

第五章 結論、討論與建議

本章共分為三節，第一節將歸納整理本研究之研究結果以回答研究問題，第二節則是針對研究結果進行綜合討論，而第三節將根據本研究結論提出建議及未來研究方向。

第一節 結論

本研究目的是探討依據 4MAT 系統設計的課程，在教授光合作用單元的成效，包括分析學習成效及概念獲得的情形，以及學生在教學活動中的學習偏好。以下將歸納整理第四章的研究結果以回答研究問題。

一、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差異。

在整體學習成就方面，比較學習成就診斷後測成績的組間差異，結果發現 4MAT 組表現優於講述組，但未達顯著差異。接著，比較不同學習成就學生的表現，發現 4MAT 組課程較有利於低成就及中成就學生的學習，而講述組課程明顯有利於高成就學生的學習，而不利於低成就學生的學習。在不同認知層次表現上，4MAT 組課程較有利於學生在理解、應用和分析等認知層次的表現，而講述組課程較有利於學生在記憶和評鑑等認知層次的表現。

在學習概念成效方面，在兩組比較下，4MAT 組課程對較抽象困難的「光合作用的光反應及暗反應過程」與「植物行呼吸作用及光合作用」相關概念釐清成效較為良好。而講述組課程對較簡單基本的「行光合作用的生物需具有葉綠體或葉綠素」與「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。」相關概念釐清較佳。值得注意的是，4MAT 組與講述組學生都對於「比較植物行呼吸作用及光合作用」相關概念的釐清有困難，容易產生迷思概念。

另外，比較結束課程後釐清迷思概念的成效上，整理成表 5-1-1。由表 5-1-1 可知，4MAT 組學生所減少的迷思概念有「根部從環境中的水、土壤或肥料中獲

得所有食物」和「行光合作用主要功用為釋放氧氣」，而增加的迷思概念有「葉子可以直接將水轉變為醣類」、「行光合作用會直接製造蛋白質及澱粉」、「光合作用是一種呼吸作用的形式」、「植物在夜間行光合作用的速率低，產生少量氧氣」。講述組學生所減少的迷思概念有「根部從環境中的水、土壤或肥料中獲得所有食物」、「葉子可以直接將水轉變為醣類」，增加的迷思概念有「行光合作用會直接製造蛋白質及澱粉」、「光合作用是一種呼吸作用的形式」、「植物在夜間行光合作用的速率低，產生少量氧氣」和「行光合作用主要功用為釋放氧氣」。在兩組課程下，部分迷思概念獲得改善，但也有部分迷思概念未能獲得改善。

表 5-1-1 比較結束課程後兩組釐清迷思概念的成效

	4MAT組	講述組
減少的迷思概念	1.根部從環境中的水、土壤或肥料中獲得所有食物。	1.根部從環境中的水、土壤或肥料中獲得所有食物。
	2.植物白天行光合作用，晚上行呼吸作用。	2.葉子可以直接將水轉變為醣類。
	3.行光合作用主要功用為釋放氧氣。	3.植物白天行光合作用，晚上行呼吸作用。
增加的迷思概念	1.葉子可以直接將水轉變為醣類。	1.行光合作用會直接製造蛋白質及澱粉。
	2.行光合作用會直接製造蛋白質及澱粉。	2.光合作用是一種呼吸作用的形式。
	3.光合作用是一種呼吸作用的形式。	3.植物在夜間行光合作用的速率低，產生少量氧氣。
	4.植物在夜間行光合作用的速率低，產生少量氧氣。	4.行光合作用主要功用為釋放氧氣。

整體比較兩組學習後的概念差異，4MAT組在屬於比較抽象困難的概念上，

其學習成效較為良好，能夠進步較多；講述組在屬於比較基本知識的概念上，其學習成效較為良好。

二、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的差異。

在組間整體學習成效比較上，4MAT組課程能引導偏好具體經驗學習者的學習，且不同學習風格學生的學習成就皆有進步，而講述組課程明顯適合偏好抽象經驗學習者的學習。

在各認知層次題群的表現方面，發現到兩組不同學習風格學生皆在記憶、應用與評鑑等認知層次題群的表現優於理解和分析層次，顯示理解和分析層次的題群的難度高於記憶、應用與評鑑層次的題群。

