

不同學習領域教師對探究與探究教學的看法與教學實務

游小旻* 張文華

摘要

臺灣的十二年國民基本教育課程綱要將探究納為中小學的核心課程之一，許多前導學校被官方指派發展示範性探究課程。由於探究是一個可同時指涉不同意涵的字詞，教師可能因對探究的認識不一，而在嘗試合作實施探究教學的過程中遭遇困難。發掘不同學科背景教師對「探究」概念之差異，使師資培育單位/師資培育相關教師以之規劃合適的教師專業發展活動。本研究旨在探索實際開發示範性課程的情境與過程中，教師對探究與探究教學的看法與實務。我們於一所開發並試行跨學習領域探究課程的前導高中，對課程開發團隊中十一位不同學科背景（歷史、地理、公民、資訊、生物、物理和化學）的教師進行半結構訪談。繼而運用開放編碼技術分析訪談轉錄稿、教案與課室錄影。訪談結果發現，多數教師認為探究是問題解決。然而，自然科學教師視探究為方法，社會科學教師視探究為過程。自然科學教師通常會設計情境，讓學生確認研究問題並執行研究，且認為英文閱讀理解是進行探究的必要技能；時間是其發展課程時的主要考量。社會科學教師傾向於提供問題並引導討論；特定主題的專業諮詢為其進行課程發展之主要需求。課室觀察結果顯示傳統講述平均佔三成以上的課程時間，操作或執行研究是自然科學課程的主要探究活動。研究建議，相關師資培育單位/師資培育相關教師應深化教師探究相關知識，並根據教師持有的學科特質觀點協助他們進行相關專業發展。

關鍵詞：探究、探究教學、跨學科、跨學習領域

* 游小旻，國立臺灣師範大學科學教育研究所博士候選人（本文通訊作者）

張文華，國立臺灣師範大學科學教育研究所教授

電子信箱：eppicyu19@gmail.com

來稿日期：2021 年 2 月 5 日；修稿日期：2021 年 7 月 12 日；採用日期：2021 年 10 月 8 日

The Views and Practices of Teachers in Different Learning Areas about Inquiry and Inquiry-based Instruction

Hsiao-Min Yu* Wen-Hua Chang

Abstract

All elementary, junior high and senior high schools must provide inquiry as one of the core requirements according to the 12-year curriculum for basic education. Several pioneer schools were officially appointed to develop exemplary inquiry courses. On the account of inquiring being a term that connotes different meanings at the same time, teachers may encounter many challenges when they attempt teaching collaboratively due to their different views about inquiry. Exploring different beliefs of teachers teaching different subjects allows educators to provide appropriate professional development activities. This study explored the views and practices of inquiry and inquiry-based instruction of teachers in the context and process of developing exemplary courses. We conducted semi-structured interviews with 11 teachers with different subject backgrounds (history, geography, citizenship, information technology, physics, chemistry, and biology) in a pioneer high school, where cross-learning areas inquiry courses were developed and piloted. We then applied the open coding technique to analyze interview transcripts, teaching plans, and class videos from these teachers. Findings from interviews show that most teachers considered inquiry as a form of problem solving. Nevertheless, natural science teachers viewed inquiry as a process, whereas social science teachers equated inquiry as content. Most natural science teachers preferred offering contextualized learning activities for students to frame research questions and conduct investigations. They also considered reading comprehension in English as the main threshold for retrieving references, and time and equipment were critical factors for curriculum development. Social science teachers usually emphasized providing research questions and guiding a whole-class discussion. Moreover, professional consultation on specific topics was a major demand for curriculum development. The results from classroom observation reveal that teachers spent more than 30% of classroom time on traditional didactic instruction. In addition, carrying out investigations was the main inquiry activities of natural science classes. We suggest that teacher educators should deepen schoolteachers' epistemic knowledge and provide them with professional development activities in accordance with their views about the peculiarity of the discipline.

Keywords: Inquiry, Inquiry-Based Instruction, Interdisciplinary, Cross-Learning Areas

* Hsiao-Min Yu PhD Candidate, Graduate Institute of Science Education, Nation Taiwan Normal University (Corresponding author)
Wen-Hua Chang Professor, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University
E-mail: eppieyu19@gmail.com
Manuscript received: February 5, 2021; Modified: July 12, 2021; Accepted: October 8, 2021

壹、前言

十二年國民基本教育課程綱要總綱(簡稱 108 課綱)不僅整合民國 97 年的國民中小學九年一貫課程綱要(簡稱九貫)與民國 99 年的普通高級中學課程綱要,延續九貫的學習領域與議題,更以「核心素養」為課程發展主軸,強調學習不宜以學科知識與技能為限,而應關注學習與生活的結合,具有鼓勵跨科整合的傾向(教育部,2014a)。此外,108 課綱更呼籲於各學習階段與領域融入探究與實作課程。高中階段社會領域課程綱要於各學科均規劃 2 學分的探究與實作選修,地理科的田野實察更建議「教師可與其他學科教師配合《總綱》揭櫫之議題,協同設計探究主題及實施方法」(教育部,2018b)。自然科學領域課程綱要(簡稱自然領綱)不僅呼籲各學習階段應重視並貫徹探究與實作的精神與方法,更直接將自然科學探究與實作課程列為 4 學分的領域必修,並明列應含跨科主題式探究與實作課程內容(教育部,2018a)。九貫已視課程與教材的研發為學校教育之核心,並將課程發展與規劃的角色從早期的專家學者下放至學校,108 課綱更進一步期望教師主導課程與自身專業發展(教育部,2003, 2014a)。教育部在 104 年起,即於全臺多所前導學校試行校訂課程與多元選修,並以試行結果作為修訂相關配套措施之參考,將相關成功經驗推廣至其他學校(教育部,2014b)。由此可見 108 課綱對探究與實作以及跨科的重視,還有其對於教師施行探究與實作以及跨科教學的期待、甚至要求。

然而,108 課綱雖已實施兩年,但探究與實作課程對部分一線教師而言仍舊陌生。其中一個主要原因可能由於探究係為一個可同時指涉多種不同意涵的詞彙,包含知識體形成的過程(如同科學家、數學家、歷史學者所做的)、學生學習的方法、教學方法以及課程材料等(Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs, 2012; Schoenfeld & Kilpatrick, 2013; Zajda & Whitehouse, 2009)。再者,研究指出教師對探究的看法會影響其探究教學實務,甚至主張倘若教師對探究的認識不足,可能會使他們對這樣教學題材感到不適,並在嘗試教授的過程中遇到困難(Capps, Crawford, & Constanas, 2012; Lebak, 2015; Lotter, Rushton, & Singer, 2013)。不同學科背景的教師更可能因其覺知的差異而有不一樣的專業發展需求(Zwiep & Benken, 2013)。因此,師資培育單位/師資培育相關教師需覺察不同學科背景教師的信念差異,提供合適的專業發展,以俾教師因應 108 課綱的實施(Engeln, Euler, & Maass, 2013)。

綜上所述,在 108 課綱將探究與實作列為自然科學領域必修、社會領域選修課程,並呼籲將其精神與方法納入課程之際,卻僅於各領域課程綱要附錄中提供概略性課程規劃指引,可能致使教師由於對探究的認識不足而降低實施意願,或於施行的過程中遭遇困難。故本研究以一所 108 課綱前導學校的教師為研究對象,探詢不同學科教師對探究與探究教學的看法與實務,並著重於分析不同學習領域教師之間的相似與差異處,期提供高等教育學者協助一線教師進行專業發展的建議。提出的研究問題包含不同學

習領域教師針對：一、探究與探究教學的看法有哪些相似之處？二、探究與探究教學的看法有哪些差異之處？三、探究教學實務與看法是否一致？可能原因為何？

貳、文獻探討

由於探究一詞具備多重意涵，探究難以有整齊劃一的定義，更無專用於探究的課程設計架構或教學方(Herranen, Kousa, Fooladi, & Aksela, 2019; Thacker, Lee, Fitchett, & Journell, 2018)。例如，重視理解的課程設計(Understanding by Design, UbD)、全方位學習設計(Universal Design for Learning, UDL)、5E 教學模式(5Es Model)、專題導向學習(Project-Based Learning, PBL)、POE(Predict, Observe, Explain)、CER(Claim, Evidence, Reasoning)等不同課程設計架構或教學方法均可被用於探究教學(Lotter et al., 2018; Molebash, Lee, & Heinecke, 2019)。因此，接下來將先回顧探究的面向與內涵，作為本研究的探究與探究教學之分類架構參考。再探討教師的探究教學信念與其教學實務，以呼應本研究選用課室錄影為資料來源之一的原因。

一、探究的面向與內涵

雖然探究於 108 課綱中始被納入，但過去曾有許多學者針對探究的面向及其內涵進行探討。Abd-El-Khalick 等人(2004)整合國際研討會中不同國家與會者對於探究相關議題的觀點，將探究區分為知識和理解的類型、探究相關活動、參與探究所需技能，以及

可提供任何上述結果的介面環境等四個面向。其中，知識與理解的類型分為概念的、社會的和認識論的；參與探究所需技能則區分為數學、語言、操作、認知、和後設認知技能。國際學生能力評量計畫(the Programme for International Student Assessment, PISA)自 2000 年導入探究與素養，其將科學知識分為內容知識、過程知識與認識知識(Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019)。

相對於區分出類別的取徑，在探究活動的分類上，Pedaste 等人(2015)和 Rönnebeck, Bernholt 與 Ropohl(2016)系統性地回顧文獻，更深入地分析探究活動的歷程，並指出探究歷程的特徵。Pedaste 等人回顧 1972 年到 2012 年不同研究領域中與探究式學習有關的實徵研究，發展一個新的探究環綜合架構，其包含定向、概念化、研究、結論、討論五個階段，以及定向、提出問題、產生假設、探索、實驗、資料詮釋、結論、溝通、反思九個次項。該架構指出探究式學習通常始於定向，終於結論，但中間可能有不同的子循環或重複，討論更可能現於探究過程的任一時間點中，故探究的過程並沒有固定的時序。Rönnebeck 等人廣義地定義科學探究為學生參與的活動，並回顧 1998 年到 2013 年與科學探究活動有關的實徵研究，將科學探究活動分為預備、執行、解釋和評估三個階段，以及確認研究問題，蒐集資訊，形成假設並產生預測，計劃、設計和執行研究，分析、詮釋和評估數據，建構模型，參與論證和推理，發展解釋，溝通表達等活動。這些不同

