

批判論證融入大學探究式實驗之 論證能力個案研究

指導老師：游淑媚老師

研究生：劉彥伯、陳威榮、莊志成



摘要

本研究透過批判論證融入大學探究式實驗後，探討學生之論證能力變化情形。研究對象由35位普通生物學實驗課程之學生，挑選出其中六位個案經由匿名除裡後進行本研究分析。研究工具包含論證基本架構表及前、後測題目。本研究使用論證層次分析架構及批判論證層次分析架構，對個案之原始資料做評分並進行探討。經研究結果發現：一、兩個不同的評分標準在同一個案會有不同的情形，與兩標準所注重的部分有所不同有關，其中論證層次分析架構較注重論證的完整及反證的能力，而批判論證層次分析還多加關注了批判的能力。二、個案在經由九次實驗課程後，在實驗學習單裡批判論證能力都有所進步但對於論證能力較無太多變化，原因是學生對於批判論證的能力，在實驗課程中口頭報告的部分有較多的練習機會，所以學生在批判論證的能力上才有較多的進步趨勢。三、個案在前後測與九次實驗學習單成績的變化趨勢，沒有太多關係。個案在實驗學習單均呈現進步的情形，然而，前、後測的變化趨勢僅有少部分有進步趨勢因此不能只以前、後測結果推論個案的論證能力變化。

壹、序

本研究有別於食譜式教學，以探究式實驗融入批判論證進行大學普通生物實驗教學，探討大學生透過批判論證學習實驗內容，並在九次的實驗中，融入學生自行設計三次的探究式實驗並將實驗結果以論證之方式呈現，且以口頭報告進行評量，以達到批判之目標。本研究以前、後測與論證架構表對學習成效進行評量，並挑選出個案以兩種論證評分標準進行分析，目的在於探討大學生以批判論證學習實驗課程之成效，並以兩論證評分標準進行評量，探討個案在實驗課前後的論證能力。研究問題：

- 一、科學論證融入探究式實驗之成效
- 二、論證評分架構之評分標準探討
- 三、根據兩種論證評分架構分析個案學習成效

貳、研究方法及過程

一、研究對象

本研究實施對象為普通生物學實驗課程之35位學生，將學生分為8組進行實驗課程及批判論證的操作，課程中有8為實驗助理協助進行。並從35位學生之中，使用批判論證層次分析架構評分前、後測(表6)後，分成3種情形之6位個案，其中3種情形分別為進步多的編號A及編號B、退步多的編號C及編號D、前後差異不大的編號E及編號F(表1)。

表1、6位個案選擇原因

學生編號	選擇原因
A	前、後測進步多且前後差異大
B	用詞變遷多、內容變遷豐富
C	前、後測退步多且前後差異大
D	用詞不精確(口語化用法多)但內容變遷豐富
E	前、後測進步多且前後差異不大
F	前、後測退步多且前後差異不大

二、研究工具

1. 論證能力評測工具

研究使用以下兩樣工具來探討論證能力學習情況，分別是論證基本架構表(表2)及前、後測使用的題目(圖1)，目的在了解學生從文本與圖表中理解的論證架構與內容撰寫能力，學生以此進行前、後測與實驗結果報告。

表2、論證基本架構表

主張	推理	證據

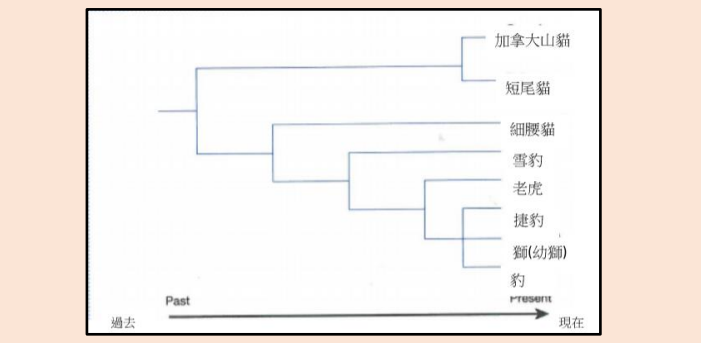


圖1、發展史樹狀圖，參考(Osborne, 2016)進行修改

三、研究流程圖

1. 實驗課程(圖2)

2. 研究過程(圖3)

