



應用知識圖於教學與學習之策略探討

Exploring Applications of Knowledge Map as Strategies for Instruction and Learning

國立臺灣大學生物產業傳播暨發展學系。岳修平。副教授

美國伊利諾大學人力資源教育學系。鄧雅婷。博士候選人

Hsiu-Ping Yueh ◦ Associate Professor, Department of Bio-Industry Communication and Development, National Taiwan University

Ya-Ting Teng ◦ Doctoral Candidate, Department of Human Resource Education, University of Illinois, Urbana Champaign, U.S.A.

摘要

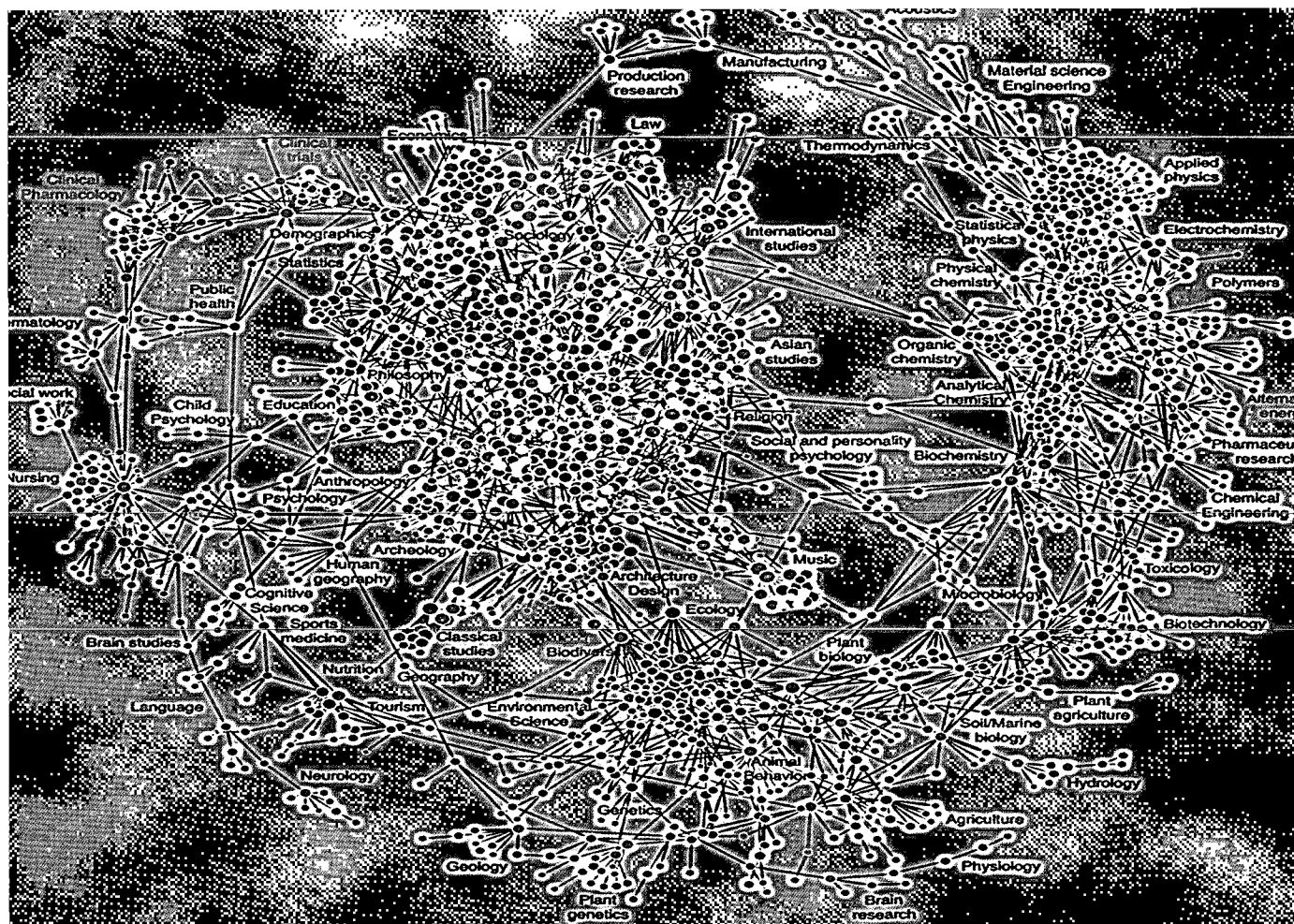
本文旨在探討知識圖於教學與學習之應用實施策略，論文以文獻分析與論述研究進行，首先介紹知識圖的起源與定義，並說明知識圖與一般概念圖之關係；接著提出建構知識圖的相關要素與步驟。其次，本文根據知識圖具備之認知與評量特性，分析知識圖在教學實施應用之適當設計，並提出其可行的三種應用策略，包括促進有效教學呈現、幫助建構學習策略、以及促進教師進行教學反思等。文章最後討論知識圖應用的可能限制與可行的因應策略，並對未來研究提出建議。

