科學教育學刊
2007, 第十五卷第一期, 99-118

Chinese Journal of Science Education
2007, 15(1), 99-118

不同知識表徵建構的學習策略對自然科學習成效之影響

于富雲　陳玉欣
國立成功大學　教育研究所

（投稿日期：民國 94 年 9 月 13 日，修訂日期：95 年 8 月 4 日，接受日期：95 年 8 月 29 日）

摘要：本研究主要目的在瞭解概念構圖與摘要不同知識表徵建構之學習策略對國小生認知、後設認知策略與自然科學業成就之影響。以台南市一國小四年級七個班級學生（共計 220 名）為研究樣本，配合自然科教學，採不等組前後測實驗控制組設計法，進行連續八週的實驗教學活動。資料分析結果發現，概念組學生在認知策略得分上顯著高於摘要組、控制組和自習組；概念組學生在後設認知策略與學習成就表現上顯著優於控制組和自習組，然而，與控制組和自習組相較，摘要學習策略未對學習有顯著正面的影響；概念構圖、摘要與性別在各依變項上皆無交互作用存在。文末，根據研究結果提出教學實務與未來研究建議。

關鍵詞：知識表徵、後設認知策略、概念構圖、摘要、學習策略

壹、研究背景與目的

現代教育思潮逐漸揚棄傳統單向式的傳遞-接收教育模式，隨著心理學的發展，國內外的學者嘗試由訊息處理學習論與建構論等觀點，來強化對學習行為與歷程的了解，強調學習者依據自我經驗、文化背景與目標等個別因素，對感官所接收的訊息，進行選擇、複誦、組織與精緻化，以將知識用不同表徵方式儲存於長期記憶，內化成為統整知識結構的歷程。除了強調學習者自我反芻、吸收與轉化訊息使之成為知識的主動學習建構理念外，也強調後設認知在學習歷程中的影響，認為學習者必須瞭解自己所擁有的知識，清楚自己對知識的需求，並且對資訊與整個認知活動做計劃、監控、調整、執行、評鑑等適當操弄，以發揮學習的常駐效果。綜言之，學習不再僅著重知識的重製，而是要增加學生「如何學習」的知能，使學習者成為知識的創造者，激發學習的潛能與擁有權（Novak & Gowin, 1984）。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，尤其是概念構圖的論述與研究日漸受到重視。

簡要言之，概念構圖係指學習者用以呈

現概念彼此間關係的一種二度空間視覺化表徵，它就像是一個階層式的網絡知識架構圖，以一個個節點（nodes）來表徵不同概念，再依照概念的概括性做上下階層（hierarchy）的排列，概念愈趨向特定性就排在愈低層，並以一連串連結線（links）與有意義的連結語（labels）界定概念彼此間的關係，使成一系列的命題（proposition），讓片段、零碎的訊息得以重整、形成較大的個人知識結構（Novak, 2005; Novak & Gowin, 1984）。

不少學者認為概念構圖不僅是學生建構與協調知識意涵的良好學習與評量策略，對教師教學與課程組織規畫也有正面的助益（張奕華和許正妹, 2001; Laight, 2004; Lee, Freeman & Jessup, 2004; Novak & Gowin, 1984）。過去有關概念構圖的相關實證研究學科範圍涉及科學教育、語文閱讀與寫作、數學教育、化學教育、生物教育、師範教育等領域，研究對象遍及各年齡與教育階層，不論是採量化或質化的研究方法，研究結果普遍支持概念構圖此種以圖形表徵一個或不同種類間相關概念的方式有利於學習者對文章內容的理解程度，進而有助於提升學業成就與記憶保留、幫助降低學習焦慮、促使學習態度趨於正向、澄清迷思概念，增加推論能力與創造能力等（吳裕聖和曾玉村, 2003; 林純年, 1997; 陳嘉成和余民寧, 1998; 陳櫻代, 1999; 謝真華, 1999; BouJaoude & Attieh, 2003; Cakir, Uzuntiryaki & Geban, 2002; Chang, Sung & Chen, 2002; Coffey, 2004; Hsu, 2004; Kinchin & Hay, 2005; Novak & Gowin, 1984; Slotte & Lonka, 1999; Snead &Young, 2003）。整體言之，概念構圖是一種空間、視覺創造的形式，此種透過視覺媒介來進行學習的兩度空間圖形知識表徵學習策略，與另一種主賴語文型式的知識表徵學習策略 — 摘要，實有很大的不同。

摘要是一種強調透過語文連結之單向度語意知識表徵形式，強調學習者將學習內容中的重要觀念，重新組織、整合與再建構，使成精鍊概念單元的學習策略運用，其目的是讓學習者對學習主題產生全盤與巨觀的結構（張雅萍, 2000; Brown, Day & Jones, 1983; Kintsch, 1990; Raths, 1987）。摘要學習策略強調閱讀者依據本身既有的認知體系，擷取文章中之重點或精華，然後用自己的話轉述訊息，使原本繁雜、細小的概念單位，經過縮減、重新組織之後，形成一個較大的概念單位，以精簡地呈現出本文內容中之要意（Asha, Mary & Yan, 2000; Brown et al., 1983; Raths, 1987）。

就學習的效能而言，由於摘要學習策略強化學習者於學習歷程中擷取重點並將訊息轉化之學習歷程，學界多對摘要學習策略運用持正面的看法。舉例言之，Kintsch（1990）認為，摘要能促使學習者在自身記憶體內對文章內容中之重要觀念產生全盤、巨觀的結構（macrostructure），而此結構直接有助於學習者記憶文章內容中的其他訊息。Hidi 和 Anderson（1986）認為，透過摘要可以幫助學習者理解閱讀材料，展現學習者的組織能力。Williams（1988）也指出，唯有能夠確認文章中的主要概念，才能有效閱讀文章，成功理解文章內容。相關實證研究更發現，摘要除了能夠幫助學習者監控閱讀理解，提高學習者對文章內容的記憶外，也能幫助學習者釐清文章中的主要意義與要旨，進而對文章內容中的概念有更深入及整體的瞭解（張雅萍, 2000; Brown & Day, 1983; Hidi & Anderson, 1986; Malone & Mastropieri, 1992）。審視過去有關摘要的實證研究，國內外目前僅有十數筆資料，研究結果多支持摘要訓練有助於閱讀者對文章內容重要觀念的辨識，釐清文章的要旨，使學習者對文章內容中的

概念有更深入及整體的理解（張雅萍, 2000; 黃瓊儀, 2004; Brown & Day, 1983; Gajria & Salvia, 1992; Hidi & Anderson, 1986; Jitendra, Hoppes & Xin, 2000; Malone & Mastropieri, 1992）。

由上可知，概念構圖與摘要皆是掌握學習內容組織架構與主要概念萃取的有效學習策略，而其中隱含的一連串學習活動（例如，概念構圖中的選擇概念、將概念進行分類及排序、運用連結語以形成一系列有意義的命題等，摘要中的辨識重要觀念、將零碎繁雜的概念單位重新改寫成較大的觀念單位等），以訊息處理與後設認知等理論面分析之，不論是概念構圖或是摘要，在其活動的進行歷程當中，皆應較容易促使一連串的訊息處理與決策思考等認知行為。

過去概念構圖的相關實證研究雖然普遍支持概念構圖學習策略對學習成效的正面影響，然而，目前已有的研究多僅鎖定概念構圖對學業成就、知識結構、焦慮感、學習態度與推論能力等依變項之影響，而摘要學習策略方面的研究，也多僅侷限在閱讀學習與理解的領域，且研究樣本也多僅以閱讀能力較低的學生為特定研究對象，針對摘要對一般能力學習者在其他學習領域的影響，目前僅有一篇且鎖在學習成就上的影響。

