

教育部 108 年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：087

計畫名稱：

“概析利” --- 以『概念分析法』協助國中生進行科學探究活動

主 持 人：蔡明致

執行單位：台中市立居仁國民中學

壹、計畫目的及內容：

參考國家教育研究院所公布的 108 課綱自然科學領域課程綱要，十二年國民基本教育自然科學領域核心素養的內涵包含：

- 一、提供學生探究學習、問題解決的機會並養成相關知能的「探究能力」；
- 二、協助學生了解科學知識產生方式和養成應用科學思考與探究習慣的「科學的態度與本質」；
- 三、引導學生學習科學知識的「核心概念」。

自然科學領域的課程綱要強調科學學習的內容，必須考量當今科學知識呈現高速成長以及科學、科技與其他領域相互滲透融合等事實，而在課程教材組織與選擇上，要重視縱向的連貫與橫向的統整。教師必須根據各階段學生的特質，選擇重要核心概念，再透過跨科概念與社會性科學議題，讓學生經由探究、專題製作等多元途徑獲得深度的學習，以培養國民科學素養。而自然領域的學習重點分成兩個層面，「學習內容」及「學習表現」：（國家教育研究院，2016）

（一）各階段學生的「學習表現」為「探究能力」及「科學的態度與本質」。

（二）學習階段具體的科學「學習內容」則以「科學核心概念」呈現。

針對自然科學領域學習重點的教學需求，「引導式探究」是不錯的探究課程設計，因為它可以讓學生同時培養「探究能力」及「科學的態度與本質」，也能理解科學家如何研究這個自然界、了解科學家的工作形態最直接的方式，內化探究主題相關的「科學核心概念」。

然而在教學實務上，學生無法直接從「照著做」跳到「設計怎麼做」，因此，「概念分析」法的教學設計是可行的作法：教師在介紹主題概念之時，可以解構探究主題相關的文獻資料，讓學生先根據學生現有的認知架構，經由概念分析釐清概念之意義，再將文獻中的關鍵詞加以整合與汰除，讓學生自行重新研擬一個適合的問題進行探究活動。

「概念分析」法包含下列步驟：

- （一）學生用可了解的語言來解釋及定義每一概念的名詞及屬性(attribute)。
- （二）以科學寫作「名詞解釋」列舉事例說明每一屬性的重要價值(value)。
- （三）讓學生使用概念發展一個可探究的研究主題，進而解決所設定的問題。

由於科學探究活動依照探究內容的屬性可以分成四個層次：食譜式探究（cookbook inquiry）層次、結構式探究（structured inquiry）層次、引導

式探究 (guided inquiry) 層次、開放式探究 (open inquiry) 層次。因此，以『概念分析法』協助國中生進行科學探究活動，可以藉由增進學生對於「科學核心概念」的學習，提升學生在探究活動過程的探究層次。經由本研究之系統化探究教學課程，可以指導學生完成科學寫作之檔案資料，提供分析學生從事科學探究學習活動前後之科學概念學習成效及歷程。

Lawson 認為欲實施探究式教學，需要三個決定性的要素：(1) 教師必須了解科學探究的本質；(2) 教師必須對特定學科結構有足夠了解；(3) 教師必須熟練探究式教學的策略。缺乏這些知識和能力，教師的選擇較少，只能以較無效的講授式教學方法來教導科學 (洪振方，2003)。因此，透過本研究期望累積學校教師團隊的探究教學經驗，並在國中教師從事科學探究教學課程時，提供系統化的「探究教學」課程設計之鷹架與教學實例。

(二)研究目的：

1. 以『概念分析法』協助國中生發展探究主題對學生提問問題層次的影響。
2. 以『概念分析法』協助國中生在引導式探究中，進行實驗設計的實施成效。

研究方法及目前研究成果：

一、組織教師團隊結合『概念分析法』與「5E 學習環」協助國中生進行「引導式探究活動」：

本研究運用「概念分析法」結合 Bybee (1997)提出的「5E 學習環」，將「引導式探究活動」區分為五個階段，分別是參與、探索、解釋、精緻化以及評鑑。各階段的實施目標說明如下：