關鍵詞：知識圖、表徵、教學策略、概念圖

收件日期：2008/10/22 修訂日期：2008/11/11 接受日期：2008/11/11

Manuscript received: Oct 22 2008; Modified: Nov 11, 2008; Accepted: Nov 11, 2008





Abstract

The purpose of this study is to explore the use of knowledge maps as instructional and learning strategies. This paper first identifies the definition and history of knowledge maps as well as their relationship with concept maps. In addition, according to cognitive and assessment features of the knowledge maps, important strategies of map applications that instructors may adopt in their teaching are explored, including effectively and efficiently presenting instructions, reflecting on their own teaching processes, and helping students to develop their own learning strategies. Finally, potential limitations and solutions of the use of knowledge maps and suggestions for future research are discussed.

Keywords: Concept Map, Instructional Strategy, Knowledge Map, Representation

壹、知識圖起源與發展

一、知識與心智表徵

認知心理學中對於人類知識表徵 (knowledge representation) 有相當大的著墨，知識的習得必須藉由心智表徵 (mental representation) 來整合及呈現，如命題 (proposition)、心像 (image)、以及生產法則 (production) 等，而教師在教學上會因希望學生習得不同型態的知識表徵來調整教學方法，協助學生習得知識 (岳修平，1998)。而地圖 (map) 即是一項由命題所衍生及組成之心智表徵系統，將傳統地圖作為隱喻，轉換命題與其組成關係為心理與認知上的地圖，用來表徵 (represent) 人類的思考。自1970年開始便逐漸有許多不同指稱的地圖被應用在教育領域中，作為教學或學習的工具及策略。常見的型式包括：概念圖 (concept map / CM)、知識圖 (knowledge map / KM / K-map)、語意地圖 (semantic map)、認知地圖 (cognitive map) 與心智地圖 (mental map / mind map) 等。近十多年來由於資訊科技的蓬勃發展，運用電腦網路配合地圖本身特質與功能使得這類地圖的應用及發展方向更為擴大，運用地圖作為心智工具 (mind tool) (Jonassen, Carr, & Yueh, 1998) 的方式在教育領域中已廣被採用。

下面將敘述概念圖的發展歷史與建構方式，並比較概念圖與知識圖的差異。

二、知識圖

知識圖是由Dansereau與其同事於1970年代在美國德州基督教大學 (Texas Christian University, TCU) 的課程中，指導學生以視覺化 (visualization) 與圖像化表徵 (graphical representation) 的方式來呈現文章中的重要概念、以及概念與概念間的意義 (meaningful) 關係，因此知識圖亦被稱為「TCU知識構圖系統」(TCU knowledge mapping system)。Patterson、Dansereau與Newbern (1992) 定義知識圖為多重語意 (semantic) 關係的地圖，表現語文資訊之空間分佈關係，圖中以節點 (node) 表示語文資訊等概念 (O' Donnell, Dansereau & Hall, 2002)，並在各概念節點間再以連結線、箭頭方向與連結線關係詞等成份元素，呈現概念間的關係，稱為標示連結 (labeled links)，進而形成知識圖的結構與組織。

過去研究者對於知識圖連結之關注多半著重於概念內容結構組織方式的探究，也就是指概念和概念間可以呈現出的關係形式。1989年Dansereau提出知識圖的連結系統，將知識圖連結依概念內容組織方式加以分類 (McCagg & Dansereau, 1991)，其特殊的連結方式也成為知識圖的特色。他們將連結分為三類，每個

連結都包括一個箭頭，以顯示出連結關係的方向性，並在連結上加入代表連結關係內容的英文字母縮寫，簡單而清楚地標示概念間的關係。第一類為動態連結（dynamic links），表示連結概念之間一種變動與改變的關係。其次為靜態連結（static links），用以解釋概念間一種靜態的結構關係。第三則是詳細論述式連結（elaborative links），主要為擴展延伸概念的資訊。此三類連結的詳細說明與範例請參見下表一。