有鑑於訊息處理與後設認知等理論，概念構圖與摘要之學習歷程應對學習者之認知能力與後設認知策略運用能力應有正面的影響，考量國內外尚未有研究針對此議題實證探究，故本研究主要目的之一為瞭解以兩度空間視覺媒介為知識表徵基礎的概念構圖學習策略與以文字語文為知識表徵基礎之摘要學習策略對學習者學業成就、認知策略與後設認知策略之影響。

再者，性別研究普遍顯示不同性別的學習者在語文以及空間能力上有差異（國立台灣師範大學特殊教育中心, 2000; 葛樹人, 1991; Hyde & Linn, 1988; Linn & Petersen, 1985; Maccoby & Jacklin, 1974）。例如，Maccoby 和 Jacklin（1974）所撰寫的《性別差異心理學》（The psychology of sex differences）一書中，即提及作者根據後設分析法研究結果發現：女生在語言記憶（verbal memory）、語言技巧（verbal skills）上皆優於男生；男生在數量技巧（quantitative skills）和空間活動（spatial activities）的能力上優於女生。Linn 和 Petersen（1985）根據 1973 到 1982 間出版的 172 篇研究，同樣採用後設分析法比較男女生的空間能力，研究結果發現：空間知覺及心智旋轉測驗對男生而言較容易。國內學者張春興（1996）根據教育心理學家的研究結果歸納：小學階段的男女生在智力測驗的語文理解上，女生優於男生，而在數學推理與空間關係方面，則傾向於男生優於女生。國內綜合學業性向測驗編製報告（國立台灣師範大學特殊教育中心, 2000）結果發現：男、女生的語文分測驗得分達顯著水準，女生的語文能力表現優於男生。

考量本研究中之概念構圖強調一種空間策略的使用，本質上屬於一種視覺創造的形式，相對之，摘要則是一種語文能力的展現，透過對文章內容的評估和瞭解，將文章裡呈現的主要觀點，利用語言學的技巧，進行縮寫和改變，牽涉到語文寫作的能力。由於過去文獻發現不同性別在空間以及語文能力上有不同的表現，因此，本研究另一目的為進一步瞭解概念構圖和摘要兩種不同學習策略對不同性別學生之學業成就、認知策略與後設認知策略等的交互作用情形。

綜合言之，本研究目的旨在探討不同知識表徵的學習策略運用對不同性別學生學習成就、認知能力與後設認知能力之影響，主要有兩個研究假設。

假設一：概念、摘要、自習與控制組在認知策略、後設認知策略與學習成就上有差異。

1-1 概念、摘要、自習與控制組在認知策略上有差異。

1-2 概念、摘要、自習與控制組在後設認知策略上有差異。

1-3 概念、摘要、自習與控制組在學習成就上有差異。

假設二：策略教學（概念、摘要組）× 性別在認知策略、後設認知策略與學習成就上有交互作用存在。

2-1 策略教學（概念、摘要組）× 性別在認知策略上有交互作用存在。

2-2 策略教學（概念、摘要組）× 性別在後設認知策略上有交互作用存在。

2-3 策略教學（概念、摘要組）× 性別在學習成就上有交互作用存在。

貳、概念構圖與摘要學習策略運用之理論根基

茲針對概念構圖與摘要學習策略運用對學習歷程與結果可能產生的調節與輔助效益，試以訊息處理學習論（Information-processing theory of learning）與後設認知理論（Metacognition theory）分析，以為其理論基礎。

一、訊息處理學習論

訊息處理學習論視人類為主動的訊息處理者，探討人類在環境中，如何經由感官的覺察、注意、選擇而接受訊息，進而透過訊息的辨識與轉換而貯存訊息，以及訊息之提取與運用等內在心理活動（張春興, 1996）。強調來自環境中的刺激或訊息多僅在感官記憶（sensory memory）中短暫註冊，須藉由工作記憶（working memory）以複誦（rehearsal）暫時將訊息保留在短期記憶（short-term memory），並透過精緻化（elaboration）與組織（organization）將訊息送進長期記憶，以有利於日後訊息的檢索與提取。其中，複誦乃指學習者透過反覆演練，使新接收的訊息能重複在工作記憶中出現，以延長其在短期記憶中的停留時間，將有助於學習者對訊息的記憶。精緻化策略則指學習者從長期記憶中去尋找、檢索和新訊息有關的舊訊息/記憶/知識，以將新訊息與既有訊息相互連結；此策略運用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（陳李綢, 1996）。

本研究所探討之概念構圖學習策略強調學習者在學習歷程中需選定重要概念、將龐雜大量的學習內容進行分類與排序、利用連結語及連結線來標明各概念間可能的關係成不同命題，使學習與知識更具組織性與關連性。以訊息處理理論角度分析之，此系列學習活動應能有效引發複誦、精緻化與組織等策略之運用，進而對個人學習能力產生正面影響。

相似地，由於摘要強調學習者從學習教材中粹取出其重要觀念，並利用刪除、概括、改寫等寫作技巧，用自己的話將學習教材中較瑣碎、繁雜的概念單位概括成一個較大的概念單位。為達成此目的，學習者似乎較有可能重覆瀏覽教材內容，以抽離重要觀念，組織教材單元的學習行為頻率也將較有可能增加。根據訊息處理理論可知，複誦、精緻

化、組織化行為啟動應能使學習者將所獲取的知識較有效地長期存放在個人知識體系中，並有利於日後訊息的回想、檢索與提取。

二、後設認知理論

後設認知以 Flavell（1987）和 Brown（1987）的觀點最受重視。Flavell（1987）認為後設認知包含思考歷程的覺知以及對於歷程的監控與調整能力，其認知監控模式（model of cognitive monitoring）並將後設認知分為「後設認知知識」（metacognition knowledge）與「後設認知經驗」（metacognition experience）。其中「後設認知知識」包括個人對自己在各方面能力的覺知之個人變項知識（persons knowledge）、對工作需求的覺知之工作變項知識（tasks knowledge）、以及用來監控認知運作策略的覺知之策略變項知識（strategies knowledge），而「後設認知經驗」指的是對認知和情感有意識的經驗。Brown（1987）則將後設認知分為「認知的知識」（knowledge about cognition）與「調整的知識」（knowledge about regulation）。「認知的知識」是指個體知道本身的認知運作狀況，也知道自己和所處環境之間的互動關係。「調整的知識」是指知道對學習過程中的活動進行調整，包括：計畫（對認知結果的預測、策略的安排）；監控（對認知活動的監控、修正、測試或重新安排策略）；檢查（對策略行動的評估）。

國內學者張春興（1996）將後設認知定義為個人對自己認知歷程的認知，即每當個人經由認知思維從事求知活動時，個人既能明確了解自己所學知識的性質與內容，也能了解如何進一步支配知識，以解決問題。程炳林（2001）進一步操作化後設認知策略，認為後設認知包含：計畫、監控、修正與評鑑四種策略。計畫策略是指學習者在開始學習之前，設定學習目標、規劃學習步驟、注意文章標題、預測文章內容等思考與行為。監控策略是指學習者在學習中、透過自我提問、查核學習步驟和方法、找出難以瞭解的地方、檢查學習目標等來檢查自己是否瞭解學習內容等的思考與行為。修正策略是指學習者在學習過程中，隨著學習材料的性質與自己的學習狀況而改變學習方法、回頭重讀不懂之處、改變學習速度、把疑惑的地方弄清楚等的思考與行為。評鑑策略又稱自我評鑑，指學習者能在學習過程中，不斷評估學習結果的思考與行為。

