

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

運用「概念構圖教學法」在九年一貫課程國小階段生物能量
概念教學與評量之實徵研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2511-S-041-001-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育系

計畫主持人：林達森

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國93年8月26日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

成果報告
 期中進度報告

計畫名稱：運用「概念構圖教學法」在九年一貫課程國小階段生物能量概念教學與評量之實徵研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92 - 2511 - S - 041 - 001 -

執行期間： 92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：林達森

共同主持人：

計畫參與人員： 沈孟妍、紀曉瑩

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

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

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育系、師資培育中心

中 華 民 國 93 年 8 月 16 日

運用「概念構圖教學法」在九年一貫課程 國小階段生物能量概念教學與評量之實徵研究

計畫編號：NSC 92 - 2511 - S - 041 - 001

主持人：林達森

執行單位：嘉南藥理科技大學師資培育中心

中文摘要

概念構圖能協助學習者重新組織所學習之概念架構，並呈現學習者的認知結構，因此，將概念構圖融入教學被認為能有效提昇概念學習之成效。本研究設計兩種不同的概念構圖引入模式，探究其對於學習者之概念學習成效之效應。本研究以六個國小五年級班級為對象，其中兩個接受「案例式」概念構圖教學；另二個班級接受「鷹架式」概念構圖教學；於二個班級為傳統教學作為對照組。實驗教學後接受「國小生物能量概念成就測驗」及兩個實驗組接受「生物能量概念圖測驗」，並針對實驗教學歷程進行半結構式晤談。經統計與分析結果顯示：一、概念構圖教學法能顯著提昇學習者生物能量概念學習之成效；二、接受「案例式」或「鷹架式」概念構圖教學之研究對象在「國小生物能量概念成就測驗」之得分無顯著差異；三、接受案例式概念構圖教學法之學生在「生物能量概念圖測驗」之表現顯著優於接受鷹架式概念構圖教學法之學生；四、實驗對象認為概念構圖教學對其自然科學概念之學習是有幫助的，並一致認為以案例式概念構圖教學對學習幫助較大，但一開始時會較具挑戰性。

關鍵詞：九年一貫課程、生物能量、呼吸作用、光合作用、概念構圖教學法

Abstract

Concept mapping could help a learner to reorganize the conceptual structure of what one learned, and portray his cognitive structure in learning. Many researchers hypothesize that teaching with concept mapping might be able to improve the outcome of learning. This study was purported to test this kind of hypotheses. A quasi-experiment following a pretest-posttest design was undertaken in six elementary school science classes in Kaohsiung area. Of which two classes were experimental group I taught by 「case-based concept mapping teaching」, other two were experimental group II received 「scaffolding-based concept mapping teaching」, the last two were taken as control group and taught as usual by traditional teaching. As soon as the experimental teaching ends, the subjects take the achievement test and concept mapping test. The data collected were analyzed by SPSS software. Major results are as follows: 1. teaching with concept mapping could improve the effect of concept learning significantly; 2. on achievement test no significant differences were found between experimental group I and experimental group II; 3. however, on concept mapping test the experimental group I was significantly better than the experimental group II; 4. the subjects agreed that teaching with concept mapping has a positive effect, and think that the 「case-based concept mapping teaching」 is helpful to their learning.

Key words: 1-9 curriculum; bioenergetics; respiration; photosynthesis; teaching with concept mapping

緒論

近年來九年一貫課程的推動，造成中小學教育系統諸多問題，由於課程的改革是全面且根本的，然而教師在教學專業及評量工具的運用等方面未有長足的進步，因此，雖然課程目標講究統整取向與能力本位，但欲達成此目標卻顯出重重阻礙。本研究以不同引介方式之概念構圖教學模式之實徵研究，希望深入探究概念構圖教學與概念圖評量之歷程與功能，並建立可用於推廣之模式，對動盪中的中小學科學教學與評量有所啟發和助益。

本研究之目的如下：

- (一) 探究國小高年級生對生物能量概念之迷思概念。
- (二) 修改「運用概念構圖之科學教學模式」(林達森, 2003)，發展兩種不同導入歷程之概念構圖教學法，於國小高年級九年一貫自然與生活科技領域第三階段進行實驗教學，探究其效應。

