

教育部 109 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：科學探究課程的鷹架研發（第二年）

主持人：呂莚鈺 電子信箱：cdjht298@ms2.cdjh.hc.edu.tw

共同主持人：無

執行單位：新竹市立成德高級中學（國中部）

一、計畫目的.....	2
(一) 申請動機：.....	2
(二) 學校背景：.....	2
(三) 研究的重要性.....	2
(四) 課程延續.....	3
二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員.....	3
三、研究方法.....	5
(一) 研究問題.....	5
(二) 研究規劃.....	5
(三) 研究對象與情境.....	6
(四) 研究工具.....	6
(五) 課程安排與教學說明.....	8
(六) 研究流程與資料收集.....	8
(七) 資料分析與研究成果.....	10
四、執行進度（請評估目前完成的百分比 40%）.....	12
五、預期成果.....	12
六、檢討.....	13
七、參考資料.....	13

一、計畫目的

(一) 申請動機：

申請經費挹注的初衷為「扶弱」和「提倡科學探究」。本計畫想闡明：結構式探究課程中漸褪鷹架對國中生培養科學探究能力的學習成效，而計畫宗旨在於「扶弱」，科學探究的評量向度，分別是：1.提出問題、2.釐清變因、3.設計方法、4.建立依據、5.形成結論。本計畫在科學教育耕耘之下，希望漸進的科學探究課程，能提升本校國中生學習科學的正向態度。

(二) 學校背景：

1. **交通不便**：本校校址雖位在新竹市，但困於地理的位置跟市區有一段距離，交通非常不便—本校與市區往返的公車只有一輛（四個班次），所以被教育部歸類為偏遠地區的國民中學；礙於公共運輸的不方便，很難跟外界交流與共享學習資源。
2. **學力不足**：本校國中部的學生家庭社經地位普遍弱勢，一個班級的學生主要由「單親、隔代、外配」這三種家庭背景所組成；學生家庭功能不彰、經濟條件不力，形成文化刺激、資本不足的成長環境。由於多數學生家庭財務吃緊，無力重視孩子的教育，所以往往造成學生在國中就學前就出現學習落後的現象。從本校每年國一學生入學的情況來看，國文、英文、數學三個學科，達到被教育部國民及學前教育署列為學習扶助個案的人數，每班三科的總人數達全班三分之一到二分之一。
3. **課綱潮流**：如今新課綱提倡科學探究方法的學習，表示科學探究能力也是學生應該培養的基本學力；然而，科學探究能力的培養並非一朝一夕的結果，況且從事完整的科學探究活動需要實作材料的供應。
4. **校舍改建**：本校目前因為校舍改建，教室空間不足之下，科學實驗室都作為一般教室空間使用；師生只能折衷在教室進行危險性質較低的趣味實作活動，而無法體驗正規的科學實驗流程。

本校自然領域教師社群基於國中部學生背景弱勢、學力低落，加上校內設備缺失與學校經費有限等情況，想要透過課程的研發與計畫的申請，改善當下的學習困境。如果社經背景弱勢的家庭沒有多餘資源投入孩子的教育，那麼學校教育就是影響孩子生涯發展的主力。

(三) 研究的重要性

1. 研發有趣又有效的科學探究課程。
2. 深入了解科學探究課程設計方面，鷹架搭建和漸褪的規劃。
3. 藉由本計畫的實徵研究結果，提供另一種扶弱的教育實務方法。

(四) 課程延續

本研究預計進行為期三年的科學探究課程研發，讓學生從自主程度較少的結構式探究逐漸熟悉探究歷程（根據不同探究層次與內容 McComas, & Wood, 2014），探究課程研發計畫如表 1 所示。此次計畫相較第一年內容的差別，在於：

1. 調整學生探究的學習架構（如表 2）、
2. 設定不同階段的學習目標、
3. 高二多元選修暫停 1 年（110 學年度再開課）。

表 1 探究課程計畫

學年度	108	109	110
探討目標	學生探究表現	學生探究表現	鷹架與學生探究表現
探究層次	結構式	結構式	引導式／開放式
鷹架設計	提示句	學習手冊	學習手冊、高二學生
探究向度	1.釐清變因 2.設計方法	1.釐清變因 2.設計方法	1.提出問題 2.釐清變因 3.設計方法 4.建立依據 5.形成結論

表 2 探究向度的調整

探究向度		
教育部（2018）	108 學年度 （本計畫第一年）	109 學年度 （本計畫第二年）
1 發現問題	1 定義問題	1 提出問題
2 規劃與研究	2 尋找變因	2 釐清變因
3 論證與建模	3 形成結論	3 設計方法
4 表達與分享	4 表達結論	4 建立依據
		5 形成結論

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

參與本計畫的師長，以及開班授課執行的情況，如下方表 3、圖 1、圖 2。行政支援單位主要為教務處課務組，授課與協同教師為潘麗雪、王安順、呂廷鈺、李珂璋共 4 位老師，師資背景為自然、科技領域。授課班級為八年級（國二）每週 1 節的彈性學習課程。上課地點為該班教室、材料收納地點為視聽教室走廊。

表 3 計畫執行師長與班級

主持人	呂莚鈺 (國中自然)
授課教師	潘麗雪 (國中自然)、王安順 (國中自然)
協同教師	呂莚鈺 (國中自然)、李珂璋 (國中生技)
授課班級	109 學年度八年級 彈性學習課程—五指登科 201~204 班
行政支援	教務處 課務組 (計畫報告、經費核銷、材料採買) 教務處 教學組 (協同需求排課)
環境支援	一般教室 (上課)、視聽教室走廊 (材料收納)



圖 1 執行教師社群

節次	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五
1					
2				五指登科 203 協同 王安順 (李珂璋)	
3					
4					
5					
6		五指登科 201 協同 潘麗雪 (呂莚鈺)		五指登科 204 協同 潘麗雪 (呂莚鈺)	
7				五指登科 202 協同 王安順 (李珂璋)	
8					

圖 2 教師協同課表

三、研究方法

(一) 研究問題

- 1.國二生在結構式探究課程「前、後」的「釐清變因」向度表現為何？
- 2.國二生在結構式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？
- 3.國二生在非選探究試題的表現？（待完成）

(二) 研究規劃

根據學生特質，本計畫於 109 學年度「上學期」著重培養的向度為「釐清變因」；「下學期」著重培養的向度為「設計方法」；課程執行將運用國二新課綱彈性學習課程每週 1 堂的時段，進行結構式探究課程模組：①浮沉子、②玻璃杯、③立體投影、④泡菜、⑤打火石、⑥七彩高麗菜、⑦空氣砲或水火箭、⑧晶球。（模組可能會根據共備情況調整。）每個學期進行 4 個模組，模組進行與探究向度的配以及探究向度內容的說明如下方表 5、表 6。

表 4 探究的向度與對照

探究向度		向度內容
教育部（2018）	本研究	
（1）發現問題	（1）定義問題	當有多個問題同時存在者，能釐清主要問題並定義不同問題，且選擇優先重要的問題。
（2）規劃與研究	（2）釐清變因	判別問題相關的影響因素，並能分析因素之間的關係。
	（3）設計方法	依照問題特性設計合理的實作方法。
（3）論證與建模	（4）建立依據	經由探究所得的變因分析結果，建立具有實作數據佐證的說明。
（4）表達與分享	（5）形成結論	經由探究過程，形成合理的結論。

表 5 計畫執行的簡要期程與內容

規劃內容	109 學年度(國二)		110 學年度(國三)	
探究層次	上學期	下學期	上學期	下學期
結構式	釐清變因 ①浮沉子 ②玻璃杯 ③立體投影 ④泡菜	設計方法 ⑤打火石 ⑥七彩高麗菜 ⑦空氣砲或水火箭 ⑧晶球		
引導式 開放式			建立依據 形成結論	提出問題

(三) 研究對象與情境

- 1.參與的對象：本校 109 學年度國二 88 位學生為授課對象，以及參與的 4 位教師（自然教師 3 位、生活科技教師 1 位）。研究者在國二課程為「完全的參與者（Creswell, 2015）」。
- 2.研究的情境：如表 6，國二 201 班~204 班學生自由分組，每組 4~5 人，每班 4 組。實際參與學生人數為 88 位，扣除學生請假、特殊生抽班等情況，有效樣本人數為 80 位。

表 6 學生參與人數

參與情況	國二課程
實際學生人數	88 人
有效樣本人數	80 人

(四) 研究工具

本研究的工具有作為前、後測的「科學探究能力試題」，以及結構式探究課程的「學習手冊」；科學探究能力試題、學習手冊的資料收集，先將質性內容轉量化的資料，再闡述學生在課程前、後的科學探究能力發展。

- 1.工具的內容：研究工具的介紹與架構如表 7。
 - ①科學探究能力試題：作為前、後測，收集學生能力表現的資料。
 - ②學習手冊：結構式探究層次，收集學生探究歷程資料，設計架構如表 8、材料清單如表 9。
- 2.工具的品質：研究工具的效度與信度考驗說明，如下列陳述。
 - ①效度：由本校 2 位自然科教師進行專家審查，以完成內容效度。
 - ②信度：承上再藉由統計軟體進行評分者信度的檢驗。(待完成)

表 7 研究工具的簡介與架構

研究工具		(1) 試題	(2) 學習手冊－結構式
探 究 向 度	提出問題		教師提供
	釐清變因	✓	教師提供
	設計方法	✓	教師提供
	建立依據		學生形成
	形成結論		學生形成

表 8 學習手冊的設計架構

學 習 手 冊 探 究 向 度	1 提出問題	釐清研究問題。 (1) 理解該主題的現象 (2) 思考並舉出生活中的類似現象 (3) 說明現象背後的科學原理
	2 釐清變因	研究變因的分類：控制變因、操縱變因、應變變因，分別是哪些？ 說明研究變因之間的關係。
	3 設計方法	預計：學生根據研究問題（應變變因），設計實作的對照組、 研究組，並說明操作的流程、內容，以及實作設計的想法。 實際：教師規劃。
	4 建立依據	根據本次探究與實作的經驗，形成一個科學性的總結。 (1) 實作如何成功？
	5 形成結論	(2) 哪一組／哪一人的實作最好？依據？ (3) 覺得好玩或困難的地方？原因？

表 9 探究與實作的材料清單簡介 109 (上)

探究主題		科學原理	材料	材料費 (人均)
國 二	① 浮沉子	密度 浮力	塑膠吸管、銅釘、鉗子、塑膠茶杯、寶特瓶、打火機、剪刀、直尺、油性筆	66 元／人
	② 玻璃杯	頻率	可口可樂玻璃瓶、調音器、衛生筷、不鏽鋼湯匙、塑膠量筒 500ml	110 元／人
	③ 立體投影	折射 反射	0.25mm 膠片 (透明片)、剪刀、美工刀、保麗龍膠、透明膠帶	29 元／人
	④ 泡菜	滲透壓	高麗菜、白蘿蔔、紅蘿蔔、白醋、水果醋、砂糖、鹽、玻璃密封罐 670c.c.、量匙、免洗杯、電子秤	96 元／人

(五) 課程安排與教學說明

1.課程安排：本次第二年（109 學年度）將實施國二生結構式探究課程，「上學期」的探究重點放在「釐清變因」，探究任務主題有：①浮沉子、②玻璃杯、③立體投影、④泡菜。

2.教學說明：①學習手冊，主要由研究者設計，設計過程會不斷和其他參與教師討論內容的修改與訂稿。②課程進行時，都有兩位教師穿梭在不同小組之間，隨時注意小組是否停滯不前。③老師皆以示範、提示、引導此類協助策略為主，不能直接幫助學生完成。④即使國中生需要老師示範，示範結束後也要學生親自重複做一次，並跟老師說明：現在要怎麼做、為什麼要這麼做。

(六) 研究流程與資料收集

本計畫介入過程中，依序透過前測、學習手冊、後測的資料收集，使用內容分析進行質性資料的評分，再將其轉化為量化資料以便後續推論性的統計分析。然後，整個計畫的流程、內容，和研究資料收集情況，如表 10、圖 4、圖 5。

表 10 研究流程與資料收集

階段	流程	時間	研究內容	資料收集	備註
第 1 年 上 學 期	(1)	1 節課	前測	試題	1 週前
	(2)	4~5 節課	模組：①浮沉子	學習手冊	
		4~5 節課	模組：②玻璃杯	學習手冊	
		4~5 節課	模組：③立體投影	學習手冊	
		4~5 節課	模組：④泡菜	學習手冊	
(3)	1 節課	後測	試題	1 週後	

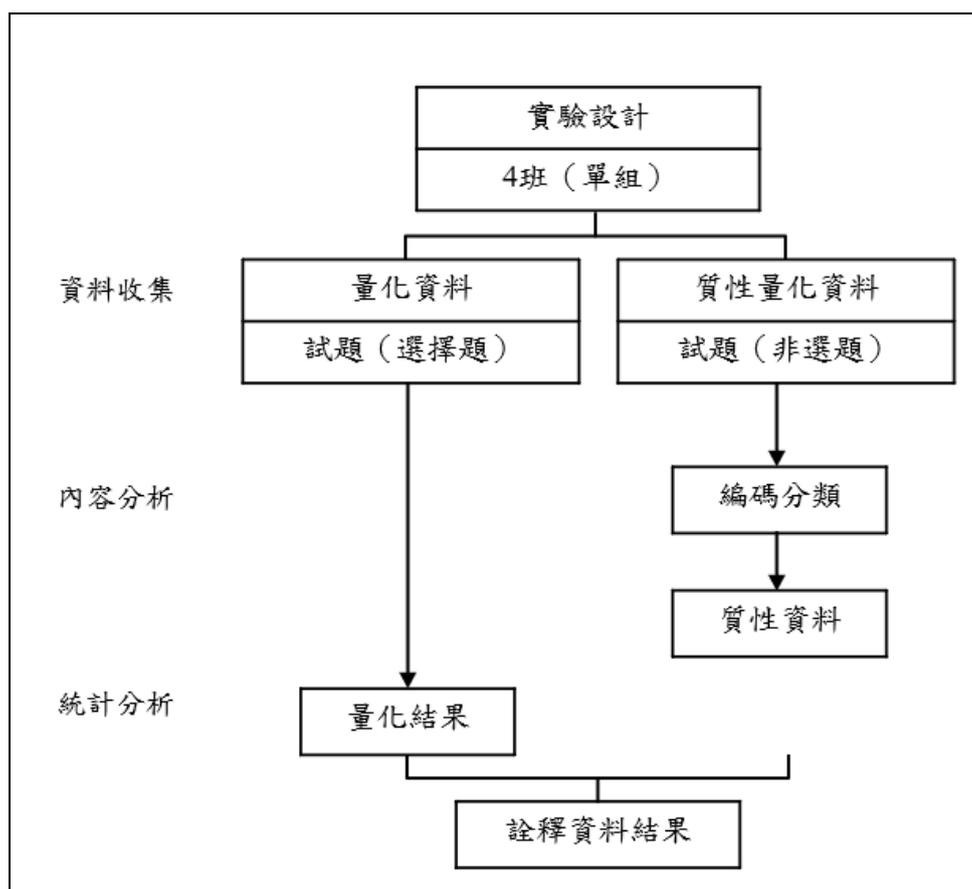


圖 3 國二探究課程的流程圖

(七) 資料分析與研究成果

根據計畫當中的研究問題、資料來源、分析方法，其對應的情況如表 12。

表 11 研究計畫資料收分析表

研究問題	分析方法	資料來源
1.國二生在結構式探究課程「前、後」的「釐清變因」向度表現？	統計考驗	試題
2.國二生在結構式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？	統計考驗	
3.國二生在非選探究試題的表現？	內容分析	

研究問題 1.國二生在結構式探究課程「前、後」的「釐清變因」向度表現為何？

單選題目內容為研究變因與研究設計，
用來評量國中生在計畫介入前、後的學習成效。

根據表 12、圖 4，國中施測班級學生，在前測的平均分數為 13.25 分、後測的平均分數為 13.76 分，從前、後分數的比較，可見學生在釐清變因方面，成績表現是進步的。

表 12 國中釐清變因的前、後測報表

國中生 (80 人)	前測		後測		進步 人數
	平均	標準差	平均	標準差	
釐清變因	13.25	7.09	13.76	6.04	35 人

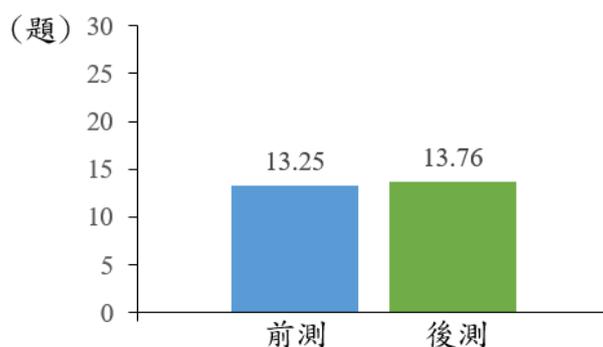


圖 4 國中生釐清變因的前、後測示意圖

研究問題 2.國二生在結構式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？

在作為前、後測的工具中，採 10 個態度導向問題中的第 4、5、7 題（如表 13），輔助說明學生的情意變化。

表 13 部分學習態度的題目列表

第 4 題	從事實作活動，讓我覺得有成就感。
第 5 題	從事實作活動，讓我覺得學習是有趣的。
第 7 題	我願意跟親朋好友分享老師教的實作活動。

參考表 14 和圖 5，國中施測班級學生，在情意面第 4、5、7 題中，從前、後的比較可見學生在學習態度方面，作答的平均尺度是增加的。

表 14 國中生學習態度的前、後變化報表

國中生 (80 人)	前				後			
	第 4 題	第 5 題	第 7 題	10 題 平均	第 4 題	第 5 題	第 7 題	10 題 平均
5 點量表 平均尺度	3.38	2.88	3.00	2.13	3.63	3.38	3.50	3.33

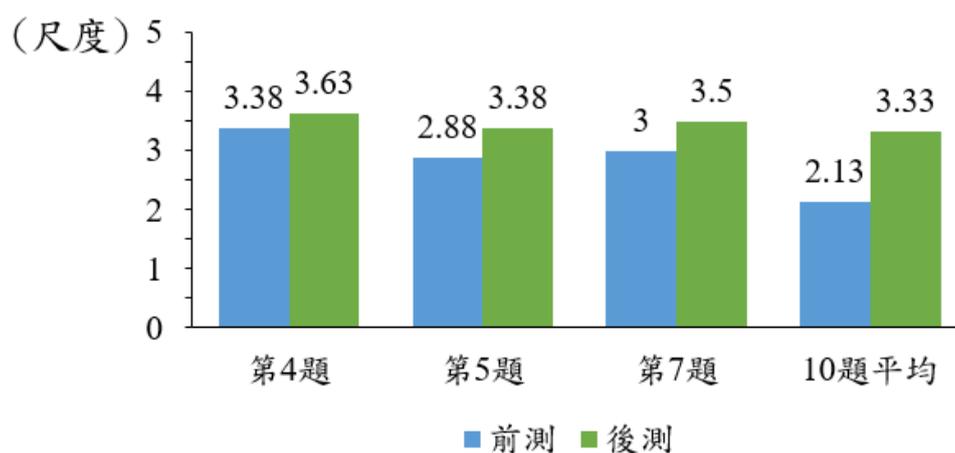


圖 5 國中生學習態度的前、後變化示意圖

研究問題 3.國二生在非選探究試題的表現？（待完成）

四、執行進度（請評估目前完成的百分比 40%）

本計畫自評內容完成百分比為 40%，本學期尚有資料未分析，仍需教師共備反思這學期的執行成效與確定下學期的授課主題。

表 13 研究進度表

進度內容	109 暑假(8 月)				109 上(月份)					109 下(月份)					
					9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
1.發展研究工具	✓	✓	✓	✓											
2.教學介入						✓	✓	✓							
3.收集資料					✓				✓						
4.分析資料							✓	✓							
5.撰寫報告								✓							
6.共備反思			✓	✓											

五、預期成果

本期計畫預期進行（表 17）與完成的工作項目分別有：

- 1.量的效益：精緻化本期計畫中 8 套科學探究模組、提升學生的學習動機與科學探究能力。
- 2.質的效益：提升學生共好的能力。再來，具體檢核的方式，如表 14 所示。

表 14 預期完成內容與檢核方式

預期完工項目	具體檢核方式（成果呈現、效益分析）
1.精緻化 8 套科學探究模組	(1) 授課照片紀錄。 (2) 學生前測、後測的比較分析結果。 (3) 學生晤談內容的分析結果。 (4) 教師公開授課：每學期 1 次。
2.提升學生學習動機與科學探究能力	(1) 學生前測、後測的比較分析結果。 (2) 辦理聯合成果發表餐會，檢視學習成效。
3.提升學生共好的能力	(1) 學生小組互動的分析結果。 (2) 學生小組互動的分析結果。 (3) 舉辦聯合成果發表餐會，提供互動舞台。

六、檢討

- 1.教師應於每個實作主題重新複習「研究變因」，不宜隱晦教學。未來教學因應調整。
- 2.主題安排應考量是否橫跨段考，若橫跨段考則主題連續規劃被打斷，恐影響學生學習。未來教學因應調整。

七、參考資料

(一) 中文

- 呂莛鈺 (2016)。探討社會性科學議題情境下不同探究教學法對學生決策能力之影響。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域。臺北市。

(二) 英文

- Creswell, J. W. (2015). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage publications.
- McComas, M., & Wood, L. (2014). Inquiry Instruction. In W. F. McComas (Ed.), *The language of science education* (pp. 52-54). Boston, MA: Sense Publishers.