綜言之，後設認知策略概指學習者掌控自己獲得知識的歷程，能夠計畫、改善及執行的一種能力。學習者利用概念構圖活動進行學習材料組織時，以自己所認知的邏輯順序企圖將龐雜的資料透過歸類與排序等活動而拼構出一個合理的圖形表徵，在此任務的導引下，促使學習者去活化自己的認知結構，倘若其認知階層結構中的網路節點錯置了位置，或是連結不恰當、連結語誤用造成概念圖中的命題與教材中概念不符合，則學習者必須重新檢視自己對教材內容之理解，找出學習困惑的地方與不解之處，進行再一次地修正與監控，計畫如何精確地傳達概念之間的關係，使每一個命題都是完整且有意義的。此外，由於概念構圖建置歷程中強調交叉連結的建立，此點當有利個人擴展各概念間可能的關係，並藉由不同階層間概念的連結，擴展認知結構的廣度、深度、複雜度，使個人知識表徵系統更精進。

相對應之摘要寫作，歷程中學習者必須透過刪減、概括、改寫等原則。為達精簡學習內容與重點的目的，應會從事評鑑、監控等學習行為，以確保精簡化的正確性（即摘要與本文意旨的一致性）與合適度（文字夠精簡）。倘若其間語意產生差距，抑或摘要

之內容太過累贅，則學習者必須更仔細地針對學習教材進行自我提問，計畫如何修正以及進行其後的修正工作，以及再其後的再評鑑、監控，以有效呈現原文要義，此計畫、監控、修正與評鑑的反覆運用應對學習者本身後設認知能力有所增進。

參、研究方法

一、研究對象與研究設計

本研究以台南市一國小四年級七個班級學生（共計 222 名）為研究樣本，採用 4（概念、摘要、自習、控制組）× 2（性別）不等組的前後測實驗控制組設計法。

基於學校行政、教學考量，本研究以原班級為單位，將參與的七個班級以隨機分派的方式，分配至四種不同實驗情境（自習組有一班，其它三組各兩班），配合參與本研究的一位自然科任教老師之教學進度，於期中考結束後，於自然科教室進行連續八週的實驗教學活動。

二、實驗組別

本研究共有四組不同的實驗情境設計，分別介紹於下。

(一)概念構圖組

為了解概念構圖學習策略整合運用於自然課程中是否能有效輔助學生學習，概念組學生會利用每週最後一堂自然課的最後 20 分鐘（半節課），個別進行概念構圖學習單的完成。由於概念構圖的繪製是希望能輔助學生統整當週或該單元的教材內容，讓自我的學習更見組織化與有效性，所以正式實驗時，會讓個別學生針對任課老師每週所教授的教材內容，自行選擇想要繪製的教材範圍。

此外，為確保學生能運用概念構圖先前訓練所教導的重要觀念與技巧（例如：概念的辨識、概念分類的重要性、階層關係的建立、連結語的種類與運用、命題的產生與檢視、交叉連結的建立、例子的給予等）來完成各別的學習單，在每週學習單的設計上，研究者特加入 Novak 和 Gowin（1984）所擬定概念圖建置的準則，包括：重要評分準則（例如：正確的連結關係及連結語、正確的上下階層關係、正確的例子、交叉連結等），以及自然課常用以表達不同關係連結語的類型（例如：特徵與功能、類似、部分和整體、原因與結果、位置和方向等關係）與用詞，供學生參考與善加利用。

最後，考量回饋的重要性，在每週的概念構圖練習活動前，教師皆會先利用投影片，提供上一週本班學生中繪製良好與待改進的數則概念圖成品，讓學生有機會能夠藉由觀摩他人作品而擴增自我的知識與經驗，並做為下一波概念構圖建置的參考。除了全班性的回饋設計外，教師亦會針對個別學生繳交的學習單，直接給予文字的修正建議，讓學習者有機會能在該次的學習單製作歷程中，調整自己繪製的方法。

(二)摘要組

整體上，摘要組的設計目的以及教學實施與概念構圖組相仿，皆是為了解學習策略於自然課程之整合運用是否能有效輔助學生學習，故同樣利用每週最後一堂自然課的最後 20 分鐘，讓個別學生針對任課老師每週所教授的教材內容，自行選擇想要撰寫的教材範圍，個別完成摘要學習單。

此外，為確保學生在完成學習單時，能運用摘要學習策略先前訓練所教導的重要觀念與技巧，研究者參考 Hidi 和 Anderson（1988/1989）、Brown 和 Day（1983）以及 Hare 和 Borchardt（1984）等學者所提出的摘要原則，在學習單上加入摘要寫作的重要步

驟、技巧與意涵以輔助學習成效，包括：摘要三步驟 — 1.找出文章中的主題句；2.找出文章中的重點；3.針對文章中的重點運用摘要三技巧，分別為刪除（選擇重要內容，刪除多餘、重複或是不重要的訊息）、概括（以一個字詞或句子取代全部的項目，或將相關的句子進行合併）、改寫（用自己的話來改寫我們所建構的摘要，加入一些連接詞來修改文句）。

最後，考量回饋的重要性，在每週摘要練習活動前，教師會先利用投影片，提供上一週本班學生中撰寫良好以及待改進的數則摘要作品，讓學生有機會能夠藉由觀摩他人成品而擴增自我的知識，並做為下一波摘要寫作的參考。此外，老師也會針對個別學生繳交的學習單，直接給予文字修正建議，讓學習者有機會能調整自己摘要寫作的方法。

(三)傳統控制組

為了解概念構圖與摘要不同知識表徵建構的學習策略對不同性別學習者認知、後設認知能力與學業成就之影響，本研究有傳統教學控制組的設計，讓教師在學校規劃的自然課時段，依一般原有的上課方式（教師授課或學生親自動手實驗觀察），將每週的上課時數上滿。

(四)自習組

為了解概念構圖與摘要組此種內涵學生自習時間的設計對學習成效之影響，本研究另外加入自習組的設計。自習組主要是在正式實驗進行期間，讓學生能利用每週最後一堂自然科的最後 20 分鐘，對該週教師涵蓋的自然課範圍自行進行相關教材的複習工作。

三、研究實施程序

在完成參與教師的訓練、參與學生自然科期中考模擬考與期中考學業成績的蒐集、認知策略與後設認知策略量表前測的實施後，研究者隨即針對被隨機分派至概念組及摘要組不同學習策略的四個班級（概念、摘要各兩班），分別進行為期三週的概念構圖或摘要學習策略之訓練教學。

(一)不同知識表徵之學習策略訓練教學

概念構圖策略的訓練教材主要以 Novak 等人（1984）一書為依據，並參考吳裕聖（2001）及謝真華（1999）論文中所綜合歸納出來的不同類別連結語種類為架構。活動分兩階段進行，第一階段為第一週 100 分鐘的正式訓練課程，主要介紹概念的意義、概念分類的重要性、概念間的階層關係、連結語的種類與適用時機、概念圖繪製的要點與標準等，讓學習者能針對自然科期中考試的學科內容（包括：第一單元「能源與食物」下之「交通運輸工具」、「運輸能源」、「人類活動的能源」、「珍惜能源」等主題，以及第二單元「校園的昆蟲」中之「校園的小動物」、「昆蟲一族」與「昆蟲變變變」等主題），有概念辨識、選擇、分類、階層排序、連結線建立、連結語選用、命題形成等的完整事前訓練與實際練習機會。整個訓練活動流程為：構念構圖各概念的詳細解說→正反例子介紹→配合講義及學習單的個別分散練習→回饋。

