

教育部110年度中小學科學教育計畫專案

成果報告

計畫編號：21

計畫名稱：教師科學探究本質觀及教學實務對學生科學探究本質表現的影響暨課程評量規準發展

主持人：張珮珊

執行單位：嘉義縣立永慶高中

壹、計畫目的及內容：

新課綱自然領域的變革之一是期望教師透過「探究與實作」課程的實施來提升學生科學概念學習、培養科學探究能力、進而發展對科學本質與科學探究本質的理解。本校教師社群已發展並試行一年「科博文探論-神廚賽恩師(science)」探究實作課程，培養學生科學概念、探究能力等發展，然而針對科學探究本質(Nature of Scientific Inquiry, NOSI)之學習表現的探討則闕如。科學探究本質探討科學家如何進行研究工作、如何創造和接受科學知識過程的觀點(Lederman, Lederman, Bartos, Bartles, Meyer & Schwartz, 2014)，包含下述八大面向：

1. 科學探究都始於一個問題，但未必要檢驗一個假設
2. 科學探究並沒有單一的設計和遵循的步驟順序，即沒有單一科學方法
3. 探究歷程由問題來引導
4. 所有科學家即使執行相同步驟也可能得到不盡相同的結果
5. 科學探究的程序會影響結果
6. 研究結論必須與收集的數據一致
7. 科學數據與科學證據不同
8. 解釋是發展自所收集的數據和已知訊息的組合

國外的研究顯示，職前科學教師會轉化其科學探究本質的理解為其教學實踐(Mesci, Çavuş-Güngören, & Yesildag-Hasancebi, 2020)，是以教師的科學探究本質的觀點可能影響學生對科學探究本質的理解。在強調「探究與實作」的「科博文探論」課程中，適合用以描述學生對科學探究的觀點，進而協助學生發展科學探究本質的理解。不過，台灣教學現場多數教師於職前師資培育或在職進修期間似乎都很少經驗真實科學研究的機會，可能不容易透過探究實作課程傳達適切的科學探究概念(informed view)以培養學生的科學探究本質觀。本校社群中各協同教師於職前師資培育期間多是食譜式科學實驗訓練，過去10~20年以上的實驗室教學也多是根據教科書規畫的實驗活動引導學生進行食譜式實驗為主。雖然前一年積極發展探究導向的實驗課程(包含教材和試行)，但研究者發現每位授課老師對什麼是科學探究確實有不同的看法，對於探究引導的重點也不盡相同，此差異的關鍵可能是每位老師對科學探究本質的見解不同，是以瞭解教師彼此所持有的科學探究本質觀點對本校探究實作課程的實施有急迫探討之必要。因此，本計畫首先欲瞭解本校科學教師與學生的科學探究本質觀。

科學教師可能持有相對純真的科學探究本質觀(naive view)，強化「科學家-科學教育學者-科學教師」夥伴關係應能提供在職科學教師進行相關的專業發展。科學家與科學教師之間的夥伴關係意指一群科學家或科學教育專家和科學老師間專業的合作關係，目標是協助教師實施基於探究的科學課程(Mansour, 2015)。科學家與科學教師直接合作不僅能加深科學老師對內容知識的理解，科學家也能提供關於科學探究的新見解，以協助教師洞察科學探究本

質(Loucks-Horsley et al, 2003; Tanner, Chatman, & Allen, 2003)，不過，在與不同科學家和科學教師合作的歷程中也發現，科學家與科學教師間的夥伴關係也不一定是科學教師理解科學探究本質而能轉化給學生的保證。科學家的引導模式及教師參與程度也都會影響此轉化能力(Hughes, Molyneaux, & Dixon, 2012)。科學家與科學教師是二種完全不同的角色訓練，對研究、教學、學生的學習都持有不同的看法，而在科學家與科學教師間的夥伴關係中，瞭解二種角色之區別的科學教育學者，也許更能夠幫助科學教師轉化科學探究本質為教學實踐，以協助學生更理解科學探究與實作的內容與本質。研究者具有五年以上實驗室科學探究經驗，也有十年以上之中學實務現場任教科學之歷練，是以為科學家和科學老師雙重經驗的科學教育學者，應可作為中介者，透過強化更密切的科學家-科學教育學者-科學教師之夥伴關係，藉由相互觀課、議課進行教學觀察與回饋，幫助社群教師真實、充分且適切的理解科學探究本質，進而提升社群教師探究實作課程實施之相關的教學內容知識與教學實踐。因此，本計畫邀請大學端科學家、科學教育專家進入社群指導，強化本校既有探究教師社群中「科學家-科學教育學者-科學教師」夥伴關係，並計畫於暑假辦理學生的科學探究營隊與教師研習，藉由說課、觀課、議課之角色互換，來協助科學教師探索更全面的科學探究本質觀點。

系統性的對話協商、批判與回饋是科學探究的核心特色之一，社群實踐如何影響科學探究也是科學探究本質探討的內涵，本研究除了透過強化「科學家-科學教育學者-科學教師」社群對話來探索彼此的科學探究本質外，學生在「科博文探論-神廚賽恩師(science)」的課程組成的「科學社群」對其科學概念、探究能力與科學探究本質發展也有一定的影響。試行課程中雖有同儕間研究問題、設計、結果等發表與分享，不過研究者也觀察到，因為缺乏相對應的同儕評量規準，以致各組間的對話品質參差不齊，是以本研究擬根據前述八大科學探究本質面向，開發一套適用於評量探究對話歷程的規準「科學探究-同儕評量規準 Scientific Inquiry Peer Assessment Rubric(SIPAR)」，以協助學生聚焦分享表達的重點，並作為課室中形成性實作評量的一環。而教師形成性評量部分主要則延續研究者於109計畫中建構課程教材(Journal of Scientific Practice, JSP)之反應評分規準的概念，研究者與社群教師必須基於八大科學探究本質內涵，再根據「科博文探論-神廚賽恩師(science)」各單元目標、任務類型及參考學生回應來發展「建構反應型評量」：8-JSP 評分規準。以有效且客觀的方式來評估學生於科學探究實作歷程的科學認知、探究能力、科學探究本質的學習表現，並基於研究證據持續精緻化八年級「科博文探論-神廚賽恩師(science)」課程。