表一 知識圖三類連結方式

動態連結形式					
顯示符號	英文用詞	中文意義	範例及呈現方式		呈現意涵
R	Result	結果	犯法	—R→ 關進監獄	「犯法」結果造成「關進監獄」
I	Influence	影響	外交政策	—I→ 國際貿易	「外交政策」影響「國際貿易」
N	Next	連接	胃	—N→ 小腸	「胃」連接到「小腸」
L	Lead to	使得	唸書	—L→ 成績進步	「唸書」使得「成績進步」
靜態連結形式					
顯示符號	英文用詞	中文意義	範例及呈現方式		呈現意涵
T	Type	類型	鳥	—T→ 麻雀	「鳥」的類型之一是「麻雀」
P	Part	部份	手	—P→ 手指	「手」的一部份是「手指」
C	Characteristic	特色	賽車	—C→ 速度快	「賽車」的特色之一是「速度快」
D	Definition	定義	知識圖	—D→ 多重語意關係的地圖	「知識圖」的定義是「多重語意關係的地圖」
F	Function	功能	知識圖	—F→ 幫助回憶	「知識圖」的功能之一是「幫助回憶」
詳細論述式連結					
顯示符號	英文用詞	中文意義	範例及呈現方式		呈現意涵
A	Analogy	類比	橄欖球	—A→ 美式足球	「橄欖球」可用「美式足球」來類比
Ex	Example	舉例	團體遊戲	—Ex→ 棒球	「團體遊戲」可用「棒球」來舉例
Co	Comment	註解	可使用性	—Co→ Nielson 網站	「可使用性」可用「Nielson網站」來註解

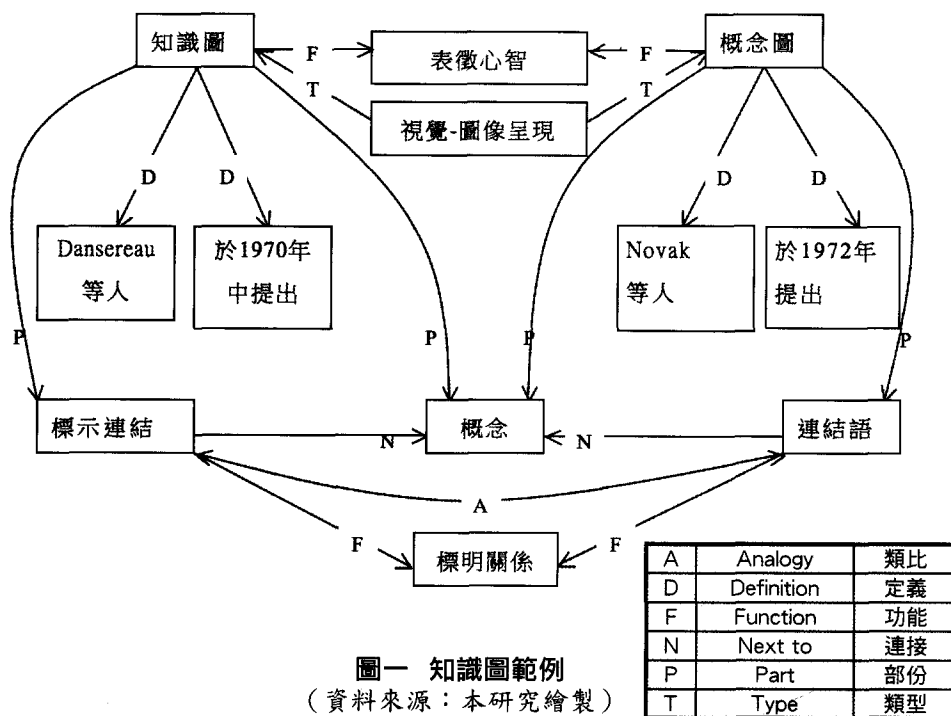
資料來源：McCagg & Dansereau, 1991；本研究編製。

三、知識圖與概念圖的關係

呈現心智表徵的工具當中，一般較為人熟知的是概念圖，其乃由Novak與Gowin（1984）基於建構主義（constructivism）的知識觀點所提出，相信人類會由經驗中建構意義，而概念圖可作為呈現個人知識架構與其改變的一種新方法。Novak（1991）定義概念圖是用命題的方式來呈現概念間有意義（meaningful）的關係，也就是將兩個或兩個以上的概念利用標籤式（labels）的連結語（linking word）來呈現概念間的語意關係。

