

第四章 研究結果

本研究目的是探討依據4MAT系統設計的光合作用單元課程的成效，包括分析學習成就及迷思概念改變的情形，以及學生在教學活動中的學習狀況。針對本研究之目的及研究問題，本章分成三節，第一節將探討兩組課程學生的學習成就及概念差異，第二節將探討不同學習風格學生的學習成就及概念差異，第三節則將探討學生在教學活動中的學習狀況。在前兩節的分析中，研究者以學習成就診斷測驗答題情況進行量化分析，在第三節的分析中，研究者以半結構性晤談方式並進行質性分析，以瞭解不同學習風格學生在兩組課程中，是否偏好某個學習活動並瞭解其偏好原因。

第一節 學習成就診斷測驗之前後測成績分析

本研究以自行編制之「學習成就診斷測驗」評量學生在光合作用概念方面的學習成效，試題有28題選擇題，1題為開放性簡答題。4MAT組的前、後測各有37份結果，講述組學生在進行前測施測時，有一位學生表示從家中兄長那邊看過這份試題(可能是該生的兄長恰巧參與試卷的預測，而兄長未將試卷繳回所致)，且該生於前測成績獲得接近滿分的成績，另一位學生在前測及後測的答案均為ABCDABCD...，具有規律性，因此研究者認為此兩位學生的測驗卷應視為無效試卷，在進行研究分析時，應將之剔除，故講述組的前、後測各僅有35份結果。

一、4MAT組與講述組學生在學習成就診斷測驗前後測成績分析

將4MAT組與講述組學生的前、後測的施測結果，以統計套裝軟體SPSS 10進行成對樣本T檢定來分析前後測是否達顯著差異。4MAT組學生的前測成績平均為38.16，後測成績平均為51.09，前後測成績達顯著差異($t(36) = 6.625, p = .000 < .01$)；講述組學生的前測成績平均為33.77，後測成績平均為46.84，前後測成績亦達顯著差異($t(34) = 3.972, p = .000 < .01$)，且兩組的後測平均高於前測平均，均達顯著差異，顯示兩組學生在課程結束後，在獲得正確知識及概念方面，有良好成效，分析結果如表4-1-1。

表4-1-1 4MAT組與講述組學生在學習成就診斷測驗前後測成績分析

組別	前測 平均	前測 S.D.	後測 平均	後測 S.D.	平均 數差	t 值	p 值
4MAT 組	38.16	13.83	51.09	17.06	12.93	6.625	.000**
講述組	33.77	16.14	46.84	20.81	13.07	3.972	.000**

Note : * $p < .05$ ** $p < .01$

以統計套裝軟體 SPSS 10 進行獨立樣本 T 檢定來分析兩組的前測及後測成績是否達顯著差異。兩組在前測成績表現上，無顯著差異 ($t(70) = 1.241, p = .219 > .05$)，而兩組在後測成績表現上，4MAT 組的平均較講述組的平均為高，但仍無顯著差異 ($t(70) = .938, p = .351 > .05$)，這顯示實行兩組課程後，學生的學習成就接近，原因可能是兩組課程的內容幾乎相同，只有教學順序及引導方式的不同，因此學生在學習完課程後，獲得相近的知識及概念，分析結果如表 4-1-2。

表 4-1-2 4MAT 組與講述組學生在學習成就診斷測驗後測成績分析

	4MAT 組	前測		後測	
		t 值	p 值	t 值	p 值
講述組					
前測		1.241	.218		
後測				.938	.351

Note : * $p < .05$ ** $p < .01$

二、分析不同程度學生在成就診斷測驗平均成績的進步情形

為了進一步瞭解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，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，繪製成圖 4-1-1 所示。

由圖 4-1-1 可知，4MAT 組的低成就學生的平均分數進步 8.67 分，中成就學生的平均分數進步 15 分，高成就學生的平均分數進步 14.96 分。講述組的低成就學生的平均分數進步 2.32 分，中成就學生的平均分數進步 10.85 分，高成就學生的平均分數進步 26.45 分。

顯然的，4MAT 組的低成就學生比講述組低成就學生的進步分數多，但是未達顯著差異 ($t(21)=1.268, p=.219 > .05$)，而且講述組的低成就學生進步甚少；4MAT 組的中成就學生進步分數較講述組高，但亦未達顯著差異 ($t(24)=.672, p=.508 > .05$)；然而，講述組的高成就學生進步甚多，比 4MAT 組高出 11.49 分之多，但仍未達顯著差異 ($t(21)=1.681, p=.114 > .05$)。

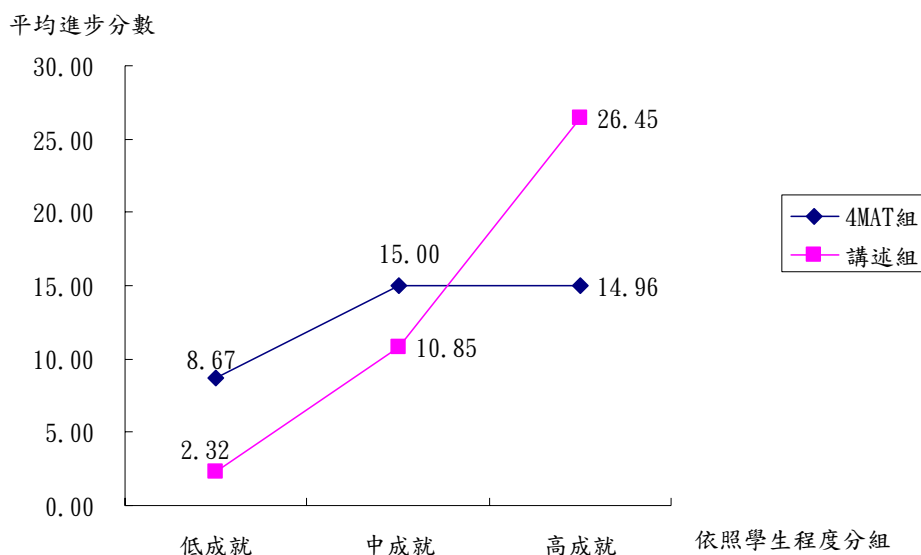


圖 4-1-1 不同程度學生在成就測驗平均成績的進步情形

換言之，4MAT 課程較有利於低成就及中成就學生的學習，而講述組課程較有利於高成就學生的學習，不利於低成就學生的學習。推論造成此結果的原因是高成就學生原本就擅長於一般以講述為主教學法的學習，而 4MAT 課程的教學方式給予中、低成就學生不一樣的學習情境，例如：4MAT 組課程讓學生能與日常生活經驗作聯結，讓他們有小組討論與發表的機會，而講述組課程則是完全聆聽教師講述，無討論與發表的機會；在進行第二次實驗（澱粉累積呈像活動）時，不立即告知實驗流程，先向學生發問影響實驗結果的因素，讓同學能思考並發

表，如此能讓學生能回想所習得的知識，再加以推廣延伸，而講述組課程則缺乏讓同學思考發表的機會，完全按照食譜式的活動步驟進行。因此，或許不同學習情境給予中、低成就學生不同的學習經驗，讓他們有機會在課堂上發表而融入課程中，而講述組課程僅能使中、低成就學生單純以聆聽和記憶方式學習，他們便不易融入課程中。

三、分析4MAT組與講述組在各認知層次題群的表現

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，繪製成圖 4-1-2 及圖 4-1-3 所示。

在進行課程前，4MAT 組學生在記憶、應用與評鑑等層次題群的平均答對率偏高，高於 .4 以上，而且在記憶與評鑑等層次的題群平均答對率比講述組高，在理解及應用層次的題群平均答對率與講述組相當，而在分析層次題群的平均答對率則較講述組低。

在完成課程後，雖然 4MAT 組在五個層次題群的平均答對率都比講述組稍微高些，但是 4MAT 組與講述組的平均答對率所呈現的趨勢是一致的，折線呈現類似「W」的圖形，意即在記憶、應用與評鑑的答對率偏高，而理解與分析層次題群的平均答對率偏低。為探討是否理解與分析層次題群偏難，與預試班級答對率做比較，結果發現接受預試的學生在理解、分析與評鑑的平均答對率亦偏低。

整體看來，顯示理解與分析層次對學生而言的確是偏難的，可能原因是理解與分析層次的題目包含相當多關於光合作用中光反應與暗反應過程的抽象概念，記憶層次的題目屬於簡單具體的知識，應用題目包含較多關於實驗操作與過程的概念，所以學生對於實驗過程的認知較好。雖然評鑑層次屬於高認知層次，需要做出推論，但是評鑑層次的題目以生活化的方式設計，描述的情境簡單，所以這點可能讓學生比較容易做出正確判斷。

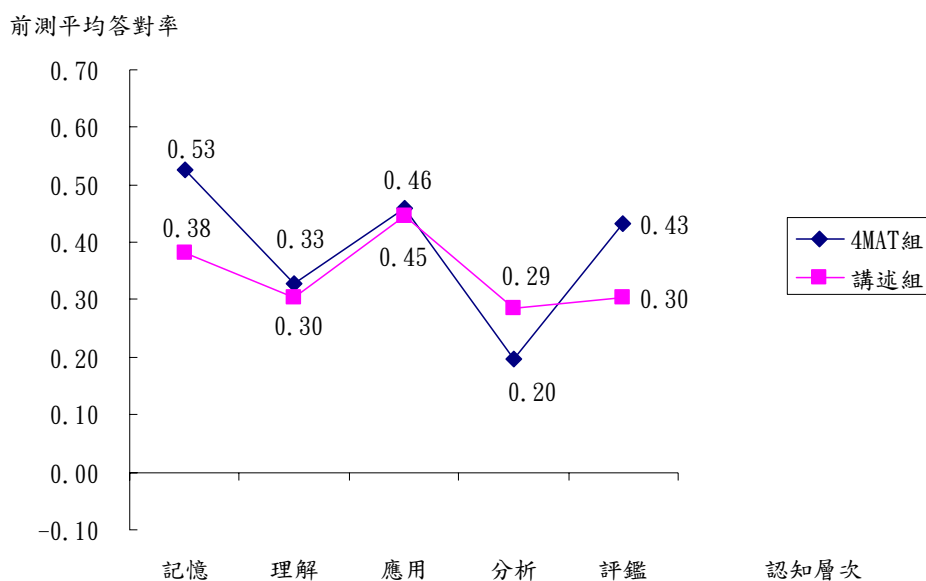


圖 4-1-2 4MAT 組與講述組在前測各認知層次題群的平均答對率

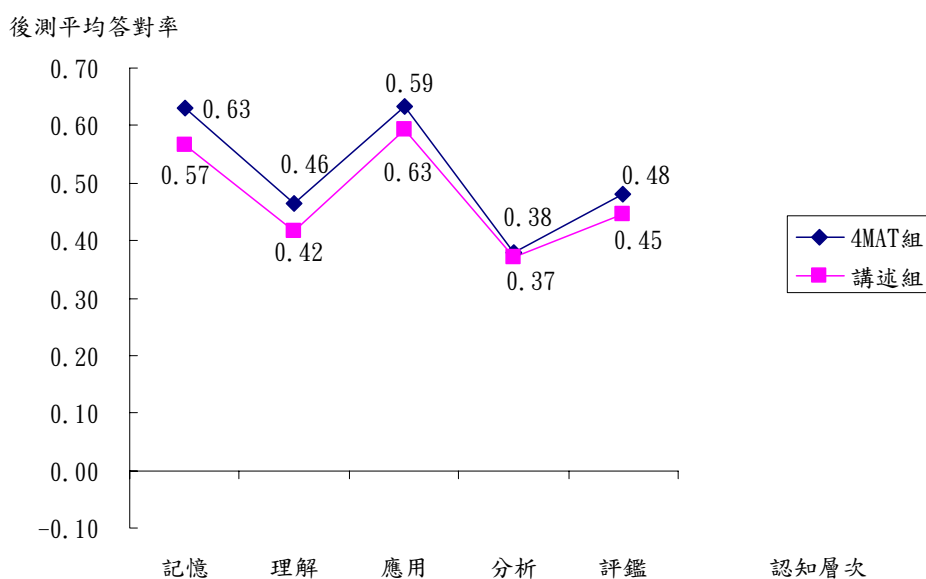


圖 4-1-3 4MAT 組與講述組在後測各認知層次題群的平均答對率

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後繪製成圖 4-1-4。由圖中可明顯看出，4MAT 組在理解、應用和分析等三個層次題群的平均答對率之進步情形較高於講述組，特別是分析層次的題群，講述組在記憶與評鑑層次題群平均答對率較高於 4MAT 組。在兩組表現的交互關係上，顯

示 4MAT 組課程可能較有利於學生在理解、應用和分析等認知層次的表現，而講述組課程可能較有利於學生在記憶和評鑑層次的表現。

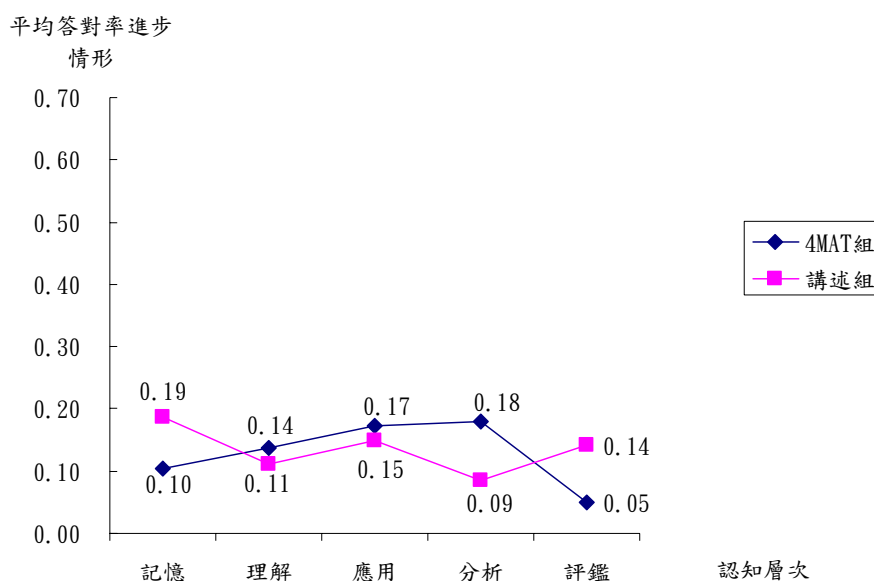


圖 4-1-4 4MAT 組與講述組在各認知層次題群的平均答對率之進步情形

四、分析4MAT組與講述組學生在不同概念類型的學習成效

為分析 4MAT 組與講述組學生在不同概念類型上的學習成就，將比較各項概念類型的平均答對率。首先，依據教學目標將概念分為四大類型，稱之為概念一、概念二、概念三及概念四，將其主要概念與題號做對應表，如表 4-1-3 所示。包含概念一的題目計有選擇題 5 題，包含概念二的題目亦有選擇題 5 題，由於概念三所涵蓋的概念細目多，其題目有選擇題 14 題及綜合題，包含概念四的題目有選擇題計 2 題。

其次，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，並繪製成圖 4-1-5 與圖 4-1-6。

表 4-1-3 概念內容與對應題號表

概念類型	對應題號
概念一：行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。	選 3、選 7、選 10、選 15、選 21
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。	選 1、選 5、選 17、選 21
概念三：光合作用的過程包括光反應及暗反應。	選 2、選 4、選 6、選 8、選 11、選 16、選 9、選 17、選 20、選 22、選 26、選 19、選 25、選 27、綜合 1、綜合 2
概念四：植物行呼吸作用及光合作用的比較。	選 18、選 23

由圖 4-1-5 中可知，在進行教學前，4MAT 組學生只有在概念一題群的平均答對率超過 .50，而在其餘概念類型題目的平均答對率均低於 .50；講述組學生在各種概念的平均答對率均低於 .50。另外，兩組學生在概念一及概念二題目的平均答對率都高於概念三及概念四，可能原因是概念一及概念二的題目，在小學階段已經學過部分內容，概念三涵蓋的概念是學生尚未學習過且較為抽象的，概念四的題目包括呼吸作用與光合作用的概念。根據文獻，學生容易混淆呼吸作用與光合作用兩者間的關係，因此兩組學生的平均答對率都只有 .31 是可以被理解的。