文獻探討

一、概念構圖之發展

概念學習為科學教育主要目標，如何能有效地幫助學生學習概念，以及真實地瞭解及評量學生的概念學習成果，便為學者專家的重要課題。概念圖(concept maps)的提出與研究發展，適可提供科學教師及其他領域學科教師一項有效的概念教學工具。追溯概念圖用在科學教學與學習之研究，是美國康乃爾大學的學者 J. D. Novak 等人在 1970 年代運用繪製概念圖做為轉譯晤談原案資料的工具，用以追蹤學生學習科學概念的演變歷程，此乃概念圖發展淵源。接著研究者如 Surber 與 Smith(1981)以概念圖為工具研究調查學生的迷思概念，從此概念圖逐漸為科學教育領域之研究所採用。Novak 與 Gowin(1984)提出對於概念圖的計分方式，可說是將概念圖系統化地推廣，作為學習與評量策略工具之用。

使用概念圖之目的，最初希望用於科學概念學習的相關研究，瞭解學生的認知結構，藉以改善教學策略提升科學概念學習成效(Novak & Gowin, 1984)。隨著此工具的普及與研究成果的累積，概念圖的使用趨向多樣化，Stice 與 Alvarez(1986)對國小學童進行概念圖教學以探究其效應，Wallace 與 Mintzes(1990)、Barenholz 與 Tamir(1992)、Trowbridge 與 Wandersee(1994)運用概念構圖來研究不同科學教學法的效果，林達森(2001)、Brown(2003)則運用概念圖融入合作學習歷程，並作為評量工具，探究不同班級型態國中學生學習生物能量概念之成效。此外，更使用於其他學科的學習及評量，如 Geva(1983)、Ruddell 與 Boyle(1989)將概念圖用於協助學生閱讀理解之學習，Oughton 與 Reed(1999)則運用概念圖作為學習超媒體概念的策略與評量，Jacobs-Lawson 與 Hershey(2002)用於心理學學習成效之評量，簡妙娟(2000)運用概念圖於公民科

政治與法律單元概念學習成效之評量等。事實上概念圖相關研究甚多，本文將針對其不同用途分別引用論述於後。

二、概念圖及概念構圖教學

所謂「概念圖」(concept maps)，是指以節點表示概念、以附加說明的連結線段指出概念間關係的圖形，兩個概念之間以適當連結用語連接形成有意義的命題，例如：『葉綠素吸收太陽能』為一有意義的命題，其中「葉綠素」、「太陽能」是個別的概念，吸收則標示於兩概念間的連結線段上，藉以說明葉綠素與太陽能的關係，此線段應標示方向（即為射線），指出此命題中的主從關係。通常以一個關鍵概念（即中心主題）出發，漸次以這種命題方式呈現分支狀、由上位概念（較具包容性之概念）逐步發展至下位概念（通常指稱一件事實資訊）亦即從抽象到具體地呈現出階層性之概念組織圖形。繪製概念圖的方式大致上有兩種，其一可稱為階層式概念圖，為 Novak(1981)所提出的方法，即是在紙上或電腦螢幕上依主題相關概念的階層性排列概念，原則如上所述由上位至下位、由一般性至特定性概念，此法在現今多數研究、及中小學科學教學與評量中較為常見；其二可稱為網狀式概念圖，為 Stuart(1983)所運用之法，其方法是將關鍵概念置於圖的中央，而將其餘概念依一般至特定漸次以放射狀繪出(引自 Stuart, 1985)，如此構成之概念圖近似主題式課程設計所建構之主題網，在概念圖的用途中將會進一步論述。在學習過程中要求學習者繪製出概念圖的歷程稱之為「概念構圖」(concept mapping)，導入概念構圖之認知學習策略於教學的方式可稱之為「概念構圖教學法」。

研究方法與步驟

一、研究對象

本研究以高雄地區一間公立國民小學五年級學生為實驗教學之對象，該校五年級之「自然與生活科技」學習領域之教學由同一位教師教學，因此隨機抽選六班進行教學研究，並從中隨機挑選兩班接受「案例式」概念構圖教學；另兩班接受「鷹架式」概念構圖教學；餘兩班為對照組僅進行傳統講述式教學。進行實驗教學前，研究者將設計完整之「生物能量」實驗教材及教案設計與流程交予實驗教學教師閱讀後，進行多次討論與修訂，以確保學習內容適合於國小五年級學生之學習經驗，務求實驗教學之可行性與流暢性，並使實際教學過程符合概念構圖教學之精神與技巧。