貳、研究方法及步驟：

(一)研究方法

本研究採質量合併之行動研究，研究者擬先強化本校既有探究教師社群中「科學家-科學教育學者-科學教師」夥伴關係，邀請大學端科學家、科學教育專家進入社群指導，並針對由本校科學教師所發展實施之「科博文探論-神廚賽恩師(science)」課程規劃為期一年的說課、觀課、議課之共備會議，協助科學教師發展適切之科學探究本質觀點，逐一調整基於探究的教學法，開發相應的形成性評量：「科學探究同儕評量規準 Scientific Inquiry Peer Assessment Rubric(SIPAR)」，課程教材(8-Journal of Scientific Practice, 8-JSP)內的單元學習單的評分規準。因此，本研究計畫於課程前後蒐集任課之科學教師及其學生之科學本質觀點資料，再將問卷數據轉化為頻率百分比，分析科學本質之各面向觀分佈以進行資料詮釋。此

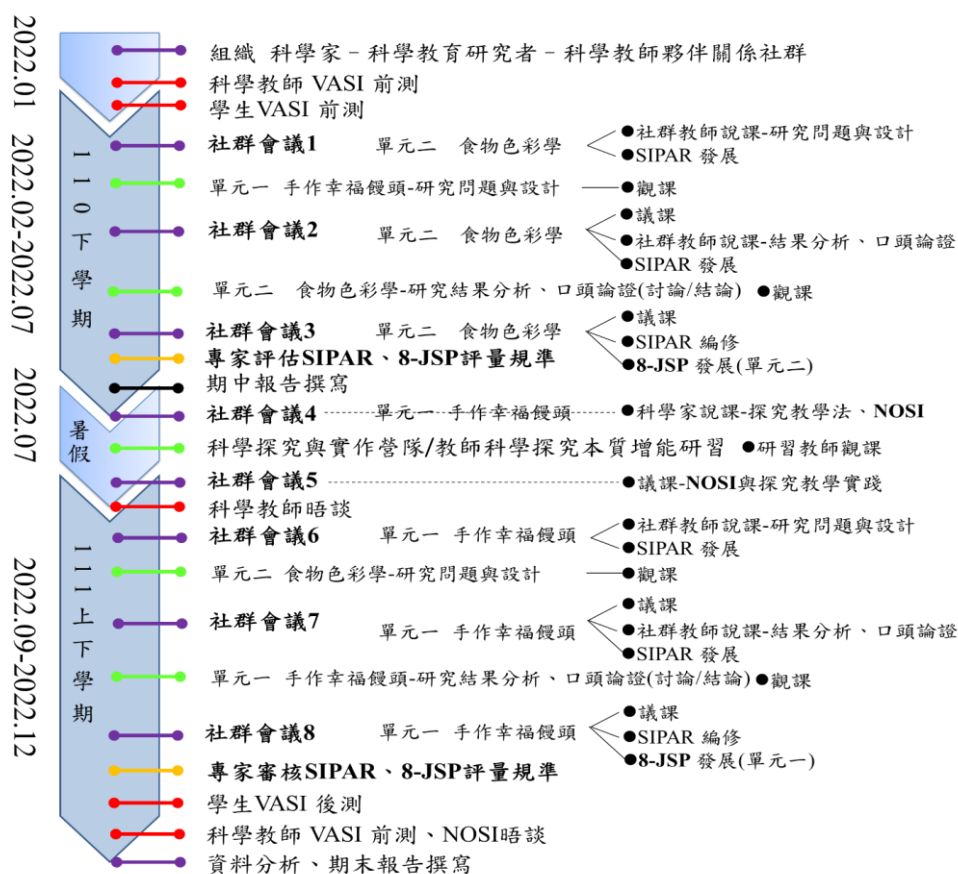
外，本計畫擬於暑假辦理學生的科學探究營隊與教師研習，藉由說課、觀課、議課來協助科學教師探索更全面的科學探究本質觀點，再透過教師反思、課程錄影、學生學習單、科學家與科學教育學者之課程回饋資料，以及晤談紀錄瞭解科學教師之科學探究本質觀點的變化，以及科學探究本質觀點變化對其科學探究教學實務、學生科學探究本質觀點的影響。研究流程、步驟與進度如圖一。

(二)研究對象

本研究之研究場域為研究者任教的嘉義縣立永慶高中，研究對象之一為國中部八年級全體學生六班共計150人，3~4人為一組進行科學探究與實驗活動。學生年齡約13-14歲，均有參與本校七年級彈性學習課程「科博文探論-科學花路米」的經驗。研究教師部分為之本校科學教師共7位自然科教師，四位教師實際任教「科博文探論」課程。

(三)研究工具、資料生收集與分析

本研究主要研究工具為Lederman等人(2014)所發展的評量工具—關於科學探究的觀點問卷(The Views About Scientific Inquiry Questionnaire, VASI)，包含七個開放性問題探討關於科學探究本質觀的八大面向。本研究採用劉湘瑤教授團隊所翻譯的中文版本問卷，以評量科學教師與其學生於參與「科博文探論-神廚賽恩師(science)」課程前、後的科學本質觀變化。問卷分析主要根據Lederman等人(2014)發展的評量規準，將科學教師與其學生之回應分為「充分適切的(informed)」、「混和的(mixed)」、「純真的(naive)」等三類觀點，將數據轉化為頻率百分比，再進行統計檢定以評估師生於課程前後科之學探究本質觀變化。其他質性資料如課室錄影、反思日誌與晤談紀錄等則進行原案分析與三角校正以協助結果的詮釋。

