

第三章 研究方法

本章分為五節，分別為研究流程、研究對象、研究課程設計、研究工具、資料收集與分析，在以下各章節分別詳細說明之。

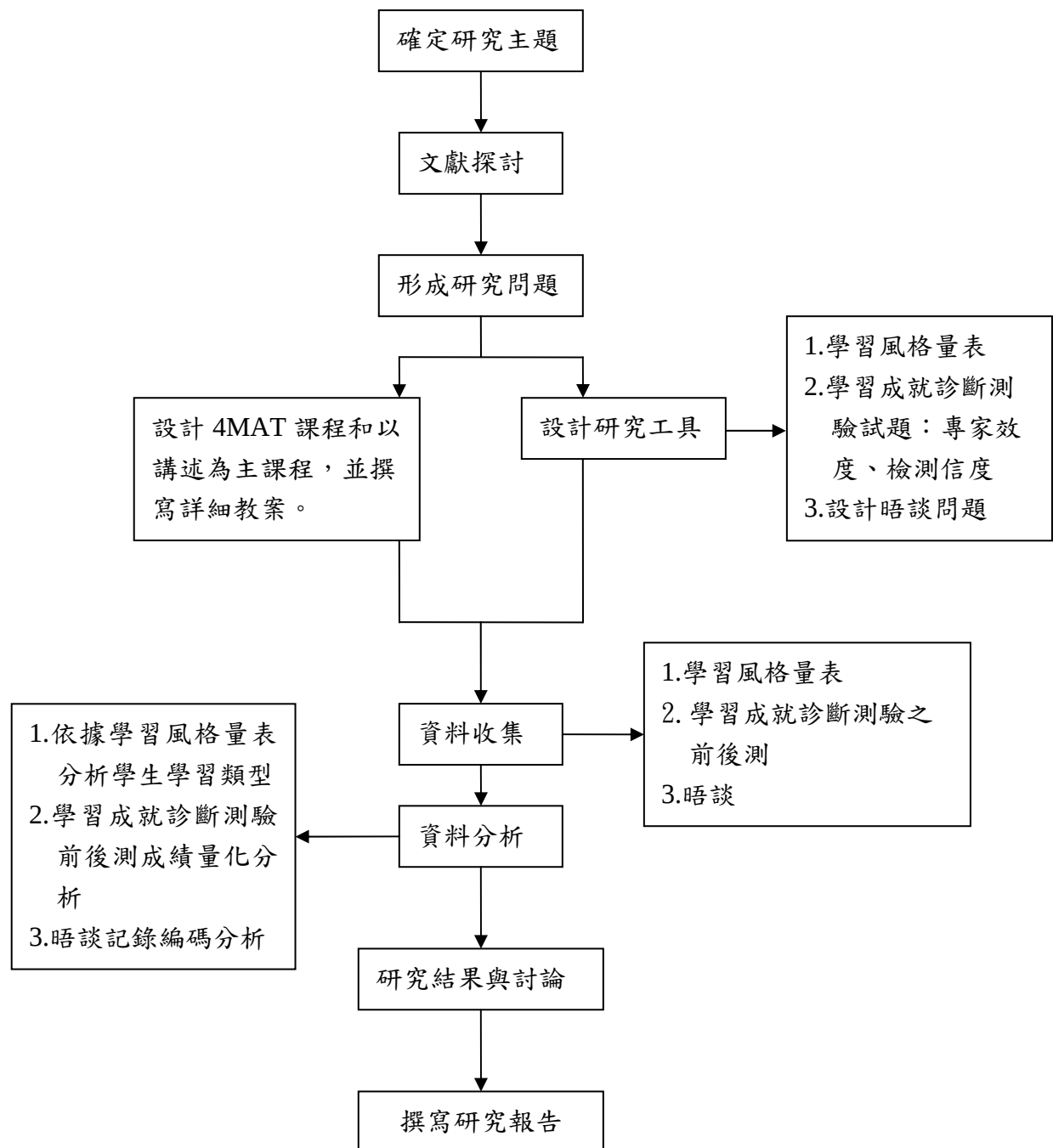
第一節 研究流程

本研究之目的乃在探討依據4MAT系統設計課程在教授光合作用單元的成效，包括分析概念改變的情形，以及學生在教學活動中的學習狀況。為達此研究目的，研究者將比較依據4MAT系統設計的課程和一般以講述為主的課程在學生學習成效上的差異，以下文章中將依據4MAT系統設計的課程簡稱為「4MAT組」，一般以講述為主的課程簡稱為「講述組」。

