

114學年度科學教育專案年度期中報告綱要

計畫編號：52

計畫名稱：以探究教學模式進行高年級學生科學實驗之成效

主持人：宋子江

執行單位：高雄市大社區大社國民小

壹、 計畫目的及內容：

一、 計畫目的

十二年國教所倡導的探究與實作課程精神代表了教育界一個重要的轉變，強調學習應該以學生的好奇心和生活經驗為基礎，讓他們通過探究、思考、表達，以及與他人和自己對話的方式來獲得知識。(教育部，2018)這種學習方式鼓勵學生主動參與，發掘問題並解決問題，並將學到的知識應用於實際情境中。這種教育方式的核心理念可以透過科學相關活動與競賽訓練的教學和結果詮釋來加以實踐。

科學競賽是教育中的一個學習成效的展示，科學競賽訓練歷程為學生提供了探索科學現象、應用知識和技能的機會。在本計畫中，透過 PJBL 專題式學習的課程設計以及觀察、調查、解釋、操作的教學策略，探索如何在小學中進行有效的科展教學，核心目標是通過實驗設計和探究活動，讓學生在科展過程中獲取知識、技能，並培養解決問題的能力。

在本計畫中，我們採用了 PBL 專題式學習的課程設計。PBL 是一種以問題為中心的學習策略，強調學生的主動參與和獨立思考能力。在 PBL 專題式學習的課程設計下，學生需要從生活情境中發掘問題，並以此為基礎設計科學實驗，從而獲取知識和技能。教學策略是基於觀察與體驗操作中發現問題，讓學生在真實情境中學習，透過解決實際問題，達到深度學習的目的。

研究的設計是以在生活的素材，探討生活中的科學概念，如何將這些材料進行實驗並獲得科學知識與理解。我們的目標是透過實際操作，讓學生了解生活科學的概念，以及科學在環境中的應用。學生在實驗過程中學習如何觀察、記錄和分析數據，透過這一系列的活動和實驗設計，我們希望達到教育目標。首先，學生在過程中可以獲取科學知識，特別是關於自然科學和環境的知識。其次，他們將學會如何設計實驗、收集和分析數據，這些都是科學探究的重要素養。此外，學生在學習

過程中調適如何在團隊中合作，以及如何有效地溝通和分享表達他們的發現。

根據以上所提，本研究的目的如下：探討如何透過 PJBL 專題式學習和引導教學策略，提升小學學生的學習表現和興趣；再藉由生活科學，讓學生在真實情境中設計科學實驗，探究其主要設計的原理與功能。並培養學生科學探究能力以及增強學生的合作與溝通能力。

本計畫的目標：

1. 促進學習動機與參與感：

透過主動參與的教學方式，激發學生對自然科學的興趣，增進學習成效與課堂參與度。

2. 提升科學探究能力：

引導學生進行觀察、假設、操作、記錄與推論等實驗步驟，強化其探究與實作的能力。

3. 培養核心素養：

透過探究教學模式，培養學生在「系統思考與解決問題」、「科技資訊與媒體素養」及「自主行動與責任感」等核心素養，並建立學生自然科學與環境概念的理解。

4. 強化合作與表達能力：

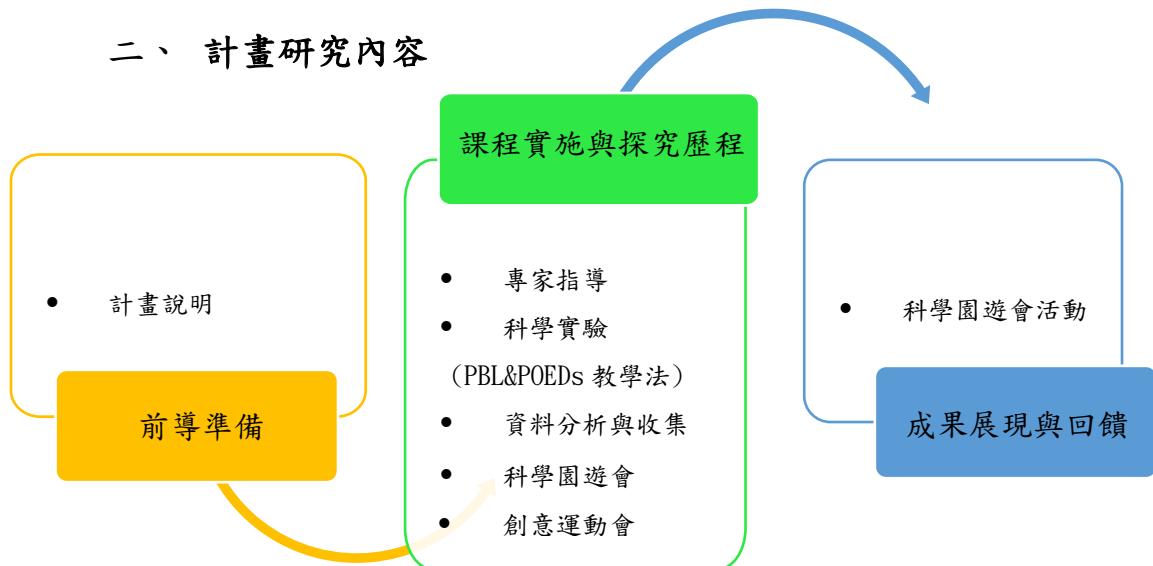
鼓勵學生在實驗過程中進行分組合作、資料整理與口頭報告，發展其溝通與團隊合作能力。

