

教育部九十九學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫編號：

計畫名稱：探究式教學融入科學營活動以提升學生的科學技能、解釋與問題解決的能力

執行單位：國立三重高中

主持人：鍾曉蘭老師 共同主持人：彭立浩老師

電子信箱：chshirley2007@yahoo.com.tw

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？（請擇一勾選） 是 否

2. 執行重點項目（請擇一勾選）：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：寒假化學實驗營隊

4. 辦理活動或研習會對象：本校高二自然組學生

5. 參加活動或研習會人數：82人

6. 參加執行計畫人數：5人

7. 辦理/執行成效：學生參與實驗營一系列的探究活動後，有效提升其科學技能與學習動機，同時促進學生關於反應速率與氧化還原相關概念的深層理解，並增進其設計實驗與解決問題能力。學生經過小組發表活動後，培養其小組合作與發表能力。整個科學營的設計與實施方案，可提供給其他學校或科學教師作為設計實驗或科學營相關活動作為參考。

二、計畫目的

探究活動的歷程並非是單向或線性的過程，每一個過程都有交互作用，並需要小組之間不斷的嘗試錯誤、討論及修正原有的想法與做法。在引導問題與進行探究的過程中，學生、教師與其他社會的參與者是一種合作學習的模式，因此學習是在社會情境脈絡中進行的，不僅需要生生、師生的密切的互動，更需要運用學習科技來幫助學生與教師完成一些傳統教學中較無法達成的活動，像是使用網路收集相關參考資料，而繪圖、模擬工具等可以進行資料分析、或以多媒體的方式呈現探究的成果等。從科學營的探究活動中，本計劃的目的主要分為八部分：

1. **培養並提升學生的科學技能**：從實驗探究的過程中，提升學生科學技能，這些技能包含：觀察、測量、分類、溝通、分析資料、推理、下結論等。

2. **提升學生的科學解釋能力**：讓學生從實驗所觀察到的現象，提出解釋，並找出證據支持個人的解釋，提升學生科學解釋或說明的能力。
3. **提升學生的解決問題能力**：教師提出問題，訓練學生從探究的過程中，學習如何解決問題。
4. **培養並提升學生的小組合作的能力**：學生藉著小組合作的方式進行探究活動，建立與人相處、協商的經驗與技巧。
5. **培養學生設計實驗的能力**：從一系列的探究活動中，讓學生逐步學習如何找尋變因、控制變因、操縱變因，並精煉個人的科學技能後，再以小組合作的方式從發現問題、瞭解問題、提出假說、設計實驗、驗證假說、修正假說等步驟，經歷如科學家研究的歷程，培養學生設計實驗的能力。
6. **從探究活動中增進學生對於科學知識的理解與應用**：學生在探究過程應用知識來解決問題時，有機會能學習如何有系統的建立、檢驗和修正個人的想法，不僅促進學生對於探究的科學知識進行深層的理解，也能將整合的知識用於解決新的問題情境中。
7. **以探究的活動提升學生學習動機**：本計劃的科學營活動採用一系列的探究實驗，內容與活動設計皆不同於一般的食譜式實驗，活動變化較多且多屬於微型實驗，將有助於提升學生學習新知與探究的學習動機。
8. **師生自行研發微型實驗，以節能減碳**：教師與學生自行研發的微型實驗不僅可減量化學藥品的使用，在實驗器材的使用上也朝向環保、回收的方向，符合現行「綠色化學」、「節能減碳」的觀點。

三、研究方法

本計劃藉由科學營的模式，引導學生進行一系列的探究活動。先從一般食譜式的實驗開始，培養學生科學技能；再進階至引導式的探究實驗，培養並提升學生觀察、分析、推論與解釋能力；最後進展至開放式的探究活動，學生藉由小組活動腦力激盪，自行發現問題、確認問題、提出假設、進行預測、找尋與收集資料、計畫與設計研究步驟、設計工具及進行探究分析數據及作結論，目的是培養學生設計實驗與解決問題的能力。

