教育部100學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計 畫 名 稱：**探討探究活動融入學校本位課程之學習效益**

主　持　人：**鍾曉蘭**　　E-mail：chshirley2007@yahoo.com.tw

共同主持人：**彭立浩**

執 行 單 位：**國立三重高中**

一、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。本計畫將探究活動融入學校本位課程(精進班)中，預計達成八個目標:

1. **增進學生對科學知識的理解**：在科學探究中瞭解現象或實驗所蘊含的科學知識與理論
2. **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。
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**：本計劃的精進班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. **以小組發表活動訓練學生表達能力**：學生在小組發表活動中能培養製作簡報的能力，並提升口語表達能力。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

參與計畫人員主要為協同計畫主持人彭立浩老師、化學實習老師林士堯及行政助理賴麗玉小姐，國立三重高中對於本計畫大力支持，對於教學活動不僅提供足夠的設備，江家珩校長對於本研究亦十分的重視。彭立浩老師在實驗設計與科學營活動方面提供專業而具體的幫助，行政人員(包括行政助理賴麗玉小姐、教學組、設備組與會計、出納組)提供行政支援，讓本計畫能夠順利進行。

三、研究方法

理論背景

學生參與探究教學可以追溯到杜威（John Dewey），杜威認為有一種「探究」的過程，這是有機體與它的環境之間的調節作用，並將探究的模式發表在《我們如何思考》(1910)一書中，學生在探究的歷程中習「做中學」的精神、科學方法與技能。杜威(1916, 引自薛絢譯, 2006)所謂的科學方法的五個步驟－發現問題、瞭解問題、提出假說、演繹假說、驗證假說，然而在現行國中與高中課程的實驗活動中，並未強調此五個步驟，僅僅培養學生部分的科學技能(如測量、觀察、收集資料、分析資料、討論與下結論等)，實際上學生在食譜式的探究活動中連討論與下結論都無法獨立完成，因此探究能力也無法提升。

根據以上的想法，課程的設計除了融入探究活動，在研究方法方面，預計採用個案研究法，聚焦在幫助學生發展三個面向(如圖 1)：科學知識、科學技能與解決問題能力，並探討學生在學習過程中三個面向的發展情形。本計劃藉由探究活動融入學校本位的課程中，引導學生進行一系列的探究活動。先從食譜式的實驗開始，培養學生基礎的科學技能；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。在探究過程中，學生也能理解蘊含在實驗現象中的科學知識與理論。

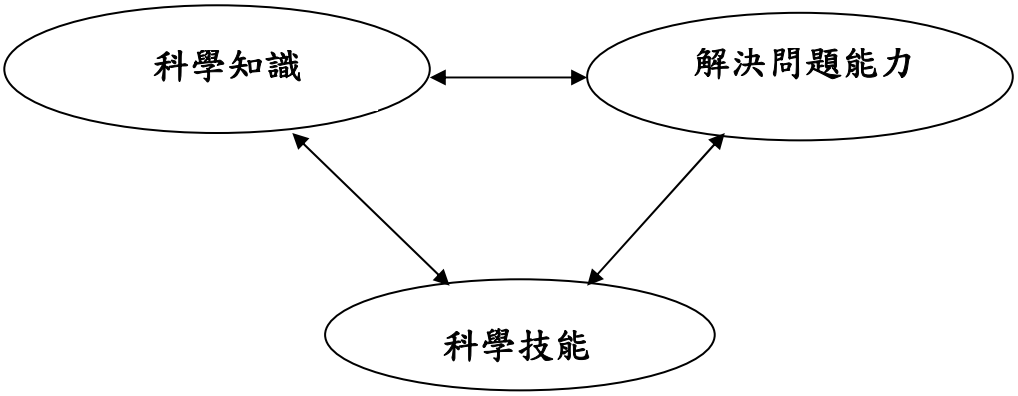

圖 1　本研究預計幫助學生發展的三個面向

課程設計

初步設計課程如表一:

表一　高一數理精進班化學課程設計表

節次	日期	授課內容	活動內容	授課教師
1	**2011.12.15**	**探究式的教與學**	**如何進行科學探究**	**鍾曉蘭**
2	**2011.12.22**	**走！進實驗室去**	**訓練基本實驗技能 暖身活動：泡沫傳情**	**林士堯**
3	**2011.12.29**	**影響反應速率的因素**	**奈米硫實驗**	**林士堯**
4	**2012.02.**	**酸鹼相關概念**	**酸鹼滴定**	**彭立浩**
5	**2012.02.**	**氧化還原與電化學**	**電池與電解**	**鍾曉蘭**
6	**2012.02.**	**氧化還原的應用**	**銀鏡與銅鏡**	**彭立浩**
7	**2012.02.**	**開放式的探究活動**	**自行設計實驗**	**鍾曉蘭**
8	**2012.02.**	**小組發表活動**	**各組發表實驗成果**	**彭立浩 鍾曉蘭**

研究對象

研究對象為本校高一學生(年齡在 15-16 歲)學生 24 位與高二自然組學生 8 位，學生於國中理化課程已學過反應速率與氧化還原反應等初步概念。學生入學成績達學校設定標準且是自願參加精進班課程(學校本位課程)。

研究工具

研究工具分為**概念診斷試題、科學技能評量表、小組發表評量表、情意問卷**四大部分，分別就工具的設計重點/內容與使用的目的說明之(詳見表二)，測驗的研究對象則是 32 位參與精進班的學生。

表二　　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	雙層式的選擇題 影響反應速率因素相關概念試題	診斷學生對於影響反應速率因素與氧化還原反應相關科

	氧化還原反應試題	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
小組發表評量表	共有十個評量項目，分別是理論正確、內容實用、內容有趣、內容創新、內容完整、數據分析、結論正確、表達清晰、ppt 製作及小組合作	評量各小組學生設計實驗、解決問題、表達能力、小組合作等能力
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精進班課程的看法

1. 概念診斷試題

概念診斷試題採用單一選擇題,試題參考自筆者 99 年所進行的科教專案中的概念試題，但部分內容與難度經過修正。主要內容為反應速率與氧化還原相關概念，包括反應速率測量/有效碰撞、影響反應速率的因素(綜合討論)、溫度/催化劑對反應速率的影響、濃度對反應速率的影響、氧化還原反應的定義與性質、氧化劑/還原劑的定義與性質、氧化力比較、氧化還原反應與滴定等，題號與主要概念雙向細目表與專家審查意見如表三,測驗使用的目的是診斷學生對於影響反應速率因素與氧化還原反應相關科學知識的理解與應用。概念診斷試題共進行三次，教學前、教學中、課程完成後(小組發表完成，即教學後)。

試題由一名任教多年的高中化學教師(具科教博士背景),另一名為任教多年的國中理化教師(具科教專業與探究研究的背景)就題目的內容適當性、學科概念上，做進一步的修正，以建立研究工具的內容效度。專家審查的通過率(通過為 1 分、修正為 0.5 分、不通過為 0 分)為：(2x25+1x15+0.5x15)/80=0.906 (90.6%)

預試對象為台北縣某國立高中高三自然組共計兩班總計 86 位,於高二下學期已學過相關概念，預測階段的施測對象與正式研究的對象背景相似，由研究者親自參與，藉此修正題目，做為正式階段之研究工具。**試題信度(α 值)為 0.882**。

表三　試題雙向細目表

題號	主要概念	審查意見(人數)			修改意見
		通過	**修正**	**不通過**	
1	反應速率的測量方式	2			
2	反應速率的測量方式	2			
3	有效碰撞的位向	1	1		只有三個選項，應再增加一個圖位置應讓學生明瞭，