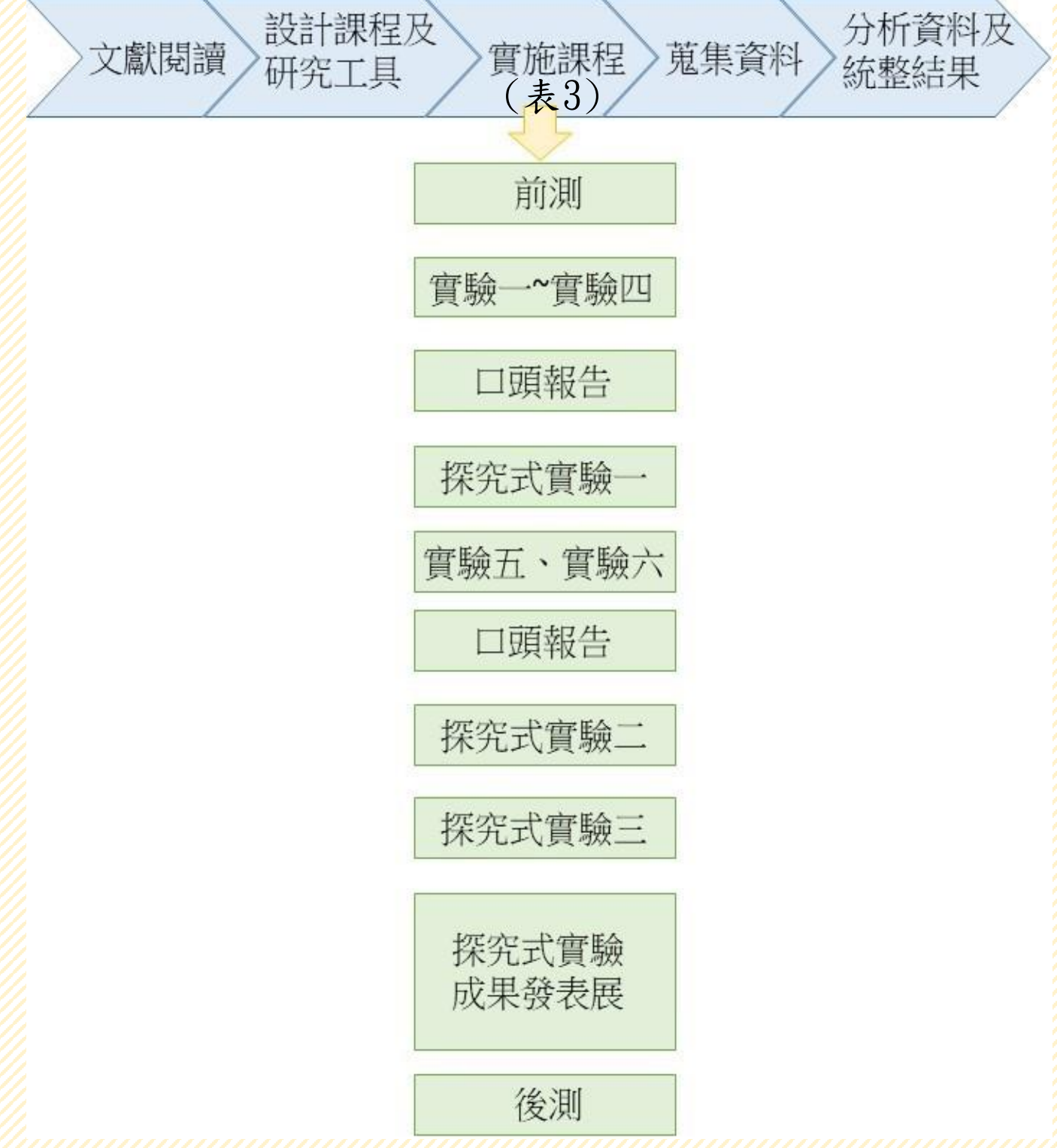
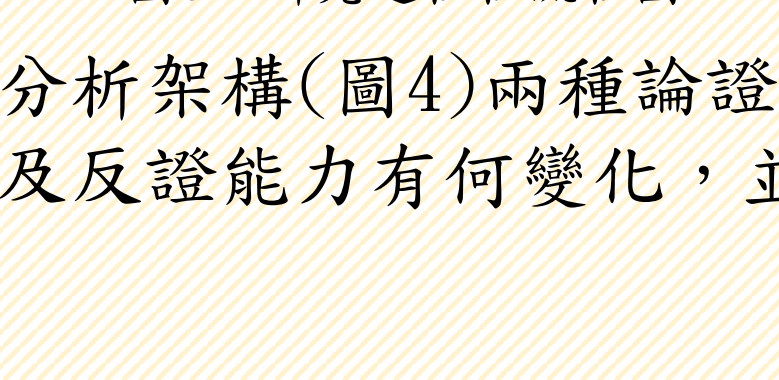