知識圖與概念圖皆為表徵心智的工具，根據二者的定義與發展，可發現知識圖可呈現較強的結構化知識（structural knowledge）表徵，並已發展出概念與概念間關係內容的形式，而能較完整呈現知識結構。反之，概念圖雖無建議的連結形式以呈現較結構化的知識，但也因此較能彈性地呈現出概念之間的關係，表達出特定的知識表徵。

圖一為本文作者以知識圖與概念圖的起源和概念本身為內涵，並用知識圖的形式繪製成之範例，其中使用N之動態連結，T、P、D、F之靜態連結，以及A之詳細論述連結來表示概念間之各種關係。



圖一 知識圖範例
（資料來源：本研究繪製）

貳、知識圖之建構

建構知識圖乃是一種表徵知識的歷程，在建構時有一定的程序與規範。不論專家或生手，在建構知識圖時皆需注意三個重點：釐清概念的意義與關係；排序與萃取概念，並區分概念及連結語；以及依階層關係繪製知識圖（Koneman & Jonassen, 1994）。本研究整理提出繪圖時應包含的步驟，並以圖一為例，詳細內涵說明如下，而繪製流程請參見圖二。

（一）選擇概念（select）：

選擇與主題相關之重要概念。以圖一為例：選擇「概念圖」、「知識圖」、「表徵心智」等為重要概念。

（二）定義概念（define）：

詳細定義每一個概念。如：「知識圖」與「概念圖」的共同功能為「表徵心智」。

（三）排序與歸類（rank & cluster）：

根據概念定義來確定基本與特定的概念，依階層的上下從屬關係進行排序，在各概念間再用屬性的相關、相似或相反關係來加以歸類，組合成概念叢集。如：「標明關係」與「知識圖」或「概念圖」皆為相距較遠的概念從屬關係。

（四）繪製地圖中的概念（draw）：

寫下概念並將概念圈出，運用從屬關係來發展概念生成的方向，並把同一類的概念放在一起。如圖一中將概念置於方框中，並適當排列位置。

（五）連結方向與標示連結（link & label）：

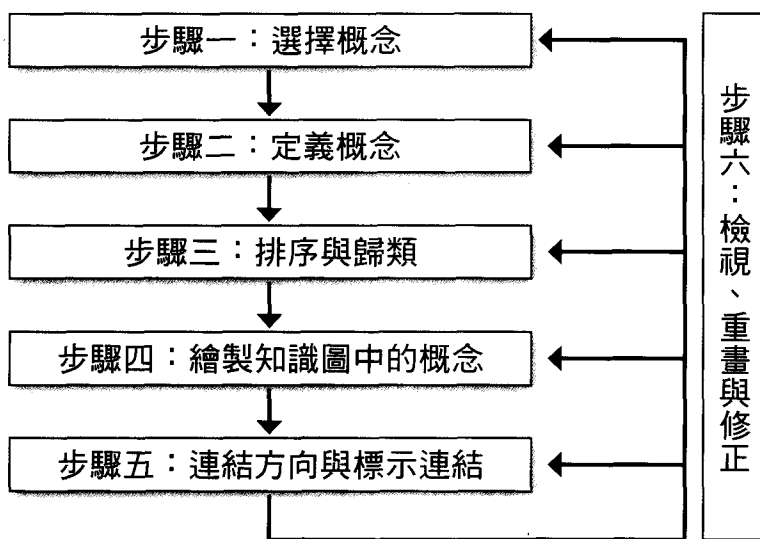
把這些概念連接起來，從概念的定義來確定連結的方向，並標示連結所指稱的關係，形成整體概念關係網絡，即圖一中具箭頭之各連結線，如F線標示「知識圖」的功能為「表徵心智」。

（六）檢視（review）、重畫（redraw）與修正（revise）：

重新檢視知識圖，思考重要概念是否都已納入？概念之間的關係是否都有呈現？是否還應加入其他重要的知識？是否有其他相關概念？是否皆為有意義之關係？能否想到其他方法讓知識圖有更好的發展？閱讀者是否能夠看得懂這樣的知識圖？是否能輕易地利用此知識圖來摘述內容？根據上述問題逐一檢視，並適當修正已完成的知識圖。若所繪製之知識圖無法正確或清楚呈現其內涵概念與知識，且無法僅由小的修正來改善，則需重新繪製新的知識圖。



重畫與修正對於繪製知識圖非常重要，Novak與Gowin（1984）認為這是必備的步驟，因為第一次畫的圖大多會有問題，重要概念及各概念間的關係可能會有錯誤或缺漏，經由第二次修正的圖通常會比第一次繪製的圖要來得清楚且正確。另一個必須重畫的重要原因是，藉由重畫與修正可將知識圖簡化，減少不必要的類別與排序，使整個知識圖架構更為清晰，而能更精簡且清楚地呈現知識結構與概念關係。