第二階段為連續兩週的引導式概念構圖練習活動（guided practice），配合該週自然科的教學內容，利用每週最後一堂自然課的最後 20 分鐘，讓參與學員進行概念構圖練習，精熟概念圖的繪製技巧與標準。考量學生才剛接觸概念構圖，為避免教材範圍過大可能會增加學生策略運用上的難度，故此階段教師會指明該週上課教材範圍內之某特定頁數（第二單元「校園的昆蟲」下的「我的昆蟲寶貝」與「昆蟲博覽會」），讓學生繪製概念圖。

摘要策略的訓練活動主要綜合 Hidi 等人（1988/1989）、Brown 等人（1983）以及 Hare 等人（1984）等學者所提出的摘要原則與步驟。訓練活動分為兩階段進行，第一階段為 80 分鐘的正式訓練課程，介紹文章中重要觀念的辨識以及「刪除、概括及改寫」等摘要原則，讓學習者以自然科期中考的內容為範圍，練習摘要寫作的整個流程與步驟。整個訓練活動流程為：摘要寫作步驟與技巧的詳細解說→正反例子說明→配合講義及學習單運用，讓學習者練習摘要寫作→回饋。

第二階段為連續兩週的引導式摘要練習活動，實際配合該週自然科的教學內容，利用每週最後一堂自然課的最後 20 分鐘，讓參與學員針對每週教材範圍內的特定頁數，進行摘要練習，精熟摘要寫作的歷程、技巧與標準。

(二)正式實驗活動

不同知識表徵之學習策略訓練教學結束後，隨即進入連續五週的正式實驗活動。此階段配合參與教師的教學進度與範圍（第三單元「空氣的秘密」下之「空氣在哪裡」、「空氣的遊戲」、「空氣的流動」、「空氣與燃燒」以及「清新的空氣」等主題），讓被分配至概念構圖或摘要組的學員，利用每週最後一堂自然課的最後 20 分鐘，完成不同策略的學習單。針對不同知識表徵學習策略組，強調學習者盡量運用所教導的學習策略，輔助學生統整當週或該單元的教材內容，讓學習更見組織與有效。整體而言，概念組與摘要組正式實驗教學活動的歷程為：教師提供優良與待改進的數則學生成品，並強調不同學習策略的運用技巧與優勢→發回上週學習單→發下新的學習單→學生針對該週上課內容完成學習單，歷程中老師會適時地給予個別口頭建議→繳交學習單。

被分配至自習組的學員，從期中考後連續八週利用每週最後一堂自然課的最後 20 分鐘，自行複習該周上課內容。傳統教學組則依循教師原有的上課方式，進行教學。為避免不同教學進度影響研究內在效度，實驗期間各組實驗情境每週的教學進度皆盡量保持一致。

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策略量表。配合學校進度，於次週完成期末考模擬考以及再次週之期末考成就測驗後測。所收集的資料將做為不同實驗教學處理對認知策略、後設認知策略與學習成就影響之依據。

(三)前導研究

正式研究進行前，研究者針對研究目的分別進行兩次的前導研究與教室觀察，以確認不同知識表徵建構之學習策略教學訓練程序以及研究工具（教師手冊、學習單設計、量表等）的合適性。

四、實驗真實性（Experimental fidelity）之確保

為了確保實驗進行的真實性，研究者除了發展完整的教師手冊、學習策略訓練光碟，並對參與教師進行事前教師訓練外，在實驗進行期間也實地觀察不同實驗情境的實施。

再者，為了檢驗參與概念構圖或摘要不同學習策略訓練的學生，對不同策略基本意涵、步驟與標準之掌握情形，研究者在實驗結束分別針對不同知識表徵組設計幾題檢驗題。舉例而言，針對概念構圖的題目為：繪製概念圖時應盡量符合一些標準，下列何者是錯的？(1)正確的上下階層關係 (2)舉出正確的例子 (3)正確的交叉連結關係 (4)正確的左右對稱關係。以下哪一組連結語可用來表達概念之間「類似」的關係 (1)「之後」、「然後」(2)「像是」、「相當於」、「譬如」(3)「分

為」、「分成」(4)「組成」、「包括」。

針對摘要的題目：摘要寫作的正確步驟為何？(1)主題句→摘要→重點 (2)重點→摘要→主題句 (3)摘要→主題句→重點 (4)主題句→重點→摘要。如圖 1 摘要寫作有三個技巧，分別為刪除、改寫與概括，其意義為何?請將右欄正確的敘述與左欄的要點連結。

五、研究工具

(一)學習策略量表

本研究採用洪琮琪（2002）根據程炳林（2001）所編製「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」。學習策略量表分為認知策略（共 18 題）與後設認知策略（共 24 題）兩個分量表，其中認知策略量表涵蓋三個策略，分別為複誦、精緻與組織策略，後設認知策略量表涵蓋計畫、監控、修正與評鑑四個策略。

洪琮琪（2002）以瑞祥國小 303 名國小六年級學生進行量表修改後之信、效度檢驗。認知策略量表部分，內在一致性 Cronbach α 值為 .96。以主軸法抽取因素，保留特徵值大於 1 的因素，並以斜交轉軸進行因素分析，在認知學習策略 18 個題目中，共抽出二個特徵值大於 1 的因素。轉軸後的組型負荷量絕對值介於 .50~.93 之間，共同性介於 .54~.74 之間，二個因素共可解釋 18 個題目的 62.13% 左右。因素一內容涵蓋複誦與組織兩個策略，因素二主要為精緻化策略。由於因素之間的相關絕對值高達 .71，故合併試題為認知策略量表，得分總分代表學生認知學習策略，得分愈高代表認知學習策略使用愈多。

後設認知策略量表內在一致性信度考驗 Cronbach α 值為 .97，以主軸法抽取因素，保留特徵值大於 1 的因素，並以斜交轉軸進行因素分析，後設認知學習策略 24 個題目共抽出二個特徵值大於 1 的因素。轉軸後的組型負荷量絕對值介於 .45~.90 之間，共同值介於 .56~.75 之間，二個因素共可解釋 24 個題目的 63.97%，因素一涵蓋計畫、監控、調整，因素二主要為評鑑策略。由於兩因素之間的相關絕對值高達 .812，故合併不同因素下之題目為後設認知學習策略量表，得分總分愈高代表認知學習策略使用愈多。

本量表為萊特式六點量表，填答時間 15 分鐘，根據學生目前學習自然科的情形，依敘述句的符合程度，從完全不符合（1 分）到完全符合（6 分）做勾選。認知策略量表試題包括：讀自然科時，我會把課本的重點寫在紙上，然後反覆背誦；讀自然科時，我會試著把書本的內容用自己的話表達出來；

摘要寫作技巧	描述
刪除	用自己的話來改寫我們所建構的摘要，加入一些連接詞如：因為、所以、和、及、然後、之後...等。
改寫	能以一個字詞或句子取代全部的項目，或將相關的句子進行合併。
概括	選擇重要內容，刪除多餘、重複或是不重要的訊息。