階段之間彼此會交互作用，同一階段的不同活動間亦可交互作用，進而提升學生對科學概念以及科學本質或科學探究本質的理解。

其他實徵研究對於探究的分類，在自然科學領域中：有將探究分為設計與執行實驗、詮釋數據、論證科學研究等面向（Aditomo & Klieme, 2020a），或把探究分為提出問題、形成假設、設計和執行探究、分析數據、獲致結論等過程（Baur & Markus, 2020）。在非自然科學領域中：Bloemhof（2014）認為探究是探求有趣但未答的可研究問題之過程，其在經濟學的探究課程中讓學生學習如何形成問題、蒐集和詮釋證據以及推斷出結論，並指出其中所包含的探究技能有：確認問題、研究問題、說服同儕，以及批判反思。Wood（2014）等人則認為探究式學習為一主動、聚焦於學生的教學方法，課程包含學生個別或合作地參與研究或像研究的活動，並指出歷史課程中的探究式學習包含發展學生合作研究、形成研究問題、使用更多進階線上資源的能力，使學生必須反思原始資料的關聯、與相關現代史學進行交流，且在探究結束時發表與撰寫評論。由此可見，Pedaste 等人（2015）與 Rönnebeck 等人（2016）回顧並彙整的結果可大致包括各式的探究活動類型，且強調探究過程的非線性、組成階段之間彼此相互關聯的特徵。

108 課綱在自然領綱與社會領綱之理念是一致的，都強調探究歷程的組成要素。在自然領綱中羅列的探究與實作學習重點有：發現問題、規劃與研究、論證與建模、

表達與分享、觀察、測量、資料蒐集與分析、歸納與解釋、論證與作結論等，並期望學校規劃較長時間的探究與實作課程（教育部，2018a）。社會領綱則建議教師可引導學生進行議題選擇、資料蒐集、分析、研究與發表等探究活動（教育部，2018b）。

二、探究教學的意涵與目的

探究教學強調教師以學生學習為中心，設計課程與教學，提供學生自主探索的學習機會，支持學生經由探究歷程，發展該領域的重要知識與能力。多項研究指出探究教學對於學生的知識發展、概念理解、批判思考、過程技能、推理技巧、溝通能力、合作思維、學習動機、自我調節，以及對學科的態度有不同程度的正面影響（Chen 2021；Dobber, Zwart, Tanis, & van Oers, 2017；Laudano, Tortoriello, & Vincenzi, 2020；Rönnebeck et al., 2016），顯見於認知、技能、情意、溝通合作等，均為教師採用探究教學的目的。此外，教師在探究教學中更扮演著關鍵的角色：如，Dobber 等人回顧 186 篇文獻，分析探究教學的教學策略及其成效，指出教師引導的比例以及引導學生進行探究時所聚焦的調節面向是探究教學中的重點。Chen（2021）則運用符合建構主義理念的學習環教學策略，為選修科學英語課程的工程與人文背景之大學生，設計及實施探究導向的職場學習活動，吸引學生投入學習，並依據實際表現進行評量。該研究結果顯示教師期望達成的探究教學目的與運用的策略，能鷹架學生培養合作、溝通的心智習性。

鑒於過去的實徵研究多著重於探討特定探究活動與學生學習成效之關係，而 Pedaste 等人(2015)、Rönnebeck 等人(2016)與 Dobber 等人(2017)雖系統性地綜整相關研究，卻未有就此綜整結果進一步檢視一線教師的看法，甚至教學實務者，故本研究擬補足此缺口。

三、教師的探究教學信念與其教學實務

教師信念是教師對於教與學的理解與假設，被廣泛定義為關於學生、學習、課室、教學主題或材料的默會知識、無意識之假設，其源於個人生活經驗、學習和教學經驗，以及正式知識經驗，會隨學校教育情境或個人經驗而改變(Kagan, 1992; Pajares, 1992; Richardson, 1996)。雖然教師信念與其實務的關聯性彷彿不言而喻，但教師可能基於不同理由卻有相似的實務，故難以從其行為直接推論信念(Kagan, 1992)。有許多研究具體指出教師持有的探究教學信念如何影響其探究教學實務。例如，Cheung (2011)研究 200 位香港的中學化學教師，發現未實施引導式探究的教師持有學生不喜歡引導式探究，以及讓學生設計實驗是不可行的信念。Lotter 等人(2013)以美國東南部的 36 位高中科學教師為研究對象，亦發現教師信念會影響他們如何轉化教師專業發展經驗為課堂實務。Lebak (2015)的研究結果更呈現教師信念和其教學實務之間交互作用的複雜關係，並揭示教師信念確實為其教學實務的基礎。Kagan (1992)指出教師信念常反映其教學本質，且可能受其領域的

認識論差異或可用的教學材料種類間接影響。Breslyn and McGinnis (2012)研究 60 位美國的中學物理、化學、生物、地球科學教師之探究教學概念、實踐與目的，更發現學科背景差異是影響教師的探究概念與實踐之主要因素。因此，教師的學科背景差異可能使其對探究持有不同的信念、觀點與覺知，進而影響其探究教學實務。然而，在此重視探究，並期待、甚至要求教師施行探究與跨科教學的課程改革之際，卻鮮少針對不同學習領域教師的探究觀點進行研究。本研究擬針對此缺口，探討不同學習領域教師對探究與探究教學的看法，以及其觀點與實務之一致性，並討論可能原因。期提供師資培育單位 / 師資培育相關教師於培育與協助不同學科背景教師的參考與建議。

參、研究方法

本研究整合過去文獻與文件的探究與探究教學之面向和內涵，以一所試行 108 課綱校訂課程及多元選修的前導學校為研究個案，分析該校的課程研發與實施團隊成員對探究與探究教學的看法及教學實務，提出證據為本的建議，將對類似情境學校的課程研發與實施，以及後續辦理教師專業發展活動具有重要意義。由於個案學校的特色，參與課程設計的不同學習領域教師人數比例不均。鑒於此研究限制，我們採用多元資料來源的策略，來分析並整合詮釋各項資料，以避免因學習領域人數不均造成的偏頗結論。另外，由於此番觀察的課程模組與常見的週期性課程特性不盡相同，可能使教師的

探究教學實務不如預期，我們將於結論進一步討論之。

一、研究對象

個案學校是一所以科學教育為發展重點，且以科學人文並重為教育理念的市立高中。在創校之際，即設有研究方法與專題研究等獨具特色的校訂課程，並於國科會開放高中申請計畫時，即獲准執行全校性科學探究課程發展計畫。為使具特色的研究方法及專題研究課程更精緻化、系統化，該校持續申請科技部計畫，在 106 年的科技部多元選修課程模組設計與發展計畫中，為符應該計畫理念，以 108 課綱的跨學科知識整合理念為基礎，結合創客教育、動手實作的概念，聚焦於推展跨學科課程之研發與實驗，選擇以綠色永續為探究課程主軸，引入新興科技，結合人文議題，並推廣此校訂課程至他校。在選修課程的規劃與實施方面，該校亦已落實跑班選修多年，使學生得依其志願序選擇課程，教師可協同設計、發展並施行新課程。

該校專任教師普遍具有研究所以上的學歷，且多數有參與課程發展與設計，甚至

探究課程發展與實施的經驗，適合作為研究對象。本研究以參與當期科技部計畫的十一位教師為研究對象，他們的學科背景與教學年資如表 1 所示。這些教師都有帶領學生進行專題製作的經驗，其中六位更已多次參與該校特色課程之發展與實施。PH1 參與研究期間正在進修博士學位，具有帶領學生出國參加創意創業競賽的經驗。在課程中除了學科知識之外，更藉由不同的創造思考技法和創意提案案例引導學生進行設計思考與創意發想。PH2 與 PH3 均已參與該校特色課程發展與實施多年，並數度分享於國科會或科技部計畫的期末成果展。PH2 更與另一位未參與本研究的教師合作製作多部教學影片，致力於可推廣性課程模組的發展。CH1 和 CH2 主張應設計少量費用即可達成的探究課程，如是才能使該課程具有可轉移性。BI1 與 BI2 曾合作設計並實施蝴蝶生態調查的課程模組。本次 BI1 更結合其生命教育課程，選擇符應環境倫理的生物性農藥之發展為課程主軸，期望在該校試行後能逐步對外推廣。GE1、CI1 與 HI1 在參與本研究之前，即曾合作規劃並帶領學生至外縣市實察的課程。本次，

表 1：參與本研究的教師之背景資料

教師代號	PH1	PH2	PH3	CH1	CH2	BI1	BI2	GE1	HI1	CI1	IN1
性別	男	男	男	男	女	男	男	男	女	女	男
學科專長	物理	物理	物理	化學	化學	生物	生物	地理	歷史	公民	資訊
教學年資	>20	15-20	15-20	15-20	>20	15-20	<5	>20	>20	>20	<5

GE1 更運用其地形災害之專長，邀請同辦公室的 CI1 和 HI1 一同發展與設計貼近學生生活的社會領域探究課程。IN1 初次參與跨領域課程設計與實施。在課程分工上，他主要教導學生資訊相關的軟、硬體知識與操作。

二、課程簡介

此番課程設計因應 108 課綱的施行，採素養導向，以探究與實作為主軸，同一課程模組中的教師學科背景有單一學科的，也有跨學科、甚至跨領域的，計有：PH2 開發的「再生能源實作探究」，讓學生於瞭解風能、太陽能和水力發電以及儲能的原理、轉換效率與評估之後，再動手完成能源實驗模組的架設與量測，培養其實作與研究的能力。PH3 發展的「能資源與永續問題探究」以認識臺灣目前使用的能源與綠色能源、能源轉換效率和能源儲存的发展與應用為主要探究議題，讓學生從相關文獻檢索中，規劃並選取合適的組件與器材製作風力與太陽能發電機組，再進一步探討適合臺灣發展的綠色能源。BI1 與 BI2 設計的「友善農業」在環境倫理的基礎上結合新興科技的應用，讓學生改良現行化學農藥的使用方式。先從探究的過程中找出對環境友善的生物性農藥，再整合 3D 列印與物聯網 (Internet of Things, IoT) 等技術，讓學生研發自製可遠端監測的農作害蟲誘捕器，使課程融入創客與科學探究精神。最後帶入環境倫理議題，讓學生找尋農業發展與自然環境保護之間的平衡點。CH1 和 CH2 規劃的「溫室氣體的捕獲與

利用」，選擇學生熟悉或至少已有接觸，且與自身相關性高的主題 - 溫室氣體作為探索對象，以引起學生的研究動機，結合相關新興研究以發展學生的科學探究能力。GE1、HI1 和 CI1 設計的「住家安全」藉由室內課程與戶外實察課程的學習體驗，讓學生瞭解臺灣各地的環境災害與區域特色，進而產生環境安全觀念、社會關懷與公民素養。透過社會科的跨科特色課程，讓學生瞭解周遭的生活環境，認識臺灣的開發與環境之間的關係，進而瞭解環境敏感區的可能災害與防治方式，學會因應天然災害並選擇安全的避災環境。PH1、IN1 和 CI1 發展的「智慧生活」從溫室氣體減量的實作出發，佐以用電費計之觀察結果，藉由做中學的歷程，引導學生察覺自己對於環境的影響與責任；繼而借鏡他國的節能與潔能科技研發經驗，反思臺灣當前與未來的智慧能源規劃與智慧生活環境機制之建立。引導學生研擬出具消費誘因的節能與潔能創新服務，再於創意發表會上提案、爭取支持，以效法創客突破框架和行銷創意的冒險精神，並學習客觀評估創意執行的風險與價值。