1. **參與階段**：運用「概念分析法」讓學生能夠參與理解學習任務並且連結過去與目前的學習經驗，提出可探究的問題；
2. **探索階段**：針對學生提出可探究的問題，根據基本的概念理解，形成假設，再根據分析變因間的因果關係，設計實驗進行驗證；
3. **解釋階段**：讓學生開始進行數據的收集，並基於先前的「概念分析」知識，比對探索的數據結果，提出合理解釋作澄清說明；
4. **精緻化階段**：學生將探究過程所學到的概念透過情境的轉變達到最佳的遷移效果；
5. **評鑑階段**：讓學生運用「概念分析法」繪製概念圖評量自己的概念理解，提供教師評鑑學生進步的情形。

本研究以「5E 學習環」成為教師探究課程設計的發展鷹架，協助教師團隊將本校學生歷屆科展探究主題以「5E 學習環課程發展模式」設計為引導式探究之創意科學活動。

二、辦理「學生科學營隊活動」，促進學生專題研究社群之成立：

辦理「學生科學營隊活動」，以「引導式探究」創意科學活動，如表一，訓練生手學生進入探究情境及激發可進行主題探究的新問題。主題活動採用「概念分析」法實施下列步驟：

1. **情境導讀**：以小組腦力激盪模式，鼓勵學生用可了解的語言來解釋文獻資料及定義每一概念的名詞及屬性。
2. **科學寫作**：以「名詞解釋」列舉**事例說明**每一屬性的重要價值。
3. **設定探究議題**：讓學生使用概念發展一個可探究的研究主題，進而根據所設定的問題，**提出假設**。
4. **設計及仿作**：根據**事例說明**鼓勵學生**提出假設**，並進行實際的設計及仿作，促進學生實際「**參與**」科學議題模擬情境之探究。
5. **探究及發表**：定期以教師團隊開發之**創意科學探究活動**，促進學生「**參與**」科學議題情境，觀察情境、察覺問題，並藉由小組進行腦力激盪與資料蒐集，進而「**提出可探究之新問題**」，如表二，小組共同提出假設、設計實驗，共同完成**完整的探究歷程**。

表 1-2-1、「科學營隊活動」辦理之創意科學探究主題

主題概念	創意科學探究活動主題	活動地點
酵素與發酵	野生酵母菌 http://www.masters.tw/6871/%E7%99%BC%E9%85%B5%E7%9A%84%E7%A7%91%E5%AD%B84 https://kknews.cc/food/z5v2v5q.html	實驗室
表面張力	蛋白打發術 https://www.masters.tw/166501/%E7%83%98%E7%84%99%E7%9A%84%E7%A7%91%E5%AD%B84	實驗室
酸與鹼	植物染缸 http://chemed.chemistry.org.tw/?p=27044	實驗室
界面活性劑	彩色幾何泡泡 https://read01.com/zh-tw/Me7kk3.html#.XJeHBJgzZDM	實驗室
電與磁	線圈砲避震器 https://www.itsfun.com.tw/%E7%B7%9A%E5%9C%88%E7%82%AE/wiki-661328-099777	實驗室
柏努利定律	阿基米德螺旋水輪 https://openhome.cc/Gossip/OpenSCAD/ArchimedeanSpiral.html	實驗室

表 1-2-2、「科學營隊活動」小組探究主題發想

編號	姓名	計畫--三篇科展文獻	編號	姓名	計畫--三篇科展文獻
1.	劉○爾謝○芸劉○廷	隔音防熱簾	2.	呂○聖張○宇吳○庚	鯊板浮標
3.	簡○晉石○鈺羅○熙	水庫排砂	4.	周○倫蔡○翰	磁流體海微粒
5.	吳○宇黃○慈陳○薰	散熱隔熱鋪面	6.	陳○朋劉○祐	得來塑
7.	游○翔陳○浩張○嘉	無水栽培	8.	黃○毅黃○傑	不導電液晶
9.	陳○軒	虎斑蓮花青素變化	10.	張○仁陳○嘉田○宇	水圳發電
11.	鄭○倫夏○光	快閃水草葉片	12.	張○歲蔡○詣賴○僊	魔幻圖對單眼視覺
13.	彭○宥鄭○佑陳○璿	纜車防震	14.	呂○樺馬○翔	橋梁警報器
15.	賴○成陳○呈莊○寬	防曬斗笠	16.	陳○甄陳○嫻	葉脈纖維素導電網
17.	黃○岩林○遠	輪胎壓電	18.	蘇○欣陳○好洪○翔	抗性澱粉膜
19.	羅○芮顧○忻陳○安	蟻生態調查			