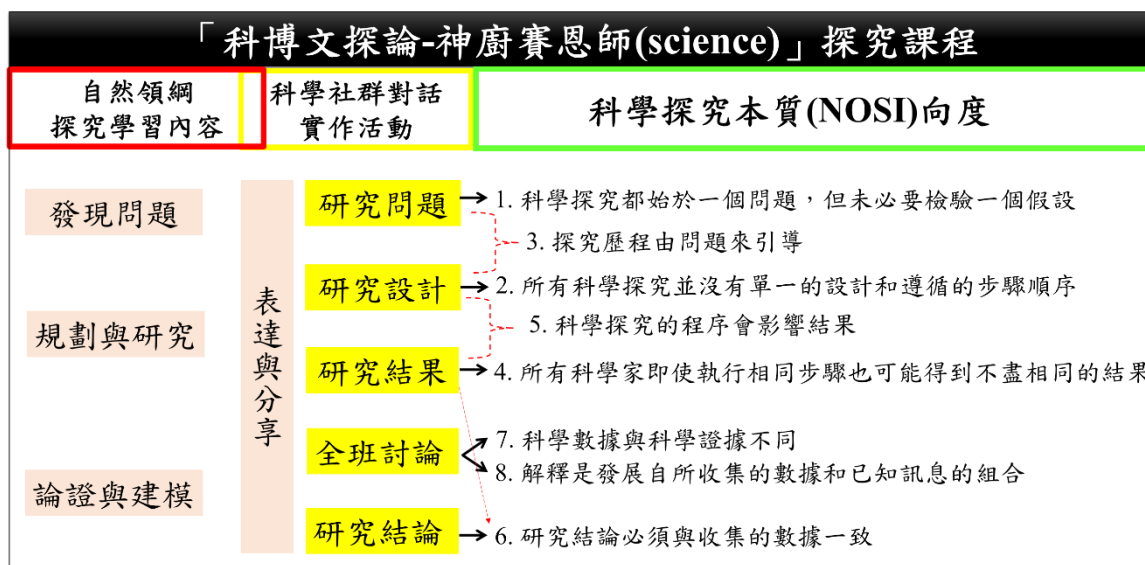


圖一、整體研究架構與工作進度。

(四)課程形成性評量之規準的發展:

1. 發展科學探究同儕評量規準 (SIPAR):

試行課程模擬科學社群對話的部分包含同儕間研究問題、假設、研究設計、研究結果、全班討論與研究結論等發表與分享，同儕評量規準主要針對這些部分嘗試對應八大科學探究本質內涵來發展，如圖二所示。以研究設計部分為例，擬以先前發表的寫作評分表為基本框架，如變因選擇與控制、研究流程完整性、研究流程有效性等，如圖三 A，再根據表達分享的特性，口語表達清晰程度、台風表現、時間掌控、回應答辯等面向，並結合專家建議來逐一發展，如圖三 B。



圖二、自然領綱探究內涵、社群對話實作活動及可發展之科學探究本質的對應。

A.

3 個次向度 (次向度劃分數:3)	標準	等級
D-1 實驗變因的選擇與控制	□無法分辨實驗變因	1
	□能正確選擇與定義一種實驗變因	2
	□能正確選擇與定義二種實驗變因，但變因控制不全	3
	□能正確選擇與定義三種實驗變因，變因控制尚可	4
	□能正確選擇與定義三種實驗變因，變因控制健全	5
D-2 實驗流程的完整性	□無法列出實驗步驟，或條列之步驟有誤	1
	□僅列出不完整步驟且部分步驟有誤	2
	□能概述所有步驟，但不合邏輯，或描述的不夠清楚	3
	□能概述所有步驟，且以簡易示意圖協助說明實驗步驟	4
	□清楚列出所有步驟，並完整描述每一步驟，且輔以詳細之示意圖說明實驗步驟	5
D-3 實驗流程的有效性	□實驗步驟不包含數字與單位	1
	□實驗步驟僅包含正確數字	2
	□實驗步驟包含正確數字，但單位不明或有誤	3
	□部分實驗步驟包含正確數字與單位	4
	□所有實驗步驟包含正確數字與單位	5

B.

表現		5	4
向度			
內容	完整度	內容完全正確且深入，依照內容修飾呈現，文字長度適宜，確實標示出重點。	正確表達扼要通順，依照內容修飾呈現，且有層次的確實表達重點。
	圖表	能運用圖表分析，完整呈現架構，表達出事件(問題)背後的意涵，表達自我的想法。	能運用圖表呈現，表達出事件(問題)的意涵，但未能充分說明。
口語表達		口語表達清楚，表達生動活潑，能吸引聽眾注意，且聯繫前後文句依情境變化，適切掌控語速，語調有抑揚頓挫。	口齒清晰，有架構的說明，清晰。
回應答辯		使用合宜的資訊清楚回答觀眾問題。	清楚回答觀眾的問題。
白板簡報效果		效果與內容相呼應，整體畫面、色調呈現舒適。適當強化重點或吸引觀眾注意。	效果與內容相呼應，整體畫面、色調呈現尚可。有強化重點或能適當吸引觀眾注意。

圖三、科學探究同儕評量規準發展參考示例(以研究設計為例)。

(A)研究設計參考規準；(B)表達分享參考規準。

2. 發展八年級課程教材(8-JSP)之建構反應評分規準：

教師評量的課程形成性評量部分，主要為「科博文探論-神廚賽恩師(science)」試行課程教材(8-Journal of Scientific Practice, 8-JSP)內的單元學習單(如圖四)，包含研究問題、假設、實驗設計、研究結果、全班討論與研究結論，均為開放式回應框，因此研究者與社群教師必須基於八大科學探究本質內涵，再根據各單元目標、任務類型及參考學生回應來發展「建構反應型評量」的評分規準，以評量學生在課程中表現的科學認知、探究能力及闡釋表達的能力。



GO! 探究活動 手作幸福饅頭

我們想要探討：對手作饅頭製成的影響

因為我覺得：(請說明選擇該探究變因的理由)

研究問題

NOSI 1. 科學探究都始於一個問題，但未必要檢驗一個假設

探究結果紀錄

實驗前	CO ₂	乙醱	麵粉量	成長百分比
實驗前				
實驗後				

實驗後(請將以...數據繪製圖表並貼出圖表分析資料)

NOSI 4. 所有科學家即使執行相同步驟也可能得到不盡相同的結果

Think 我的研究設計

本實驗的「探究變因」為...
本實驗的「控制變因」為...
可能的結果「應變變因」為...