由圖 4-1-6 中可知，在完成教學後，4MAT 組與講述組學生在概念一和概念二題目的平均答對率都超過 .50，而在概念三和概念四題目的平均答對率都低於 .50。另外，4MAT 組在概念三和概念四題目的平均答對率都超過講述組的表現，而講述組在概念一和概念二題目的平均答對率都超過 4MAT 組的表現。

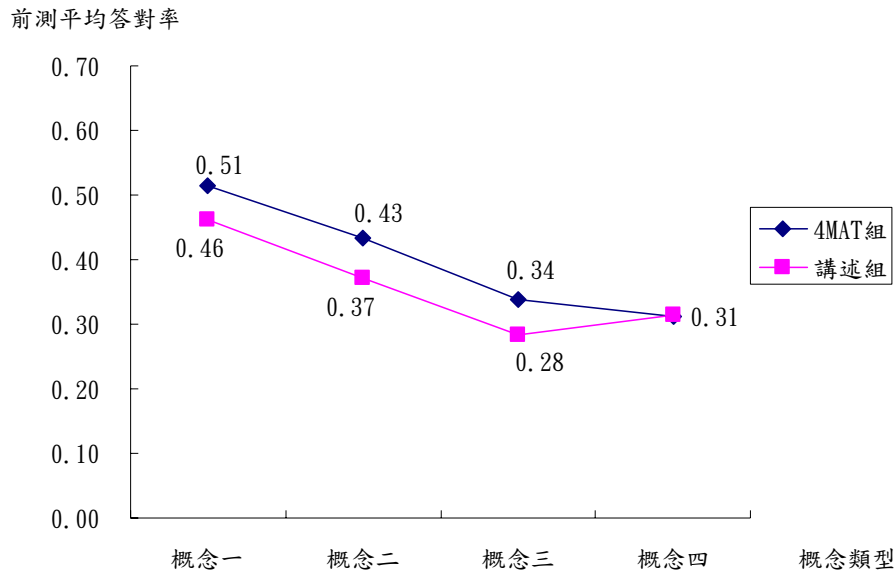


圖 4-1-5 4MAT 組與講述組在前測不同概念類型的表現

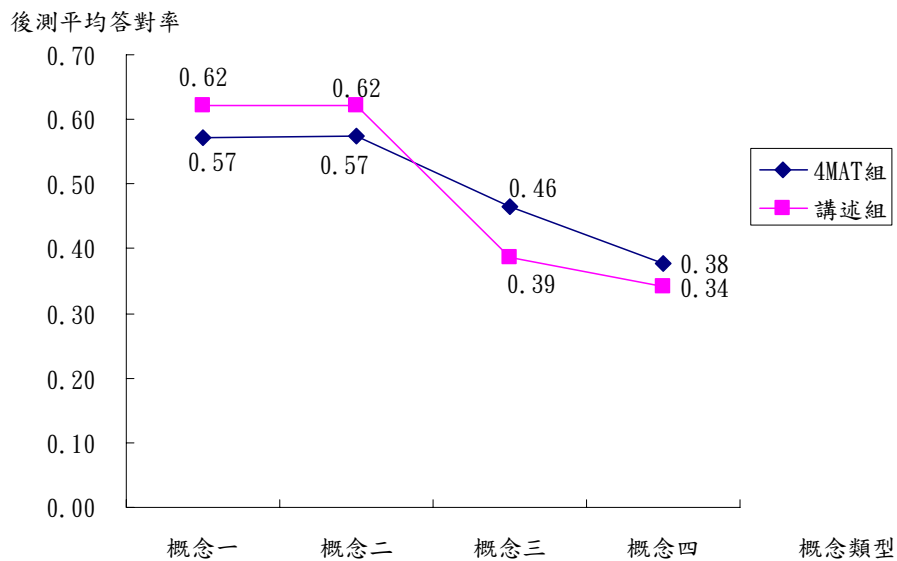


圖 4-1-6 4MAT 組與講述組在後測不同概念類型的表現

進一步做 4MAT 組與講述組的組內比較，在概念一、概念二、概念三及概念四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後繪製成圖 4-1-7。由圖中可看出，4MAT 組在概念二及概念三題群的平均答對率之進步情形較佳，分別達 .14 及 .13，且達顯著差異 ($t(36)=-2.423, p=.021 < .05$ ； $t(36)=-5.851, p=.000 < .01$)。講述組在概念二題群的平均答對率之進步情形

最佳，進步情形達 .25，且達顯著差異 ($t(34) = -4.010, p = .000 < .01$)，其次在概念一及概念三題群的平均答對率之進步情形分別達 .16 及 .10，且達顯著差異 ($t(34) = -4.385, p = .000 < .01$ ； $t(34) = -2.437, p = .020 < .05$)。整體看來，兩組學生均在概念四的進步情形較差，顯示在「植物行呼吸作用及光合作用」的概念釐清上有困難。

另外，在兩組表現的比較發現，4MAT 組在概念三及概念四題群的平均答對率之進步情形優於講述組，但是未達顯著差異 ($t(70) = .488, p = .656 > .05$ ； $t(70) = .399, p = .691 > .05$)；講述組在概念一及概念二題群平均答對率之進步情形優於 4MAT 組，但是亦未達顯著差異 ($t(70) = -1.619, p = .110 > .05$ ； $t(70) = -1.265, p = .210 > .05$)。上述表示 4MAT 組課程可能較有利於學生在概念三及概念四的學習，而講述組課程可能較有利於學生在概念一及概念二的學習；換言之，4MAT 組課程可能對「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」概念的釐清較佳，講述組課程可能對「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。

造成上述結果的因素可能是由於 4MAT 組在進行教學時，能將教學內容與日常生活經驗做聯結，給予討論思考的時間與機會比講述組多。進一步說明，實施 4MAT 組課程時，教師先提出問題以喚起學生對以往種植花草經驗的記憶，並邀請數位同學分享，進行小組討論與發表，討論的問題是關於植物生長的條件，在這個過程中，學生比較有機會主動思考與表達意見，同學間可以知道彼此的想法，達到截長補短的效果，這樣的情境下，也有助於學生參與學習活動，而且在實施第二次實驗活動（澱粉累積呈像），先請同學提出關於前次實驗活動結果不明顯的可能原因，藉由發表過程讓學生可以再次思考光反應與暗反應的關係，如此一來，學生較容易釐清光反應與暗反應過程時化學變化的抽象概念。在最後分析實用程度活動中，進行一項討論，題目是關於植物所產生的葡萄糖與氧氣對其他生物有何影響，藉此討論可以幫助同學釐清呼吸作用與光合作用的差異。因

此，學生對於「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」抽象困難概念的釐清較佳。

然而，實施講述組課程時，完全以教師為中心的方式教學，一開始教師提出關於動植物如何獲得養分的問題，接著由教師引導回答，之後便進行光合作用概念的講述，這點讓學生不能聯想到與日常生活相關的經驗，這或許降低參與學習的興趣，而且在實驗活動過程中，完全按照食譜式流程步驟操作，學生缺少討論與發表的機會，無法對較困難及具統整性的概念深入思考與理解，但是由於能有較多時間及機會聆聽教師講述知識概念，因此對於學習行光合作用生物的條件、原料及產物等具體簡單的知識概念的成效較佳。

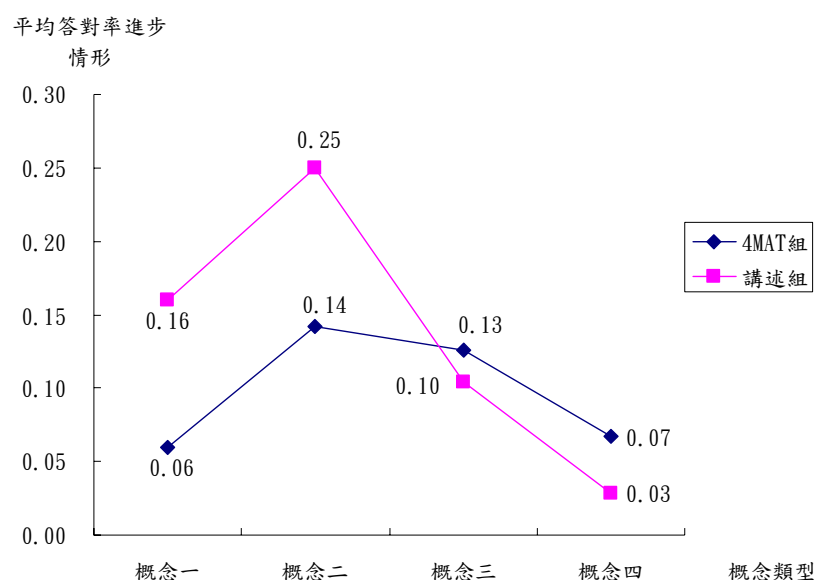


圖 4-1-7 4MAT 組與講述組在不同概念類型的平均答對率之進步情形

為了再進一步探討 4MAT 組與講述組學生在各題答對率之表現，計算兩組在 29 題中，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，並繪製成圖 4-1-8。由圖 4-1-8 顯示，就 4MAT 組來看，在 29 題中計有 24 題的答對率有進步，2 題的答對率無進步或退步，有 3 題反而退步，無進步或退步的題目是選擇 15 及選擇 26，退步的題目為選擇 7、選擇 19 及選擇 23。就講述組來看，在 29 題中計有 25 題的答對率有進步，有 4 題反而退步，退步的題目為選擇 20、選擇 22、選擇 23 及綜合 1。

同時比較兩組的答題情況，4MAT 組答對率進步情況優於講述組的題目有選擇 4、選擇 6、選擇 8、選擇 9、選擇 12、選擇 16、選擇 18、選擇 20、選擇 22、選擇 24、綜合 1 等，計有 11 題，其中選擇 12、選擇 18、選擇 22 及選擇 24 等四題的進步情形達 .3 以上，而且講述組在選擇 20、選擇 22 及綜合 1 的答對率反而有退步情況。講述組答對率進步情況優於 4MAT 組的題目有選擇 1、選擇 2、選擇 3、選擇 5、選擇 6、選擇 7、選擇 10、選擇 11、選擇 13、選擇 14、選擇 15、選擇 17、選擇 19、選擇 21、選擇 25、選擇 26、選擇 27、綜合 2，計有 18 題，當中選擇 13 及選擇 21 的進步情形達 .30 以上，在選擇 5 及選擇 7 的進步情形較 4MAT 組高出甚多，而且 4MAT 組在選擇 7 及選擇 19 的答對率反而有退步情況。

平均答對率進步情形

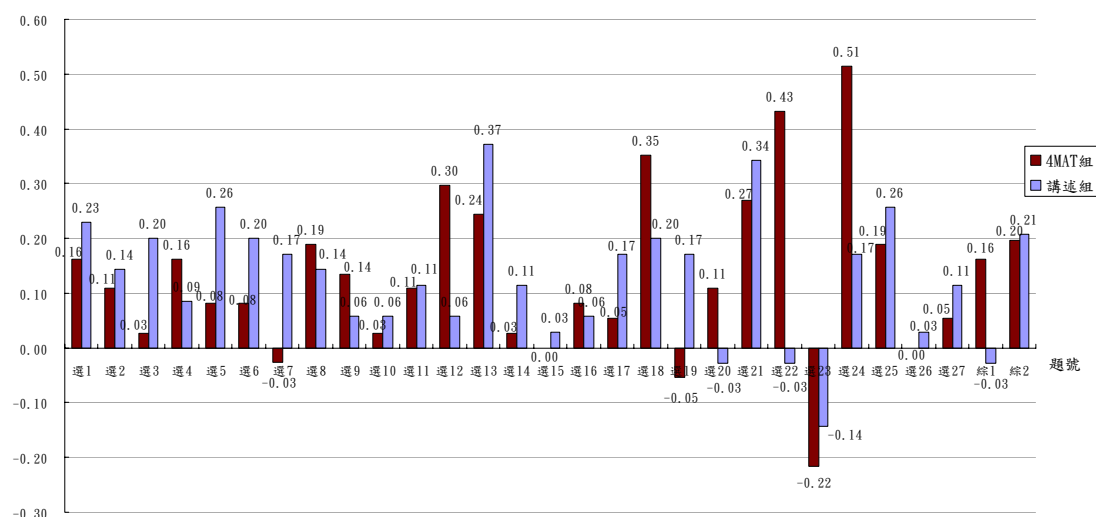


圖 4-1-8 4MAT 組與講述組在各題答對率之進步情形

為瞭解 4MAT 組與講述組學生在結束課程後，其後測各題答題情形的差異，故進行 SPSS10.0 獨立樣本 T 檢定，來檢定兩組學生在組間後測答對率的差異性。結果發現有選擇 2、選擇 24 與綜合 2 三題在後測答題情形達顯著差異 ($t(70) = 2.451, p = .017 < .05$; $t(70) = 2.162, p = .034 < .05$; $t(70) = 2.243, p = .028 < .05$)。為確認影響學生在此三題後測表現的因素是來自教學課程而非來自先備知識的不同，故進一步做變異數的共變量分析，結果發現只有選擇 24 達顯著差異 ($F(1,72) = 4.270, p = .043 < .05$)。

選擇 24 的題目旨在測驗學生是否知道實驗活動步驟的順序，為深入探究兩組作答選擇第 24 題產生差異的發生原因，因此將兩組學生在作答該題時，選擇各個選項的比率整理成表 4-1-4。由表中可知，在前測表現上，兩組學生選擇四個選項的比率表現平均，原因可能是學生在進行實驗活動前，不知道活動步驟的流程而隨意猜測答案；在後測表現中，4MAT 組選擇正確答案的比率為 .73，顯示大多數同學在完成兩次實驗活動後，能知道活動步驟的正確順序，而講述組選擇正確答案的比率為 .49，表示有將近一半同學知道活動步驟的正確順序。

表 4-1-4 兩組學生的前後測在選擇 24 的選項比率

選擇 24、在「光合作用的探討」活動中，過程的正確順序是：(甲)把葉片放在裝有酒精的燒杯中隔水加熱；(乙)把天竺葵放在光下照射；(丙)用鋁箔把天竺葵的某一葉片遮蓋一部分；(丁)把天竺葵放在黑暗環境中一段時間；(戊)把部分遮光的葉片摘下，取下鋁箔；(己)用清水漂洗葉片後滴加碘液；(庚)將葉片放入沸水中加熱數分鐘。

組別 選項	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A)丁丙乙戊甲庚己	.24	.14	.20	.14
(B)丁丙乙戊庚甲己	.22	.73	.31	.49
(C)丁丙乙庚戊甲己	.30	.08	.29	.11
(D)丁丙戊乙庚甲己	.19	.05	.11	.23

Note：粗體字表示正確選項及答對率

根據以上所述發現，結束課程後，4MAT 組在選擇 24 的表現明顯優於講述組。造成此現象的原因可能是在進行兩次實驗活動時，4MAT 組學生的偏好實驗操作的人數較多，這項推測可由第四章第三節晤談結果（表 4-3-1 及圖 4-3-1）中得知。比較兩組回答喜歡實驗活動與認為從實驗活動可學得最多知識的人數，4MAT 組學生選擇實驗活動的人數多於講述組的人數，或許這意謂著 4MAT 組學

生在該課程所設計實驗活動時，較喜歡也較能從中學習新知識。

為瞭解 4MAT 組與講述組學生在各題的進步或退步情形是否達顯著差異，故進行 SPSS10.0 成對樣本 T 檢定，來檢定兩組學生在組內前後測答對率的差異性。根據檢定結果將題目區分成五大類，依序為進步且達顯著差異、進步未達顯著差異、無進步或退步、退步未達顯著差異、退步且達顯著差異等題目，整理成表 4-1-5。由表 4-1-5 可知，4MAT 組中，呈現進步且達顯著差異的題數有 9 題，呈現進步未達顯著差異的題數有 15 題，呈現無進步或退步的題數有 2 題，呈現退步未達顯著差異的題數有 2 題，呈現退步且達顯著差異的題數有 1 題。講述組中，呈現進步且達顯著差異的題數有 6 題，呈現進步未達顯著差異的題數有 19 題，呈現無進步或退步的題數有 0 題，呈現退步未達顯著差異的題數有 4 題，呈現退步且達顯著差異的題數有 0 題。