三、活動成效評估方式：

根據研究目的，本研究採取以質性資料為主，量化資料為輔之研究方法，質性資料包含有學生科學筆記及概念分析問卷等研究工具：

1. **繪製概念圖**：學生在實施科學探究學習活動之前與後，分別進行概念圖繪製。在本研究中為瞭解學生在科學探究學習活動中，進行系統化的概念分析之工具，也是了解學生在探究活動中的概念學習成效之工具。

表 1-3-1-1. 概念構圖評量計分法

圖層關係	說明	計分
關係	兩個概念聯結成一道命題，有效且有意義的連結關係給予	一分
分支	每個分支必須與其上階層概念間具有意義且有效的連結關係可加以同等計分，第二階層以後的分支則給予遞增的加權分數。	同等計分
關鍵概念和命題	每個新增的關鍵概念或命題可以視同一個連結關係來分別計分	同等計分

以階層關係增加率百分比評量各階段概念認知成長率，代表概念認知的成長變化。

表 1-3-1-2 小組主題探究概念認知成長率

編號	計畫	計畫--假設(理論應用)	概念認知成長率
1.	防震纜車	2(單擺、共振)/3(單擺、共振、力矩)	0.67
2.	管簾	2(對流、反射)/3(對流、反射、共振)	0.67
3.	蟻生態	3(食性、互動、族群消長)/3(食性、互動、族群消長)	1.00
4.	排砂	3(比重、重力、突堤)/4(比重、重力、突堤、反曲點)	0.75
5.	液晶	3(導電介質、電場電壓、薄膜電阻) /5(導電介質、液晶分子間距、電場電壓、電動勢、薄膜電阻)	0.60
6.	無水栽培	3(膠體、保濕劑濃度、導水纖維) /3(膠體、保濕劑濃度、導水纖維)	1.00
7.	鯊魚浮標	3(浮標阻力、鰭施力力矩、渦流) /3(浮標阻力、鰭施力力矩、渦流)	1.00
8.	單眼視覺	3(背景種類、天敵、群聚)/4(背景種類、視距、天敵、群聚)	0.75
9.	電鍍	3(導電介質、電鍍液、電極、) /3(導電介質、電鍍液、電極、)	1.00
10.	得來塑	3(油品、微塑膠、氧化劑)/3(油品、微塑膠、氧化劑)	1.00
11.	萬磁王	5(油品、微塑膠、鐵氧化合物、界面活性劑、嵌合劑) /5(油品、微塑膠、鐵氧化合物、界面活性劑、嵌合劑)	1.00
12.	抗性澱粉	4(酵素、受質、酸鹼度、溫度)/4(酵素、受質、酸鹼度、溫度)	1.00
13.	閃頻水草	3(色光、閃頻、照光時間) /5(色光、閃頻、照光時間、溫度、二氧化碳濃度)	0.60
14.	水圳發電	3(入水口、導水板、出水管)/4(入水管、導水板、出水管)	0.75
15.	涼感斗笠	4(管徑、管長、加熱位置、散熱位置) /6(管徑、管長、加熱位置、面積、散熱位置、面積)	0.67
16.	輪椅發電	3(按壓頻率、間距、深度、)/3(按壓頻率、間距、深度、)	1.00
17.	接地電阻	3(電極、壓力、介質)/3(電極、壓力、介質)	1.00
18.	防曬鋪面	2(溝槽、坡度)/3(溝槽、坡度、流速)	0.67