根據以上的想法，實驗營的設計除了融入一系列的探究活動，在研究方法方面，預計採用準實驗法：一組學生(36人，對照組)活動型態如一般的實驗課程(教師講解實驗原理、實驗步驟，學生再進行實驗過程)；另一組(46人，實驗組)活動型態則納入 POEC (Prediction 預測—Observation 觀察—Explanation 解釋—Comparison 比較, Gunstone, 1990；White & Gunstone, 1992；邱美虹等人合著, 2005) 模式的實驗活動。研究假說是探究活動中，讓學生先進行預測並提出解釋，實驗後再將所觀察的現象與之前的預測作一比較，比一般的探究活動更能提升學生解釋與解決問題的能力。

實驗營預計在寒假中進行，學生採自願參加寒假輔導課(82人)，共進行五次探究活動與一次小組發表，小組發表時間預定在下學期開學後進行，探究活動與教學組別設計詳見表 1。

表 1 探究活動與教學組別設計

設計組別	對照組(N=36)	實驗組(N=46)
探究活動主題	一般探究活動	納入 POEC 教學策略
食譜式的探究(驗證性實驗) 酸鹼滴定(標定、滴定、反滴定)	實驗設計：教科書內的實驗 活動目的：培養學生科學技能，包括：確認控制變因與操縱變因、觀察、測量、紀錄、分析等。	
	對照組進行方式為一般的	實驗組進行方式則多了預測

	實驗方式	與比較這兩個步驟，目的是培養學生解釋與表達個人想法的能力
引導式的探究 奈米硫實驗	實驗設計： 教科書實驗的修正版 活動目的：培養學生觀察、分析、推論與解釋能力。	
引導式的探究 探討影響銀鏡/銅鏡形成的因素	實驗設計： 減量的微型實驗 將銀鏡反應修改成花費較便宜的銅鏡反應，並將實驗器材從一般的玻璃試管改成廢棄回收的表玻璃。 活動目的：師生共同找尋實驗中可能潛在的變因，設計簡單的實驗加以驗證。	
開放式的探究 設計實驗(分兩次進行)	小組自行發現問題、確認問題、提出假設、進行預測、找尋與收集資料、計畫與設計研究步驟、設計工具及進行探究分析數據及作結論。(教師僅提供諮詢與引導學生討論) 活動目的：培養學生設計實驗與解決問題的能力	
小組發表 分享探究的成果	小組將探究的成果以多媒體方式與他人分享 活動目的：交換資訊、接受他人的支持及回饋，培養學生小組合作與發表能力	

研究工具

研究工具分為**概念診斷試題**、**科學技能評量表**、**診斷解釋能力試題**、**小組發表評量表**、**情意問卷**五大部分，分別就工具的設計重點/內容與使用的目的說明之(詳見表 2)，測驗的研究對象則是 82 位參與實驗營的學生。

表 2 研究工具的設計要點

研究工具	設計重點/內容	使用的目的
概念診斷試題	選擇題:單選題與多選題 影響反應速率因素相關概念試題 酸鹼概念、氧化還原反應試題	診斷學生對於影響反應速率因素、酸鹼與氧化還原反應相關科學知識的理解與應用
科學技能評量表	實作評量表，採二分點： 完全做到該項技能:2分 部份做到該項技能:1分 未做到該項技能:0分	評量學生是否做到確認控制變因與操縱變因、觀察、測量、紀錄、分析等科學技能
診斷解釋能力試題	題組與簡答題： 針對日常生活現象，請同學提出主張，並進一步解釋原因，支持其主張與解釋。	診斷學生經過探究式活動後解釋能力的改變
解決問題能力	探究活動的開放式的挑戰題	診斷學生解決問題的能力
小組發表評量表	共有七個評量項目，分別是內容正確、內容實用、內容有趣、內容創	評量各小組學生設計實驗、解決問題、小組合作等能力

	新、表達清晰、ppt 製作及小組合作	
情意問卷	紙筆測驗 量化部份(李克氏量表)與質性部分 (開放式問答題)	以李克氏量表的問卷形式瞭解 學生對參加科學營的看法