三、資料來源

為取得多元的資料，本文第一作者於前往該校之前，由該校行政助理幫忙協調取得其中九位教師所發展的五個課程模組教案。於 2017 年 3 月至 4 月期間，於該校圖書館的討論室，進行半結構訪談。進行訪談的形式，係以課程模組為單位，分組詢問前述十一位教師對探究以及探究教學的看

法（訪談原案如附錄）。每位教師的訪談時間約為 30 分鐘，訪談過程在徵詢每一位教師的同意後，進行全程錄音。訪談之後將訪談內容全數轉為逐字稿，再利用 NVivo 軟體進行資料的分類、編碼與整理。這六個課程模組中有三個課程模組於 2018 年 4 月至 6 月期間，利用該校每週 3 節、為期 10 週的高二多元選修課程實施。由於該課程係依據學生所選填之志願序進行分班，故三個班級的學生人數不一，分別有 14、17 和 20 位學生。在徵求實施此三個課程模組的六位教師同意之後，由本文第一作者與另兩位助理分別進行課室錄影，並於課程結束後，再對教師進行一對一訪談。表 2 為各教師提供的資料種類及其主要被用於分析的向度。相關文件以教師代號、日期，和取得方式進行命名，以作為質性資料引用來源。例如，PH120170407 訪，係指引用自教師代號 PH1 的教師於 2017 年 4 月 7 日接受訪談時的陳述內容。其中，訪談逐字稿、教案與課室錄影被用於分析教師對探究與探究教學的看法，課室錄影則被用於分析教師的探究教學實務。

四、編碼與信實度

考量探究與探究教學之面向與內涵的廣泛性，為製作符合本研究情境的編碼分類，本研究兼採由上而下(top-down)與由下而上(bottom-up)兩種方式，建立個案教師的探究與探究教學編碼表(如表 3)，並視覺化編碼過程為圖 1：由上而下者，以新細明體表示之，包含參酌 Abd-El-Khalick 等人(2004)的探究面向和參與探究所需技能，PISA 的知識分類(OECD, 2019)，並綜合 Pedaste 等人(2015)和 Rönnebeck 等人(2016)的回顧作為探究活動的分類基礎；由下而上者，以標楷體表示之，係利用開放編碼技術，分析教師訪談逐字稿、教案與課室錄影之結果。圖 1 中以粗體字表示選用於本研究編碼表的次類別與分析碼。編碼過程首先由本文第一作者閱讀全部的訪談逐字稿，使用開放編碼技術進行編碼(Strauss & Corbin, 1990)：挑選出所有與探究有關的陳述，通常是一到三個句子，作為分析單位。再將以學生為主詞的內容編碼為探究，以教師為主詞者編碼為探究教學。在探究類別中，除了過去文獻

表 2：資料來源與分析向度

分析向度	教師	PH1	PH2	PH3	CH1	CH2	BI1	BI2	GE1	HI1	CI1	IN1
教師對探究與探究教學的看法	教案	V	V	V			V	V	V	V	V	V
	前訪談	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	後訪談	V	V						V	V	V	V
教師的探究教學實務	課室錄影	V	V						V	V	V	V

與文件提及的探究活動、知識類型以及所需技能三個次類別之外 (Abd-El-Khalick et al.; OECD; Pedaste et al.; Rönnebeck et al.)，研究者發現教師可能源於其各自的文化環境、過去經驗以及知識論信念，而對探究呈現不同的定義 (顏弘志、段曉林，

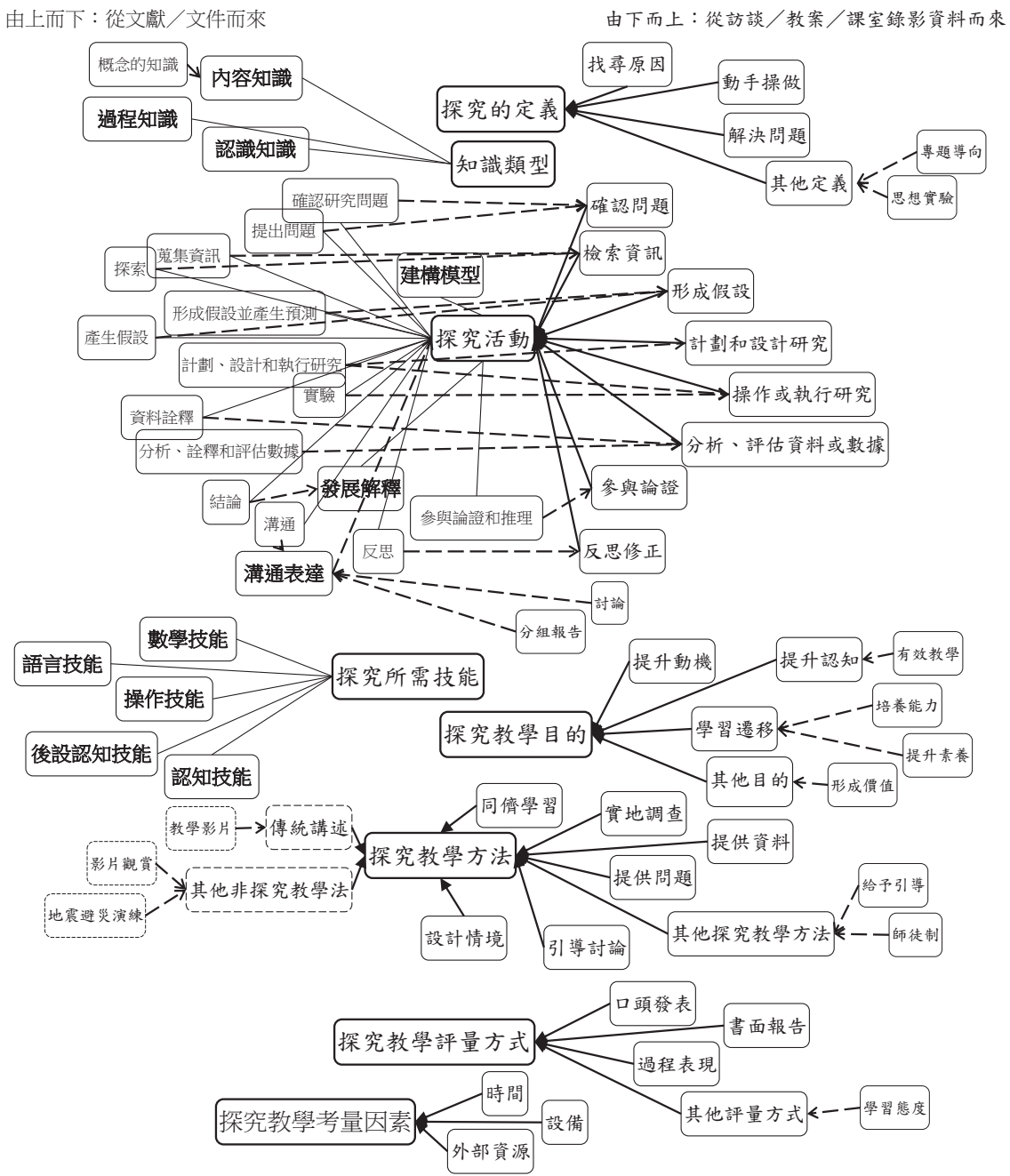


表 3：本研究編碼表

類別	次類別	分析碼	定義	示例
定義	找尋原因	從文獻或資料中推論合理的因素	已經是這麼結果，那我們要去找出，為什麼會有這個結果的原因	
	動手操做	讓學生藉由實際操作來進行相關活動	探究本身應該就是我隨手可以拿到的東西，我都可以試著在實驗室做做看，這才是探究	
	解決問題	解決真實的問題	發現問題，解決問題，就這樣	
	其他定義	不屬於上述探究定義者	用思考的方式就可以獲得這些知識	
知識類型	內容知識	關於事實、概念和理論的知識	臺灣目前的一些能源跟歷史能源	
	過程知識	執行探究所需的知識	你還知道、會用那些工具，知道有這些工具可以去把這個東西做出來， make 出來	
	認識知識	理解特定構念的作用；定義建立知識過程所需的特徵	-	
探究	確認問題	能對主題提出可試驗或可進一步理解的研究問題；能應用學科概念產生研究問題	現在住的房子安不安全？	
	檢索資訊	搜尋不同來源的資訊以幫助問題解決或擬訂問題	他可以（藉由教師提供的網站）去查他家附近的岩層是什麼	
	形成假設	由先備知識與搜尋所得的資料提出操縱變因與研究結果之間的可能關係	每一種葉片的設計都有它的優點跟缺點，所以你就必須要去做有關、相關的測試，跟一開始的假設	
	計劃和設計研究	制定研究或測試計畫，並決定合適的資料蒐集流程與必要的工具	自己親手設計一個實驗。那並且有對照組、實驗組，去驗證說，這個想法到底是不是對的	
	操作或執行研究	實際操作、執行研究的過程	他要去量說，從那個網站去量說，他家距離活斷層有幾公里？	
	分析、評估資料或數據	使用各種合適的方法來組織、分析或解釋蒐集到的資料或數據，並進行處理、判定或比較	判定資料優劣以及它的正確性	
	發展解釋	將資料或研究結果與學科知識連結；對資料或研究結果提出適當的解釋	那怎麼去把他變成一個有意義的…就是把這些數據變成一個有意義的理論	
	建構模型	由資料或研究結果提出具有解釋力的模型表徵	用以描述一個系統化的科學現象，並觀察模型有其侷限性	

(續下頁)

表 3：本研究編碼表（續）

類別	次類別	分析碼	定義	示例	
探究	探究活動	參與論證	根據現有資訊確定宣稱的優勢與限制，利用證據批判宣稱、運用推理答辯主張	當某組發表時，其餘各組須提出有理論及數據支持的反對理由或疑問	
		溝通表達	以口語或書面等方式呈現探究的過程或結果	用你的話把你的研究或是你的成果與他人做共享或是分享	
		反思修正	針對探究結果進行反思，並提出後續的修正計畫	把各組的優缺點互相截長補短，組合成良好，穩定的供電系統	
	語言技能	語言技能	與口語或文字理解、書寫等有關之技能	有些東西他一定要用英文去查的，他英文不夠好的話他沒有辦法看到那一邊的資料	
		認知技能	與認知相關的技能，諸如批判思考能力、布林邏輯的使用能力	批判事情的一個思考的、一個層次的、一個思考、高階思考的一個能力	
	所需技能	數學技能	數學運算、圖表識讀、繪製與分析等能力	那他們就必須要學會這幾種分析、數據處理的這些能力	
		操作技能	研究所需之操作器材、儀器等物件的能力	讓他有能力自己去動手做	
		後設認知技能	後設知識與後設策略的使用能力	後設認知，就是你要不斷的去確認跟檢核自己在過程中正在做什麼，那等於你要自己去監控自己的歷程有沒有問題	
	探究教學	教學目的	提升動機	藉由探究引起或提升學生的學習動機	他們（學生）就覺得說原來做完一台自己的風力發電是有趣的
			提升認知	藉由探究提升學生的認知	（從體驗活動中）瞭解說其實轉換效率是不可能百分之百
學習遷移			能在未來的生活或學習中應用探究活動中所獲得的知識與能力	以後他是會把這個方法應用到他學其他知識的領域的	
其他目的			不屬於上述探究教學目的者	也就是，我教他這個方法以後。他用這個方法去學到一個能力，他用這個能力去反推很多、很多東西	
教學方法		引導討論	由教師主導，以對話形式，使教師與學生、或學生與學生之間進行觀點或意見交換的歷程	當你碰到類似這樣的事情的時候，你就…會不會做出跟他一樣的決定？或是說，嗯…會因為什麼因素會做出不同的決定？我們去做一個討論	