我的食譜：幸福饅頭

NOSI 2. 所有科學探究並沒有單一的设计和遵循的步驟順序

就整體的探究成果而言，你有看出什麼趨勢嗎？
不同組別選擇的探究變因都會影響實驗變化，
或影響口感嗎？

NOSI 8. 解釋是發展自所收集的數據和已知訊息的組合

在此完整探究歷程中，你能獲得什麼最終結論？
綜合各組探究結果，你覺得饅頭要...會更好吃？

NOSI 6. 研究結論必須與收集的數據一致

圖四、科博文探論-神廚賽恩師(science)」試行課程教材(8-Journal of Scientific Practice, 8-JSP)內的單元學習單及可發展之科學探究本質的對應。

(五)科學探究營隊與教師科學探究本質增能研習：

本計畫擬於暑假辦理二天的學生科學探究營隊與教師研習，藉由說課、觀課、議課之角色互換，來協助科學教師探索更全面的科學探究本質觀點。學生科學探究營隊部分，擬邀請彰師大理學院相關科系的教授(科學家角色)擔任科學探究實作課程之授課教師，引導學生進行研究問題擬定、假設、實驗設計、研究結果分析與詮釋(數據轉化證據)、口頭論證等歷程。教師科學探究本質增能研習部分，擬安排授課教授與本校社群教師及其他有興趣之科學教師於營隊課程前一小時進行說課，授課教授引導學生進行科學探究時，科學教師進行觀課，並於營隊課程後進行探究課程教學引導、科學探究本質探索與反思等討論，以瞭解科學教師之科學探究本質觀點變化，以及科學探究本質觀點變化對其科學探究教學實務、學生科學探究本質觀點的影響。

參、研究成果與完成進度

表一、計畫實施成果總表

執行情形	<p>科學探究本質觀點發展方面：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.完成社群科學教師 VASI 前測 2.完成參與學生 VASI 前測 3. 111.01.02辦理『科學探究本質觀點教師研習』-師大劉湘瑤教授。 4. 111.01.20辦理『教師科學探究本質觀撰寫與反思』知能研習。 5. 111.02.14辦理『SIPAR 設計準則』教師會議。 6. 111.03.28辦理『融入科學探究本質教學』教師議課。 7. 111.05.20辦理『SIPAR-實驗設計評量規準討論』教師會議。 8. 111.09.10辦理『融入科學探究本質教學-8年級科博文探論』教師說課。 9. 111.11.25辦理『探究課程評量規準 SIPAR 實施』觀課研習-台大李昇翰研究員。 10. 111.12.07辦理『探究課程暨評量規準 SIPAR 編修』知能研習。 <p>課程形成性評量之規準的發展：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 8年級科博文探論 單元一二 SIPAR 之建立與編修 -彰師大簡頌沛教授 2. 8-JSP 之評分規準建與答案示例 -彰師大溫嫩純教授 <p>學生與教師科學探究與本質增能研習方面：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 舉行為期2天之學生科學科學探究營隊-彰師大李奇英教授 2. 舉行為期2天之教師科學探究課程說/觀/議課暨科學本質增能研習 3. 完成參與學生之科學探究學習單作品彙整 4. 完成參與學生之科學探究與本質反思回饋 5. 完成研習科學教師反思回饋
執行效益	<p>●量化效益</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.社群教師： <ol style="list-style-type: none"> (1)發展編修適用於本校學生之科學探究同儕評量規準 (SIPAR) (2)發展一套適用於課程教材8-JSP 評分規準 (2)參與二天由科學家引導之科學探究本質觀摩研習 2.全校八年級參與學生： <ol style="list-style-type: none"> (1)參與二天探究與實作單元-食物色彩學、手作幸福饅頭 (2)撰寫一份完整科博文探論之神廚賽恩師的課程教材: 8-JSP 3.營隊參與學生： <ol style="list-style-type: none"> (1)參與二天探究與實作課程-「科學探究舌尖上的魔術師：檸檬嚐起來是甜的？」 (2)撰寫一份完整「科學探究舌尖上的魔術師：檸檬嚐起來是甜的？」的課程教材 <p>●質化效益</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.社群教師： <ol style="list-style-type: none"> (1)教師能透過增能研習，促進科學探究本質的課程教學與探究本質評量之知能。 (2)教師能察覺己身與學生之科學探究本質觀點差異，透過融入科學探究本質觀點的教學引導學生體驗更全面的科學探究本質觀，以發展適切的科學探究本質觀。 (3)社群教師於科學課室中，實施融入科學探究本質觀之探究課程意願的提升。 (4)教師能引導學生運用『科學探究同儕評量規準 (SIPAR)』以即時且全面評估學生參與科學探究課程的學習表現。 (5)教師能運用『課程教材8-JSP 評分規準』評估學生參與科學探究課程學習表現。

	<p>(6)教師能覺察分析師生科學探究本質觀的差異，培養科學探究、課程設計、評量發展與有效社群溝通協調、與對話能力，持續進行專業發展之動能。</p> <p>2.參與學生：</p> <p>(1)透過多元的科學探究歷程、有效且客觀評量來提升學生對科學核心概念、科學探究本質之理解、科學探究能力的培養。</p> <p>(2)學生透過科學探究歷程發展其批判思考、溝通表達與團隊合作的能力，並能遷移至其他學習情境，以科學思維解決生活所面臨的問題。</p>
--	--

(一)科學探究本質觀：

1. 學生與教師之科學探究本質觀的比較：

研究者已針對科學探究的觀點問卷(VASI)七個開放性問題，即 Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6、Q7進行分析，以分別探討以下科學探究本質觀點

