

教育部 109 學年度中小學科學教育專案期末報告

計畫名稱：(57)科學探究課程的鷹架研發(第二年)

主持人：呂廷鈺

電子郵件：cdjht298@ms2.cdjh.hc.edu.tw

執行單位：新竹市立成德高級中學(國中部分)

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：

場次	名稱	日期	對象	人數
①	課程設計與教師社群	109年12月21日	教師	19
②	五指登科課程的執行與心得	110年07月02日	教師	7
③	五指登科成果發表	110年07月15日	師生	待統計

4. 辦理活動或研習會對象：(如上表)

5. 參加活動或研習會人數：(如上表)

6. 參加執行計畫人數：

執行面向	參與人員	參與內容
① 行政支援	教務處 課務組長 1位	a. 課程計畫送鈞長核章 b. 大部分材料的採買 c. 收據的核銷
② 材料採購	教務處 課務組長 1位	大部分材料的採買
	開課教師 1位	晶球麵條模組材料
③ 開課教師	開課教師 共4位	a. 教師兩兩一組協同授課 b. 理化專長2位 地科專長1位 生技專長1位
④ 學生課程	國二普通班 共76位	a. 為校訂課程1學分 b. 本計畫所研發的課程 課表名稱為「五指登科」
⑤ 教師研習	校內教師 共26位	a. 課程設計與教師社群 分享多次共備過程 b. 課程的執行與心得 分享課程內容與評量

7.辦理/執行成效：(以300字以內為原則，若為延續性計畫，請說明與前年度之差異)

基於上一期試行結構式到引導式的趣味科學探究課程，本期計畫旨在精緻化模組的授課流程與評量的試題內容，並落實新課綱對國中端要求的彈性學習課程。因此探討漸褪鷹架的科學探究課程，能否提升國中生釐清變因、設計方法的能力。然後，本計畫採用準實驗研究法，目標對象為109學年度五指登科課程的88位八年級(國二)學生，介入時間為全學年；授課教師共4位，教師兩人為一組進行協同教學。結果顯示，根據國中生在上、下學期的科學研究方法試題前、後表現，可見釐清變因、設計方法成長情況；在學習態度方面，也有正向變化。根據本期資料分析結果，科學探究能力的學習，藉由漸褪鷹架的引導，也就是在鷹架越來越少的支援情況下，仍可見學生的進步現象。希望此實徵研究的著墨，可供教育現場參考。

二、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」。本計畫希望闡明：科學探究課程中漸褪鷹架(從結構式到引導式科學探究課程規劃)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。期在科學教育耕耘下，漸進的科學探究課程，能提升本校國中生釐清變因、設計方法能力，及學習科學的正向態度。

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，交通非常不便一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。

(二) 學校背景

本校自然科學及科技領域教師社群，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 2+2 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到引導式探究，逐漸熟悉探究歷程（根據不同探究層次與內容 McComas, & Wood, 2014），如表 1 內容；探究課程研發計畫如表 2 所示。此次計畫相較前一年內容的差別，在於：

1. 調整學生探究的學習架構（如表 3）、
2. 設定不同階段的學習目標、
3. 高二多元選修暫停 1 年（因師資人力有限而先著重國中課程）。

表 1 不同探究層次與內容（McComas, & Wood, 2014）

	探究的層次		
	結構式	引導式	開放式
選擇、提出問題者	教師提供	教師提供	學生提供
提供問題解決方法、過程者	教師選擇	學生選擇	學生選擇
形成答案者	學生形成	學生形成	學生形成

表 2 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	引導式／開放式
鷹架設計	提示句	學習手冊	學習手冊
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 3 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 2 規劃與研究 3 論證與建模 4 表達與分享	1 定義問題 2 尋找變因 3 形成結論 4 表達結論	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

(五) 開課社群

參與本計畫的師長，以及開班授課執行的情況，如下方圖 1、表 4、表 5。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、李珂瑋共 4 位老師，師資背景來自於自然科學、科技領域。授課班級為 109 學年度八年級(國二)普通班每週 1 節的彈性學習課程(又稱「校訂課程」)，課表名稱為「五指登科」，命名取成語—五子登科的諧音，用意在於—希望學生動動五根手指頭，就能開心學習科學。上課地點為該班教室、材料收納地點為視聽教室走廊。