（續下頁）

表 3：本研究編碼表（續）

類別	次類別	分析碼	定義	示例
探究教學	教學方法	同儕學習	藉由同儕的互動與協助完成學習任務	四個組是在一大桌，可是有問題你就是先這一大桌處理，他們通常會都是處理不了的問題，才能來找我。對，那因為你…別人都做的出來，就表示你可以問問看，別人怎麼處理
		設計情境	藉由設計與課程相符的情境，進行探究教學	就設計課程，就設計一套情境讓他去做這個…思考
		提供問題	教師透過問題以刺激思考或教導內容	我們會教他方法說，你要去想，為什麼石油是在什麼樣的條件之下生成的？
		提供資料	提供具體數據與資料，以利後續課程的執行	我給他一些新竹沿海風力的平均值、熱噪的關係等等
		實地調查	在研究場域以直接經驗的方式取得第一手資料	我們上次去實察，他們去美麗灣
		其他探究教學方法	不屬於上述探究教學方法者	報告的學生回答該組設計的風扇與市售涼風扇之差異後，教師進一步提供可再思索與切入的點
		傳統講述	以直接或撥放教學影片等方式，陳述內容知識	教師播放教學影片－噴霧器與白努利定律
	評量方式	其他非探究教學法	講述法之外的非探究教學法，如，影片觀賞、地震防災演練	教師說明、示範地震防護措施，並請學生同步練習
		口頭發表	以口語表達呈現研究結果	然後他們要做報告，因為他還是要報告給同學聽
		書面報告	以書面、圖文等呈現研究結果	最後，每一組再提出一個計畫書，如果你要變成一個研究，你應該怎麼做。那這是他的作業的一個部分
		過程表現	以學生執行過程中的各項表現為評量依據	我會變成是看學生的一些參與的、一些程度，先看程度，那…而且的話，我會比較類似希望用形成性的評量去收集每一個歷程的一個狀況
		其他評量方式	不屬於上述評量方式者	評判學生探究的品質，可不可以再加態度啊？
	考量因素	時間	執行課程所需花費的時間	學生會（從）自己的探究過程，他直接得到知識，那這個可能會變成他的。那可是他花的時間是十倍、二十倍以上

（續下頁）

表 3：本研究編碼表（續）

類別	次類別	分析碼	定義	示例
探究教學	考量因素	設備	課程所需的硬體設備	教學課堂上可能會需要的一些教學的、硬體的資源
		外部資源	除了學校內部既有資源之外的諮詢、討論或研習管道	資源、人力資源，或是說增能研習

2016)，故將個案教師對探究的定義獨立為一個次類別，並從中歸納出探究定義的分析碼有找尋原因、動手操做與解決問題。對於僅由單一教師提起的探究定義，如，思想實驗、專題導向等，則歸納於其他定義之分析碼。探究活動、知識類型以及所需技能三個次類別的分析碼則參考過去文獻與文件，再從訪談逐字稿中建立各個分析碼與示例。例如，在知識類型的次類別，考量 Abd-El-Khalick 等人將知識與理解的類型分為概念的、社會的和認識論的，而 PISA 則將科學知識分為內容知識、過程知識與認識知識（OECD）。由於概念的知識與內容知識大致指涉相同的意涵，故選用內容知識為分析碼，並定義其為關於事實、概念和理論的知識，以含括概念的知識。又如，探究活動的次類別，鑒於 Pedaste 等人將之分為定向、提出問題、產生假設、探索、實驗、資料詮釋、結論、溝通、反思，而 Rönnebeck 等人則分為確認研究問題，蒐集資訊，形成假設並產生預測，計劃、設計和執行研究，分析、詮釋和評估數據，建構模型，參與論證和推理，發展解釋，以及溝通表達。其中，Pedaste 等人的定向係指導入主題或理論，

觀察與探索，定錨、找尋自己的主題等，但從訪談結果發現，教師多以問題作為起始，導入主題，而難以獨立出個別的定向活動，故捨棄此分析碼；提出問題與確認研究問題部分同質，故綜合為確認問題之分析碼，並利用定義涵括兩者；Rönnebeck 等人將計劃、設計和執行研究視為一種探究活動，但自訪談內容發現其可明確分割為計畫和設計研究，以及操作或執行研究兩者，故劃分為兩個獨立的分析碼；Pedaste 等人的反思和 Rönnebeck 等人的建構模型，都無法涵括於對方的探究活動類別中，故均採納且獨立為不同的分析碼。而對於難以直接推論的教師陳述，除了檢視上下文之外，尚根據教案內容進一步確認。例如，教師訪談表示「辯論的方式。那開始用 2 個小時的時間，就是說前面你做了這麼多的事情，我一開始上課就會跟他提說，我們我最後的是一個辯論的方式」（PH320170412 訪），則再檢視其教案，並由「當某組發表時，其餘各組須提出有理論及數據支持的反對理由或疑問」（能資源與永續問題探究教案）推論其有規劃讓學生參與論證之探究活動。於探究教學類別裡，則歸納出教師的陳述可

分為教學目的、教學方法、評量方式與考量因素四個次類別；次類別評量方式中，除了從各位教師提供的教案裡看到常見的口頭、書面與過程評量之外，前訪談中尚有教師提及態度等較少見的評量方式，而增加其他評量方式的分析碼以歸納之。利用持續比較法分析教師訪談逐字稿以建立各個分析碼後，製作含有各類別、次類別、分析碼及其定義與示例的編碼表初稿。接著與另一位科學教育研究者釐清編碼表中各項目的內容，抽選四位教師的訪談逐字稿，兩人分別獨立編碼後，由於過半結果不一致，故經多次反覆討論直到達成共識，以完成編碼訓練。而後抽選另外五位教師的訪談逐字稿，兩人分別進行編碼的結果，經 NVivo 計算，Cohen's kappa 係數達 92.98% 以上，具有良好的評分者間信度 (Qualitative Solutions and Research Pty Ltd [QSR International], 2017)。於再度討論以解決分歧的意見後，由本文第一作者編碼剩餘的訪談逐字稿與教案。除此之外，本研究以三個有實施且同意進行課室錄影的課程模組為資料來源，再次檢視探究活動、教學方法與評量方式三個次類別的分析碼，及其定義與示例。由於發現次類別教學方法中，除了屬探究教學者之外，另有不屬於探究教學的傳統講述，以及影片觀賞、地震避災演練等教學方法。故再增加傳統講述以及其他非探究教學法等兩個分析碼。因考量不同學科背景教師於其教學實務中可能表現不同的探究活動、教學方法與評量方式，故先抽選每一位教師的一堂課室錄影，兩人分別進行編碼，以降低因個別教師表現

差異而致使編碼遺漏之可能性。課室錄影以同一主詞的連續行為為分析單位，例如，教師利用影片讓學生認識風水的起源和可能影響，當中數度暫停該影片並補充說明，則第一段影片和第一次補充說明，分別編碼為其他非探究教學法和傳統講述，第二段影片和第二次補充說明則編碼為另兩個分析碼；學生分為五組並依序上台報告，則編碼為五個溝通表達的分析碼。由兩人分別記錄各錄影分析單位的時間起迄、描述，以及編碼結果於 Excel。在檢視第一回的編碼結果後，決議同一時段中至多可以有探究與探究教學兩個分析碼，以分別反映教師與學生的活動，再進行第二回的編碼訓練。第一次抽選每一位教師的一堂課室錄影進行獨立編碼之結果，利用 Cohen's kappa = (兩人實際編碼一致的機率 - 兩人隨機編碼一致的機率) / (1 - 兩人隨機編碼一致的機率)，計算得到的 Cohen's kappa 係數為 52.73% 以上，僅達中等 (Landis & Koch, 1977)，該次主要決議為溝通表達不應限於全班討論，小組討論亦應納之。再度討論完所有分歧後，又進行第二次獨立編碼，該結果 Cohen's kappa 係數達 82.18% 以上，已達極佳 (Landis & Koch, 1977)。最後，以討論解決分歧意見後，完成終版本之編碼表 (表 3)，再由本文第一作者編碼剩餘的課室錄影。