Q1:科學探究並沒有單一的設計和遵循的步驟順序，即沒有單一科學方法

Q2:科學探究都始於一個問題，但未必要檢驗一個假設

Q3:所有科學家即使執行相同步驟也可能得到不盡相同的結果、科學探究的程序會影響結果

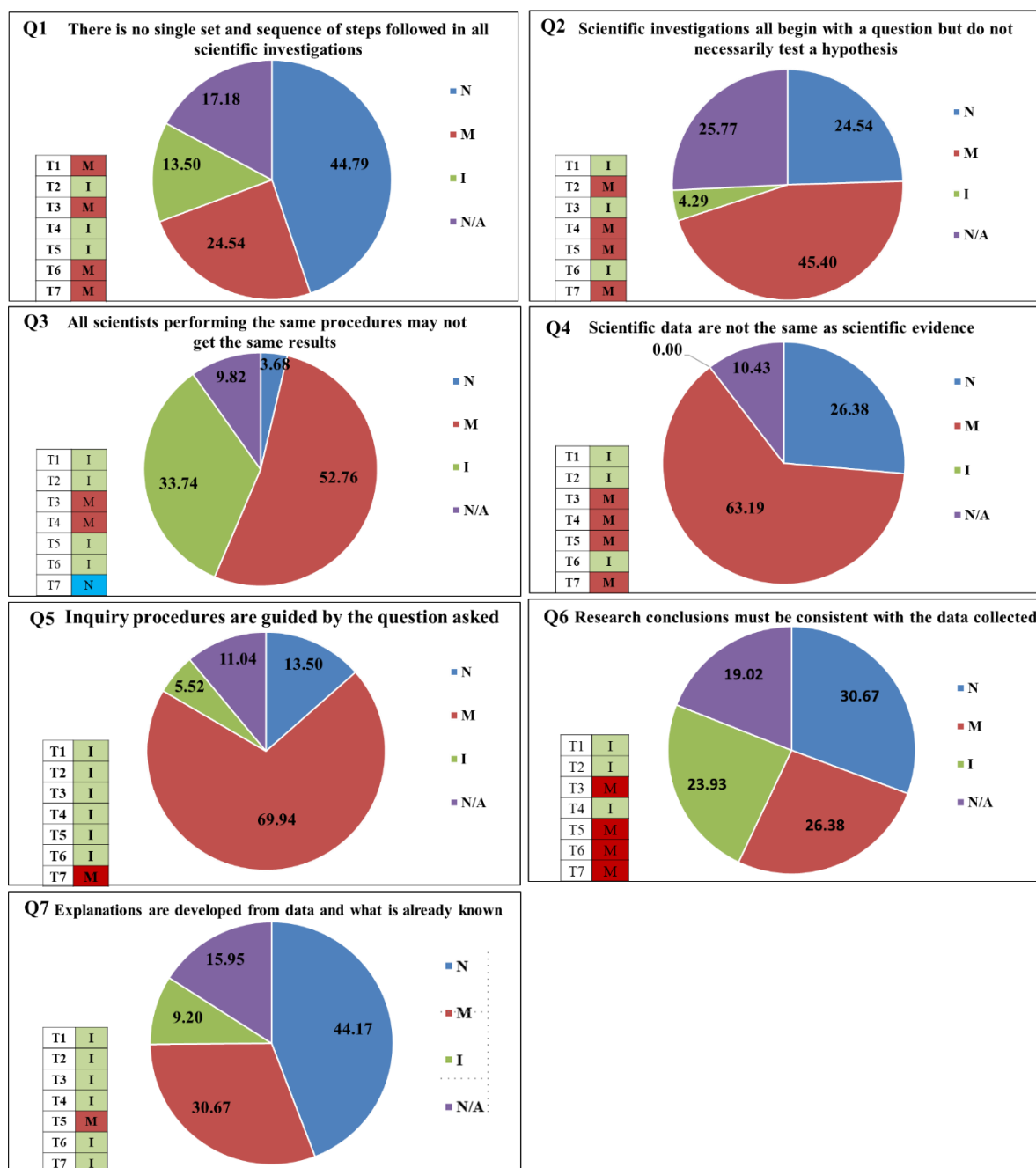
Q4:科學數據與科學證據不同

Q5:探究歷程由問題來引導

Q6:研究結論必須與收集的數據一致

Q7:解釋是發展自所收集的數據和已知訊息的組合

初步研究發現，學生對「(Q1)科學探究並沒有單一的設計和遵循的步驟順序，即沒有單一科學方法」、「(Q7)解釋是發展自所收集的數據和已知訊息的組合」持有較高比例的純真觀點(Naive view)；「(Q3)所有科學家即使執行相同步驟也可能得到不盡相同的結果、科學探究的程序會影響結果」則持有較高的充分適切的觀點(Informed view)；「(Q2)科學探究都始於一個問題，但未必要檢驗一個假設」、「(Q4)科學數據與科學證據不同」、「(Q5)探究歷程由問題來引導」持有較高比例的混和觀點(Mixed view)。科學教師在「(Q5)探究歷程由問題來引導」也多理解「研究結論必須與收集的數據一致」、「(Q7)解釋是發展自所收集的數據和已知訊息的組合」有比較充分適切的觀點(Informed view)。



圖五、師生科學探究本質觀百分比。

2. 社群會議:



圖六、科學探究本質與評量的教師研習。



圖七、教師社群會議。A.教師科學探究本質觀撰寫與反思；B.教師 SIPAR 討論與設計；C.教師說課；D.教師議課與8-JSP 實驗設計評量規準討論；E. 8年級科博文探論教師說課；F. 探究課程評量規準 SIPAR 實施觀課研習；G. 探究課程暨評量規準 SIPAR 編修。

(二)課程形成性評量之規準的發展：

1. 發展科學探究同儕評量規準 (SIPAR):

A 台(口頭)報告評分表 班 受評組長姓名: / 號 報告者姓名: / 號 日期:			
評分項度/等級	3	2	1
科學內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
正確性	>80%	80%-50%	<50%
口語表達	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
易理解性			
①有邏輯/架構	>80%	80%-50%	<50%
②表達清晰 (口齒/語調/語速/流暢)			
回應答辯	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①聚焦問題回應	>80%	80%-50%	<50%
②答辯易理解性			
③使用訊息之正確性			
特殊加分(須文字說明)			
①組員/組長補充說明			
②其他			
總計	評分者: 班 號 姓名		
評分者建議			



圖八、科學探究同儕評量規準 Scientific Inquiry Peer Assessment Rubric(SIPAR)發展與使用。A. SIPAR 第一版；B.教師說明 SIPAR 評量規準與使用方式；C.學生嘗試以 SIPAR 評量同儕實驗設計的報告

A-1 (口頭)報告評分表

3 班 受評組長姓名: 號 報告者姓名: 日期: 4/

評分項度/等級	3	2	1
科學內容	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
正確性	>80%	80%-50%	<50%
口語表達	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
易理解性			
①有邏輯/架構 ②表達清晰 (口語/語調/語速/流暢)	>80%	80%-50%	<50%
回應答辯	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
①聚焦問題回應 ②答辯易理解性 ③使用訊息之正確性	>80%	80%-50%	<50%
特殊加分(須文字說明)	<input checked="" type="checkbox"/>		
①組員/組長補充說明 ②其他	因為答辯沒有針對問題回答		
總計	評分者: 3 班 號 姓名 林建輝		
評分者建議	沒有寫完, 沒有圖, 讓大家都聽不懂, 也沒辦法吸收, 所以必須在之前規劃好成文工作		

