益性。有鑑於此，研究者根據先前在教室場景的非參與觀察、訪談、文件分析，並參酌 Chang 等人 (2002) 概念構圖量表，進一步編制本研究工具，進行整體與分項 *t* 考驗以瞭解各向度是否具有顯著性；此外，更擬定三個半開放性問題，不限定學生回應的內容，讓填答者自由描述概念構圖對他們的意義。

從個別量表題目分析發現，27 題中僅有 3 題未達顯著，亦即學習者多支持概念構圖有助於自然科的學習 (包括：在內容整理、掌握重點、幫助理解、連結相關概念、幫助複習、糾正錯誤觀念上等)，以及學習能力的增進 (像是：思考力、判斷力的提昇)；此外，學生更顯著認同概念構圖策略運用讓他們很有成就感、有趣的、滿意的、重要的、願意繼續使用等。唯一未達顯著的三題，一題是有關學生實際使用此策略的自評性問題 (在學會概念構圖策略後，我曾經利用此策略在其他學科的學習)，兩題是關於單元學習內容的多寡以及學科內容的難度是否會影響學習者在概念構圖策略的運用難度。嚴格言之，這三題與參與者對概念構圖策略的支持度並無直接關係。儘管如是，結果顯示仍有半數以上的參與同學表示曾經嘗試運用概念構圖策略於其他學科的學習。針對是否概念構圖會因為學習內容範圍太大或學習內容較困難而影響概念構圖的表現，參與者則呈現贊同與反對各半的情勢。

以上量化資料分析，整體上與半開放性問卷所得相符，呼應概念構圖成效不僅不會侷限於所使用的學科範圍內，更可擴及至其他領域、生活情境。此外，概念圖本身的啟發延伸性、新奇趣味性，有

助學習者再思考、判斷力的提升，並擴充相關知識的連結，甚至不同領域、單元的整合，提供學習者從過程與結果中得到成就滿足感，讓學習者對概念圖的運用更加有興趣。

最後，研究者想強調，雖然本研究絕大多數學生對所採用策略抱持著顯著支持的看法，呼應現有實證研究發現，但半開放性問題仍發現近 13% 的填答內容反應負面觀感，這部分是現有文獻中少有論及與探討的。經由事後與參與教師、學生非結構性訪談後發現，此類反應主要源於概念構圖策略活動所引發學生對「一般作業」既存的負面印象與情緒。資料顯示，此類學生多將概念圖作業與一般課堂作業伴隨之「檢核、評量」目的連結在一起，故針對此一外加任務、接受評量之關卡，不免產生排拒、負面的心理，這部分實有賴未來教學者正視與小心處理。

結 語

本研究結果發現，概念構圖組在認知與後設認知策略表現上顯著優於控制組；概念構圖、控制組與不同空間能力學習者在認知策略、後設認知在或學業成就表現上沒有交互作用；概念構圖組學習者對所採用之策略持顯著正面的態度，學習者多認為概念構圖具有學習助益性、連結統整性、啟發延伸性、新奇趣味性以及挑戰性。茲針對本研究發現，提出教學實務與未來研究建議。

一、教學實務建議

(一) 教學中導入概念構圖策略，以輔助自然學科學習成效

本研究結果發現，概念構圖組在認知與後設認知策略表現上均顯著優於傳統教學組。在傳統教學組，雖然由教師善用所有上課時數，以傳達教材相關資訊，但在學習成就表現上卻無顯著優於概念構圖組。明言之，傳統教師習慣將上課時數填滿的教學概念與方式，由於未提供機會讓學生不斷審視、思考所學的知識，不僅對學習者認知與後設認知等高層次能力無提昇作用，也對學習成就無顯著較佳的效果。反之，概念組在歷程中導入概念構圖策略，以助學習者多方統整、連結所學，結果發現確有助學生認知與後設認知策略的運用。基於此，建議自然科教師能給予學生概念構圖學習策略訓練，並預留部分教學時間，讓學習者有機會運用策略，統整學習內容，以輔助認知與後設認知策略之運用與能力養成。

(二) 強化概念構圖之學習成效與主要目的，以淡化可能的負面情緒

如前所述，學生對概念構圖策略之負面觀感主要源於活動引發學生對「一般作業」既存的負面印象與情緒。為有效排除學生將學習策略與負面情緒做沒必要的連結，建議教學者在訓練階段與教學歷程中，強調概念構圖主要的目的（學習者自我建構、修改自我知識體系，營造自我檢核、自我調整等學習者自控的學習環境），以事前做好心理強化，避免學生因外加的要求所產生的負面情緒反應。