5. 建立教學評估機制：

結合量化與質性資料，以及學習評量，檢視探究教學對學生學習成效之影響，提供社群教師教學回饋與改善依據。

6. 積極參與科學相關競賽

二、 計畫研究內容



貳、 研究方法及步驟：

本研究採用行動研究，設立「科學探究教師社群」，以進行課程內容共備之研討，並邀請專家指導探究教學概念與模式，研究設計以 PJBL 專題式為主的學習融入生活科學實驗課程之中，本研究法，配合教學現場的實際課程實施進行觀察與資料蒐集，以瞭解探究教學模式（整合 PBL 與 PODEs）對高年級學生在自然科學學習上的影響。

(一)研究方法

1. 教學法導入-- PBL 專題式學習 (Problem-Based Learning)

透過以學生為主體的專題式學習模式，引導學生面對一個實際生活中或科學領域的「問題情境」，進行以下歷程：

- **問題導向設計**：發覺生活中的科學現象，提出或設計問題並討論解決問題。
- **學生主導探索**：學生分組討論與規劃實驗方式，主動查找資料與發展解決方案。
- **專題實作練習**：執行實驗並紀錄過程，進行數據分析與反思，並能與老師討論。

- **互動發收回饋**：小組分享成果，接受教師與同儕回饋，進行修正與總結。

PBL 能有效提升學生的問題解決能力、團隊合作力與表達能力，並培養其長時間投入學習任務的耐心與責任感。

2. PODEs 教學策略 (Predict – Observe – Discuss – Explain – Doing)

在每次課堂中引入 PODEs 四步驟，強化學生對自然現象的科學理解：

- **Predict (預測)**：學生在操作實驗前根據經驗或直覺進行預測
- **Observe (觀察)**：實際操作實驗，紀錄結果與現象
- **Discuss (討論)**：與同組成員或全班分享觀察結果，探討與預測的異同
- **Explain (解釋)**：在教師引導下建構正確的科學概念與因果關係

PODEs 策略可引導學生從「迷失概念」的釐清學習，激發思考與懷疑，有助於概念轉變與深層理解。

3. 研究對象與場域

對象：國小高年級學生

場域：校內

(1) 課堂觀察紀錄（教師觀察學生自然科學教室、戶外場域（依實驗需求彈性調整）

4. 資料蒐集方式與分析

- (1) 學習行為與互動)
- (2) 學生學習歷程檔案（學習單、報告、成果展示）
- (3) 前後測問卷（測量科學概念理解與學習態度）

(4) 訪談紀錄（學生與教師的回饋意見）

(5) 資料分析方法：

- **量化分析**：採用 SPSS 等統計軟體對學生成績前後測數據進行分析。
- **質性分析**：歸納學生回饋、教師觀察與成果報告中的表現，進行內容分析與行為分類。

(二) 研究步驟

研究歷經三大階段（前導準備、課程實施、成效回饋），整

體流程設計如下：

階段一：前導準備

步 驟	內容說明	對象
教師研習與課程規劃	社群教師參與探究教學、PBL、PODEs 工作坊，設計課程主題與實驗內容研討。	社群教師、一般教師
科學概念導入	結合課綱內容，透過故事情境、影片或生活案例引導學生初步理解核心科學概念。	高年級學生與社群教師
問題發掘與專題分組	學生根據生活經驗與初步科學知識，提出感興趣的探究問題（如水資源、光影現象等），並進行小組分工與研究設計。	高年級學生與社群教師

階段二：課程實施與探究歷程

步 驟	內容說明	對象
專家引導與諮詢	邀請科學教師、實驗助理、甚至在地科學社群志工擔任專家指導學生設計實驗、修正方案。	高年級學生與社群教師
探究實作	學生進行多次實驗與 PODEs 歷程（預測、觀察、討論、解釋），每週記錄觀察與結果。	高年級學生與社群教師
專題彙整	每組統整研究資料、設計簡報或科學展示板，準備參與活動，並進行資料分析與收集。	高年級學生與社群教師

階段三：成果展現與回饋

步 驟	內容說明	對象
生活科學園遊會	學生參與高雄市科學園遊會，以攤位方式展示科學實驗成果、進行科學小遊戲說明及操作，與民眾、其他學校交流互動。	高年級學生與社群教師
創意運動會 (科學挑戰活動)	將物理、工程、數學及自然概念融入競賽式活動（如滑動車比賽、水火箭競賽、磁力迷宮等），展現知識應用力與創意。	高年級學生與社群教師
成果發表評量	學生以攤位方式展示科學實驗成果、進行互動式科學小遊戲，與家長及其他年級互動。每組統整研究資料、設計簡報或科學展示板，準備參與活動。	高年級學生與社群教師

參、 目前研究結果：

一、工作項目、具體成果及效益：

編號	工作項目	成果及效益	備註
1	成立教師社群	主要以五年級班群導師及自然科學領域教師，共計12人，共同討論及設計符合課綱精神的探究教學活動、實驗。	已成立
2.	成立科學探究社	高年級學生具備基本的科學實驗興趣，對科學具有探究的精神與實驗技能。	27人
3.	科學園遊會	透過本計畫訓練、實驗設計、測試實作的歷程，朝向科學競賽-作為學習成果的公開展示平台，強化表達與分享能力	500 人次
4.	創意運動會	融合體育與科學，強調知識實踐與團隊合作精神	小組
5	動手玩科學	透過全校闖關遊戲推廣科學探究學習成果的展示，展現表達與分享能力	700 人次
6	問卷調查	以教師社群及學生社團，參與活動學年人員(如附錄、二)	150人

