

## 併用概念圖於國中學生合作學習歷程之研究

林達森\*

嘉南藥理科技大學師資培育中心助理教授

### 摘要

本研究之目的，在探究國中學生以合作學習進行生物能量單元教學時，併用概念圖於學習及評量之效應，並考慮學生認知風格此中介變項之影響。採準實驗設計，研究對象為國一學生，實驗組與對照組分別有 38 位學生，隨機選取一班為實驗組，一班為對照組。實驗組進行合作學習；對照組採傳統教學。實驗所得資料，經統計分析，所得結果如下：（1）合作學習使學生在運用概念圖來學習生物能量概念之成效顯著優於傳統教學；（2）不同認知風格學生在概念圖測驗之得分沒有顯著差異；（3）合作學習與認知風格在概念圖測驗的得分上存在顯著的交互作用；（4）運用概念圖於生物概念學習效果緩慢，但受到學生肯定。

**關鍵字：**生物能量、光合作用、呼吸作用、合作學習、認知風格、概念圖

---

\*聯絡方式：indar@gcn.net.tw

## 一、緒論

中小學教育為學習者奠定未來適應社會、職業選擇、及專業進修的重要基礎，乃為通識教育的重要環節之一，而尋求更有效的教學策略、發展能更真切地評量學生學習成就的評量工具是中小學教育相關研究的重要目標之一。傳統上講述式教學雖有其優點而歷久不衰，但未能提供同儕互動機會，致使學生的學習成效為人詬病；而長久以來所使用的紙筆測驗雖節省時間，卻無法真實地反應學習者的認知架構。

本研究運用概念圖於合作學習歷程之教學及評量，目的在比較採用傳統教學或合作學習的班級之間學習成效之差異，並考慮學生的認知風格是否亦為影響科學學習成效之因素，進一步探究教學法與認知風格在學生透過概念圖學習生物能量概念是否存在有交互作用的效應。

故本研究主要回答下列三個問題：

(一) 比較在不同教學法之班級運用概念圖於教學及評量中，學生學習成效是否有顯著差異？

(二) 探討不同認知風格的學生，在運用概念圖於生物能量概念學習之歷程與結果，是否存在顯著差異？

(三) 試探教學法與認知風格是否在學生運用概念圖於生物能量概念學習之成效上存在交互作用之效應？

## 二、文獻探討

### (一) 概念圖

概念圖是由美國康乃爾大學的學者 J. D. Novak 等人所發展，初始作為轉錄質性資料之工具，爾後被研究者用於課程發展、教學與學習、及評量，以求提升學生概念學習成效。所謂概念圖乃藉由繪出或使用以命題形式呈現的概念圖來表徵教材中概念與概念之間的關係(Novak & Gowin, 1984; Novak & Musonda, 1991)。概念構圖是在學生學習之前與之後，要其將一組彼此相關聯的概念以適當的連結語連結起來，使成為完整的概念網路，即所謂概念圖。由於概念圖能夠清楚地呈現給學生所擁有的概念及這些概念之間的關係，因此，概念圖不僅可以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，更進一步地，概念圖開始用來作為評量學習成果、輔助學習、以及研究學生認知架構等的工具。

概念圖用作評量工具時，教師依學生所畫的概念圖來評分，Stuart(1985)認為概念圖之所以用於評量計分，是基於下列幾項因素：(1)概念圖反映了學生的思考過程；(2)概念圖可以用某種方式加以計分，以便偵測學生的學習成就差異，或者以前後測的方式來瞭解同一位學生在學習前後的差異；(3)畫出概念圖有助於學生的理解及記憶。

Novak 與 Gowin(1984)將學生的概念圖分成四個結構成分：(1)關係 (relationships)：是指將兩個概念連結成一個命題的連結語，在評分時，針對每個有效且有意義命題的連結語進行計分，模糊或錯誤不給分；(2)階層

(hierarchies)：指概念圖中所呈現的階層而言，通常附屬概念較上一階概念更具特殊性。評分時只計算有意義的階層關係，並給予三至十倍於正確聯結關係的分數，研究者應根據所教學之概念圖內容與結構加以取捨；(3)交叉連結(cross-links)：是指概念圖中某一階層的一部份與另一階層部分有所連結，交叉連結較「概念的階層化」更能顯示學生是否建立正確的概念網絡，達到有意義的學習成果，因此，正確的交叉連結給予二至三倍的「正確概念階層」的分數；(4)舉例(examples)：指學生能根據自己對概念的瞭解，提出正確具代表性的例子。通常學生舉出之例子，並且能夠標示清楚連結關係時給予與正確連結關係相當之得分。爾後研究者對概念圖的計分方式也有所補充，增加對概念、重要概念名詞、分支及命題增加量(林達森, 2003; Stuart, 1985; Markham et al., 1994)等結構成分之計分。重要概念名詞是指對於學習者而言，在該領域或學習單元中重要的、且必須被瞭解的概念名詞，這些名詞若不瞭解，則對於學習任務有關鍵影響；分支是指以每一個概念群集為核心，若有分支由此群集分出，則給予計分，甚至是加權計分；而命題增加量則是學生若在教材所提範圍之外增加相關命題或概念，則予以計分或額外加分。教師及研究者可依據所要教學的內容繪出標準概念圖，再根據上述數項原則訂出給分標準。

## (二) 合作學習

Okebukola 與 Jegede (1989)、Roth 與 Roychoudhury (1994)等人指出在採行合作學習的教室中運用概念圖進行教學，學生在概念學習的成效顯著優於以一般大班教學的學生學習成效。合作學習是一種班級組織的型態，儘管合作學習在實際執行上有相當的歧異度，不過它們的共通處是學生均是在小組或小團隊中一起學習並且彼此互相協助，以達成共同的學習目標。換句話說，合作學習採小組學習方式，學生一起學習進而擴大自己與他人的學習機會，同時他人的成功也就是自己的成功，這是一種命運共同體的狀態，是屬於積極互賴的學習情境。合作學習法的運作原理大致包含：(1)特長互補原理；(2)個別績效計量原理；(3)成功機會均等原理；(4)群體目標；(5)資源共用原理；(6)團隊競爭；(7)適應個別需求原理；(8)任務結構原理(林達森, 2001)。當然，合作學習的方式多樣化，並非每一種合作學習方式均包含上述所有運作原理。由於合作學習以增進同儕互動來促進學習，使用概念圖的學習對學習者而言，除了技巧的訓練外，更重要的是需要有重新分析、架構、組織、並建構屬於學習者的概念架構之歷程，是否運用概念圖於合作學習小組中能獲得較好的成果，有待進行探究。

## (三) 認知風格

但是每一位學生均有其相異的特質，合作學習是否會有相同的效益，例如：對學生的學習風格或認知風格是否效益一樣？合作學習與傳統教學對學業成就之效應中，可發現有些是並無顯著差異，甚至反而得到較差的結果(Slavin, 1989, 1990, 1991)。

認知風格是一個假說性的構念(hypothetical construct)，是指一個人從事認知活動時特有的風格或方式(Witkin & Goodenough, 1981; Riding & Cheema, 1991; Morgan, 1997)。認知風格類型甚多，其中「場地獨立型與場地倚賴型」(field-independence vs. field-dependence)相關研究較為豐富，此一認知風格維度最早是由 Witkin 等人於 1954 年所提出，又被稱為「心理分化」(psychological differentiation)(Witkin et al., 1962)，或是「場地清晰度」(field articulation)，此認

知風格以藏圖測驗(embedded figures test, EFT)作為測量工具。

研究指出場地獨立性及倚賴性是指個人以分析或以整體的方式或態度來認識環境，場地獨立者較能夠選擇性地運用其注意力於周遭環境，常採分析的態度將環境中的刺激之各部分分離開來，並以自身的認知結構、及自我的目的等為參照來重新組織，因此善於經由重建其初始經驗而達到不同的知覺；反之，場地倚賴者其知覺場(perceptual field)較固著於原來的環境，而在認知上傾向於把整個情境視為整體不加分析，因此易受原來情境中所有因素的影響來進行反應。換言之，前者常視情境中之主體與背景為獨立分離；後者把主體與背景混同不加區分。就訊息處理理論的觀點而言，場地獨立者的學習特徵，對於工作記憶的處理效率較有幫助，且對於結構不明確的刺激能主動賦予該刺激合理的架構，故有助於學習。此外，場地獨立者習慣於主動處理訊息，藉由內在動機獲得增強；場地倚賴者較採被動的學習方式，重視外在增強(楊坤原, 1996; 林達森, 2001; Witkin & Goodenough, 1981; Bertini, 1986; Morgan, 1997; Atkinson, 1998)。

### 三、研究方法

#### (一) 研究對象

以高市國一學生為研究對象。高市各國中為常態編班，考慮可行性，選定進行本實驗教學之某校後，隨機任選由同一位教師任教生物的兩個班級。並隨機分配一班為實驗組，另一班為對照組，各班為 38 人，總共 76 人。

#### (二) 實驗設計

本研究採準實驗前後測之設計。實驗教學開始之前，先實施「藏圖測驗」，以決定每位學生的認知風格類型，並蒐集兩班學生第一次月考的生物科成績作為前測的成績。然後進行實驗教學，實驗組進行合作學習；對照組進行傳統式教學。實驗教學期間約計四週，於開學後第七週進行。實驗結束後，實施概念圖測驗，以驗收教學的成果。

對照組所進行的傳統式教學是指教師直接以講述的方式，將科學概念直接灌輸給學生。教學進行的流程大致上以教師開場(initiation)、學生回應(reply)、教師評量(evaluation)的步驟，即所謂“IRE”的教室活動。