4	分子動能分布曲線	2			
5	分子動能分布曲線	1	1		E 點建議由座標軸下上畫出
6	酸的判斷	2			
7	酸鹼滴定	2			
8	酸鹼相關概念	2			
9	酸鹼相關概念	2			檢錯字(鹼)
10	酸鹼指示劑	2			
11	氧化還原反應的判斷	2			
12	還原力大小的比較	2			
13	氧化力大小的比較	2			
14	鋅鎘電池放電		2		建議修改活性鋅>鎘
15	氫氧燃料電池	2			
16	壓力與反應時間的關係	2			
17	反應速率增快方法判斷	1	1		反應系或是反應系統
18	酸鹼度判斷	1	1		酸水修改微酸性水溶液,題目給反應方程式
19	酸鹼淨離子方程式	2			
20	電解基本概念	1	1		(B)(D)選項過難,建議修改選項
21	氧化還原反應的判斷	2			
22	氧化還原反應的判斷	2			
23	電解濃食鹽水	2			
24	酸鹼稀釋/反應與 pH 值	2			
25	酸鹼滴定	1	1		題目為多選應修正選項
26	濃度對反應速率的影響	1	1		為求一致性，建議四個選項
27	催化劑對反應速率的影響	1	1		甲乙丙丁為反應條件或是反應中特定時間下的狀態值
28	溫度對反應速率的影響	1	1		甲乙丙丁為反應條件或是反應中特定時間下的狀態值
29	催化劑對反應產量的影響	2			甲乙丙丁為反應條件或是反應中特定時間下的狀態值
30	酸的強弱與 H^+的濃度	2			
31	酸的強弱與 NaOH 的滴定	2			
32	酸的強弱與 NaOH 的滴定	1	1		建議將滴定終點改為當量點
33	酸與鎂帶反應	2			
34	氧化還原反應	2			
35		1	1		正確選項建議確定內容是否

					完全正確
36		2			
37		1	1		選項中的硫酸銅應修正為銅離子
38	電解反應	1	1		題目太難應修正
39		1	1		題目太難應修正
40		1	1		題目應將電池改為裝置

2. 科學技能評量表

科學技能評量表包括一般實驗所需的基本技能(選擇器材、配製溶液)，觀察結果、紀錄數據、分析數據、處理數據(將數據轉換成表格、關係圖或關係式)、討論/推論實驗結果、下結論等面向，再依照不同的實驗內容分為不同評量項目(表四)。評量的規准採二分點：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。評分者預計為兩位主要授課老師(評分結果可進行評分者信度計算)，被評量的對象以小組為單位(預計分為 8 小組，每一小組 4 人)。

表四　科學技能評量的項目與計分方式

科學技能	評量項目	完全做到(2 分)	部分做到(1 分)	未做到(0 分)	備註
選擇器材					
配製溶液					
分辨變因					
觀察結果					
紀錄數據					
分析數據					
處理數據					
討論/推論					
結論					

4. 小組發表評量表

小組發表活動的評量表共有十個評量項目(表六)，分別是理論正確、內容實用、內容有趣、內容創新、內容完整、數據分析、結論正確、表達清晰、ppt 製作及小組合作 ，十個項目評分為 0-10 分，滿分共計 100 分，評分者預計為 2-3 位化學教師。

表六　小組發表的評量項目表（單位：分）

評分項目	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組
理論正確						
內容實用						
內容有趣						
內容創新						

內容完整						
數據分析						
結論正確						
表達清晰						
ppt 製作						
小組合作						
總分						

5. 學習問卷

學習問卷預計改編自相關研究之情意問卷，藉由問卷來瞭解學生經過不同探究活動的歷程中對學生學習面向的影響，問卷內容主要為活動對於「提升實驗技能」、「提升解決問題的能力」、「增進相關概念理解」、「提升學習興趣」、「提升表達能力」、「增進小組合作能力」等面向的想法，藉以了解學生對於各種探究活動的評價。

質性的部份為簡答題，主要針對「本次精進班中最有趣的單元為何？」、「本次精進班中印象最深刻的單元為何？」、「本次教學中對於學習化學相關概念最有幫助的活動為何呢？」、「本次教學中最需要再增加那一個活動的時間，能夠更有效學習化學相關概念？」、「本次教學需要改進的單元為何呢？」深入了解學生的想法，做為改進精進班活動的依據。