表 4-1-5 4MAT 組與講述組各題答對率前後測的差異

組別 答對率差異	組別	
	4MAT 組	講述組
進步 達顯著差異	選 8、選 12、選 13、選 18、 選 21、選 22、選 24、綜 合 1、綜合 2，計 9 題	選 3、選 5、選 13、選 21、 選 25、綜合 2，計 6 題
進步 未達顯著差異	選 1、選 2、選 3、選 4、 選 5、選 6、選 9、選 10、 選 11、選 14、選 16、選 17、選 20、選 25、選 27， 計 15 題	選 1、選 2、選 4、選 7、 選 8、選 9、選 10、選 11、 選 12、選 13、選 14、選 15、選 16、選 17、選 18、 選 19、選 24、選 26、選 27，計 19 題
無進步或退步	選 15、選 26，計 2 題	無
退步	選 7、選 19，計 2 題	選 20、選 22、選 23、綜

未達顯著差異		合 1，計 4 題
退步	選 23，計 1 題	無
達顯著差異		

由圖 4-1-8 與表 4-1-5 可以知道學生在各題答對率進步或退步的情形，為進一步比較兩組間，學生獲得正確概念的進步情況，將探討部分題目的答題情形。首先，討論 4MAT 組學生在後測中表現進步，而講述組表現退步的題目有選擇 20、選擇 22 及綜合 1。計算兩組學生在前測及後測中，選擇各選項的比率，並整理成表 4-1-6。由表 4-1-6 中，可發現以下結果：

選擇 20 旨在測驗學生是否能分析出「暗反應包含哪些變化」，結果發現 4MAT 組學生選擇正確答案的比例，由前測的 3% 提高為後測的 41%，而講述組學生選擇正確答案的比例，由前測的 26% 降低為後測的 23%。這顯示 4MAT 組在獲得「光合作用中暗反應過程」的正確概念成效較佳，講述組反而表現退步。

選擇 22 目的在測驗學生是否能分析出「光合作用過程的先後順序」，結果發現 4MAT 組學生選擇正確答案的比例，由前測的 14% 提高為後測的 57%，且進步情形達顯著差異；而講述組學生選擇正確答案的比例，由前測的 43% 降低為後測的 40%，表現稍有退步。這顯示 4MAT 組在獲得「光合作用過程的先後順序」正確概念成效較優，講述組反而表現退步。

綜合 1 旨在測驗是否能依據題目的圖表，做出正確判斷，結果發現 4MAT 組學生選擇正確答案「瓶中氣體為氧氣」的比例，由前測的 46% 提高為後測的 62%，且進步情形達顯著差異，而講述組學生選擇正確答案的比例，由前測的 51% 降低為後測的 49%，且講述組選擇「瓶中氣體為空氣」的比例，由前測的 11% 提高為後測的 29%。這顯示 4MAT 組學生能判斷出「瓶中氣體是光合作用所產生的氧氣」之成效較優，講述組反而稍有退步。

表 4-1-6 兩組學生的前後測在選擇 20、選擇 22 及綜合 1 的選項比率

選擇 20、 以下哪些反應屬於暗反應？（甲）分解水 （乙）合成葡萄糖 （丙）釋放氧氣 （丁）產生水 （戊）二氧化碳參與反應

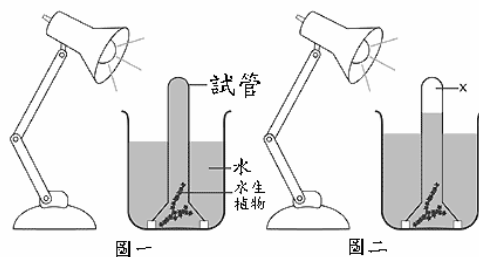
組別 選項	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A) 甲乙丁	.11	.16	.17	.20
(B) 甲丙戊	.27	.14	.37	.29
(C) 乙丙戊	.30	.27	.20	.29
(D) 乙丁戊	.30	.41	.26	.23

選擇 22、在光合作用的過程中，（甲）氧的產生（乙）水的分解（丙）二氧化碳的參與反應（丁）葡萄糖的產生；其發生的先後順序為何？

組別 選項	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A) 甲乙丙丁	.11	.05	.14	.11
(B) 乙甲丙丁	.14	.57	.43	.40
(C) 乙甲丁丙	.30	.08	.11	.14
(D) 丙甲乙丁	.43	.30	.23	.29

綜合題：

下圖是實驗裝置，在實驗開始之前，試管充滿著水（如圖一所示），經過一段時間後，試管中的水面下降（如圖二所示）；據此，試回答下列問題：



1.圖二中，試管頂端標示”X”的部位中，充滿著什麼物質？答：_____

選項 \ 組別	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A) 空氣	.22	.19	.11	.29
(B) 氧氣	.46	.62	.51	.49
(C) 二氧化碳	.22	.16	.26	.20
(D) 真空	.11	.03	.06	.03

Note：粗體字表示正確選項及答對率

其次，本研究發現講述組學生在後測中表現進步，而 4MAT 組表現退步的題目有選擇 7 與選擇 19；同時發現講述組學生在後測中表現進步，而 4MAT 組表現不進步也不退步的題目有選擇 15 及選擇 26。計算兩組學生在前測及後測中，選擇各選項的比率，並整理成表 4-1-7。由表 4-1-7 可知，可發現以下結果：

選擇 7 是測驗學生是否理解「關於植物獲得養分方式的敘述」，結果發現 4MAT 組學生在前測表現上，有 54% 學生選擇正確答案，即「行光合作用會直接製造葡萄糖」，選 A 者佔 38%，選 B 與 D 的人分別只有 3% 及 5%。4MAT 組學生在後測作答時，選擇正確答案者下降為 51%，選 A 者下降為佔 27%，選 B 及選 D 的人卻提升至 11%。講述組學生在前測表現上，僅有 37% 學生選擇正確答案，選 A 者佔 46%，選 B 的人佔 14%，選 D 的人佔 3%。講述組學生在後測作答時，選擇正確答案提高至 54%，選 A 者下降為佔 26%，選 B 者下降為佔 3%，選擇 D 的人提升至 11%。根據以上所述，表示上課前，學生持有「根部從環境中的水、土壤或肥料中獲得所有食物」的迷思概念者不在少數，在上完課程後，持有迷思概念的比率下降，但仍有約 1/4 的人有迷思概念。另外，結束課程後，兩組認為「行光合作用會直接製造蛋白質及澱粉」的比率都增加，造成此現象的可能原因是因為學生接收到「光合作用與水、蛋白質及澱粉有相關」的資訊，卻又未完全理解之間的關係，因此反而又產生錯誤概念。整體上，4MAT 組學生結束課程後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」，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」，而講述組學生結束課程後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」。

選擇 19 旨在測驗學生是否能依據題目敘述，評鑑出「行光合作用的條件」，結果發現 4MAT 組學生選擇正確答案「光合作用需要葉綠素才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉」的比例，由前測的 65%降低為後測的 59%，而講述組學生選擇正確答案的比例，由前測的 29%提高為後測的 46%，這顯示講述組依據題目敘述，評鑑出「行光合作用的條件」的成效較佳。但是 4MAT 組學生選擇「光合作用需要光照才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉」的人數，由前測的 11%提高為後測的 24%，講述組學生選擇「光合作用需要酵素才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉」由前測的 17%提高為後測的 20%，可能原因是兩組學生在完成課程後，知道「光照與酵素會影響光合作用的進行」的人數增加，可是卻無法根據題目做出最適當的判斷。

選擇 15 是測驗學生是否知道「植物的澱粉是由哪一個器官所製造」，結果發現 4MAT 組學生在前測表現上，有 27%學生選擇正確答案「葉」，選擇「根」者佔 43%，選擇「莖」者佔 24%，選擇「花」者佔 8%。4MAT 組學生在後測作答時，選擇「葉」者同樣佔 27%，選擇「根」者下降為佔 35%，選擇「莖」人卻提升至 32%，選擇「花」者下降為佔 5%。講述組學生在前測表現上，有 29%學生選擇「葉」，選擇「根」者佔 34%，選擇「莖」的人佔 34%，選擇「花」的人佔 3%。講述組學生在後測作答時，選擇「葉」者提高至 31%，選擇「根」的人提升至 40%，選擇「莖」者下降為佔 26%，選擇「花」者同樣為佔 3%。根據以上所述，顯示 4MAT 組學生認為「植物的澱粉是由根所製造」的迷思概念，在上完課程後減少，但是認為「植物的澱粉是由莖所製造」的迷思概念，在上完課程後卻增加，可能原因是學生對於馬鈴薯食用部分屬於地下莖的概念印象深刻，所以誤認為「莖製造澱粉」；講述組學生認為「植物的澱粉是由根所製造」

的迷思概念，在上完課程後卻增加，顯示他們可能持有「根製造養分」或是持有「根吸收養分」的迷思概念。

選擇 26 是測驗學生能根據資料分析出「植物行光合作用的時段」，結果發現無論是在前測或後測中，兩組學生選擇選項 C 的比率最多，兩組在前測時有超過一半的學生選擇選項 C，雖然講述組學生在後測答對率有些微提高，不過兩組在後測時有將近一半的學生仍然選擇選項 C。可能原因是學生根據資料，認為在 C、D、E 階段所產生的氧氣量有逐漸上升的趨勢，所以代表行光合作用的速率逐漸旺盛，表示白天來臨。顯然地，學生仍不清楚行光合作用的必要條件是光照，換句話說，有光照才能行光合作用進而產生氧氣，這也表示學生對此概念的釐清有所困難。

接著，根據圖 4-1-8 選出兩組進步情形有落差的題目，例如選擇 12 和選擇 18。在這兩題表現上，4MAT 組的答對率進步情形高出講述組許多。同樣地，計算兩組學生在前測及後測中，選擇各選項的比率，並整理成表 4-1-8。由表 4-1-8 中，可發現以下結果：

選擇 12 是測驗學生是否知道實驗過程中「葉片放入酒精中，需隔水加熱的原因」，結果發現 4MAT 組學生在前測表現上，有 14% 學生選擇正確答案，即「避免酒精蒸氣與火焰接觸，引起燃燒」，選擇「加速葉片製造澱粉，使實驗結果更明顯」者最多，佔 41%。4MAT 組學生在後測作答時，選擇「避免酒精蒸氣與火焰接觸，引起燃燒」提高為 43%，選擇「加速葉片製造澱粉，使實驗結果更明顯」者下降為佔 32%。講述組學生在前測表現上，有 31% 學生選擇「避免酒精蒸氣與火焰接觸，引起燃燒」，選擇「促使糖轉變為澱粉」者佔 37%，選擇「加速葉片製造澱粉，使實驗結果更明顯」的人佔 31%。講述組學生在後測作答時，選擇「避免酒精蒸氣與火焰接觸，引起燃燒」提高至 37%，選擇「促使糖轉變為澱粉」者下降為佔 29%，選擇「加速葉片製造澱粉，使實驗結果更明顯」者仍佔 31%。根據以上所述，表示 4MAT 組在上完實驗活動後，關於酒精隔水加熱的概念進步良多，達顯著差異，而講述組學生在該題答對率上雖有進步，但是

未達顯著。

與實驗活動過程與技能相關的題目尚有選擇 13、選擇 14、選擇 19、選擇 24、選擇 25，比較兩組的組內前後測答對率差異，顯示在後測中都有進步，比較組間後測答對率差異，顯示 4MAT 組在除了選擇 14 題外，其餘選擇 13、選擇 19、選擇 24、選擇 25 等題的後測答對率皆高於講述組，可能原因是在進行第二次實驗活動（澱粉累積呈像）時，4MAT 組學生經由老師的提問，能夠思考第一次實驗活動結果不明顯的原因，進而提出改善活動步驟的想法，所以 4MAT 組對於實驗活動的流程及原理原則的瞭解較為深刻。

選擇 18 是測驗學生是否能分析「植物行呼吸作用及光合作用的差異」，結果發現 4MAT 組學生選擇正確答案「植物行光合作用時釋放氧氣，行呼吸作用時釋放二氧化碳」的比例，由前測的 19% 提高為後測的 54%，而講述組學生選擇正確答案的比例，由前測的 26% 提高為後測的 46%，這顯示 4MAT 組在獲得「植物行呼吸作用及光合作用」正確概念效果較佳。但是選擇「光合作用是一種呼吸作用的形式」的人數，4MAT 組學生由前測的 16% 提高為後測的 24%，講述組學生由前測的 11% 提高為後測的 34%，表示兩組學生在完成課程後，認為「光合作用是一種呼吸作用的形式」的迷思概念增加。原因可能是呼吸作用本身也是難以理解，極易產生迷思的概念，雖然教師在課堂上特別提出兩種作用的過程並加以比較，但還是增加迷思概念的產生。

表 4-1-7 兩組學生的前後測在選擇 7、選擇 19、選擇 15 與選擇 26 的選項比率

選擇 7、關於植物獲得養分的敘述，下列何者正確？

選項 \ 組別	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A) 根部從環境中的水、土壤或肥料中獲得所有食物	.38	.27	.46	.26
(B) 葉子可以直接將水轉變為醣類	.03	.11	.14	.03
(C) 行光合作用會直接製造葡萄糖	.54	.51	.37	.54
(D) 行光合作用會直接製造蛋白質及澱粉	.05	.11	.03	.11

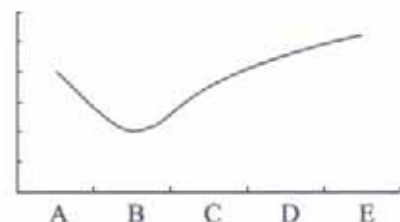
選擇 19、摘一片生於曠野的彩葉草葉子，把葉子上綠色部分與非綠色部分別做上記號，在經過檢測澱粉的實驗後，結果發現只有綠色部位才有澱粉存在，據此可做出什麼推論？（註：彩葉草是一種葉子有多種顏色的植物，如綠黃紅紫等不同顏色）

選項 \ 組別	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A) 光合作用需要葉綠素才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉	.65	.59	.29	.46
(B) 光合作用需要酵素才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉	.11	.08	.17	.20
(C) 光合作用需要水才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉	.14	.08	.29	.11
(D) 光合作用需要光照才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉	.11	.24	.26	.23

選擇 15、我們所吃的馬鈴薯，具有豐富的澱粉，澱粉主要是由下列哪一種器官所製造出來？

選項 \ 組別	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A) 根	.43	.35	.34	.40
(B) 莖	.24	.32	.34	.26
(C) 葉	.27	.27	.29	.31
(D) 花	.08	.05	.03	.03

選擇 26、小新在研究室中使用精密儀器收集植物所產生的氣體，並加以檢測氣體成分。下圖為實驗室窗台的鳳仙花在某一段時間內所產生氧氣的量。(其中縱軸為氧氣氣體的體積，橫軸為不同的時間)



從以上五個不同的時間階段來看，哪些階段可能是白天？

選項 \ 組別	4MAT 組		講述組	
	前測	後測	前測	後測
(A) A、B	.11	.14	.14	.17
(B) A、D	.11	.11	.11	.11
(C) C、D、E	.70	.68	.49	.51
(D) A、B、C、D、E	.08	.08	.17	.20

Note：粗體字表示正確選項及答對率

表 4-1-8 兩組學生的前後測在選擇 12 和選擇 18 的選項比率

選擇 12、溶解葉片中葉綠素的方法，為何需放入酒精中隔水加熱？					
選項	組別	4MAT 組		講述組	
		前測	後測	前測	後測
(A) 促使糖轉變為澱粉		.19	.19	.37	.29
(B) 加速葉片製造澱粉，使實驗結果更明顯		.41	.32	.31	.31
(C) 避免葉片被煮爛，使葉片無法進行光合作用		.27	.05	.00	.03
(D) 避免酒精蒸氣與火焰接觸，引起燃燒		.14	.43	.31	.37

選擇 18、下列關於呼吸作用及光合作用的敘述，何者正確？					
選項	組別	4MAT 組		講述組	
		前測	後測	前測	後測
(A) 植物白天行光合作用，晚上行呼吸作用		.46	.19	.49	.14
(B) 植物行光合作用時釋放氧氣，行呼吸作用時釋放二氧化碳		.19	.54	.26	.46
(C) 植物只行光合作用，動物只行呼吸作用		.16	.03	.14	.03
(D) 光合作用是一種呼吸作用的形式		.16	.24	.11	.34