肆、分析與討論

本研究分析教師所提及的探究與探究教學及其課堂實務，前半段比較不同學習領

域教師對於探究與探究教學的看法之相似與差異，並以予綜整、呈現於圖 2。後半段呈現不同學科背景教師的探究教學實務，並彙編於圖 3。

因考量同一位教師可能對其觀點進行相似的陳述，所以圖 2 係以教師人數而非其陳述量呈現其探究與探究教學內涵。例如，同一位物理教師在其訪談內容中雖有 8 個符

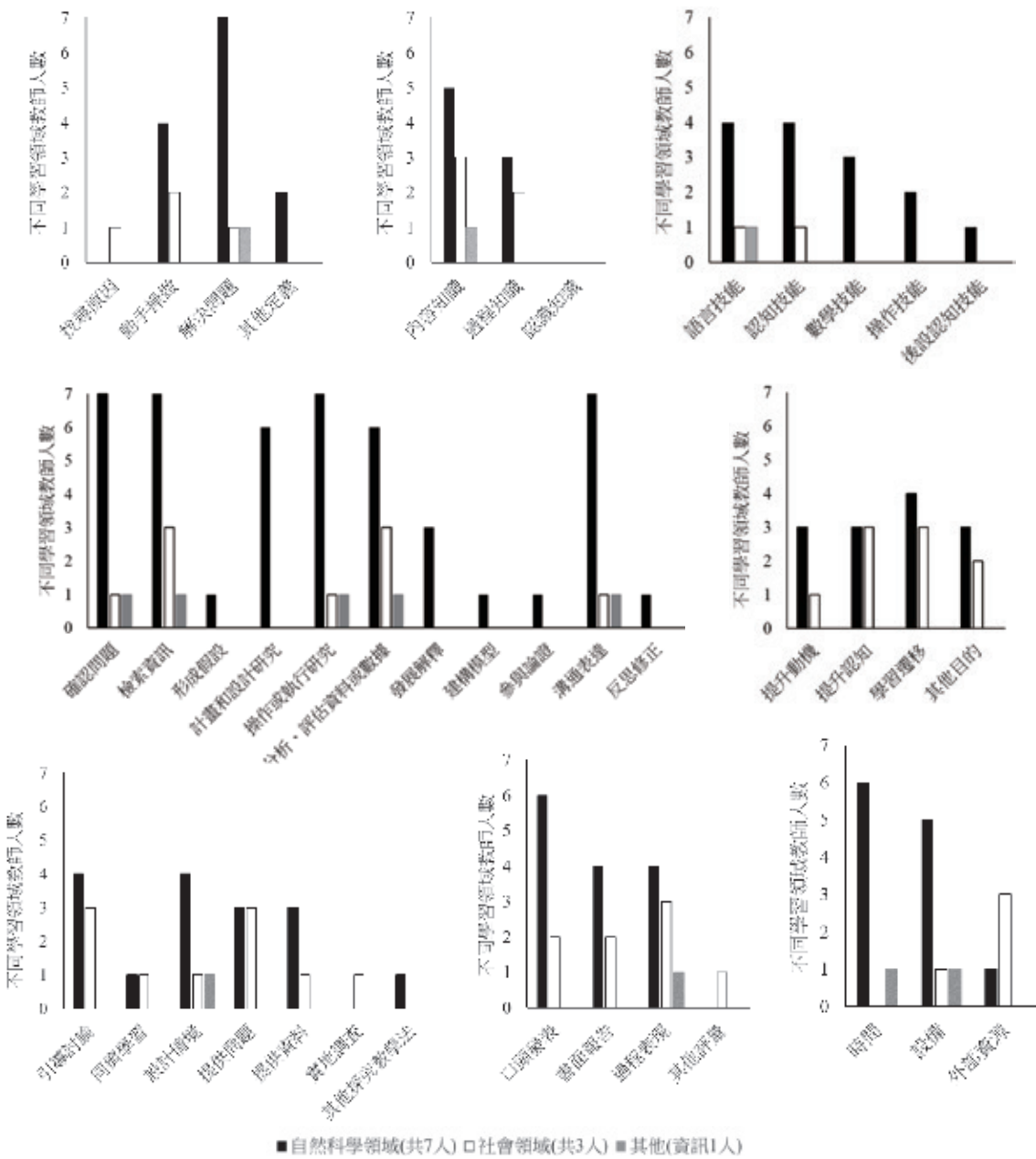


圖 2 不同學習領域教師對 (a) 探究的定義、(b) 知識類型、(c) 所需技能、(d) 探究活動、(e) 探究教學目的、(f) 探究教學方法、(g) 探究教學評量方式，以及 (h) 探究教學考量因素的看法圖

合分析碼「分析、評估資料或數據」的結果，但僅記為一位。此外，為比較不同學習領域教師觀點的相似與差異，而分別將每一個分析碼被各個領域教師提及的人數加總後再呈現：例如，分析碼「外部資源」在社會領域的數量為 3，表示有三位社會領域教師提及符合此分析碼的陳述；相較之下，自然科學領域僅有一位物理教師提及符合「外部資源」的敘述，故以 1 表示之。

從圖 2 中可以看到不同學習領域教師呈現的探究與探究教學看法之相似與差異。例如，對於探究此一擁有多重意涵的字詞，自然科學領域教師與資訊教師均認為探究的其中一個重要內涵是問題解決，但多數社會領域教師卻認為是動手操作。接續的段落將依序呈現這些相似的觀點以及不同的看法，並適時輔以質性引述說明，或對照相關文獻以予討論。

一、不同學習領域教師對探究與探究教學的相似觀點

（一）重視學科內容知識與過程知識

在談論探究的內涵時，除了兩位化學教師可能因為具備較豐富的研究方法課程教授經驗，而直接以較抽象的方式說明探究之構念，未直接提到或強調內容知識對於探究的重要性；其他的九位教師都有提及探究需要內容知識，或以其學科的內容知識為例來說明探究。

1. 專業基礎知識對探究的重要性

本研究中不同學科背景的教師都有提

到專業基礎知識對探究的重要性，顯示其不受教師所屬學習領域影響，例如：

如果老師沒有給學生一些基礎的知識跟能力，學生是沒有辦法去…自己去找出問題，自己去獲取能力。(GE120170322 訪)

就是看他這個問題。如果它比較偏專業領域的話，那就是他必須要有這個專業領域的一些基礎知識。(IN120170407 訪)

還是要有足夠的 base，data base 在當他的基底。(PH120170407 訪)

所謂大到小就是先有個這個議題的背景處理要先了解，還是要一點點基本的知識。(PH220170412 訪)

過去文獻亦有支持基礎知識對探究的重要性，例如 Wu, Weng 與 She (2016) 以臺灣七年級學生為研究對象，發現學生的生物學背景知識為其科學探究能力的預測指標之一。Oh (2010) 讓參與中學科學師培課程的韓國大學生進行反繹探究 (abductive inquiry)，發現雖然學生起初無法從背景知識中找到適切的科學事實、理論或定律來解釋異常的颱風路徑，但從背景知識中擷取颱風的普遍特徵後，即能用此背景知識闡述該颱風的奇怪路徑。但 Lebak (2015) 研究一位具有五年教學經驗、極認同科學探究有益學生學習的教師，發現該個案教師起初所持有的學生缺乏背景知識之信念，是使其沒有

實施學生中心的探究教學之原因。因此，基礎知識對探究而言可能是重要的，而教師認為學生背景知識不足的信念更可能影響其探究教學的實施。

2. 執行探究需要過程知識

自然科學領域與社會領域教師談及探究時，都有提到過程知識對探究的重要性，但不同學習領域教師的表述方式有所不同。其中物理和生物教師分別提及科學方法與工具的使用，此屬包含較多內涵的概念：

能這個課程他先學會了怎麼樣收集文獻、怎麼樣表達自己的想法。對，然後在下一個課程有可能他再進階把他的動手操作能力或是數據分析能力的探究他就會學起來。（BI120170328 訪）

在我們的課程裡面，或是說他最後他能夠表現出來，就是他能夠對一個問題，能夠主動的去解決一個問題，而且是很符合科學方法或是符合科學態度的一個狀況之下去解決。（PH120170407 訪）

原因是因為你這至少你還知道、會用那些工具，知道有這些工具可以去把這個東西做出來，make 出來。（PH320170412 訪）

相較之下，公民和地理教師提到的過程知識則指涉屬於更廣泛的操作性知識：「不是應該這個檻就早在前面那個時候，你就要

自己知道它有什麼方法可以去突破嗎？」（CI120170407 訪）；「也就是說，其實我們教的不是知識，我們教的是他如何有一個方法去動手學這個知識」（GE120170322 訪）。

或許因為自然科學領域有較多的實驗課程，所以該領域教師在提及探究的過程知識時，容易與科學方法的使用相互連結，或提到如何操作工具、器材的知識。相對的，沒有實驗課程的社會領域教師，則以更廣泛的操作性知識進行指涉。Arnold、Kremer 與 Mayer（2014）分析德國 11 年級學生的生物探究課程之結果亦指出應提供學生過程知識以支持其執行探究任務。因此，欲使教師實施探究教學，師資培育單位 / 師資培育相關教師應讓教師明瞭過程知識的重要性，以及可能的導入方式。

（二）資訊檢索與分析為主要探究手段

論及探究活動或方法時，教師普遍提及以資訊檢索與分析為手段。

1. 普遍被使用的檢索資訊

從圖 2（d）中可以看到所有教師都有提及以檢索資訊進行探究，只是用以指涉的字詞不盡相同，包含找資料、查資料、做搜尋、去搜尋、去蒐集、蒐集資料、資料蒐集、資料搜尋、找文獻、蒐集文獻、文獻蒐集、找到各種文獻、去檢索、資料檢索等，也有教師更明確地指出檢索資訊的工具，甚至內容。例如：「教導他們如何去查資料，再進一步結合到自己親手設計一個實驗」（BI220170328 訪）」；「室內課的時候，

會先告訴他怎麼去找資料。就是，調，中央地質調查所有一個網站，他可以去查他家附近的岩層是什麼」（GE120170322 訪）。

2. 十位教師都有提到的分析、評估資料或數據

在本研究的訪談中，僅有一位化學教師沒有提及分析、評估資料或數據，其他教師則分別用不同的措辭來指涉此活動。分析或評估的對象，可能是教師提供的資料，學生檢索而得的資訊，或學生操作或執行研究所得的數據。例如：「他找了文獻，或是他自己想了好幾個實驗方法，那你就叫他去比，可是這幾個實驗方法你要告訴我是，這幾個實驗方法的優缺點是什麼，那你為什麼做了這個選擇」（CH220170328 訪）；「那你也可以去蒐集數據，然後分析數據」（PH320170412 訪）。Herranen 等人(2019)以五位職前化學教師為研究對象，亦發現評估資料是情境式探究教學的重要面向之一。Voet & De Wever (2017) 更進一步指出對於歷史教師而言，評估資料中作者的觀點、推理，與證據，以確認資料的可信度是探究教學中的重要目標。可見分析、評估資料或數據在不同學科中均相當重要。

（三）期望以探究教學使學生提升認知、產生學習遷移或提升學習動機

彙整諸位教師所提及的探究教學目的，發現主要為提升學生的認知與學習動機，以及期望藉此使學生產生學習遷移等三項。

1. 藉探究教學提升學生的認知

教師多以學科內容知識為例說明探究，並期望藉此提升學生認知。在自然科學領域與社會領域教師的訪談中都可以看見這樣的想法。諸如：「讓你知道說，每一個機構都有它的理由存在」（PH220170412 訪）；「讓學生瞭解說可能在這個環境可能會有那些作物或那些那個什麼？那個所謂的蟲子出來，會吃他們的那個農作物」（BI120170328 訪）；「今天我設定這門課程要給學生得到的一些所謂的認知上的能力」（CI120170322 訪）。

2. 以探究教學培養學習遷移的能力

學習遷移的能力不僅是最多教師提及的探究教學目的，且不受學習領域影響，例如：

而是教導學生如何去應用它。…所以他們未來面對到生活上一個問題之後，他搞不好也會運用這樣的方式去做一個解決。（BI220170328 訪）

我教了他探究的方法，其實他就可以遷移到其他科。…就是探究是要帶著走，他這個經驗完，他可以做下…之後很多次的探究。（CH220170328 訪）

如果我今天能藉由我有這些知識、我操作過的經驗，然後對我的未來是有更多的保障的。…所以就要將來能有那樣的能力去做那個所謂的取捨跟判斷。（CI120170322 訪）

所以我們透過這樣的一個課程，除了讓學生知道他以後買房子必須注意這些事情。…以後他是會把這個方法應用到他學其他知識的領域的。(GE120170322 訪)

此結果亦反映著探究在許多面向上確實為解決問題或改善日常生活的方法(Molebash et al., 2019)。

3. 提升動機為探究教學目的散見於不同學科背景的教師

本研究中，物理、化學、生物和公民教師的談話內容都曾提及實施探究教學的目的是為了提升學生的學習動機，例如：「有這樣動機的啟發。…那其實他們動手的意願就會更高」(CI120170322)；「所以我想說這個東西學生也覺得蠻有趣的。…那我他們就覺得說原來做完一台自己的風力發電是很有趣的」(PH320170412)。在 Lee, Lee, Lam, Kwok 與 So (2020) 的跨國研究中，亦發現增進學生的知識與理解，以及提升學生的興趣被香港職前小學教師視為探究的主要成效。