肆、 目前完成進度：

- 一、 已成立教師社群：主要以五年級班群導師及自然科學領域教師，共計12人，共同討論及設計符合課綱精神的探究教學活動、實驗。



圖1：教師社群

- 二、 已成立科學探究社：對象為高年級學生具備對科學探索及實驗的興趣，學習態度良好，有觀察力、表達力對科學具有探究的精神與實驗技能，共計27人。



圖2：科學探究社

三、完成前測問卷調查：共計150份。

- 教師初步資料分析如下：

結果：教師進行研究前對學生探究表現的看法

本研究問卷採4分等第法進行對教師進行專題為主教學，學生所應具備的探究能力以問卷進行施測，其計分方式為「每次都能做到」為4分、「常常做到」為3分、「偶而做到」為2分以及「無法做到」為1分。

(一)、界定問題向度：

由表1中顯示，在本向度教師認為整體而言，學生在「提出問題、深化問題理解、設計探究方式與形成假設」四項探究能力上表現偏低時，常呈現缺乏主動性、概念理解不足與無法連結前後思考歷程等情形。首先，學生面對自然現象時較少產生疑惑，也無法意識到值得探究的差異或現象；即使在教師引導下，也難以提出具體問題。其次，學生在觀察與討論過程中缺乏焦點，無法清楚描述特徵，也難以使用分類方式深化對問題的理解，使探究方向仍停留在表面。進一步地，學生無法將觀察所得轉化為可探討性的實驗或調查，常提出模糊、不可行或無變因概念的探究方式，過度依賴教師指引。最後，學生在形成假設時缺乏推論基礎，常無法提出合理假設或連結到問題性質，顯示其尚未具備科學推理的初步能力。為提升學生探究能力，教師需提供更明確的示範、營造安全提問環境、透過具體操作支持觀察與分類能力，並逐步引入變因、假設與可探討性概念，使學生能在循序引導下逐漸形成完整的探究思維。這些策略亦可作為後續課室研究與能力發展的介入依據。

表一

題號	問　題	平均值	標準差
1	學生能對自然現象產生疑惑，發現問題。	2.5	0.53
2	對於一開始提出的問題，學生能經由觀察、討論與分類來進一步瞭解問題	2.30	0.48
3	學生能透過觀察、討論與分類來提出可探討性的實驗或調查。	1.80	0.79
4	對於探究實驗或調查，學生能形成假設，確定問題性質。	1.60	0.84
總計		8.20	2.30

(二)、設計規劃向度：

由表2 顯示，在「資料收集、形成假設、規劃實驗流程與操作實作」四項探究能力中，學生若呈現低度表現，常反映其探究歷程尚未成熟，亦缺乏將資訊轉化為可行探究行動的能力。首先，在資料收集面向，學生往往無法明確判斷應蒐集哪些資訊，也缺乏有效搜尋策略，使其所取得的資料零散、不具相關性，且過度依賴教師提供資料而非自主查找。此外，學生也難以評估資料來源的可信度，使得後續探究基礎薄弱。接著，學生雖閱讀相關資料，卻無法從中萃取關鍵概念，並連結到實驗問題，導致無法形成有邏輯、具因果推論的假設。其假設常呈現模糊、無依據或僅是直覺猜測，顯示其尚未理解資料與推論之間的關係。

在規劃實驗流程方面，學生容易忽略必要步驟或安排順序不當，缺乏對應變因、控制變因等基本概念的掌握，使規畫出的流程無法回答研究問題。學生也常仰賴教師直接給予流程示例，而非自主思考如何設計操作程序。最後，在運用器材進行實作時，學生因不熟悉器材用途與使用方法，容易操作錯誤、測量不準，甚至缺乏基本安全觀念，需教師頻繁提醒。由於操作技能不足，學生常無法得到可靠數據，進而影響整體探究品質。

為提升上述能力，教師未來可透過示範搜尋策略、提供資料評估工具，培養學生的資料素養；並透過閱讀引導句型、關鍵語彙標示與推論示例，協助學生從資料中形成合理假設。教師亦可運用實驗流程模板與好壞案例比較，引導學生理解變因概念並建立邏輯流程。此外，透過安排器材熟悉活動、提供操作清單與分段式任務，可逐步提高學生器材操作能力。這些支持策略能有效強化學生在探究歷程中的自主性、邏輯性與實作能力，作為後續研究與課程設計的重要依據。

表2

題號	問 題	平均值	標準差
5	學生能針對實驗問題進行相關資料的收集。	2.40	0.52
6	學生能根據資料閱讀，形成實驗假設。	1.70	0.82
7	針對實驗，學生能規劃該項實驗的流程。	1.60	0.84
8	針對實驗，學生能運用相關實驗器材，進行實作。	2.30	0.48
總計		8.00	2.36

(三)、. 實作驗證向度:

由表3結果，在探究能力中，學生若在變因辨識、觀察操作與結果紀錄等面向呈現低度表現，往往反映出其對科學探究結構性與系統性理解尚未成熟。首先，在辨識控制變因方面，學生常無法清楚區分實驗中的自變因、應變變因與控制變因，甚至會把不相關的因素誤認為重要變因，導致實驗設計方向錯誤或無法回答核心問題。學生普遍缺乏判斷「哪些條件必須保持不變」的能力，顯示其變因概念尚未建立，也難以說明各變因之間的關係。

在觀察與操作層面，學生常呈現觀察無焦點、描述模糊或僅做主觀判斷的現象，未能運用五官或工具進行精確、量化的觀察。此外，學生對實驗器材（如量筒、溫度計、放大鏡）的使用不熟悉，不僅影響數據準確性，也增加操作風險。缺乏標準化操作流程使學生在進行探究時效率不佳，且實驗結果不穩定，難以進行後續分析。

在紀錄與呈現結果部分，學生往往只書寫片段文字，無法運用表格、圖表或電腦工具系統化整理資料。紀錄中常出現單位遺漏、數據跳號、格式混亂等問題，反映其在基本量化紀錄與資料視覺化能力上的不足。此外，學生缺乏選擇適合圖表類型的能力，使得科學數據呈現的清晰度與準確性受到影響。

為提升學生能力，教師需透過多種支架策略支持學習，包括運用生活案例與變因卡片引導學生辨識變因，提供觀察指標與器材練習培養學生的觀察與操作技能，並透過範例協助學生建立標準化統整能力。同時，適度融入數據處理教學，可逐步強化學生的科學紀錄素養，使其更能在探究歷程中展現精確性，作為後續研究與課程設計的重要依據。

表3

題號	問 題	平均值	標準差
9	在實驗中，學生能找出控制實驗的變因。	2.00	0.94
10	在實驗中，學生能運用五官及工具，進行探究的觀察與操作。	2.90	0.57
11	對於實驗結果，學生能運用文字、圖表、電腦製圖等方式紀錄下來。	1.80	0.79
總計		6.70	1.95

(四)、解釋分析向度：

由表4可知，在探究過程學生在紀錄與彙整規則、解釋實驗現象以及實驗前的預測能力上呈現低度表現，反映其科學思考尚未能從經驗層次提升至概念層次。首先，在紀錄與彙整規則的能力上，學生往往只能記錄片段資訊，內容零散、不具結構，甚至遺漏重要步驟或數據。由於缺乏使用表格、流程圖或圖示方式整理資料的習慣，他們難以從紀錄中辨識關聯性，無法歸納出有效規則或趨勢，使得彙整出的結論常與數據不符或過於籠統。

其次，在解釋實驗過程與結果方面，學生常因缺乏概念基礎與推論能力，而只能重述現象，無法提出原因。他們的解釋常缺乏邏輯性，無法建構變因與結果之間的關係，甚至出現片段式、與證據無關的推測，顯示概念理解與探究推理能力仍不足。此外，在進行實驗前提出預測時，學生往往因缺乏信心或概念連結能力，而不願做推測，或僅提出模糊、非基於資料或經驗的直覺猜測。他們無法清楚說明預測的可能原因，反映其尚未能將學習內容整合成可用於推論的知識架構。

為協助學生提升這三項探究能力，教師需透過明確、結構化的教學支架進行長期支持。教師可提供紀錄模板、示範多元紀錄方式，引導學生比較不同呈現方法的邏輯性，以提升紀錄與歸納能力。同時，透過因果語句練習、概念圖與示例比較，可強化學生的解釋與推論能力。針對預測能力，教師可引導學生使用預測句型、提供前概念整理活動，並透過小組討論提升學生的信心與推測合理性。透過這些策略的持續介入，學生能逐步建構資料紀錄、科學解釋以及合理預測的完整探究能力脈絡，成為後續研究與課程發展的重要依據。

表4

題號	問 題	平均值	標準差
12	對於實驗過程或結果，學生會紀錄，並利用各種方式彙整出規則。	1.90	0.88
13	對於實驗過程或結果，學生能解釋所發生的現象。	3.20	0.72
14	學生在實驗之前，經學習能預測會發生的現象。	2.20	0.79
總計		7.3	2.12

(五)、溝通辯證向度：

由表5顯示，在探究活動中學生需能有效表達發現、進行自我反思、給予同儕建設性意見並適切回應他人批評。然而，若學生在此階段呈現低度表現，通常顯示其在溝通、反思與社會性互動的科學能力仍未成熟。首先，學生在描述自己的發現時，常僅以片段文字或模糊語句作答，無法清楚呈現探究結果，也難以運用圖表或科學語彙進行表達。其口語敘述跳躍、書寫無組織、圖示無重點，顯示其尚未具備多元表徵與結構化表達的能力。

在自我分析方面，學生往往難以指出具體優點與缺點，反思內容過於籠統，缺乏與行為或學習歷程的連結。他們對自我覺察能力薄弱，常視反思活動為形式性的回應，而非能促進學習的策略。接著，在批判同儕表現時，學生常因害怕衝突或缺乏經驗而不敢提出具體意見，或僅給予籠統評價，如「很好」、「不錯」。缺乏依據的評論使學生無法展現批判性思考，也不具備以尊重語氣提出建設性回饋的能力。

面對他人提出的批評時，學生也常缺乏適切的回應策略，可能沉默、不知如何回應，或表現出防衛情緒。他們無法將批評轉化成具體改進方向，也無法以事實或理由支持自己的觀點，反映其在社會性探究互動中的成熟度不足。

為提升學生上述能力，教師可運用表達句型、示例分析與多元表徵示範強化學生的探究表述能力；透過反思指引、反思表格與教師示範協助學生建立自我覺察；利用同儕互評、建設性批評語句教學與觀點依據練習強化學生的批判能力；並透過角色扮演、情境回應練習與安全討論環境建構，協助學生學習適切回應他人意見。透過這些系統化策略，學生可逐步發展完整的科學溝通與反思能力，作為後續研究與課程設計的重要基礎。

表5

題號	問 題	平均值	標準差
15	學生能將自己的發現向他人做詳細的描述（包括說話、寫字與畫圖均可）	2.10	0.88
16	學生能分析自己的優缺點。	2.20	0.42
17	學生能批判他人的優缺點。	2.30	0.48
18	學生能對其他人的批判做出合適的回應。	2.20	0.42
總計		8.80	2.04

未來研究方向：

從本研究對各向度探究能力的分析結果顯示，學生在探究歷程的不同階段普遍呈現低度表現，反映其在科學探究思維、資料處理、邏輯推論、操作技能與社會互動能力上的多重不足。這些現象不僅揭示學生學習困境，也提供未來教學介入與研究方向的重要基礎。

首先，在探究的早期階段，如「提出問題、深化問題理解、設計探究方式與形成假設」等能力，學生多半缺乏主動性，無法對自然現象產生疑惑，亦難以察覺值得探究的特徵或差異。即使在教師引導下，也不易提出具體問題。此顯示學生的問題意識尚未建立，也不熟悉科學探究的起點。學生在觀察與討論時缺乏焦點，無法使用分類或特徵比較來深化問題理解，使得探究容易流於表層。此外，學生難以將觀察結果轉化為可驗證的實驗方式，提出的探究多數模糊或不可行，且變因概念不足。學生亦常缺乏推論能力，無法建構合乎邏輯的假設。上述問題凸顯提升學生探究起始能力的重要性，

未來研究可聚焦於如何透過示範提問策略、創造安全提問環境、階段性引入假設與變因概念來建構學生的初階探究框架。

其次，在資料蒐集、形成假設、規劃流程與操作實作等能力向度，學生的低度表現反映其探究歷程未臻成熟。學生常無法辨識應蒐集哪些資料，也缺乏搜尋與判讀技巧，導致所得資料零散、不具相關性，甚至無法支持後續推論。閱讀資料後，學生難以萃取關鍵概念，無法與實驗問題連結，形成的假設多半缺乏依據。規劃實驗流程時，學生常無法掌握步驟間的邏輯順序，也不熟悉變因設定，使實驗流程無法真正回答研究問題。在操作器材方面，學生缺乏熟練度，易出現錯誤操作或安全疑慮，影響數據品質及探究效度。未來研究可朝向建立資料素養教學模式、推論教學策略、標準化程序示例與操作技能分段練習等方向深入討論。

再者，在變因辨識、觀察操作與結果紀錄等能力方面，學生的困難顯示其對科學探究的結構與系統性理解尚未建構完成。學生常無法區分自變因、應變變因與控制變因，甚至誤判變因重要性，使實驗設計偏離核心問題。觀察操作時，學生多以主觀敘述取代精確描述，未能運用工具進行量化觀察。在紀錄呈現方面，學生缺乏表格、圖表或電腦製圖的能力，使資料整理不完整、不具結構。未來研究可探討如何輔以變因卡片、觀察指標表、操作流程圖與資料視覺化教學，系統性提升學生的核心探究技能。

最後，在探究後期能力，如規則彙整、現象解釋、預測能力、科學溝通與同儕互動方面，學生的低度表現顯示其科學思考仍停留於經驗層次，未能提升至概念層次。學生紀錄與彙整規則的能力薄弱，常僅記錄片段資訊，無法發現資料間關聯。對實驗現象的解釋多半缺乏邏輯性，無法建立變因與結果的因果連結。學生在預測現

象時亦缺乏信心或依據，無法提出合理推論。此外，學生在表達發現、自我反思、批判同儕意見與回應他人批評等社會性探究能力上皆呈現不足，顯示需要更多結構化教學支架。

綜合而言，未來研究可從以下方向深化：

(1) 建構跨階段探究能力模型，釐清各能力之先備關係；

發展探究支架策略，如問題引導、推論架構、流程模板、資料視覺化工具；

(2) 探討科技工具融入探究教學的可行性；

強化學生科學溝通與社會互動能力，使探究歷程更完整。

透過上述方向，未來研究可更有效支持學生由表層操作走向深層推論，並建立完整的科學探究素養，促進探究導向課程之深化與教學實踐之優化。

表6. 教師社群前測：

<p>附錄一、科學探究社群教師問卷</p> <p>各位老師好，請您就各題敘述句的同意程度，選擇一於右邊的□內 打「√」。</p> <p>基本資料：姓氏 <input checked="" type="checkbox"/> 姓名 <input type="checkbox"/> 性別 <input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女 <input type="checkbox"/> 年齡 <input type="checkbox"/> 20~29 <input type="checkbox"/> 30~39 <input type="checkbox"/> 40~49 <input type="checkbox"/> 50~59 <input type="checkbox"/> 60~69 <input type="checkbox"/> 70~79 <input type="checkbox"/> 80~89 <input type="checkbox"/> 90~99</p> <p>老師姓名：黃佳慧 日期 (1) 男 (2) 女</p> <p>問題類別：教學評量</p> <p>問 题</p> <p>1 學生能從調查結果來做推論，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 對於一項研究的問題，學生能夠回答，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3 學生能提出問題，討論與發表自己的想法或意見，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4 對於演說與討論，學生能形成批判，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5 學生能發揮批判精神進行批判性思考，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6 學生能發表演說，形成質疑與批評，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7 給對象評鑑，學生能提出建議與修改，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>8 計划與執行，學生能達到預期的實驗或調查，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>9 分析與統計，學生能提出資料的整理與說明，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>10 在實驗中，學生能運用科學方法進行觀察與記錄，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>11 對於參與討論，學生運用文字、圖表、地圖與數字等資料來說明，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>12 對於參與遊戲或展演，學生能欣然，並對各種方案產生反應，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>13 對於參與遊戲或展演，學生能欣然發生的反應，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>14 學生在實驗之前，能學以致用地將所學應用，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>15 學生能在自己的發現向他人詳細的描述（包括寫作、發言與口頭），你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>16 學生能公開自己已達成就，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>17 學生能批判他人錯誤的，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>18 學生能批判他人與他人的溝通與回應，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>參考來源：以擴及式教學法設計提升學生科學探究能力（洪文東, 2005）</p>	<p>附錄一、科學探究社群教師問卷</p> <p>各位老師好，請您就各題敘述句的同意程度，選擇一於右邊的□內 打「√」。</p> <p>基本資料：姓氏 <input checked="" type="checkbox"/> 姓名 <input type="checkbox"/> 性別 <input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女 <input type="checkbox"/> 年齡 <input type="checkbox"/> 20~29 <input type="checkbox"/> 30~39 <input type="checkbox"/> 40~49 <input type="checkbox"/> 50~59 <input type="checkbox"/> 60~69 <input type="checkbox"/> 70~79 <input type="checkbox"/> 80~89 <input type="checkbox"/> 90~99</p> <p>老師姓名：黃佳慧 日期 (1) 男 (2) 女</p> <p>問題類別：教學評量</p> <p>問 题</p> <p>1 學生能提出問題來推論，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 對於一項研究的問題，學生能提出觀察，討論與分析之，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3 學生能提出問題，討論與分析來達到可操作性的實驗或調查，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4 對於指揮與發號施令，學生能欣然服從，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5 學生能批判與質疑進行批判性思考，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6 學生能批判與質疑進行批判性思考，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7 給對象評鑑，學生能達到預期的建議與修改，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>8 計劃與執行，學生能達到預期的實驗或調查，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>9 分析與統計，學生能提出資料的整理與說明，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>10 在實驗中，學生能運用五感工具進行觀察與記錄，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>11 對於參與討論，學生能運用文字、圖表、地圖與數字等資料來說明，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>12 對於參與遊戲或展演，學生能欣然，並利用各種方式來參與，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>13 對於參與遊戲或展演，學生能欣然發生的反應，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>14 學生在實驗之前，能學以致用地將所學應用，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>15 學生能在自己的發現向他人詳細的描述（包括寫作、發言與口頭），你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>16 學生能公開自己已達成就，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>17 學生能批判他人的錯誤，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>18 學生能批判他人與他人的溝通與回應，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>參考來源：以擴及式教學法設計提升學生科學探究能力（洪文東, 2005）</p>	<p>附錄一、科學探究社群教師問卷</p> <p>各位老師好，請您就各題敘述句的同意程度，選擇一於右邊的□內 打「√」。</p> <p>基本資料：姓氏 <input checked="" type="checkbox"/> 姓名 <input type="checkbox"/> 性別 <input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女 <input type="checkbox"/> 年齡 <input type="checkbox"/> 20~29 <input type="checkbox"/> 30~39 <input type="checkbox"/> 40~49 <input type="checkbox"/> 50~59 <input type="checkbox"/> 60~69 <input type="checkbox"/> 70~79 <input type="checkbox"/> 80~89 <input type="checkbox"/> 90~99</p> <p>老師姓名：黃佳慧 日期 (1) 男 (2) 女</p> <p>問題類別：教學評量</p> <p>問 题</p> <p>1 學生能對自然現象產生疑惑，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2 對於一項研究的問題，學生能提出觀察，討論與分析之，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3 學生能提出問題，討論與分析來提出可操作性的實驗或調查，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4 對於擬定實驗或調查，學生能形成設置，確定問題性質，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5 學生能提出問題來推論，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6 學生能批判與質疑進行批判性思考，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7 給對象評鑑，學生能達到預期的建議與修改，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>8 計劃與執行，學生能達到預期的實驗或調查，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>9 分析與統計，學生能提出資料的整理與說明，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>10 在實驗中，學生能運用五感工具進行觀察與記錄，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>11 對於參與討論，學生能運用文字、圖表、地圖與數字等資料來說明，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>12 對於參與遊戲或展演，學生會記錄，並利用各種方式來參與，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>13 對於參與遊戲或展演，學生能欣然發生的反應，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>14 學生在實驗之前，能學以致用地將所學應用，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>15 學生能用自己的發現向他人詳細的描述（包括寫作、發言與口頭均可），你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>16 學生能公開自己已達成就，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>17 學生能批判他人的錯誤，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>18 學生能批判他人與他人的溝通與回應，你覺得？ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>參考來源：以擴及式教學法設計提升學生科學探究能力（洪文東, 2005）</p>
---	---	---