圖二 知識圖建構流程與步驟
（資料來源：本研究繪製）

此外，Trochim（1989）曾針對團體共同發展心智地圖提出特殊的建構流程，強調發展團體概念圖時，應該有促進者（facilitator）的角色參與整個構圖過程。促進者可在團體外扮演顧問角色，或在團體內負責管控構圖成效，其目的在於管理整個流程，不論對圖的內容、概念釐清與闡釋、繪製過程等，都可藉由促進者的介入完成團體知識圖的繪製。而在進行前應先由選擇團體成員開始，利用腦力激盪的方法，決定知識圖應包含的範圍並提出概念，才能依序完成知識圖建構。

參、知識圖之認知與評量特性

從前面的討論中可瞭解知識圖之特質非常適合教育情境之應用，更可在教學和學習中扮演結構化知識呈現的支援角色，尤其作為認知輔助或評量應用，更有其重

要性。以下將就知識圖的認知與評量特性進行分析。

一、認知特性

（一）認知學習與概念理解

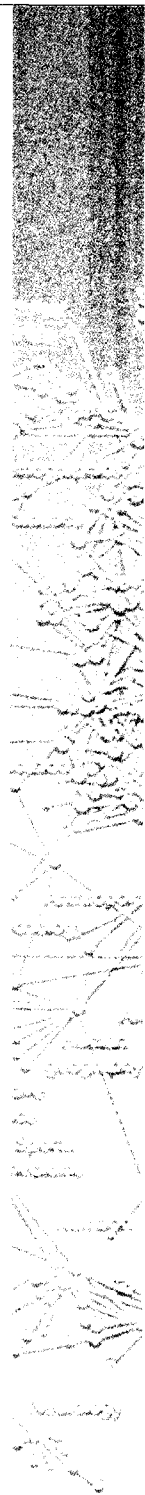
如前所述，知識圖是一種心智表徵與認知學習工具，尤其地圖的可視覺化、圖像化地呈現概念，強調概念與概念間的語意關係，使學生能夠容易抓住學習重點、方便訊息登錄與編碼，促進有效回憶與提取知識內容。同時，因標示連結的運用，學生可清楚地瞭解概念間的關係，減少產生迷思概念（misconception），對領域知識及所包含概念也能有全面且清晰的瞭解。余民寧（1997）認為藉由此類地圖的呈現，可擴展概念於命題脈絡中，使學習者在有意義的情境下進行完整面向的學習。而Novak和Gowin（1984）則認為教師能藉地圖畫出學習的路徑，使學生瞭解他們已具備什麼概念，與要達到什麼目標，幫助學生在閱讀教科書、報紙、雜誌、文學及小說時能抓住閱讀的重點，而能有效閱讀。

（二）知識建構與反思統整

Jonassen、Peck和Wilson（1999）認為建構地圖可作為建構事實的一種認知反思工具（cognitive reflection tool）與認知擴展工具（cognitive amplification tool），能幫助學習者自己規劃、設計、整合與建構個人的知識，或經由反思來表徵與個人相關且有意義的知識。知識圖能促進分析及規劃個人想法與概念，幫助統整知識，經由表徵的歷程，學習者可將概念的發展趨於完整。例如寫作時，學生常因缺乏生活經驗而找不到寫作靈感，如能運用建構知識圖的方式來整理概念與想法，形成一個寫作架構，應可有效整合概念與命題，進而完成文章寫作。如吳裕聖與曾玉村（2003）的研究即發現實際繪圖之學習者在閱讀表現上比只閱讀地圖的學生為佳。

（三）社會建構與合作學習

除了個人認知學習外，從社會建構論（social constructivism）的觀點來看，個人在建構知識的同時，也會經歷與其他人概念溝通的社會建構歷程。而地圖可以做為該歷程中有效的概念溝通工具（Roth, 1994），好比團體成員經由分析及規劃個別的概念，形成小組共同的知識圖（Trochim, 1989），進而可幫助團體成員整合認知差異、形成共識，或發展行動方案。在合作學習中，地圖更能促進表徵個別學生的想法，透過合作溝通的過程來組織、分析及解決問題，促成團體共同的認知。因此地圖也是合作學習中常見的工具，如邱垂昌（2006）的研究發現利用構圖策略於合作學習來學習中級會計學學生之學業成就，顯著高於利用構圖策略於個



