

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

「運用概念構圖之科學教學模式」在高中生物科教學的實徵
研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2511-S-041-001-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育學系

計畫主持人：林達森

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

中 華 民 國 92 年 9 月 15 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

中進度 報告

計畫名稱：「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

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 91-2511-S-041-001-

執行期間：91年8月1日至92年7月31日

計畫主持人：林達森

共同主持人：

計畫參與人員：

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、教育學程中心

中 華 民 國 92 年 8 月 15 日



摘要

本研究旨在發展「概念構圖科學教學模式」，採準實驗前後測設計。以高中 6 個生物課班級為實驗對象，其中三班學生為實驗組；另三班為對照組。探究此模式在生物能量概念學習之效應。教學後評量概念學習成效，蒐集學生概念圖，進行實驗組學生與教師晤談，並以「概念構圖教學」態度問卷瞭解學生反應，經共變量分析、卡方檢定，將質量資料交互比較，獲得數項結論：1.實驗組學生生物能量概念學習成效顯著優於對照組；2.學習完生物能量單元後，高中生依舊存有許多迷思概念，主要是有關各反應之間的關係、及呼吸作用的本質是生化反應方面；3.實驗組學生在前述主要迷思概念上，多低於對照組約 30% 左右；4.學生概念圖顯示實驗組學生在交叉連結部份做出主動學習的努力，足以說明兩組學生在所持迷思概念比例之差異；5.實驗組學生多認為採概念構圖教學有助於生物概念的學習，並對此種教學抱持正向態度；6.進行實驗教學之教師肯定「概念構圖科學教學模式」在提升學生學習動機、及有助於班級管理之效應。

關鍵字：生物能量；光合作用；呼吸作用；概念構圖教學；概念學習

Abstract

The purpose of this study is to develop 'The Model of Scientific Teaching using Concept Mapping' and to experiment this model in senior high school biology class to evaluate its effects. A quasi-experiment following a pretest-posttest design was undertaken in six senior high school biology classes in Kaohsiung area. Of which three classes were experimental group; while other three classes, as control group. During the period of experimentation testing, interview, and questionnaire were used to collect quantitative and qualitative data. ANCOVA, chi-square, post comparison were performed on the quantitative data. Content analysis was used to interpret qualitative data. Major results were as follows: (1) the experimental group students' achievement is significantly better than control group; (2) students still keep many misconceptions about bioenergetics after learning bioenergetics unit, the major misconceptions are related with the relationship between reactions, and the nature of respiration; (3) the experimental group have fewer misconceptions than control group by about 30% ; (4) experimental group students making effort on the cross-link could explain the discrepancy of the ratio of two groups' misconceptions; (5) experimental group students mostly agree to that teaching with concept mapping is helpful to biological concept learning; (6) the teacher think that the model of scientific teaching with concept mapping could enhance students' motivation to learn and improve class management.

Key words: bioenergetics; photosynthesis; respiration; teaching with concept mapping; concept learning

緒論

學習並建構適切的科學概念是國內外科學教育的重要目標。作者曾將概念構圖融入學生作業單中，發現概念構圖用於教學中展現諸多優勢，不過學生在學習概念構圖時亦有所窒礙。如何有效地將概念構圖融入科學教學歷程，有待進一步發展與驗證，故設計此一研究繼續探究之。

本研究之目的如下：

- (一) 探究高中生對生物能量概念之迷思概念。
- (二) 發展「概念構圖科學教學模式」，並實際施行於高中生物科教學。
- (三) 驗證「概念構圖科學教學模式」提升高中學生生物概念學習成效之效

應。

文獻探討

(一) 生物能量的迷思概念相關研究

生物能量主要包含了植物營養、呼吸作用、光合作用、及光合與呼吸作用之間的交互關係，這個概念系統說明了自然界中無生物界與生物界之間物質循環與能量流動之現象，以及植物界與動物界之間如何相互倚賴的關係。無疑地，對此概念作有系統的理解，不僅對自然界的能量現象及生命現象建立起完整的將有助於學生更進一步對諸如：「生態系」、「環境保育」、及「人類永續生存與發展」等科學相關領域的學習，以及正確態度的養成。