研究流程

研究流程詳見下圖 1：

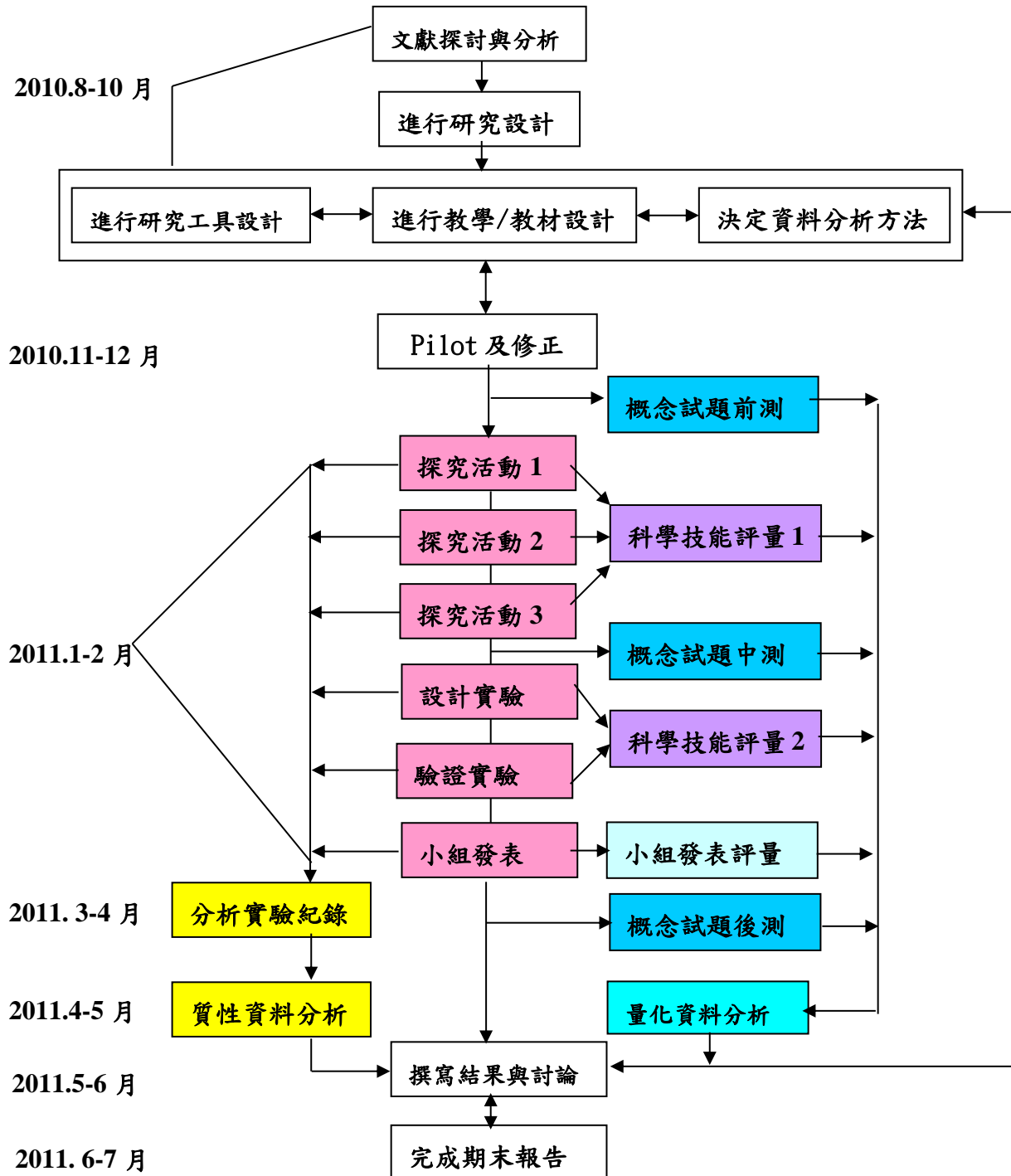


圖 1 研究流程

四、研究成果

1. 實驗活動剪影

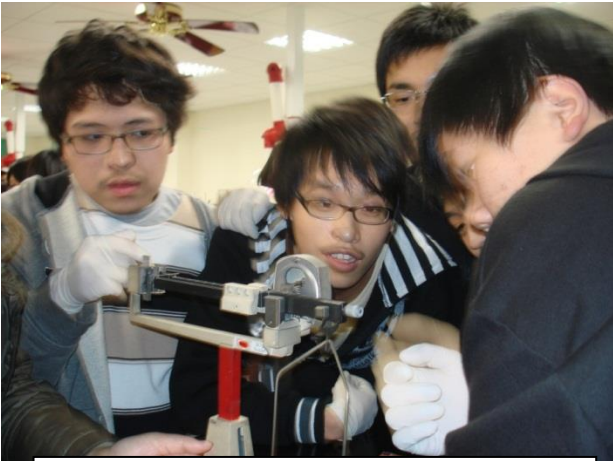


圖 2.1 學生學習使用三標天平



圖 2.2 學生學習使用電子天平稱藥品



圖 2.3 學生以小組方式討論



圖 2.4 學生上台發表小組討論結果



圖 2.5 奈米硫實驗的廷得耳效應



圖 2.6 銀鏡反應

2. 教學成效

以獨立樣本 t 考驗進行兩組學生之概念正確性的顯著性考驗，考驗結果為 $t(81)=.16$, $p=.854>.05$ ，顯示進行科學營前兩組學生在反應速率、酸鹼與氧化還原概念並未存在顯著差異

(見表 3)。解釋面向與整體考驗結果分別為 $t(81)=1.28, p=.206$ 與 $t(81)=.16, p=.873$ ，顯示兩組無顯著差異。

表 3 兩組實驗前概念與解釋顯著考驗

面向	對照組(n=36)		POEC 組(n=46)		獨立樣本 t 考驗	
	平均	標準差	平均	標準差	t 值	p 值
選擇	40.6	5.74	40.3	6.07	-.26	.792
解釋	2.94	1.97	3.52	2.08	1.28	.206
整體	43.6	6.71	43.8	6.11	.16	.873

註：選擇總分:86 解釋總分:18 整體總分:104

兩組經過三個實驗後，選擇、解釋與整體皆有小幅度進步，兩組組間皆達顯著差異(表 6)。

表 4 兩組實驗中概念與解釋顯著考驗

面向	對照組		POEC 組		獨立樣本 t 考驗	