2. 寫作分析：以科學筆記記錄學生在導讀後的提問種類及層次。

以變因分析完整度的積分評量各組的概念分析能力，實驗完成率代表探究實作能力。

表 1-3-2、學生操作變因分析完整度、探究實驗完成率及競賽成績表現之統計分析

編號	主題	操作變因分析	變因完整度	探究實驗完成率	完成率	競賽成績
1	防震纜車	5(擺重、擺長、張力、力臂長、與重力夾角)/5(擺重、擺長、張力、力臂長、與重力夾角)	1.00	4(張力、握把長、水平長、曲率)/5(張力、握把長、水平長、曲率、載重)	0.80	2
2	管簾	6(管長、管徑、溫差、吸熱面積、反射角度、共振管長)/8(管長、管徑、溫差、吸熱面積、反射角度、共振管長、吸震位置、配重位置)	0.75	6/6(管長、管徑、光入射角、熱入射角、吸熱材質、吸音材質)	1.00	5
3	蟻生態	4(蟻種類、養分種類、濃度、時間)/6(蟻種類、養分種類、濃度、時間、地點、互動)	0.67	3(養分種類、濃度、時間)/6(蟻種類、養分種類、濃度、時間、地點、互動)	0.50	2
4	排砂	4(比重、坡度、衝擊板角度、突堤高度)/6(比重、坡度、衝擊板角度、長度、突堤高度、間距)	0.67	4(比重、坡度、衝擊板角度、突堤高度)/6(比重、坡度、衝擊板角度、長度、突堤高度、間距)	0.67	4
5	液晶	2(濃度、電場電壓)/7(介質種類、濃度、電場電壓、輸入電壓、方向、厚度、面積)	0.29	2(濃度、電場電壓)/7(介質種類、濃度、電場電壓、輸入電壓、方向、厚度、面積)	0.29	3
6	無水栽培	3(膠體種類、保濕劑濃度、導水纖維面積)/5(膠體種類、比例、保濕劑濃度、導水纖維面積、方向)	0.60	1(膠體種類)/5(膠體種類、比例、保濕劑濃度、導水纖維、種類方向)	0.20	1
7	鯊魚浮標	5(標首形狀、鰭面積、位置、角度、擺速)/9(標首形狀、胸鰭面積、位置、力臂、角度、擺速、尾鰭面積、位置、角度)	0.56	5(標首形狀、鰭面積、位置、角度、擺速)/9(標首形狀、胸鰭面積、位置、力臂、角度、擺速、尾鰭面積、位置、角度)	0.56	4
8	單眼視覺	3(背景種類、天敵、群聚)/4(背景種類、視距、天敵、群聚)	0.75	2(背景種類、群聚)/5(背景種類、距離、魚種、群聚)	0.40	1
9	電鍍	3(導電介質種類、電鍍液濃度、電壓、)/6(導電介質種類、電鍍液濃度、電鍍液酸鹼度、電壓、還原劑種類、濃度)	0.50	3(導電介質種類、濃度、電壓、)/6(導電介質種類、濃度、電壓、還原劑種類、濃度、電解液酸鹼度)	0.50	1
10	得來塑	3(油品粘滯力、微塑膠種類、氧化劑)/4(油品粘滯力、微塑膠種類、介面活性劑、氧化劑)	0.75	5(油品粘滯力、微塑膠種類、鐵氧化合物、界面活性劑、嵌合劑)/5(油品粘滯力、微塑膠種類、鐵氧化合物、界面活性劑、嵌合劑)	1.00	6
11	萬磁王	5(油品粘滯力、微塑膠種類、鐵氧化合物、界面活性劑、嵌合劑)/5(油品粘滯力、微塑膠種類、鐵氧化合物、界面活性劑、嵌合劑)	1.00	3(油品粘滯力、微塑膠種類、嵌合劑)/5(油品粘滯力、微塑膠種類、鐵氧化合物、界面活性劑、嵌合劑)	0.60	3
12	抗性澱粉	2(酵素種類、受質種類)/5(酵素種類、受質種類、濃度、酸度)	0.40	2(酵素種類、受質種類)/5(酵素種類、受質種類、濃度、酸度)	0.40	3