圖 1：摘要寫作技巧意涵之檢驗

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，我試著把在其它學科中學到的概念拿來幫助我學習現在的新知識；讀自然科時，我把課文和課堂筆記全部看過，然後把最重要的觀念找出來；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，我會為自己訂定目標來幫助我每個階段的活動；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，我會停下來想想剛才讀的重點在哪裡；讀自然科時，我試著找出哪些內容是我瞭解得還不夠好的；上自然課時，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，我會根據考試的經驗來調整自己的讀書方法；讀自然科時，我經常透過參考書、課本或習作，測試自己是否已熟練學習的內容；考自然科前，在複習時，我會試著測試自己的熟練程度。

(二)成就測驗

為期擴大本研究結果的外推性，本研究採真實教室情境的研究概念（classroom-based research approach）。研究者同時考量教師教學實境與研究實驗設計兩方面需求，期尋求兩者間的最大效益，以設計概念構圖、摘要等不同學習策略融入自然科的教學歷程。研究歷程上，研究者針對成就測驗內容與參與教師密切討論，最後考量國小學生對符合能力區辨力所可能形成成績無法普遍較高的接受度，故在成就測驗上最後決定直接採用參與學校實施的期中考和期末考試題，再加上參與研究教師依據出版商提供之試題題庫所自行編擬的兩份考前模擬考卷。如是處理方式，可能造成研究工具能力區辨力不佳，進而對研究結果的說服力稍受折損，此為本研究的限制之一。期中考模擬考與期中考兩次考試的平均成績為成就測驗前測，期末考模擬考與期末考兩次考試之平均成績為成就測驗後測，期中考與期末考的模擬考實施時間各為其考前之前一週。

本研究參與學校自然課採用牛頓出版社，期中考的範圍為第一單元「能源與食物」之「交通運輸工具」、「運輸能源」、「人類活動的能源」、「珍惜能源」等主題，以及第二單元「校園的昆蟲」之「校園的小動物」、「昆蟲一族」、「昆蟲變變變」等主題，試題類型包括是非題、選擇題與配合題。期末考的範圍為第二單元「校園的昆蟲」下的「我的昆蟲寶貝」、「昆蟲博覽會」以及第三單元「空氣的秘密」下之「空氣在哪裡」、「空氣的遊戲」、「空氣的流動」、「空氣與燃燒」以及「清新的空氣」等主題，試題主要類型為是非題、選擇題與配合題三種。期末考試題包括：擠壓裝有空氣的氣球，會有什麼現象？(1)體積和形狀都不變 (2)體積不變但形狀改變 (3)體積和形狀都會改變 (4)形狀不變但體積改變。昆蟲飼養箱上通常都留有小洞，它的目的在於 (1)為了方便聽見蟲叫聲 (2)為了美觀 (3)讓空氣流通，使飼養箱保持通風 (4)好讓螞蟻進出。用力壓注射筒，筒中的空氣柱變短，證明 (1)空氣消失了 (2)空氣有重量 (3)空氣不存在 (4)空氣可以被壓縮。

六、資料分析

本研究資料採單因子共變數分析，考驗研究假設一，進行統計考驗時，若 F 值達顯著水準，以 Tukey 法進行事後多重比較；採二因子共變數分析，考驗研究假設二，進行統計考驗時，若二因子交互作用達顯著水準，本研究再進行單純主要效果考驗。進行共變數分析前，先進行細格內迴歸係數同質性檢定，以符合共變數分析之假定，若違反同質性檢定之假定，改以單因子變異數分析

後測分數。

各項統計考驗以 .05 為顯著水準。針對達統計顯著水準的結果，加入 Cohen d 效果幅度（Effect size）數據，以增加實驗處理效益（practical significance）的具體溝通。

肆、結果

假設一：概念、摘要、自習與控制組在認知策略、後設認知策略與學習成就上有差異

(一)概念、摘要、自習與控制組在認知策略上的差異情形

表 1 為概念、摘要、自習與控制組在認知策略之基本統計量。由表 1 中得知，概念構圖組調整後平均數的成績優於控制組，控制組調整後平均數的成績優於摘要組，摘要組調整後平均數的成績再優於自習組。進行細格內迴歸係數同質性檢定，結果未達顯著，$F(3,214) = 1.13$，$p > .05$，表示各細格內迴歸線平行，符合共變數分析之假定，故可進行共變數分析。

根據共變數分析得知，概念構圖、摘要、自習與控制組之效果達顯著水準，$F(3,217) = 4.64$，$p < .05$，顯示概念構圖、摘要、自習與控制組之學習者在認知策略運用上具有顯著差異。再以 Tukey 法進行事後多重比較，如表 2 所示，概念構圖組在認知策略上的運用顯著高於自習組（d = 0.61）摘要組（d = 0.36）和控制組（d = 0.38）的學習者。

(二)概念、摘要、自習與控制組在後設認知策略上的差異情形

表 3 為概念、摘要、自習與控制組在後設認知策略之基本統計量。由表 3 中得知，概念構圖組調整後平均數的成績優於摘要組，摘要組調整後平均數的成績優於控制組，控制組調整後平均數的成績再優於自習組。進行細格內迴歸係數同質性檢定，結果未達顯著，$F(3,214) = .37$，$p > .05$，符合共變數分析之假定。

由共變數分析得知，概念構圖、摘要、自習與控制組之效果達顯著水準，F（3,217）

表 1：概念、摘要、自習與控制組在認知策略後測之基本統計量

組別	平均數	標準差	人數	調整後平均數
概念構圖	81.82	19.01	60	82.60
摘要	77.24	19.57	62	75.58
自習組	69.82	14.35	33	71.86
控制組	76.84	17.84	67	75.68

表 3：概念、摘要、自習與控制組在後設認知策略後測之基本統計量

組別	平均數	標準差	人數	調整後平均數
概念構圖	112.32	22.17	60	112.14
摘要	108.68	21.96	62	106.62
自習組	94.42	24.00	33	97.28
控制組	103.84	26.11	67	103.21

表 2：概念構圖、摘要、自習與控制組在認知策略後測得分之 Tukey 事後比較

學習策略組別	調整後平均數	概念構圖	摘要	自習組	控制組
概念構圖	82.60	–			
摘要組	75.58	7.02*	–		
自習組	71.86	10.74*	3.72	–	
控制組	75.68	6.92*	-.01	-3.82	–

*$p < .05$

= 4.80，$p < .05$。再以 Tukey 法進行事後多重比較，如表 4 所示，概念構圖組在後設認知策略上的運用顯著高於控制組（d = 0.37）和自習組（d = 0.65）的學習者。

(三)概念、摘要、自習與控制組在學習成就上的差異情形

表 5 為概念構圖、摘要、自習與控制組在學習成就測驗上之基本統計量。由表 5 中得知，概念構圖組調整後平均數的成績優於摘要組，摘要組調整後平均數的成績優於自習組，自習組調整後平均數的成績再優於控制組。利用單因子單變量共變數分析檢驗其組間之差異性是否達到統計的顯著水準前，需先進行細格內迴歸係數同質性檢定，結果達顯著，F（3,217）= 6.12，$p < .05$，不符合共變數分析之假定。

以單因子變異數分析考驗各組在學習成就測驗前測分數上有無差異，結果未達顯著，F = 1.686，$p > .05$，代表概念構圖、摘要、自習與控制組在學習成就測驗前測分數上沒有差異。再以單因子變異數分析考驗各組在學習成就測驗後測分數有無顯著差異，結果達顯著水準，F = 6.07，$p < .05$。經由 Tukey 事後比較，如表 6 所示，概念構圖組在學習成就測驗後測上得分顯著高於控制組（d = 0.66）和自習組（d = 0.73）