二、研究設計

本研究為準實驗研究。為驗證不同的「概念構圖教學法」在國小九年一貫課程自然與生活科技領域第三階段教學與學習之效應，主要依據林達森(2003)概念構圖教學法修訂為「案例式概念構圖教學法」及「鷹架式概念構圖教學法」，教學流程如圖一，案例式與鷹架式概念構圖教

學之差異點主要在於導入構圖階段所提供的協助不同，概念圖作業單如圖二、三所示。實際於國小五年級自然與生活科技領域教學中實施。為此，本研究擬採質與量並重之法，量的研究以「國小階段生物能量概念圖測驗」經結構性計分法量化、及「國小階段生物能量概念成就測驗」之成績，作 ANCOVA 統計分析；質的研究以參與觀察及訪談的方式，蒐集實際教學歷程、及教師與學生之反應等資料，與量的資料互相補充與參證，作進一步的分析。

本研究在實驗驗證兩種不同的「概念構圖教學法」對生物能量概念學習的效應。故實驗操弄變項為「概念構圖教學法」；依變項為「國小階段生物能量診斷測驗」及「生物能量概念圖測驗」，可能干擾的變項為教學者、時間、學生均予以實驗控制。

三、實驗教材

本研究之教材乃參酌 82 年國民小學自然課程標準及依此標準所編印並經教育部審定之國民小學自然課本第五、七、八及十一冊中，與植物器官及生物能量概念相關內容，並以銜接九年一貫課程第三與第四階段「自然與生活科技學習領域」能力指標與課程綱要為原則，由研究者所設計編印，主要內容包含：植物營養、發現光合作用的故事、光合作用的反應、呼吸作用的反應、以及光和與呼吸作用的關係等。教材印製成冊交由實驗教學教師與研究對象進行實驗教學。教學時間約一個月，共進行 15 節課之教學與複習活動。