在各認知層次題群平均答對率進步情形的比較方面，4MAT組課程有利於第一類學習者在應用層次題群的學習，講述組課程有利於第一類學習者在記憶、理解及評鑑層次題群的學習。4MAT組課程有利於第二類學習者在分析層次題群的學習，講述組課程有利於第二類學習者在記憶、理解、應用及評鑑層次題群的學習。4MAT組課程有利於第三類學習者在記憶與理解層次題群的學習，講述組課程有利於第三類學習者在分析及評鑑層次題群的學習。4MAT組課程有利於第四類學習者在理解、分析和評鑑層次題群的學習，講述組課程有利於第四類學習者在記憶層次題群的學習。上述表示，在不同課程教導下，不同學習風格學生在不同的認知層次的進步情形也會有所差異

比較組內四大概念類型題群平均答對率的進步情形，4MAT組的第二類及第三類學生在各種概念類型題群的平均答對率皆有進步，第一類、第四類及第一與第四中間類型學生在不同概念類型題群的平均答對率，呈現出少數題群答對率退步，顯示本研究設計的4MAT組課程，對第二類與第三類學習者的學習效益較優。講述組的第三類學生在各種概念類型題群的平均答對率皆有進步，其他學習風格學生在不同概念類型題群的平均答對率，呈現出少數題群退步或無改變的結果，

顯示本研究設計的講述組課程，對第三類學習者的學習效益優於其他類型學習者。

比較組間四大類型概念的進步情形，可知講述組課程對第一類學習者在概念一（行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。）與概念二（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。）的學習上較有利。對第二類學習者來說，講述組課程較有利於概念一（行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。）、概念二（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。）與概念三（光合作用的過程包括光反應及暗反應）的學習，4MAT組課程較有利於概念四（植物行呼吸作用及光作用的比較）的學習。對第三類學習者來說，4MAT組課程較有利於概念一（行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。）的學習，講述組課程較有利於概念二（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。）和概念三（光作用的過程包括光反應及暗反應。）的學習。對第四類學習者來說，4MAT組課程較有利於概念二（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。）及概念三（光作用的過程包括光反應及暗反應。）的學習，講述組課程較有利於概念一（行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。）與概念四（植物行呼吸作用及光作用的比較。）的學習。

整體上，在兩組間四大類型概念的進步情形，將4MAT組的第一與第四中間類型學生的進步表現列入比較，可看出屬於偏好具體經驗方式學習者（意即第一類、第四類及第一與第四中間類型）在4MAT組課程下，其學習概念二與概念三的進步情形略優於講述組。

三、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的差異。

4MAT組課程下，有較多的學生喜歡實驗活動與製作書面報告，他們所提出的理由是認為可以動手操作，上網查詢比較多的資料，感到比較好玩及有趣。講述組課程下，有較多的學生喜歡課堂搶答與實驗活動，所提出的理由是有搶答的

鼓勵作用，也可以親自動手操作實驗，感到比較好玩。總結上述，學生在學習時，並不喜歡以單純聽講的方式學習，喜歡多樣化的教學方式，大多數學生喜歡親自動手操作的學習機會。

4MAT 組課程下，學生認為操作實驗、書面報告及課堂講述可以學習最多知識，所提出的理由分別是實際操作，搜尋網路查詢課外知識，老師講解完整且詳細。講述組課程下，學生認為課堂講述及提出書面報告可以學習最多知識，所提出的理由分別是老師講解詳細，上網查詢其他更多知識。總結以上所述，兩組學生均認為可以從「課堂講述」及「提出書面報告」的活動學習最多光合作用的知識。