實驗組所進行的合作學習是由林達森(2001)所設計之「合作建構教學」模式，主要融合 Slavin(1978, 1991)所提出之屬於學生小組學習的「學生小組成就區分法」(STAD)與 Driver 與 Oldham (1986)的建構教學流程，將學生分為六人之異質性小組進行學習活動，以組內合作、組間競爭為原則。整個教學過程包含下列五個階段：1、確定教學主題的方向，藉由實際觀察活動及問題引出教學主題；2、教師指出與主題相關之關鍵概念；3、引發學生的相關先備概念；4、概念的衝突與重建，由組員互動比較彼此想法的差異，經由合作繪製概念圖的歷程重整概念架構；5、評量，以個人為單位進行生物能量概念圖繪製，呈獻學生的學習成效。此模式主要基於建構主義的理念，兼容個人取向建構主義所著重的個人既存的認知架構，以及社會取向建構主義所主張知識經由社會互動而建立；並有效利用同儕合作的各項運作原理，以促進生物能量概念的學習。

實驗組進行教學時，每一小單元均有共同繪製概念圖的學習作業，並且在

每一單元結束時所進行的小考中均有該單元概念之概念圖測驗；而對照組在上課時由老師直接呈現部分概念圖並解釋，餘者由個人自行作業，學生個別將老師提供的概念圖記述在課本上，每一單元結束時亦包含概念圖繪製的小考。

### (三) 研究工具

#### 1. 實驗教材

本實驗教學研究是以國民中學生物科學教材（國編本）上冊之植物的「光合作用」、「呼吸作用」、及「光合與呼吸作用之比較」共三個單元，作為實驗觀察之教學內容，並經研究者仔細予以分析繪成生物能量概念圖。同時，實驗組與對照組之教材內容務求在深度與廣度上均相同。

#### 2. 資料蒐集

本研究利用「認知式態測驗」及「概念圖測驗」蒐集數據，茲分述如下：

##### (1) 認知風格測驗工具

認知風格的測驗使用「認知式態測驗」中的藏圖測驗，用以鑑別學生的認知風格。此測驗由國內學者林生傳與傅粹馨在教育部委託資助下，於1993年編製成。主要在測量國小四年級至國中一年級學生的認知風格，建立有常模，採標準分數與百分位數常模，測驗時間為20分鐘。在信度方面，重測信度為.69，鑑別度平均約為.38。在效度方面，該藏圖測驗與國內另一「藏圖測驗」（吳靜吉，1974）求相關，效度為.67；與「瑞文氏圖形推理測驗」（Raven's Standard Progressive Matrices; 俞筱鈞修訂，1993）求得相關為.41。

##### (2) 概念圖測驗

文獻探討中已介紹使用概念圖進行教學及評量的理念及基本方法，研究者依據對現行國中生物科所有有關生物能量概念之內容的分析及相關文獻資料彙整後設計「概念圖測驗」（見附錄一、二），作為教學參考及評量學習成效之用。

參酌 Novak 與 Gowin(1984)以及 Schreiber 與 Abegg(1991)等人的評分方法訂定概念圖的評分規則。Stuart(1985)基於 Novak 與 Gowin(1984)的概念圖評分系統加以修飾，其中將該單元重要概念名稱納入計分範疇。對於國一學生學習生物能量單元而言，多數專有名詞均是學習該單元所必須瞭解的。因此，「概念圖測驗」之評分亦將每一概念（即概念圖中之節點）納入計分。本研究所區分的四類不包含交叉連結，而是根據生物界能量的利用與流動所形成之能量塔的先後順序，區分出一類稱為「關鍵階層」，並加重其計分。茲逐項說明四個評分類別：

a. 概念：在「概念圖測驗」中受試者所標示出正確的與生物能量相關之概念，名稱正確，在概念圖中所出現之位置、及與其連結的概念之間確有相關連性時，及給予一分，列入計分的有13個概念。

b. 關係：此項是指將兩個概念連結為一個有效的命題，並以適當的聯結語說明兩個概念之關係，所形成之命題正確則給予一分，本項目共佔11分。

c. 階層：對於階層的區分來自自然界中對於能量的獲得與利用之先後順序，階層正確者給予三分（附錄一以 表示），共有4個階層，此類總共有12分。

d. 關鍵階層：是依據過去迷思概念相關研究文獻之結果及生物學中能量塔

的順序為參考，這些資料指出學生學習生物能量相關概念時，對於光合作用及呼吸作用之區分，以及在能量使用上的角色定位最易產生迷思概念，正確繪出者給予九分。共有 1 個關鍵階層連結（附錄一以 \* 表示），故此類共佔有 9 分。

e. 舉例：若學生在概念圖中畫出屬於某概念或命題的正確例子，則每一個例子給予一分。

依上述評分方式，除舉例外其他四類所得總分為 45 分。此概念圖及評分之標準均經過研究者邀集專家進行分析與檢討，專家包括三位國中生物教師（任教年資分別為三、十一、十五年，其中一人獲有碩士學位），及三位大學教授（其中二位是主修生物學，另一位主修為課程與教學）審查其正確性，以確保測驗的效度。

為確保評分者之信度，商請一位擁有自然及社會科概念圖測驗研究發展經驗的教育學博士，依據上述說明之概念圖評分方式評閱成績，與研究者之評分求得相關。由於在研究結果與討論時，「概念圖測驗」的成績除了在總分上進行分析外，亦將其各部分依研究所需分開來進行說明，因此在評分者信度上亦對各部分成績求其相關性。在「概念圖測驗」成績的總分上，相關係數為.94；在「概念」部分，相關係數為.93；在「關係」部分，相關係數.88；若將總分去除「概念」部分，剩餘部分成績相關係數為.9。

### （3）訪談與原案分析

研究者依據合作學習歷程中各種認知風格學生之學習表現，以及在繪製概念圖中所表現之參與行為，選擇數位學生進行半結構式晤談，並將晤談內容轉為原案進行內容分析。

### （4）問卷

依據學生合作學習歷程之表現以及晤談之內容分析，研究者設計有關合作學習進行概念構圖之學習態度問卷（問卷內容於結果與討論表二十四至二十六中呈現），藉以瞭解所有實驗組學生在併用概念圖於合作學習歷程中之感受與回饋。

## 四、結果與討論

### （一）合作學習在學生概念圖表現之效應

#### 1. 「概念圖測驗」成績統計分析

分析實驗組學生是否在「概念圖測驗」優於對照組。進行共變數分析，以前測為共變項，結果如表一、表二，調整後平均數實驗組為 22.89，對照組為 15.95，表二顯示排除了受試者在學習「生物能量」單元之前的生物基本能力的因素之後，概念圖測驗的變異來自實驗處理所造成的變異在  $p < .01$  下具顯著性為.001。以合作學習進行生物能量單元之教學，結果實驗組學生在「概念圖測驗」的成績確實優於對照組學生。相較於 Okebukola 與 Jegede (1989)、Roth 與 Roychoudhury (1994) 等人在理化學科，簡妙娟(2000)在社會科的研究結果，以合作學習進行概念圖的學習顯著優於傳統教學方式，有相似的成效。

究其原因，可能因為透過組員之間充分的討論，同儕互動讓學生提出、並釐清多種不同觀點，使學生不僅能更有效認識科學概念及概念間適當的關係，

並且能以較為適當方式表達為概念網路。此結果足證合作學習對生物能量概念的學習、以及生物能量概念圖的運用上有其正向的效果。

表一 「概念圖測驗」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 | 38 | 23.61 | 7.87  | 22.89  | 1.45 |
| 對照組 | 38 | 15.24 | 10.51 | 15.95  | 1.45 |
| 總和  | 76 | 19.42 | 10.14 |        |      |

表二 「概念圖測驗」共變數分析

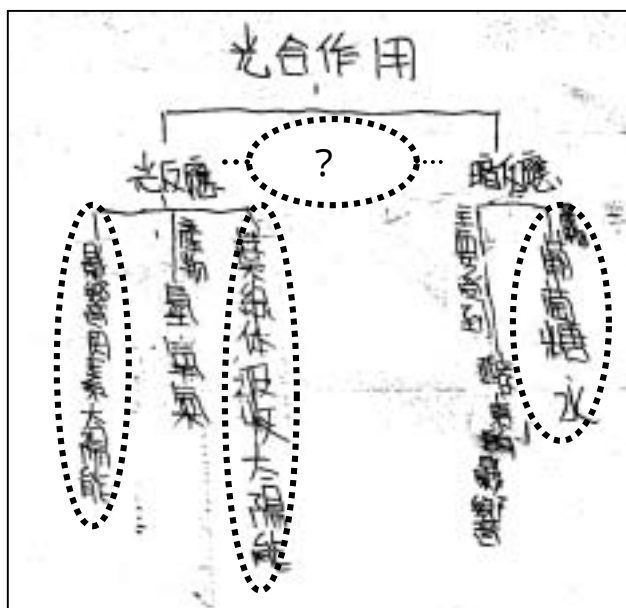
| 來源   | 平方和     | 自由度 | 均方      | F檢定   | 顯著性     |
|------|---------|-----|---------|-------|---------|
| 共變項  | 1194.84 | 1   | 1194.84 | 15.45 | .000*** |
| 實驗處理 | 866.96  | 1   | 866.96  | 11.21 | .001*** |
| 誤差   | 5646.73 | 73  | 77.35   |       |         |