Note：粗體字表示正確選項及答對率

最後，值得令人注意的是兩組學生在後測選擇第 23 題均呈現退步情況，進一步探討為何兩組學生在完成課程後，第 23 題的答對率反而都降低。同樣地，計算兩組學生在前測及後測中，選擇各選項的比率，並整理成表 4-1-9。由表 4-1-9 中，可發現選擇「不對，植物在夜間行光合作用的速率低，只產生少量氧氣」選

項的人數比率，4MAT 組由前測的 32%提高為後測的 59%，講述組由前測的 9%提高為後測的 29%。顯示學生可能在教學後產生新的迷思概念，認為「植物在夜間行光合作用的速率低，產生少量氧氣」。推測原因可能是在教學前，學生知道光合作用需要光照的條件；但是，在教學過程中，學習「暗反應」一詞，因而誤認為植物在黑暗中，會進行光合作用的暗反應，產生少量氧氣。

表 4-1-9 兩組學生的前後測在選擇 23 的選項比率

選擇 23、 一般人常認為「晚上吃飯後去公園散步，有助於身體健康，因為氧氣最多，這和綠色植物有關。」，關於這個想法，你的意見為何？					
選項	組別	4MAT 組		講述組	
		前測	後測	前測	後測
(A) 對的，植物夜間行呼吸作用，產生大量的氧氣		.16	.11	.26	.23
(B) 對的，植物在清晨行光合作用的速率較高		.08	.08	.23	.26
(C) 不對，植物在夜間不行光合作用，不產生氧氣		.43	.22	.37	.23
(D) 不對，植物在夜間行光合作用的速率低，只產生少量氧氣		.32	.59	.09	.29

Note：粗體字表示正確選項及答對率

過去根據文獻顯示，學生常持有的迷思概念：認為植物行光合作用的主要目的是釋放氧氣，選擇 11 有關於這項迷思概念的選項，因此作進一步分析，比較兩組學生在選擇 11 於前後測作答時各個選項比率，整理成表 4-1-10。由表 4-1-10 可以發現兩組在前測時，有相當大的比率學生認為「光合作用的主要功用是釋放氧氣」。在結束課程後，兩組選擇正確答案的比率皆提升，其中 4MAT 組學生選「釋放氧氣」的比率由前測的 59%下降為 51%，而講述組學生選「釋放氧氣」

的比率由前測的 37% 上升為 40%。顯示 4MAT 組課程對於此迷思概念有修正效果，而講述組課程未能矯正此迷思概念。可能原因是實施兩組課程時，引進光合作用單元主題時的不同。在 4MAT 組課程下，教師藉由提出問題：「植物需要陽光、水、空氣及土壤的原因是什麼？」來引進行光合作用以製造葡萄糖的概念；而講述組課程下，則是教師直接提示植物經由光合作用來製造養分的概念。因此，4MAT 組學生能有較多的機會思考回答，所以對於「植物行光合作用的主要目的是產生葡萄糖」的概念釐清較佳。

表 4-1-10 兩組學生的前後測在選擇 11 的選項比率

選擇 11、 光合作用中，最主要的功用為下列何者？					
選項	組別	4MAT 組		講述組	
		前測	後測	前測	後測
(A) 釋放氧氣		.59	.51	.37	.40
(B) 利用二氧化碳		.19	.11	.34	.26
(C) 消耗能量		.08	.14	.11	.09
(D) 將光能轉變成化學能		.14	.24	.14	.26

Note：粗體字表示正確選項及答對率

總結以上所述，4MAT 組課程可能有助於學生學習「光合作用的反應階段」、「光反應與暗反應的過程」、「呼吸作用與光合作用」等主要概念。講述組課程可能有助於學生學習「行光合作用的場所」、「行光合作用的主要目的」、「植物獲得養分的方法」、「行光合作用的原料及產物」等主要概念。比較兩組學習後的概念差異，似乎是 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；然而，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。關於「實驗技能與過程」的題目，在兩組學生的表現上均有明顯進步，原因可能是因為在教學流程上安排兩次實驗活動，讓學生有兩次親手操作的機會，所以在有關實驗過程的學習成效良好。

第二節 分析不同學習風格學生在學習成就診斷測驗成績上的表現

一、4MAT組與講述組學生的學習風格

在實施教學活動前進行學習風格檢定，以學習風格量表 KLSI 2 進行測驗，得出每位學生的學習風格。4MAT 組學生中，第一類者有 5 位，學生座號為 10、34、35、37、42，第二類者有 10 位，學生座號為 2、13、15、16、17、28、30、31、32、36，第三類者有 8 位，學生座號為 4、5、26、27、29、38、40、43，第四類者有 11 位，學生座號為 1、3、6、7、8、12、14、19、33、39、41，有 3 位同學是屬於第一與第四的中間類型，學生座號為 9、11、18，合計總人數為 37 位，其學習風格分佈如圖 4-2-1 所示。

講述組學生中，由於本研究進行分析時剔除兩位學生資料，故得到第一類者有 13 位，學生座號為 4、7、11、13、14、16、18、19、27、32、35、36、41，第二類者有 9 位，學生座號為 2、3、5、10、28、29、30、37、40，第三類者有 5 位，學生座號為 9、15、26、34、39，第四類者有 8 位，學生座號為 1、8、12、17、31、38、42、43，合計 35 位，其學習風格分佈如圖 4-2-2 所示。

茲將 4MAT 組與講述組學生學習風格整理如表 4-2-1 所示，由本表可以看出 4MAT 組的第一類、第四類及介於第一與第四類的中間類型者人數合計有 19 位，講述組的第一類及第四類者人數合計有 21 位，這顯示出學生偏好與具體經驗連結學習者約佔半數，現今一般以講述概念為主的教學方式，適合第二類學生的學習；然而，4MAT 組的第二類學生有 10 位，講述組的第二類學生有 9 位，總計第二類學生約佔總人數的四分之一；換言之，表示傳統教室的講述教學僅適合教室內四分之一學生的學習，一半以上的學生不偏好講述教學的學習方式，此點更加顯示出依據學習風格設計適性教學的重要性。

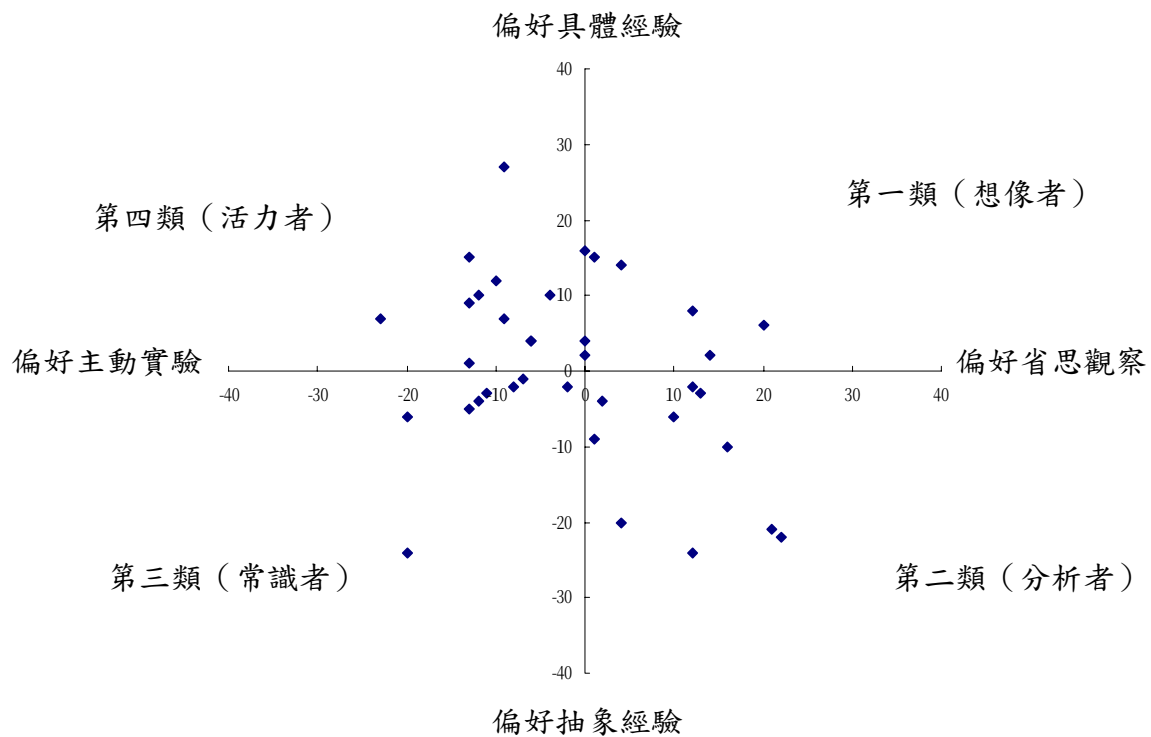


圖 4-2-1 4MAT 組學生學習風格分佈圖

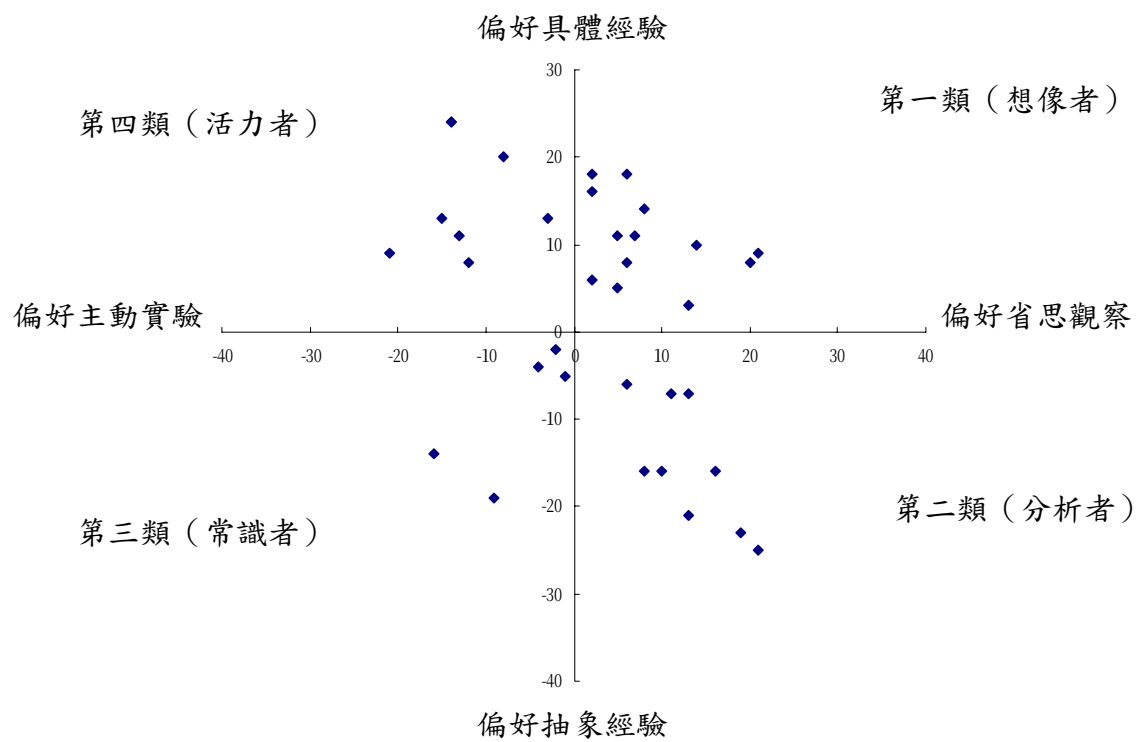


圖 4-2-2 講述組學生學習風格分佈圖

表 4-2-1 4MAT 組與講述組學生學習風格分析

學習風格	4MAT 組		講述組	
	座號	人數	座號	人數
第一類 (想像者)	10、34、35、37、42	5	4、7、11、13、14、 16、18、19、27、32、 35、36、41	13
第二類 (分析者)	2、13、15、16、17、 28、30、31、32、36	10	2、3、5、10、28、29、 30、37、40	9
第三類 (常識者)	4、5、26、27、29、 38、40、43	8	9、15、26、34、39	5
第四類 (活力者)	1、3、6、7、8、12、 14、19、33、39、41	11	1、8、12、17、31、 38、42、43	8
第一與第四的 中間類型	9、11、18	3		
總計人數		37		35

二、比較前、後測平均成績的差異

為瞭解 4MAT 組及講述組各種學習風格學生的學習成就進步情形，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平均成績。

4MAT 組學生，學習風格為第一類學生的前、後測平均成績分別為 44.2、43.1 分，學習風格為第二類學生的前、後測平均成績分別為 43.45、59.4 分，學習風格為第三類學生的前、後測平均成績分別為 34.75、52.94 分，學習風格為第四類學生的前、後測平均成績分別為 35.73、46.59 分，學習風格為第一與第四的中間類型學生的前、後測平均成績分別為 28.5、48.33 分。

講述組學生，學習風格為第一類學生的前、後測平均成績分別為 35.12、41.81 分，學習風格為第二類學生的前、後測平均成績分別為 40.44、62.39 分，學習風格為第三類學生的前、後測平均成績分別為 30.9、53.3 分，學習風格為第四類學

生的前、後測平均成績分別為 25.88、33.5 分。

將兩組的前後測平均成績整理如表 4-2-2 所示，經比較發現 4MAT 組與講述組中的第二類學生，其前測平均未必比其他學習風格學生的前測平均高，但是後測平均都比其他學習風格學生的後測平均高。其次，第三類學生的前測平均未必表現出色，但是後測平均在兩組中均列居第二高分。以上兩點顯示第二類學生與第三類學生在課程完成後，似乎是進步最多的，為進一步瞭解各種學習風格的進步情形，研究者將比較前測與後測平均成績的差異。

表 4-2-2 4MAT 組與講述組學生學習風格分析

學習風格	4MAT 組			講述組		
	前測 平均	後測 平均	平均進 步分數	前測 平均	後測 平均	平均進 步分數
第一類（想像者）	44.2	43.1	-1.1	35.12	41.81	6.69
第二類（分析者）	43.45	59.4	15.95**	40.44	62.39	21.94**
第三類（常識者）	34.75	52.94	18.19**	30.9	53.3	22.4
第四類（活力者）	35.73	46.59	10.86**	25.88	33.5	7.63
第一與第四的 中間類型	28.5	48.33	19.83			

Note：* $p < .05$ ** $p < .01$

4MAT 組學生中，學習風格為第二類學生的平均成績進步 15.95 分，達顯著差異（ $t(9)=4.944, p=.001 < .01$ ）；學習風格為第三類學生的平均成績進步 18.19 分，達顯著差異（ $t(7)=4.215, p=.004 < .01$ ）；學習風格為第四類學生的平均成績進步 10.86 分，達顯著差異（ $t(10)=4.465, p=.001 < .01$ ）；學習風格為第一類與第四類中間類型學生的平均成績進步 19.83 分，未達顯著差異（ $t(2)=2.077, p=.173 > .05$ ）；然而，學習風格為第一類學生的平均成績沒有進步，反而退步 1.1 分，但是未達顯著差異（ $t(4)=.243, p=.820 > .05$ ）。在整體表現上，第二類、第三類、第四類以及第一與第四的中間類型的平均成績均大幅進步，其中第一與第四的中間類型進步成績最多，卻未達顯著差異，原因可能是樣本數過少，屬於此中間類

型學生只有三位，所以在統計上不易達顯著差異。然而，對第一類而言，成績並無進步，甚至有退步情形，主要原因推測是該類學生中的一位學生，其後測成績比前測成績退步 14.5 分之多，就其平時上課表現來看，此位學生的學習態度不佳，在定期考查成績上，經常敬陪末座，若除卻該生成績來看，第一類學生的後測成績較前測成績高。

講述組學生中，學習風格為第一類學生的平均成績進步 6.69 分，未達顯著差異 ($t(12)=1.201, p=.253 > .05$)；學習風格為第二類學生的平均成績進步 21.94 分，達顯著差異 ($t(8)=4.108, p=.003 < .01$)；學習風格為第三類學生的平均成績進步 22.4 分，但是未達顯著差異 ($t(4)=2.163, p=.097 > .05$)，第三類學生的成績進步甚多卻未達顯著差異，原因可能是樣本數過少，屬於第三類學生只有五位，所以在統計上不易達顯著差異；學習風格為第四類學生的平均成績進步 7.63 分，未達顯著差異 ($t(7)=1.198, p=.235 > .05$)。上述表示四種學習風格學生的成績均有進步，特別是第二類與第三類學生進步程度多達 20 分以上。

