

高中生參與物理探究實作之歷程分析：實作困難、克服策略與多重同儕檢驗之 效益探討

邱欣怡¹ 蔡郁焄² 余進忠^{3*} 嚴祖強⁴ 黃明輝⁵

國立高雄大學教學發展中心¹

國立高雄大學通識中心²

國立高雄大學應用物理學系^{3*} yucc@nuk.edu.tw

國立中山大學物理學系⁴

國立聯合大學能源工程學系⁵

摘要

本研究分析 92 份質性問卷，發現物理探究導入「動態鷹架」與「多重同儕檢驗」能引導高中生主動建構知識；「教導他人」任務則強化其科學論證與跨領域創新素養。

一、研究背景與目的

十二年國教自然科學領域「探究與實作」成為培養學生科學素養之關鍵，其核心指標涵蓋發現問題、規劃與研究、論證與建模及表達與分享。然而，教學現場常面臨學生不知從何著手、缺乏主動性及教師備課壓力過大等困境。本研究以建構主義與探究導向的社會建構主義為理論基礎，剖析參與「高中物理動手學」計畫的高中生，在經歷具備「動態鷹架」與「多重同儕檢驗」機制的課程後，其探究歷程中的實作困難、克服策略及具體的學習成效。

二、研究對象與方法

本研究採質性為主文件分析法，透過結構式質性問卷探究。對象為分布中、南、東部共五所高級中學學生，共蒐集並分析 92 份有效回饋問卷。問卷依據 Bell 等人（2005）框架編製，涵蓋問題與動機、資料方法與分析、探究學習層次，以及合作溝通反思等四構面。資料分析則透過量化統計了解學生對 10 大類科學主題的偏好，並將每題約 150 至 250 字的質性文字段落進行編碼，萃取出核心反應樣態，最後與教育理論進行交叉比對。

三、課程設計與鷹架機制

本研究之課程實施為期 20 週、共 7 階段的「動態鷹架與退除機制」，初期提

供明確範例與軟體操作訓練，後期逐步移除指引，要求學生自行設計實驗並處理誤差，引導進入更高自主性的開放式探究。其次，社會建構導向的「多重檢驗同儕鷹架」，學生完成實驗演示影片後，須經歷四層級嚴格檢核。課程將數位技能獨立為線上自學資源，並建立長期陪伴機制，希冀能降低教師負擔並培養學生自學力。

四、研究發現與探討

探究歷程中，學生被隨機分配至光的干涉、駐波、角動量守恆等 10 個主題。研究歸納出四大核心困難：

1. **實驗操作與變因控制誤差：** 高達 87.5%小組在面臨現實環境與理想狀態的落差時遭遇困難，例如旋轉椅實驗受摩擦力影響致角動量守恆不符。
2. **團隊溝通與衝突處理：** 實驗任務繁重常導致組員間意見不合或分工衝突。
3. **影片剪輯與時間管理：** 約 40%至 60%的學生受限於時間壓力或不熟悉軟體操作。
4. **口語表達與原理轉化：** 將艱澀物理公式轉化為日常語言進行講解，高達 85%學生認為是一大難關。

面對挑戰，學生展現出高度問題解決能力。超過半數（約 53%）學生將「同組同學討論」視為完成活動最有幫助的途徑，凸顯社會協商在克服困難中的關鍵地位；同時，學生靈活運用數位工具與 AI 分析誤差來源。在學習效益方面，課程成功落實社會建構主義中「同儕教學」的理念：約 85%學生同意拍攝影片與講解能深化物理理解，約 80%認為口語表達明顯提升。

五、結論與建議

將「動態鷹架」與「多重同儕檢驗機制」融入物理探究課程，能有效引導學生由被動接收轉為主動建構。賦予學生「教導他人」任務，不僅強化「基於證據提出主張」的論證能力，更激發跨領域創新素養。教學實務上，建議應重視實作歷程的容錯空間，引導將誤差視為思辨契機，讓科學知識在互動共好中發揮最高學習效益。

關鍵詞：探究與實作、動態鷹架、同儕教學