

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 電腦化概念構圖在科學教育的應用

計畫類別： 個別型計畫          整合型計畫

計畫編號：NSC89 - 2520 - S - 003    - 009 -

執行期間：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

計畫主持人：張國恩    國立台灣師範大學資訊教育系

共同主持人：陳世旺    國立台灣師範大學資訊教育系

                  宋曜廷    國立台灣師範大學教育心理系

本成果報告包括以下應繳交之附件：

    赴國外出差或研習心得報告一份

    赴大陸地區出差或研習心得報告一份

    出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

    國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣師範大學

中 華 民 國      89 年   9 月      30 日

**行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告**  
**電腦化概念構圖在科學教育的應用**

**The Application of Computerized Concept Mapping to Science  
Education**

計畫編號：NSC 89-2511-S-003-068

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：張國恩 國立台灣師範大學資訊教育系

共同主持人：陳世旺 國立台灣師範大學資訊教育系

宋曜廷 國立台灣師範大學教育心理系

計畫參與人員：林水成 國立台灣師範大學資訊教育系

張瑞賓 國立台灣師範大學資訊教育系

## 摘要

近幾年來，概念圖（concept maps）被廣泛的應用在教育的訓練、教學、及學生的評量上，且深受肯定。電腦化概念構圖雖具有提供互動、修改容易和易於評量的優點；但為方便評量，使得學生必須使用由專家事先定義好的概念與聯結語（relation-fixed）來建構概念圖，這樣的構圖方式往往會影響學生反省思考的機會，且無法真正反應出學生的學習狀態與學習成績，因此本文提出使用「開放式聯結語」（relation-free）的概念，讓學生能在概念圖的聯結語裡表達出自己的想法，以增加學生反省思考的機會和真實反應出學生的學習狀態。此外亦為此兩種不同的知識表達方式建立新的評量算則。經以高中的地球科學為材料，實驗結果顯示，開放式與固定式聯結語這兩種不同的構圖方式對促進高成就學生的學習而言，其效果並不顯著；但對低成就的學生而言，使用固定式聯結語的構圖方式，則有顯著的差異，且能促進學生的學習效果。另以概念圖模擬小學的數學科之應用題解題歷程，以建立學生模型的工作，則正在進行當中。

**關鍵字：**概念圖、開放式聯結語、固定式聯結語、電腦化概念構圖、知識結構評量

## Abstract

In recent years, concept maps have widely been applied in education for training, instruction, as well as assessment. In the conventional concept mapping system, students construct their concept maps by

using the predefined concept nodes and relation links. The use of predefined concept nodes and relation links may reduce the chance of students to reflect by themselves. In this study, a computer-based concept mapping with relation-free is proposed. The system provides a mapping environment in which students can construct their concept maps by the use of their own relations and predefined concepts. Keeping students with freedom to use their own relations will increase the chance of students' self-reflection and get more learning. The experimental results revealed that there was no significant differences in higher achievement group by using relation-fix or relation-free, but it showed significant differences in lower achievement group and could promote students' learning achievement by using relation-fixed.

**Key Words:** concept maps, relation-free, relation-fix, computer-supported concept mapping

## 一、源由與目的

概念構圖（concept mapping）是由 Novak 在 1971 年左右提出，它融合了知識表達（knowledge representation）（Anderson, 1995）、建構式學習（constructive learning）（Duffy, Lowyck, & Jonassen, 1991）、和有意義的學習（meaningful learning）（Novak, 1990, 1991）。現在它已被廣泛的應用

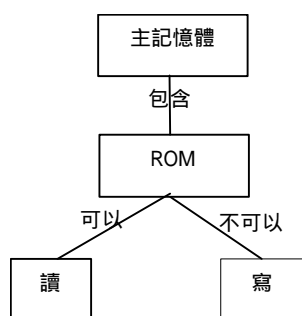


圖 1 概念圖之一例

在科學教育 (Schmid & Telaro, 1990)、課程設計 (Edmondson, 1995; Starr & Krajcik, 1990)、及知識結構的評量 (Beyerbach & Smith, 1990; Anderson & Chiu, 1989; Goldsmith, Johnson, & Action, 1991; Novak & Gowin, 1984; Herl, Baker & Niemi, 1996; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996; Lin, Chen, Pan & Chang, 1998) 的應用上，深受研究者的肯定。一張概念圖是由許多命題所組成，命題是由兩個概念中間加上一個聯結語組合而成，且概念與概念間具有上下的階層關係 (hierarchical relationship)，在上層的概念具有一般性與概括性，而較特定及具體的概念則排在下層。例如在描述「主記憶體包含 ROM，ROM 可以讀，不可以寫」這樣的描述時，其概念圖可繪成如圖 1 所示，其中我們可以看出在上層的概念“主記憶體”是屬於概括性的概念，而在下層的概念“讀”與“寫”則屬於較具體的概念。因此一張概念圖是描述某一知識主題中，概念與概念間的連結關係，且從概念圖中可得知構圖者的觀念及想法 (Roth & Roychoudhury, 1992)，可以作為評量構圖者知識結