二、未來研究建議

(一) 學習遷移的影響

本研究發現，學習者認為概念圖具有延伸性，有助於他們在不同學科領域的運用，也有半數以上的參與同學表示曾經嘗試運用概念構圖策略於其他學科的學習。有鑑於概念構圖在諸多學習領域上的立即正面效果，有關學習者使用概念構圖於後續其他領域的實際情形與成效（學科遷移能力）應為一可深入探討之議題。

(二) 負面觀感之形成背景、導引因素與影響層面

如前所述，本研究發現確有部分學生對概念構圖持有負面的觀感。雖然經由事後訪談，對此負面觀感可能產生之原因有初步的瞭解，但若能夠針對負面情緒形成的背景、原因與影響層面有較系統、深

層、全面的分析與探究，應更能補足目前文獻較未挖掘的現象，並提供教師預防此類反應的可行建議。

(三) 概念圖對於學習者創造力的影響

本研究發現學習者多支持概念圖有助於他們創造力、思考力與判斷力的提昇。概念圖圖像呈現並沒有固定的形式與連結模式，允許學生創造自己的概念圖，此活動是否能顯著提昇學習者創造力也是未來可探討的議題。

參 考 文 獻

- 左台益、梁勇能（民 90）：國二學生空間能力與 van Hiele 幾何思考層次相關性研究。師大學報：科學教育類，47 卷，1 期，55-69 頁。
- 江淑卿、郭生玉（民 86）：不同學習過程的概念構圖策略對促進知識結構專家化與理解能力之效果研究。師大學報：教育類，42 卷，1-16 頁。
- 李琛玫（民 85）：資優生空間能力之相關研究。資優教育季刊，59 卷，21-24 頁。
- 吳裕聖、曾玉村（民 92）：概念構圖教學策略對小五學生科學文章理解及概念構圖能力之影響。教育研究集刊，49 卷，1 期，135-169 頁。
- 林清山（民 92）：心理與教育統計學。台北：東華。
- 林達森（民 94）：不同導入訓練歷程之“概念構圖教學法”對國小階段生物能量概念學習與態度影響之實徵研究。高雄師大學報，19 期，105-122 頁。
- 洪琮琪（民 91）：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。
- 陳永春（民 91）：概念構圖教學策略與不同性別對國小五年級學童在社會科學習成就與學後保留之探究。國立屏東師範學院教育科技研究所碩士論文。
- 陳李綢（民 85）：認知發展與輔導。台北：心理。
- 陳嘉成、余民寧（民 87）：以概念構圖為學習策略之教學對自然科學習的促進效果之研究。國立政治大學學報，77 卷，201-235 頁。
- 黃玉佳（民 92）：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。
- 黃萬居（民 81）：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。臺北市立師範學院學報，23 卷，345-356 頁。
- 黃萬居（民 82）：國小學生的概念構圖和自然科學習成就研究。臺北市立師範學院學報，24 卷，47-66 頁。
- 黃藍億（民 94）：概念構圖教學策略對大一學生英文閱讀理解能力之影響。慈濟大學教育研究所碩士論文。
- 程炳林、林清山（民 89）：中學生自我調整學習之研究（1/2）。國科會專題研究報告（編號：NSC89-2413-H-035-001）。
- 路君約、陳榮華（民 81）：非文字普通能力測驗。台北：中國行為科學社。
- 蔡天民（民 91）：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。
- 蔣家唐（民 84）：資優生視覺空間認知能力研究（II）。行政院國家科學委員會專案研究計畫成果報告（編號：NSC 84-2511-S-018-004）。
- 戴文雄（民 87）：不同正增強回饋型式電腦輔助教學系統對不同認知型態與空間能力高工學生機械製