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

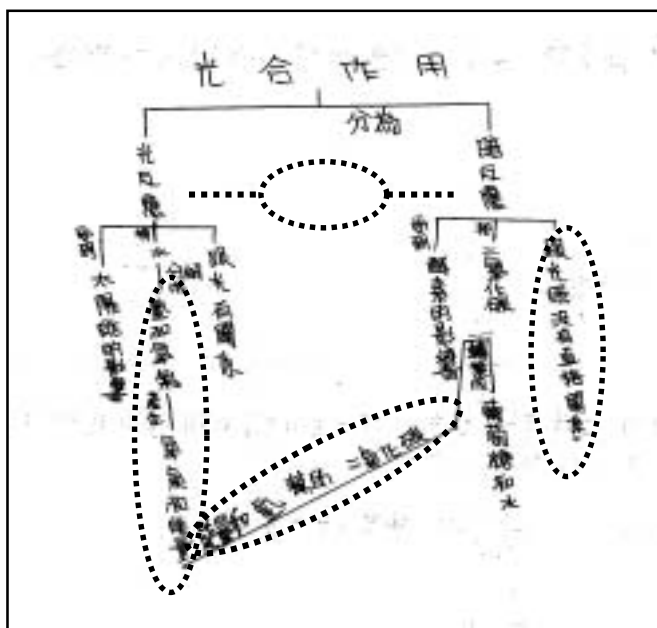
## 2.概念圖的比較

以下呈現學生概念圖繪製成果，包括光合作用單元小考之概念圖、以及學生在「概念圖測驗」中所繪製的概念圖。

圖（一）、圖（二）為實驗組班級進行合作學習的第一組與第二組之光合作用作業單中的概念圖結果，最為明顯的共同特徵是學生直接將有關光合作用的命題直述出來（以虛線橢圓標示出），除了一開始的光合作用可分為「光反應」與「暗反應」以概念圖的方式呈現之外，其餘幾乎都是以整句敘述表達。而這個部分是老師提示學生的，雖然在繪製這些概念圖之前，學生已經在「生物體的構造」及「消化系統的組成」學習並練習了有關繪製概念圖的方法，訓練時間大約在每次上課撥出三十分鐘的時間進行。但是，一方面可能因為這些單元內容所包含的概念較為具體，且層次分明，與生物能量概念有所差異，所以學生仍難以使用概念圖呈現光合作用相關之概念網路；另一方面，與Okebukola(1992)在以概念圖作為學習及評量工具之前，對學生進行約 480 分鐘的概念圖訓練相較，本研究用於訓練學生繪製概念圖的時間較短，僅有 180 分鐘（共約四節課的時間）。可能訓練時間過短，使得在進行「生物能量」單元教學的初期，學生繪製概念圖的成果不佳。除了繪製概念圖的技巧顯得生疏外，此兩個概念圖也顯示學生在「光反應」與「暗反應」之間的區別，以及兩者之間的關係仍不甚了解。關於兩個反應所需的原料未能清楚呈現，兩個反應之間的聯繫更完全沒有表示有任何關係存在。



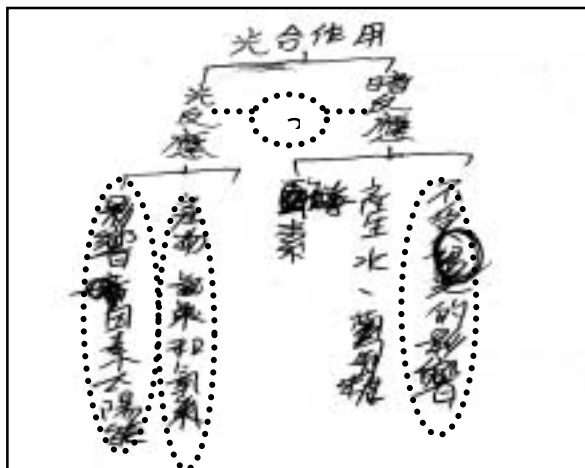
圖（一） 實驗組班級第一組光合作用作業單之概念圖



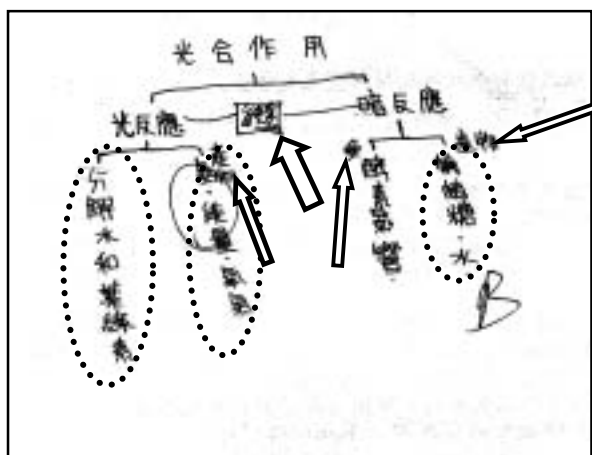
圖（二） 實驗組班級第二組光合作用作業單之概念圖

圖（三）、圖（四）為實驗組班級第一組兩位學生光合作用單元小考的概念圖，圖（三）為場地倚賴型學生；圖（四）為場地獨立型學生之概念圖。以文句直述的表達方式在這兩個概念圖中仍然佔重要的角色(以虛線橢圓標示)，雖然在作業單討論與小考之間經過老師的訂正、再提示概念圖的技巧、及小組為單位進行考前的複習與討論，這種情況依然未有大幅改善。再者，場地倚賴型學生的概念圖與場地獨立型學生相較之下，和作業單上的概念圖（組員共同完成的）較相近（此部份之分析在認知風格部分將詳細討論），缺少對「光反應」與「暗反應」關係的說明。





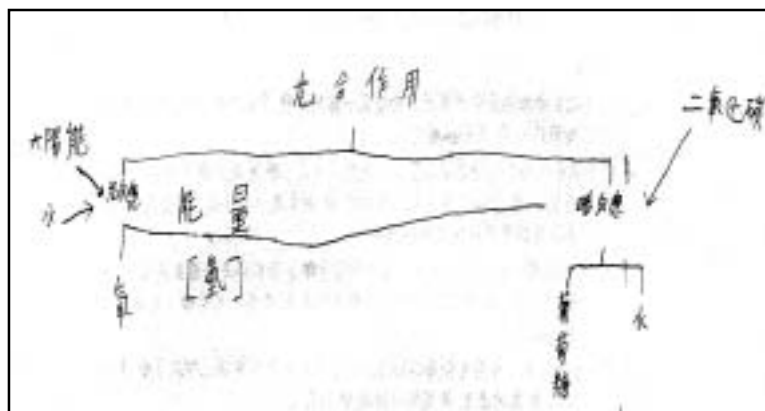
圖(三) 實驗組班級第一組學生光合作用單元小考概念圖(場地倚賴型)



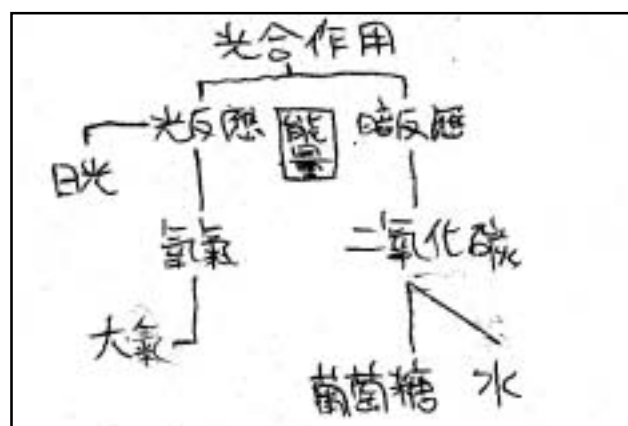
圖(四) 實驗組班級第一組學生光合作用單元小考概念圖(場地獨立型)

圖(五)、圖(六)為對照組班級兩位學生光合作用單元小考的概念圖，對照組班級的概念圖繪製在正式實驗前亦經過相同時間的訓練，但是，在生物能量單元中學生自行繪製，並無經過同學之間的討論，繪製後經老師批改及給分後，再由老師呈現標準概念圖讓學生抄下做為參考。因此，圖(五)、圖(六)與前述的實驗組班級的圖(三)、圖(四)概念比較可以發現，對照組學生可能大多是背誦老師所給的專家概念圖繪製而成，所以在檢選重要概念(即概念網路中的節點)，並以線段加以連結此一技巧上並無困難，未出現實驗組學生所普遍存在的問題。不過，雖然對照組的概念圖很快就呈現出正確概念圖的型態，但是未能利用適當連結語表示概念與概念之間的關係；而實驗組雖以述句說明，但卻有呈現出概念間的連結關係。在對照組班級，教師所提供的概念圖，對於表示概念間關係的連結語之呈現並非完全寫出，大約說明二分之一，剩餘交給學生自行參照完成，由於缺少與同學討論的機會，因此在被動接受老師的概念圖情況下，學生可能僅死背一個個的概念及連結狀態，卻沒有真正瞭解概念間的關係，而這些關係是建立完整且具有意義的概念網路所必要的。由於教學策略有所差異，學生學習科學概念時所著重的方向存有相當大的不同，傳統教學下的學生可能重視將概念熟背；而進行合作學習的學生經由同儕間的討論，因而傾向逐步摸索及建構，以求真正理解概念間的關係，建立完整的概念