表7. 高年級學生前測：

附錄二、科學探究式學生問卷

各題問項：

請在你認爲有爭取優等的意願，

請將你各題選擇項的調查結果，選擇一於右邊的□內，打「」。

基本資料：

姓氏	名	性別	年級	班級
1	上半部頭髮：感覺既沒有型，	✓		
2	感覺既沒有型：感覺既沒有型，	✓		
3	我覺得要更清楚地告訴同學，老師直接告訴我們，多好呀！	✓		
4	我覺得要更清楚：長時間沒有反應，	✓		
5	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
6	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
7	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
8	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
9	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
10	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
11	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
12	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
13	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
14	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
15	上半部頭髮：我喜歡研究，長時間沒有反應，	✓		
16	上半部頭髮：我喜歡研究，長時間沒有反應，	✓		
17	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
18	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
19	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
20	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
21	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
22	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
23	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
24	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
25	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		

參考資源：以投票紙為例的活動設計教學方案深沉範例（洪凌雲, 2005）

附錄二、科學探究式學生問卷

各題問項：

請在你認爲有爭取優等的意願，

請將你各題選擇項的調查結果，選擇一於右邊的□內，打「」。

基本資料：

姓氏	名	性別	年級	班級
1	上半部頭髮：我覺得研究，	✓		
2	我覺得研究：我覺得研究，	✓		
3	我覺得要更清楚地告訴同學，老師直接告訴我們，多好呀！	✓		
4	我覺得要更清楚：長時間沒有反應，	✓		
5	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
6	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
7	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
8	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
9	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
10	上半部頭髮：我覺得研究及發明，	✓		
11	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
12	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
13	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
14	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
15	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
16	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
17	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
18	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
19	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
20	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
21	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
22	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
23	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
24	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
25	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		

參考資源：以投票紙為例的活動設計教學方案深沉範例（洪凌雲, 2005）

附錄二、科學探究式學生問卷

各題問項：

請在你認爲有爭取優等的意願，

請將你各題選擇項的調查結果，選擇一於右邊的□內，打「」。

基本資料：

姓氏	名	性別	年級	班級
1	上半部頭髮：我覺得研究，	✓		
2	我覺得研究：我覺得研究，	✓		
3	我覺得要更清楚地告訴同學，老師直接告訴我們，多好呀！	✓		
4	我覺得要更清楚：長時間沒有反應，	✓		
5	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
6	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
7	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
8	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
9	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
10	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
11	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
12	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
13	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
14	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
15	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
16	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
17	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
18	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
19	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
20	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
21	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
22	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
23	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
24	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
25	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		

參考資訊：以投票紙為例的活動設計教學方案深沉範例（洪凌雲, 2005）

附錄二、科學探究式學生問卷

各題問項：

請在你認爲有爭取優等的意願，

請將你各題選擇項的調查結果，選擇一於右邊的□內，打「」。

基本資料：

姓氏	名	性別	年級	班級
1	上半部頭髮：我覺得研究，	✓		
2	我覺得研究：我覺得研究，	✓		
3	我覺得要更清楚地告訴同學，老師直接告訴我們，多好呀！	✓		
4	我覺得要更清楚：長時間沒有反應，	✓		
5	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
6	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
7	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
8	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
9	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
10	上半部頭髮：我喜歡研究及發明，	✓		
11	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
12	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
13	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
14	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
15	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
16	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
17	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
18	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
19	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
20	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
21	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
22	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
23	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		
24	上半部頭髮：我喜歡研究，	✓		
25	我喜歡研究：我喜歡研究，	✓		

參考資訊：以投票紙為例的活動設計教學方案深沉範例（洪凌雲, 2005）

19

四、 探究與實作講座:完成專家指導教師社群研習一場，完成科學
探究社專家指導一場。



圖3:專家指導研習-1

114 年教育部國民及學前教育署中小學科學教育計劃
科學閱讀教師社群研習

日期:114.10.29

時間:13:30-15:30

地點:大社國小會議室

編號	單位	姓名	編號	單位	姓名
1	大社國小	周香枝	11	大社國小	鍾顯亨
2		李佳雲	12		蔡達成
3		鄒蕙文	13		
4		陳惠君	14		
5		王選堂	15		
6		鄭俊佑	16		
7		李清卿	17		
8		蔣采芳	18		
9		王麗璇	19		
10		陳睿沖	20		

圖3:專家指導研習暨簽到-2

五、科學園遊會競賽：

透過本計畫訓練、實驗設計、測試實作的歷程，奠定學生科學教育基礎，培養學生參與科學活動之興趣。以科學競賽作為學習成果的公開展示平台，展現表達與分享能力，在活動中獲得科學知識及技能之科學競賽，參與人數共約3000人次。

(一) 科學園遊會競賽訓練歷程說明

1. 主題設定：

教師社群共同討論後，考量四年級學生剛升上高年級，需在已有經驗與新知間做好銜接，因此以中年級已接觸的磁鐵性質為基礎，延伸至高年級的電流、磁場與電磁原理作為競賽主題。訓練歷程從基礎知識切入，逐步提升至實作應用，使學生能循序建立完整的科學概念。

2. 練習規劃：

課程初期以趣味活動與基礎概念為主，透過遊戲化體驗激發學生對磁鐵及電磁現象的興趣。學生先進行磁鐵性質的複習與分享，再深入理解電流、磁場與電磁感應的核心概念。接著透過操作電磁鐵、線圈、電池等實驗，建立對電磁原理的實作經驗。

隨後，學生依競賽題型進行有系統的練習，如調整線圈圈數比較磁場強度、探討感應電流方向與大小、測試材料在磁場中的差異反應等。過程中遇到如器材不足、線路接觸不良或數據不穩定等問題，學生透過查找資料、討論與反覆試驗，逐步修正實驗設計並提升探究能力。