別學習。而Novak（1996）認為實施合作學習時，教師最大的困難是如何抓住學生的焦點，使其專注於必須瞭解的知識，以及如何將所有學生納入團體與團體互動中，而這些困難皆可藉倚賴應用建構知識圖的輔助方式而解決。

二、評量特性

（一）認知再現

除了認知呈現外，知識圖也常被應用在評量上。傳統線性評量型式大多流於重視學生較低層次學習內容的回憶及再認效果，因此常會造成學生學習較高認知層次知識（如應用與分析）的困難，而較難達到測量學習遷移（transfer）的目標，更無法呈現學生綜合相關領域概念形成整合性知識的能力。運用知識圖可降低前述問題的發生，尤其學生在建構知識圖的過程中必須對知識領域之主體概念與概念間的關係有清楚的瞭解，才能形成完整且正確的知識圖。而評量這種思考表徵的特性能讓教師瞭解學生已具備的知識，評量學生學習成果，再加上所蒐集到的學生高層次認知資訊與迷思概念，進而針對教學過程做有效的回顧與修正，達到改善教學與確保學生學習的目的。

（二）歷程診斷

一般針對表徵心智的地圖之評量應用有兩種型式（宋德忠、陳淑芬、張國恩，1998），一是將學習者（生手）知識圖與教師（專家）知識圖做比較，藉由比對兩者的差異來瞭解學習者概念理解的正確性，並診斷其迷思概念。另一種方式則是比較同一個學習者在學習前後分別繪製之知識圖，分析其中知識表徵之變化，強調個別構圖的過程與改變，以瞭解學習過程（包括教學）對學生知識改變的影響。藉由此概念比對，與對知識表徵改變的觀察，可以幫助瞭解學習者在學習過程中朝向精熟學習與其知識專家化或專門化的歷程，並可診斷學習困難、瞭解其學習策略。王肇邦與許有真（2004）的研究建議經由適當設計地圖應用與網路系統的結合，即可依據概念難度、學習時間與概念錯誤比率等來幫助診斷學習者的概念迷思，並建立補救教學與學習輔導機制。

肆、知識圖之教學應用策略

根據知識圖的定義和特性可發現，其不論在教學進行前、進行中或進行後都有幫助，並可結合電腦網路發揮更大的功效。以下針對知識圖在教學上的應用策略提出討論。

一、應用知識圖促進有效教學呈現與幫助概念溝通

知識圖可依繪製者分為專家繪製地圖（expert-generated / expert map）及生手繪製地圖（student-generated / novice maps）（Koneman & Jonassen, 1994）。專家與生手的差異在認知心理學已有相當完整的研究，如專家能夠知覺到較大且有意義的型態，並可運用這些知覺有效率地組織記憶，有技巧地執行自動化基本技能與表現策略性行為，以及具有較佳的問題解決能力（岳修平，1998）。

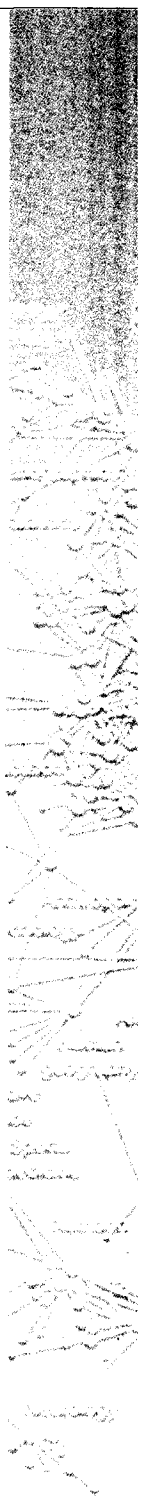
在教學情境中，教師通常代表某個知識領域的專家，而由教師繪製知識圖所呈現的即是一種專家繪製地圖，其資訊內容會較為結構化（McCagg & Dansereau, 1991），因此可有效示範所要教學的知識架構。教師可用知識圖讓學習者先認識課程的全貌，再進行後續的講解或練習，學生應能建立較佳且完整的課程知識結構，包括概念或單元間的關係，進而掌握學習重點，促進整體知識學習。

如前所述，專家繪製地圖的目的是極大化溝通的潛能，且經過良好型態設計原則產生，除了能讓學生知道自己要學些什麼，形成對知識的整體概念外，也幫助釐清概念。尤其在單一概念的教學解說中，若能以知識圖完整呈現整體概念模式與關聯概念，教師也可藉此與學生溝通，幫助學生釐清並正確學習。