表 4：概念構圖、摘要、自習與控制組在後設認知策略後測 Tukey 事後比較

學習策略組別	調整後平均數	概念構圖	摘要	自習組	控制組
概念構圖	112.14	–			
摘要組	106.62	5.52	–		
自習組	97.28	14.86*	9.34	–	
控制組	103.21	8.93*	3.41	-5.93	–

*$p < .05$

表 5：概念構圖、摘要、自習與控制組在學習成就測驗得分上之基本統計量

組別	前測平均數	前測標準差	後測平均數	後測標準差	人數
概念構圖	90.85	5.41	95.48	3.93	60
摘要	89.15	5.91	93.43	4.04	62
自習組	88.06	8.06	91.85	6.43	33
控制組	88.52	8.02	91.37	7.73	67

表 6：概念構圖、摘要、自習與控制組在成就測驗後測得分之 Tukey 事後比較

學習策略組別	後測平均數	概念構圖	摘要	自習組	控制組
概念構圖	95.48	–			
摘要組	93.43	2.06	–		
自習組	91.85	3.63*	1.58	–	
控制組	91.37	4.11*	2.05	.48	–

*$p < .05$

的學習者。

假設二：策略教學（概念、摘要組）× 性別在認知策略、後設認知策略與學習成就上有交互作用存在

(一)（概念構圖、摘要）× 性別在認知策略上之交互作用情形

表 7 為（概念構圖、摘要）× 性別在認知策略之基本統計量。如表 7 所示，概念構圖組女生調整後平均數的成績優於概念構圖組男生，摘要組女生調整後平均數的成績優於摘要組男生。利用二因子單變量共變數分析檢驗其組間差異是否達到統計顯著水準前，需先進行細格內迴歸係數同質性檢定，結果未達顯著，F（1,114）= .72，p > .05，表示各細格內迴歸線平行，符合共變數分析之假定，故可進行共變數分析。

二因子多變量共變數分析發現，（概念構圖、摘要）× 性別之二因子並無交互作用存在，F（1, 117）= .06，p > .05，表示概念構圖、摘要與性別在認知策略使用上沒有交互作用存在。就主要效果而言，概念構圖、摘要在認知策略上達到顯著性差異，F（1, 117）= 6.24，p < .05，概念構圖組在認知策略量表上之得分（adj.M = 82.60）顯著高於摘要組（adj.M = 75.58）；然而，性別之主要學習效果在認知策略上未達到顯著性差異，F（1, 117）= 3.63，p > .05。

(二)（概念構圖、摘要）× 性別在後設認知策略上之交互作用情形

表 8 為（概念構圖、摘要）× 性別在後設認知策略之基本統計量。概念構圖組女生調整後平均數的成績優於概念構圖組男生，摘要組女生調整後平均數的成績優於摘要組男生。細格內迴歸係數同質性檢定結果未達顯著，F（1,114）= .05，p > .05，符合共變數分析之假定。概念構圖、摘要組 × 性別在後設認知策略之二因子共變數分析結果發現，（概念構圖、摘要）與性別之二因子無交互作用存在，F（1, 117）= .41，p > .05，就主要效果而言亦皆未達到顯著性水準。

(三)（概念構圖、摘要）× 性別在學習成就上之交互作用情形

表 9 呈現（概念構圖、摘要）× 性別的學習成就基本統計量。由表 9 可知，概念構圖組女生調整後平均數的成績優於概念構圖組男生，摘要組男生調整後平均數的成績優於摘要組女生。細格內迴歸係數同質性檢定

表 7：（概念構圖、摘要）× 性別在認知策略量表後測得分基本統計量

組別	平均數	標準差	人數	調整後平均數
概念組				
男生	77.85	22.63	26	80.46
女生	84.85	15.38	34	85.10
總計	81.82	19.01	60	82.60
摘要組				
男生	72.61	21.00	31	72.82
女生	81.87	17.15	31	78.80
總計	77.24	19.57	62	75.58
總合	79.49	19.36	122	79.03

表 8：（概念構圖、摘要）× 性別在後設認知策略量表後測得分之基本統計量

組別	平均數	標準差	人數	調整後平均數
概念				
男生	109.19	25.97	26	112.99
女生	114.71	19.39	34	113.21
總計	112.32	22.44	60	112.14
摘要				
男生	104.74	28.39	31	105.12
女生	112.61	20.20	31	109.94
總計	108.68	24.76	62	106.62
總合	110.47	23.62	122	109.33

表 9：（概念構圖、摘要）× 性別在學習成就後測得分之基本統計量

組別	平均數	標準差	人數	調整後平均數
概念				
男生	95.25	4.67	26	95.12
女生	95.66	3.32	34	95.15
總計	95.48	3.93	60	95.14
摘要				
男生	93.40	4.22	31	93.79
女生	93.45	3.91	31	93.71
總計	93.43	4.04	62	93.75
總合	94.44	4.10	122	94.4

結果未達顯著，$F(1,114) = .96$，$p > .05$，符合共變數分析之假定，故進行共變數分析。

二因子共變數分析結果發現，（概念構圖、摘要）與性別在學習成就測驗得分上二因子並無交互作用存在，$F(1, 117) = .01$，$p > .05$。就主要效果而言，概念構圖、摘要在學習成就測驗上達到顯著性差異，$F(1, 117) = 5.09$，$p < .05$，概念構圖組在學習成就測驗上之得分（adj.M = 95.14）顯著高於摘要組（adj.M = 93.75）之學習者；然而，性別之主要學習效果在成就測驗上未達到顯著性差異。

伍、討論

根據本研究資料分析結果發現，「概念、摘要、自習與控制組在認知策略、後設認知策略、學習成就上有差異」，假設一獲得支持。進一步事後比較分析發現，概念組在認知策略表現上顯著優於摘要組、控制組和自習組；概念組在後設認知策略與學習成就表現上顯著優於控制組和自習組；亦即，相較於自習組和控制組，概念組對於學習者認知與後設認知等高層次能力的發展與學習成就皆有顯著的提升作用；然而，與控制組和自習組相較，摘要學習策略皆未能顯著提升參與學生認知、後設認知策略能力與學習成就之表現。此外，資料分析結果顯示概念構圖、摘要與性別在各依變項上皆無交互作用存在，假設二「策略教學（概念、摘要組）× 性別在認知策略、後設認知策略、學習成就上有交互作用存在」未獲得支持。

以下分別針對概念構圖、摘要兩種不同知識表徵之學習策略運用，相對於傳統教學以及自習組對學習成效之影響論述於下：

一、相對於傳統教學組與自習組，概念構圖組的學習效益

過去概念構圖在各年齡與教育階層，針對科學教育、語文閱讀與寫作、數學教育、化學教育、生物教育、師範教育等領域的相關實證研究，普遍支持概念構圖此種以圖形來表徵一個或不同階層間相關概念的方式對學習成效之正面影響；然而，仔細分析發現，目前已有的實證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。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應有直接正面的影響。考量國內外尚未有研究針對此向度探究，故本研究目的之一為瞭解以兩度空間視覺媒介為知識表徵基礎的概念構圖學習策略對學生認知策略、後設認知策略與學業成就之影響。

本研究資料分析結果支持概念構圖學習策略對學生認知策略、後設認知策略與自然科學業成就正面之影響。研究實證發現，建構概念圖的一連串活動（例如：重要概念的選擇、分類、階層排序、連結線建立、命題形成等），強調以圖形表徵方式來重組與連