A-2 (口頭)報告評分表

303 班 受評組長姓名: 號 報告者姓名: 1/0 號 日期: 2/

評分項度/等級	3	2	1
科學內容	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
正確性	>80%	80%-50%	<50%
口語表達	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
易理解性			
①有邏輯/架構 ②表達清晰 (口語/語調/語速/流暢)	>80%	80%-50%	<50%
回應答辯	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①聚焦問題回應 ②答辯易理解性 ③使用訊息之正確性	>80%	80%-50%	<50%
特殊加分(須文字說明)	<input checked="" type="checkbox"/>		
①組員/組長補充說明 ②其他	沒有問題, 我聽著聽著		
總計	評分者: 303 班 號 姓名 張子銘		
評分者建議	不要緊張, 容易結巴, 時間要分配好, 補充太多, 下面都沒說到		

B-1 究同儕評量規準 Scientific Inquiry Peer Assessment Rubric(SIPAR)-口頭報告評分表

使用心得: 班級 203 座號 8 姓名 職務 小組長(第一組)

Q1	相較於之前報告以 1-10 的自由評分, 使用此 評量規準 對於我評量他組的實驗設計報告有什麼影響?
A1	可以讓我有更明確的評分內容可以評分他人的報告內容, 在更明確的決定大概的分數, 這評量規準也有更多表格化和範例, 來讓我們可以簡單又快速的做出決定。
Q2	我們拿到同儕給的評分表回饋 對於我們這組實驗設計修改、未來報告等有什麼影響?
A2	如果從他們的評分表回饋來看, 可以大概評估自己的報告結果和成效, 我覺得這影響到我們以後該怎麼去報告給其他組的組員, 讓我要優先和自己組的組員溝通是重要的內容。
Q3	評分表使用或修改建議:
	1. 希望? 項加分內容的加總不要 10, 這樣子可以比較好計算。 2. 希望要添加一定要填或是不用的提醒, 不然會造成有人空白的情形。

B-2 究同儕評量規準 Scientific Inquiry Peer Assessment Rubric(SIPAR)-口頭報告評分表

使用心得: 班級 205 座號 22 姓名 職務 組長

Q1	相較於之前報告以 1-10 的自由評分, 使用此 評量規準 對於我評量他組的實驗設計報告有什麼影響?
A1	能更清楚評分規則, 依照上面的評分項度, 思考時有方向性, 還可以給受評者些建議。
Q2	我們拿到同儕給的評分表回饋 對於我們這組實驗設計修改、未來報告等有什麼影響?
A2	帶來的影響是我們可以容易的知道我們哪裡不好, 例如: 我們口語表達大部分視評的較低分, 就可知道這一部分不好。評分者的建議, 使我們知道如何改善。
Q3	評分表使用或修改建議:
	我覺得可以再每個評分部分用粗線框起來。 還可以增加一個表格給我們計算加分。

C

303 班 姓名 日期: 11/25

從同學的報告中, 我發現同學的實驗設計...

評分項度/等級	3	2	1	0
P-1 實驗變因的選擇	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①無法分辨實驗變因 ②僅能正確選擇與定義一種實驗變因 ③能正確選擇與定義二種實驗變因 ④能正確選擇與定義三種實驗變因				
P-2 實驗變因的控制	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①無法控制任何實驗變因 ②僅能考量與控制一種實驗變因 ③能考量與控制一半數量的實驗變因 ④能考量與控制絕大多數的實驗變因				
P-3 實驗設計說明	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①沒有實驗設計示意圖, 也沒有文字說明 ②有實驗設計示意圖, 或文字說明, 但不太合理 ③有合理的實驗設計示意圖, 或文字說明 ④有實驗設計示意圖, 也有文字說明, 但不太合理 ⑤有合理的實驗設計示意圖, 也有合理的文字說明				
P-4.1 實驗流程完整性	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①無法列出實驗步驟, 或敘列步驟一半以上有誤 ②僅列出不完整步驟且部分步驟有誤 ③能概述所有步驟, 但不合理, 或描述的不夠清楚 ④能清楚且合理的概述所有步驟				
P-4.2 實驗流程有效性	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①實驗步驟不包含數字與單位 ②實驗步驟僅包含正確數字 ③實驗步驟包含正確數字與單位 ④部分實驗步驟包含正確數字與單位 ⑤所有實驗步驟包含正確數字與單位				

D


304 班 姓名 日期: 11/25

聽完同學的口頭報告, 我發現同學...

評分項度/等級	3	2	1	0
O-1 口語表達	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①辭不達意, 音量太小, 聽不清楚 ②音量尚可, 有完成 40-80% 報告重點 ③音量適當, 有完成 80% 報告重點 ④口齒清晰, 有完整的說明, 有完成 80% 以上報告重點 ⑤口語表達清楚, 表達生動活潑, 能吸引聽眾注意, 且聯繫前後文句依情境變化, 適切掌控語速, 語調有抑揚頓挫				
O-2 回應答辯	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①無法回應提問, 在現場呆住 ②僅以最簡短的答案回答觀眾問題, 並無加以說明解釋 ③有試圖回答觀眾問題並加以說明, 但是聽者並不理解或者解釋有錯誤 ④聚焦部分問題回應, 且清楚解釋回應觀眾的問題 ⑤聚焦大部分問題回應, 並使用適當的資料來輔助解釋, 以回應觀眾問題				
O-3 白板簡報效果	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
①整體畫面凌亂, 不易閱讀 ②整份簡報僅有文字, 單一顏色, 一種字體, 無任何效果 ③有部分強化重點的效果, 且與內容相呼應 ④效果與內容相呼應, 整體畫面、色調呈現尚可, 有強化重點 ⑤效果與內容相呼應, 整體畫面、色調呈現舒適且有助於閱讀, 亦有適當強化重點或吸引觀眾注意				
評分者建議	1. 組的單張不一, 可以在討論時討論, 簡單利用表格結果。			