另因課程材料為 4 個班級共用，故開課前事先知會教務處教學組，除了協助教師協同授課排外，也請勿同時段排 2 個班級，以免材料供應不足。本學期學校正式課表，可見表 4。



圖 1 執行教師社群

表 4 計畫執行師長與班級

主持人	呂廷鈺（國中自然科學／地科）
授課教師	潘麗雪（國中自然科學／理化）、王安順（國中自然科學／理化）
協同教師	呂廷鈺（國中自然科學／地科）、李珂瑋（國中科技／生技）
授課班級	109 學年度八年級(國二)／彈性學習課程／五指登科 201~204 班
行政支援	教務處 課務組（計畫撰寫及報告、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）

表 5 教師協同課表

節次	上學期					下學期				
	一	二	三	四	五	一	二	三	四	五
1										
2				五指登科 203 班 王安順 李珂瑋						
3										

4								五指登科 203班 王安順 李珂璋		
5										
6		五指登科 201班 潘麗雪 呂廷鈺		五指登科 204班 潘麗雪 呂廷鈺		五指登科 204班 潘麗雪 呂廷鈺	五指登科 202班 王安順 李珂璋			
7				五指登科 202班 王安順 李珂璋			五指登科 201班 潘麗雪 呂廷鈺			

三、研究方法

(一) 研究問題

1. 國二生在上學期結構式探究課程「前、後」的「釐清變因」向度表現為何？
2. 國二生在下學期引導式探究課程「前、後」的「設計方法」向度表現為何？
3. 國二生在上學期結構式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？
4. 國二生在下學期引導式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？

(二) 研究規劃

根據學生特質與漸進探究課程研發，本計畫於 109 學年度「上學期」以結構式探究架構設計課程，著重培養的向度為「釐清變因」；「下學期」以引導式探究架構課程，著重培養的向度為「設計方法」。進行結構式探究課程模組分別為：①浮沉子、②玻璃杯、③立體投影、④泡菜；進行引導式探究課程模組則為：⑤晶球麵條、⑥火媒棒、⑦紙飛機。每個學期進行 3~4 個模組，模組進行與科學探究向度、向度說明及課程執行簡要內容，如下方表 6、表 7。

表 6 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 7 計畫執行的簡要期程與內容

規劃內容	109 學年度(八年級／國二)		110 學年度(九年及／國三)	
	上學期	下學期	上學期	下學期
結構式	<u>釐清變因</u> ①浮沉子 ②玻璃杯 ③立體投影 ④泡菜	---	---	---
引導式	---	<u>設計方法</u> ⑤晶球麵條 ⑥火媒棒 ⑦紙飛機	<u>建立依據</u> <u>形成結論</u> ①地震防災 ②濕地保育	<u>提出問題</u> <u>完整探究</u> ③廟宇燒香 ④颱風防災 ⑤自訂開放

(三) 研究對象與情境

1. 參與的對象：本校 109 學年度八年級（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 7，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 76 位。

學生參與人數

參與情況	八年級(國二)課程
實際學生人數	88 人
有效樣本人數	上學期 80 人、下學期 76 人

(四) 研究工具

研究工具有作為前、後測的「科學探究能力試題」2 份，分別在上、下學期使用；以及結構式探究課程的「學習手冊」2 本，同樣分上、下學期各 1 本；科學探究能力試題作為評量工具、學習手冊作為教學工具，而資料收集則以「評量工具（科學探究能力試題）」為主以闡述學生在課程前、後的科學探究能力發展及學習態度變化。但自 110 年 5 月 19 日起全台因應肺炎疫情，進入三級警戒生活，導致師生無法繼續使用原來的紙本「學習手冊」，而改採

Google Classroom 配合Google Meet 的線上直播課程，故後續難以持續追蹤學生與該工具的互動情況。

1. 工具的內容：研究工具的介紹與架構如表 8。

- 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。上學期的試題如附件（一）所示。下學期的試題如附件（二）所示，考量學生作答時間有限，上學期試題施測時，部分學生反應 1 節課的作答時間不夠。故將學習態度問題，從 10 題調整為 15 題；而科學探究能力試題，從 30 題調整為 15 題。
- 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 9、材料清單如表 10。(因頁數多，故未附件。)

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 3 位自然、科技領域教師進行專家審查，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。(未完成)

表 8 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	✓	上學期結構式：教師口述提供 下學期引導式：學生討論形成	
	建立依據		學生	形成
	形成結論		學生	形成