結學習教材內容的認知活動，有效引發學習者啟動組織、精緻化等認知處理歷程，以及對自我認知歷程的監控、調整、規劃等行為。換言之，當學習者從事概念圖繪製活動時，藉由不同知識間結構的不斷安排與思考，使得新、舊學習教材得以有機會獲得更深層的處理。此外，在概念構圖學習策略導引下，學生為完成活動目的，較會根據任務進展現況與成效，隨時進行策略或方法的修正與調整。在此類策略不斷地使用歷程中，較能啟動計畫、監控、修正與評估等後設認知策略，以建構出自我的知識，而對學習者認知策略、後設認知策略與學習成就有顯著的提升。

本研究結果顯示，相對於概念構圖組，自習組和控制組不僅無助於認知、後設認知策略的發展，也無助於學習成就的提升。此結果凸顯未接受學習策略的事前教導，故即使經由近兩個月每星期 20 分中的課堂自習時間安排，自習組學生也難以從此歷程中衍生出有利於個人學習的不同策略，而對個人認知能力有直接的助益。再者，傳統教師習慣將所有教學時間用來傳達教材內容，未讓學習者在課堂中有機會接觸學習策略的訓練以有效重新審視所學知識的方式，對於學習者自然科的學習，亦或認知、後測認知等高層次能力則無明顯的幫助。

二、相對於傳統教學組與自習組，摘要組的學習效益

摘要學習策略強調學習者主動地從所欲學習之教材內容中選擇重要的資訊，並用自己的語言或文字將之轉譯，然後透過不斷地修正與評估，使之更為精鍊、更符合原學習內容之意義。過去摘要學習策略針對閱讀能力較低的學生在閱讀學習與理解領域的運用，多支持摘要訓練有助於閱讀者對文章內容重要觀念的辨識，釐清文章的要旨，使學習者對文章內容中的概念有更深入及整體的理解。

考量以兩度空間視覺媒介為知識表徵基礎之概念構圖學習策略過去在不同學習領域與對象實證研究上的普遍成效，以及過去學界對摘要學習策略於閱讀運用的正面看法，本研究期進一步了解此種以文字語文為知識表徵基礎之摘要學習策略對學習者認知策略、後設認知策略以及學業成就之影響。本研究資料分析結果並未發現摘要組學習者在認知、後設認知策略運用或自然科成就測驗上有顯著高於控制組和自習組的表現。

本研究結果未能支持此種強調學習內容重點掌握以及利用刪除、改寫、概括等撰寫技巧以將原學習內容修改成更精簡之寫作方式對自然科學習成就或認知能力有正面的影響。換言之，過去摘要研究針對閱讀能力較低的學習者在閱讀理解領域所做的研究，在對一般能力學習者國小自然科學習成就的影響，在本研究中未獲得證實。儘管如是，考量目前國小自然科教材編寫方式多以問題探討、強調學生進一步實驗觀察的編寫方式，而非事實內容陳述為主，故本結果可能源於目前國小自然課本並不適合作為摘要的文本。有鑑於此，建議未來研究者可針對摘要學習策略於不同課程與教材結構內容之運用潛能繼續探究，瞭解其潛能。

三、概念構圖與摘要不同學習策略運用對學習之影響

本研究發現概念組在認知策略與學習成就上有顯著優於摘要組的表現，雖然此研究發現未能支持研究者當初所預期，然而仔細思考後發現，此結果反而呼應過去有關記憶訓練的文獻。記憶訓練文獻多認為視覺化圖像（如本研究中的概念構圖）比文字敘述（如

本研究中的摘要）更有利於學習者的記憶，而對學習成就有直接的效益。

進一步就學習策略面分析發現，雖然此兩種學習策略皆強調重要知識的尋獲與組織，然而，就概念構圖而言，概念構圖除了重要概念的辨識與排組外，還強調新、舊概念間跨越不同階層間的概念重組與交互連結，以重新建構一個個人化的知識組織架構圖像。這樣的任務似乎也提供學習者更多機會去反覆思考不同知識間的關連性與意義性，而對複誦、精緻化與組織等認知策略有較顯著的影響。事實上，研究者教室實地觀察的確發現，參與本研究概念構圖組的學習者，在概念構圖建置過程中，多投諸很多時間在思考概念間一對多或多對一的可能關係、概念圖不同階層體系間交叉連結的可能關係，並嘗試不同形式與位置的安排，這樣學習歷程與經歷似乎也直接轉移至其對認知策略與學習成就的正面影響。

四、（概念、摘要組）× 性別之交互作用

歸納過去實證性研究發現空間與語文能力多有性別的差異，男生在空間能力方面的表現上較優於女生，而女生在語文能力方面的表現上則優於男生。考量概念構圖屬一種空間能力的運用，而摘要寫作則較偏向語文能力的展現，故本研究期進一步了解（概念、摘要組）× 性別在認知策略、後設認知策略與學習成就上是否有交互作用存在。

本研究結果未支持此假設，概念構圖、摘要與性別間在所有依變項上皆未有交互作用關係。進一步仔細分析後，推估可能原因為本研究以性別為研究自變項之一，期了解性別與學習策略間的交互作用情形；然而，考量西方女性學者認為摘要能力屬陽剛性能力之一，而概念構圖中強調的連結重整能力跟精神分析女性主義強調的陰柔特質相關。有鑑於此，建議未來研究者能擺脫傳統性別差異本質化的觀點，直接鎖定空間能力及其與概念構圖間的關係，亦或摘要寫作與語文能力間的關係，如是，將可能對空間能力或語文能力對概念構圖、摘要寫作對學習的交互效果有進一步的發現與貢獻。

陸、結語

本研究結果發現概念構圖此種透過視覺媒介來進行學習統整與組織的兩度空間圖形知識表徵學習策略，對於學習者認知策略、後設認知策略與學習成就上，有較佳於控制組和自習組的學習成效。此外，摘要組這種強調透過語文連結之單向度語意知識表徵形式，對高層次思考能力和學習成就上並未有顯著優於控制組和自習組的優勢。再者，概念構圖與摘要寫作對於不同性別學生在認知策略、後設認知策略與學習成就等學習成效上則並有任何的交互作用。以下針對研究發現提出教學實務與未來研究建議。

一、教學實務建議

由於控制組和自習組在認知、後設認知策略及學習成就上皆顯著劣於概念構圖組，建議教師若要發揮自習的效益，選擇具有實證基礎的學習策略（諸如概念構圖），進行相關的訓練教學活動。如本研究發現，若欠缺學習策略的直接教學訓練與練習，學生多僅從事複誦與重製等淺層的處理，對學習成效較難收成效。

此外，傳統教師習慣將所有上課時數用來傳達教材相關訊息的方式，由於未提供機會讓學生審視、思考所學的知識，對於學習也不一定有幫助。根據本研究發現，建議自然科教學歷程中，教師可考慮提供學生概念

構圖學習策略的訓練，並定時預留部分教學時間，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能力的養成並提升學習成就。

二、未來研究建議

本研究發現，相較於概念構圖組，摘要組在認知策略、後設認知策略等高層次思考能力與學習成就上皆未有顯著較優的表現。雖然，如前所述，概念構圖與摘要學習策略皆強調重要知識的尋獲與組織，然而，就概念構圖而言，概念構圖除了重要概念的辨識外，還強調新舊概念間不同的重組與連結，經反覆思考不同知識間的關連性與意義性，進而可能對複誦、精緻化與組織等認知策略與學習成就有顯著的影響。為進一步了解概念構圖歷程中不同標準（例如：概念間的連結數、交叉連結數、階層數、例子數等）對學習成效的影響，建議未來研究者可針對此類不同變項對於認知策略與學習成就的相關性做深入分析。