圖九、科學探究同儕評量規準 Scientific Inquiry Peer Assessment Rubric(SIPAR)使用與回饋。
 A.學生以 SIPAR 第一版評量示例；B.學生使用 SIPAR 評量回饋；C.學生以 SIPAR 第二版評量示例評量示例；D.學生使用 SIPAR 第二版評量回饋。

2. 發展八年級課程教材(8-JSP)之建構反應評分規準：



Running M&M's 顏色層分析

結合 M&M's 巧克力的色素成分、濾紙色層分析的參考資料，兩位課程發展組成員，為自己所選定的2種顏色的M&M's 巧克力，設計出一套濾紙色層分析實驗，嘗試分離並判斷巧克力所包含的人工色素種類以驗證你的想法。

實驗材料

實驗液：口2 口酒精 口2%食鹽水

M&M's巧克力：色、色

口高型燒杯 x2 口玻璃濾紙 x2 口長尾夾 x2

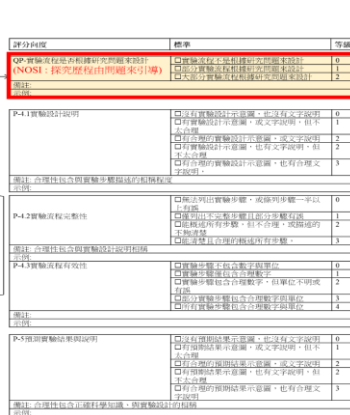
口牙籤 x2 口免洗筷 x1 口離子 x2

口膠帶或美紋 x2 口膠帶封筒1m x2 口膠帶封筒5m x2

自備：鉛筆、直尺、手機、剪刀

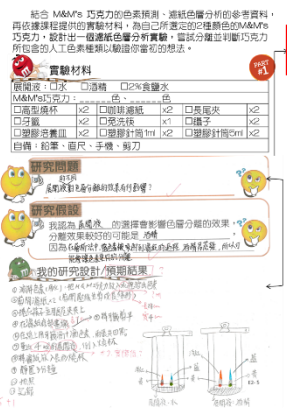
研究問題

我的研究設計/預期結果



評分規準

評分項目	標準	等級
P-1實驗液的選擇	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-2實驗液的控制	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-3實驗設計說明	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-4實驗流程完整性	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-5實驗流程有效性	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-6實驗結果與說明	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	



實驗材料

實驗液：口2 口酒精 口2%食鹽水

M&M's巧克力：色、色

口高型燒杯 x2 口玻璃濾紙 x2 口長尾夾 x2

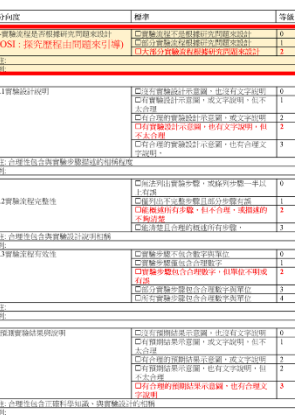
口牙籤 x2 口免洗筷 x1 口離子 x2

口膠帶或美紋 x2 口膠帶封筒1m x2 口膠帶封筒5m x2

自備：鉛筆、直尺、手機、剪刀

研究問題

我的研究設計/預期結果



評分規準

評分項目	標準	等級
P-1實驗液的選擇	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-2實驗液的控制	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-3實驗設計說明	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-4實驗流程完整性	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-5實驗流程有效性	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	
P-6實驗結果與說明	口無法列出實驗液，或未列出文字說明	0
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	1	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	2	
口無法列出實驗液，或未列出文字說明	3	

圖十、8-JSP 單元學習單之科學探究能力與科學探究本質評量規準發展與編修

3. 學生科學探究營隊暨教師科學探究本質增能研習

本計畫於暑假7/14 7/15二天辦理學生科學探究營隊與教師研習，於營隊課程前7/14安排「究 Jiang 作教學團隊」之授課教授與本校社群教師進行說課(圖十一)，授課教授引導學生進行科學探究時(圖十二)，科學教師進行觀課(圖十三)，並於營隊課程中參與探究課程教學的引導、科學探究本質探索與反思等討論(圖十四)，科學教師也探究課程後提出問題與回饋(議課)(圖十五)。

藉由「科學探究舌尖上的魔術師：檸檬嚐起來是甜的？」探究生活化的主題，於「究 Jiang 作教學團隊」引導下學生體驗「自然科學探究與實作」之發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享等實務，完成個人探究學習單與團隊探究成果作品(圖十六)與課程反思(圖十七)，學生表示對科學研究架構有更全面的理解，尤其是根據問題擬定假說與實驗設計的關聯性，學生也表示沒有標準答案的思路引導策略能提升其成就感，培養科學探究的興趣。教師針對本課程也提出反思性的回饋(圖十八)。整體而言，科學探究營隊與教師研習的「科學家-科學教育學者-科學教師」夥伴關係，不僅能協助科學教師了解如何在課室引導學生進行科學探究，也能協助教師探索更全面的科學探究本質觀。



圖十一、授課教授(科學家)與本校科學教師進行科學探究課程說課



圖十二、教授(科學家)實施科學探究課程。A.引導學生進行問題發想與假說撰寫；B.引導學生根據假設進行實驗設計；C.學生實驗設計分享與教授回饋；D.學生實驗設計微調與執行；E.引導學生分析實驗結果與撰寫研究結論；F.學生探究成果分享；B.全班綜合討論探究成果與教授回饋；E.學生探究成果修改與展現。



圖十三、本校科學教師進行教授(科學家)科學探究課程之觀課



圖十四、本校科學教師嘗試協同引導學生進行科學探究



圖十五、本校科學教師進行教授(科學家)科學探究課程之議課

A 探究與實作活動-學習歷程實錄紀錄單

成果配置

1. 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

2. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

3. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

B 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

1. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

2. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

C 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

1. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

2. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

D 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

1. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

2. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

E 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

1. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

2. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

F 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

1. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

2. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

G 實驗設計：

1. 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

2. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

3. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

H 實驗設計：

1. 探究問題：酸度對神秘粉甜味之影響？

2. 探究方法：(1) 酸度對甜味之影響：將不同酸度之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。(2) 甜味之影響：將不同甜味之溶液與神秘粉混合，觀察甜味之變化。