將兩組前測與後測平均成績的差異繪製成圖 4-2-3，由圖中可知，在此兩個課程的比較上，似乎顯示 4MAT 組的課程較有利於第四類及第一與第四的中間類型學生的學習，而講述組的課程明顯有利於第二類及第三類學生的學習。總括來說，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，不若講述組課程明顯適合偏好抽象經驗學習者的學習。在講述組課程下，第二類及第三類學生的平均成績進步甚多，而第一類及第四類學生的平均成績進步甚少，這呼應了 McCarthy 的想法，第二類學生喜歡傳統教室的教學方式，第三類學生喜歡操作實驗，在此次課程內容上，有兩次操作實驗的機會，給予第三類學生良好的學習機會，因此第二類及第三類學生的學習成就表現突出。

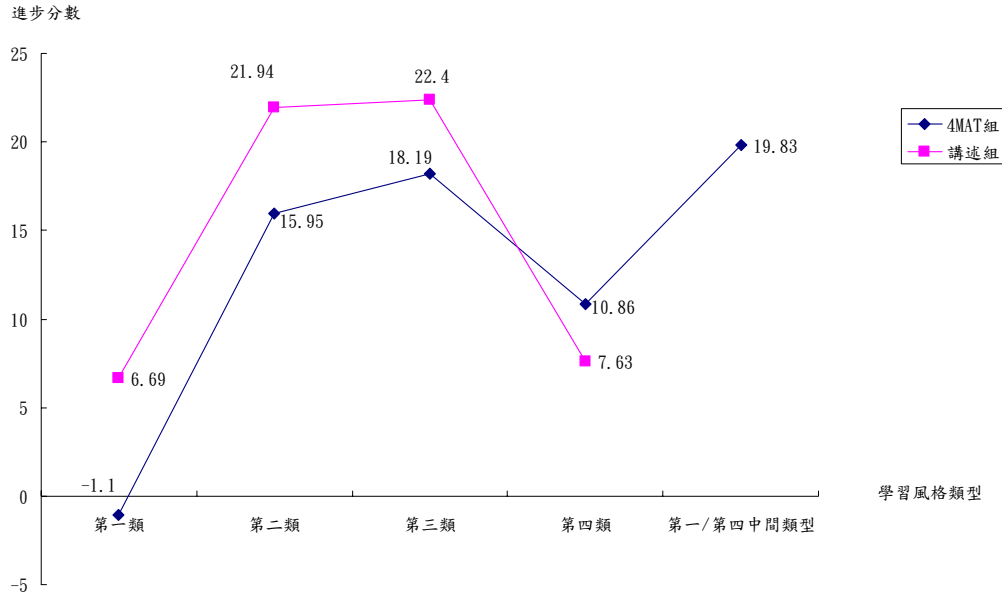


圖 4-2-3 不同學習風格學生在學習成就診斷測驗平均成績的進步情形

註：標示數字為後測平均減前測平均的分數

三、不同學習風格學生在各認知層次題群平均答對率之分析

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，故將分析學習成就診斷測驗後測表現，比較在記憶、理解、應用、分析和評鑑等各個層次題群的平均答對率。同時，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，故比較各個層次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，並繪製成圖並分析之。

學習風格為第一類者，在後測各認知層次題群的平均答對率分佈情形，如圖 4-2-4 所示。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組內比較。就 4MAT 組來看，在記憶與應用等層次題目上，後測答對率高於 .5，在理解層次題目上的表現也不差，後測答對率有 .45，評鑑及分析層次題目的答對率偏低，約 .3 左右；換言之，4MAT 組第一類學生較善於記憶、理解及應用等認知層次題目。就講述組來看，在記憶與應用等層次題目上後測答對率高於 .5，在理解、分析與評鑑層次題目的答對率偏低，約 0.3~0.4 左右；換言之，講述組第一類學生善於記憶與應用等認知層次題目。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組間比較，發

現到 4MAT 組在記憶與理解層次題群表現優於講述組，而講述組則在分析與評鑑層次題群的表現優於 4MAT 組。

學習風格為第一類者，各認知層次的平均答對率進步情形，如圖 4-2-5 所示。顯示 4MAT 組學生在上完課程後，在理解及應用層次題群有進步，以應用層次題群進步最多，但是在記憶與評鑑層次題群卻反而退步。講述組學生在各種認知層次題群均有進步，其中亦以應用層次題群進步最多。可能原因是由於課程安排兩次實驗活動，活動中的實驗操作適合第一類學習者的需求，第一類學習者即是想像學習者，他們需要藉由察覺具體經驗來學習，並運用所學於日常生活中，而應用層次的題目設計符合了他們擅長的項目，因此他們在應用層次題群的平均答對率進步最多。

接著，在比較兩組進步情形發現，4MAT 組在應用層次題群的進步表現略優於講述組，講述組在記憶、理解及評鑑層次題群的進步表現優於 4MAT 組。這顯示 4MAT 組課程可能較有利於第一類學習者在應用層次題群的學習，講述組可能較有利於第一類學習者在記憶、理解及評鑑層次題群的學習。

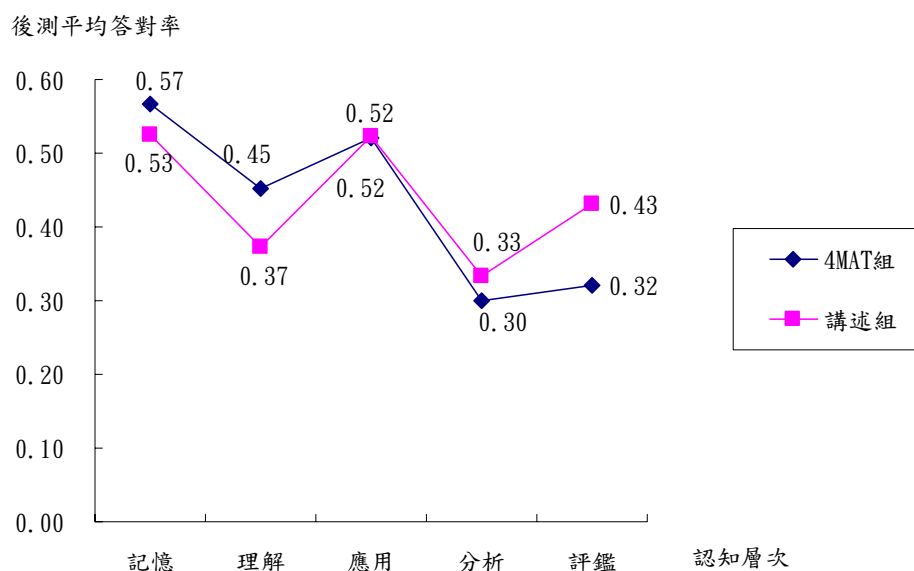


圖 4-2-4 第一類學生在後測各認知層次題群的平均答對率

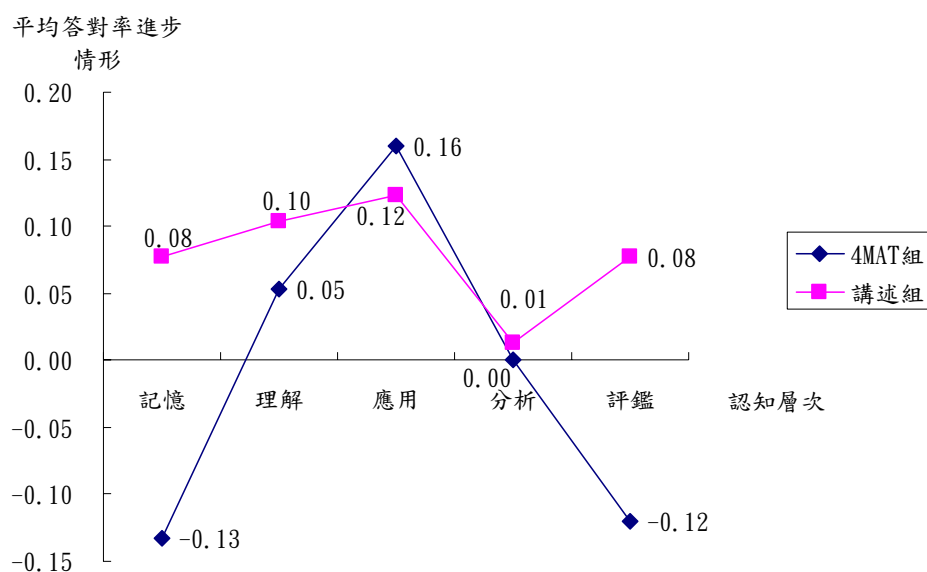


圖 4-2-5 第一類學生在各認知層次題群的平均答對率進步情形

學習風格為第二類者，在後測各認知層次題群的平均答對率分佈情形，如圖 4-2-6 所示。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組內比較，可發現就 4MAT 組而言，在記憶、理解、應用和評鑑等層次題目上，後測答對率均高於 .5；整體上，4MAT 組第二類學生最善於應用層次。就講述組而言，在記憶、理解、應用、分析及評鑑等層次題目上，後測答對率均高於 .5；整體上，講述組第二類學生同樣最善於應用層次。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組間比較，發現到 4MAT 組在記憶與理解層次題群的表现險勝講述組，而講述組則在應用、分析及評鑑層次題群的表现優於 4MAT 組。

學習風格為第二類者，各認知層次的平均答對率進步情形，如圖 4-2-7 所示。顯示 4MAT 組學生在上完課程後，在各種認知層次題群均有進步，以分析層次題群進步最多。講述組學生在各種認知層次題群均有進步，其中亦以分析層次題群進步最多。可能原因是分析層次的題目設計適合第二類學習者的擅長項目，第二類學習者便是分析學習者，此類分析者能察覺抽象資訊，透過思考來學習，能整合所觀察的現象形成新知識，需要知道完整細節，而分析層次題目的內容便是包括光合作用的光反應及暗反應過程，比較呼吸作用及光合作用，需要依據資料做出推論，因此分析者在此層次題目上進步最多。

此外，在比較兩組進步情形發現，4MAT 組在分析層次題群的進步表現優於講述組，講述組在記憶、理解、應用及評鑑層次題群的進步表現優於 4MAT 組。這顯示 4MAT 組課程可能較有利於第二類學習者在分析層次題群的學習，講述組可能較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。

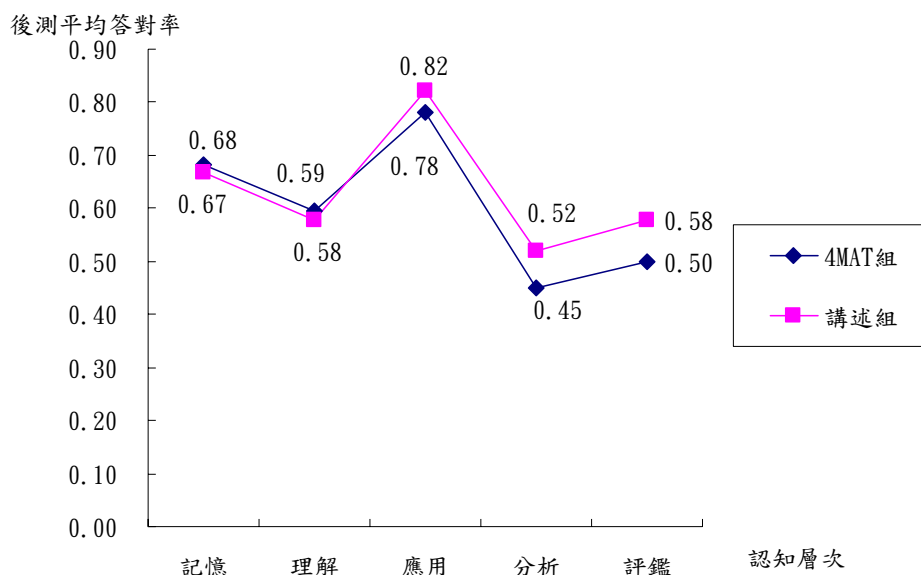


圖 4-2-6 第二類學生在後測各認知層次題群的平均答對率

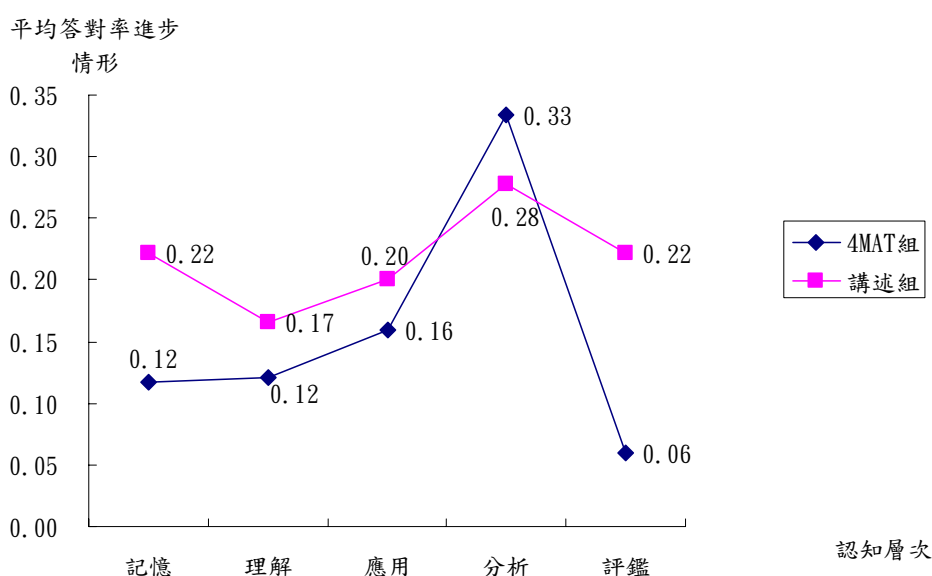


圖 4-2-7 第二類學生在各認知層次題群的平均答對率進步情形

學習風格為第三類者，在後測各認知層次的平均答對率分佈情形，如圖 4-2-8 所示。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組內比較，可知道 4MAT 組，在記憶、應用與評鑑等層次題目上，後測平均答對率均高於 .5，分析層次題目的平均答對率偏低，約 .3 左右；整體上，學生較善於記憶、應用和評鑑等層次。就講述組而言，在記憶與應用等層次題目上，後測平均答對率高於 .5，在理解、分析和評鑑等層次表現平穩，平均答對率約 .47。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組間比較，發現到 4MAT 組在記憶與評鑑層次題群表現較優於講述組，而講述組則在應用與分析層次題群的表現優於 4MAT 組。

學習風格為第三類者，各認知層次的平均答對率進步情形，如圖 4-2-9 所示。顯示 4MAT 組學生在上完課程後，在記憶、理解、應用與分析等認知層次題群有進步，在評鑑層次題群無進步。講述組學生在各種認知層次題群均有進步，其中以分析層次題群進步最多。另外，在比較兩組進步情形得出，4MAT 組在記憶與理解層次題群的進步表現優於講述組，講述組在分析及評鑑層次題群表現優於 4MAT 組，兩組在應用層次題群的進步表現相當。這顯示 4MAT 組課程可能較有利於第三類學習者在記憶與理解層次題群的學習，講述組可能較有利於第三類學習者在分析及評鑑層次題群的學習。