圖2、實驗課程流程圖

表3、實驗課程內容

實驗次數	實驗編號	設計者	實驗名稱
1	實驗一	教學助理設計	生物多樣性-動物
2	實驗二	教學助理設計	生物多樣性-植物、動物
3	實驗三	教學助理設計	生命之基礎特徵與化學基礎、生物多樣性
4	實驗四	教學助理設計	生物多樣性-真菌、細菌、單細胞生物
5	探究一	學生自行設計	甲組:植物在不同環境下細胞的形態與變化 乙組:探討不同天然誘引食物對不同環境的螞蟻誘引結果及人工食品對螞蟻誘引結果的影響 丙組:比較不同植物種類的葉面細胞及氣孔有何差異 丁組:探討環境濕度在不同環境、底面形狀、醱酵濃度下菌落時間 戊組:探討校園內5種花柳之雙子葉花之花紋、花瓣排列與細胞細胞相關性 以及在不同溫度下細胞之變化 己組:探究校園中草、雙子葉植物的差異 庚組:生物多樣性-細菌的生態探索實驗 辛組:植物的花在不同環境下的發育差異 (組別與原先組別不相同)
6	實驗五	教學助理設計	生物之適應及演化
7	實驗六	教學助理設計	光合作用與呼吸作用
8	探究二	學生自行設計	與探究一相同
9	探究三	學生自行設計	與探究一相同

圖3、研究過程流程圖



四、資料分析

本研究根據論證層次分析架構(表4)與批判論證能力分析架構(圖4)兩種論證評分標準進行評分，以研究學生在經由九次實驗課程後，對於推理論證及反證能力有何變化，並探討為何會有如此變化。1. 論證層次分析架構(表4)

表4、論證層次分析架構，參考(Osborne, 2004)[3]進行修改

層級	內容	實例
一	提出一個明確的主張或結論	主張:加拿大山貓或短尾貓, 演化成黑熊貓, 再演化成雪豹, 再演化成老虎, 再演化成豹(豹)或豹(豹)或豹(豹) 理由:加拿大山貓與短尾貓之間無演化關係, 捷豹(豹)和豹(豹)之間無演化關係
二	提出證據、論述、依據之中的某一個項目包含反證	主張:由上而下的排序並無意義, 只是對樹狀圖分類的順序, 所以無法代表其演化順序。 理由:在樹狀圖中顯示, 在加拿大山貓與短尾貓中間有一個分支, 這個分支比較晚, 可是在黑熊貓和其他非加拿大山貓與短尾貓的貓科動物之間, 就有一個分支, 這個分支比較早, 所以加拿大山貓不一定會先演化成演化為短尾貓, 再演化成黑熊貓, 再演化成雪豹, 再演化成老虎, 再演化成豹(豹), 再演化成豹(豹)。
三	包含一個以上的數據、論述、依據提出薄弱的反證	主張:由樹狀圖可知所有貓科動物皆有共同祖先, 不是所謂的加拿大山貓演化成短尾貓。 理由:諸系圖中的時間軸為橫向, 因此各種類間的上下關係並非代表演進順序。圖中的各種生物應該是該生物現存的樣貌, 而加拿大山貓的祖先只分枝成加拿大山貓與短尾貓。
四	論述中包含明確的反證	主張:我不同意加拿大山貓演化為短尾貓, 再演化成黑熊貓, 再演化成雪豹, 再演化成老虎, 再演化成豹(豹), 再演化成豹(豹)。 理由:在樹狀圖中顯示, 在加拿大山貓與短尾貓中間有一個分支, 這個分支比較晚, 可是在黑熊貓和其他非加拿大山貓與短尾貓的貓科動物之間, 就有一個分支, 這個分支比較早, 所以加拿大山貓不一定會先演化成演化為短尾貓, 再演化成黑熊貓, 再演化成雪豹, 再演化成老虎, 再演化成豹(豹), 再演化成豹(豹)。
五	包含數據、論述、依據具有一個以上明確的反證	主張:豹(豹)和雪豹的關係比捷豹和雪豹的關係更為密切。 理由:根據演化的理論, 如果兩個不同的物種在發展史的樹狀圖中有著相同的分枝點, 就代表這兩種物種會有相同的祖先, 而相同的祖先越接近現代, 就代表著他們的血緣關係會較接近。從樹狀圖中可以看到捷豹和雪豹的共同祖先比捷豹和雪豹的共同祖先比雪豹和雪豹的關係更為密切。