網路。

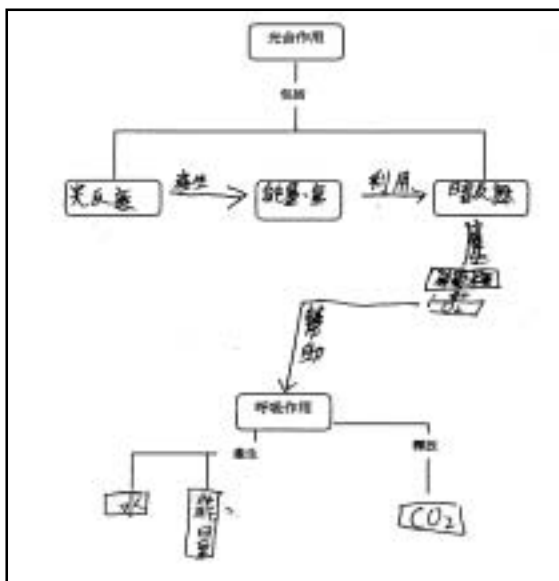


圖（五） 對照組班級學生光合作用單元小考概念圖（場地倚賴型）

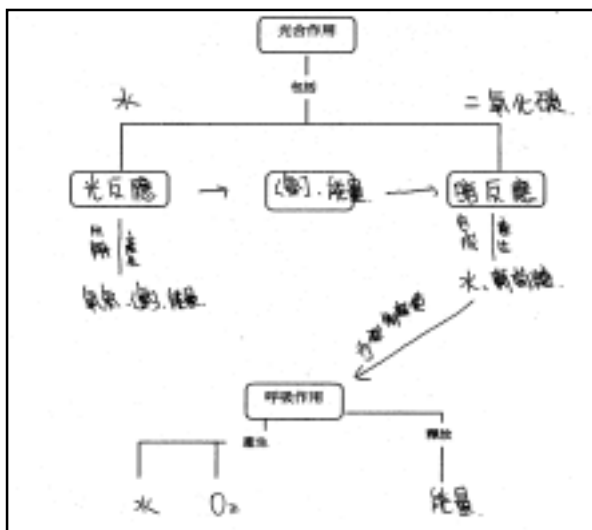


圖（六） 對照組班級學生光合作用單元小考概念圖（場地獨立型）

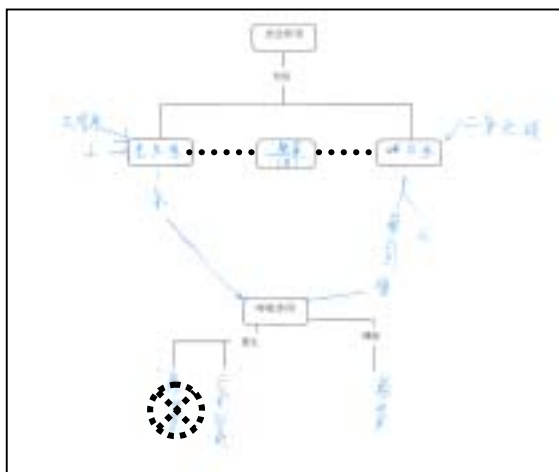
以下比較完成「生物能量」單元的教學後，最後進行「概念圖測驗」的評量，結果如圖（七）、圖（八）、圖（九）、圖（十）。圖（七）（此學生與圖（三）同）、圖（八）（此學生與圖（四）同）為實驗組班級兩位學生在「概念圖測驗」的成果；圖（九）（此學生與圖（五）同）、圖（十）（此學生與圖（六）同）為對照組班級兩位學生在「概念圖測驗」的成果。從這些概念圖可以發現，學生經過了多次的繪製概念圖訓練之後（包括三次生物能量單元的作業單及生物能量單元前的前置訓練），在呈現個別概念、並運用適當的連結線和連結語呈現概念網絡的技巧上尚有進步的空間。如前所述，在作業單的訓練過程中，研究者已發現學生對如何由一般的述句中挑出重要概念，以及利用簡單而適切的連結語使其表示為一正確命題的方法難於把握，在經過更多次的實際練習，並且在「概念圖測驗」中研究者亦提供了鷹架輔助學生如何更正確的表達概念間的意義後，實驗組學生的概念圖有較理想的成果。



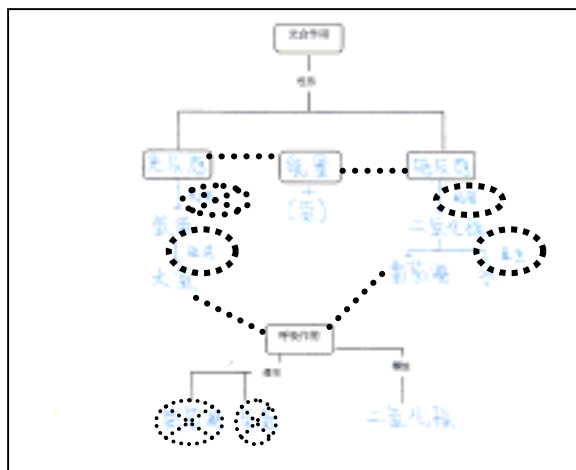
圖（七） 實驗組班級學生生物能量概念圖（場地倚賴型）



圖（八） 實驗組班級學生生物能量概念圖（場地獨立型）



圖（九） 對照組班級學生生物能量概念圖（場地倚賴型）



圖（十） 對照組班級學生生物能量概念圖（場地獨立型）

圖（七）、圖（八）兩個概念圖也顯示了在說明概念間的關係這部分相當完整，相較於圖（九）、圖（十）兩個對照組學生的概念圖而言。圖（九）顯示該位受試者雖然繪出了不少與生物能量相關之概念，且所列出之概念多數是正確的（錯誤概念以⊗標出），但是，部分概念之間有所關連卻未能以線段連結（以虛線線段標出），而其他概念間之關係雖有利用線段呈現其間存在關連性，但均未能以正確的連結語說明關連性，故無法形成正確的命題。圖（十）有類似的問題，該位受試者亦列出了多數與生物能量相關之概念，但僅有部分以線段連結，並以正確連結語說明兩個概念之間的關係（以橢圓虛線標出），而形成有效且正確的命題。實驗組與對照組在「國中生物能量概念圖測驗」結果之中所存在的這種差異，可以肯定前述的討論，合作學習法促使學生更能重視科學概念網路中，概念間真正的關係，如此才能獲得真正的理解。

實驗組學生的概念圖呈現出光合作用與呼吸作用間的連結關係，亦即「概念圖測驗」評分方法中所提出的關鍵階層，此一關係是植物界與動物界能量流動的關鍵，也是學習完整的生物能量概念的最重點。在對照組兩位學生的概念圖中均未完成此一關鍵階層。要真正瞭解此一關鍵階層的意義，學生不僅需要掌握自然界中的能量由太陽而來，經由葉綠素捕捉開始進入生物界中，綠色植物對於這些能量如何儲存及利用，以及生物界的食物鏈關係，再要釐清生物生理功能運作所需能量的形式及獲取方式。這樣的概念網路的建立，並非單靠記憶即可完成。在傳統教學下，學生要個別理解光合作用及呼吸作用已屬不易，要有意義地整合兩種反應以完成生物能量流動的概念網則更為困難。而在合作學習中，學生在教師的協助引導下，有充分的時間與組員交換意見，雖然個人的先備知識不同，但是同儕間使用的語詞及溝通方式相近，生物能量的相關概念有較大的機會在小組討論中逐步釐清；不像在傳統教學下，個人只能以課本及老師單向的解說來理解，而教師用詞與學生的認知架構無法配合，造成學生無法建立完整的生物能量概念。

由於以傳統教學法進行生物能量單元教學時可能造成學生僅記憶個別概念，及在標準概念圖中的相對位置，因此，實驗組與對照組在「概念圖測驗」中的「概念個數」是否會有所差異亦值得探究。以下將概念圖中的「概念個數」

與其餘部分（其餘部分包含「關係」、「階層」、「關鍵階層」）分開，分別統計分析。僅以概念圖中的概念個數進行分析時，結果如表三、表四，結果顯示來自實驗處理變異在  $p < .01$  下具顯著性為 0.001。在去除概念數得分之外的其餘部分得分，經統計分析結果如表五、表六，顯示來自實驗處理變異在  $p < .01$  下具顯著性為 0.001。實驗組均優於對照組。

表三 「概念圖測驗」(概念個數)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 | 38 | 8.21 | 2.00 | 7.99   | .41 |
| 對照組 | 38 | 5.76 | 3.21 | 5.99   | .41 |
| 總和  | 76 | 6.99 | 2.93 |        |     |

表四 「概念圖測驗」(概念個數)共變數分析

| 來源   | 平方和    | 自由度 | 均方     | F檢定   | 顯著性     |
|------|--------|-----|--------|-------|---------|
| 共變項  | 110.95 | 1   | 110.95 | 17.62 | .000*** |
| 實驗處理 | 72.47  | 1   | 72.47  | 11.51 | .001*** |
| 誤差   | 459.57 | 73  | 6.30   |       |         |

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

表五 「概念圖測驗」(去除概念數)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 | 38 | 15.39 | 6.55 | 14.86  | 1.10 |
| 對照組 | 38 | 8.63  | 7.50 | 9.16   | 1.10 |
| 總和  | 76 | 12.01 | 7.78 |        |      |

表六 「概念圖測驗」(去除概念數)共變數分析

| 來源   | 平方和     | 自由度 | 均方     | F檢定   | 顯著性     |
|------|---------|-----|--------|-------|---------|
| 共變項  | 685.21  | 1   | 685.21 | 15.30 | .000*** |
| 實驗處理 | 585.79  | 1   | 585.79 | 13.08 | .001*** |
| 誤差   | 3269.99 | 73  | 44.79  |       |         |

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

從學生的概念圖分析，與概念圖測驗的得分所做的量的統計分析結果對照比較，實驗組班級在概念圖測驗的結果即使將概念數與其他部份分開另行統計分析，兩部份之得分均得到顯著優於對照組學生的成績。實驗組學生不僅在概念間關係的理解顯著較好，且可能因為此種理解是對整體概念網路的掌握，故進而促使學生對於個別概念的呈現亦較對照組學生豐富。對照組的概念圖，在初期雖然較實驗組佳，但是在「生物能量」單元結束時的概念圖測驗之表現依

然與初期相似，並無明顯的轉變，特別在概念間的關係沒有進步。說明合作學習避免以直接呈現方式將所有知識傳遞給學生，讓學生有充分的機會藉由討論方式逐漸釐清對概念的認知，以及概念間的相互關係，此種教學方式就學生的學習成就而言，較傳統教學中直接呈現知識及概念圖讓學生記憶的學習結果來說，顯然獲得了正向的效果。

(二) 認知風格與生物能量概念學習的關係

1. 「概念圖測驗」統計分析

關於認知風格對概念圖測驗成績之效應分析，共變數分析結果如表七、表八。結果顯示學生生物能量概念成就測驗成績若以風格分類來分組比較在  $p < .05$  下未達顯著水準，亦即三種風格類型受試者的「概念圖測驗」成績之間並未有顯著差異存在。由於三種風格分類的受試者是分散於實驗組及對照組之中，接受了不同的實驗處理，因此，研究者分別就實驗組及對照組進行分析。

表七 三種風格學生「概念圖測驗」之敘述統計

| 風格分類  | 人數 | 平均數   | 標準差   | 調整後平均數 | 標準誤  |
|-------|----|-------|-------|--------|------|
| 場地倚賴型 | 24 | 18.38 | 11.27 | 20.38  | 2.01 |
| 中間型   | 25 | 18.84 | 10.66 | 19.87  | 1.92 |
| 場地獨立型 | 27 | 20.89 | 8.70  | 18.16  | 1.96 |
| 總和    | 76 | 19.42 | 10.14 |        |      |