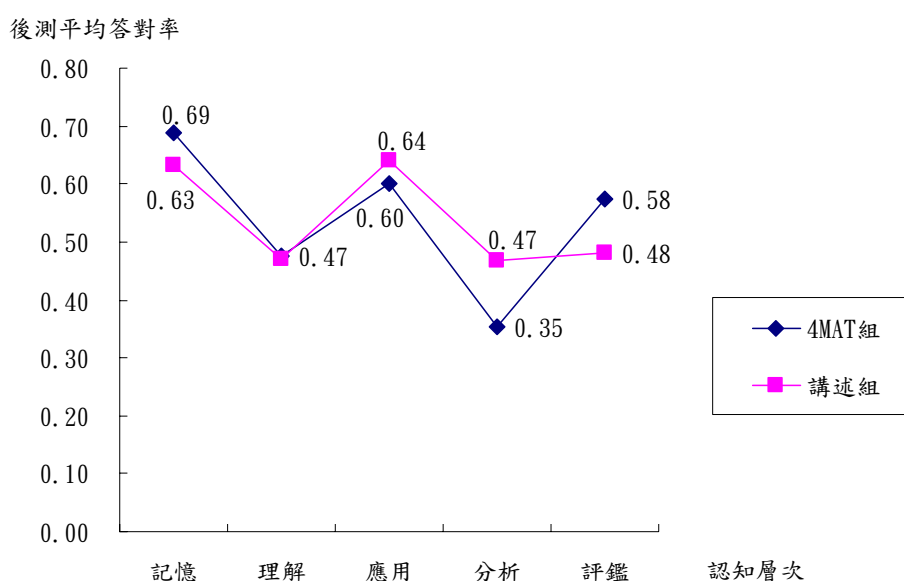


圖 4-2-8 第三類學生在後測各認知層次題群的平均答對率

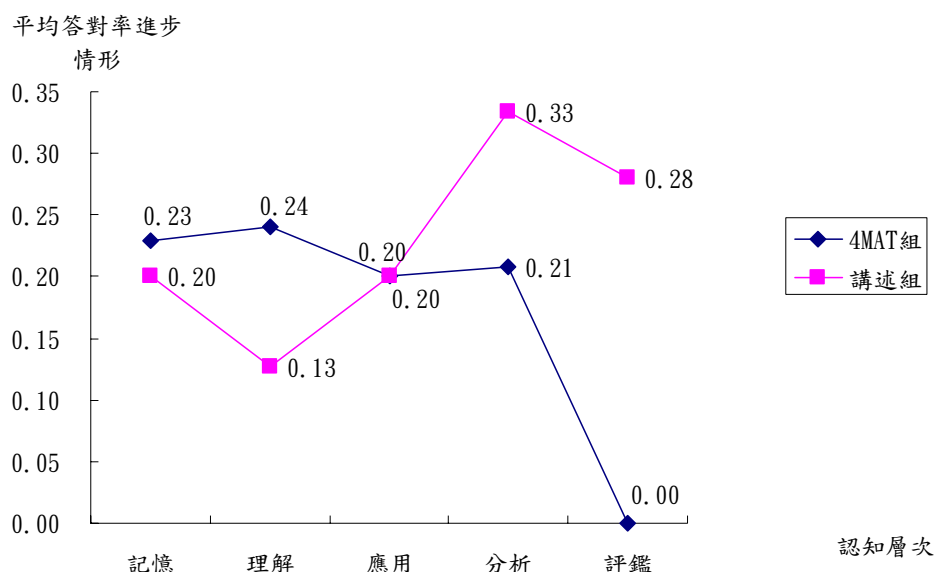


圖 4-2-9 第三類學生在各認知層次題群的平均答對率進步情形

學習風格為第四類者，在後測各認知層次的平均答對率分佈情形，如圖 4-2-10 所示。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組內比較，可知道就 4MAT 組而言，在記憶與應用等層次題目上，平均答對率均高於 .5，理解層次題目的平均答對率偏低，值為 .35；整體上，學生較善於記憶、應用、評鑑等層次。就講述組來說，在記憶、理解、應用、分析和評鑑等層次題目上，後測答對率均低於 .5，分析層次題目的答對率偏低，值為 .21；整體上，學生較善於記憶和應用等層次。做兩組後測各認知層次題群平均答對率的組間比較，4MAT 組學生在記憶、理解、應用、分析和評鑑等五個認知層次的表現均優於講述組。

學習風格為第四類者，各認知層次的平均答對率進步情形，如圖 4-2-11 所示。顯示 4MAT 組學生在上完課程後，在各種認知層次題群均有進步，講述組在記憶、理解、應用與評鑑等認知層次題群有進步，卻在分析層次有退步情況。另外，在比較兩組進步情形顯示，4MAT 組在理解、分析和評鑑等層次題群的進步表現優於講述組，講述組在記憶層次題群的進步表現優於 4MAT 組，兩組在應用層次題群的進步表現相當。這顯示 4MAT 組課程可能較有利於第四類學習者在理解、分析和評鑑層次題群的學習，講述組可能較有利於第四類學習者在記憶層次題群的學習。

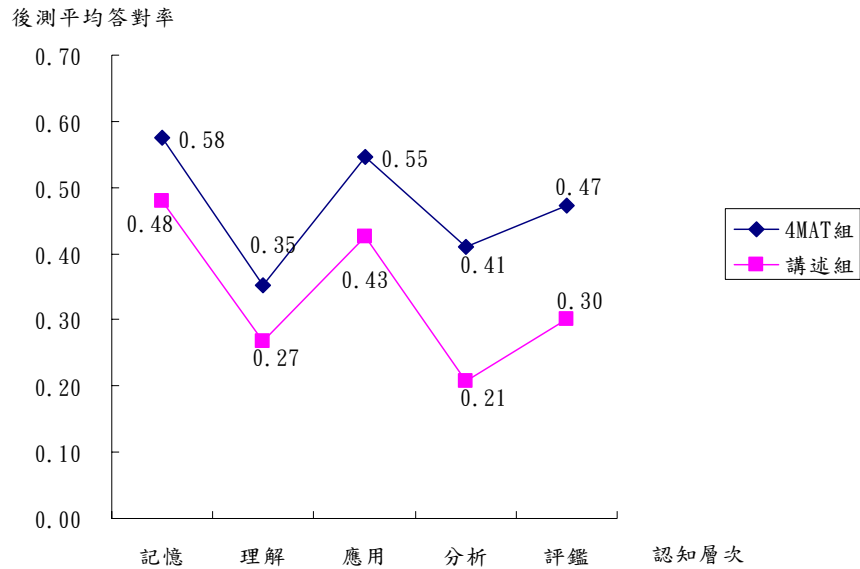


圖 4-2-10 第四類學生在後測各認知層次題群的平均答對率

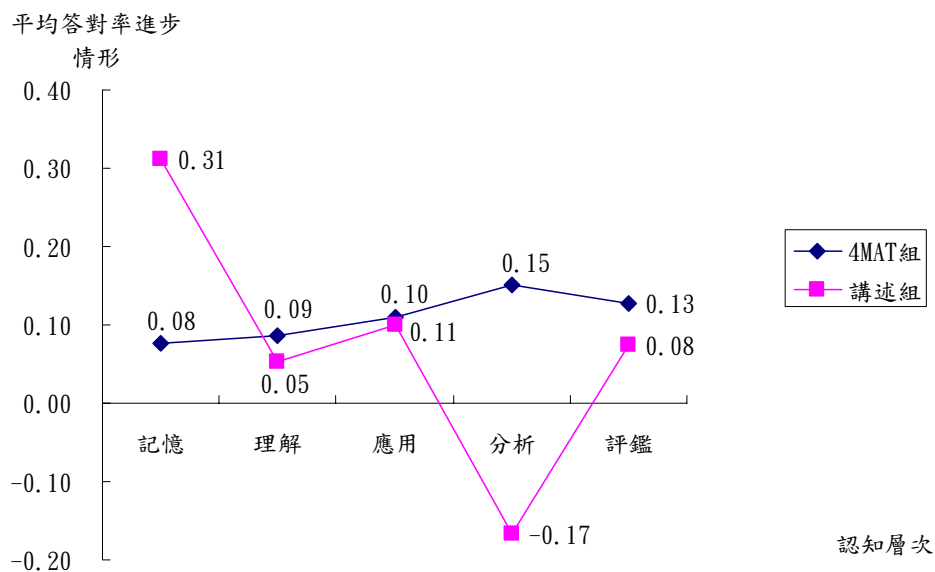


圖 4-2-11 第四類學生在各認知層次題群的平均答對率之差

綜合以上所述，比較四種學習風格在各認知層次題群的表現情形，發現到兩組學生在記憶、應用與評鑑等認知層次題群的表現優於理解和分析層次，圖形均呈現類似「W」的形狀，可能原因是與題目的難易度有關，這意謂著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。比較特別的是，第一類學習者在進行兩組課程後，在應用層次題群的進步情形優於其他認知層次題群的表

現；第二類學習者在兩組課程結束後，在分析層次題群的進步情形優於其他認知層次題群的表現，這可能與他們學習風格的特性相關，因第一類者善於與具體生活經驗的聯結，第二類者擅長分析。

三、不同學習風格學生在不同概念類型的學習成效

為分析不同學習風格學生在不同概念類型（如表 4-1-3）上的學習成就，將比較各項概念類型的後測平均答對率，並繪製成圖。同時，為深入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，故比較各個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，並繪製成圖並分析之。

為比較第一類學生在後測四種概念類型的表現，分別計算各項概念類型的平均答對率，並繪製成圖 4-2-12。就 4MAT 組來看，第一類學生在概念一的表現最佳，而在概念四的表現最差。就講述組而言，第一類學生在概念二的表現最佳，而同樣在概念四的表現最差。比較兩組的表現，結果發現兩組學生在概念一表現相當，4MAT 組在概念三的表現較講述組為優，講述組在概念二與概念四的表現較 4MAT 組為優。

第一類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形如圖 4-2-13。由圖中顯示，4MAT 組第一類學生在結束課程後，在概念三題群的平均答對率有些微進步，但是在概念一、概念二及概念四等題群的平均答對率反而退步。造成此現象的可能原因是 4MAT 組屬於第一類學生的人數只有 5 人，當中有 1 位學生在後測的成績退步甚多，由於這位同學的平均答對率偏低而導致整體表現變差。講述組第一類學生在結束課程後，在概念二題群的平均答對率進步最多，其次平均答對率進步最多的是概念一題群，在概念三及概念四題群的平均答對率無明顯進步。這表示概念三與概念四是較難以理解的，儘管在教學後，仍無法獲得顯著進步。比較兩組的進步表現，可知對第一類學習者來說，講述組課程可能較有利於概念一與概念二的學習。

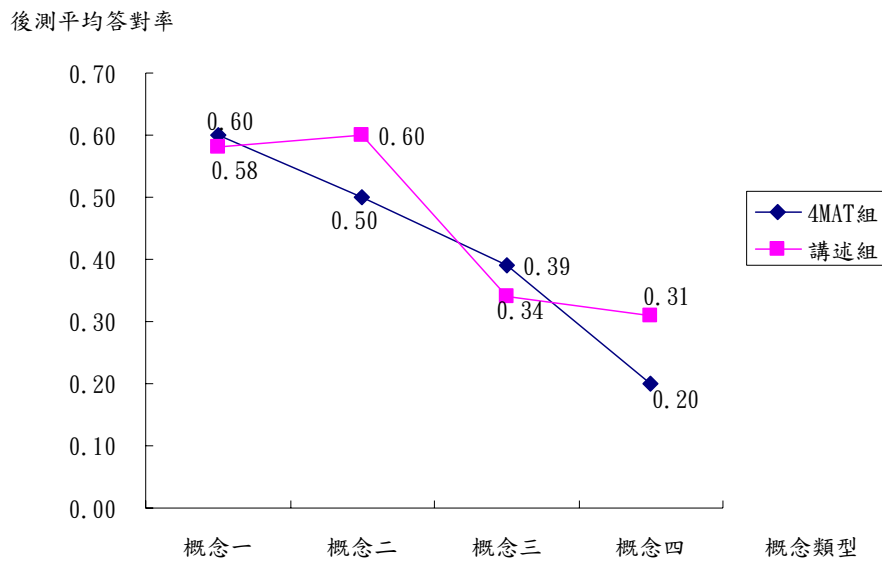


圖 4-2-12 第一類學生在後測不同概念類型的表現

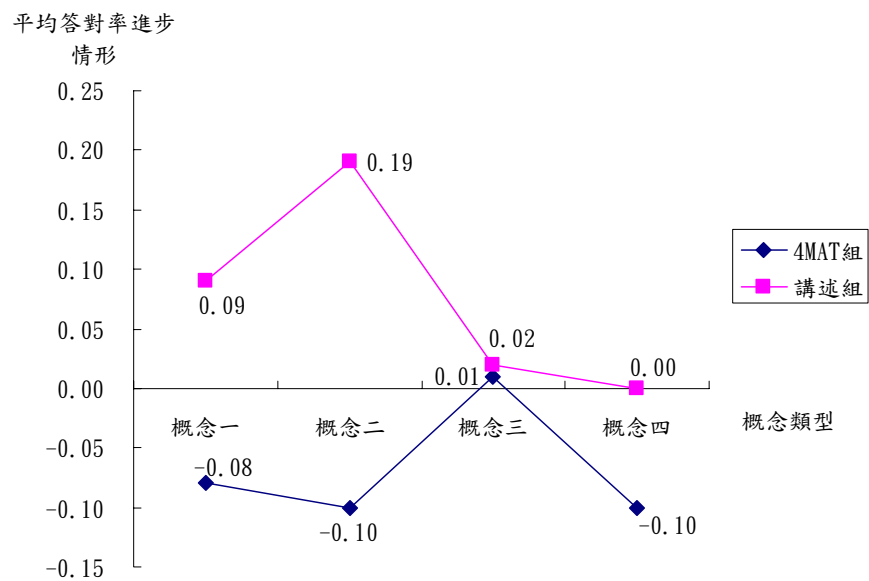


圖 4-2-13 第一類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形

為比較第二類學生在後測四種概念類型的表現，分別計算各項概念類型的平均答對率，並繪製成圖 4-2-14。就 4MAT 組來看，第二類學生在概念一及概念二的表現相當且最佳，而在概念四的表現最差。就講述組而言，第二類學生在概念一及概念二的表現相當且最佳，而同樣在概念四的表現最差。比較兩組的表現，結果發現兩組學生在概念三表現相當，4MAT 組在概念四的表現較講述組為優，

講述組在概念一與概念二的表現較 4MAT 組為優。

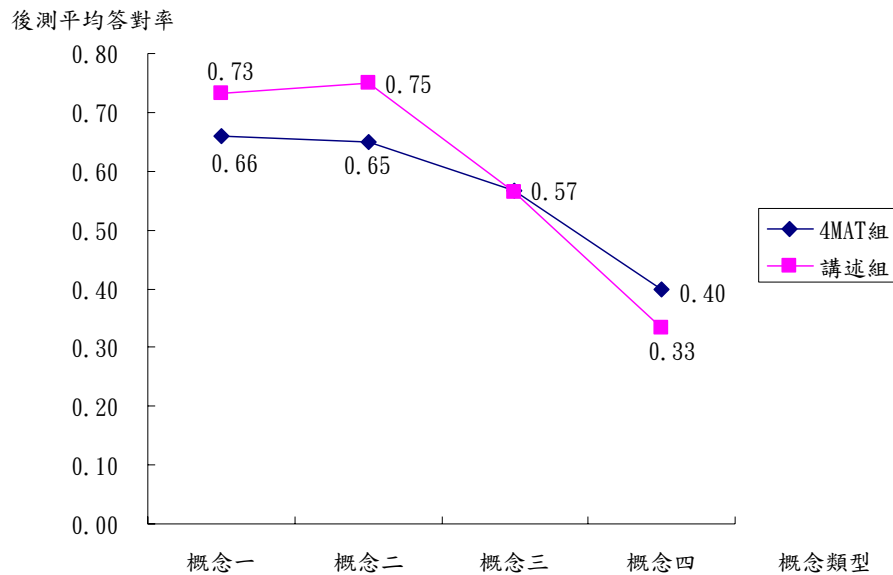


圖 4-2-14 第二類學生在後測不同概念類型的表現

第二類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形如圖 4-2-15。由圖中顯示，4MAT 組第二類學生在結束課程後，在各項概念題群的平均答對率均有進步，其中以概念二題群的平均答對率進步最多。講述組第二類學生在結束課程後，在概念一、概念二與概念三的平均答對率皆有進步，當中以概念二題群的平均答對率進步最多，但是在概念四題群的進步表現反而退步。比較兩組的進步表現，可知對第二類學習者來說，講述組課程可能較有利於概念一、概念二與概念三的學習，4MAT 組課程較有利於概念四的學習。

為比較第三類學生在後測四種概念類型的表現，分別計算各項概念類型的平均答對率，並繪製成圖 4-2-16。就 4MAT 組來看，第三類學生在概念一及概念二的表現相當且最佳，而在概念四的表現最差。就講述組而言，第三類學生在概念一及概念二的表現相當且最佳，而在概念三表現最差。比較兩組的表現，結果發現 4MAT 組在概念三表現較講述組為優，講述組在概念一、概念二與概念四的表現較 4MAT 組為優。