2. 批判論證能力分析架構表, 參考(Osborne, 2017)[2]進行修改

等級	分數	建構	批判	實例	1d	8	提出另一種相反論證	學生提出相反觀點, 用來反駁他人的主張
0	0			提出的論點沒有證據	2a	9	提出相反批判	學生批評他人的論點, 充分闡述主張中的論點的缺失, 以及理由有缺失的原因
0a	1	建構主張		學生可以提出一個相應的主張	2b	10	建構單向論證	學生對兩個競爭論點的優點做出評價性的判斷, 並為一個論證的價值提出明確的論點, 但無法提出原因去解釋另一個論點為何較差。
0b	2	辯護主張		學生可以辯護其他人的主張				學生對兩個競爭論點的優點進行評估性判斷, 並且可以明確指出為何一個論點比較強, 另一個論點則比較弱。
0c	3	提供證據		學生可以提出一個證據來支持自己的主張				
0d	4	辯護證據		學生可以辯護其他人所提出的證據				
1a	5	建構理由		學生可以建構一個明確的理由來連結主張與證據	2c	11	提出具有建構、批判的對比論證	學生比較兩個相互競爭的論點, 並構建一個新的論點, 證明為什麼它優於先前的論點。
1b	6	辯護理由		學生可以辯護他人所提出的理由				
1c	7	建構完整論證		學生提出主張, 選擇足以支持自己主張的證據, 並建構融合於主張與理由之間	2d	12	建構相反主張的理由	

圖4、批判論證層次分析架構[4] 論證能力分析架構表

參、結果討論

一、前、後測差異探討

由表5、表6可以發現除了編號C外，其餘的學生的論證層次分析架構評分成績都與批判論證層次分析架構評分的成績有著一定的關係。除了編號C以外的5個個案，在兩個不同的評分中，編號A及編號B都是進步的、編號D都是退步的而編號E及編號F則是都沒有太大的變化。這樣的情形得知這兩個不同的評分標準是有著一定的關係的。

編號C在論證層次分析架構中是呈現進步的情形，是因為該學生的反證能力有著進步的表現，而在批判論證層次分析架構中有退步的情況，是因為推論的部分在後測時，由於使用過多口語化的用詞，導致推論的過程不完整，且對於批判的使用也不理想，因此在批判論證層次分析架構評分裡才有退步的表現。

這個情形也間接告訴我們論證層級架構分析與批判論證層次分析架構分析，對於一個論證的觀點有所不同，其中前者較注重論證的完整性及反證的能力，後者則除了關注論證的完整及反證之外，也將批判能力視為評分的標準，這也造就在編號C會有較獨特的情形出現。

表5前、後測以論證層次分析架構評分

個案編號	A	B	C	D	E	F
前測	1	3	1	3	3	1
後測	4	4	2	2	3	1
進、退步	+3	+1	+1	-1	無變化	無變化

表6前、後測以批判論證層次分析架構評分

個案編號	A	B	C	D	E	F
前測	45	22	96	77	73	63
後測	67	80	72	65	70	56
進、退步	+22	+58	-24	-12	-3	-7