- 圖學習成效之研究。行政院國家科學委員會專案研究計畫成果報告。
- 謝眞華 (民 88)：概念構圖教學對國小四年級學童在自然科學學習成效之研究。國立台南大學國民教育研究所碩士論文。
- 林麗寬譯 (民 86)：學習革命。台北：中國生產力。VOS, J. & DRYDEN, G. (1994). *The learning revolution*.
- 陳學志譯 (民 93)：認知心理學。台北：學富。Ashcraft, M. H. (2002). *Cognition* (3rd ed.).
- BouJaoude, S., & Attieh, M. (2003). *The effect of using concept maps as student tools on achievement in chemistry*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.
- Brandt, L., Elen, J., Hellemans, J., Heerman, L., Couwenberg, I., Volckaert, L., & Morisse, H. (2001). The impact of concept-mapping and visualization on learning of secondary school chemistry students. *International Journal of Science Education, 23*(12), 1303-1013.
- Cakir, O. S., Uzuntiryaki, E. G., & Geban, O. (2002). *Contribution of conceptual change texts and concept mapping to students' understanding of acids and bases*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Teaching, New Orleans, LA.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Chen, I. D. (2002). The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization. *Journal of Experimental Education, 71*(1), 5-23.
- Daley, B. J., Shaw, C. R., Balistreri, T., Glasenapp, K., & Piacentine, L. (1999). Concept maps: A strategy to teach and evaluate critical thinking. *Journal of Nursing Education, 38*, 42-47.
- Elhelou, M. (1997). The use of concept mapping in learning science subjects by Arab students. *Educational Research, 39*(3), 311-317.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist, 34*, 906-911.
- Graff, M. (2005). Differences in concept mapping, hypertext architecture, and the analyst-intuition dimension of cognitive style. *Educational Psychology, 25*(4), 409-422.
- Grande J. D. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher, 37*(6), 14-20.
- Guastello, E. F., Beasley, T. M., & Sinatra, R. C. (2000). Concept mapping effects on science content comprehension of low-achieving inner-city seventh graders. *Remedial and Special Education, 21*(6), 356-365.
- Horton, P. B., McConney, A. A., Gallo, M., Woods, A. L., Senn, G. J., & Hamelin, D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education, 77*(1), 95-111.
- Jacobs, J. E., & Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychologist, 22*, 255-278.
- 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.
- Laight, D. W. (2004). Attitudes to concepts maps as a teaching/learning activity in undergraduate health professional education: Influence of preferred learning style. *Medical Teach, 26*(3), 229-233.
- Lee, Y., & Nelson, D. (2005). Viewing or visualizing which concept map strategy works best on problem-

- solving performance? *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 193-203.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex in spatial ability: a meta-analysis. *Child development*, 56, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: Individual differences in speed and level*. Stanford, CA: Stanford University.
- Lohman, D. F., & Kyllonen, P. C. (1984). Individual differences in solution strategy on spatial and change. In D. Koch (Ed.), *Psychology: A study of science* (pp.423-475). New York: McGraw-Hill.
- Markham, K. M., Mintzes, J. J., & Jones, M. G. (1994). The concept map as a research and evaluation tool: further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 91-101.
- Markow, P. G., & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perception and effect on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1015-1029.
- McCormick, C. B. (2003). Metacognition and learning. In W. R. Reynolds & G. E. Miller (Eds.), *Handbook of Psychology* (pp. 79-102). Wiley: John Wiley & Sons.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Oughton, J. M., & Reed, W. M. (1998). The effects of hypermedia knowledge and learning style on the construction of group concept maps. *Computers in Human Behavior*, 14(1), 1-22.
- Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). How metacognition can promote academic learning and instruction. In B. Jones & L. Idol (Eds.), *Dimensions of thinking and cognitive instruction* (pp. 15-51). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pribly, J. R., & Bordner, G. M. (1985). *The role of spatial ability and achievement in organic chemistry*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, French Lick Springs, IN.
- Snead, D., & Young, B. (2003). Using concept mapping to aid African American students' understanding in middle grade science. *Journal of Negro Education*, 72(3), 333-343.
- Stanic, G. M. A., & Owens, D. T. (1990). Spatial Sense. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 48-51.
- Sungur, S., Tekkaya, C., & Geban, O. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91-101.

收稿日期：2007年05月16日

一稿修訂日期：2007年11月29日

接受刊登日期：2007年11月29日

Bulletin of Educational Psychology, 2008, 39, Special Issue on Test and Measurement, 83-104
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Effects of Concept-Mapping Learning Strategy and Spatial Ability on Elementary Students' Cognitive and Metacognitive Strategies and Science Academic Performance

Fu-Yun Yu

Yu-Shin Chen

Institute of Education
National Cheng Kung University

The purposes of this study are three-fold: (1) to examine the effects of concept-mapping on students' cognitive and metacognitive strategies and science academic performance; (2) to investigate the interaction effects between the concept-mapping learning strategy and students' spatial ability; and (3) to understand students' attitudes towards the adopted strategy. A non-equivalent control-group experimental research design was used. Four classes of fourth-graders participated in the study for the support of their science learning for seven consecutive weeks. One-way ANCOVA found a statistically significant effect of concept-mapping on students' cognitive and metacognitive strategies as compared to the traditional teaching approach. Two-way ANCOVA, however, found no significant interaction effects between concept-mapping and students' spatial ability on science performance, cognitive or metacognitive strategies. Finally, students participating in concept-mapping learning activity expressed significantly positive attitudes toward the introduced learning strategy. Suggestions for classroom teachers and future studies were proposed.

KEY WORDS: cognitive strategy, concept-mapping, metacognitive strategy, spatial ability