運用紙筆測驗、晤談、及繪製概念圖等資料蒐集工具，國內外研究已經獲得不少有關學生植物營養、呼吸及光合作用等相關迷思概念的資料，而研究對象的分佈由國小階段至大學非主修生物的學生均有含括，表一為篩選統整有關呼吸與光合作用、以及生物獲得食物（生長所需之能量來源）的迷思概念。

表一 有關光合作用及呼吸作用之迷思概念

分類	迷思概念
植物營養	1. 植物的根由土壤中吸收食物，並儲存於葉子中。
	2. 葉子可以把陽光改變成為食物。
	3. 綠色植物在有光能存在時，利用氧氣來製造食物。
關於光合作用之功能	4. 光合作用直接提供綠色植物生長所需的能量。
	5. 光合作用主要目的是為了製造氧氣。
	6. 光合作用的功用是要使植物保持綠色。
	7. 光合作用會製造蛋白質。
關於進行光合作用之條件	8. 綠色植物將陽光和二氧化碳轉變為葉綠素。
	9. 綠色植物不論何時，光合作用是持續不斷地進行的。
	10. 在有光能的情況下，葉綠素與二氧化碳結合產生葡萄糖和水。
	11. 光合作用需要二氧化碳來提供能量。
呼吸作用	12. 土壤是光合作用進行的必要條件。
	13. 在沒有光能時，呼吸作用才會使用二氧化碳。
	14. 呼吸作用就是氣體的進出。
	15. 呼吸作用就是生物吸取空氣中游離能量的過程。
	16. 呼吸作用只發生在葉子的細胞，因為葉子才有氣孔能交換氣體。
	17. 呼吸作用是一獲得能量的化學過程，只發生在植物細胞，而不發生在動物細胞。
	18. 呼吸作用能提供維生的能量，並且植物利用此作用製造食物。

(參考資料：王雪紛，1997；盧莉閔與王國華，1998；林獻升等，1999；張賴妙理與鄭湧涇，2000；林達森，2001；Simpson & Arnold, 1982; Bell, 1985; Haslam & Treagust, 1987; Cho, 1988; Anderson, 1990; Mintzes et al., 1991; Seymour & Longden, 1991; Eisen & Stavy, 1988, 1992; Hazel & Prosser, 1994; Lumpe & Staver, 1995; Cañal, 1999)

表一將生物能量迷思概念區分為六類，前三類均與光合作用相關，然為求可讀性再予細分。綜觀迄今所瞭解之生物能量迷思概念，可區分為以下數種情況：1. 學生對於光合作用與呼吸作用之瞭解，往往止於外顯可觀察之現象的理解，如：研究結果顯示約六成學生認為呼吸作用是吸收空氣中的能量來維持生存(林達森，2001)、光合作用是為了使植物保持綠色、及植物的食物直接由土壤吸收(Mintzes et al., 1991)等；2. 對反應過程的直接記憶，未真正理解，如：學生常能說出光合與呼吸作用之反應物，卻不能瞭解水、二氧化碳、及氧氣等各反應物之功能為何(林達森，2001)；3. 對於學習內容並未一貫敘述之概念分支，多未予以

連貫或統整，如：在光合與呼吸作用之關係、及光反應與暗反應之關係和如何區辨（張賴妙理與鄭湧涇，2000；林達森，2001）。

（二）概念構圖的發展與應用

概念構圖(concept mapping)是由 J. D. Novak 等人所發展，學習者在學習前、後、或學習歷程中，被要求其將彼此相關聯的數個概念以適當的連結詞連結起來，以形成一具意義之命題，最後使構成完整的概念網絡，即建構出概念圖(Novak & Gowin, 1984; Novak & Musonda, 1991)。學者認為概念構圖能真實地呈現學習者所擁有的認知結構、或協助學習者展現其思考歷程(Stuart, 1985)。因此，概念構圖不僅能作為有效的教學工具，有如提供學生一個前置組織因子的功能，更可能融入學習者的學習歷程，作為改善概念學習成效之方法。