		度、酸鹼度、溫度)		鹼度、溫度)		
13	閃頻水草	3(色光、閃頻、照光時間) /5(色光、閃頻、照光時間、溫度、二氧化碳濃度)	0.60	3(色光、閃頻、照光時間)/5(色光、閃頻、照光時間、溫度、二氧化碳濃度)	0.60	3
14	水圳發電	4(入水口面積、角度、導水板角度、出水管長度) /7(入水管高度、角度、入水口面積、角度、導水板角度、出水管角度、長度)	0.57	4(入水口面積、角度、導水板角度、出水管長度) /7(入水管高度、角度、入水口面積、角度、導水板角度、出水管角度、長度)	0.57	5
15	涼感斗笠	5(管徑、管長、截面積比、加熱位置、散熱位置) /8(管徑、管長、截面積比、加熱位置、面積、散熱位置、面積、加熱區高度)	0.62	5(管徑、管長、截面積比、加熱位置、散熱位置)/8(管徑、管長、截面積比、加熱位置、面積、散熱位置、面積、加熱區高度)	0.62	3
16	輪椅發電	3(按壓頻率、間距、深度、) /3(按壓頻率、間距、深度、)	1.00	1(按壓頻率)/3(按壓頻率、間距、深度、)	0.33	1
17	接地電阻	3(導體種類、距離、水面距離)/6(導體種類、面積、距離、壓力、水面距離、土砂深度)	0.50	3(導體種類、距離、水面距離)/6(導體種類、面積、距離、壓力、水面距離、土砂深度)	0.50	1
18	防曬鋪面	5(溝槽深、長度、角度、交叉角度、傾斜坡度)/6(溝槽深、長度、角度、交叉角度、傾斜坡度、水流速)	0.83	3(溝槽深、角度、交叉角度)/6(溝槽深、長度、角度、交叉角度、傾斜坡度、水流速)	0.50	1

競賽等第計分：1-未完成、2-完成未入圍、3-佳作、4-第三名、5-第二名、6-第一名。

3. 競賽成績等第計分法：

競賽等第計分：1-未完成、2-完成未入圍、3-佳作、4-第三名、5-第二名、6-第一名。

表 1-3-3、學生探究作品競賽成績統計

編號	作品	成績	競賽等第
1.	作品：“得來塑” ---微塑粒清除系統之設計 學生：702 劉○祐、702 孫○吟、702 陳○朋	生活與應用科學科(二) 第一名 薦送全國	6
2.	作品：“管 淨 ” 自然涼 --- 隔熱隔音簾的設計 學生：701 劉○爾、701 謝○芸、806 劉○廷	生活與應用科學科(二) 第二名 薦送全國	5
3.	作品：“力” 爭上游 --- 水圳螺形發電機的設計 學生：811 張胤仁、805 陳信嘉、820 田智宇	生活與應用科學科(一) 第二名	5
4.	作品：“ 鯊 ” 很大 --- 鯊魚浮標的設計 學生：702 呂○聖、722 張○宇、702 吳○庚	物理科第三名	4
5.	作品：“萬磁王” ---以廢棄暖暖包吸附海洋塑膠微粒之研究 學生：702 周○倫、702 蔡○翰	化學科第三名	4
6.	作品：順水推「砂」- 以突堤效應降低陡坡野溪土石沖刷之探討 學生：705 簡○晉、704 石○鈺、713 羅○熙	地球科學科第三名	4
7.	作品名稱：“震” 中人心 - 隔震器減震效果分析 學生：810 黃○婷、810 賴○晨、810 賴○瑋	生活與應用科學科(二) 佳作	3

8.	作品：「晶」力旺盛 --- 肥皂液晶半導體薄膜設計 學生：718 黃○毅、718 黃○傑	物理科佳作	3
9.	作品：「微」有辦法?! --- 簡易抗性澱粉膜製備 學生：709 陳○好、708 洪○翔、708 蘇○欣	化學科佳作	3
10.	作品：快閃水草 --- 燈光閃頻對水草生長的影響 學生：722 鄭○倫、722 夏○光	生物科佳作	3
11.	作品：「笠」「笠」皆辛苦 ~ 涼感斗笠之改良 學生：713 賴○成、716 陳○呈、713 莊○寬	生活與應用科學科(二) 佳作	3
12.	作品：魔幻圖對單眼視覺 學生：張○歲蔡○詣賴○僖	生物科(未入圍)	2
13	作品：蟻生態調查 學生：羅○芮顧○忻陳○安	生物科(未入圍)	2
14	作品：橋梁警報器 學生：呂○樺馬○翔	生活與應用科學科(二) (未完成)	1
15	作品：葉脈纖維素導電網 學生：陳○甄陳○嫻	化學科 (未完成)	1
16	作品：散熱隔熱鋪面 學生：吳○宇黃○慈陳○薰	生活與應用科學科(二) (未完成)	1
17	作品：無水栽培 學生：游○翔陳○浩張○嘉	生活與應用科學科(二) (未完成)	1
18	作品：虎斑蓮花青素變化 學生：陳○軒	生物科 (未完成)	1