3. 解說訓練：

透過多次模擬操作與口語練習，學生的科學探究能力、邏輯表達與動手操作皆明顯增強。從記錄整理、撰寫解說內容到小組合作討論，學生展現更積極的學習態度。最終進行班級發表，讓學生在正式上場前能熟悉流程並增強自信，進一步培養自主學習、團隊協作與臨場應對的能力。

4. 競賽成果：

在科學園遊會競賽中，學生面對民眾及國高中生皆能從容應對，展現紮實的科學素養與創意成果。最終以穩健的表現獲得「優等」佳績，充分展現訓練歷程的成效。



圖4：科遊會小組賽前練習1



圖5：科遊會小組賽前練習2



圖6科遊會小組賽前解說練習1



圖7：科遊會小組競賽解說1



圖8：科遊會小組競賽解說-2



圖9：科遊會小組競賽解說-3

六、完成創意運動會競賽：經科學實作與探究的訓練及積極主動參與各項科學競賽的實作機會，並融合跨學科與科學，強調知識實踐與團隊合作精神的教學方式，激發學生對自然科學的興趣，透過自然科學領域之腦力競賽，培養學生創造思考能力，增進學習成效與參與度。



圖10:創意運動會小組賽前練習1



圖11:創意運動會小組賽前練習2



圖12:創意運動會小組賽前練習3



圖12:創意運動會小組賽前合影-1



圖13:創意運動會小組完賽合影-2

七、科學實驗實作課程：透過多元主題的操作活動，讓學生從空氣運用、力的原理到機械與能源等理化相關概念中，獲得多面向的探索體驗。在實作中培養觀察、推論、驗證與問題解決能力，使理論能真正落實於應用。透過反覆練習與統整思考，學生逐步養成科學素養，並建立參與各項科學競賽所需的知識基礎與實作實力。



圖14：學生實驗與討論-1



圖14:學生實驗與討論-2

圖14:學生實驗與討論-3



圖14:學生實驗與討論-4

圖14:學生實驗與討論-5



圖14:學生實驗與討論-2

圖14:學生實驗與討論-3



圖14:學生實驗與討論-4



圖14:學生實驗與討論-5

伍、預定完成進度：

一、科學實驗實作課程：

全校活動，以高年級學生為主，進行科學探究及設計闖關活動，依據本計畫規劃之實驗課程，至明年四月闖關活動前，尚有5次科學實驗課程要進行。

二、探究與實作講座：

本計畫規劃專家指導教師社群研習尚有一場(已邀約115/01/21)，科學探究群尚有一場(已邀約115/01/21)。

三、動手玩科學闖關活動：

辦設計，規劃低、中、高年級與課程相關的關卡，讓學生闖關，亦可以做為學習成效，活動預計於之兒童節前。

四、後測問卷調查：

將進行收集教師社群及學生社團，參與活動學年人員皆進行前測，預估計150份。

陸、建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

(一)、討論

1. 競賽訓練次數：因各項競賽皆在開學後陸續展開，科學社的組成、學生篩選與訓練皆需從零開始，使得可運用的準備時間有限，導致訓練次數相對不足。為改善此困境，先以單一班級作為競賽訓練與參賽的核心團隊，集中資源強化培訓；其餘班群則依循原定計畫課程推動相關活動，以兼顧競賽需求與課程實施的平衡。

2. 科學園遊會競賽時間：科學園遊會競賽於每年十月，本計畫啟動時間較晚，留給學生進行構

想討論、道具設計與實際演練的時間相對不足，因而造成準備較為緊湊。為彌補練習量不足的問題，鼓勵學生於課餘時間自行分組討論、發問與改進設計，使其能從觀察現象中深化探究歷程，逐步提升科學思考與實作能力。

3. 創意運動會時間：創意運動會於每年十一月舉行，學生雖已在科學園遊會中累積基本探究經驗，但本項競賽內容更為多元且具挑戰性，需投入更多時間進行策略思考與操作練習。然而受限於準備期短，練習量仍顯不足。為提升參賽效能，學生利用課餘時間進行線上視訊討論與協作，持續修正設計並加深科學原理的應用。

(二)、建議

1. 學生科學知識面的不足：

- ◆ 強化資料閱讀，進行探究過程，帶學生閱讀理解科學概念的說明，進而發現學習實驗假設
- ◆ 規劃關鍵實驗，訓練時可規劃最關鍵的主要原理，建立基礎概念，從生活中的現象最為實例，反覆練習，確保學生真正理解，再加深加廣。
- ◆ 學習簡易概念圖或圖像，透過簡易的概念圖，理解其發現的現象，或者能用圖像化整理如「電流方向 → 感應結果」，協助學生短時間記憶與理解。

2. 學生操作技能面的不足：

- ◆ 增加操作次數，利用課餘將實驗拆解分為多次實驗操作，已累積實作經驗，明確拆分後，短時間內技能熟練度會更快提升。

柒、參考資料：

1. 教育部（2018）十二年國民基本教育課程綱要 綜合型高級中等學校 自然科學領域
https://stv.naer.edu.tw/data/course_outline/pta_18540_947333_60503.pdf
2. 薛雅純（2018）。從十二年國教課綱看自然科學素養導向的探究教學。臺灣教育評論月刊，7(5)，259-262。
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20130114001-201805-201805180011-201805180011-259-262>
3. 王金國（2018/02）以專題式學習法培養國民核心素養《臺灣教育評論月刊》_7卷2期_Pp. 107-111
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/P20130114001-201802-201802050018-201802050018-107-111>