(四) 過程表現為主要評量依據

訪談結果顯示教師多以學生學習過程的表現作為探究評量依據，且此傾向不受教師的學科背景所囿限。例如：「這邊我覺得課程上面還是會直接我們設計一個題目讓他，就是看著他針對這個題目一路下來解決的方法，然後最後看他真的有把那個成果做出來這樣子」(IN120170407 訪)；「我會比較類似希望用形成性的評量去收集每一個歷程的一個狀況」(BI220170328 訪)。

此外，各個課程模組的教案亦呈現相似的結果，形成性評量以學習單居多、分組討論作業次之，另亦有採用「野外實察表現與作業」(住家安全教案)、「模型製作參與」(能資源與永續問題探究教案)、「實做紀錄及實做成品」(智慧生活教案)、「課堂出席率」、「課堂回應與討論」以及「活動參與程度」(友善農業教案)等形成性評量者。其中兩個有詳列學習評量項目與配分的教案，形成性評量的比重均高達六成。而此亦反映著探究教學為過程導向之特性(Shanmugavelu, Parasuraman, Ariffin, Kannan, & Vadivelu, 2020)。

二、不同學習領域教師對探究與探究教學看法的差異

本研究發現不同學習領域的教師都認為探究是問題解決，但自然科學領域教師視探究為問題解決的方法，社會領域教師視探究為問題解決的過程。除此之外，自然科學領域教師通常會設計情境，讓學生確認研究問題並執行研究，且認為語言是進行探究的必要技能；時間是他們進行課程發展時的主要考量。社會領域教師傾向於提供問題給學生並引導討論；特定主題的專業諮詢是他們進行課程發展時的主要需求。

(一) 探究是問題解決，社會領域教師視探究為過程，自然科學領域教師視探究為方法

在對探究進行定義時，物理、化學、生物、公民與資訊等九位教師都提及探究與問題解決的關係。多數教師認為探究是解決問

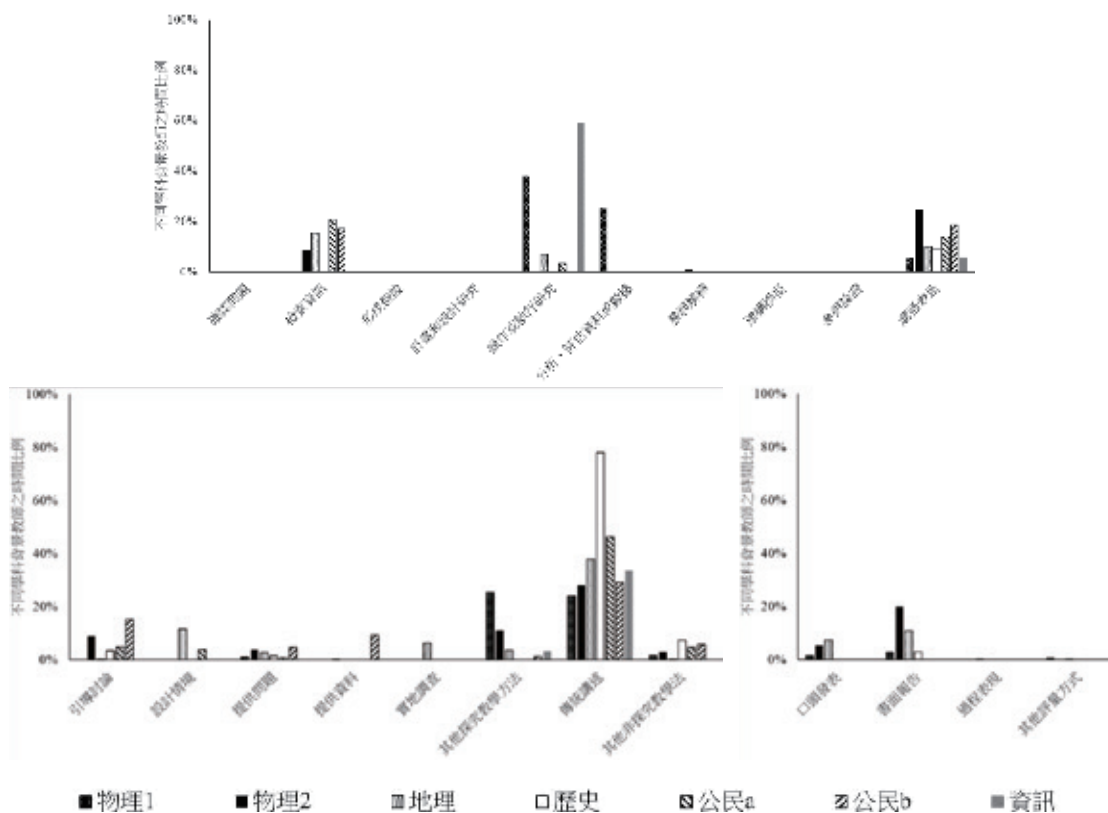


圖 3 不同學科背景教師的探究教學實務：(a) 探究活動、(b) 探究教學方法與 (c) 評量方式

題，然細部觀看其所指涉的向度，則可發現有的老師認為探究是問題解決的歷程，有的認為探究是問題解決的方式，甚至也有認為探究代表問題解決的能力。

1. 探究是問題解決的歷程

訪談過程中，公民和歷史教師分別提及了探究是問題解決的歷程：「因為這個探究的這個過程，他是要自動的去找出答案」（CI120170407 訪）；「從結果去探究它造成的原因。結果，然後探究造成的原因，那帶來的這個影響」（HI120170322 訪）。

2. 探究是問題解決的方式

自然科學領域的教師都有提到探究是問題解決，但其所指涉的偏向解決問題的方式：

我認為探究其實是一個問題為一個導向的、一個探索的、一個方式，它就像是我們在…像碩博士、我們在做自己的研究一樣。（BI220170328 訪）

我們自然科學探究與實作的這個課，我教了他探究的方法，其實他就可以遷移到其他科。（CH220170328 訪）

能夠主動的去解決一個問題，而且是很符合科學方法或是符合科學態度的一個狀況之下去解決。

(PH120170407 訪)

3. 探究是問題解決的能力

資訊教師則認為「探究，我覺得是學生他自己去解決問題的能力」(IN120170407 訪)。

將探究視為問題解決的歷程者，其觀點較接近 Rutherford (1964) 所指稱的探究即內容；而認為探究是問題解決的方法或能力之觀點，則貼近探究即方法的概念。

(二) 自然科學領域教師對探究以及探究教學的觀點

自然科學領域教師通常會設計情境，讓學生確認研究問題並執行研究，並且認為語言為探究之必要技能，時間為其課程發展之主要考量。

1. 常會設計研究情境，讓學生執行探究

生物和物理教師分別提及了設定特定情境的探究教學方式：

就設計課程，就設計一套情境讓他去做這個…思考，然後帶領他去想…就設計情境就帶他，對，然後丟任務給他，讓他不斷去做一些活動，然後去想。(BI120170328 訪)

我這邊會設計一個實驗的一個體驗裝置…會設計一個腳踏車的發電效率的一個轉換的一個體驗…

讓他們體驗而已，然後真的去做。

(PH320170412 訪)

2. 確認問題與操作或執行研究是常見的探究活動

可能由於自然科學領域的探究，常需提出研究問題並執行後續的研究，所以教師的訪談內容，都有提到確認問題與操作或執行研究兩種探究活動。而確認問題的方法可藉由直接的觀察，也可以閱讀相關資料的方式進行。操作或執行研究則視課程模組的主題與內容而異。此外，有過半數的教師將探究與動手做產生連結，可能受 Dewey 強調從做中學以進行探究的教育哲學所影響，或因自然領綱中的「自然科學探究與實作」之課程名稱引導使然(教育部，2018a)。

3. 語言技能為執行探究所需的必要技能

語言技能在自然科學領域中普遍被提到，其重要性見於文字理解是文本閱讀的基礎，口語與文字表達在溝通中扮演的角色，以及英文能力是搜尋網路資料常見的門檻等。

在網路的資料搜尋上，更不只一位教師表示英文專有名詞的認識與英文資料的閱讀能力可能是學生進行探究的主要門檻之一：

那我覺得查資料這件事情也卡在我覺得現在小朋友的英文能力也有點弱，就有些東西他一定要用英文去查的，他英文不夠好的話他沒有辦法看到那一邊的資料。

(IN120170407 訪)

因為他們都用中文，他用中文下關鍵字，他下那個例如說下雷諾數，他就真的就打雷諾數，其實找不到什麼東西，所以每次遇到這樣的學生就找不到，我說很簡單，過來過來過來，雷諾數，來英文拼給我，或把那符號拼給我，打上去就很多，就很多資料，因為其實真的在網路的世界裡面還是英文的世界。
(PH120170407 訪)

雖然有研究指出閱讀能力對學生動手做控制變因的探究以及內容知識的獲得僅有間接影響(Stender, Schwichow, Zimmerman, & Härtig, 2018)，但隨著科學文本閱讀愈來愈受到重視，加上英文仍為網路資源的主要共同語言，使得多位教師均提及中文文字理解與英語閱讀等語文技能對學生進行探究的影響。

4. 時間是實施探究教學與否的主要考量

被問及實施探究教學時的考量因素有哪些時，有教師表示探究需耗費較多時間，更有教師表示囿限於時間因素會選擇性地安排活動：

探究過程他直接得到知識，那這個可能會變成他的，那可是他花的時間是十倍、二十倍以上。…所以才現在才會慢慢變成走向說那我們就讓學生自己花時間去做探究，那探究時間就會增加很多。
(BI120170328 訪)

一種是…我如果今天時間不夠，我也許就是讓他知道，某一個研究法應該是什麼。(CH220170328 訪)

可是我其實不喜歡這樣，可是有的時候真的來不及，這是實務。
(PH120170407 訪)

因為時間的關係，那沒有辦法讓他從頭到尾。(PH320170412 訪)

認為時間是實施探究的主要限制之一亦見於以香港職前小學教師(Lee et al., 2020)、美國農業科學教師(Blythe, DiBenedetto, & Myers, 2015)、澳洲天文課程教師(Fitzgerald, Danaia, & McKinnon, 2019)、南非科學教師為對象等研究(Ramnarain & Hlatswayo, 2018)。Thacker, Lee, & Friedman (2017)以美國東南部某一學區的中學社會科教師為研究對象時，亦發現有高達 76% 的教師認為時間限制是實施探究與否的原因。因此，雖然本研究中有提及時間是其實施探究與否的考慮因素者均為自然科學領域教師，但此考量因素可能是不受學習領域所囿限的。

(三) 社會領域教師對探究以及探究教學的看法

1. 傾向於提供問題並引導討論

相較於自然科學領域教師多以主題或現象為題，讓學生進行探究；社會領域的探究則多由教師提供問題，而非探究者本身所提出。社會領域教師會以學科概念為題，引導學生進行思考與討論：

比方說，我們那天在談到那個、那個所謂的通貨膨脹率的時候。那為什麼像這樣子的一個、一個狀況之下，我們就會把它設定為一個是有通貨膨脹的一個狀態。（CI120170322 訪）