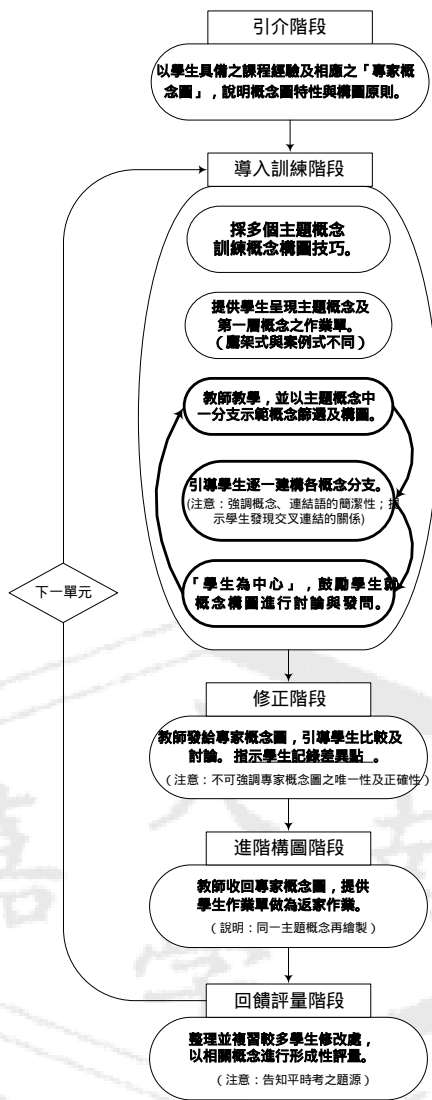
四、資料蒐集與分析

1. 「國小階段生物能量診斷測驗」發展與施測

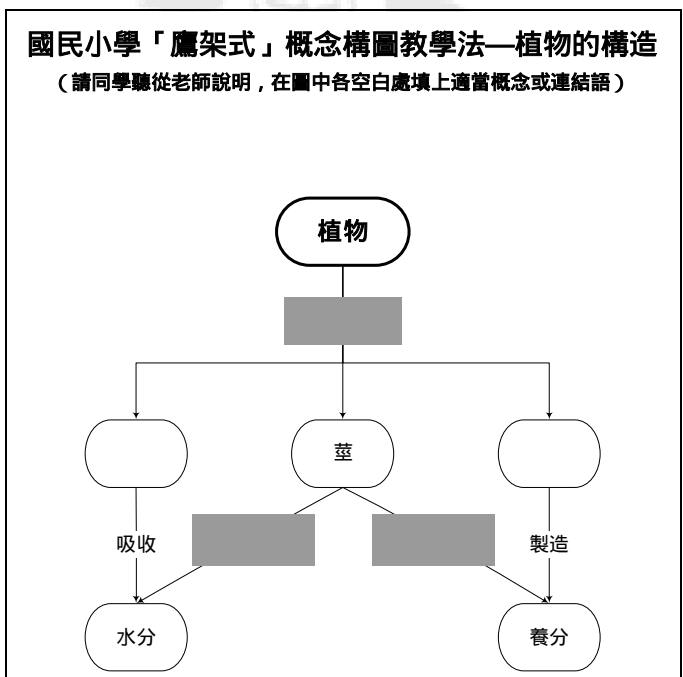
本研究之「國小階段生物能量診斷測驗」，乃修訂自林達森(2001)所發展的「國中生物能量概念成就測驗」，題型為二階式測驗，修訂過程乃依據林達森(2001)發展「國中生物能量概念成就測驗」之原則，並以國小六年級學生共 162 位進行預試，信度 α 係數為.91，折半信度為.91；效標效度為.76($p < .01$)。

2. 「概念圖測驗」之發展與計分

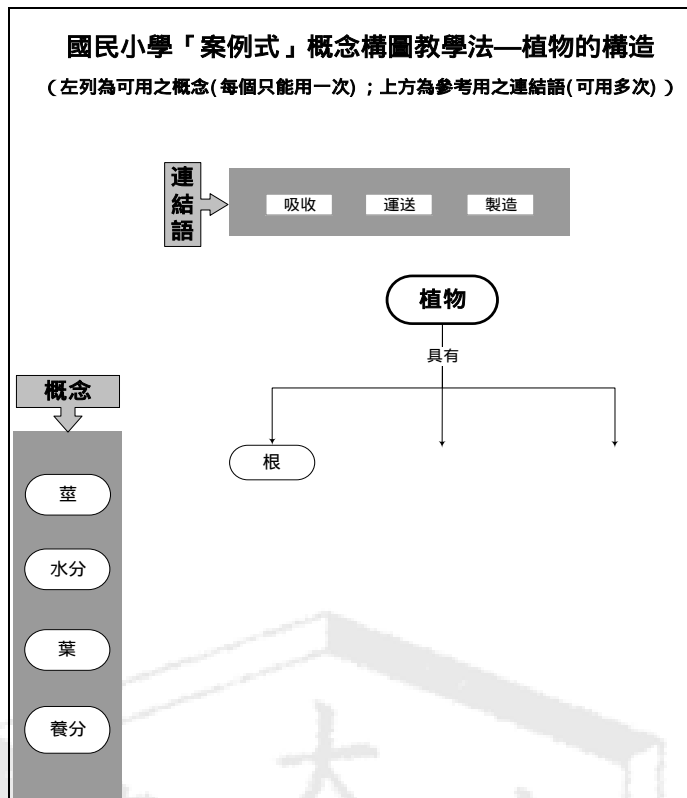
生物能量概念圖測驗乃基於實驗教材內容所建構之「國小生物能量專家概念圖」而設計，測驗如圖所呈現，受試者需完成光合作用與呼吸作用之完整概念構圖。概念圖測驗之計分方式以 Novak 與 Gowin(1984)所提出之結構性計分法為參考基礎，對於概念圖之「階層」不計分，依據 Staurt(1985)的看法，正確之階層乃基於正確之「關係連結」的建立，因此若採計「階層」之得分，將有重複計分之問題，故本概念圖測驗僅採計「關係」與「交叉連結」之結構成分。每一份概念圖測驗均經過兩位具有概念構圖研究經驗及生物專業背景之評分者進行計分，對於兩位評分者之計分結果求取其 Pearson 相關係數為.89，在顯著水準為.001 時，相關顯著，此為評分者信度。