二、應用知識圖促進發展個人與小組合作學習策略

除了由教師繪製知識圖幫助教學呈現外，教師亦可教導學生繪製地圖作為一種學習策略。相較於專家繪製地圖，學生繪製的知識圖可能較缺乏結構性（McCagg & Dansereau, 1991），但也因此教師可從中觀察學生自己的知識結構特徵與對學習資訊的認識，瞭解學生的學習進展。知識圖尤其適合初學者與中小學學生的基礎學習，由知識圖呈現之定義與連接可提供新手們關於知識的關連性，使學生更容易發現知識內涵間的關係與釐清迷思。然而知識圖的應用必須經由一段時間的學習與練習，學生才能學會如何有效瀏覽及建構地圖，因此除了專業領域知識內容外，教師需針對如何繪製知識圖進行教學，教師更可善用這些知識圖定義的知識相關性，建構學生學習繪圖的鷹架（scaffolding），並協助他們進行自我反思與評量，使其形成有效的學習策略而可應用於其他學科的學習。

另一方面，知識圖同樣可促進合作學習成效，如Patterson, Dansereau與Newbern（1992）將地圖視為輔助學習者溝通的工具，他們以大學生為受試者，兩人一組互相教授古柯鹼或酒精對身體的影響，要求學生準備教學時需運用地圖來準備如何溝通與進行教學，進而比較知識圖與文章之溝通輔助成效，結果發現學



生間運用知識圖的互動效果較佳。此外，Roth（1994）探究學生對合作繪圖的看法，讓高一學生於物理基礎課程中從熟悉素材內容開始到在紙上進行合作構圖，並經過一連串的小組評量、自我評量與反思，最後整理這些結果形成小組學習歷程檔案（portfolio）。經由這樣的過程，學生能清楚說出他們對知識圖的瞭解並指出其優點，包括增進詳細論述（elaborate）概念，讓學習者投入合作構圖，提高小組成員的合作並溝通概念的意義，增進對學習主題的瞭解。由此可見，教師可多利用建構知識圖做為一種合作學習策略，發揮知識圖對促進互動的影響，幫助學生有效進行小組學習。

三、應用知識圖促進教師教學反思

除了教學及評量輔助外，教師也可利用知識圖幫助教學準備。如VanLeuvan（1997）曾以實習教師為例，要求他們在開學初時繪製事前地圖以呈現他們對有效教學的概念，14週後再繪製一次，然後研究者再針對每位實習教師繪製的地圖進行面談，以瞭解他們對有效教學之態度與看法的發展。結果發現，這些實習教師所繪製的事前地圖並不會結合教學實務經驗，而事後地圖則有較豐富的教室管理與課程規劃概念。如此的進行方式能讓實習教師反思（reflect）自己對教學的看法，也提供一個檢視概念發展的機制。由此可見，若教師在規劃課程與教學前能先繪製教學內容的知識圖，如用以分析及規劃課程單元及教學流程，一方面可作為後續教學的依據，幫助進行系統化教學，且有助與學生溝通概念；另一方面則可隨時檢視整個教學流程，反思教學成效，幫助改進教學，確保教學品質。

伍、結論與建議

儘管地圖在教育情境的應用有許多優勢和機會，但卻也有其限制與需加強之處。好比在教學過程中呈現作為知識專家的教師所繪製的知識圖，可能會因為已經給定學生對所學知識的固定結構，而干擾到學生自己建構知識圖的彈性與創意，影響學習成效（Stanton, Taylor & Tweedie, 1992）。又如教師若未先教導學生學習如何繪製地圖的策略，便要求學生自行建構知識圖，或者未能適時給予學生對此類地圖建構與呈現的修正指導，可能會影響學生無法學習正確的知識。再者，教師自身是否具備應用知識圖作為教學策略的能力，是否瞭解不同心智地圖的認知與評量特性，以及能否完全掌握知識圖建構的精神與應用時機、彈性和方法，都可能會影響其應用效益；好比如何有效選用或發展合適的知識圖，或者如何有效使用知識圖

進行教學呈現的知識示範、概念溝通，或讓學生進行實作練習、反思、甚至能夠產生遷移應用，都需要審慎的策略規劃與操作技巧。此外，目前對於心智地圖的評量機制尚缺乏一套通用的標準，現今的評量方式仍需倚賴專家主觀評斷，或者以專家建構地圖來做為參照。教師如何判斷自己所繪製的知識圖之品質，以及如何評定學生繪製知識圖並診斷其學習，大多數教師仍需要更多的經驗和學習，才能真正有效應用此一教學策略。