表八 三種風格學生「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    |
|------|---------|-----|---------|-------|--------|
| 共變項  | 1194.84 | 1   | 1194.84 | 13.32 | .00*** |
| 風格分類 | 54.77   | 2   | 27.39   | .31   | .74    |
| 誤差   | 6458.91 | 72  | 89.71   |       |        |

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

在實驗組（接受合作學習之班級）分析如表九、表十。顯示排除了受試者在學習「生物能量」單元之前的生物基本能力的因素之後，「概念圖測驗」成績若以風格分類來分組比較，實驗組中三種風格類型受試者的成績之間並未有顯著差異存在。

表九 實驗組三種風格學生「概念圖測驗」之敘述統計

| 風格分類  | 人數 | 平均數   | 標準差  | 調整後平均數 | 標準誤  |
|-------|----|-------|------|--------|------|
| 場地倚賴型 | 13 | 23.85 | 8.77 | 25.58  | 2.33 |
| 中間型   | 11 | 25.36 | 7.12 | 25.96  | 2.35 |
| 場地獨立型 | 14 | 22.00 | 7.79 | 19.92  | 2.35 |
| 總和    | 38 | 23.61 | 7.87 |        |      |

表十 實驗組三種風格學生「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 |
|------|---------|-----|--------|------|-----|
| 共變項  | 62.37   | 1   | 62.37  | 1.05 | .31 |
| 風格分類 | 210.08  | 2   | 105.04 | 1.77 | .19 |
| 誤差   | 2016.63 | 34  | 59.31  |      |     |

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

對照組的分析結果則如表十一、表十二所示，顯示在排除了受試者學習「生物能量」單元之前的生物基本能力的因素之後，學生生物能量概念圖測驗成績若以風格分類來分組比較在  $p < .05$  下未達到顯著水準，亦即對照組中三種風格類型受試者的成績之間沒有顯著差異。

表十一 對照組三種風格學生「概念圖測驗」之敘述統計

| 風格分類  | 人數 | 平均數   | 標準差   | 調整後平均數 | 標準誤  |
|-------|----|-------|-------|--------|------|
| 場地倚賴型 | 11 | 11.91 | 10.72 | 13.36  | 2.93 |
| 中間型   | 14 | 13.71 | 10.32 | 14.61  | 2.57 |
| 場地獨立型 | 13 | 19.69 | 9.76  | 17.50  | 2.77 |
| 總和    | 38 | 15.24 | 10.51 |        |      |

表十二 對照組三種風格學生「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    |
|------|---------|-----|--------|-------|--------|
| 共變項  | 912.99  | 1   | 312.78 | 10.08 | .003** |
| 風格分類 | 95.93   | 2   | 47.96  | .53   | .590   |
| 誤差   | 3079.96 | 34  | 90.58  |       |        |

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

綜合來說，以「概念圖測驗」成績作為依變項所得之分析結果，除了以實驗處理作為固定因子時有達到顯著水準，即實驗操弄的效應存在之外，以學生的認知風格作為固定因子的分析中發現各種風格類型之間均未有顯著差異存在，進一步分別以實驗組和對照組進行分析也均未達到顯著差異。

以概念圖方式來表達對科學概念的瞭解，對受試者而言是一種陌生且不易運用的表達方式，特別是在學生學習生物科時，教科書中的敘述多為完整的文字敘述，如何由文句中抽離主要概念並以關係述詞加以連結成命題敘述，對國一學生而言可能需要更多時間的學習與適應。因此，以認知風格為固定因子進行分析時，在對照組中，雖然場地獨立型的學生可能較善於分析、及重新建構等的認知工作，符合運用概念圖所需的技巧，但由於對概念圖的陌生，使得雖然場地獨立型的學生較中間型及場地倚賴型學生較優，但未達到顯著差異的水準；除此之外，對照組內場地獨立型的學生在概念圖測驗中表現較優的另一原因，則可能來自對生物能量概念的瞭解較其他兩種風格的學生佳。

## 2. 認知風格對概念圖之影響

前面所呈現的實驗組與對照組各兩位學生在「光合作用」單元小考及「概念圖測驗」所繪製的概念圖，其中圖（三）為實驗組班級的場地倚賴型學生、圖（四）為實驗組場地獨立型學生，與作業單的概念圖（圖（一））對照之下，發現場地倚賴型學生與小組作業單的討論結果較相似，此現象與 Oughton 與 Reed(1999)的研究結果相似。場地倚賴型學生在小組討論歷程中受到其他組員的看法影響較大，易於接受或採納他人的意見，因此，在小考中所繪的概念圖幾乎是與作業單的結果一樣。而圖（四）場地獨立型學生則添加了自己認為需要的概念進去，在光反應與暗反應之間有「能量」將兩個反應連結，建立兩個反應有所關連（以大箭頭標示），但是尚未能闡明概念間的關係；而且，在表達命題的方式上，似乎企圖逐漸脫離以直述句寫出，例如：將反應產生物的「產生」置於連結線段旁、以及暗反應受酵素影響的「受」（以箭頭標示），這是在圖（一）、圖（三）中所沒有的。而在傳統教學法下的學生，在光合作用單元小考的概念圖，圖（五）為場地倚賴型學生、圖（六）為場地獨立型學生，這兩個概念圖幾乎完全相同，顯示在傳統教學下，學生多是以背誦方式，接受老師所提供的重點，缺乏對於完整概念真正理解的機會與動機。因此，場地獨立型與倚賴型學生在以概念圖此種不甚熟悉的方式表達光合作用概念時，呈現完全相同的結果。

在「概念圖測驗」的結果，實驗組場地倚賴型學生如圖（七）、實驗組場地獨立型學生如圖（八），兩個學生的概念圖都有明顯的改善，學生在經過多次的作業單討論後，開始習慣使用概念圖的技巧說明所學習到的科學概念，雖然場地倚賴型學生遺漏了一些光反應與暗反應所需的原料，不過大致上兩個概念圖所涵蓋的概念網路正確性與完整性相近，也顯示合作學習在訓練學生使用概念圖時，可消弭認知風格所造成的影響，使不同認知風格的學生均達到相當的水準，同時可印證「概念圖測驗」的成績在不同認知風格學生間未有顯著差異存在。在對照組傳統教學下，學生的「概念圖測驗」之結果如圖（九）、圖（十），圖（九）為場地倚賴型學生；圖（十）為場地獨立型學生，顯示兩者之間有所差異。場地倚賴型學生仍然僅列出多數與生物能量相關之概念，未能對概念間的關係加以說明，而場地獨立型學生開始試圖說明概念間關係，雖然有做說明的仍為少數。此外，場地倚賴型學生在光合作用與呼吸作用之間做了連結，但未說明關係，這可能因為本概念圖測驗特別強調要將兩個部分加以連結的緣故，老師在上課及複習時並未直接將兩部分連結讓學生參考，而場地獨立型學生反而未能建立此一連結。場地獨立型學生傾向以分析、重新統整外在資訊的方式來進行學習，此一特質顯示在圖（十）嘗試說明概念間關係，但是，場地獨立型學生的另一特質是較不受外在指示改變自己的想法，其進行認知工作時主要參照自己的認知架構，可能因為如此，而未能建立光合作用與呼吸作用之間重要的關鍵階層。

為進一步確定上面所分析的在傳統教學下，場地獨立性學生逐漸朝向建立概念間關係的連結的傾向，乃將對照組「國中生物能量概念圖測驗」的「概念個數」及「關係」的部分分別作為依變項，以學生的風格分類為固定因子，進行共變數分析，所得之結果如表十三、表十四、表十五、表十六、表十七所示。以「概念個數」為依變項時，來自風格分類的變異未達到顯著水準，亦即對照組中三種風格類型受試者的成績之間在概念數的表現沒有顯著差異。以「關係」



部份的成績為依變項時，來自風格分類的變異在  $p < .05$  下達到顯著水準，亦即對照組中三種風格類型受試者的成績之間在關係連結的表現存在顯著差異，事後比較如表十七，結果顯示場地倚賴型學生與場地獨立型學生之間有顯著差異，場地獨立型學生優於場地倚賴型學生；其餘風格間比較則無顯著差異。此統計結果可作為對上述以實際概念圖分析所得之發現加以確認，場地獨立型學生在概念間關係的表現的確較場地倚賴型學生好。

表十三 對照組三種風格學生概念圖測驗（概念個數）之敘述統計

| 風格分類  | 人數 | 平均數  | 標準差  | 調整後平均數 | 標準誤 |
|-------|----|------|------|--------|-----|
| 場地倚賴型 | 13 | 5.64 | 3.50 | 6.28   | .83 |
| 中間型   | 11 | 5.21 | 3.42 | 5.62   | .73 |
| 場地獨立型 | 14 | 6.46 | 2.82 | 5.48   | .79 |
| 總和    | 38 | 5.76 | 3.21 |        |     |

表十四 對照組三種風格學生概念圖測驗（概念個數）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  | 126.23 | 1   | 126.23 | 17.12 | .000*** |
| 風格分類 | 4.02   | 2   | 2.01   | 0.27  | .760    |
| 誤差   | 250.63 | 34  | 7.37   |       |         |

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

表十五 對照組三種風格學生概念圖測驗（關係）之敘述統計

| 風格分類  | 人數 | 平均數  | 標準差  | 調整後平均數 | 標準誤 |
|-------|----|------|------|--------|-----|
| 場地倚賴型 | 13 | 0.36 | 0.81 | 0.52   | .70 |
| 中間型   | 11 | 1.50 | 2.14 | 1.60   | .62 |
| 場地獨立型 | 14 | 3.31 | 3.15 | 3.07   | .67 |
| 總和    | 38 | 1.79 | 2.54 |        |     |

表十六 對照組三種風格學生概念圖測驗（關係）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  | 25.89  | 1   | 25.89 | 4.95 | .03* |
| 風格分類 | 34.56  | 2   | 17.28 | 3.30 | .05* |
| 誤差   | 177.86 | 34  | 5.23  |      |      |