那你為什麼覺得這樣的居住環境是好的？這樣的居住環境是不好的？它的原因在哪裡？（GE120170322 訪）

我常常跟學生講就是說，分分秒秒都有天災，但是為什麼會有這樣的結果？其實跟人禍有關。都跟人有關係。所以我這門就是說，透過這種結果，然後，引導學生去，自己要去找資料。…當你碰到類似這樣的事情的時候，你就會不會做出跟他一樣的決定？或是說，會因為什麼因素會做出不同的決定？我們去做一個討論。（HI120170322 訪）

雖然 Furtak 等人(2012) 的後設分析發現教師提供最少指引的探究較傳統教學與學生主導的探究更有助於學生的學習。但 Carolan, Hutchins, Wickens 與 Cumming (2014) 的後設分析卻指出，相較於開放式探究，結構式或引導式探究使學生學習到更多。且新近研究結果亦顯示結合教師引導的探究活動與學習成效呈正相關(Aditomo & Klieme, 2020b)。因此，進行探究時，教師的適當引導對學生的學習是相當重要。

2. 特定主題的專業諮詢為課程發展之主要需求

此需求反映於教師認為自己的探究教學能力或特定專門知識有限，期有更多的外部資源挹注：

如果有外部的那個資源就更好。因為比方說也可以談一下這次的那個像電業法的主導相關的那個…倘若沒有這個參與或者是了解其中，了解整個能源的這個一路走來的發展的一些方向，能夠有一個更完善的背景的認識，那這樣就更為妥當。…如果能夠有那個政策部份、能源政策部分的一個、政府能源政策制定上面比較熟悉那個背景、原有的專業能夠給我們一些解惑的支持的話就更好。（CI120170407 訪）

部分的東西對我而言也是新的東西。包括就是說我們講風水這一些、這一類的、這之類的。其實我們知道大學端有些教授他更專業。（HI120170322 訪）

三、不同學科背景教師的探究教學實務

由於學生的探究活動、以及教師的教學方法與評量方式可從課程實施的過程中窺得。故，本研究針對六位同意進行課室錄影的教師，分析他們所參與的三個課程模組之探究活動、教學方法與評量方式等三個次類別及其分析碼，並綜整結果於圖 3。因為其

中一位公民教師同時參與兩個不同的課程模組，所以用公民 a 和公民 b 分別表示該同一位教師於不同課程模組中的教學實務。又考量每一位教師的上課時間長短不一，故以每一位教師於特定課程模組的總授課時間為分母，進行其教學實務之探討。例如，物理 1 教師於某課程模組的總課程時間為 27 小時 22 分又 37 秒，其中讓學生進行操作或執行研究的時間為 10 小時 21 分又 31 秒。以 10 時 21 分 31 秒除以 27 時 22 分 37 秒而得 37.84% 之結果，表示該位教師於該課程模組中提供了 37.84% 的時間讓學生進行操作或執行研究。

課室錄影分析結果顯示：在探究活動上，此三個課程模組中僅有呈現檢索資訊，操作或執行研究，分析、評估資料或數據，發展解釋，以及溝通表達等五種。以自然科學或工程為主軸的課程模組中，學生進行操作或執行研究的時間比例較高。教學方法中，除了屬探究教學者之外，另有不屬於探究教學的傳統講述，以及影片觀賞、地震避災演練等教學方法，且傳統講述平均佔三成以上的課程時間。

（一）操作或執行研究是以自然科學或工程為主軸的課程模組之主要探究活動

過去研究指出教師的自陳與其教學實務未必一致 (Capps et al., 2012)，本研究結果亦若是。可能的主要原因包含：參與課程模組開發、接受訪談的十一位教師中，只有六位呈現其課堂實務；而且這些課程受限於實施長度與屬性，未必能充分展現授課

教師的教學信念。分析課室錄影中的探究活動後，研究者更進一步發現：雖然在教師訪談中，檢索和分析是被最多位教師提及的，但在這三個課程模組裡，只有三位教師讓學生進行資訊檢索，一位教師帶領學生做資料分析。在以自然科學或工程為主軸的課程模組中，操作或執行研究佔該課程模組總時數的三成以上，是主要的探究活動。此外，可能因為這三個課程模組都有期末成果發表，使得學生利用口語或書面等方式呈現探究的過程或結果之溝通表達，平均佔課程總時數近一成。再者，可能由於此番的三個課程模組是為多元選修而設計的，所以研究問題、假設與計畫都由授課教師事先擬定，而未現於課程活動中；課程深度亦不若專題製作般，未讓學生建構模型或反思修正。

（二）傳統講述佔平均佔三成以上的課程時間

教師選擇傳統講述可能反映著其所對內容知識與過程知識等基礎知識的重視，也可能源於其認為探究教學須花費較多時間，且不一定看得到成效。此外，也可能源於教師認為傳統講述是較有效率的教學方法：

有時候我們會去考慮到說這個效益，也就是說我現在只是要為了得到一個答案，然後花了 15 分鐘，那與其這樣，這個 15 分鐘也許連那個答案都出不來，那我要花這個時間嗎？(HI20180621 訪)

所謂的傳統教學…以所謂的知識傳遞來講這種經驗傳承是最快。如

果我們沒有古早的人類或是以前生物沒有這種傳經驗傳承的能力，其實人類的知識不會進步得那麼快。所以是、這一塊、憑良心講是不能放棄、不能丟掉，因為畢竟這種方式其實講述法是，真的要很厲害的功力才有辦法講述。

(BI120170328 訪)

雖然我國與美國新版課程綱要等文件均主張探究對於學習的重要性(教育部, 2014a, 2018a, 2018b; National Research Council [NRC], 2012, 2013)，且 Heindl (2019) 的後設分析更指出探究式學習較傳統教學更有助於提升學業表現。然而，亦有研究指出較具探究取向的教學法相較於包含傳統講述的混合教學法對於學生的知識學習與問題解決能力並無顯著的正向效果(Gao & Wang, 2016)。實務上不存在一體適用的課程，很多時候探究教學並不若其他教學法有效，教師需彈性運用教學方法，找尋適當的探究與非探究教學組合來促進學生的學習(國家教育研究院, 2014; Colburn, 2000)。例如，本研究，PH2 教師利用其與另一位未參與本研究之教師所共同發展的一系列流體力學教學影片，讓學生瞭解相關原理，作為設計風機，調整參數的重要基礎；又如，HI1 教師請學生利用課餘時間詢問親友關於風水之事並於課堂上分享後，再以預先製作的投影片系統性地介紹生活中的風水，均為彈性結合探究與非探究教學的適切案例。

伍、結論與建議

隨著 108 課綱實施邁入第三年，一線教師對於探究與實作課程的認識逐漸提升，更有許多教師大方地分享其課程(廖家榮 2021; 盧政良, 2021)，甚至有探討此類課程對學生科學素養的影響(蔡哲銘、邱美虹、曾茂仁、謝東霖, 2020)，或以單一主題為例，談論課程的發展、實施與評量者(張珮珊、賴吉永、溫嫻純, 2017)。本研究不同於多數以單一學科為主或侷限於自然科學領域之研究，採用的資料來源包含跨學科以及跨領域教師發展課程模組時背後的想法，正可提供規劃與實施師資培育與教師專業發展的教育者一個具情境、具實徵分析結果的案例。我們以一所多數教師具備探究課程發展經驗的 108 課綱前導學校為研究對象，具體呈現不同學科背景教師詮釋探究與探究教學的相似與差異之處，揭櫫具多重意涵的探究一詞對教師及其教學的可能影響，提供師資培育單位 / 師資培育相關教師得以針對教師的學科特質提供適當協助的依據。由於教師對探究的看法、覺知的探究優缺點將影響其實務(Lee et al., 2020)。本研究結果更顯示儘管是有參與相關研習並具備探究課程發展經驗的教師，其對探究與探究教學的看法與實務亦存有許多微妙的差異。在認知上，自然科學領域教師往往選擇設計情境，讓學生確認研究問題並執行研究；社會領域教師則多以學科概念為問題，引導學生進行思考與討論。於實務上，雖教師普遍視資訊檢索與分析為重要的探究活

動，但卻未必施行；傳統講述仍為主要的授課方式。因此，給予自然科學領域教師找尋與生活相關議題情境及可資研究問題的方法，提供社會領域教師將學科概念轉化為討論議題的技巧，以及培養教師系統化檢索與分析的能力、探究教學的動機與學科教學知識 (Ambusaidi, Badiali, & Alkharousi, 2021)，均為師資培育單位 / 師資培育相關教師幫助教師專業發展的方向。除此之外，依據自然領綱，高中需開設自然科學探究與實作必修課程，而且領綱中明述鼓勵採用跨領域 / 科目的方式規劃課程以及進行教學。是故，師資培育單位 / 師資培育相關教師在規劃與進行在職進修研習時，應留意不同學科或領域背景教師的專業發展需求；在規劃與實施自然科學探究與實作課程時，若有跨領域教師共同參與，應先使其瞭解其他領域教師可能對於探究與實作的看法與教學實務存有差異性理解，並運用於協助教師規劃課程與實施教學之上。再者，於素養導向的教學中，未來將有更多單一學科或跨學科、領域的探究與實作課程實施，相關教育人員可再進一步擴大研究，瞭解各校參與探究與實作課程開發的一線教師之探究構念，以提供更堅實的實徵研究結果。

最後，再就本研究中，教師所提及的探究之知識類型、探究活動，以及影響探究教學實施的可能原因等三個面向，與其他文獻比較並進一步探討，以作為師資培育單位 / 師資培育相關教師規劃教師專業發展的參考。

一、探究教學使教師重視過程知識，對認識知識的重視與實踐相對不足

臺灣的教育長期以來受到明星學校與熱門科系光環等價值觀影響，在考試領導教學的風氣之下，許多教師的教學著重於學生的知識獲取與概念理解之內容知識。之前的九貫主張應培育學生帶得走的能力 (教育部, 2003)，新上路的 108 課綱重視素養教學、探究與實作，以及學生的學習表現 (教育部, 2014a)。這樣的課程綱要調整，似乎使教師除了學科內容知識之外，亦逐漸重視過程知識。然而，對認識知識 (epistemic knowledge) 的重視與實踐仍相對不足。認識知識包括對問題、觀察、理論、假設、模型、論證、同儕審查在建立可信知識上的作用之理解，以及承認各種形式的探究等 (OECD, 2019)。有學者指出認識科學本質與科學探究本質的重要性 (Rönnebeck et al., 2016)，自然領綱更將認識科學本質列為學習表現架構的子項目之一 (教育部, 2018a)。但參與本研究的教師無論在教案、訪談、抑或課室實務中卻都未提及屬於認識知識的學科本質等內涵。如是之因，除了教師教學可能仍以有利於升學考試的內容知識與過程知識為重，而較少提及與考試無直接關係的本質問題之外。也可能因為本研究僅以參與課程模組發展的教師訪談為主要資料來源，輔以部分願意提供教案與課室錄影的教師做為資料來源，從這些有限的資料來源難以看到足夠廣泛的向度。或可能因為認識知識量測不易，而使教師在設計課