圖一 概念構圖教學法



圖二 鷹架式概念構圖教學作業單示例



圖三 案例式概念構圖教學作業單示例

結果與討論

一、生物能量概念成就測驗之共變數分析

所有研究對象在學習完生物能量概念教學單元後，進行「國小生物能量概念成就測驗」，以瞭解國小五年級學生對於生物能量概念學習之成效，失策結果輸入電腦以 SPSS 軟體進行共變數分析，依變項為「國小生物能量概念成就測驗」之得分，共變項為受試者該學期第二次月考「自然與生活科技領域」成績，固定因子為教學法，分析結果顯示接受「鷹架式」或「案例式」概念構圖教學法之實驗組在「國小生物能量概念成就測驗」之得分顯著優於接受傳統講述式教學法之對照組學生。此結果說明概念構圖教學法能有效提昇科學概念學習之成效。不過接受兩種不同引介模式之概念構圖教學法之兩個實驗組學生在「國小生物能量概念成就測驗」之得分並無顯著差異存在，說明兩種引介方式之概念構圖教學法對國小學生在「國小生物能量概念成就測驗」之表現並無差異。

表一 「國小生物能量概念成就測驗」之敘述統計

組別	人數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤
鷹架式	73	10.28	3.95	10.69	.35
案例式	74	10.77	2.82	10.50	.34
對照組	74	7.12	3.50	6.99	.34
總和	221	9.39	3.80		

表二 「國小生物能量概念成就測驗」之共變數分析

來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
共變項	672.55	1	672.55	75.88	.000***
實驗處理	637.30	2	318.65	35.95	.000***
誤差	192.41	217	8.86		

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

表三 「國小生物能量概念成就測驗」之共變數分析事後比較

(I)	(J)	平均數差異(I-J)	標準誤	顯著性
對照組	案例式	-3.51*	.49	.000***
	鷹架式	-3.70*	.50	.000***
案例式	對照組	3.51*	.49	.000***
	鷹架式	-.187	.50	1.00
鷹架式	對照組	3.70*	.50	.000***
	案例式	.187	.50	1.00

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

二、概念圖測驗之結果

接受「案例式」或「鷹架式」概念構圖教學法的實驗組學生，接受「生物能量概念圖測驗」，並對概念圖中的「關係」及「交叉連結」進行計分，對兩種成分不做加權計分，正確者均計為一分，將此分數進行單因子變異數分析，以不同實驗處理為因子，分析結果如下表四、五所示，接受「案例式」概念構圖教學之受試者在「生物能量概念圖測驗」之得分顯著優於接受「鷹架式」概念構圖教學的受試者。

表四 「國小生物能量概念圖測驗」之敘述統計

組別	人數	平均數	標準差
鷹架式	73	13.05	2.87
案例式	74	15.08	4.02
總和	147	14.07	3.62

表五 「國小生物能量概念圖測驗」之共變數分析

來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
實驗處理	150.88	1	150.88	12.39	.001***
誤差	1765.29	145	12.17		

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

三、實驗教學對象之半結構式晤談

雖然「鷹架式」與「案例式」概念構圖教學法對國小學生在「國小生物能量概念成就測驗」的得分上沒有顯著效應，然在「概念圖測驗」之表現，採用案例式概念構圖教學之學生表現顯著優於接受鷹架式概念構圖教學之學生。對照半結構式晤談之原案分析顯示，不論接受何種概念構圖教學法的學生

都認為採用案例式概念構圖教學一開時較難，但是對於自然科學概念的學習較有幫助；而「鷹架式」概念構圖教學較容易，但是對於學習者的幫助有限，當學習者需獨立進行構圖而無鷹架時，會需要再更多的訓練。