運用概念構圖的實徵性研究已近 20 年，學者除了將之融入生物科教學與評量外，亦用於理化、電腦、及醫學等課程發展與教學，甚至實施於閱讀理解、政治法律等非科學相關學科領域中，研究成果多顯示運用概念構圖之教學歷程，學習者可達到較佳的學習成效(Ruddell & Boyle, 1989; Oughton & Reed, 1999; Odom & Kelly, 2001)；羅廷瑛(2001)、Abayomi(1988)之研究則顯示運用概念構圖之教學未顯著優於傳統教學法。再者，有研究結果指出學生要獨力完成概念圖並不容易，甚至對於概念構圖產生畏懼或排斥的態度(Santhanam et al., 1998; 全中平，1992；林達森，2001)，Santhanam 等(1998)更認為訓練概念構圖技巧的方式及教師提供的指示與協助，將影響學生是否接受概念構圖。因此，如何進行概念構圖教學模式是相當重要的因素，對於運用概念構圖的教學應建立明確的實施歷程，並進行實證研究，供研究者與中小學教師參照運用。

研究方法

為達成本研究計畫所擬定之目的，擬以下列研究方法與工具進行資料蒐集與分析研究：

（一）研究對象

以高中生為研究對象，計三班 107 人為實驗組，三班 103 人為對照組。教師原教學方式主要以大班講述教學為主，輔以課堂上形成性評量，不曾接觸及運用概念構圖於課程及教學中，教學經驗均為兩年。

（二）研究設計

本研究為準實驗研究。故實驗操弄變項為「概念構圖科學教學模式」；依變項為「生物能量概念成就測驗」；學生生物科模擬測驗成績作為前測。可能干擾的變項為教學者、時間、及學生均予以實驗控制。本研究擬採質與量並行之法，其一以量的研究為主，主要利用「生物能量概念成就測驗」；其二則是以晤談方式蒐集實驗組學生及教師對「概念構圖科學教學模式」之看法，與量的資料互相補充參證，作進一步的分析。

（三）概念構圖科學教學模式

實驗組所進行之「概念構圖科學教學模式」參酌 Novak 與 Gowin(1984)、Alaiyemola(1990)、Santhanam 等(1998)、Odom 與 Kelly(2001)、余民寧(1997)等相關文獻，主要步驟分五個階段：1.引介階段；2.導入訓練階段；3.修正階段；

4.進階構圖階段；5.回饋評量階段。

(四) 研究工具

1.生物能量概念成就測驗

本研究以「生物能量概念成就測驗」評量研究對象在生物能量概念之學習成果，此測驗工具修訂自林達森(2001)所發展的「生物能量概念成就測驗」。依高中生物課程加以修訂，修訂過程參考林達森(2003)之程序，以152位甫修畢高中生物的高中生為預試對象，信度 α 係數為.82，以預試對象的高二生命科學學期成績為效標，求得效標效度為.77($p < .01$)。

2.實驗教學半結構式晤談

為深入瞭解進行「概念構圖科學教學模式」的實驗教學教師、及接受實驗教學的學生對此教學模式之看法，並獲取發展「概念構圖教學態度問卷」之基礎。晤談主題包含：運用概念構圖教學對生物概念學習之效應、對概念構圖之感受、及生物能量單元概念構圖之看法等。

3.概念圖教學態度問卷

為求全面蒐集學生接受實驗教學後之看法，除以晤談方式蒐集質性資料外，並依據對學生及教師晤談所得之看法，設計一共含6題問題之「概念構圖教學」態度問卷，對所有實驗組學生進行問卷調查，所得資料以卡方檢定分析，所得結果與成就測驗及質性資料對照分析。

結果與討論

(一)「生物能量概念成就測驗」結果分析

1.「生物能量概念成就測驗」共變數分析

表二「生物能量概念成就測驗」敘述統計

組別	人數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤
實驗組	107	20.34	4.77	20.57	.49
對照組	103	14.35	5.36	14.11	.50
總和	210	17.40	5.88	17.34	.34