表 9 學習手冊的設計架構

學習 手 冊	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
探 究	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。

向 度	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：上學期結構式－教師規劃（口述提供）。 下學期引導式－學生規劃（討論形成）。
	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？ （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？
	5 形成結論	

表 10 探究與實作的材料清單簡介

探究主題	科學原理	學習目標	小實作材料	人均材料費
①浮沉子	密度 浮力	誰最能控制浮與沉	塑膠吸管 1 包、銅釘 30 支、鉗子 2 支、免洗杯(180c.c.)1/2 串、寶特瓶(自備)、打火機 2 個、剪刀 2 把、直尺 2 把、油性筆 2 枝	66 元／人
②玻璃杯	頻率	誰最能敲出、吹出符合音準的《小蜜蜂》	可口可樂玻璃瓶 1 罐、調音器 1 個、衛生筷 1 雙、不鏽鋼湯匙 2 支、塑膠量筒 500 毫升 2 個	110 元／人
探究主題	科學原理	學習目標	小實作材料	人均材料費
③立體投影	折射反射	誰的投影效果最清楚	0.25mm 膠片（透明片）5 張、剪刀 2 把、美工刀 2 支、保麗龍膠 2 罐、透明膠帶 1 捲	29 元／人
④泡菜	滲透壓	誰的泡菜最美味	高麗菜 1/2 顆、白蘿蔔 1/2 條、紅蘿蔔(老師事先削絲配 20 公克)、白醋 1 罐、水果醋 1 罐、砂糖 1 包、鹽 1 包、玻璃密封罐 670 毫升 3 罐、量匙 1 組、免洗杯(180c.c.)6 個、電子秤 1 組	96 元／人

⑤晶球麵條	pH 值	誰的晶球麵條最長	1%海草酸鈉溶液 1 罐、1%乳酸鈣溶液 1 罐、茶類飲料 1 批、果汁飲料 1 批、迷你電動攪拌器 1 組、量匙 1 組、針筒 30 毫升 2 支、滴管 2 個、滴瓶 (180mL)1 個、免洗杯 (180c.c.)1 個、免洗杯 (750c.c.)1 個、電子秤 1 組、量身布尺 1 條	89 元/人
⑥火媒棒	反應速率 (接觸面積)	誰最快生火	打火石(20*120mm)6 組、放大鏡、衛生筷 5 雙、衛生紙、樹枝、落葉、木棉花棉屑	12 元/人
⑦紙飛機	空氣阻力 重力	誰的紙飛機飛最遠	A4 用紙	0 元/人

(五) 課程安排與教學說明

- 課程安排：本期第二年（109 學年度）計畫將實施八年級(國二)科學探究課程，「上學期」的結構式探究重點放在「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；而「下學期」引導式探究重點放在「設計方法」，探究任務主題有：⑤晶球麵條、⑥火媒棒、⑦紙飛機。

2. 教學說明：

- 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；上學期手冊的使用，有教師口述研究設計，而下學期則先開放讓學生表達研究設計，再由教師修正與引導之；換句話說，下學期逐漸開放讓學生設計研究方法，實為本期計畫對科學探究課程之鷹架研發目標。
- 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。
- 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任何操作。
- 即使國中生需要老師示範，示範結束後也必須要求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，主要運用「作為前測、後測的科學探究能力試題」，進行量化統計分析。然後，整個計畫的流程、內容，和研究資料收集情況，如表 11、表 12、圖 2。

另根據 110 年 1 月 15 日 109 學年度中小學科學教育專案之北區期中報告暨研習工作坊，計畫主持人報告：上學期學生在釐清變因方面的進步幅度小，可能是因為學生尚未充分理解實作內容，就直接實作；而當天委員們的分析與建議：也許可以

先安排科學閱讀，等學生充分理解後，再進入實作活動。因此，參與本計畫之4位開課社群教師，再數度共備對話後，於下學期授課流程中，新增「閱讀引導+影片賞析」、「討論與發表研究設計」、「檢討實作過程」，可見下方表11內容。閱讀引導內容可參閱附件(三)。

至於紙本學習手冊，則因肺炎疫情，學生雖在家停課不停學，但是課程進行方式改為Google Meet的線上直播課程，而未詳細檢驗學生作答的手冊內容。最後，本期計畫的研究進度表，如表13所示。

表 11 授課流程的修正(上、下學期)