	平均	標準差	平均	標準差	t 值	p 值
選擇	43.8	7.34	47.2	6.27	2.20	.030
解釋	4.92	2.52	6.82	2.08	3.16	.002
整體	48.8	8.11	53.7	6.87	2.97	.004

兩組經過整個實驗營活動後，選擇、解釋與整體皆持續小幅度進步，實驗組進步略大於對照組，兩組組間皆達顯著差異(表 5)。

表 5 兩組實驗後概念與解釋顯著考驗

面向	對照組		POEC 組		獨立樣本 t 考驗	
	平均	標準差	平均	標準差	t 值	p 值
選擇	45.0	8.49	50.4	6.92	3.14	.002
解釋	6.22	2.76	9.46	2.30	5.79	.000
整體	51.3	7.81	59.8	7.81	4.39	.000

以 ANOVA test 進行中測、後測與前測比較，對照組在選擇與整體表現為後=中>前，解釋方面則為後>中>前；POEC 組在選擇、解釋與整體表現皆為後>中>前。雖然皆達顯著進步，但兩組答對率仍在一半左右，顯示從實驗中無法有效學得相關概念。

表 6 兩組組內顯著性考驗

	對照組			POEC 組		
	F 值	p 值	事後考驗	F 值	p 值	事後考驗
選擇	3.50	.034	後=中>前	29.51	.000	後>中>前
解釋	16.47	.000	後>中>前	87.03	.000	後>中>前
整體	7.91	.001	後=中>前	61.84	.000	後>中>前

五、討論及建議 (含遭遇之困難與解決方法)

1. 學生從實驗營中學得基本實驗技能並增進其解決問題的能力
2. 學生認為實驗營對學習概念與科學技能非常有幫助
3. 在開放式實驗方面，學生在科學知識背景、變因的控制與設計念方面仍待加強