表三「生物能量概念成就測驗」共變數分析

來源	平方和	自由度	均方	F檢定	顯著性
共變項	32.05	1	32.05	1.30	.26
實驗處理	2085.07	1	2085.07	84.61	.00***
誤差	5101.28	207	24.64		

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

2.高三學生生物能量迷思概念之探究比較

下圖表四呈現所佔比例較高(>20%)之迷思概念。

表四 高中生生物能量迷思概念分析比較

類別	迷思概念	所有樣本人數 (%)	實驗組人數 (%)	對照組人數 (%)
用 作 合 光	1. 光合作用需要二氧化碳提供反應所需的能量。	42 (20.0)	16 (15.0)	26 (25.2)

	2. 無法區辨光合作用中光反應與暗反應之真正差異點。	78 (37.2)	21 (19.6)	57 (55.3)
	3. 光合作用中的暗反應需要二氧化碳提供能量。	63 (30.0)	23 (21.5)	40 (38.8)
	4. 未理解光反應中兩個光系統的運作機制及角色。	186 (88.6)	84 (78.5)	102 (99.0)
呼吸作用	5. 呼吸作用是所有生物藉以獲得空氣中能量的過程。	122 (58.1)	47 (43.9)	75 (72.8)
	6. 認為僅肺或鰓會進行呼吸作用，因為肺或鰓是呼吸器官。	87 (41.4)	37 (34.6)	50 (48.5)
	7. 未理解呼吸作用的反應過程中各種反應物之功能。	89 (41.8)	23 (21.5)	66 (63.4)
	8. 認為呼吸作用需要吸收空氣中的能量才能進行。	70 (33.3)	30 (28.0)	40 (38.8)
	9. 未能理解呼吸鏈反應之主要功能。	80 (38.1)	40 (37.4)	40 (38.8)
	10. 未能理解電子傳遞鏈中 ATP 形成的機制。	151 (75.7)	74 (69.2)	85 (82.5)
	11. 未理解呼吸作用由三個重要反應構成，彼此有嚴謹的順序性。	83 (39.6)	23 (21.5)	60 (58.4)
	12. 認為檸檬酸循環主要是製造出大量 ATP。	69 (32.9)	35 (32.7)	34 (33.0)
	植物呼吸作用	13. 植物各器官是否進行呼吸作用，取決於是否有孔道提供氣體進出。	79 (37.8)	37 (34.6)
14. 植物的根可吸收土壤中的能量，不需進行呼吸作用。		54 (25.7)	25 (23.4)	29 (28.2)
15. 植物的呼吸作用與光合作用功能相同，都是合成養分。		58 (27.6)	23 (21.5)	35 (34.0)
16. 白天的時候會產生氧氣，但是在夜晚的時候則是產生二氧化碳。		50 (23.8)	15 (14.0)	35 (34.5)
17. 認為植物呼吸作用需要陽光提供能量。		64 (30.5)	24 (22.5)	40 (38.2)
動植物呼吸作用比較	18. 認為動物與植物的呼吸作用不相同；植物的光合與呼吸作用是一樣的。	107 (51.0)	43 (40.2)	64 (62.2)

(二) 概念構圖教學歷程質性資料分析

1. 學生概念構圖學習歷程

實驗組學生在進行實驗教學之前以三個生物主要概念進行練習，訓練時間約 5 節課 250 分鐘時間。本文以一位生物學科表現中等，實驗教學始末概念圖具相當程度進展之學生概念圖加以說明（即接受晤談學生 S1）。實驗組學生進入生物能量的教學單元，圖二為生物能量單元之概念構圖成果，圖中顯示該生已由內容直述方式進步至將概念一一區分，以自己思考後之連結方式與連結詞組織相關概念及闡述概念結構關係。此外，對於那些課程中未清楚說明或統整，但彼此間存在重要關連的概念分支，諸如：「光合作用與呼吸作用」、「光反應與暗反應」、及「糖解作用、檸檬酸循環、與呼吸鏈」等屬於概念發展中較高階的交叉連結關係，實驗組學生進行概念構圖時則逐步依據自己的概念重組連結，建構出其中的重要架構，圖二以「虛線方框」指出已初步建立關連的關鍵階層及交叉連結，並以「虛線圓框」指出尚未呈現的、或是有誤的重要連結。這些重要的概念連結，可說明學習者在概念構圖中所做的主動性認知努力。