另外，將晤談結果與4MAT系統的設計理念來比較，4MAT組課程對於第二、第三及第四類學習者來說，課程中的部分活動確能符合他們的學習偏好。然而，也有不符合4MAT論點之處，表示4MAT系統所定義的學習風格及學習活動，未必符合所有學生的學習偏好，也可能是本研究所設計的4MAT課程，在每個活動在時間上的安排不均，而且與學生平日習慣上課的方式不同，這讓學生認為「分享園藝種植花草的經驗」、「小組討論並寫成海報」及「收集海報並整理結論」等活動並非正式課堂活動。

第二節 討論

以下針對本研究之研究結果，進行討論。

首先，討論4MAT組及講述組課程對學生成績的差異。在課程結束後，分別將兩組學生的學習成就診斷測驗後測成績與前測成績作比較，顯示兩組學生在完成課程後，其正確概念皆有所提升，學習成就獲得顯著成效。接著，進行兩組學生的學習成就診斷測驗後測成績之組間差異比較，顯示4MAT組學生的成績略高於講述組，但是未達顯著差異，這代表4MAT組學生的學習成就未顯著優於講述組。

這項結果與其他相關研究 (Anderson & Green, 2000 ; Dwyer, 1993 ; Wilkerson

& White, 1988；蔡享翰，2005）不同，他們的研究均指出，運用4MAT系統教學與傳統教學的學習成就分析上，4MAT系統教學成效優於傳統教學，達顯著差異。

舉例來說，蔡享翰（2005）曾與國內技術學院合作，探討4MAT課程用於國內學生的效果，研究對象為技術學院一年級護理課的學生，分為4MAT組與傳統講述組，研究人數分別為48人與37人，研究課程時間為期六週，每週兩小時，共計授課時數為12小時。教學後，比較兩組的學習成效，結果顯示4MAT組的學生在學習成就及長程記憶的效果皆比傳統講述課程組的學生表現優異，且達顯著差異。另外，Wilkerson和White（1988）以50位三年級學生為研究對象，以某個科學單元為教學內容，上課時間為期一個月，按照教學方式分為兩組，一組使用4MAT系統教學，另一組依照課文內容教學，採隨機方式將學生分配至兩組。在教學後，比較兩組學生的學習態度、學習興趣與學習成就的差異。結果發現在關於知識、比較、應用與分析方面的成就測驗表現上，4MAT系統教學組表現較優，且達顯著差異，在綜合與評鑑方面的成就測驗表現上，沒有顯著差異。至於35天後的延宕測驗上，4MAT系統教學組同樣在關於知識、比較、應用與分析方面成就測驗的表現較優，且達顯著差異，兩組在關於綜合與評鑑方面的成就測驗表現上，依然無顯著差異。在上述的研究中，其進行研究的教學時間均比本研究長，也許使用4MAT系統於教學的授課時數的長短與否，亦會影響學習成效的檢定。

然而，也有學習成就或知識測驗無顯著差異的報導（Bowers, 1987；Ursin, 1995；Vaughn, 1991）。在1987年，Bowers進行物理教學研究，將六年級資優生分成兩組，分別使用4MAT課程及傳統課程，結果在成就測驗表現上，知識測驗未達顯著差異，但在批判性思考測驗與科學態度測驗中達顯著差異，意即批判性思考測驗成績與科學態度優於傳統課程的學生。Vaughn（1991）對國小三年級學生實施4MAT教學與傳統教學，結果兩者間學習成就無顯著差異，但是學生偏愛4MAT教學活動，因此他認為4MAT教學可以增強學習動機（引自林郁如，2006）。Ursin（1995）以九年級48位學生為研究對象，分為實驗組與控制組，比較使用4MAT教學與傳統教學於一學期的地球科學教學後，學生的學習成就與

科學態度的差異，結果發現兩組學生在科學態度後測上無顯著差異，但是4MAT教學組的科學態度表現正向，在學習成就測驗後測表現上，4MAT教學組的平均分數較高，但是未達顯著差異。依據上述，顯示使用4MAT教學未必在學習成就測驗上有顯著差異，但是在其他方面的表現，如學習態度或學習動機會有所不同。