4. 變因完整度、探究實驗完成率及競賽成績表現間關係的交叉分析：

表 1-3-4、學生探究作品變因完整度、探究實驗完成率及競賽成績表現間關係的交叉分析

	CHISQ. TEST	結果
變因分析完整度 - 探究實驗完成率	p=0.9999	未達顯著水準
變因分析完整度 - 競賽成績表現	p=0.0274**	達顯著水準(**p<0.05)
探究實驗完成率 - 競賽成績表現	p=0.0173**	達顯著水準(**p<0.05)

(1)依卡方分析結果，無法排除「變因分析完整度」與「探究實驗完成率」的關聯性。

(2)依卡方分析結果，可以排除「變因分析完整度」及「探究實驗完成率」對於「競賽成績表現」的關聯性。

5. 小組問卷及晤談：為了瞭解學生在科學探究過程中，概念學習活動的學習成效，研究者從問卷及晤談中等獲得質性資料，進一步進行分析，輔助研究中質性資料之不足。

(1)根據文獻進行關鍵詞分析(變因分析)

表 1-3-5-1、學生探究作品文獻進行關鍵詞分析的難易度分析

項目	關鍵詞訂立			關鍵詞來源			難易度	難度原因			
內容	學過	小組	老師	觀察	文獻	老師	關鍵詞	教學認知	理論理解	材料適用	文獻閱讀
人數	3	26	12	8	19	17	平均 3.08	4	14	16	13
%	0.07	0.63	0.29	0.18	0.43	0.39	難度 人數 5 2 4 6 3 25 2 7 1 1	0.09	0.30	0.34	0.28

(2)根據實作觀察進行研究架構繪製(因果關係對應)

表 1-3-5-2、學生探究作品研究架構繪製因果關係的難易度分析

項目	架構繪製			架構修改			難易度	難度原因			
內容	我	小組	老師	觀察	文獻	老師	架構	教學認知	理論理解	材料適用	討論時間
人數	5	28	10	17	7	23	平均 3.0	2	16	8	23
%	0.12	0.65	0.23	0.36	0.15	0.49	難度 人數 5 3 4 5 3 26 2 6 1 1	0.04	0.33	0.16	0.47

(3)根據研究架構之解說進行研究設計：

表 1-3-5-3、學生探究作品研究架構之解說難易度分析

項目	解說	幫助實驗設計		困難原因			
內容	難易度	幫助程度		教學	理論	材料	討論時間
人數	平均 3.08	平均 3.68		2	12	21	14
%	難度 人數 5 1 4 7 3 24 2 8 1 1	難度 人數 5 1 4 4 3 17 2 13 1 6		0.04	0.24	0.43	0.29

(4)關鍵詞、研究架構、作品解說及實驗設計間難易度感受關係的交叉分析：

表 1-3-5-4、學生作品關鍵詞、研究架構、作品解說及實驗設計間難易度感受的交叉分析

	CHISQ. TEST	結果
關鍵詞 - 研究架構	0.94650	未達顯著水準
作品解說 - 研究架構	0.26373	未達顯著水準
研究架構 - 實驗設計	0.00198**	達顯著水準(**p<0.05)

A. 卡方分析結果，無法排除「關鍵詞」、「作品解說」對「研究架構」難易度感受關聯性。

B. 依卡方分析結果，可排除「研究架構」對於「實驗設計」在難易度感受的關聯性。

貳、目前完成進度及預定完成進度

月份	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
組織教師社群進行文獻研討	◆		◆		◆		◆		◆			
辦理及參與教師研習		◆		◆		◆		◆		◆		
引導式探究創意科學課程研發	◆	◆	◆	◆	◆							
辦理「寒暑期創意科學營隊」	◆					◆						◎
辦理「假日創意科學營隊」	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆				◎	
辦理「校慶科學園遊會」					◆				◆			
參加「科學展覽競賽」						◆	◆	◆	◆	◆	◎	◎
學生科學寫作與網路平台維護	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
撰寫研究及成果報告				◆	◆				◆	◆	◎	
進度百分比(%)	10	18	26	36	48	58	66	72	82	90	94	100