構的依據 (Novak & Gowin, 1984)。

電腦化概念構圖的出現，解決了以人工建構概念圖所產生的不便與缺點，如：缺乏師生的互動與回饋、不易實施、不易修改及不易評量等 (Chang, Chen, & Sung, 2000)。然而已發展的電腦化構圖系統為了評量方便起見，專家事先將所有已知的概念與聯結語定義在系統中，來讓學生從中選擇以構圖之。這種使學生必須使用事先定義好的概念與聯結語來建構概念圖的方式，可能無法讓學生完全將自己的想法以概念圖表達出來。況且我們知道，學生與專家的思考方式是有所差異的 (Herl, Baker & Niemi, 1996; Markham, Mintzes, & Jones, 1994)，有的學生會以由上到下 (top-down) 或是由下到上 (bottom-up) 的方式來思考他的命題並建構概念圖 (Lambiotte, Dansereau, Cross, & Reynolds, 1989)，有的則是以和專家相類似的概念來表達。由於學生對知識的建立有不同的思考及建構方式，如果限制學生使用事先定義好的概念及聯結語，除了會影響學生對自我表達與認知反省的機會外 (Jonassen, Reeves, Hong, Harvey, & Peters, 1997)，亦造成學生構圖時的困擾。顯然，過去電腦化概念構圖的方式，無法讓學生完全表達自我的概念，確實有其不周延的地方。有學者指出，使用聯結語去鏈結概念與概念間的關係以成為一個完整命題的過程，是構圖過程中最困難及最重要的步驟 (Lemke, 1989; Jonassen, 1996) 我

們假設：學生若能以自己的思考方式表達概念間的聯結關係時，對於學生自我知識的建立，將有很大的幫助。Roth & Roychoudhury(1992)也提出利用專家事先定義好的概念作引導以建立概念圖，對學生專注於知識主題上也有所助益。在上述概念的基礎上，我們設計了電腦化概念構圖環境，它可以讓學生用自己的聯結語去鏈結概念與概念間的關係，使它成為一個完整的命題。同時，此構圖環境依然保留專家事先定義好的概念，這樣的構圖方式，我們稱之為「開放式聯結語」(relation-free)的構圖方式，而過去學生必須使用專家事先定義好的概念與聯結語來建構概念圖的方式，則稱之為「固定式聯結語」(relation-fixed)的構圖方式。

## 二、結果與討論

本研究想了解在電腦化概念構圖環境中，開放式或固定式聯結語的構圖形式在評量的方式有何特色？對使用者的回饋機制又有何差別？此外，對促進學生學習成效為何？本研究除提出兩種新的評量算則外（C\* index 與 S index），並以高中的地球科學材料為內容，檢驗不同的評量和回饋方式對學習效果的影響。實驗結果顯示，開放式與固定式聯結語這兩種不同的構圖方式對促進高成就學生的學習而言，其效果並不顯著；但對低成就的學生而言，使用固定式聯結語的構圖方式，則有顯著的差異，且能促進學生的學習效果。此外，亦以小學四和五年級的數學應用題為材料，探討新的評量和回饋方法，在建立數學解題之學生模型的可行性。此舉

也期望將概念構圖的應用領域，從傳統的陳述性知識擴充到程序性知識。此部分的成果尚在進行中。詳細研究成果請參考下列已發表之研究文獻，如張國恩等(2000), Sung et al. (2000)。

## 參考文獻

（本研究小組近年來關於概念構圖的研究，暫列如下）

張國恩、林水成、張瑞賓、陳世旺(2000)：使用開放式或固定式聯結語的電腦化概念構圖對促進學生學習效果之研究。2000 全球華人資訊與教育研討會，新加坡, 2000 年六月。

宋德忠、陳淑芬、張國恩 (1998)：電腦化概念構圖系統在知識結構測量的應用。測驗年刊，45 輯 2 期，37-56 頁。

宋德忠、林世華、陳淑芬、張國恩 (1998)：知識結構的測量：徑路搜尋法與概念構圖法的比較。教育心理學報，30 卷 2 期，123-142 頁。

Chang, K. E., Lin, S. C., Chen, S. W., & H. M. Pan, (1998). "Fuzzy integration of attributed concept maps," ICCAI '98, pp.51-57.

Chang, K. E., Lin, S. C., Pan, H. M., & Chen, S. W. (1998). "Fuzzy assessment of attributed concept maps," Chinese Journal of Science Education (科學教育學刊), vol. 6, no. 1, pp. 81-94.

Chen, S. W., Lin, S. C., & Chang, K. E. (under re-review). Attributed Concept

Maps: Fuzzy Integration and Assessment,  
Paper under re-review for the IEEE Trans.  
on Fuzzy Systems.

Chang, K. E., Sung, Y. T., & Chen, S. F. (in  
press). Computerized concept mapping  
with scaffolding learning aid. Paper to  
appear in the *Journal of Computer  
Assisted Learning*. (SSCI)

Sung, T.C. (Y. T.), Chen, S. F., & Chang, K.E.  
(1998). Concept mapping with  
scaffolding learning. Paper presented in  
the sixth International Conference on  
Computers in Education. Oct. 14-17,  
Beijing, China.

Sung, Y.T. (T. C.), Chen, I. D., & Chang, K.E.  
(2000). The effect of concept mapping to  
enhance text comprehension and  
summarizing abilities: A scaffold-fading  
approach. Paper presented in the 2000  
annual meeting of American Educational  
Research Association, April, 24-28, New  
Orleans. Sung, Y.T., Chen, I. D., & Chang,  
K.E. (under review). The effect of  
concept mapping to enhance text  
comprehension and summarization  
abilities: A comparison of the map-  
correction, scaffold-fading and self-  
generation approaches. Paper submitted  
to *Contemporary Educational  
Psychology*.