而在教學實務上，教師可於教授學生建構知識圖的過程中，藉由本研究提出的建構過程逐步完成構圖歷程，並可善用知識圖的連結形式來教導學生概念間可能存在的關係，幫進學習者提升整合概念之邏輯能力。此外，教師也可以鷹架方法輔導學生學習繪製知識圖，例如：首先，教師可讓學習者提出學習主題中的重要概念，然後由教師標示出概念間的關係，讓學生熟悉如何選擇主要概念，並瞭解如何標示概念間的關係；其次，教師可事先給定相關概念，要求學生定義這些概念並學習如何運用連結形式來標明概念間的關係；最後，教師可退出這些鷹架輔助，讓學習者自行建構知識圖，同時讓學習者互相討論及反思這些連結關係，而能學會獨立建構知識圖的能力。

隨著資訊科技的發展，各式網路構圖軟體也應運而生，未來若能有效選用，無論在教學或學習輔助、甚至是評量應用上，應可減低原本構圖所需耗費的時間與心力。建議未來應強調研究知識圖瀏覽、閱讀與建構等面向，針對不同特質、層級、與認知風格的學習者給予不同的訓練流程，或因學科特性滿足不同的訓練需求，又或者針對不同使用目的來訓練，例如：使用知識圖作為學習之溝通輔助或反思工具，讓使用者能輕鬆建構知識圖；應用圖像化表徵知識的優點，提高使用者主動利用知識圖來促進教學或學習動機。

過去針對心智地圖於教育的應用，通常探討一般概念圖的應用與成效，缺乏對於強調知識架構的知識圖之專門研究。本文介紹知識圖的起源與內涵，嘗試提出知識圖在教育上積極應用之可能做法，包括教學應用、學習策略與教學反思等，並提出應注意之限制。希望提供教師在教學應用上之參考，並引發未來研究者發展對於知識圖較深入的理論或應用研究。

(本研究為國科會計畫 (NSC97-3314-E-002-008) 部份補助成果，謹此致謝。)



參考文獻

- 王肇邦、許有真（2004）。應用概念圖於網路教學系統之學習成效診斷。《教學科技與媒體》，69，4-19。
- 余民寧（1997）。有意義的學習—概念構圖之研究。臺北市：商鼎文化。
- 吳裕聖、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。
- 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上的應用。《測驗年刊》，45（2），37-56。
- 岳修平（譯）（1998）。Gagné, E.D., Yekovich, C.W. & Yekovich, F.R.著。《教學心理學—學習的認知基礎》。臺北市：遠流。
- 邱垂昌（2006）。應用概念構圖學習策略於商業會計學之研究—合作學習抑或個別學習。《高雄師大學報》，2，87-104。
- Jonassen, D.H., Carr, C., & Yueh, H. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. *TechTrends, March*, 24-32.
- Jonassen, D.H., Peck, K.L., & Wilson, B.G. (1999). *Learning with technology: a constructivist perspective*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Koneman, P.A. & Jonassen, D.H. (1994). *Hypertext interface design and structural knowledge acquisition*. Paper presented at the 1994 National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Nashville. (Eric Document Reproduction Services No. ED 373727).
- McCagg, E.C. & Dansereau, D.F. (1991). A convergent paradigm for examining knowledge mapping as a learning strategy. *Journal of Educational Research*, 84(6), 317-324.
- Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Novak, J.D. (1991). Clarify with concept maps. *The Science Teacher*, 58(7), 45-49.
- Novak, J. D. (1996). Concept mapping: a tool for improving science teaching and learning. In Treagust, D. F., Duit, R., & Fraser, B.J. (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics* (pp. 32-43). New York, NY: Teachers College Press.
- O'Donnell, A.M., Dansereau, D.F., & Hall, R.H. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 14(1), 71-86.
- Patterson, M.E., Dansereau, D.F., & Newbern, D. (1992). Effects of communication aids and strategies on cooperative teaching. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 453-461.
- Roth, W. (1994). Student view of collaborative concept mapping: A emancipatory research project. *Science Education*, 78(1), 1-34.
- Stanton, N.A., Taylor, R.G., & Tweedie L.A. (1992). Maps as navigational aids in hypertext environments: an empirical evaluation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1(4), 431-444.
- Trochim, W.M.K. (1989). An Introduction to concept mapping for planning and evaluation. *Evaluation and Program Planning*, 12, 1-16.
- VanLeuvan, P. (1997). Using concept maps of effective teaching as a tool in supervision. *Journal of Research and Development in Education*, 30(4), 261-277.