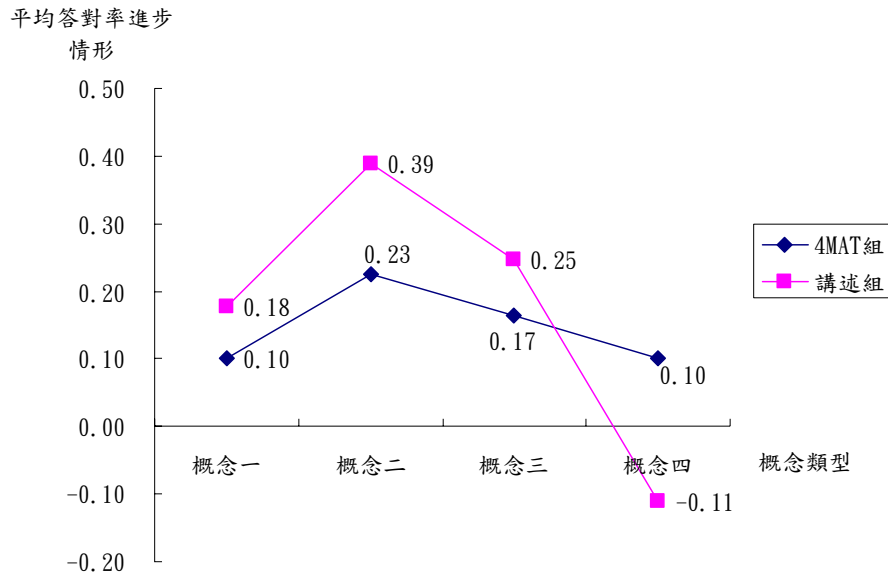


圖 4-2-15 第二類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形

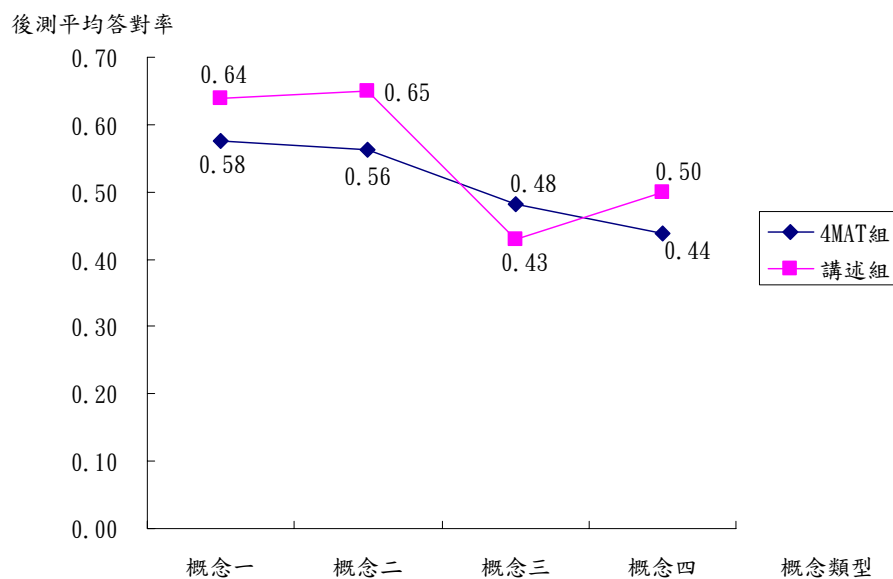


圖 4-2-16 第三類學生在後測不同概念類型的表現

第三類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形如圖 4-2-17。由圖中顯示，4MAT 組第三類學生在結束課程後，在各項概念題群的平均答對率均有進步，且進步情形表現平穩。講述組第三類學生在結束課程後，在各項概念題群的平均答對率亦均有進步，當中以概念二題群的平均答對率進步最多，在概念四題群的進步程度與 4MAT 組相當。比較兩組的進步表現，可知對第三類學習者來

說，4MAT 組課程可能較有利於概念一的學習，講述組課程可能較有利於概念二與概念三的學習，兩組在概念四的進步情形相似。

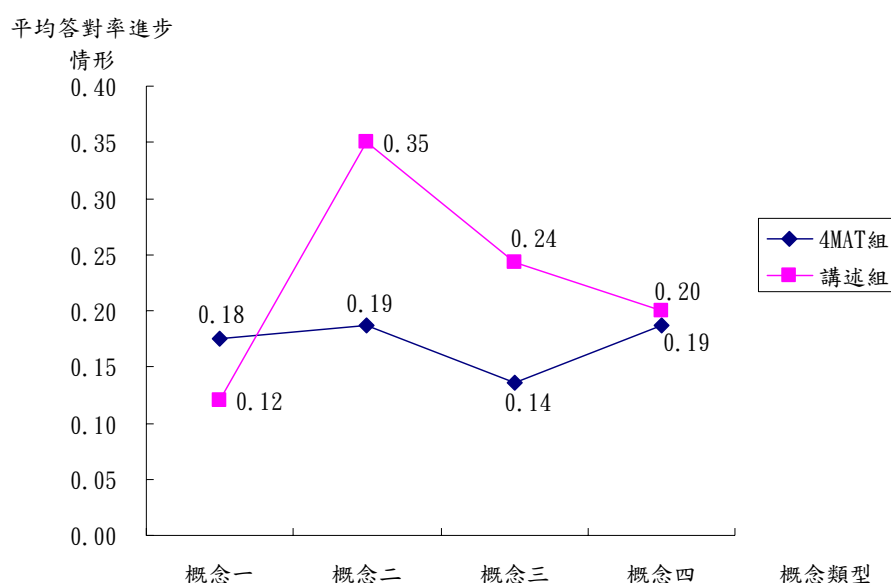


圖 4-2-17 第三類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形

比較第四類學生在後測四種概念類型的表現，分別計算各項概念類型的平均答對率，並繪製成圖 4-2-18。就 4MAT 組來看，第四類學生在概念二的表現最佳，而在概念三及概念四的表現最差。就講述組而言，第四類學生在概念一的表現最佳，而在概念三及概念四的表現最差。比較兩組的表現，結果發現 4MAT 組在概念一、概念二與概念三表現較講述組為優，講述組在概念一的表現較 4MAT 組為優。

第四類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形如圖 4-2-19。由圖中顯示，4MAT 組第四類學生在結束課程後，在概念二、概念三與概念四題群的平均答對率均有進步，但是在概念一題群的表現反而退步。講述組第四類學生在結束課程後，在概念一、概念二與概念四題群的平均答對率均有進步。比較兩組的進步表現，可知對第四類學習者來說，4MAT 組課程可能較有利於概念二與概念三的學習，講述組課程可能有利於概念一與概念四的學習。

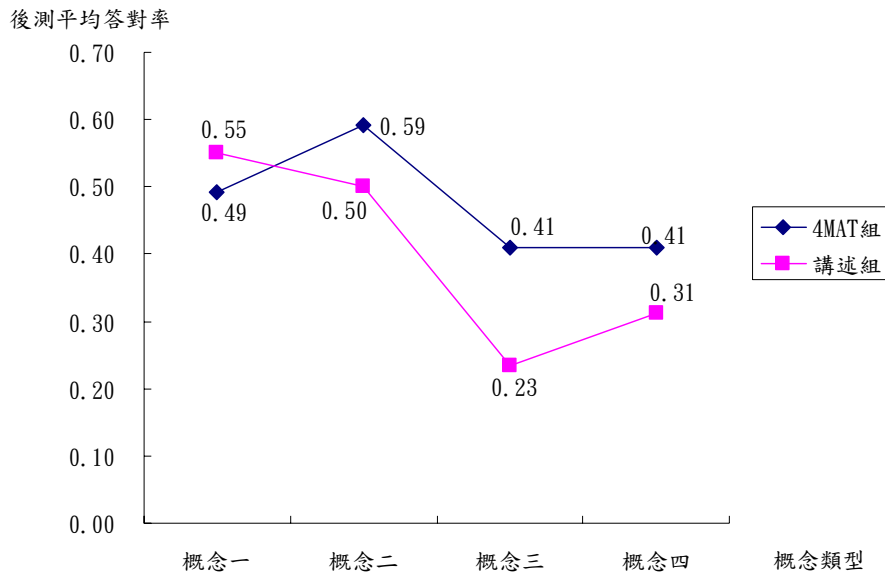


圖 4-2-18 第四類學生在後測不同概念類型的表現

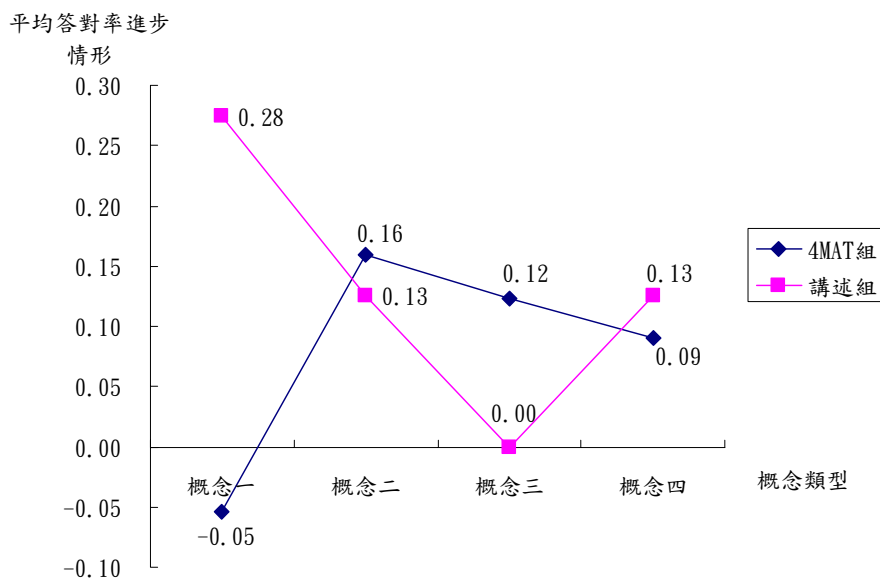


圖 4-2-19 第四類學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形

最後，比較 4MAT 組中，第一與第四中間類型學生在後測四種概念類型的表現，分別計算各項概念類型的平均答對率，並繪製成圖 4-2-20。由圖發現，此中間類型學生在概念一的表現最佳，其次是概念二與概念三表現相當，而在概念四的表現最差。

4MAT 組第一與第四中間類型學生在不同概念類型題群平均答對率的進步

情形如圖 4-2-21。由圖中顯示，此中間類型學生在結束課程後，在概念一、概念二及概念三題群的平均答對率均有進步，特別是在概念一題群進步甚多，而在概念四題群表現反而退步。

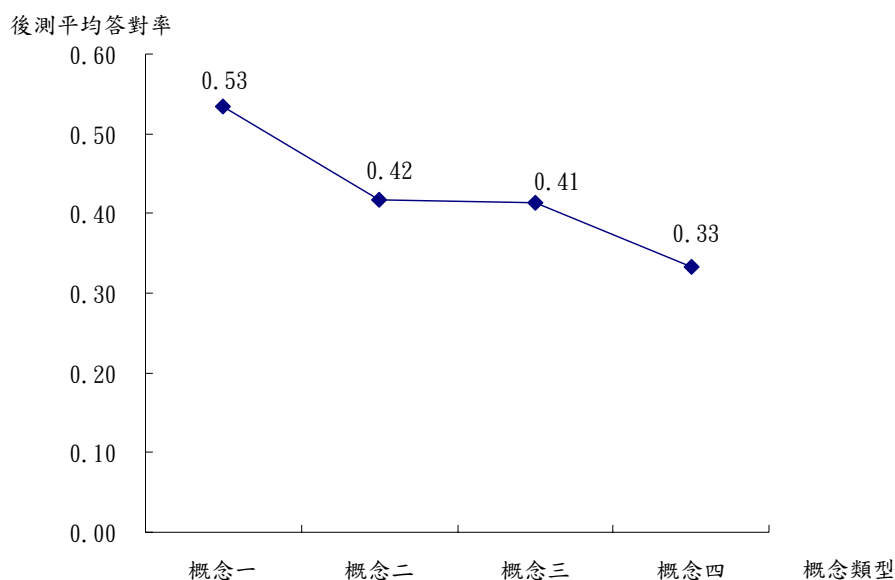


圖 4-2-20 4MAT 組第一與第四中間類型學生在後測不同概念類型的表現

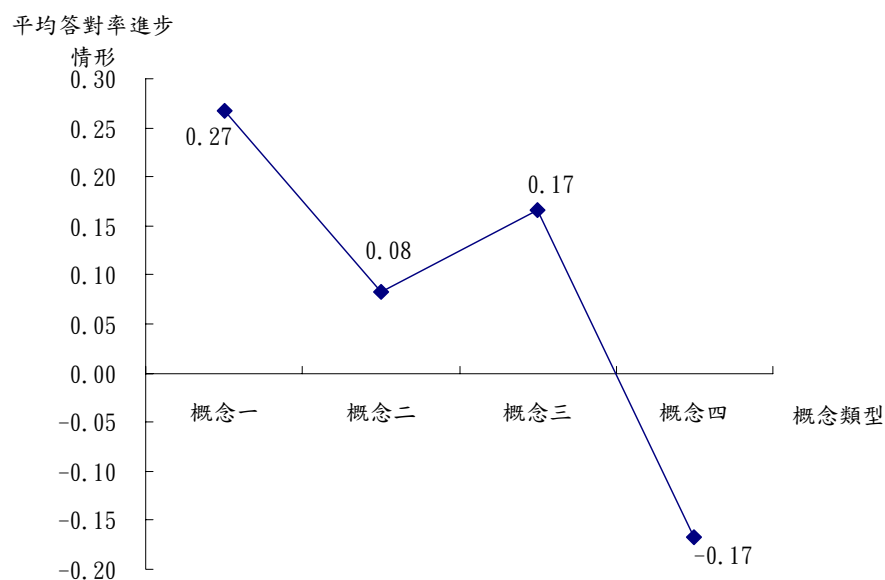


圖 4-2-21 4MAT 組第一與第四中間類型學生在不同概念類型題群平均答對率的進步情形

整理以上所述，不同學習風格的學生在概念一及概念二的後測表現較佳，而

在概念三與概念四的表現較差，可能是概念一及概念二較簡單具體，其概念包含行光合作用的條件、原料及產物，概念三與概念四的內容較為抽象困難，概念包含光反應與暗反應的過程，光合作用與呼吸作用的比較。

另外，依據上述平均答對率進步情形的圖顯示，在 4MAT 組的組內比較下，發現 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，這或許意謂著本研究設計的 4MAT 課程對第二類及第三類學習者的學習效益，優於對第一類、第四類及第一與第四中間類型學習者。可能原因是第二類及第三類學習風格是屬於善用思考方式來察覺外界資訊，偏好抽象概念的學習，而成就診斷測驗的題目內容包含較多屬於抽象概念的試題，因此第二類及第三類學習者在經過學習後，其進步情形較第一類及第四類學習者為好。另一個可能原因是 4MAT 組課程在有利於第二類及第三類學習活動的時間較多，使得第二類及第三類學習者的參與課程的機會較佳。

同時，做講述組的組內比較，發現到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，呈現出少數題群退步或無改變的結果，這或許也意謂著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。

最後，分析兩組平均答對率進步情形的組間比較，發現屬於偏好抽象思考方式學習者（意即第二類及第三類）在講述組課程下，學習概念二與概念三的進步情形略勝於 4MAT 組。雖然 4MAT 組第一類學生在課程結束後，在概念上的表現退步，但是若將第一與第四中間類型學生在概念表現的進步情形納入考量，整體上，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勝於講述組。這代表學生在兩組不同課程安排下，其學習概念的進步表現趨勢上具有差異性，或許原因是 4MAT 組課程能提供符合偏好具體經驗方式學習者的學習機會，這是講述組所缺乏的。

第三節 分析不同學習風格學生在學習過程的偏好

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，如第三章第五節表 3-5-1 與表 3-5-2 所述。在將晤談過程錄音內容轉譯為文字稿後，進行質的分析。整理不同學習風格及不同程度的晤談結果如表 4-3-1 所示。