其次，比較兩組課程對不同程度學生的助益，顯示4MAT組課程較有利於低成就及中成就學生的學習，而講述組課程明顯有利於高成就學生的學習，但不利於低成就學生的學習。這或許代表4MAT課程可以幫助中成就與低成就學生的學習，依照4MAT系統的理論基礎，4MAT課程可以符合不同學習風格的需要。正如同Drummond（2000）所言，他認為學習成效較低的學生，其受到忽視的面向可能就是他們的學習風格，另外，Dunn & Dunn（1994）的研究報告指出，當教學符合學生的獨特學習風格時，學生的學業成就與學習態度都會有所改善（引自宋俊毅，2005）；換言之，當學生的學習成效低落時，可能是因為他們的學習風格不被重視，教學方式未合乎他們的學習需求，因此，當教學方式改變成能適合他們的學習風格時，就能改善其學習成效。

關於學生在認知層次的表現探究上，認知層次乃依據Anderson（2001）等人對Bloom的認知層次，再明確定義的六個認知層次，六個認知層次由低至高依序為記憶、理解、應用、分析、評鑑與創造等。本研究以學習成就診斷測驗來評量出學生在記憶、理解、應用、分析和評鑑認知層次題群的表現，而創造層次不包含在內。根據評量結果，顯示理解與分析層次的題群是偏難的，記憶、應用與評鑑層次的題群是偏易的。4MAT組課程較有利於學生在理解、應用和分析等認知層次的學習表現，而講述組課程較有利於學生在記憶和評鑑層次的表現。表示學生在接受4MAT組課程後，可能在詮釋、舉例、分類、推論、比較、解釋、實行、執行、鑑別差異、組織與歸因等認知能力較優；學生在接受講述組課程後，可能在辨識、回憶與判斷等認知能力較佳。這點與Wilkerson和White（1988）的成就測驗分析的結果部分相符，在他們研究結果中顯示，比較4MAT教學組與傳統教學組的學習成就測驗中，在知識、比較、應用與分析方面的題目，4MAT教

學組學生表現較為優異且達顯著差異，但是在綜合與評鑑方面的題目，無顯著差異。關於講述組課程有利於學生在記憶層次的表現，較不利於理解、應用和分析等較高階認知層次的表現，這點與吳昭慶(2005)的結論雷同，其研究結果顯示，講述教學只能讓學生產生記憶性的學習，不足以使學生理解課程內容及科學語詞。這也表示教師單純以講述法教學，只能讓學生記憶知識而已，未必能達到理解科學概念的效果。

在概念學習成效的討論上，學生接受4MAT組課程後，對「光合作用的光反應及暗反應過程」與「植物行呼吸作用及光合作用」概念釐清較佳，而學生接受講述組課程後，對「行光合作用的生物需具有葉綠體或葉綠素」與「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。」概念的釐清較佳。換言之，4MAT組學生在比較抽象困難概念的學習成效較為良好，講述組學生在比較基本知識概念的學習成效較為良好。

但是，無論是4MAT組或講述組學生，他們仍對部分概念有學習困難，容易產生迷思概念，例如在「光合作用是一種呼吸作用的形式」迷思概念的表現上，兩組在學習後反而增加，相關類似迷思概念如「植物的呼吸作用就是光合作用」，在林達森(2004)的研究結果中出現，他認為將植物行呼吸作用視作光合作用的可能原因是，學生認為植物的呼吸作用具備產生養分的功能，或者是結合光合作用的迷思概念，而認為植物藉呼吸作用吸收土壤中養分的能量，因此，當學生對植物的光合作用理解不清，再聯結上呼吸作用，便容易產生不同的迷思概念。