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

表十七 對照組三種風格學生概念圖測驗（關係）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  |
|-------|-------|------------|------|------|
| 場地倚賴型 | 中間型   | -1.077     | .923 | .25  |
|       | 場地獨立型 | -2.551     | .997 | .02* |
| 中間型   | 場地倚賴型 | 1.077      | .923 | .25  |
|       | 場地獨立型 | -1.474     | .927 | .12  |
| 場地獨立型 | 場地倚賴型 | 2.551      | .997 | .02* |
|       | 中間型   | 1.474      | .927 | .12  |

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

進行合作學習的實驗組，將實驗組「概念圖測驗」的概念數及關係連結的部分分別作為依變項，以學生的風格分類為固定因子，進行共變數分析，所得之結果如表十八、表十九、表二十、表二十一所示。以概念數為依變項時，來自風格分類的變異在  $p < .05$  下未達到顯著水準，亦即實驗組中三種風格類型受試者的成績之間在概念數的部分沒有顯著差異；以關係連結數為依變項時，來自風格分類的變異在  $p < .05$  下亦未達到顯著水準，即實驗組中三種風格類型受試者的成績之間在關係連結的表現未有顯著差異。

表十八 實驗組三種風格學生概念圖測驗（概念個數）之敘述統計

| 風格分類  | 人數 | 平均數  | 標準差  | 調整後平均數 | 標準誤 |
|-------|----|------|------|--------|-----|
| 場地倚賴型 | 13 | 8.23 | 2.31 | 8.47   | .6  |
| 中間型   | 11 | 8.82 | 1.99 | 8.90   | .6  |
| 場地獨立型 | 14 | 7.71 | 1.68 | 7.43   | .6  |
| 總和    | 38 | 8.21 | 2.00 |        |     |

表十九 實驗組三種風格學生概念圖測驗（概念個數）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  | .25   | 1   | 0.25 | .06  | .80 |
| 風格分類 | 11.06 | 2   | 5.53 | 1.37 | .27 |
| 誤差   | 137.0 | 34  | 4.03 |      |     |

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

表二十 實驗組三種風格學生概念圖測驗（關係）之敘述統計

| 風格分類  | 人數 | 平均數  | 標準差  | 調整後平均數 | 標準誤 |
|-------|----|------|------|--------|-----|
| 場地倚賴型 | 13 | 2.69 | 2.29 | 2.99   | .66 |
| 中間型   | 11 | 2.09 | 1.97 | 2.19   | .66 |
| 場地獨立型 | 14 | 2.57 | 2.21 | 2.22   | .66 |
| 總和    | 38 | 2.47 | 2.13 |        |     |

表二十一 實驗組三種風格學生概念圖測驗（關係）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  | 3.96   | 1   | 3.96 | .85 | .36 |
| 風格分類 | 4.25   | 2   | 2.13 | .45 | .64 |
| 誤差   | 159.26 | 34  | 4.68 |     |     |

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

在傳統教學法之下，學生學習科學概念時主要參照自己既存的認知架構，來對於課本的內容及老師的說明進行分析理解，而這些科學概念對學生而言是陌生、不易理解的。場地獨立型的學生傾向以分析方式將重要概念抽離原有情境，並重新理解，參照自我認知架構，逐步建構出概念間關係（林達森，2001；Witkin & Goodenough, 1981; Messick, 1994）。因此，在傳統教學下，場地獨立型學生在概念圖測驗中「關係」的部份表現較佳；而場地倚賴型學生在如學習科學概念這種資訊不夠充分、較為陌生的認知情境之下，較傾向尋求外來的協助，不易重新分析、整合概念間關係結構，故場地倚賴型學生在傳統教學下，對於理解並建構出概念圖中概念間「關係」部份的表現較差。相對地，在合作學習的班級，由於小組組員之間充分的討論，逐步建立對於概念，以及概念之間關係的瞭解，所以場地倚賴型學生在合作學習中，對於概念圖測驗中「關係」部份的成績與場地獨立型學生相較，並不存在有顯著的差異。

### （三）合作學習與認知風格交互作用之效應

以下分析外在的實驗處理，以及屬於學生個人特質的認知風格對於國中學生生物能量概念學習是否存在有交互作用的效應。分析結果如表二十二、表二十三所示。變異量來自實驗處理（即組別）及認知風格的交互作用在  $p < .05$  下達到顯著水準，亦即實驗處理與認知風格兩個因子之間確存在交互作用的效應。多重比較如表二十二，顯示場地獨立型學生在學習新的概念表達工具上似乎不受外在環境之影響；場地倚賴型及中間型的學生在相同實驗處理中的得分分佈相近，但在不同的實驗處理中，實驗組中場地倚賴型及中間型的學生得分顯著高於對照組中的場地倚賴型及中間型的學生，此數據清楚說明「合作學習」與「認知風格」之間存在交互效應，合作學習對場地倚賴型及中間型的學生的生物能量概念圖之表現具正向的效應，而對於場地獨立型的學生則未造成不同於傳統教學法的影響。

表二十二 實驗處理與認知風格在概念圖測驗交互作用之敘述統計及信賴區間比較

| 實驗處理 | 風格分類  | 平均數   | 標準差   | 調整後平均數 | 標準誤  | 95%信賴區間 |       |
|------|-------|-------|-------|--------|------|---------|-------|
|      |       |       |       |        |      | 上限      | 下限    |
| 實驗組  | 場地倚賴型 | 23.85 | 8.77  | 25.22  | 2.43 | 20.38   | 30.06 |
|      | 中間型   | 25.36 | 7.12  | 25.29  | 2.60 | 20.10   | 30.47 |
|      | 場地獨立型 | 22.00 | 7.79  | 18.50  | 2.55 | 13.42   | 23.58 |
| 對照組  | 場地倚賴型 | 11.91 | 10.72 | 14.00  | 2.68 | 8.65    | 19.34 |
|      | 中間型   | 13.71 | 10.32 | 15.33  | 2.36 | 10.63   | 20.03 |
|      | 場地獨立型 | 19.69 | 9.76  | 18.65  | 2.41 | 13.84   | 23.45 |

表二十三 實驗處理與認知風格在概念圖測驗交互作用之共變數分析

| 來源        | 平方和     | 自由度 | 均方      | F檢定   | 顯著性     |
|-----------|---------|-----|---------|-------|---------|
| 共變項       | 1194.84 | 1   | 1194.84 | 16.09 | .000*** |
| 實驗處理      | 866.96  | 1   | 866.96  | 11.67 | .001*** |
| 風格分類      | 23.19   | 2   | 11.60   | .16   | .860    |
| 實驗處理*風格分類 | 499.26  | 2   | 249.63  | 3.36  | .040*   |
| 誤差        | 5124.27 | 69  | 74.27   |       |         |

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

#### (四) 訪談及問卷結果

學生對於使用概念圖來學習生物概念的感受，本研究經由晤談與問卷調查蒐集資料。訪談紀錄中，學生以「a-b-c」代號表示，其中「a」為組別，「E」代表實驗組學生，「C」代表對照組學生；「b」為學生的座號，不論實驗組與對照組均為相同意義；「c」為學生的認知風格，「1」代表場地倚賴型，「2」代表中間型，「3」代表場地獨立型；研究者以「I」代表。

##### 1. 訪談紀錄

原案 01 對於概念圖的學習，E-29-3 覺得學習不易，仍未真正瞭解如何畫概念圖，主要是不知道如何將數個概念按階層、有系統地組織起來，對於概念之間關係的表達更感到棘手。

##### 原案 01

E-29-3：那個畫概念圖比較難，不太容易學。其他人好像也有這樣覺得。

I：你覺得難在什麼地方呢？

E-29-3：就是不知道哪些東西要寫，啊哪些不需要。

I：我看你們畫出來的概念圖常常都整句話寫出來，你們老師有跟你們說太長了？

E-29-3：對啊！可是就是不知道哪些該寫上去。

I：老師不是跟你們說先把一些重要名詞挑出來，連起來？

E-29-3：對啊！但是挑出來一些，也不知道怎麼把它連起來。

I：那下次上課的時候要把握時間問老師啊！

對於利用概念圖來表示生物能量概念的方式，原案 02 中 E-33-3 的看法與原案 01 中的 E-29-3 相近，都覺得不太容易學習。其中主要的困難是不知道如何從課本的敘述中挑出重要概念，以及使用連接詞表達兩個概念之間的關係，這也解釋了學生在作業單上的概念圖繪製往往寫成了一長串的敘述句，從這兩位受訪學生的反應顯示出對國一學生來說，挑選概念及如何做有意義連接兩概念似乎並不容易達成，對概念圖的看法，在以下幾位接受晤談的學生亦有類似反應。

## 原案 02

- E-33-3：(猶豫了一下)那個概念圖不太熟，還是不很清楚怎麼畫出來。
- I：老師(指何老師)後來又提示好幾次，也有畫出比較詳細的概念圖，還是不太會嗎？
- E-33-3：(點頭)還是很不容易.....
- I：上手是嗎？
- E-33-3：嗯！
- I：對你學習生物有沒有用？
- E-33-3：有比較清楚，好像可以用來整理重點，應該有用。只是現在還是有點陌生。
- I：你覺得比較難的是那個地方？
- E-33-3：比較難的.....不知道要怎麼講，是說不確定哪些要寫出來，尤其是不知道要怎樣連起來，.....就是.....
- I：你的意思是指連接詞？
- E-33-3：對！整個都寫出來好像又怪怪的。

## 原案 03

- I：有同學說畫概念圖很難，不太好學，你覺得呢？
- E-14-1：不會畫，我都是看他們畫，然後就記起來。
- I：那你覺得能不能幫助你比較瞭解光合作用？
- E-14-1：不太清楚，我就記起來，可能比看課文清楚。

## 原案 04

- I：老師教你們用的概念圖，現在知道怎麼用了嗎？
- C-16-3：蠻不容易用的。...老師是有畫給我們看啦！
- I：也有讓你們練習幾次嘛！
- C-16-3：對啊！可是像要找連接起來的地方.....就是那個要說關係的地方很難想。
- I：老師都有給你們很多提示，剩下的你有沒有想把他完成？
- C-16-3：有試啊！.....不過不知道對不對？
- I：那你覺得能不能幫助你比較瞭解光合作用？
- C-16-3：應該會有吧？...因為有一直翻課本找關係來寫。而且圖看起來比一大堆課文清楚很多。

## 原案 05

- I：你覺得現在會不會畫概念圖？
- C-14-1：不.....太會！覺得很難。
- I：老師有教你們畫蠻多次了！...而且有提供一半多的圖。
- C-14-1：還是不會。...我都把老師的先記起來，其他的再說(笑)。
- I：再說是什麼？
- C-14-1：就看老師會不會再給標準答案啊！...或者問同學有沒有畫好的。要不然也不會。

I：那你覺得畫概念圖有沒有幫助你學生物？

C-14-1：不知道耶！.....會有一點吧！比較好記。

I：既然這樣，有沒有想努力把老師給的還沒完的圖畫完？

C-14-1：如果有畫好的來背就好了.....