二、論證能力成長趨勢

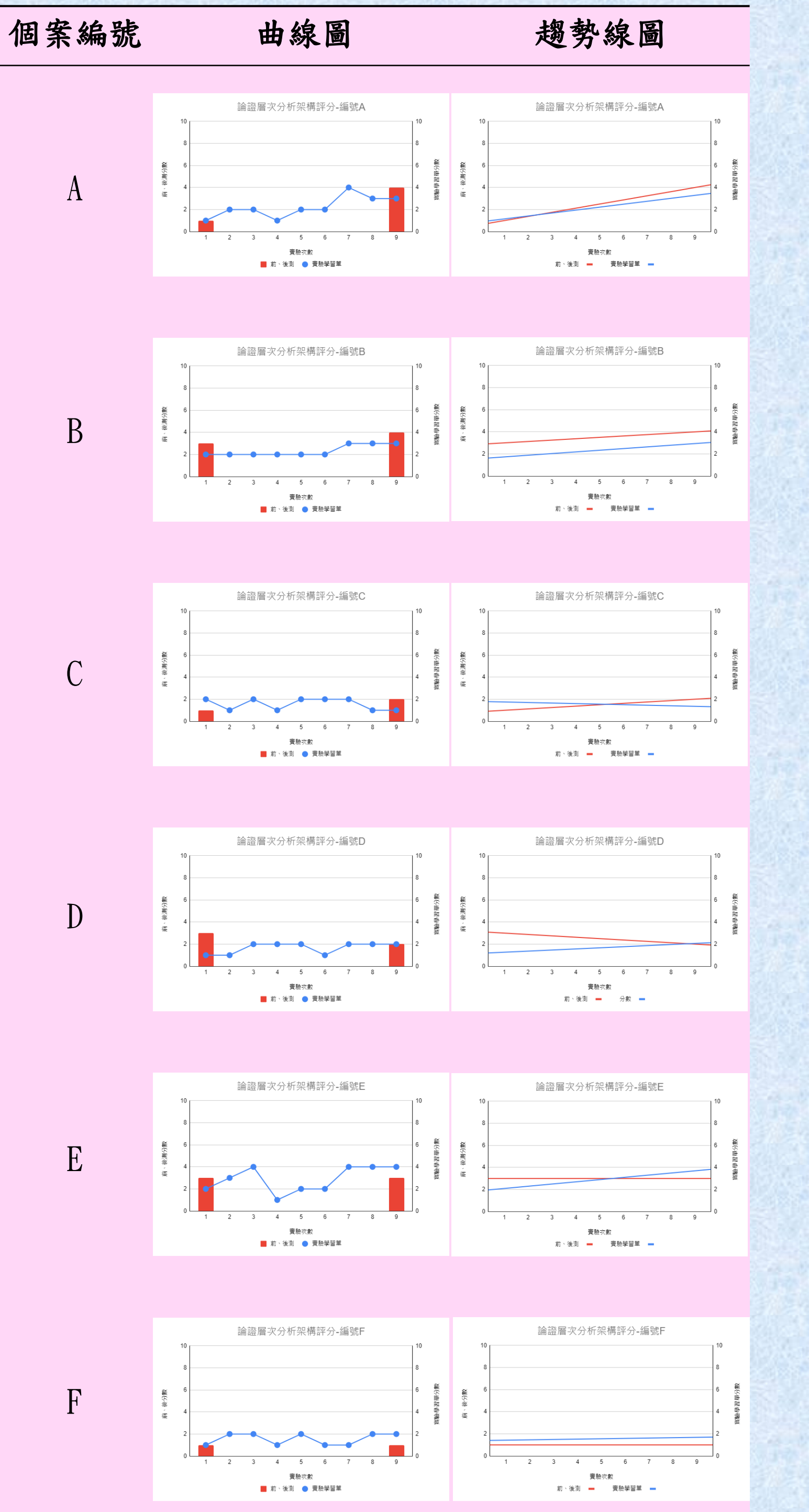
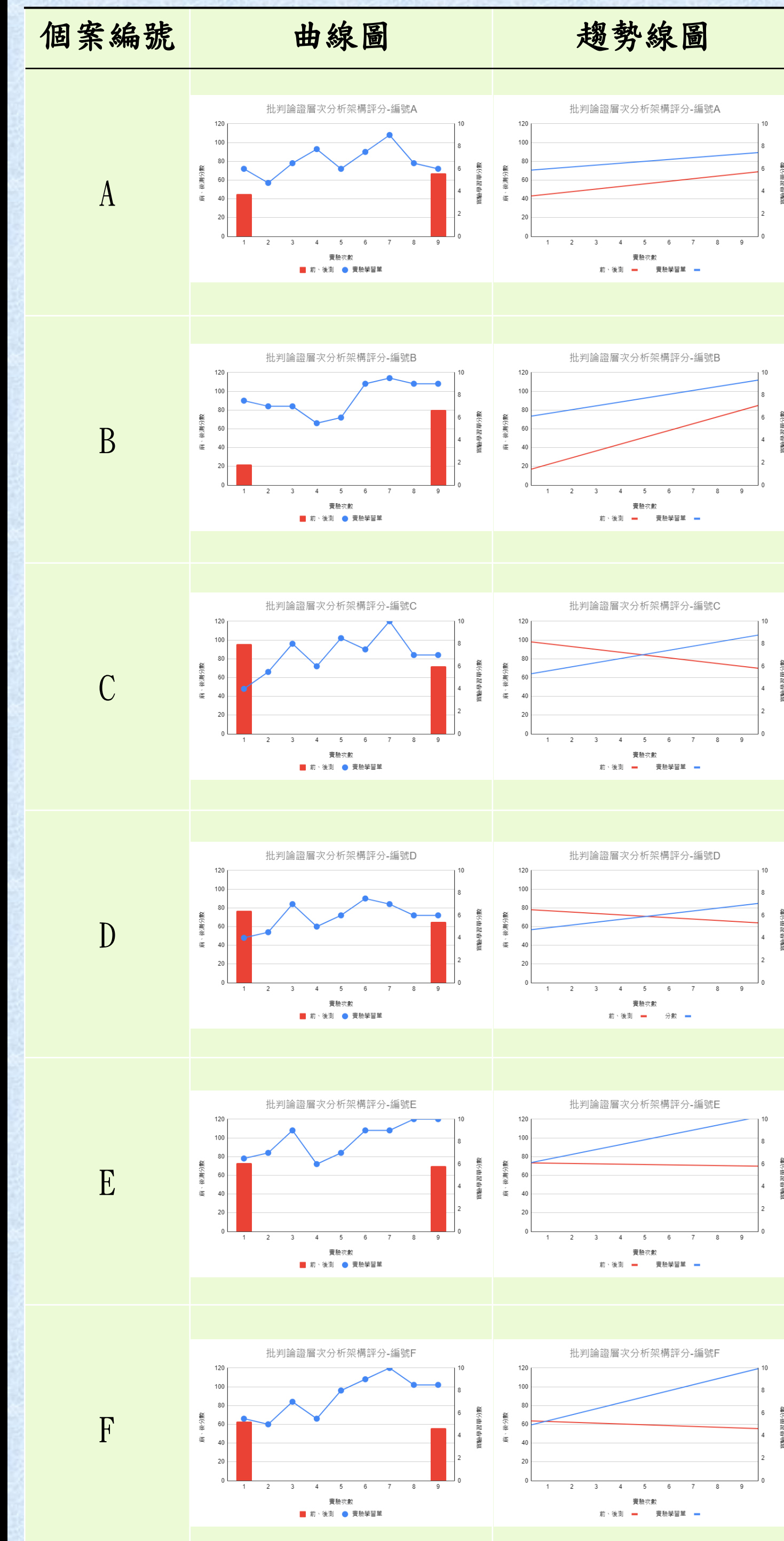
觀察表7及表8可以發現，6位個案在批判論證層次分析架構的評分中都有進步的趨勢，而在論證層次分析架構的評分較無太多進步，甚至有退步的情形(如編號C)。我們認為這是因為學生在實驗課程口頭報告及探究式實驗成果發表展中對於批判論證的能力有較多的練習機會，所以在批判論證的能力才有較多的進步。但在反證的能力，課堂中練習的機會較少，所以進步的程度較少。從表6的曲線圖可以發現學生在批判論證能力成長的趨勢分成3種情形，分別是：1. 雙峰的編號A、編號D及編號F 2. 有持續進步的編號C編號E 3. 無太多變化的編號B。