(◆已完成；◎未完成)

叁、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

一、實施「概念分析」法協助學生進行「引導式探究」，可提升學生對「**關鍵詞**」分析、「**研究架構**」的認知及提升「**作品解說**」內涵的表現，在訓練探究生手的國中新生方面，可促進學生進入探究情境及激發可進行主題探究的新問題。

二、根據統計分析結果，「**變因分析的完整度**」與「**探究實驗完成率**」具有顯著的關聯性，協助學生完成變因分析可提升探究實驗的完成率。

三、根據統計分析結果，「**關鍵詞**」、「**作品解說**」對「**研究架構**」難易度感受具有顯著的關聯性，因此，協助學生完成「**研究架構**」的分析，可提升學生在「**實驗變因的操控**」及「**作品解說邏輯性**」的表現水準。

四、統計分析排除「**研究架構**」對於「**實驗設計**」在難易度感受的關聯性。顯示「**實作活動技能培訓**」的重要性，無法以「**概念認知**」加以取代。

五、統計分析排除「**變因分析完整度**」及「**探究實驗完成率**」對於「**競賽成績之等第**」的關聯性。顯示「**探究實驗完成率**」只占評審規準的 1/5。科展評審規準包含：1. 主題或材料之鄉土性。2. 主題或解決問題之創意。3. **科學方法之適切性(包括科學精神與態度、思考邏輯程序、研究或實驗日誌之詳實性及作品之完整性)**。4. 學術性或實用性價值。5. 表達能力及生動程度(操作技術)。所以，在規劃實驗計畫之初，可以同儕互評方式提升競賽作品之水準。

肆、參考資料

余民寧(1999)有意義的學習：概念構圖之研究。臺北市：商鼎。

郭重吉(1995)漫談建構主義在數理教學上的應用。彰化師範大學科學教育研究所建構與教學期刊。第十六期。

黃世傑(2000)教育大辭書，國立編譯館主編。

吳承翰、楊明儒、李柏霖(2009)合作學習應用於國中學生科技概念之成效分析，國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士班。20190221 節錄自：<http://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/80/80-11.htm>

陳欣琦(2012)中部地區國小學童「奈米科技」核心概念素養調查，國立臺中教育大學科學應用與推廣學系科學教育碩士學位碩士論文。20190221 節錄自：

<http://ntcuir.ntcu.edu.tw/bitstream/987654321/3619/1/100NTCTC147017-001.pdf>

王家美(2013)「科學遊戲融入教學」與「Ausubel 解. 釋法」對奈米科技概念學習成效之，國立臺中教育大學科學應用與推廣學系科學教育碩士學位碩士論文。20190221 節錄自：

<http://ntcuir.ntcu.edu.tw/bitstream/987654321/2159/1/101NTCTC147013-001.pdf>

賴南宏(2005)九年一貫課程自然與生活科技領域之科技核心概念研究，國立高雄師範大學工業科技教育學系。20190221 節錄自：<https://hdl.handle.net/11296/8th79d>

荏家績(2005)高一學生生物演化概念分析與概念改變教學之研究，國立臺灣師範大學科學教育研究所。

20190221 節錄自：<https://hdl.handle.net/11296/7qgp78>

國家教育研究院(2016)十二年國民基本教育課程綱要草案。20190221 節錄自：

https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/90/pta_16506_654628_59074.pdf

洪振方(2003)。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄師大學報，15，

641-662。20190221 節錄自：<https://phy.ntnu.edu.tw/~wdchen/pdf/book6/12.pdf>

附錄：成果照片

			
校內成果發表	校內成果發表	台中市科展得獎作品展	台中市科展得獎作品展
			 108市科展英雄匯
科學營隊活動	科學營隊活動	科學營隊活動	國中組團體獎第二名
 108市科展-生應(二)第一名	 108市科展-生應(二)第二名	 108市科展-生應(一)第二名	 108市科展-物理科第三名
 108市科展-化學科第三名	 108市科展-地球科學科第三名	 108市科展-數學科佳作	 108市科展-物理科佳作
 108市科展-生應(二)佳作	 108市科展-生物科佳作	 108市科展-生物科佳作	 108市科展-生應(二)佳作