在實施本研究的課程時，教師雖然在課堂上，特別提出相關迷思概念進行解說，但最後學生還是形成迷思概念，這也顯示迷思概念的形成是極不容易避免的。原因可能是學生的認知能力缺乏抽象思考，先備知識也有所不足，如同Eisen和Stavy(1992, 1993)的想法，他們認為學習光合作用的困難來自於學生缺乏化學、生物及物理方面的基礎知識，同時也缺乏抽象概念的理解能力，學習光合作用概念時往往採取記憶方式，對於中間過程的生化反應不求甚解。

在關於學習風格與學習成效的討論方面，比較組間的學習成效，發現4MAT

組課程能引導偏好具體經驗學習者的學習，講述組課程適合偏好抽象經驗學習者的學習。同時也發現到，4MAT組課程，對第二與第三類學習者的學習效益較優，講述組課程對第三類學習者的學習效益較優；換言之，第三類學習者在不同教學策略下，其學習效益較優，而偏好具體經驗學習者在4MAT組教學下，學習成效獲得改善。這樣的結果，是否意謂著學習風格的不同會影響學習成效？

已有多數研究顯示，學習風格確實會影響學業成就表現，例如：Okebukola（1986）研究學童對於合作的與競爭的兩種不同學習情境之間的偏好，顯示兒童的學習偏好會影響生物科學習成就的表現。Smith（1986）使用Dunn（1985）的學習風格量表來探討四、五、六年級兒童的學習風格是否與學習成就有關，發現到高成就的兒童多屬於獨立且動機強。Sormunen（1993）研究48名國小四年級學生，其學習風格與打字成就之間的關係時，發現天生動覺的能力會影響兒童打字的速度（引自姜嘉瑤，2000）。由上述可知，在學習不同的學科內容時，可能需要不同的能力，採取不同的學習方法，才能提升學習效率。這點同時也提醒身為教學者，在教學時應使用不同的教學策略，以提供不同學習風格學生適合的學習情境。

第三節 建議及未來研究方向

以下將分為對教學與未來研究方向等兩部分做建議。

一、對教學的建議

教師在教學時，往往認為只要將課本內容講解清楚並輔以測驗卷，便可幫助學生的學習成就表現，學生的測驗成績表現不佳，原因便是學生不用功，回家沒複習，而殊不知不同學習風格需要不一樣的教學法。

由本研究可知，學生具有不同學習風格的事實是存在的，每種學習風格的學生都不在少數，沒有一種學習風格是在人群中佔大多數的。以往偏好抽象概念的學習者，在以教師為中心，以聆聽教師講述專家意見的教學方式下，便可獲得良好的學習成效。但是，對於偏好具體經驗學習的學生而言，這樣的教學方式是不

合適的，也會導致學習成效不彰，他們需要與日常生活經驗相聯結。因此，未來建議可將 4MAT 系統作為教學設計上的參考依據，它可以促進不同學習風格學生的學習成效，提供不同的學習過程與學習機會，重點是可以幫助以往被忽略的學生，或是幫助低成就的學生。

將來在推廣 4MAT 系統教學時，建議在課程設計上，儘量安排八個教學活動所佔用的教學時間比例相等。如此，能讓教學課程中，適合每種學習風格學生參與學習的時間一致。另外，改變學生的迷思概念是如此的困難，教師若想要矯正迷思概念，除了針對迷思概念加以說明釐清外，也需考量設計其他教學活動，多設計動手操作的活動，增加學生的學習興趣與提升參與度，如此或許可降低改善迷思概念形成的困難。

二、未來研究的方向

在本次研究中，雖然在 4MAT 系統及以講述為主的兩種課程比較下，兩組學生在後測中的學習成就未達顯著差異，不過對於不同程度及不同學習風格學生的助益是不同的，在概念上的學習成果也存在著些許差異。未來，國內若要針對 4MAT 系統理論進行深入研究，建議增加參與研究的人數，或是進行長時間的研究，並輔以學習感受問卷或是科學態度問卷的調查，以期瞭解學生在 4MAT 課程下，其學習感受及科學態度為何，是否真的因為課程安排適合他們的學習偏好，而能提升學習興趣及學習成就。