研究者分別依據4MAT系統及以講述為主的方式來設計光合作用單元的教學課程，並撰寫詳細教案。同時，分析相關文獻，根據正確概念及認知層次編寫雙向細目表，按此雙向細目表設計學習成就診斷測驗試題，並請三位國中生物教師檢視並進行修改，以期提升專家效度，最後進行預試及信度檢定後，完成前後測試卷。

研究者即為教學者，在進行兩組課程教授前，對數個班級實施學習成就診斷測驗之前測，選出在前測成績表現上無顯著差異的兩個班級作為研究對象，並對這兩組學生實施學習風格量表，以檢定學生的學習風格。之後，於同一週時間分別施予「4MAT組」和「講述組」的課程。在完成教學流程後一週內，實施學習成就診斷測驗之後測。接著，分別在兩組學生的四種學習風格中，比較學習成就診斷測驗的後測與前測成績的差異，選出高分群、中分群、低分群的代表，作為半結構性晤談對象，在課程結束後的二至三週內完成所有晤談，晤談目的是瞭解學生在兩組不同教學流程時的感受。最後，分析前後測的成績表現及晤談記錄。

茲將研究流程整理如下：



第二節 研究對象

一、學校簡介

本研究的參與學校為臺北市的某市立國中，位於文教區，鄰近大學、高中職及小學，附近無頻繁商業活動，全校班級數有43班，學生人數約1500人，教職員工人數約為140人，七年級（不含特教班）有14個班級，屬於中大型學校。學校在改制後已有39年的歷史，在校舍使用方面，規劃有行政大樓、普通教室、實驗及專科教室，94年度時，自然科實驗室經過大整修，並增添新型軟硬體設備；另外，值得一提的是，班級教室內的資訊設備齊全，各班教室內均有電腦、單槍投影機及白色螢幕。關於家長的社經地位方面，大多數學生家長從事文教業、工商業及自由業，由於學區包含低收入戶住宅區，故部分學生家長無正職工作。

二、教師簡介

教師即為研究者，畢業於國立臺灣師範大學生物學系（生命科學系前身），任教國中生物科年資已滿四年，目前擔任國中七年級自然與生活科技領域生物科教師，同時兼任訓育組長。對於資訊媒體融入教學有高度興趣和豐富經驗，平日上課時，大致按照課本教材進行教學，使用簡報代替大部分板書，簡報中有豐富的圖片、影片、電腦動畫及文字解說，經常以引導發問方式來讓學生回答問題，上課顯得生動活潑，能引起學生高度的學習興趣。

三、班級簡介

學校完全依照常態編班規定編班，新生入學時實施成就測驗，依照施測成績給予學生不同等級，再根據成績等級平均地分配在每個班級，普通班的人數為37人，如果班級有資源班學生，如學習障礙或疑似學習困難學生，則該班人數減為31人。

研究者本身負責七年級兩個班級的自然與生活科技領域生物科課程，其中一班為普通班，另一班內含有資源班學生，因考量兩班學生人數相差過大且素質不

一，故向另一位任課教師借普通班進行研究，並於同一週時間實施學習成就診斷測驗前測，用以評量學生在光合作用單元的先備知識，選出前測成績無顯著差異的兩個普通班作為研究對象，此兩班學生人數均為37人，分為4MAT組與講述組，意即4MAT組學生所進行的課程為依據4MAT系統設計，講述組學生所進行的課程則是一般以講述為主的課程。

四、學生分組

因應研究目的，學生分組方式有下列三種：

（一）學習風格乃依據學習風格量表施測結果區分

兩班在實施課程前，均先進行學習風格量表的施測，施測結果可將學生區分為第一類、第二類、第三類及第四類等四種不同學習風格。

（二）依據學生在校的學業成就分組

為探討班上不同程度的學生在學習成就診斷測驗成績上的表現，所以分別將4MAT組及講述組學生依照學校第二次段考成績，依序分為高成就、中成就及低成就等三種程度。分類方式乃將全班同學由高分至低分排名，佔全班排名前段1/3同學即為高成就學生，佔全班排名後段1/3同學即為低成就學生，而中成就學生即為扣除高成就及低成就學生之中段程度學生。

（三）晤談對象乃依據本研究設計之學習成就診斷測驗成績分組

為探究不同學習風格學生對兩班不同教學流程的學習感受與偏好，進行半結構性晤談。晤談對象需考量兼顧四種不同學習風格以及不同學習成就的學生，故在選擇晤談對象的過程中，首先依照學習風格量表測驗結果，在兩班學生中分出不同學習類型學生，在各種學習類型中，按照學習成就診斷測驗之後測成績，分為高分群、中分群及低分群。其次，在高分群中，以成績進步最多或有顯著進步者，選為高分群的代表；在中分群中，以進步成績不顯著或與前測成績一致者，選為中分群代表；在低分群中，以成績退步或進步成績最少者，選為低分群代表。根據上述原則，由於4MAT組學生經過學習風格量表施測結果，可分為第一類、

第二類、第三類、第四類，和第一跟第四的中間類型，每種類型學生選出三位，故晤談該組15位學生；講述組學生可分為第一類、第二類、第三類及第四類，每種類型學生同樣選出三位，故晤談該組12位學生，總計兩組晤談學生人數為27位。

第三節 研究課程設計

一、教材來源

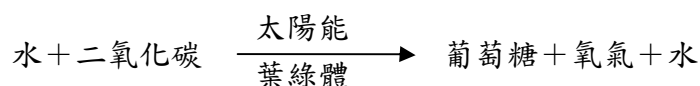
本研究使用康軒文教事業出版之國中自然與生活科技領域七年級上學期適用教科書，以「3-3植物如何獲得養分」單元為教材，其中的「光合作用」概念為研究重點。

二、教學內容

4MAT組與講述組的教學內容相同，茲將所教學的概念條列出：

- 1.行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。
 - 1-1行光合作用的場所在葉綠體。
 - 1-2植物具有葉綠體，可行光合作用來獲取養分。
 - 1-3葉子是植物的營養器官，葉肉細胞具有葉綠體，是主要行光合作用的器官。
2. 行光合作用需要水及二氧化碳做為原料，主要產物是葡萄糖。
 - 2-1植物的根部從土壤中吸收水分。
 - 2-2空氣中的二氧化碳經過氣孔後進入植物體。
 - 2-3主要產物是葡萄糖，過程中產生氧氣釋放至空氣中。
3. 光合作用的過程包括光反應及暗反應。
 - 3-1光反應：需要在有光照時進行，葉綠素吸收光能，利用光能把水分解產生高能量分子和氧氣，所產生的氧氣由氣孔釋放到空氣中。
 - 3-2暗反應：進行時，有無光照皆可；葉綠體中的酵素利用光反應所產生的能量，把二氧化碳轉換成葡萄糖和水。

3-3光合作用的總反應表示為：



3-4葡萄糖可進而轉換成其他養分及能量形式，如蛋白質、脂質、蔗糖、澱粉。

4.植物行呼吸作用及光合作用的比較。

4-1呼吸作用是將葡萄糖氧化以產生能量的過程，會釋放二氧化碳。

4-2光合作用是產生葡萄糖的過程，會釋放氧氣。

5.實驗活動：經由澱粉檢測，了解光合作用需要光。

三、教學流程

4MAT組及講述組的教學時間各約為150分鐘，共計三節課，兩組課程所教授的內容均相同；舉例來說，均以多媒體簡報來授課，4MAT的作業單題目即是講述組的搶答問題、兩組所進行的兩次實驗活動相同、書面報告題目相同。然而，兩組課程的差異在於教學順序及引導方式不同。

首先，說明4MAT組的教學流程，其包含八個步驟，教學步驟乃依據4MAT系統的八個學習步驟所設計。由於研究者於修業期間，在本所李田英博士指導下，學習設計4MAT系統課程，亦同時參考其他國外教師所設計的4MAT系統課程教案，據此設計光合作用單元教學流程與教案。教學流程如圖3-3-1所示，而詳細教案參閱附錄A，上課簡報參閱附錄B。茲將各步驟分述如下：

步驟一：創造經驗。藉由簡報展示園藝圖片、照片聯想至家裡種植盆栽的方式及過程，並請有種植花草經驗的同學分享。

步驟二：反映分析經驗。以座位的「排」為單位，分為六組，每組約6人，發下海報及麥克筆，請各組討論兩個問題，問題是植物生長需要哪些條件？如果沒照光、澆水，植物的生長會如何？討論結束後，請小組將結論寫在海報上。

步驟三：整合反映分析為概念。請小組派代表將海報貼在黑板上，老師整理各組

的結論得出植物生長條件需要陽光、水、空氣、土壤肥料。

步驟四：概念發展。由老師說明植物行光合作用來製造養分，而行光合作用的場所在葉綠體，光合作用需要水及二氧化碳參與，結果產生氧氣、葡萄糖及水，講解光反應及暗反應過程並寫出總反應式，發下作業單，讓學生帶回家練習，作業單如附錄C。

步驟五：實作指定項目。進行課本活動3-3光合作用的探討，活動步驟如附錄D。

步驟六：實作推展項目。為讓學生能將所學推廣至更新更複雜的活動，在進行這個活動前，先向學生發問：如果前一次的實驗結果不明顯，那麼有什麼因素影響？應如何改良實驗？請同學思考並發表，以期讓學生能考量光照以外的因素，如二氧化碳的提供，最後引進王玉麒（2005）改良的澱粉累積呈像活動，活動步驟如附錄E。

步驟七：分析實用程度。討論植物生產的葡萄糖及氧氣對其他生物的影響，如此可讓學生體認到植物跟其他生物間的關係，同時檢討作業單，複習所學課程。

步驟八：推廣至新的複雜經驗。讓學生能將所學應用於新的、複雜的實際生活，因此，每位學生撰寫書面報告，題目是發現光合作用的科學史或是農場花園的參訪報告，學生可從兩個題目中選一個，書面報告的相關說明及規定如附錄F。

講述組的教學流程為一般講述的過程，按照課本內容依序講解，可分為主要的六個步驟，上述教學流程如圖3-3-2所示，詳細教案參閱附錄G，上課簡報參閱附錄H。茲將各步驟分述如下：

步驟一：引起動機。由討論動植物如何獲得養分來引入主題。

步驟二：講述光合作用的過程及相關概念。包括行光合作用的條件，以及光合作用包含光反應及暗反應兩個階段，詳述其過程。

步驟三：課堂搶答活動。設計關於課程的問題，讓學生舉手搶答，以進行形成性評量。

步驟四：進行課本活動3-3光合作用的探討，活動步驟如附錄D。

步驟五：進行王玉麒（民94）改良的澱粉累積呈像活動，活動步驟如附錄E。

步驟六：為撰寫書面報告，題目同樣是發現光合作用的科學史或是農場花園的參訪報告，書面報告的相關說明及規定如附錄F。

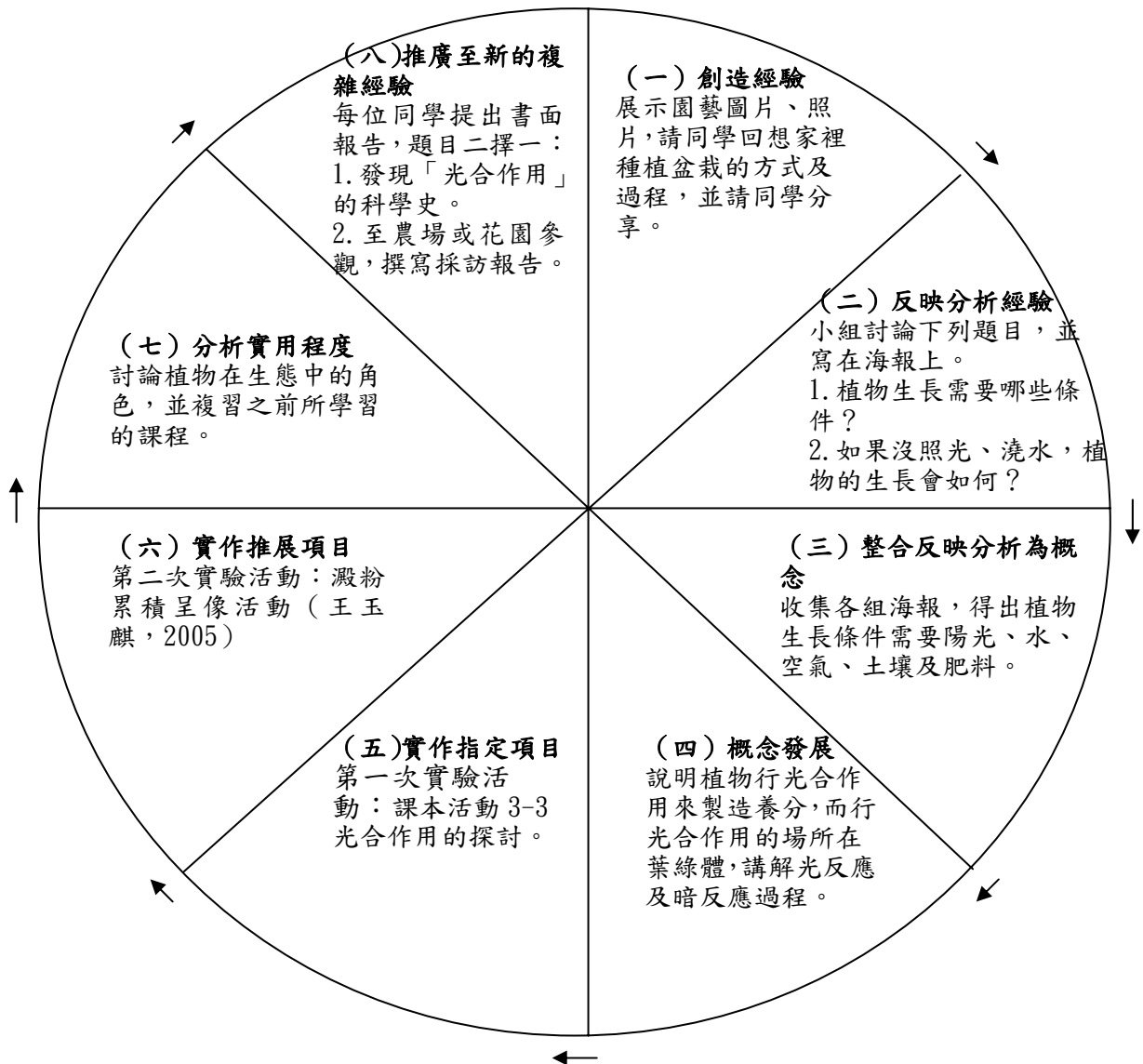


圖3-3-1 4MAT組的教學步驟

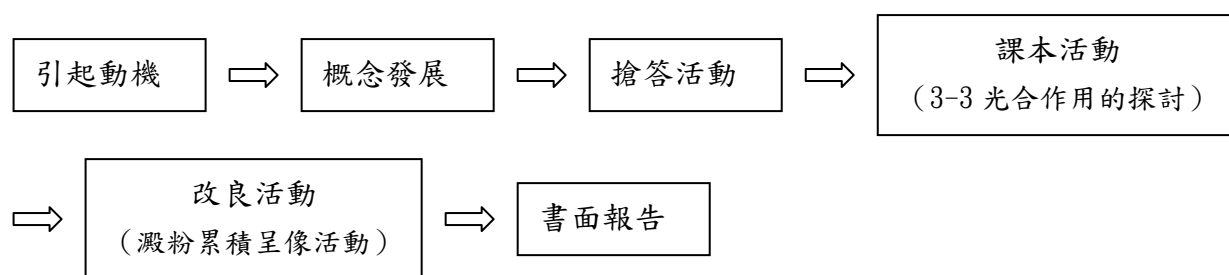


圖3-3-2 講述組的教學步驟

第四節 研究工具

本研究為達研究目的，使用的研究工具包括學習風格量表KLSI（Kolb Learning Style Inventory）（引自施賀建，2003）及學習成就診斷測驗之前後測，進行完成上述兩項測驗後，依據學習風格量表分別將兩組學生分成四種學習風格，並按照學習成就診斷測驗之後測成績分為高分群、中分群及低分群為考量依據，選出晤談學生，合計24位學生，進行半結構性晤談。茲將研究工具介紹如下：

一、學習風格量表（KLSI）

由於McCarthy的4MAT系統是以Kolb的學習風格理論為基礎，故本研究選擇Kolb的學習風格量表進行施測，來區分授課班級學生的學習風格。Kolb的學習風格量表起源於1969年MIT（Massachusetts Institute of Technology）課程發展計畫，最後發展成幫助瞭解個別學習差異的工具，形成學習風格量表初版，針對不同學習模式產生6個問題的量表。從1971年開始到1985年間，有相當多關於KLSI初版的研究發表，為了修正KLSI初版中信度偏低的缺點，於1985年發展KLSI二版，增加6個新問題，最後量表有12個問題。KLSI二版經過信度檢定，平均信度提升為 .81，信度範圍為 .73至 .88，而且語意文字簡化到七年級學童都能閱讀。從出版至今，已有許多學者採用此量表進行學術研究（Kolb & Kolb, 2005）。

本研究所採用的學習風格量表即是Kolb於1985年所發展的KLSI 二版（引自施賀建，2003），該量表共有12個題目（參閱附錄I），每個題目有四種回答，乃依據「具體經驗/抽象概念」及「省思觀察/主動實驗」等向度來設計，受測者

根據符合個人經驗的適合程度，分別填入1、2、3、4。1表示最符合自我經驗的描述，2表示是第二符合自我經驗的描述，3表示第三符合自我經驗的描述，而4表示最不符合自我經驗的描述。舉例如下：

當我學習時， <u>3</u> A.我是很強調分析的。	1=最像你
<u>1</u> B.我依自己心情而定。	2=第二像你
<u>4</u> C.我喜歡自己先問自己問題。	3=第三像你
<u>2</u> D.我重視學習效用。	4=第四像你

計分的程序是首先計算所有第A題數字的總分，得到具體經驗的分數，簡稱為CE (Concrete Experience)；計算所有第B題數字的總分，得到省思觀察的分數，簡稱為RO (Reflective Observation)；計算所有第C題數字的總分，得到抽象概念的分數，簡稱為AC (Abstract Conceptualization)；計算所有第D題數字的總分，得到主動實驗的分數，簡稱為AE (Active Experimentation)。接著，將抽象概念的分數減去具體經驗的分數（意即AC-CE），便得到「偏好具體經驗或偏好抽象概念」向度的分數；將主動實驗的分數減去省思觀察的分數（意即AE-RO），便得到「偏好省思觀察或偏好主動實驗」向度的分數，最後再以此兩個向度的分數分別為座標上X軸及Y軸的數值。如此，便可將受測者區分為四種學習風格。

二、學習成就診斷測驗

本測驗卷的目的是評量學生的先備知識及學習後所獲得的概念，來瞭解其不同教學課程下的學習成效；換言之，本試卷是用以瞭解受試者在教學前或教學後，對於光合作用相關概念的理解。

測驗工具的發展過程中，首先進行相關文獻之蒐集與分析，瞭解學生對於光合作用的迷思概念或先備知識，再根據這些概念設計成教學目標，進一步依據教學目標設計題目，發展成測驗內容，其中包含27題選擇題及綜合題，綜合題的第1題屬於選擇題題型，第2題屬於簡答題題型，題目總計29題，部分題目取材自黃達三（2000）所研發的評量試卷。

選擇題中有部分選項是參考迷思概念所設計，如1、3、5、7、11、16、17、18、21、23等試題。本測驗的雙向細目表如表3-4-1，正確概念即為本次單元的教學目標，認知層次乃根據Anderson（2001）等人對Bloom的認知層次進行修改的版本，Anderson認為認知層次分為記憶、理解、應用、分析、評鑑及創造等六個層次，由於創造層次在紙筆測驗的方式下難以被評斷，故本試卷僅就記憶、理解、應用、分析及評鑑等五層次設計題目，符合每個層次的題數相當，約為5~7題。

表3-4-1 正確概念與認知層次的雙向細目表

正確概念（教學目標）	認知層次				
	記憶	理解	應用	分析	評鑑
1.行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。					
1-1行光合作用的場所在葉綠體。					
1-2 植物具有葉綠體，可行光合作用來獲取養分。	選 3	選 7、 選 10	選 15		選 21
1-3 葉子是植物的營養器官，葉肉細胞具有葉綠體，是主要行光合作用的器官。					
2. 行光合作用需要水及二氧化碳做為原料，主要產物是葡萄糖。					
2-1 植物的根部從土壤中吸收水分。					
2-2 空氣中的二氧化碳經過氣孔進入植物體。	選 1、 選 5			選 17	選 21
2-3主要產物是葡萄糖，過程中產生氧氣釋放至空氣中。					

3. 光合作用的過程包括光反應及暗反

應。

3-1 光反應：需要在有光照時進行，葉綠

素吸收光能，利用光能把水分解產

生高能量分子和氧氣，所產生的氧

氣由氣孔釋放到空氣中。

3-2 暗反應：進行時，有無光照皆可；葉

綠體中的酵素利用光反應所產生的

能量，把二氧化碳轉換成葡萄糖和

水。

選 8、

選 9、

選 2、選 11、

選 17、選 19、

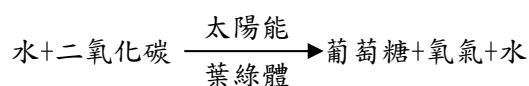
選 4、綜合 選 16 選 20、選 25、

選 6 1、選 22、選 27

綜合 2

選 26

3-3 光合作用的總反應表示為：



3-4 葡萄糖可進而轉換成其他養分及能

量形式，如蛋白質、脂質、蔗糖、

澱粉。

4.植物行呼吸作用及光合作用的比較。

4-1呼吸作用是將葡萄糖氧化以產生能

量的過程，會釋放二氧化碳。

選 18 選 23

4-2光合作用是產生葡萄糖的過程，會釋

放氧氣。

試題題目初稿完成後，請三位國中生物科教師評定試卷的專家效度，再依據專家評閱結果進行多次修正；接著，對47位已學習過光合作用單元的學生實施預試，以預試成績進行信度檢定。檢定方法是使用統計軟體SPSS10.0的內部一致性檢定，檢定結果呈現高信度（Cronbach's alpha= .88），最終完成前、後測的學習

成就診斷測驗卷，測驗卷內容參閱附錄J。

本測驗卷中屬於選擇題題型者為單選題，每一題均有最適當的答案。綜合題的第2題題目要求學生對綜合題第1題答案做出解釋。因此，在閱卷時，根據學生不同的解釋給予不同分數，評分標準如表3-4-2：

表3-4-2 綜合題第2題評分標準

學生解釋	分數
提及植物行光合作用的過程中，分解水產生氧氣。	3.5
提及植物行光合作用會產生氧氣。	3
提及植物或水草行光合作用。	2
未提及光合作用，但提到植物釋放氧氣。	1
其他不正確的解釋，如：空氣加熱變成二氧化碳；試管裡的水變少了；水只裝到那裡，所以上面是空氣；因為陽光照射，所以水蒸發；蓋下去的時候，會保留一點氧氣；因為光照而充滿二氧化碳；行呼吸作用產生的；沒有接觸到空氣而產生二氧化碳。	0
其他無關的解釋，如：隨便亂選的、矇的、因為老師說過、二氧化碳四個字很好聽、不知道。	0
空白。	0

三、半結構性晤談問題

為瞭解不同學習風格學生在教學過程中的學習感受，學生是否偏好某個學習活動，並進而瞭解其偏好的原因，故針對4MAT組與講述組的不同教學活動，預先擬定相關說明及問題，在晤談時進行全程錄音，以利日後進行編碼與分析。晤談內容分為兩組，如下所述：

（一）研究者針對4MAT組學生設計晤談問題，在提出問題前，先說明上課

過程分為八個活動，分別如下：

- 1.分享園藝種植花草的經驗。
- 2.小組討論植物生長的條件，並寫成海報。
- 3.收集同學的海報，整理結論。
- 4.教師講述光合作用的過程。
- 5.第一次實驗：「光合作用的探討」活動。
- 6.第二次實驗：「澱粉累積呈像活動」活動。
- 7.討論植物在生態中的角色。
- 8.提出書面報告，題目是「發現光合作用的科學史」或花園農場的參訪報告。

完成說明後，提出兩個問題，問題如下：

提出問題一：你最喜歡哪個活動？為什麼？

提出問題二：你認為從哪個活動中能夠學習到最多關於光合作用的知識？為什麼？

(二) 研究者針對講述組學生設計晤談問題，在提出問題前，先說明上課過程分為六個活動，分別如下：

- 1.想想看動植物如何獲得養分？
- 2.講述光合作用的過程。
- 3.搶答：課堂搶答活動。
- 4.第一次實驗：「光合作用的探討」活動。
- 5.第二次實驗：「澱粉累積呈像活動」活動。
- 6.提出書面報告，題目是「發現光合作用的科學史」或花園農場的參訪報告。

完成說明後，提出兩個問題，問題如下：

問題一：你最喜歡哪個活動？為什麼？

問題二：你認為從哪個活動中能夠學習到最多關於光合作用的知識？為什麼？

第五節 資料收集與分析

本研究資料收集包括學習風格量表、學習成就診斷測驗之前後測、半結構性晤談紀錄等，就上述收集之資料，並說明資料分析的方法。

一、資料收集

- (一) 學習風格量表 (KLSI)：在進行上課前，針對4MAT組及講述組的學生實施學習風格量表 (KLSI) 的測驗，用以區分學生的學習風格類型。
- (二) 學習成就診斷測驗：在進行上課前兩週內，針對4MAT組及講述組的學生實施前測，在結束課程後一週內，實施後測。將前測與後測的作答結果，編碼並一一輸入電腦，以利於各項分析。
- (三) 半結構性晤談：在結束課程後三週內，選定晤談對象並完成晤談，為了完整地紀錄晤談內容，晤談時全程錄音，每位學生晤談時間約為5~10分鐘，並於晤談後的當週內，將錄音內容轉譯為文字。

二、資料分析

- (一) 學習風格量表 (KLSI)：依照本章第四節所敘述之方式，計算出量表分數，並繪製成分佈圖，用以區分學生的學習風格類型。
- (二) 學習成就診斷測驗：首先，為了回答第一個問題：「比較4MAT系統及以講述為主的兩種課程，對於學生的學習成效是否有差異？」，進行下列分析：
 1. 進行前測組間的獨立樣本T檢定，用以檢定兩組學生在先備知識上是否有顯著差異。接著，分別針對兩組進行組內前後測的成對樣本T檢定，用以檢定前後測的成績是否有顯著差異。最後，進行後測組間的獨立樣本T檢定，用以兩組檢定後測成績是否有顯著差異。
 2. 將4MAT組及講述組學生依照學校第二次段考成績，分為高成就、中成就及低成就等三群，分別計算各群組的前後測平均分數，為比較前、後測平均成績的差異，將後測平均減去前測平均的差異視為進步分數，並

繪製成折線圖。繪成折線圖的用意在於瞭解4MAT組及講述組成績進步的趨勢，並推論兩者間的交互關係。

3. 為瞭解學生在不同認知層次題目上的表現，計算4MAT組與講述組學生在前測及後測作答記憶、理解、應用、分析及評鑑等不同認知層次題群的平均答對率，繪製成折線圖並分析。進一步比較4MAT組與講述組在記憶、理解、應用、分析及評鑑等不同認知層次題群的平均答對率之進步情形，計算後測平均答對率減去前測平均答對率的差異後，繪製成折線圖。繪成折線圖的用意是瞭解4MAT組及講述組在不同認知層次題群進步的趨勢，並推論兩者間的交互關係。
4. 為瞭解4MAT組與講述組學生在不同概念類型上的學習成就，故比較各項概念類型的平均答對率，分別計算4MAT組與講述組在前測與後測不同概念類型的平均答對率，並繪製成折線圖。進一步做4MAT組與講述組的組內比較，以瞭解各項概念類型題群的平均答對率之進步情形，故計算後測平均答對率減去前測平均答對率的差異後，繪製成折線圖。繪成折線圖的用意是瞭解4MAT組及講述組在不同概念類型題群進步的趨勢，並推論兩者間的交互關係。
5. 探討4MAT組與講述組學生在各題答對率之表現，計算兩組在成就診斷測驗29道題目中，前測及後測答對率的差異，意即計算後測答對率減掉前測答對率，並繪製成長條圖。另外，進行成對樣本T檢定，來檢定兩組學生在前後測答對率的差異性。

其次，為了回答第二個問題：「比較4MAT系統及以講述為主的兩種課程，對於不同學習風格學生的學習成效是否有差異？」，進行下列分析：

1. 為瞭解4MAT組及講述組各種學習風格學生的學習成就之進步情形，將兩組學生依照學習風格分組，計算各種學習風格學生的學習成就診斷測驗之前測與後測平均成績，再將兩組前測與後測平均成績的差異繪製成折線圖。繪成折線圖的目的是瞭解4MAT組及講述組中，不同學習風格

學生成績進步的趨勢，並推論兩者間的交互關係。

2. 為瞭解不同學習風格學生在完成課程後，在記憶、理解、應用、分析與評鑑等認知層次的表現，故分析學習成就診斷測驗後測中的表現，計算在記憶、理解、應用、分析和評鑑等各個層次題群的平均答對率，並依據不同學習風格分別繪製成折線圖。為進一步瞭解不同學習風格學生在接受兩組課程後，其記憶、理解、應用、分析與評鑑等認知層次表現的進步情形，故計算後測平均答對率減掉前測平均答對率的差值，並依據不同學習風格分別繪製折線圖。繪成折線圖的立意是瞭解4MAT組及講述組中，不同學習風格學生在不同認知層次題群進步的趨勢，並推論兩者間的交互關係。
3. 為分析不同學習風格學生在不同概念類型上的學習成就，比較各項概念類型的後測平均答對率，故分別計算之並依據不同學習風格分別繪製成折線圖。為進一步瞭解不同學習風格學生在接受兩組課程後，在不同概念類型題群表現的進步情形，故比較各概念題群的平均答對率之差，意即計算後測平均答對率減掉前測平均答對率的差值，並依據不同學習風格分別繪製成折線圖。繪成折線圖的立意是瞭解4MAT組及講述組中，不同學習風格學生在不同概念類型題群進步的趨勢，並推論兩者間的交互關係。

(三) 半結構性晤談：為了回答第三個問題：「比較4MAT系統及以講述為主的兩種課程，對於不同學習風格學生的學習偏好是否有差異？」，故將晤談內容進行編碼與歸類。首先，將4MAT組的教學過程分為八個活動，分別編碼為A、B、C、D、E、F、G、H，將講述組的教學過程分為六個活動，分別編碼為I、D、J、E、F、H。由於教師講述的過程、第一次實驗及第二次實驗在兩組教學時，幾乎相同，故將之給予相同編碼代號，教學過程編碼情形分別如表3-5-1及表3-5-2。接著，依據晤談學生回答晤談問題的情形，作進一步的分析與比較，以期瞭解不同學習風格的學生對課程內容的偏好。

表3-5-1 4MAT組的教學過程編碼

編碼代號	4MAT 的教學過程分為八個活動：
A	分享園藝種植花草的經驗。
B	小組討論植物生長的條件，並寫成海報。
C	收集同學的海報，整理結論。
D	教師講述光合作用的過程。
E	第一次實驗：「光合作用的探討」活動。
F	第二次實驗：「澱粉累積呈像活動」。
G	討論植物在生態中的角色。
H	提出書面報告，題目是「發現光合作用的科學史」 或花園農場的參訪報告。

表 3-5-2 講述組的教學過程編碼

編碼代號	以講述為主的教學過程分為 6 個活動：
I	想想看動植物如何獲得養分？
D	教師講述光合作用的過程。
J	搶答：課堂搶答活動。
E	第一次實驗：「光合作用的探討」活動。
F	第二次實驗：「澱粉累積呈像活動」。
H	提出書面報告，題目是「發現光合作用的科學史」 或花園農場的參訪報告。