2. 概念構圖教學教師與學生晤談分析

(1) 對實驗組學生之晤談分析

研究者挑選 S1 及另外二位學生、和擔任實驗教學的教師進行晤談，以求更深入瞭解對概念構圖教學與學習之看法與感受。由晤談可進一步確定概念構圖促使學習者在認知上主動分析重組，且能協助發覺學習概念時的盲點，可發揮概念構圖後設認知的功能，同時，學生亦肯定此種努力對學習是有幫助的。

運用概念構圖的教學模式，學生除了從概念構圖任務所做的認知努力獲益之外，此教學模式亦可能經由增進有效的同儕互動協助教師提升教學的成效。由於

概念構圖對學習者而言是項挑戰，特別在交叉連結的發展上，並非照抄即可草率成事，故學生彼此尋求同儕協助，使注意力得以聚焦於學習內容上。此外，兩位學生均提到生物能量的概念圖較為困難，可能原因乃為交叉連結的出現所致，符合 Novak 與 Gowin(1984)所指出交叉連結為高階的概念發展層次之觀點，且能印證「生物能量概念成就測驗」之結果。

(2) 對實驗教學教師的晤談分析

研究者在完成實驗教學後相隔約二週的時間對教師進行訪談，主要針對教學工作、學生反應、及班級管理等方面。教師認為概念構圖教學建立真正以學生為中心的教學情境，且認同概念構圖教學模式在有助於生物概念的講解，特別是對於抽象度較高的概念，如光合作用等概念的說明。同時，也發現各反應中細部反應間的關係，如：呼吸作用中三個反應間關係，事實上學生在傳統教學中是難以釐清的，這部份的概念連結即為 Novak 與 Gowin(1984)所稱之「交叉連結」的部份，屬於概念學習中是較高階、較慢發展的概念結構，基於對教師和學生的晤談，顯示與 Kinchin(2001)所指出：「生手概念圖缺乏有效的橫向、統整性的連結」之特質相符，生手非侷限於在概念構圖的技巧，更受制於對概念未有系統性的理解。概念圖對此部份概念發展的針砭效用可對照成就測驗之結果，無論在區辨光反應與暗反應、呼吸作用中三個反應間之關係、及釐清動植物呼吸及植物光合作用之迷思概念上，實驗組均較對照組低約 25 至 40%。

(三) 「概念構圖科學教學模式」態度問卷

以此問卷調查實驗組 107 位學生，結果以卡方檢定分析，並以此進一步討論。

表五 「概念構圖科學教學模式」態度問卷卡方檢定

題號	選項(個數/比例)	選項(個數/比例)	選項(個數/比例)	卡方	自由度	顯著性
1	①(29/27.1)	②(25/23.4)	③(51/47.7)	11.20	2	.004**
2	①(48/44.9)	②(21/19.6)	③(37/32.7)	10.52	2	.005**
3	①(31/29.0)	②(25/23.4)	③(47/43.9)	7.53	2	.023*
4	①(87/81.3)	②(2/1.9)	③(18/16.8)	114.41	2	.000***
5	①(32/31.1)	②(24/23.3)	③(47/45.6)	7.94	2	.019*
6	①(66/61.7)	②(12/11.2)	③(29/27.1)	42.75	2	.000***

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

由表五顯示問卷所有問題填答反應，經卡方檢定均達顯著差異，就各題進一步討論：1.第一、二題為相關問題，概念構圖最難部份，「建立各分支間的關係」有 51 人選答，顯示此部份學生最感困難，學生此種感受與成就測驗之表現相當一致；接著詢問學生最常以何種方法克服困難，有 48 人選擇以同儕討論方式，餘者利用課堂發問及仔細翻閱參考書等方法；2.第三題要學生比較「生物能量」概念圖與先前的訓練單元，有 47 人認為生物能量概念需在分支間建立關連性是主要差異，其餘選擇生物能量較為抽象、及涉及概念數較多之人數相近；3.第四、五兩題相關，首先問及概念構圖教學方式對於生物概念的學習是否有幫助，有 87 人（約 81.3%）給予肯定答覆；接著深入瞭解，主要以何種機制幫助學習，有