3. 探究結果：(1) 酸度對甜味之影響：酸度越高，甜味越弱。(2) 甜味之影響：甜味越高，甜味越強。

圖十六、學生個人探究學習單(A-F)與團隊探究成果作品(G-H)。

A 經過探究與實作的學習，能幫助你了解科學研究的架構嗎？你為什麼這樣認為？

①可以

②在一開始對於「假說」的認識還不夠多，在設計時的假說也做做看看有點問題，可後來在討論及老師們的建議下，知道了假設需要讓人能夠一看就了解，而不是我們組員自己懂了就好。

3) 經過探究與實作的學習，能幫助你了解科學研究的架構嗎？你為什麼這樣認為？

經過2天的營隊後，我更了解科學研究的架構。這次的營隊相較國中課本的內容，又補充的更廣、更深。尤其是實驗步驟的設計以及實驗後的解決方案：2天內教授不斷強調內涵要完整清楚，不可以有潦草帶過的痕跡，使我在撰寫自己的實驗設計進行操作時，不再那麼慌張。另外實驗後的解決方案，也許是這次的實驗中從沒人告訴對錯，指導老師也不會給予意見，僅提供思路，讓我對於自己的實驗更了解，相對的也更能發現問題。

3) 經過探究與實作的學習，能幫助你了解科學研究的架構嗎？你為什麼這樣認為？

能，在過程中，可以讓我真正去實做課本上的步驟，了解每一步要如何做，去熟悉這個架構。我們也自己設假說，去探討，且我們組的假設不成立，讓我可以想如何去解決，是個可以讓自己了解研究在做什麼的課。

B 經過探究與實作的學習，能使你產生科學研究的興趣嗎？你為什麼這樣認為？ 成久

① Yes!

②本來對這個課程並沒有很大的興趣，可在整整兩天的活動過後，產生了濃厚的興趣，「原來這種課程沒有想像中的無聊」，「滿足感與實驗時間成正比」，在結束後滿滿成就感令人會想再下一次月。

5) 經過探究與實作的學習，能使你產生科學研究的興趣嗎？你為什麼這樣認為？

沒有正確答案的實驗，讓我不在乎先備知識的多少，而是論點的前後是否合理。雖然直到最後都沒有解答，但這正是實驗的目的。科學家的論點提出前，也沒人告訴對錯。因為如此，實驗結束後的我非常有成就感，對科學研究產生更濃厚的興趣。

5) 經過探究與實作的學習，能使你產生科學研究的興趣嗎？你為什麼這樣認為？

可以，了解了科學研究的架構後，發現可大量運用在日常生活中，在生活中多了些思考，提出許多假說，增添了生活中的樂趣。

圖十七、學生科學探究課程之反思。

探究與實作這樣教?! 科學家-教師夥伴 說/觀/議課深度研習
研習課程反思單 教師姓名: 曾桂梅

1) 在探究與實作活動的觀課過程中(◎發現問題、◎規劃與研究、◎論證與建模、◎表達與分享)，授課老師做得最好的部分是？學生做得最好的部分是？你為什麼這樣認為？

老師-評估學生的探究過程、結果，並提出合理的問題及改善方案
學生-提出分析結果與相關證據，並嘗試形成解釋與論點

2) 在探究與實作活動的觀課過程中(◎發現問題、◎規劃與研究、◎論證與建模、◎表達與分享)，授課部分可以再調整的是？學生還需改進的部分是？你為什麼這樣認為？

小組討論發表之評量機制

3) 經過這次探究與實作課程的深度研習，能幫助你更了解科學研究的架構嗎？你為什麼這樣認為？

有...探索科學知識發展和體驗科學實踐歷程

4) 經過這次探究與實作課程的深度研習，能幫助你更了解如何在課堂中引導學生進行探究與實作嗎？你為什麼這樣認為？

有...須專注對訊息做出判斷與反思。
給予支持性的回應，鼓勵更多不同想法的表達

5) 經過這次探究與實作課程的深度研習，能誘發你科學探究與實作教學或科學研究的興趣嗎？你為什麼這樣認為？

有...探究始於好奇。

探究與實作這樣教?! 科學家-教師夥伴 說/觀/議課深度研習
研習課程反思單 教師姓名: 韓石清

1) 在探究與實作活動的觀課過程中(◎發現問題、◎規劃與研究、◎論證與建模、◎表達與分享)，授課老師做得最好的部分是？學生做得最好的部分是？你為什麼這樣認為？

(1) 讓學生能討論論證與建模：老師能清楚能如何建立模型
(2) 表達與分享：學生都能分析實驗結果並勇於分享

2) 在探究與實作活動的觀課過程中(◎發現問題、◎規劃與研究、◎論證與建模、◎表達與分享)，授課部分可以再調整的是？學生還需改進的部分是？你為什麼這樣認為？

① 發現問題：時間有點太長
② 論證與建模：部分組別還沒有完整的架構，比較零散。

3) 經過這次探究與實作課程的深度研習，能幫助你更了解科學研究的架構嗎？你為什麼這樣認為？

能。因為都是透過充分的雙向討論，並非單面的灌輸。

4) 經過這次探究與實作課程的深度研習，能幫助你更了解如何在課堂中引導學生進行探究與實作嗎？你為什麼這樣認為？

能，因為平常較少讓同學討論進而發表。透過此次研習，可以知道如何切入，讓學生進行探究與實作。

5) 經過這次探究與實作課程的深度研習，能誘發你科學探究與實作教學或科學研究的興趣嗎？你為什麼這樣認為？

能。因為學生現在能在課程中學習到探究的精神，有別於一般食譜式的實驗課程。

圖十八、本校科學教師參與教授(科學家)科學探究課程之說/觀/議課之反思

參考資料

- Hughes, R., Molyneaux, K., & Dixon, P. (2012). The role of scientist mentors on teachers' perceptions of the community of science during a summer research experience. *Research in Science Education*, 42, 915–941.
- Lederman, J., Lederman, N., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—the views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65–83.
- Loucks-Horsley, S. L., Love, N., Stiles, K. E., Mundry, S., & Hewson, P. W. (2003). *Designing professional development for teachers of science and mathematics* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin.