

教育部 108 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：	科學探究的「大手攜小手」鷹架課程研發（第一年）		
主持人：	呂廷鈺	電子信箱：	cdjht298@ms2.cdjh.hc.edu.tw
共同主持人：	潘麗雪		
執行單位：	新竹市立成德高級中學(國中部)		

一、計畫目的.....	二
二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員.....	三
三、研究方法.....	三
(一) 文獻支持與問題.....	三
(二) 研究對象.....	四
(三) 研究工具.....	五
(四) 課程說明.....	七
(五) 研究流程.....	七
(六) 資料收集.....	八
(七) 資料分析.....	八
四、執行進度（評估目前完成的百分比 20~30%）.....	八
五、預期成果.....	九
六、檢討.....	九
七、參考資料.....	九
八、附件.....	一〇

一、計畫目的

撰寫計畫想要申請經費挹注進行扶弱的原因有四：其一，本校校址雖為新竹市，但因於地理位置距離市區有一段距離，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，很難跟外界共享與交流學習資源。其二，本校國中部的學生家庭社經地位普遍弱勢，一個班級的學生分別由「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，達到教育部國民及學前教育署評估需要進行補救教學的人數，每班三科的總人數達全班三分之一。其三，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。其四，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。

誠如前面的說明，對本校學力較低的國中部學生而言，科學探究是非常具有挑戰的學習活動。因此，如果有經驗的高中生可以協助國中生從事科學探究活動，那麼這樣大手攜小手的形式就是另一種學習鷹架的體現。綜合上述原因，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，那麼學校教育可能就是影響孩子生涯發展的主力。所以，本校國中部自然領域教師想試著藉由完全中學的體制，先在高中部多元選修課程培訓高中生，再讓已經有經驗的高中生帶領國中生從事科學探究活動。希望這樣大手作為鷹架提攜小手的科學探究課程設計發展，不僅能彌補學生無法在實驗室體驗正規科學實驗的情況，還可能激發國中部學生的學習動機、提升國中部學生的學習成效。

基於前述背景描述，計畫中兩位教師已於 107 學年度在高中部多元選修開設「科學料理專題課程」，預先試行部分的大手攜小手科學探究課程模組（豆花模組、晶球模組、地瓜球模組），教師發現料理類的科學探究主題確能有效引起學生興趣，也促使國中部自然領域教師社群繼續研發課程。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

主持人	呂蕙鈺（地球科學、國中自然）
協同教師	潘麗雪（化學、國中自然）
行政支援	實驗研究組
環境支援	電腦教室、家政教室、學校餐廳、會議室

三、研究方法

（一）文獻支持與問題

一般來說，使用探究的教室，是混亂的。因為學習的差異性，普遍地存在每間教室。例如，有些學生可能比較快上手，但是有些學生卻不斷需要老師協助釐清事項。學生學習步調是否一致、教師教學節奏如何調整，都是師生從事探究的挑戰。所以，不同探究層次的設計，就可以作為教師設計探究活動的參考依據；下表內容即為師生不同的自主程度，進行探究活動規劃的框架。最後，McComas 與 Wood（2014）指出：探究的過程，其實就是一種認知基模的適應歷程；需要等到學生熟悉該模式的教學後，再慢慢地減少使用這些引導。

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

由於高中階段的學習深度跟國中階段不同，所以本計畫調整教育部的探究學習內容，作為比較符合國中年齡層的學習表現。於是，參考十二年國民基本教育課程自然科學領域的綱要，教育部（2018）對於探究學習內容的要求含括：（1）發現問題、（2）規劃與研究、（3）論證與建模、（4）表達與分享，然後搭配前面的文獻資料內容，整理為本計畫擬定的探究框架：（1）定義問題、（2）尋找變因、（3）形成結論、（4）表達結論。本計畫跟教育部互相對照的探究向度內容，如下表所示。

探究向度			向度內容（參考教育部）
向度	教育部	本計畫	
1	發現問題	釐清問題	當有多個問題同時存在者，能定義不同問題並且選擇優先重要的問題。
2	規劃與研究	尋找變因	判別問題相關的影響因素，並能說明因素造成的影響。
3	論證與建模	形成結論	經由探究所得的變因分析與結果解釋，形成合理的結論。
4	表達與分享	表達結論	運用口語、文字、圖表等表達方式，呈現自己的探究過程與成果。

問題：

1. 國中生在高中生作為鷹架協助「前、後」的科學探究能力表現為何？
2. 高中生帶領國中生探究科學的互動情形為何？
3. 國中生在不同探究課程的科學探究特徵為何？

（二）研究對象

1. 參與的對象：本校 108 學年度高二 28 位選修課學生、國二 A 班 20 位理化課班級學生，以及計畫執行與負責授課的 2 位自然科教師。高中選修課也是這兩位教師協同合開的科學料理專題課程。參與的學生人數，依照屆時情況做最後確定。

年段	課程	節數	教師	人數	
高二	多元選修 上	2	2	28	11 公假
	多元選修 下	2	2	?	? 公假
國二	週會、聯課	2	2	20	

2. 研究的情境：2 位計畫執行教師的身分為完全的參與者（Creswell, 2015）。分組依據為探究前測試題，以得分的高低順序作 S 型編組；高、國中皆分 5 組，高中各組為 5~6 人、國中各組為 4~5 人。

(三) 研究工具

工具的內容：研究工具(1)~(4)的架構、層次與內容，如後方表格。

(1) 能力試題—漸層飲料：收集前測、後測的資料。不提供變因說明。

(2) 學習單—軟糖：收集學生的探究學習歷程資料。提供變因說明。

(3) 學習單—晶球：收集學生的探究學習歷程資料。提供變因說明。

(4) 學習單—地瓜球：收集學生的探究學習歷程資料。提供變因說明。

(5) 其它工具：小組錄影檔、小組錄音檔、晤談錄音檔，用來收集學生互動過程中的高中生提供策略、國中生請求支援的情況和時機。

研究工具	(1) 試題	(2) 學習單	(3) 學習單	(4) 學習單
探究主題	漸層飲料	軟糖	晶球	地瓜球
探究層次	引導式	結構式	結構式	引導式
變因說明		✓	✓	✓
探究 向 度	釐清問題	教師提供	教師提供	教師提供
	尋找變因	學生形成	教師提供	學生形成
	形成結論	學生形成	學生形成	學生形成
	表達結論	學生形成	學生形成	學生形成

探究主題	漸層飲料	
探究層次	引導式	
探究 向 度	1.釐清問題	你想做出什麼樣的漸層飲料？
	2.尋找變因	(1) 影響漸層飲料製作的原因有哪些？ (2) 這些原因怎麼影響漸層飲料的形成？
	3.形成結論	你做完漸層飲料學到的科學知識？
	4.表達結論	如果要跟家人分享做漸層飲料的過程，你會怎麼說明？

探究主題	水果軟糖 1 老師指定材料	
探究層次	結構式	
探究 向 度	1.釐清問題	你想做出怎麼樣的水果軟糖？
	2.尋找變因	(1) 影響水果軟糖製作的原因有：凝固劑、酸鹼。 (2) 這些原因怎麼影響水果軟糖的形成？ (2-1) 凝固劑：明膠、洋菜，不同的凝固劑會造成不同的口感。 (2-2) 酸鹼：使用越酸的材料，越不好凝固。
	3.形成結論	你做完水果軟糖學到的科學知識？請作答：
	4.表達結論	如果要跟家人分享做水果軟糖的過程，你會怎麼說明？請作答：

探究主題	水果軟糖 2 學生自選材料	
探究層次	結構式	
探究 向 度	1.釐清問題	你想做出怎麼樣的水果軟糖？
	2.尋找變因	(1) 影響水果軟糖製作的原因有：凝固劑、酸鹼。 你帶的材料適合嗎？ (2) 這些原因怎麼影響水果軟糖的形成？ (2-1) 凝固劑：明膠、洋菜，不同的凝固劑會造成不同的口感。 (2-2) 酸鹼：使用越酸的材料，越不好凝固。
	3.形成結論	你做完水果軟糖學到的科學知識？請作答：
	4.表達結論	如果要跟家人分享做水果軟糖的過程，你會怎麼說明？請作答：

探究主題	晶球 1 老師指定材料	
探究層次	引導式	
探究 向 度	1.釐清問題	你想做出怎麼樣的晶球？
	2.尋找變因	(1) 影響晶球製作的原因有哪些？請作答： (2) 這些原因怎麼影響晶球的形成？請作答：
	3.形成結論	你做完晶球學到的科學知識？請作答：
	4.表達結論	如果要跟家人分享做晶球的過程，你會怎麼說明？請作答：

探究主題	晶球 2 學生自選材料	
探究層次	引導式	
探究 向 度	1.釐清問題	你想做出怎麼樣的晶球？
	2.尋找變因	(1) 影響晶球製作的原因有哪些？請作答： 你帶的材料適合嗎？ (2) 這些原因怎麼影響晶球的形成？請作答：
	3.形成結論	你做完晶球學到的科學知識？請作答：
	4.表達結論	如果要跟家人分享做晶球的過程，你會怎麼說明？請作答：

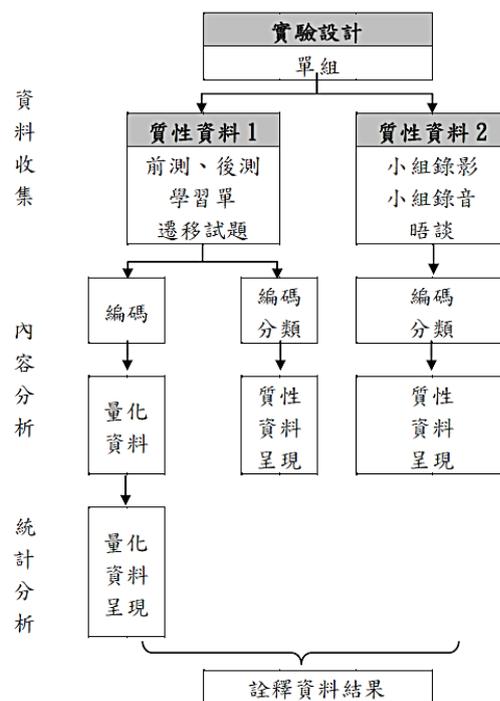
探究主題	地瓜球 1 成功與否	
探究層次	引導式	
探究 向 度	1.釐清問題	你想做出怎麼樣的地瓜球？請作答：
	2.尋找變因	(1) 影響地瓜球製作的原因有哪些？請作答： (2) 這些原因怎麼影響地瓜球的形成？請作答：
	3.形成結論	你做完地瓜球學到的科學知識？請作答：
	4.表達結論	如果要跟家人分享做地瓜球的過程，你會怎麼說明？請作答：

探究主題	地瓜球 2 指定最空心、最 Q...
探究層次	引導式
探究向度	1.釐清問題 你想做出怎麼樣的地瓜球？請作答：
	2.尋找變因 (1) 影響地瓜球製作的原因有哪些？請作答： (2) 這些原因怎麼影響地瓜球的形成？請作答：
	3.形成結論 你做完地瓜球學到的科學知識？請作答：
	4.表達結論 如果要跟家人分享做地瓜球的過程，你會怎麼說明？請作答：

(四) 課程說明

1. 科學探究活動的學習單皆由教師設計。
2. 活動進行時，兩位教師穿梭在不同小組之間，隨時注意小組是否求救、是否停滯不前；同組高中生則是一直陪伴在國中生旁邊。
3. 無論老師或高中生，皆以示範、引導此類協助策略為主，並不能直接幫助國中生全部完成。
4. 即使國中生需要老師或高中生示範，示範結束後也要國中生親自重複做一次，並說明：現在要怎麼做、為什麼要這麼做。

(五) 研究流程



(六) 資料收集

流程	時間	計畫研究內容	資料收集	備註
1	2 節課	前測：漸層飲料	科學探究能力試題	週會、聯課時間
2	2 節課	模組：軟糖	學習單、小組側錄	
	2 節課	模組：晶球	學習單、小組側錄	
	2 節課	模組：地瓜球	學習單、小組側錄	
3	2 節課	後測：漸層飲料	科學探究能力試題	
4	2 節課	晤談	學生晤談錄音內容	
5	2 節課	模組：晶球	學習遷移試題	3 週後

(七) 資料分析

研究問題	資料來源				分析方法
	試題	學習單	側錄	晤談	
1. 國中生在高中生作為鷹架協助「前、後」的科學探究能力表現為何？	✓			✓	內容分析 統計考驗
2. 高中生帶領國中生探究科學的互動情形為何？			✓	✓	內容分析
3. 國中生在不同探究課程的科學探究特徵為何？		✓	✓	✓	內容分析

四、執行進度 (評估目前完成的百分比 20~30%)

(學年度)進度內容	預備年 107上	預備年 107下	第一年 108上	第一年 108下
文獻、研發、預試、修正	████████████████████			
課程：高中生培訓			████████████████████	
修正：課程內容	████████████████████			
課程：高中攜手國中				████████████████████
分析：研究資料				█

(學年度)進度內容	預備年 107上	預備年 107下	第一年 108上	第一年 108下
文獻、研發、預試、修正	████████████████████			
課程：高中生培訓			████████████████████	
修正：課程內容	████████████████████			
課程：高中攜手國中				████████████████████
分析：研究資料				████████████████████

五、預期成果

預期完工項目	具體檢核方式（成果呈現、效益分析）
1.精緻化 4 套科學探究模組 (1) 漸層飲料模組 (2) 軟糖模組 (3) 晶球模組 (4) 地瓜球模組	(1) 授課照片紀錄。 (2) 學生前測、後測的比較分析結果。 (3) 學生學習單呈現科學探究學習歷程。 (4) 學生晤談內容的分析結果。 (5) 學生小組互動的分析結果。 (6) 與其他自然領域教師討論模組內容。 (7) 教師公開授課：每學期 1 次。 本學期已有 2 位教師入班觀課。 (1 位理化代理老師、1 位國文老師)
2.提升學生科學探究能力	(1) 學生前測、後測的比較分析結果。 (2) 辦理學生成果發表會，檢視學習成果。

六、檢討

1. 材料費用：(1) 當初設想不足、(2) 課程設計調整。
2. 課程設計：(1) 須加強先有知識、(2) 須明確傳達目標、
(3) 須有修正的機會、(4) 高中生不等於老師。
3. 工具形式：(1) 簡報使用吃力、(2) 國中紙本為主。
4. 計畫內容：(1) 小題大作並聚焦即可、(2) 課程為主。

七、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。
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*. (Vol. 2, pp.515-544). New York, NY: Routledge Press.
- 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.

八、附件

科學探究的「大手攜小手」鷹架課程研發 (第一年)

新竹市立成德高級中學
呂莚鈺、潘麗雪

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

高中生作為鷹架對國中生 培養科學探究能力的學習成效?

未來發展

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

主持人 呂莚鈺
協同教師 潘麗雪
行政支援 實驗研究組
環境支援 電腦教室? 家政教室? 學校餐廳?

照片

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

鷹架

- 教育者協助學生解決問題時的教學技巧
- 鷹架沒有拆除的話，就不叫鷹架了 (Pea, 2004)。

不同探究層次與內容 (McComas, & Wood, 2014)

選擇、提出問題者	教師	教師	學生
提供解決方法、過程者	教師	學生	學生
形成答案者	學生	學生	學生

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

探究的向度與對照 (參考教育部, 2018)

向度	教育部	本計畫	向度內容
1 發現問題	釐清問題	釐清問題	當有多個問題同時存在者，能定義不同問題並且選擇優先重要的問題。
2 規劃與研究	尋找變因	尋找變因	判別問題相關的影響因素，並能說明因素造成的影響。
3 論證與建模	形成結論	形成結論	經由探究所得的變因分析與結果解釋，形成合理的結論。
4 表達與分享	表達結論	表達結論	運用口語、文字、圖表等表達方式，呈現自己的探究過程與成果。

- 國中生在課程「前、後」的科學探究能力表現為何？
- 高中生帶領國中生探究科學的互動情形為何？
- 國中生在不同探究課程的科學探究特徵為何？

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

- 參與學生：

年段	課程	節數	教師	人數
高二	多元選修上	2	2	28
	下	2	2	?
- 搭配課程：高二 多元選修上 2 2 28 11公假
- 授課教師：

國二	週會、聯課	2	2	20
----	-------	---	---	----

4. 研究情境：執行教師為完全的參與者 (Creswell, 2015)。

5. 分組依據：國二，以探究前測試題，得分的高低順序作S型編組，4人一組，分5組。

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

變因說明

前測 X O O X 後測

軟糖 晶球 地瓜球

評量工具1 教學工具1 教學工具2 教學工具3

漸層飲料 (密度、濃度) (黏稠度、酸鹼) (浮力、彈性)

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

- 設計學習單 / 實作各2次
- 穿梭各組協助

	軟糖	晶球	地瓜球
學習單	釐清問題	○	○
設計架構	尋找變因	○	○
	形成結論	X	X
	表達結論	X	X

1.目的 2.執行 3.方法 4.進度 5.預期 6.檢討 7.參考

單組前後測

資料收集：質性資料1 (前、後測 學習單 3x2=6份), 質性資料2 (小組錄影 小組錄音 晤談)