三、前、後測與實驗學習單的變化趨勢差異

藉由表7及表8可以得知，除了編號A與編號B之外，其他4位個案的前、後測成績變化趨勢與實驗學習單成績變化趨勢都有著不同的表現。我們認為6位個案在實驗學習單的變化式有著進步的趨勢，這代表著論證能力的變化應該是進步的，而前、後測卻有著不同的表現。所以不能透過只觀察前、後測變化就判斷個案的論證能力變化。

表7、6位個案學習單及前、後測以批判論證層次分析架構評分之曲線圖及趨勢線圖

表8、6位個案學習單及前、後測以論證層級架構分析架構評分之曲線圖及趨勢線圖



肆、結論與建議

本研究透過批判論證融入大學探究式實驗，與以往國、高中時的實驗課程按照食譜式教學有所不同，課程中可提供學生提出反證的學習機會並嘗試利用反證的方式佐證自己的主張，透過口頭報告的互相回饋，培養批判思考的能力。也加強學生的論證撰寫架構，以邏輯性的專業回答代替口語化的詞藻，都能使論證能力進步且具有批判性思考。

[1]:Osborne, J., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & Yao, S.-M. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846. [2]:Osborne, J., Donovan, B. M., Henderson, J. B., MacPherson, A. C., & Wild, A. (2017). *Arguing from evidence in middle school science: 24 activities for productive talk and deeper learning*. California: Corwin. [3]:Osborne J., Erduran S., & Simon S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.)