研究流程

研究流程詳見下圖 2：

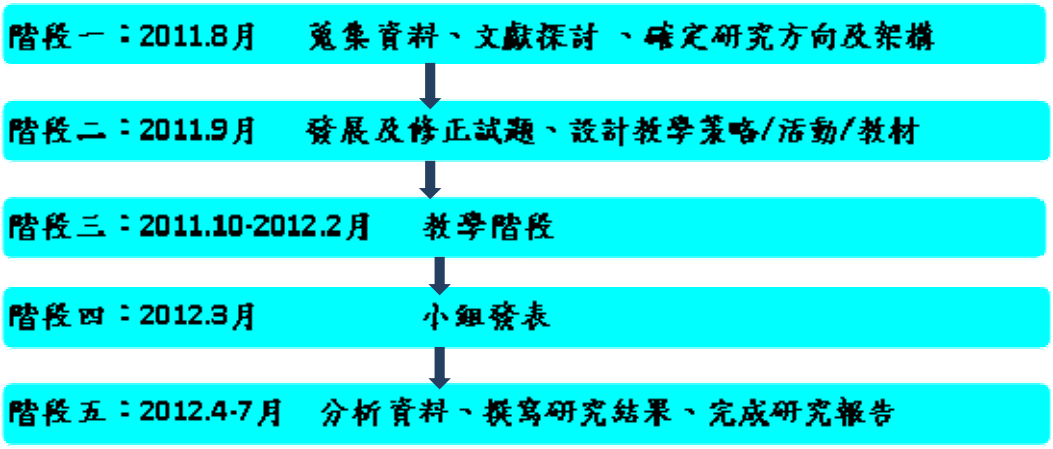

圖 2 研究流程圖

資料處理與分析

1.分析概念診斷試題與評量

(1)將學生的概念試題、科學技能評量、小組發表成績利用 EXCELL 進行分析，繪製各種關係圖與比較圖。

(2)將概念試題成績使用 SPSS 進行顯著性分析，教學中與教學後與前測比較是否達到顯

著進步。

(3)分析學生一系列的概念、科學技能認知發展的情形，藉以瞭解探究課程對學生學習的影響。

2.分析情意問卷

將學生的情意問卷利用 EXCELL 進行分析，繪製各種關係圖與比較圖，再以 SPSS 進行因素分析。

3.分析實驗活動紀錄

將各組學生的實驗紀錄與學生的概念與科學技能、情意問卷的結果合併分析，以呈現學生學習歷程與學習成果之間的關係。

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

目前已完成階段三的研究流程，完成的工作內容：研究工具設計、信效度、實驗活動/教材等設計，前測，精進班課程已進行至探究活動 3，已完成進度約 60%。課堂活動情形見表七。

表七　精進班課堂活動照片

 圖 2.1 老師講解探究式學習的類型	 圖 2.2 學生清洗器材
 圖 2.3 學生使用安全吸球與吸量管	 圖 2.4 學生進行泡沫傳情實驗

圖 2.5 學生進行奈米硫實驗	圖 2.6 比較奈米硫沉澱情形

五、預期成果

預計完成之工作項目、具體成果及效益分為七部分：

1. 學生參與精進班一系列的探究活動後，應能有效提升其科學技能與學習動機。
2. 學生參與精進班一系列的探究活動後，應能促進學生關於反應速率、酸鹼與氧化還原相關概念的深層理解與概念改變。
3. 學生參與開放式探究活動後，應能增進其設計實驗與解決問題能力。
4. 學生經過小組發表活動後，應能培養其小組合作與發表能力。
5. 培訓參與科展與學科能力競賽的儲備學生
6. 教師與學生設計的小實驗或改良實驗可納入日後的教學活動中，亦可提供其他老師或學校參考。
7. 整個精進班的設計與實施方案，可提供給其他學校或科學教師作為設計實驗或學校本位課程相關活動作為參考。

六、檢討

目前計畫已完成 60%的進度，與預計的研究進度相符合，學生不僅認真參與探究活動，也進一步培養並提升了小組合作的能力。