以接受「案例式」概念構圖教學的學生（以「C」表示，C1 學生）及接受「鷹架式」概念構圖教學的學生（以「S」表示，S1 學生）之晤談原案為例，研究者以「E」表示：

E：你覺得用這種案例式跟鷹架式來進行教學，哪一種幫助較大呢？

C1：我覺得案例式幫助較大，因為必須靠自己畫、自己想，畫出來很好，是自己的。

E：那鷹架式你的看法如何？

C1：我想一開始第一次可能比較簡單吧！可是都有很多提示，不算是自己畫的，等要自己畫的時候可能就不太會了。

E：你認為這兩種概念圖的教學方式哪一種比較有用？

S1：我覺得案例式可能幫助比較大，因為是自己畫的。

E：為什麼呢？

S1：自己畫的時候，有比較大的彈性，而且會完全自己去找重要的概念啊！還有連接詞。

E：那你們是用鷹架式的，你自己覺得有沒有幫助？

S1：當然還是有，至少對一大堆課文比較有印象。不過……

E：不過什麼？你可以盡可能講出來。

S1：不過因為原來都有提示，真正要自己畫概念圖的時候會不太能完成。

結論與建議

本研究設計「案例式」與「鷹架式」概念構圖教學法於國小五年級進行生物能量單元之教學，教學進行施測，所得結果如下：一、概念構圖教學法能顯著提昇學習者生物能量概念學習之成效；二、接受「案例式」或「鷹架式」概念構圖教學之研究對象在「國小生物能量概念成就測驗」之得分無顯著差異；三、接受案例式概念構圖教學法之學生在「生物能量概念圖測驗」之表現顯著優於接受鷹架式概念構圖教學法之學生；四、實驗對象認為概念構圖教學對其自然科學概念之學習是有幫助的，並一致認為以案例式概念構圖教學對學習幫助較大，但一開始時會較具挑戰性。

基於以上結果，提出數項建議如下：一、建議在九年一貫課程之教學中融入概念構圖教學，以提升概念學習成效，並培養重組概念架構的基本能力；二、案例式概念構圖教學能較有效地訓練學生的概念構圖能力，建議與合作學習結合，以減低訓練初期之困難度。

主要參考文獻

林達森(2001)。合作建構教學與認知風格對國中學生生物能量概念學習之效應。國立台灣師範大學科教所博士論文。

林達森(2003)。「運用概念構圖之」科學教學模式在高中生物科教學的實徵研究。國科會 91 年度補助專題研究計畫成果報告，計畫編號：NSC91-2511-S-041-001。

- 林達森(付印中)。併用概念圖於國中生物科合作學習歷程之研究。科學教育研究理論與實務。
- 簡妙娟(2000)。高中公民科合作學習實驗之研究。國立高雄師範大學教研所博士論文。
- Barenholz, H. & Tamir, P. (1992). A comprehensive use of concept mapping in design, instruction and assessment. Journal of Research in Technological Education, 10, 37-52.
- Brown, D. S.(2003). High school biology: A group approach to concept mapping. American Biology Teacher, 65(3), 192-97.
- Geva, E.(1983). Facilitating reading comprehension through flowcharting. Reading Research Quarterly, 18, 384-406.
- Jacobs-Lawson, J. M.& Hershey, D. A.(2002). Concept maps as an assessment tool in psychology courses. Teaching of Psychology, 29(1), 25-29.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). Learning how to learn. Cambridge, London: Cambridge University Press.
- Oughton, J. M. & Reed, W.M. (1999). The influence of learner differences on the construction of hypermedia concepts: A case study. Computers in Human Behavior, 15, 11-50.
- Ruddell, R. B. & Boyle, O. F. (1989). A study of cognitive mapping as a means to improvement summarization and comprehension of expository text. Reading Research and Instruction, 29(1), 12-22.
- Stice, C. F. & Alvarez, M. C. (1986). Hierarchical concept mapping: young children learning how to learn. ERIC Document Reproduction Service NO ED274946.
- Stuart, H. A. (1985). Should concept maps be scored numerically? European Journal of Science Education, 7(1), 73-81.
- Surber, J. R. & Smith, P. L. (1981). Testing for misunderstanding. Educational Psychologist, 16, 163-174.
- Trowbridge, J. E. & Wandersee, J. H. (1994). Identifying critical junctures in learning in a college course on evolution. Journal of Research in Science Teaching, 31, 459-473.
- Wallace, J. D. & Mintzes, J. J. (1990). The concept map as a research tool: exploring conceptual change in biology. Journal of Research in Science Teaching, 27(10), 1990.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Arnaudin, M. W. (1989). Biology from the learners viewpoint: A content analysis of the research literature. School Science and Mathematics, 89(8), 654-668.

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：93年8月16日

國科會補助計畫	計畫名稱：運用「概念構圖教學法」在九年一貫課程國小階段生物 能量概念教學與評量之實徵研究 計畫主持人：林達森 計畫編號：NSC92-2411-S-041-001 學門領域：科教學門
技術/創作名稱	「案例式」、「鷹架式」概念構圖教學法
發明人/創作人	林達森
技術說明	中文：如報告中所敘述之過程步驟
	英文：Details as the project report stated.
可利用之產業 及 可開發之產品	可運用於中小學科學及非科學課程之教學與學習。
技術特點	可使中小學教師在不增加教學負擔的情況下提升學生學習成效及學習動機。
推廣及運用的價值	可推廣於中小學及大學科學課程之教學與評量之用。

1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。