

教育部108年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

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。

貳、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，鼓勵學生解釋文獻資料及定義及屬性。
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可探究的研究主題，進而設定問題，提出假設。
4. 設計及仿作：根據事例鼓勵學生提出假設，進行實際設計及仿作，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：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。

表一、「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%B81	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

表二、「科學營隊活動」小組探究主題發想

編號	作者	計畫--三篇科展文獻	計畫--假設(理論應用)10/7
1.	劉晉爾謝卉芸劉柏廷	隔音防熱簾	1.對流2.輻射3.反射角
2.	簡伯晉石煒鈺羅瑞熙	水庫排砂	1.突堤現象2.異重流3.虹吸管 4.離心渦輪轉盤
3.	吳紘宇黃律慈陳羿薰	散熱隔熱鋪面	1.紋路2.水量控制3.散熱區
4.	游甯翔陳中浩張祐嘉	無水栽培	1.吸水膠體2.萎凋導電度3.ARDUINO 水量控制
5.	陳宇軒	虎斑蓮逆境變化	1.水溫2.照度3.瑟光
6.	鄭亞倫夏仁光	快閃水草葉片	1.色光2.照度3.閃頻
7.	彭嘉宥鄭兆佑陳志璿	纜車防震	1.培林(滑輪)2.彎把掛勾3.彈簧
8.	賴致成陳科呈莊子寬	防曬斗笠	1.煙囪效應2.吸熱區3.散熱區
9.	黃心岩林志遠	輪胎壓電	1.彈力位能2.飛輪3.輪徑轉速
10.	羅晨芮顧安祈陳秀安	蟻生態調查	1.收集瓶樣區法2.消長3.環境因素觀測
11.	呂理聖張宏宇吳重庚	鯊板浮標	1.蛇板原理2.機翼(白努利)原理
12.	周立倫蔡昇翰	磁流體海微粒	1.鐵磁流體比例2.長鏈脂質種類3.界面活性劑
13.	陳柄朋劉旻祐	得來塑	1.長鏈脂質種類2.界面活性劑3.酸鹼性
14.	黃翔毅黃豎傑劉祐鈺	不導電液晶	1.液晶與介質比例2.電場強度3.導電度
15.	張胤仁陳信嘉田智宇	水圳發電	1.擺線集流口2.螺線方向3.出水口
16.	張閔崴蔡晨詣賴有僊	魔幻圖對單眼視覺	1.單眼視覺2.平面3D 魔幻圖3.趨性(趨光、群聚)
17.	呂彥樺馬聖翔	橋梁警報器	1.接地電阻2.水位3.土壤深度
18.	陳藁甄陳一嫻	葉脈纖維素導電網	1.葉脈型態2.網架結構3.導電度
19.	蘇宇欣陳侯好洪御翔	抗性澱粉膜	1.酵素改質2.吸附力(防黴防菌劑)

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2-3-1-1. 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
階層	每一個附屬關係比其上階層更具特殊性，有效的階層給予	五分
交叉聯結	創造力的指標，有效的交叉聯結給予	十分
舉例	若已標明出其概念間的關係，則每一個特定被舉出的事件或物件例子	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

以階層關係增加率的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2-3-1-2 繪製概念圖對階段性探究活動的影響

概念圖得分	關鍵詞難度	架構難度	解說難度	實驗設計幫助
30.4	3.1	3	3.1	3.7
皮爾遜積差 相關係數	-0.56 中度負相關	-0.04	-0.27 輕度負相關	-0.04

註：皮爾遜積差相關係數(用於度量兩個變數X和Y之間的相關程度—線性相依)

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。

表 2-3-2 學生提問問題層次分析標準

層次	定義	計分
一	提問問題係在知曉某些特定名詞、現象、基本狀況、或對基本原理、基本方法，著重簡單淺顯之原理、過程步驟。	1 分
二	提問問題係在探知各種問題，及其產生原因與解決方案。	2 分
三	提問問題係對解決方案之優缺點評價或比較，或對個人立場之尋求設定，或牽涉到人或團體之價值判斷與責任。	3 分
四	提問問題係能運用一個或一個以上的變因來架構「可探究性問題」，在問句中有針對變因的探討或兩個變因間的關係及影響。	4 分

期末報告將評量學生科學筆記中的提問種類及解決方案與層次的積分，評量各組的概念分析能力。

3. 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。

表 2-3-3-1 進行文獻導讀對關鍵詞分析(變因分析)之幫助

關鍵詞訂立			關鍵詞來源			難易度	難度原因			
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
3	26	12	8	19	17	3.08	4	14	16	13
0.07	0.63	0.29	0.18	0.43	0.39	T test $p=0.26>0.05$ 未達顯著水準	0.09	0.30	0.34	0.28

表 2-3-3-2 進行實作觀察對研究架構繪製之幫助(因果關係對應)

架構繪製			架構修改			難易度	難度原因			
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
5	28	10	17	7	23	3.0	2	16	8	23
0.12	0.65	0.23	0.36	0.15	0.49	T test $p=0.3>0.05$ 未達顯著水準	0.04	0.33	0.16	0.47

表 2-3-3-3 培訓研究架構之解說對進行研究設計之幫助(研究步驟之確認)

解說	幫助實驗設計	困難原因			
難易度	幫助程度	教學	理論	材料	討論時間
3.08	3.68	2	12	21	14
T test $p=0.26>0.05$ 未達顯著水準	Ttest $p=3.18*10^{-7}$ ** $P<<0.01$ 達顯著水準	0.04	0.24	0.43	0.29

參、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「台中市科學園遊會」												
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	56	62	68	78	88	94	100

(◆已完成；◎未完成)

肆、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、根據科展文獻進行問題所包含的概念進行認知，可以促進學生對關鍵詞分析及變因分析的能力。(根據表 2-3-3-1 關鍵詞分析的難易度未達顯著水準)
- 二、從事研究架構的繪製(因果關係對應的假設)，可以促進學生進行實作觀察時，及對於變因操控的準確性。(根據表 2-3-3-2 研究架構繪製的難易度未達顯著水準)
- 三、研究過程定期從事階段性的研究架構之解說與修改，可以促進研究設計或研究步驟確認之精準度。(表 2-3-3-3 培訓研究架構之解說對進行研究設計之幫助達顯著水準)

伍、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>

荏家續(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>