47 人認為是構圖過程中增加發現原來未注意到、或不明瞭的概念關係；4.最後第六題問到是否希望繼續採概念構圖教學與學習，有 66 人回答「是」，僅 12 人回答「否」，在 29 位回答不知道的學生中，多數認為畫概念圖有時花蠻多時間，而且難度頗高，因此不能肯定是否會繼續使用。

結論與建議

本研究得以下結論：

1.接受「概念構圖科學教學模式」之實驗組學生，在生物能量學習成效顯著優於對照組；2.在學習完生物能量單元後，高中學生依舊存有相當的迷思概念，主要在於各反應間之關係、及呼吸作用的本質是生化反應方面；3.實驗組學生在前述所述迷思概念，多低於對照組約 30%左右，支持概念構圖可提升生物概念學習成效及降低迷思概念之效應；4.學生概念圖顯示實驗組學生在交叉連結部份做出主動學習的努力，與成就測驗之表現一致；5.實驗組學生多認為採概念構圖教學有助於生物概念學習，並持正向態度；6.進行實驗教學之教師肯定「概念構圖科學教學模式」在提升學生學習動機、及有助於班級管理之效應。

基於整個研究歷程及結論，提出建議：

1.可對概念分支間的連結關係發揮針砭效果，因此對於不易達成之統整性概念的教學與學習應運用之；2.「概念構圖科學教學模式」可促使學生採同儕互動方式克服困難，提升學習動機，建議將其融入合作學習班級型態中進一步研究與運用。

主要參考文獻

- 王雪紛(1997)：我國小高年級學生光合作用學習困難之研究。國民教育研究集刊，第3期，217-240。
- 全中平(1992)：國立台北師範學院非數理系學生對概念圖學習態度之研究。台北師院學報，第5期，299-318。
- 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，未出版。
- 張賴妙理與鄭湧涇(2000)：運用診斷測驗探究國一學生對光合作用的另有概念。中華民國第十六屆科學教育學術研討會論文彙編，403-49。
- Bell, B. (1985). Students' ideas about plant nutrition: what are they? *Journal of Biological Education*, 19(3), 213-218.
- Duit, R. (1991). Students' conceptual frameworks: consequences of learning science. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds), *The Psychology of Learning Science*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Eisen, Y. & Stav, R. (1988). Student's understanding of photosynthesis. *American Biology Teacher*, 50(4), 208-212.
- Halloun, I. A. & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Martin, B.L., Mintzes, F.F., & Clavijo, I.E.(2000). Restructuring knowledge in biology: cognitive processes and metacognitive reflections. *International Journal of Science Education*, 22(3), 303-323.
- Mintzes, J. J. et al. (1991). Children' biology. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds), *The Psychology of Learning Science*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mintzes, J.J., Wandersee, J.H, & Novak, J.D.(2001). Assessing understanding in biology. *Journal of Biological Education*, 35(3), 118-124.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, London: Cambridge University Press.
- Novak, J. D. & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28, 117-153.
- Pankratius, W. J. (1990). Building an organized knowledge base: Concept mapping and achievement in secondary school physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 315-333.
- Stuart, H. A. (1985). Should concept maps be scored numerically? *European Journal of Science Education*, 7(1), 73-81.
- 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.

研究成果自評

本研究均完全依據研究計畫執行，並按期限完成，研究成果與原預期目標相

近，研究成果具實際運用價值，可推廣於中小學及大學科學科目之教學與學習之用。同時本研究報告已改寫為期刊論文格式，將於近日投稿。



附件

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利
月 15 日

可技術移轉

日期：92 年 8

國科會補助計畫	計畫名稱：「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 計畫主持人：林達森 計畫編號：NSC91-2411-S-041-001 學門領域：科教學們
技術/創作名稱	運用概念構圖之科學教學模式
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 (100~500 字)
	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。