最後，如前所述，本研究未發現概念構圖、摘要與性別有任何的交互作用存在，可能源於研究者忽略概念構圖與空間能力間以及摘要寫作與語文能力間可能有的直接關係，因此建議未來研究可針概念構圖與空間能力的關係，摘要寫作與語文能力的關係來加以探討。

柒、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（1/2、2/2），計畫編號 NSC 93-2511-S-006-011、NSC 93-2511-S-006-011。感謝台南市東光國小鄭福海校長、張夢庭老師的全力支持以及實驗班級學生的參與，使本計劃得以順利完成。最後，感謝審查者對本文的諸多建議，尤其在性別與空間能力與語言能力差異的理論性建議。

捌、參考文獻

1. 吳裕聖（2001）：**概念構圖教學策略對國小五年級學生科學文章閱讀理解及概念構圖能力之影響**。嘉義市：國立中正大學教育研究所碩士論文（未出版）。
2. 吳裕聖和曾玉村（2003）：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**(1), 135-169。
3. 林純年（1997）：**概念圖對國小學童自我學習科學說明資料之影響**。台南市：國立台南師範學院碩士論文（未出版）。
4. 洪琮琪（2002）：**網路出題與合作學習對學習成效之影響**。台南市：國立成功大學教育研究所碩士論文（未出版）。
5. 國立台灣師範大學特殊教育中心（2000）：**綜合學業性向測驗編制報告**。台北市：國立台灣師範大學特殊教育中心。
6. 張奕華和許正妹（2001）：以 Inspiration 軟體建立概念構圖及其在教學上之應用。**教學科技與媒體**, **58**, 67-79。
7. 張春興（1996）：**教育心理學**。台北市：東華書局。
8. 張雅萍（2000）：**摘要策略對網路化學習成效之研究**。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
9. 陳李綢（1996）：**認知發展與輔導**。台北市：心理出版社。
10. 陳嘉成和余民寧（1998）：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**, 201-235。
11. 陳櫻代（1999）：**概念構圖策略促進閱讀理解能力之研究**。台北市：國立台灣師範大學

碩士論文（未出版）。
12. 程炳林（2001）：**中學生自我調整學習之研究（2/2）**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。NSC89-2413-H-006-021。
13. 黃瓊儀（2004）：不同閱讀理解策略教學對國小閱讀理解障礙學生教學成效之個案研究。**初等教育學刊**, **18**, 243-288。
14. 葛樹人（1991）：**心理測驗學**。台北市：桂冠書局。
15. 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**。台南市：國立台南師範學院碩士論文（未出版）。
16. Asha, K. J., Mary, K. H., & Yan, P. X. (2000). Enhancing main idea comprehension for students with learning problems: The role of a summarization strategy and self-monitoring instruction. *The Journal of Special Education, 34*(3), 127-139.
17. 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.
18. Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert, & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
19. Brown, A. L., & Day, J. D. (1983). Macrorules for summarizing texts: The development of expertise. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 22*, 1-14.
20. Brown, A. L., Day, J. D., & Jones, R. S. (1983). The development of plans for summarizing texts. *Child Development, 54*, 968-979.
21. Cakir, O. S., Uzuntiryaki, E. G., & Geban, O. (2002, April). *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.
22. 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.
23. Coffey, J. W. (2004). Facilitating idea generation and decision-making with concept maps. *Journal of Information & Knowledge Management, 3*(2), 179-192.
24. Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. E. Weinert, & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
25. Gajria, M., & Salvia, J. (1992). The effects of summarization instruction on text comprehension of students with learning disabilities. *Exceptional Children, 58*(6), 508-516.
26. Hare, V. C., & Borchardt, K. M. (1984). Direct instruction of summarization skills. *Reading Research Quarterly, 20*(1), 62-78.
27. Hidi, S., & Anderson, V. (1986). Producing written summaries: Task demands, cognitive operations and implications for instruction. *Review of Educational Research, 56*(4), 473-493.
28. Hidi, S., & Anderson, V. (December 1988/ January 1989). Teaching students to summarize. *Educational Leadership, 46*(4), 26-28.
29. Hsu, L. L. (2004). Developing concept maps

from problem-based learning scenario discussions. *Journal of Advanced Nursing, 48*(5), 510-518.

30. Hyde, J. S., & Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. *Psychology Bulletin, 104*(1), 53-69.
31. Jitendra, A. K., Hoppes, M. K., & Xin, Y. P. (2000). Enhancing main idea comprehension for students with learning problems: The role of a summarization strategy and self-monitoring instruction. *Journal of Special Education, 34*(3), 127-139.
32. Kinchin, I., & Hay, D. (2005). Using concept maps to optimize the composition of collaborative student groups: A pilot study. *Journal of Advanced Nursing, 51*(2), 182-187.
33. Kintsch, E. (1990). Macroprocesses and microprocesses in the development of summarization skill. *Cognition and Instruction, 7*(3), 161-195.
34. Laight, D. W. (2004). Attitudes to concept maps as a teaching/learning activity in undergraduate health professional education: Influence of preferred learning style. *Medical Teacher, 26*(3), 229-233.
35. Lee, A., Freeman, L. A., & Jessup, L. M. (2004). The power and benefits of concept mapping: Measuring use, usefulness, ease of use, and satisfaction. *International Journal of Science Education, 26*(2), 151-169.
36. Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1479-1498.
37. Maccoby, E. E., & Jacklin, C. N. (1974). *The psychology of sex differences*. Stanford, CA: Stanford University.
38. Malone, L. D., & Mastropieri, M. A. (1992). Reading comprehension instruction: Summarization and self-monitoring training for students with learning disabilities. *Exceptional Child, 58*(3), 270-279.
39. Novak, J. D. (2005). Results and implications of a 12-Year longitudinal study of science concept learning. *Research in Science Education, 35*(1), 23-40.
40. Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn.* New York: Cambridge University Press.
41. Raths, J. (1987). Enhancing understanding through debriefing. *Educational Leadership, 45*(2), 24-27.
42. Slotte, V., & Lonka, K. (1999). Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. *International Journal of Science Education, 21*(5), 515-531.
43. 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.
44. Williams, J. P. (1988). Identifying main ideas: A basic aspect of reading comprehension. *Topics in Language Disorders, 8*(3), 1-13.

Effects of Learning Strategies of Different Knowledge Representation on Science Learning

Fu-Yun Yu and Yu-Shin Chen
Graduate Institute of Education, National Cheng-Kung University

Abstract

This study was aimed to examine the relative effects of concept-mapping and summarization learning strategy on improving primary students' science learning achievement, cognitive and metacognitive ability as compared to a self-review and traditional teaching approach (control group). Seven fourth-graders participated for eight consecutive weeks. A non-equivalent pre-posttest control-group experiment was conducted. Results indicated that students assigned to the concept-mapping group performed statistically better than those in the other three groups on use of cognitive strategies. Moreover, students assigned to the concept-mapping group performed statistically better than those in the control group on academic achievement and the use of metacognitive strategies. However, summarization learning strategy did not induce such cognitive effects in students as concept-mapping did. Finally, no interaction were observed in any of the measured variables between learning strategy and gender. Suggestions for classroom teachers and future studies were proposed.

Key words: Knowledge Representation, Metacognitive Strategy, Concept Mapping, Summarization, Learning Strategy