內容分析：編碼

統計分析：量化 質性

1.目的	2.執行	3.方法	4.進度	5.預期	6.檢討	7.參考
<ul style="list-style-type: none"> 文獻支持 研究對象 研究工具 課程說明 研究過程 資料收集 資料分析 	研究問題		資料來源		分析方法	
			試題 學習單	例錄 晤談		
1.國中生在課程「前、後」的科學探究能力？	✓				✓	內容分析 統計考驗
2.高中生帶領國中生探究科學的互動情形？				✓	✓	內容分析
3.國中生在不同探究課程的科學探究特徵？		✓	✓	✓	✓	內容分析

1.目的	2.執行	3.方法	4.進度	5.預期	6.檢討	7.參考
<ul style="list-style-type: none"> 文獻支持 研究對象 研究工具 課程說明 研究過程 資料收集 資料分析 	探究的向度與對照 (參考教育部-2016)					
	向度	本計畫	向度內容	評分說明		
1.釐清問題		當有多個問題同時存在者，能定義不同問題並且選擇優先重要的問題。				
2.尋找變因		判別問題相關的影響因素，並能說明因素造成的影響。		(1)尋找變因 (2)變因影響 (3)變因類型		
3.形成結論		經由探究所得的變因分析與結果解釋，形成合理的結論。		科學性結論		
4.表達結論		運用口語、文字、圖表等表達方式，呈現自己的探究過程與成果。		教學面!		

1.目的	2.執行	3.方法	4.進度	5.預期	6.檢討	7.參考
短程進度 (第一年)	(學年度)進度內容	預備年 107上	預備年 107下	第一年 108上	第一年 108下	
	文獻、研發、預試、課程：高中生培訓 修正：課程內容 課程：高中攜手國中 分析：研究資料	目前 20-30%				
長程進度 (每輪)	(學年度)進度內容	第1學年 上學期	第1學年 下學期	第2學年 上學期	第2學年 下學期	
	高中攜手國中 國三攜手國小					

1.目的	2.執行	3.方法	4.進度	5.預期	6.檢討	7.參考
	預期完工項目		具體檢核方式 (成果呈現、效益分析)			
1.精緻化4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) 學生學習單呈現的科學探究學習歷程樣貌。 (4) 學生晤談內容的分析結果。 (5) 學生小組互動的分析結果。 (6) 與其他自然領域教師討論模組內容。 (7) 教師公開授課：每學期1次。2				
2.提升學生科學探究能力		(1) 學生前測、後測的比較分析結果。 (2) 辦理學生成果發表會、檢視學習成果。				

1.目的	2.執行	3.方法	4.進度	5.預期	6.檢討	7.參考
	<ul style="list-style-type: none"> 須加強先育知識 須明確傳達目標 須有修正的機會 高中生不屬於老師 		<ul style="list-style-type: none"> 小題大作即可 課程為主 			
1.材料費用	2.課程設計	3.工具形式	4.計畫內容			
<ul style="list-style-type: none"> 當初設想不足 課程設計調整 		<ul style="list-style-type: none"> 簡報使用吃力 國中紙本為主 				

1.目的	2.執行	3.方法	4.進度	5.預期	6.檢討	7.參考
	(一) 中文					
	教育部 (2016) 。十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域。臺北市。 謝宗熙 (2013) 。專業理論的發展：類型、模式與對科學教學的啟示。科學教育月刊，(364)：2-16。 潘世偉 (2002) 。教學上的廣義態度。師範教育學報，16：263-294。					
	(二) 英文					
	Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), <i>Handbook of research on science education</i> (Vol. 2, pp.515-544). New York, NY: Routledge Press. Creswell, J. W. (2015). <i>Research design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches</i> . Thousand Oaks, CA: Sage publications. McComas, M., & Wood, L. (2014). Inquiry Instruction. In W. F. McComas (Ed.), <i>The language of science education</i> (pp. 52-54). Boston, MA: Sense Publishers. Baeder, A. (2014). Scaffolding. In W. F. McComas (Ed.), <i>The language of science education</i> (p. 84). Boston: Sense Publishers. Pea, R. D. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. <i>The journal of the learning sciences</i> , 13(3), 422-451. Vygotsky, L. S. (1978). <i>Mind in society: The development of higher psychological processes</i> . Cambridge, MA: Harvard Press. Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. <i>Journal of Child Psychology and Psychiatry</i> , 17(2), 89-100.					