綜合而言，從訪談的原案顯示學生都認為不易學習，而主要困難是在不知如何將一連串的敘述以概念與概念的之間的關係組織起來，不過學生均同意以概念圖繪製來協助生物科的學習是有幫助的。此外，不論在實驗組或是對照組，場地獨立型的學生表現出較積極、且獨立思考以完成概念構圖的企圖（原案 01 第 3、5、7 次發言；原案 02 第 1、9、11 次發言；原案 04 第 4、6、8 次發言），雖然存在許多困難；而場地倚賴型學生則多倚賴其他同學（在合作學習中，原案 03 第 2、4 次發言）、或是老師（在對照組傳統教學中，原案 05 第 4、6、10 次發言）。面對不熟悉的科學概念，及尚未熟練的學習工具 - 概念圖時，場地倚賴型學生傾向藉助外在支持的行為較為明顯。

## 2.問卷結果分析

探究學生對於學習概念圖及運用概念圖於生物能量概念學習的反應，結果如下：(1)從表二十四可知有 34.2%的學生認為自己學會概念圖了，21.1%認為還沒學會，44.7%則不知道是否已學會，此差異未達顯著水準( $\chi^2 = 3.21, df=2$ )。再從受試者的認知風格類型來加以分析，結果顯示不同認知風格間的差異未達到顯著水準；(2)從表二十五知有 86.8%的學生仍然認為概念圖的繪製能夠幫助自己學習生物能量的概念，沒有學生否定概念圖能夠幫助自己學習生物概念，此選答之差異達顯著水準( $\chi^2 = 20.63, df=1, p<.001$ )。再從受試者的認知風格類型來加以分析，結果顯示不同認知風格間的差異未達到顯著水準；(3)從表二十六可知有 52.6%的學生覺得自己仍然會利用概念圖來幫助自己學習生物科的知識，只有 7.9%的學生不想繼續使用概念圖來幫助學習生物，此選答之分佈達到顯著水準( $\chi^2 = 12.05, df=2, p<.01$ )，不同風格學生亦無顯著差異。

表二十四 卡方檢定

| ( ) 一、你覺得自己是否學會概念圖了？ 1 是 2 否 3 不知道。 |    |      |    |      |    |      |          |    |
|-------------------------------------|----|------|----|------|----|------|----------|----|
| 選項                                  | 1  |      | 2  |      | 3  |      | $\chi^2$ | df |
|                                     | 人數 | %    | 人數 | %    | 人數 | %    |          |    |
| 1                                   | 3  | 23.1 | 5  | 38.5 | 5  | 38.5 | 4.20     | 4  |
| 2                                   | 4  | 36.4 | 2  | 18.2 | 5  | 45.5 |          |    |
| 3                                   | 6  | 42.9 | 1  | 7.1  | 7  | 50.0 |          |    |
| 總合                                  | 13 | 34.2 | 8  | 21.1 | 17 | 44.7 | 3.21     | 2  |

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

表二十五 卡方檢定

| ( ) 二、概念圖是否能幫助你學習生物？ 1 是 2 否 3 不知道。 |    |       |    |      |          |    |
|-------------------------------------|----|-------|----|------|----------|----|
| 風格分類 \ 選項                           | 1  |       | 3  |      | $\chi^2$ | df |
|                                     | 人數 | %     | 人數 | %    |          |    |
| 1                                   | 11 | 84.6  | 2  | 15.4 |          |    |
| 2                                   | 11 | 100.0 | 0  | 0.0  | 2.56     | 2  |
| 3                                   | 11 | 78.6  | 3  | 21.4 |          |    |
| 總合                                  | 33 | 86.8  | 5  | 13.2 | 20.63*** | 1  |

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

表二十六 卡方檢定

| ( ) 三、以後你是否還會畫概念圖來幫助自己學習生物？ 1 是 2 否 3 不知道。 |    |      |    |      |    |      |          |    |
|--|----|------|----|------|----|------|----------|----|
| 風格分類 \ 選項                                  | 1  |      | 2  |      | 3  |      | $\chi^2$ | df |
|  | 人數 | %    | 人數 | %    | 人數 | %    |          |    |
| 1  | 9  | 69.2 | 2  | 15.4 | 2  | 15.4 |          |    |
| 2  | 5  | 45.5 | 0  | 0.0  | 6  | 54.5 | 5.78     | 4  |
| 3  | 6  | 42.9 | 1  | 7.1  | 7  | 50.0 |          |    |
| 總合   | 20 | 52.6 | 3  | 7.9  | 15 | 39.5 | 12.05**  | 2  |

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

雖然訪談中學生多認為概念圖不易學習，但仍然肯定藉由概念圖能夠幫助自己學習生物概念，且超過半數學生認為以後仍然願意利用概念圖來幫助自己學生物。

#### (五) 綜合分析

分析對照組與實驗組學生的概念圖呈現之內容與技巧，可以發現由於傳統教學法與合作學習法的差異，致使學生在運用概念圖的技巧之發展、及利用概念圖協助學習完整的生物能量概念的效果均有差距。

回應研究問題一，概念圖測驗的成績上，實驗組顯著優於對照組。同樣利用概念圖，在傳統教學下學生有相當大的可能性流於僅死記概念圖的結果，對學生學習科學概念助益不大；而合作學習中，學生依據老師的指示，與組員共同摸索，逐步建構出真正依據自己與組員的瞭解所繪出的概念圖，雖然在呈現的技巧上看起來似乎較慢上軌道，但是學生卻能著重於概念間的連結關係，此明顯有助於建立完整概念網路，同時其成效亦在「國中生物能量概念圖測驗」的成績上獲得相互支持。

根據余民寧(1996)、Okebukola 與 Jegede (1989)、Roth 與 Roychoudhury (1994)等人的研究發現以合作學習法進行概念圖學習，比個別進行概念圖學習的效果來得好。在合作情境下進行概念圖的學習，具有幫助學生理解教材、促進學生運用科學語言進行溝通等特性。綜合這些研究結果顯示與本論文研究結果一致。

對於研究問題二，不同認知風格的學生在「概念圖測驗」得分並無顯著差異，再分別以實驗組與對照組進行分析亦未發現顯著差異。不過，實際比較學生所繪製的概念圖，可以見到實驗組的場地倚賴型學生其個人概念圖較受到小組討論歷程的影響（特別是在實驗初期小考中的概念圖繪製結果，如圖（三）、圖（四）所示），而場地獨立型學生則表現出再思考，增加較多概念、或是不同於小組概念圖的呈現方式。在對照組中，場地倚賴型學生則表現出偏重記憶老師所給的概念圖之單獨概念及如何畫連結線段，忽略理解各概念間的關係；場地獨立型學生則從開始只重視單獨概念，逐漸朝向概念間關係的理解與呈現。

概念圖是一種使用命題形式表徵所欲學習的概念與概念之間的連結關係，此種學習方式不僅注重「點」（單一概念）的學習，還擴及「面」（概念在語意脈絡中的意義）的學習，根據 Okebukola 與 Jegede (1989)的研究發現以概念構圖測量學生的學習成就與學生本身的認知偏好有關，認知偏好傾向原則性的學習者，比傾向記憶性、應用性的學習者在概念圖的學習上表現來得好，這是由於繪製概念圖時需要學生辨析概念與概念之間的關係，同時需要以視覺方式表徵出概念與概念之間的連結關係，偏向原則性的學生較擅長且對此認知活動較感興趣。場地獨立型的特性與認知偏好屬原則性的學生相似，故在對照組中，場地獨立型學生的調整後平均數有較高趨勢；而在實驗組中則中間型與場地倚賴型較高，也說明合作學習對中間型及場地倚賴型學生有其特殊效應。

研究問題三之結果，概念圖測驗的分析顯示合作學習與學生的認知風格之間產生交互作用。當教師採取傳統教學時，學生必須自行分析、組織教學內容的重點，以適合於自己認知結構的方式學習，場地獨立者擅長於辨析資訊中的重要概念，並能重建概念間的組織架構，故對照組中場地獨立型學生優於中間型與場地倚賴型學生。此外，場地獨立型學生在實驗組與對照組中表現相近，也顯示場地獨立型學生在學習成就上較不受外在教學處理的影響(Witkin & Goodenough, 1981)。生物能量概念之學習成效真正受到不同教學處理所影響的是場地倚賴型的學生，其次是中間型的學生，對於場地倚賴者而言，除了較易受到環境左右、並有較好的人際互動技巧外，在面對資訊不足、定義較差的問題情境時，傾向於尋求他人的意見與協助(Witkin & Goodenough, 1981; Messick, 1994; Morgan, 1997)。採傳統教學法時，場地倚賴型學生缺乏同儕的協助，沒有機會經由討論辨析學習內容中各個概念的系統性關係；而在合作建構教學下，小組討論提供場地倚賴型學生傾聽同儕的意見，藉由同儕互動獲得較多的協助，同時由作業單的題目及組員的作答，為自己整理組織出一個較完整的概念架構，且在情意上較為喜愛此種方式。