上學期	下學期	流程說明
---	1.閱讀引導+影片賞析	透過預先閱讀與討論 提升學生對實作內容的理解程度
1.試作	2.實作：設計方法+試作	在初步理解實作內容後，下學期開放讓學生根據學習目標，討論、發表實作方法的設計，再由教師引導與試作而調整研究設計。
2.實作：不同實驗組	3.實作：不同實驗組	上學期：教師提供研究設計而實作 下學期：學生形成研究設計再實作
3.比賽	4.比賽	因應國中生喜歡競爭型活動 所以依照學習目標進行 組內、組間的比賽
4.交流：實作結果	5.交流：實作結果	根據實作與比賽經驗 發表具有科學性的總結
---	6.檢討：實作過程	逐一檢討該主題的探究向度內容 (比上階段更深入探討實作結果) 1.這次的研究問題是什麼？ 你在過程中遇到什麼問題？ 2.這次的研究變因有哪些？ 你控制過、操縱過哪些變因？ 3.根據問題，如何設計方法解決？ 4.結論？

表 12 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
上學期	(1)	1節課	前測 (1)	試題	第1週
	(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 (1)	試題	最後1週	
階段	流程	時間	研究內容	資料收集	備註
下學期	(1)	1節課	前測 (2)	試題	第1週
	(2)	6節課	模組：⑤晶球麵條	(學習手冊)	
		6節課	模組：⑥火媒棒	(學習手冊)	
		6節課	模組：⑦紙飛機	(學習手冊)	
(3)	1節課	後測 (2)	試題	最後1週	

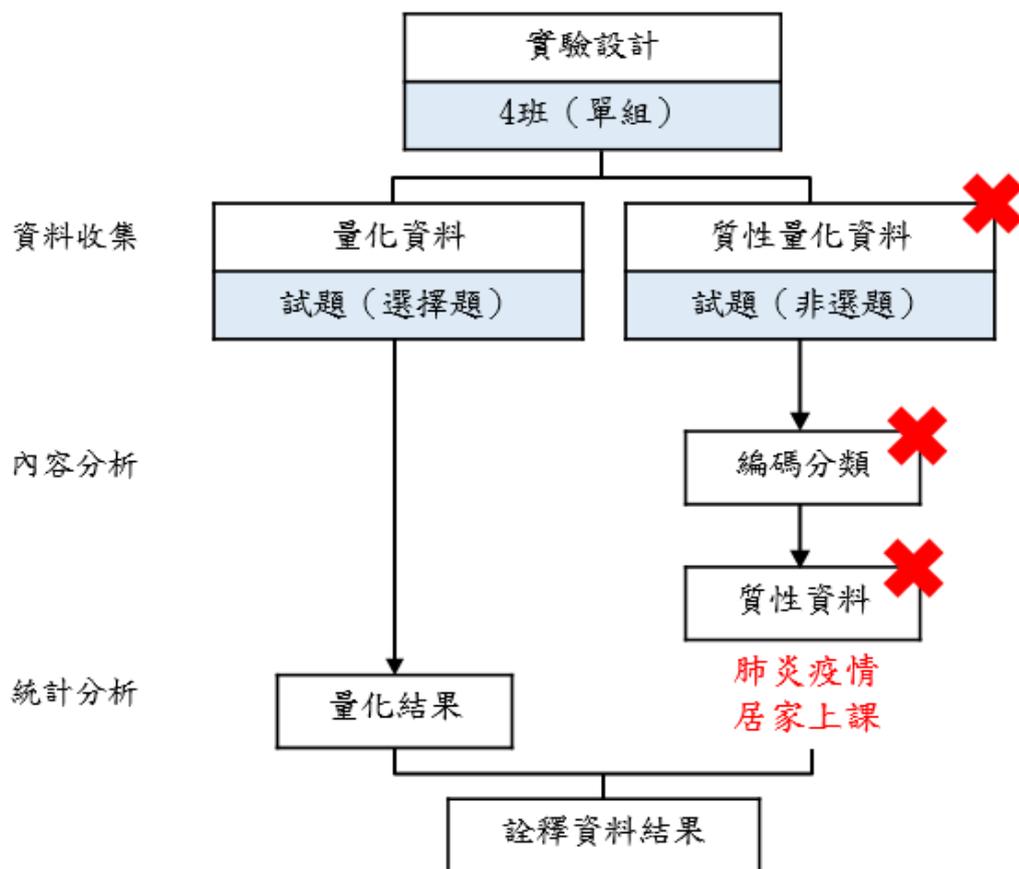


圖 2 計畫執行的流程圖

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	7	
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			✓	✓					✓			✓	✓	✓	✓	