在「最喜歡哪個活動？」的問題上，可以發現 4MAT 組中，第一類的高分群代表與中分群代表選擇「第一次實驗」(E 活動)，低分群代表選擇「教師講述」(D 活動)。第二類的高分群代表選擇「教師講述」(D 活動)，中、低分群代表選擇「書面報告」(H 活動)。第三類的高代表選擇「第一次實驗」(E 活動)，中分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)，低分群代表選擇「書面報告」(H 活動)。第四類的高分群代表選擇「第一次實驗」(E 活動)，中、低分群代表選擇「書面報告」(H 活動)。第一跟第四的中間類型，其高分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)，中分群及低分群代表者皆選擇「第一次實驗」(E 活動)。

至於講述組在回答上述問題時，第一類高分群代表選擇「第一次實驗」(E 活動)，中分群代表選擇「搶答」(J 活動)，低分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)。第二類高分群代表選擇「想想看」(I 活動)，中、低分群代表選擇「第一次實驗」(E 活動)。第三類高、中分群代表選擇「搶答」(J 活動)，低分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)。第四類高分群代表選擇「教師講述」(D 活動)，中分群代表選擇「書面報告」(H 活動)、低分群代表選擇「搶答」(J 活動)。

在「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？」的問題上，可以發現 4MAT 組中，第一類的高、中分群代表選擇「書面報告」(H 活動)，低分群代表選擇「第一次與第二次實驗」(E、F 活動)。第二類的高、低分群代表選擇「教師講述」(D 活動)，中分群代表選擇「第一次實驗」(E 活動)。第三類的高分群代表選擇「書面報告」(H 活動)，中分群代表選擇「教師講述」(D 活動)，低分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)。第四類高分群代表選擇「書

面報告」(H 活動)，中、低分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)。第一與第四的中間類型，高分群代表選擇「討論生態角色」(G 活動)、中分群代表選擇「教師講述」(D 活動)、低分群代表選擇「收集海報並整理」(C 活動)。

至於講述組在回答此問題上，第一類的高分群代表選擇「搶答」(J 活動)，中分群代表選擇「書面報告」(H 活動)，低分群代表選擇「教師講述」(D 活動)。第二類的高、中與低分群代表均選擇「教師講述」(D 活動)；第三類的高、低分群代表選擇「書面報告」(H 活動)，中分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)；第四類的高分群代表選擇「第二次實驗」(F 活動)，中分群代表選擇「書面報告」(H 活動)、低分群代表選擇「教師講述」(D 活動)。

表 4-3 不同學習風格及不同程度的晤談結果

4MAT 組				講述組	
學習風格	程度	問題一	問題二	問題一	問題二
第一類	高分群	E	H	E	J
	中分群	E	H	J	H
	低分群	D	E、F	F	D
第二類	高分群	D	D	I	D
	中分群	H	E	E	D
	低分群	H	D	E	D
第三類	高分群	E	H	J	H
	中分群	F	D	J	F
	低分群	H	F	F	H
第四類	高分群	E	H	D	F
	中分群	H	F	H	H
	低分群	H	F	J	D
第一跟第四的	高分群	F	G		

中間類型	中分群	E	D
	低分群	E	C

註：問題一：你最喜歡哪個活動？

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？

進一步為了比較兩組學生所喜歡活動的差異，因此統計選擇各項活動的人數，並繪成圖 4-3-1。圖中顯示，4MAT 組學生在回答「你最喜歡哪個活動？」的問題時，選擇活動 H 的人數最多，其次為活動 E，表示 4MAT 組學生喜歡「提出書面報告」與「第一次實驗活動（光合作用的探討）」的人較多。講述組學生在回答此問題時，選擇活動 J 的人數最多，其次為活動 E，表示講述組學生喜歡「課堂搶答活動」與「第一次實驗活動（光合作用的探討）」的人較多。

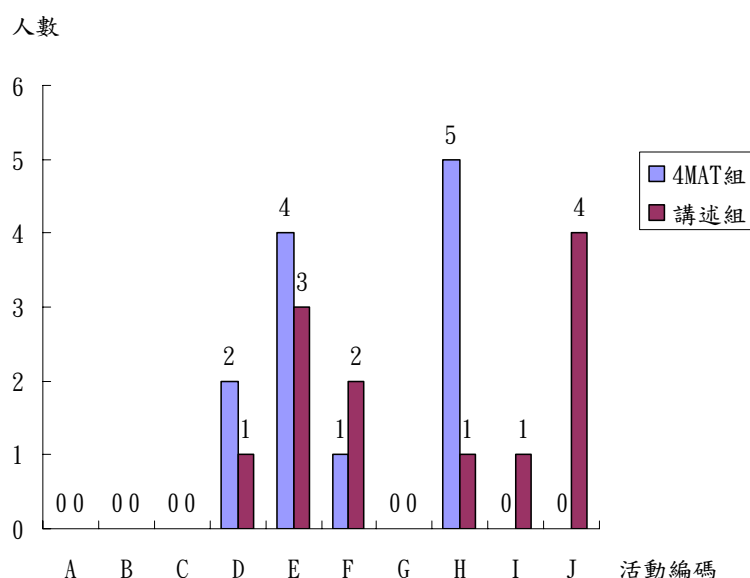


圖 4-3-1 4MAT 組與講述組喜歡不同活動的人數統計

註：4MAT 組第一與第四中間類型學生未列入計算

在晤談過程中，研究者對學生提問「為什麼？」時，學生多以直覺性的回答，諸如：很好玩、比較有趣、感覺蠻特別的、喜歡動手操作、可以親自體驗、不知道，難以明確表達出喜歡的理由與學習間的關聯性。以 4MAT 組第一類的高分群代表為例，將晤談過程摘錄如下：

T：你最喜歡哪個活動？

S：第五個（意指第二次實驗活動）。

T：為什麼呢？

S：因為做實驗比較好玩。

T：好玩在哪裡呢？

S：因為可以自己動手做的感覺不錯。

另以講述組第一類的高分群代表為例，晤談過程摘錄如下：

T：你最喜歡哪個活動？

S：第四個（意指第一次實驗活動）。

T：為什麼呢？

S：因為做實驗很好玩

T：是怎麼樣好玩？

S：就是可以動手自己體驗植物的變化

T：喔，那第五個不也是做實驗嗎？

S：嗯…怎麼說勒，我覺得第四個實驗比較好玩。

因此，本研究對於學生喜歡該項活動的原因，無法明確歸納出具體影響因素；但是，可以從中知道學生對活動的想法，例如有人提出喜歡實驗活動的原因是可以與同學合作完成，也有人認為搶答活動可以測驗自己是否學會。以下將兩組學生選擇「最喜歡活動」的主要原因作整理。

4MAT 組中，喜歡「提出書面報告」的主要原因是感到比較好玩及有趣，可以上網查資料，獲得比較多資訊；喜歡「第一次實驗活動」的主要原因有比較好玩，可以親自體驗及動手操作，能跟班上同學一起合作，更能瞭解行光合作用的方式。換言之，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親自動手操作，上網查詢比較多的資料，也感到比較好玩及有趣。

講述組中，喜歡「課堂搶答活動」的原因是喜歡答對的感覺，可以當場測驗是否學會，可以加分，也比較好玩；喜歡「第一次實驗活動」的原因是比較好玩，可以親自動手操作實驗。換言之，有較多的學生喜歡課堂搶答與實驗活動，所提

出的理由是感到比較好玩，有搶答的鼓勵作用，可以親自動手操作實驗。

根據上述結果，可知學生在學習時，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，又課程活動若能讓學生感到有趣，能提高學生參與課堂學習的意願。

接著，為了瞭解兩組學生在回答「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？」問題時的差異，因此統計選擇各項活動的人數，並繪成圖 4-3-2。由圖顯示，4MAT 組學生選擇活動 F、活動 H 的人數最多，其次為活動 D，表示 4MAT 組學生認為「第二次實驗（澱粉累積呈像活動）」、「提出書面報告」與「教師講述光合作用的過程」能學習到最多光合作用的知識。講述組學生選擇活動 D 的人數最多，其次為活動 H，表示講述組學生認為「教師講述光合作用過程」與「提出書面報告」能學習到最多光合作用的知識。

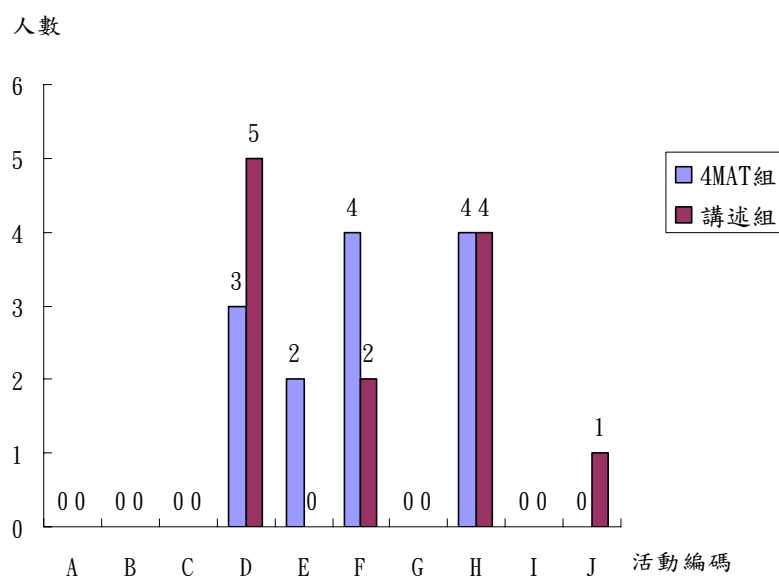


圖 4-3-2 4MAT 組與講述組認為能學習最多知識的活動的人數統計

註：4MAT 組第一與第四中間類型學生未列入計算

在晤談「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？」的過程中，研究者對 4MAT 組的晤談學生提問選擇「第二次實驗(澱粉累積呈像活動)」的原因時，他們主要認為可以參與實驗與實際操作，但是未明確說明對學習知識的具體效益。以 4MAT 組第四類的低分群代表為例，將晤談過程摘錄如下：

T：你認為從一到八個活動中，哪個活動中可以學習到最多關於光合作用的知識？

S：第六個（意指第二次實驗：澱粉累積呈像活動）。

T：為什麼呢？

S：因為蠻好玩的，從沒有想過可以用鋁箔紙去做，沒有遇過。

T：你選第六個活動因為沒有遇過。

S：嗯。

研究者對兩組的晤談學生提問選擇「教師講述光合作用過程」的原因時，他們認為主要原因是教師講解完整詳細，所以學習到最多知識，能瞭解光合作用的過程，但是未明確說明對學習知識的具體效益。以 4MAT 組第二類的低分群代表為例，將晤談過程摘錄如下：

T：你認為從哪個活動中可以學習到最多關於光合作用的知識？

S：第四個（意指教師講述光合作用過程）。

T：為什麼呢？

S：因為講解的話，比較能夠理解

T：那其他的活動呢？

S：因為我不喜歡做實驗，做實驗比較麻煩，我喜歡用聽的

T：哦，你不喜歡做實驗，比較喜歡用聽的

S：嗯

另以講述組第二類的中分群代表為例，晤談過程摘錄如下：

T：第二個問題，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？

S：大概就是第二個階段（意指教師講述光合作用過程）。

T：為什麼呢？

S：因為就在教室內，而且有課本阿，還有老師用電腦講解，可以比較瞭解。

T：因為有老師講解，所以會比較瞭解。

S：對

研究者對兩組的晤談學生提問選擇「提出書面報告」的原因時，他們均認為上網查詢課本以外的資料，能夠知道更多知識。以 4MAT 組第三類的高分群代表為例，將晤談過程摘錄如下：

T：你認為從哪個活動中可以學習到最多關於光合作用的知識？

S：第八個（意指提出書面報告）。

T：為什麼呢？

S：因為你親自去查資料，親自去分析，可以用自己的表達方式把它寫出來，可以更明白一點光合作用的知識。

T：你是做科學史的資料分析

S：嗯。

另以講述組第三類的低分群代表為例，晤談過程摘錄如下：

T：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？

S：第六個（意指提出書面報告）。

T：為什麼呢？

S：因為要去查資料，才能夠知道更多的東西。

T：因為你認為要去查資料才能夠知道更多的東西。

S：對。

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。這樣的結果可能意謂著，對國中七年級學生學習光合作用而言，聆聽教師講述科學家的知識，可以從中學習關於光合作用的知識，在提出書面報告時，需上網搜尋資料，因此更能知道課本以外的知識。

另外，為了瞭解在本研究的兩組課程中，適合不同學習風格學生學習的活動，特依照學習風格，分別計算回答問題一與問題二時，選擇各項活動的人數，並製成圖 4-3-3。依據 4MAT 系統的設計，A 及 B 活動適合第一類學習者，C 及

D 活動適合第二類學習者，E 及 F 活動適合第三類學習者，G 及 H 活動適合第四類學習者。根據圖 4-3-3，在不分組別情況下，第二類學習者選擇 D 活動者最多，第三類學習者選擇 E 與 F 活動者最多，第四類學習者選擇 H 活動者最多。上述表示本課程設計的活動，能合乎 4MAT 理論，也適合不同學生的學習偏好。然而，本研究的課程設計中，學習偏好有不符合 4MAT 論點之處。舉例來說，第一類高分群代表認為「第一次實驗」(E 活動)是他們最喜歡的活動，卻不是「分享經驗」(A 活動)或是「小組討論」(B 活動)符合他們的偏好；又例如第二類中分群及低分群代表認為「書面報告」(H 活動)是他們最喜歡的活動，而不是「整理小組海報」(C 活動)或「教師講述」(D 活動)符合他們的偏好。造成上述現象的可能原因是，4MAT 系統所定義的學習風格及學習活動，未必能適合所有學生的學習風格與學習偏好。

值得注意的是，4MAT 組課程中，針對不同學習風格設計的 A、B、C 與 G 等活動，第一類、第二類、第三類及第四類學習者均無人選擇這四項活動，可能原因是設計每個教學活動的時間安排不平均，A、B、C 與 G 等活動所佔用的教學時間的比率偏低，而且與學生平日上課時，習慣學習的方式不同，這可能讓學生認為「分享園藝種植花草的經驗」、「小組討論並寫成海報」、「收集海報並整理結論」與「討論植物在生態中的角色」等活動並非正式課堂活動。這點可以作為以後設計 4MAT 系統課程的參考，在設計每個活動時，應注意時間上的分配，也可多設計討論活動於其他單元的教學，讓學生能有多一點討論與發表的機會。

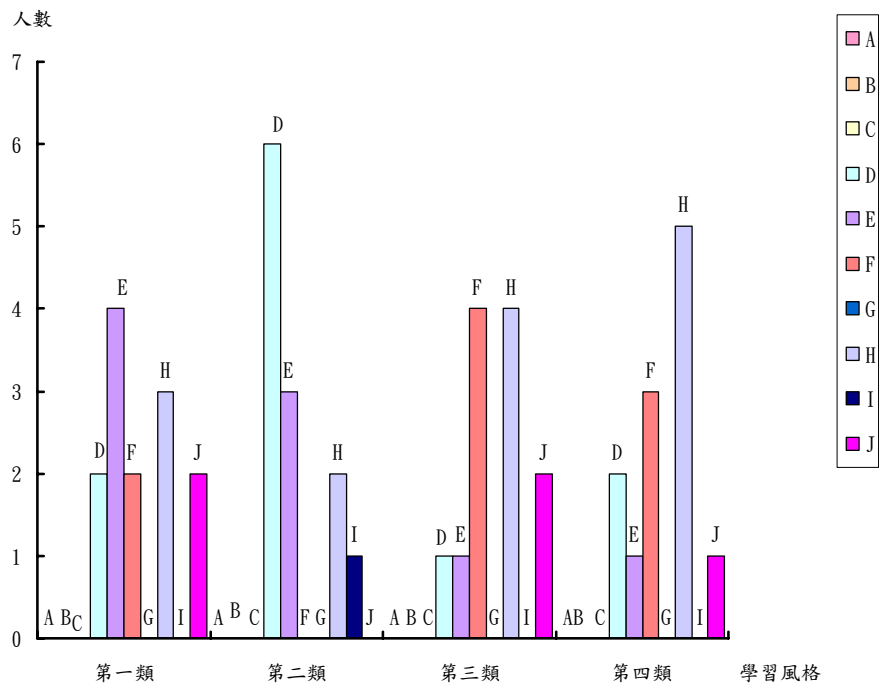


圖 4-3-3 不同學習風格回答唔談問題時選擇各項活動的人數統計