## 五、結論與建議

對於國中一年級之生物科中生物能量相關概念之教學與學習，基於本研究之結果與分析提出下列結論：

（一）運用概念圖於教學及評量時，在「合作學習」的班級中的學生學習成效（概念圖測驗的得分）顯著優於傳統教學的班級。

（二）概念圖測驗的得分在不同認知風格的學生間未存在顯著差異。但由實際比較概念圖及訪談紀錄顯示場地獨立型學生傾向積極、獨立建構概念圖；



場地倚賴型學生則傾向倚賴外在的協助，如：由老師提供的或同學畫好的概念圖。

(三) 合作學習與學生之認知風格在「概念圖測驗」的成績上發生顯著的交互作用。以傳統教學法進行「生物能量」單元教學時，場地獨立型學生在概念圖測驗的表現顯著優於中間型及場地倚賴型學生；以合作學習法進行教學時，不同認知風格類型的學生之間在概念圖測驗的表現沒有顯著差異。所以，場地倚賴型學生受益於實驗教學較大。

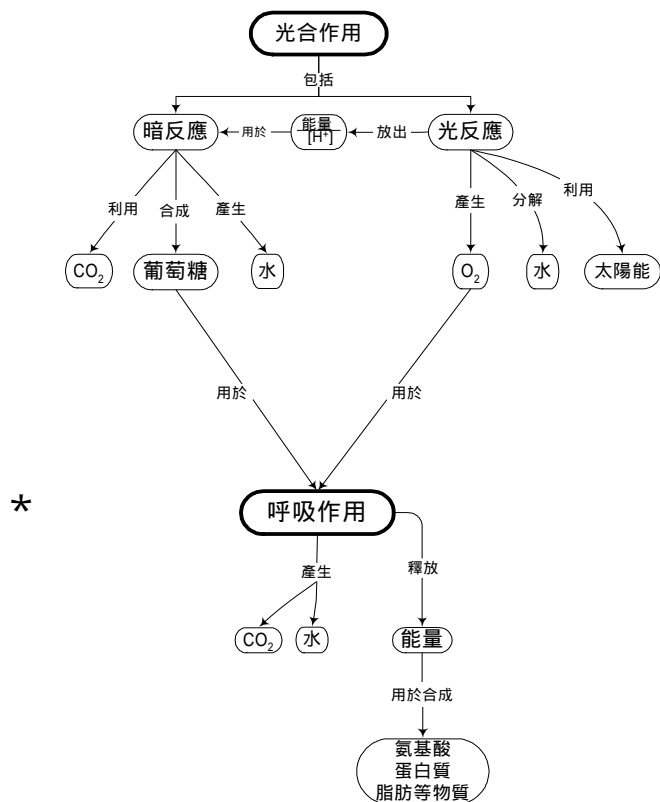
(四) 運用概念圖於生物概念學習效果緩慢，但受到學生肯定。

合作學習藉由增加同儕互動機會，以達到增進科學學習成效之功能，然而若要使此種教學模式有效進行，對教師與學生的預行訓練是需要的，本研究預先進行約一個月（計約八節課）的訓練，尚且在實驗初期時遭遇困難，再者教師應設計切實可用之作業單，更有利此教學模式的運用。此外，本研究併用之概念圖，是由 Novak 與 Gowin(1984)所發展用於生物科教學，爾後進一步作為科學學習的評量工具。藉由繪製概念圖的歷程，學生可以逐步由學習內容建構出完整的科學概念網路，而教師可由學生的概念圖更為真切地瞭解學生對科學概念的理解程度，概念圖真實反映了學習者建構概念的過程與結果。然而，繪製概念圖的技巧對國一學生而言並不易學習，同時，學生也可能因為麻煩而不願意學習及在測驗中不積極繪製。針對學生認為如何從課文敘述中檢選出重要概念，並以正確連結語說明兩個概念圖的關係是其中的困難點，未來的相關研究若欲運用概念圖於教學與評量時，應安排更多機會讓學生實際練習，教師更要在學生練習時提供鷹架予以協助，適當運用認知師徒制的教學技巧，教師需闡述繪製過程中的認知歷程，依此方式或可改進學生學習概念圖的成效。

## 參考文獻

- 余民寧(1996) , 概念構圖在改善教學方法之應用研究 , 《教育部專題研究成果報告》 , 台北 , 政大。
- 吳靜吉(1974) , 《藏圖測驗》 , 國立政治大學教育研究所。
- 林達森(2001) , 合作學習與認知風格對科學學習之效應 , 《教育學刊》 , 第 17 期 , 255-279。
- 林達森(2003) , 概念圖的理論基礎與運用實務 , 《花蓮師院學報 ( 教育類 ) 》 , 第 17 期 , 107-132。
- 俞筱鈞(1993) , 《瑞文氏圖形推理測驗》 , 台北 , 中國行為科學社。
- 楊坤原(1996) , 認知風格與科學學習成就的關係 ( 一 ) ( 二 ) , 《科學教育月刊》 , 第 194 期 , 頁 2-12 ; 第 195 期 , 16-23。
- 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 , 未出版。
- Atkinson, S. (1998), "Cognitive Style in The Context of Design and Technology Project Work". Educational Psychology, 18(2), 183-194.
- Bertini, M. (1986), "Field Dependence in Psychological Theory, Research, and Application". Hillsdale, N.J. : L. Erlbaum Associates.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986) , "A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science". Studies in Science Education, 13, 105-122.
- Jegede, O. J., Alaiyemola, E. F. & Okebukola, P. A. O.(1990) , "The Effect of Concept Mapping on Students' Anxiety and Achievement in Biology". Journal of Research in Science Teaching, 27(10), 951-960.
- Markham, K. M., Mintzes, J. J., & Jones, M. G. (1994) , "The Concept as A Research and Evaluation Tool: Further Evidence of Validity". Journal of Research in Science Teaching, 31, 91-101.
- Messick, S. (1994) , "The Matter of Style: Manifestation of Personality in Cognition", Learning, and Teaching. Educational Psychologist, 29(3), 121-136.
- Morgan, H. (1997) , "Cognitive Styles and Classroom Learning". Greenwood Publishing Group, Inc.
- 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.
- Okebukola, P. A. & Jegede, O. J. (1989) , " Cognitive Preference and Learning Model as Determinants of Meaningful Learning Through Concept Mapping". Science Education, 71, 232-241.
- Okebukola, P. A. (1992) , "Concept Mapping with a Cooperative Learning Flavor". The American Biology Teacher, 54(4), 218-221.
- 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.
- Riding, R. & Cheema, I. (1991) , “Cognitive Styles—An Overview and Integration”. Educational Psychology, 11(3&4), 193-215.
- Roth, W. M. & Roychoudhury, A. (1994) , “Science Discourse Through Collaborative Concept Mapping: New Perspectives for the Teacher”. International Journal of Science Education, 16, 437-455.
- Schreiber, D. A. & Abegg, G. L. (1991) ,Scoring Studentgenerated Concept Maps in Introductory College Chemistry. ERIC Document Reproduction Service NO ED 347055.
- Slavin, R. E. (1978) , “Students Teams and Comparison Among Equals: Effects on Academic Performance and Student Attitudes”. Journal of Educational Psychology, 70, 532-538.
- Slavin, R. E. (1989) , “Cooperative Learning and Student Achievement”. In R. E. Slavin (Ed.) (1989) , School and Classroom Organization. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Slavin, R. E. (1990) , Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Slavin, R. E. (1991) , “Synthesis of Research on Cooperative Learning”. Educational Leadership, 48, 71-82.
- Stuart, H. A. (1985) , “Should Concept Maps be Scored Numerically”? European Journal of Science Education, 7(1), 73-81.
- Witkin, H. A. & Goodenough, D. R. (1981) , Cognitive Styles: Essence and Origins. International Universities Press, Inc.
- Witkin, H. A., Dyk, R. B., Faterson, H. F., Goodenough, D. R., & Karp, S. A. (1962) , Psychological Differentiation. New York: Wiley.
- Witkin, H. A. (1954) , Personality Through Perception. New York: Harper.



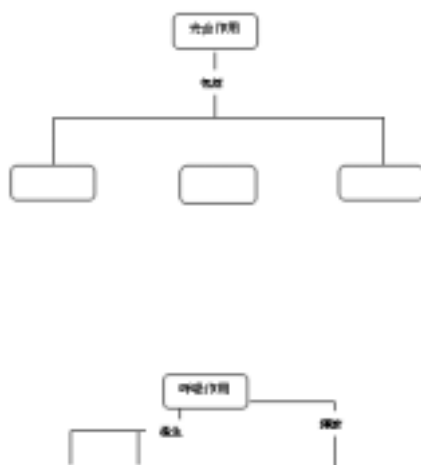
附錄一 「生物能量」專家概念圖

國中生物能量概念圖測驗

各位同學，你們好！在過去執過的生物課中，你們家學過了「概念圖」的的畫法，現在，老師想請你們將「光合作用及呼吸作用」以概念圖呈現出來，讓老師瞭解你們在這執過的學習成果。謝謝你的合作！

★ 要注意喔！要把「光合作用」和「呼吸作用」兩個概念圖連接起來成為一個完整的概念圖。

班級 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 座號 \_\_\_\_\_



附錄二 概念圖測驗

# **A Study on Cooperative Learning with Concept Map in Junior High Students' Classes**

**Lin, Ta-Sen**

Assistant Professor

Center for Teacher Education

Chia-Nan University of Pharmacy and Science

## **Abstract**

The purpose of this study was to investigate the effect of cooperative learning with concept map in junior high school biology classes, taking students' cognitive style as a moderator variable. A quasi-experiment following a pretest-posttest control group design was undertaken in two biology classes. The subjects consisted of 76 students, of which 38 as experimental group, and 38, control group. Major results were found as followings: (1) Cooperative learning really brought about a positive effect on bioenergetics concept learning;(2) There was no significant difference in the concept map test score between students with different cognitive style;(3) Cooperative learning and students' cognitive style produced an interaction effect on bioenergetics learning;(4) It's not easy to use concept map, but welcome by the learners.

**Keywords:** bioenergetics,photosynthesis,respiration,cooperative learning,  
cognitive style,concept map