四、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 14。

表 14 研究計畫資料收集分析表

研究問題	分析方法	資料來源
1. 國二生在上學期結構式探究課程「前、後」的「釐清變因」向度表現為何？	EXCEL 統計	前測、 後測試題
2. 國二生在下學期引導式探究課程「前、後」的「設計方法」向度表現為何？	EXCEL 統計	
3. 國二生在上學期結構式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？	EXCEL 統計	
4. 國二生在下學期引導式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？	EXCEL 統計	

研究問題（一）

國二生在上學期結構式探究課程「前、後」的「釐清變因」向度表現為何？

- 上學期的前、後測（1）－科學探究能力單選試題，內容為學習態度及研究變因，以評量學生在計畫介入前、後「釐清變因」的學習成效。根據表 15、圖 3，八年級（國二）施測學生，在前測的平均答對題數為 13.25 題、後測平均答對題數則為 13.76 題，可見學生在「釐清變因」答對題數方面，有成長的現象。

表 15 國中生釐清變因的前、後測報表

國中生 (80 人)	前測答對題數		後測答對題數		進步人數
	平均	標準差	平均	標準差	
釐清變因 (15 題)	13.25	7.09	13.76	6.04	35 人

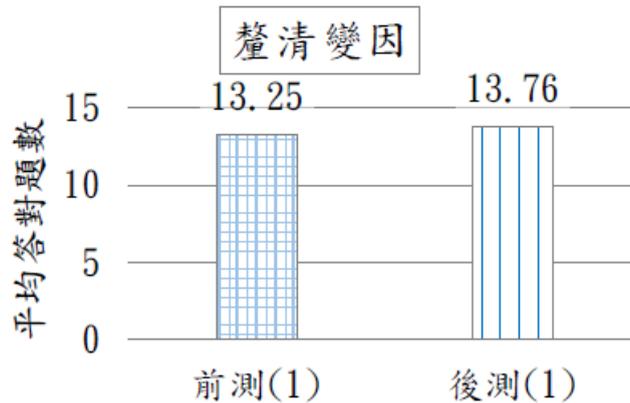


圖 3 國中生釐清變因的前、後測長條圖

研究問題 (二)

國二生在下學期引導式探究課程「前、後」的「設計方法」向度表現為何？

- 下學期的前、後測 (2) — 科學探究能力單選試題，內容為學習態度及研究設計，以評量學生在計畫介入前、後「設計方法」的學習成效。根據表 16、圖 4，八年級 (國二) 施測學生，在前測的平均答對題數為 5.47 題、後測則為 6.31 題，可觀察學生在「設計方法」答對題數方面，有成長表現。

表 16 國中生設計方法的前、後測報表

國中生 (76 人)	前測 答對題數		後測 答對題數		進步人數
	平均	標準差	平均	標準差	
設計方法 (10 題)	5.47	6.07	6.31	5.09	54 人

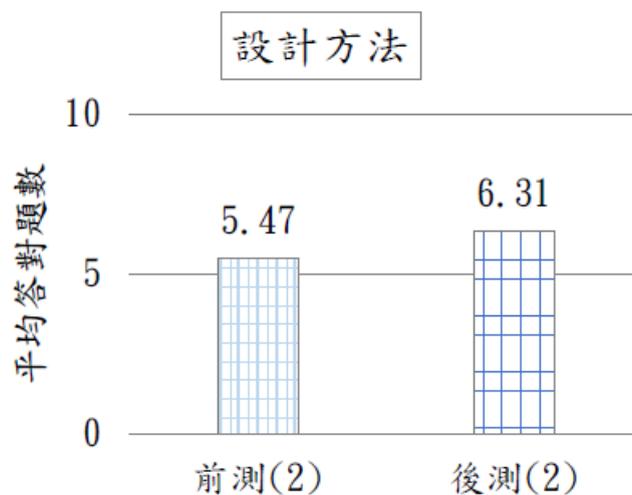


圖 4 國中生設計方法的前、後測長條圖

研究問題（三）

國二生在上學期結構式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？

- ▶ 上學期的前、後測（1）—科學探究能力單選試題，內容為學習態度及研究變因，以討論學生在計畫介入前、後「學習態度」的變化。在10個態度問題中，採第4、5、7題（如表17），輔助說明學生的學習態度變化。

根據表18、圖5，八年級（國二）施測學生，在第4、5、7題中，從前、後的比較可見學生在學習態度方面，作答平均尺度是增加的。

表17 學習態度的部分題目列表

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。

表18 上學期國中生學習態度的前、後變化報表

國中生 (80人)	前測(1)				後測(1)			
	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 上學期國中生學習態度的前、後變化長條圖

研究問題（四）

國二生在下學期引導式探究課程「前、後」的「學習態度」為何？

- ▶ 下學期的前、後測（2）—科學探究能力單選試題，內容為學習態度及研究變因，以討論學生在計畫介入前、後「學習態度」的變化。在15個態度問題中，採第6、7、15題（如表19），輔助說明學生學習科學的態度變化。

根據表19、圖6，八年級（國二）施測學生，在第6、7題中，從前、後的比較可

見學生在學習科學的態度方面，作答平均尺度有正向增加；另第 15 題的作答平均尺度則降低，亦即多數學生原本認同：科學實作結果「是」無法討論與更改的。但經由下學期課程介入後，卻改變想法認為：科學實作結果「不是」無法討論與更改的。（第 15 題詢問方向和其它 14 題不同，故以第 1~14 題計算平均尺度。）

表 18 學習科學態度的部分題目列表

第 6 題	透過實作課程，可以讓我更了解科學研究的精神。
第 7 題	透過實作經驗，可以幫助我了解事情的因果關係。
第 15 題	科學實作結果是無法討論與更改的。

表 19 下學期國中生學習科學態度的前、後變化報表

國中生 (76 人)	前測(2)				後測(2)			
	第 6 題	第 7 題	第 15 題	1~14 題 平均	第 6 題	第 7 題	第 15 題	1~14 題 平均
5 點量表 平均尺度	2.33	2.42	3.70	---	2.86	3.33	2.87	---

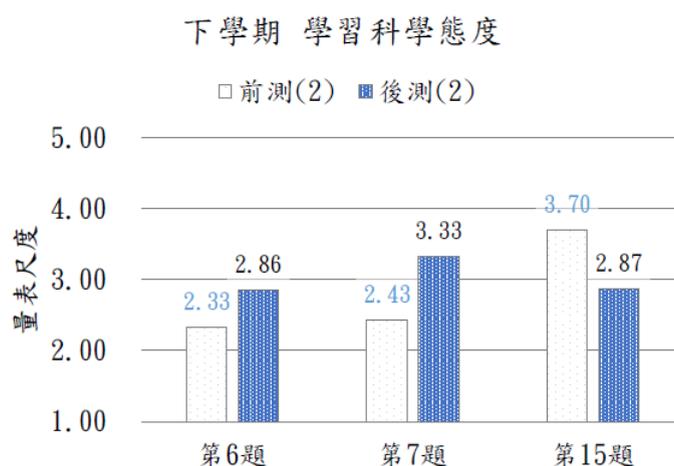


圖 6 下學期國中生學習科學態度的前、後變化長條圖

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

上、下學期的授課流程規劃不同，影響結構式與引導式探究課程的對照。本計畫原訂上學期採結構式探究課程架構，教師提供研究設計；下學期採引導式探究課程架構，換學生討論與發表研究設計；但上學期末時，根據第 1 次後測結果發現學生在科學探究能力試題成長幅度不多，因而調整細部授課流程。若以研究角度來看，授課流程的變動會造成上、下學期的對照與討論，不夠嚴謹。然而本計畫執行課程教師，同處教育現場，仍想用第一線經驗分享兩者的差別、成效與心得。

(一) 從結構式到引導式的科學探究課程研發

1. 鷹架的漸褪：本計畫雖上、下學期的授課流程不同，但在「研究設計」這方面，逐漸放手讓學生自主規劃，實則達成課程鷹架漸褪的研究目標。
2. 留白的藝術：在上學期結構式探究課程中，皆由教師提供研究設計（直接運用學習手冊告訴學生有哪些不同的實驗組）；在下學期引導式探究課程中，則換學生先思考、討論、發表研究設計，再由教師引導調整與試作，確定實驗組的規劃。上、下學期的差別，除了開放更多空間給學生，同時學生也需更多時間思考；若教師急著趕進度想告訴學生答案，缺乏等待的留白時間，就等於剝奪學生自主成長的機會了。計畫參與教師在下學期授課時，多次對於學生的發表感到驚喜，這份驚喜讓人覺得值得分享。更確切地說，學生其實是能規劃研究設計的，甚至能透過全班對話，越想越多元、越周全。只是需要時間。

(二) 師生在釐清變因的挑戰

1. 學生缺乏名詞的理解：研究變因分為控制變因、操縱變因、應變變因，但學生往往在閱讀這些名詞與聆聽其意義後，仍常常分不清楚；即便例如本計畫耗費1學期（半年）時間、共4次實作佐以學習手冊（內含研究變因分類表），仍然有相當數量的學生忘記何謂操縱變因。本計畫的觀察與想法是：
 - (1) 學生使用學習手冊並經由教師引導時，可以完成研究變因分類表；但是實作當下與實作檢討時，教師若瞬間提問，則同學們多為當機狀態。
 - (2) 如果以認知心理學角度思考，可能是學生運用這些概念的次數不夠多，所以無法將短期記憶轉為長期記憶。那就表示1學期4次實作仍不夠嗎？
 - (3) 經由計畫期中報告場合的委員指導：必須清楚學生是「無法理解名詞」？還是「無法理解實作內容」？
2. 明示教學與閱讀引導：承上述內容，教師應運用每次實作主題內容，重新複習研究變因，不宜隱晦教學（只有課堂隨時抽而效果不佳），更切勿求快。因此本計畫在下學期時，於授課流程新增「閱讀引導+影片賞析」，以利學生在實作前更充分理解實作目的與內容；並於實作後追加「檢討實作過程」，作為形成性評量，運用檢討活動，多重複習研究變因、研究設計。（後測則相當於總結性評量。）

(三) 師生在設計方法的挑戰

1. 學生缺乏練習經驗：若教師能在部定自然科學課程，多加運用實作經驗，帶領學生從事研究設計的討論，相信學生經由多次練習，是能脫離生手狀態的。
2. 課程的連結與合作：本計畫開課於校訂課程，研發的科學探究主題，除了期望引起與提升學生學習態度，更平行運用部定課程中的科學概念，增加學生熟悉科學概念與運用概念實作的機會。

(四) 學生學習態度的改變

1. 持有正向的學習態度：經過這一年的課程介入，過半學生覺得(1) 實作課程有趣、(2) 覺得參與實作課程能帶來成就感、(3) 願意跟親朋好友分享實作課程內容……等，其實也成為支持教師社群開課的最大動力之一。
2. 理解實作結果的不同：在寒假剛結束時，多數學生認為科學實作的結果是不能討論與改變的；但經過半年課程，學生累積一定實作與檢討經驗後，逐漸理解實作結果可能會有差異，並且是能夠公開討論的。這現象也點出了學生們對於「科學本質」的既有認知與改變。

(五) 教師課程執行的分享

1. 行政層面的支援：
 - (1) 需要有人核銷收據／發票，符合會計的要求，需要仔細再仔細。
 - (2) 需要教學組協助排課，因應材料共享，又教師兩兩協同。
 - (3) 需要學校支援材料收納空間。（因本校逢校舍改建，尚無實驗室。）
2. 開課社群才是最大靠山：
 - (1) 教學對話能精進教學與評量內容，社群團隊的力量功不可沒。
 - (2) 比照高中部定自然科探究課程，實作課程手忙腳亂，若無教師願意協同開課，則課程內容的深度可能因而限縮。
3. 探究主題的授課分享：
 - (1) 本計畫實施之科學探究主題，皆分享於 YouTube 頻道上；若有索取學習手冊檔案的需求，也能來信知會。
(<https://www.youtube.com/channel/UC9wp8eWwXeEIvAtBee8P0vQ>)
 - (2) 授課流程，可參考第 11 頁表 11 的下學期部分。每個探究主題的安排，以 5 週為一個單位，剛好以段考週區隔主題。因本計畫上學期時，立體投影主題曾橫跨段考週，導致主題內容的連續被打斷，影響學生回想段考前的授課記憶。
 - (3) 探究深度：本校考量學生特質，旨在研發有趣又有效的科學探究實作模組，希望此計畫內容能成為教育現場的助力之一。

六、參考資料

- 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。
- 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.