程時未予納入，僅就內容知識與過程知識進行探討 (Großmann & Wilde, 2019; Stender et al., 2018)。由於課程綱要未提供具體的教學指引，欲培育教師將認識知識納入探究與實作或跨學習領域課程的能力，傳統的準實驗設計或過程－結果 (process-product) 評量模式之師資培育或教師專業發展課程恐不適用，或許可以藉由促進教師專業發展過程的對話，使教師理解自身的信念與實務，允許其於長期的專業發展過程中，以自己的步調嘗試與發展新的教學方法或課程 (McDonald & Songer, 2008; Richardson, 1996)。或讓教師以學生的身分參與探究課程、觀察專家與其他教師之教學，再於計劃、教學、反思的過程中提升其探究教學能力 (Lotter et al., 2018)。或在提供反思與課程設計的必要支持下，讓教師與學者於真實情境中一同進行研究，以改變教師對於探究的素樸概念 (McLaughlin & MacFadden, 2014)。

二、部分探究活動會因學習領域而異，少融入建構模型、參與論證與反思修正

Dobber 等人 (2017) 進行文獻回顧整理後發現學生參與的研究型態會因學習領域的不同而有差異：實驗被廣泛使用於科學教育中，語言和歷史則以文獻研究為主，描述性研究見於專題研究中的主題活動，設計研究通常用於科技教育，模擬則常用於電腦教育。而本研究將教師所提及的探究活動加以分類後，亦發現不同學習領域所提及的探究活動類型會有所差異。比較本研究結

果與 Rönnebeck 等人 (2016) 回顧所得的探究活動後，顯示建構模型、參與論證，以及反思修正僅於一位教師的教案中被提及，而未現於本研究其他教師的教案、訪談或課室錄影中。建構模型 (modeling) 包含模型的製作與修正 (Justi & Gilbert, 2002)，例如，嘗試由探究結果建立合理模型以描述所觀察的現象，或者察覺模型的侷限性 (教育部, 2018a)。建構模型雖為 108 課綱的學習表現子項目之一，但從本研究觀之，可能反映著建模活動融入實際探究教學的困難。

教學上的論證較偏其社會意涵 (洪振方、林裕仁、魏子婷, 2010)，社會性科學議題與科學理論是常見的兩大論證題材 (黃柏鴻、林樹聲, 2007)。雖然論證一詞僅現於 108 課綱公民科的學習表現中 (教育部, 2018b)，但各式課程中均可引導學生參與論證。本研究 PH3 教師亦有規劃偏社會性科學議題的「臺灣適合發展綠色能源嗎？」(能資源與永續問題探究教案) 之論證活動，卻因其課程並不在課室錄影觀察之列，而無從得知教學實況。反思修正則可能因為本研究的教師是參與多元選修課程模組設計與發展計畫者，而此類課程模組多為實施時間較短、線性的課程，故不若專題課程般，較常進行反覆的反思與修正。

因此，師資培育單位 / 師資培育相關教師在規劃教師專業發展課程時，應將模型的本質和種類、如何瞭解學生的心智模型、如何在課程中導入共識模型、如何發展良好的教學模型，以及如何在課程中導入建模活動等主題納入，並使教師得於各階段，藉由

教學日誌、半結構訪談、教學影片回顧等方式瞭解其本身所持有的教學信念，促使其省思自身的教學實務，進而將建模與反思修正融入於教學 (Kagan, 1992; Lotter et al., 2018)。

三、時間影響探究教學的實施，社會領域教師亟需專業諮詢

本研究結果與過去文獻均顯示時間是教師實施探究與否，以及決定如何安排課程內容的主要考量之一 (Blythe et al., 2015; Fitzgerald et al., 2019; Lee et al., 2020; Ramnarain & Hlatwayo, 2018; Thacker et al., 2017)。以本研究訪談教師所設計與發展的其中一個課程模組為例：該模組的課程時數從一開始設定的每週一節，共 18 節，經調整為每週兩節，共兩學分，到最後以每週三節，為期十週的方式實施。本文第一作者在課室觀察與錄影的過程中亦發現，此類課程較傳統課程，有更多動手操作、組裝、測量與分析數據，資料搜尋、討論、口頭報告等學生中心的活動。如是較長的連續授課節數，一方面能使活動得以延續，不致被打斷、切割、零散化，另一方面亦能減少教師進行回顧、引起動機等開場活動的時間。或許可作為未來規劃類似課程者的參考。

相較於自然科學領域強調知識的普適性，社會領域有許多在特定地區、時間、文化脈絡之下的知識。例如，本研究中公民教師提及的電業法，直到收集研究資料的前一年都仍在持續修正，部分條文亦尚未生效；而歷史教師所談論的風水，雖已相當程度地

融入中國社會，但卻未見於傳統的歷史課程中。當社會領域教師欲進行新課程的設計與發展時，涉及的法規更迭、非傳統教材等相關資料的蒐集與彙整成為教師的迫切需求。因此，如何促成社會領域教師與特定專業知識者之間的媒合，為其提供所需的諮詢管道，亦為未來可以努力的方向。

謝辭

本文稿獲得科技部經費資助 (MOST109-2511-H-003-022)，特此致謝。

參考文獻

- 洪振方、林裕仁、魏子婷 (2010)。專精教師與生手教師經營論證教學的分析與比較。*科學教育學刊*, 18(3), 205-227。doi:10.6173/CJSE.2010.1803.02
- [Hung, J. F., Lin, U. L., & Wei, T. T. (2010). The analysis and comparison of students' argumentation in inexperienced and experienced teachers' classroom. *Chinese Journal of Science Education*, 18(3), 205-227. doi:10.6173/CJSE.2010.1803.02]
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要總綱。臺北：教育部。取自 https://www.k12ea.gov.tw/ap/sid17_92law.aspx
- [Ministry of Education. (2003). *Guidelines of grade 1-9 curriculum (general guidelines)*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education. Retrieved from https://www.k12ea.gov.tw/ap/sid17_92law.aspx]
- 教育部 (2014a)。十二年國民基本教育課程綱

- 要總綱。臺北市：教育部。取自 <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw>
- [Ministry of Education. (2014a). *Curriculum guidelines of 12-year basic education (general guidelines)*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education. Retrieved from <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw>]
- 教育部 (2014b)。十二年國民基本教育課程發展指引。臺北市：教育部。取自 <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-5622,c952-1.php>
- [Ministry of Education. (2014b). *The guideline for the curriculum development of the 12-year basic education*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education. Retrieved from <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-5622,c952-1.php>]
- 教育部 (2018a)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校 - 自然科學領域。取自 https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/63/pta_18077_4951279_31569.pdf
- [Ministry of Education. (2018a). *The curriculum guidelines of 12-year basic education in natural science domains*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education. Retrieved from https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/63/pta_18077_4951279_31569.pdf]
- 教育部 (2018b)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校 - 社會領域。取自 https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/41/pta_18031_477860_41341.pdf
- [Ministry of Education. (2018b). *Curriculum guidelines of 12-year basic education in social science domains*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education. Retrieved from https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/41/pta_18031_477860_41341.pdf]
- 國家教育研究院 (2014)。十二年國民基本教育課程發展建議書。臺北市：作者。取自 <https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/23/relfile/8006/51082/5dcfe708-8956-4324-867e-564fdecbe001.pdf>
- [National Academy for Educational Research. (2014). *Proposals for the curriculum development of 12-year basic education*. Taipei, Taiwan: Author. Retrieved from <https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/23/relfile/8006/51082/5dcfe708-8956-4324-867e-564fdecbe001.pdf>]
- 張珮珊、賴吉永、溫嫻純 (2017)。科學探究與實作課程的發展、實施與評量：以實驗室中的科學論證為核心之研究。《科學教育學刊》，25(4)，355-389。doi:10.6173/CJSE.2017.2504.03
- [Chang, P. S., Lai, C. Y., & Wen, M. L. (2017). The development, implementation and assessment of a scientific inquiry and practice curriculum: The scientific argumentation in the laboratory. *Chinese Journal of Science Education*, 25(4), 355-389. doi:10.6173/CJSE.2017.2504.03]
- 黃柏鴻、林樹聲 (2007)。論證教學相關實證

- 性研究之回顧與省思。**科學教育月刊**，**302**，5-20。doi:10.6216/SEM.200709_(302).0002
- [Huang, P. H., & Lin, S. S. (2007). Literature review and reflection on the research about argumentation instruction. *Science Education Monthly*, 302, 5-20. doi:10.6216/SEM.200709_(302).0002]
- 廖家榮 (2021)。探究與實作高一課程分享——以建中為例。**師友雙月刊**，**627**，49-53。
- [Liao, C. J. (2021). Inquiry and practice curriculum in first grade of high school: Jianguo High School as an example. *The Educator Bimonthly*, 627, 49-53.]
- 蔡哲銘、邱美虹、曾茂仁、謝東霖 (2020)。探討二階段專題導向的探究與實作課程中學生之學習成效。**科學教育月刊**，**431**，2-20。doi:10.6216/SEM.202008_(431).0001
- [Tsai, C. M., Chiu, M. H., Zeng, M. R., & Hsieh, T. L. (2020). The study of investigating high school students' learning performance under the instruction of open inquiry in "inquiry and practice" curriculum. *Science Education Monthly*, 431, 2-20. doi:10.6216/SEM.202008_(431).0001]
- 盧政良 (2021)。中學自然科探究與實作課程設計與實施。**師友雙月刊**，**627**，35-42。
- [Lu, C. L. (2021). Curriculum designing and implementing of inquiry and practice curriculum in natural science domains of junior school. *The Educator Bimonthly*, 627, 35-42.]
- 顏弘志、段曉林 (2006)。建構主義取向教學的實踐——一位國小自然科教師信念、教學實務的改變。**科學教育學刊**，**14(5)**，571-595。doi:10.6173/CJSE.2006.1405.04
- [Yen, H. C., & Tuan, H. L. (2006). Realization of a constructivist approach to teaching - Transformation of the beliefs and practices of a primary school teacher of science. *Chinese Journal of Science Education*, 14(5), 571-595. doi:10.6173/CJSE.2006.1405.04]
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., Tuan, H. L. Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419. doi:10.1002/sce.10118
- Auditomo, A., & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504-525. doi:10.1080/09500693.2020.1716093
- Ambusaidi, I., Badiali, B., & Alkharousi, K. (2021). Examining how biology teachers' pedagogical beliefs shape the implementation of the Omani reform-oriented curriculum. *Athens Journal of Education*, 8(1), 73-114. doi:10.30958/aje.8-1-5
- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments- What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science*

- Education*, 36(16), 2719-2749. doi:10.1080/09500693.2014.930209
- Baur, A., & Emden, M. (2020). How to open inquiry teaching? An alternative teaching scaffold to foster students' inquiry skills. *Chemistry Teacher International*, 3(1), 1-12. doi:10.5281/zenodo.3634415
- Bloemhof, B. (2014). Making the case for inquiry-based teaching in an economics curriculum. In P. Blessinger, & J. M. Carfora (Eds.), *Inquiry-based learning for the arts, humanities, and social sciences: A conceptual and practical resource for educators* (pp.413-428). doi:10.1108/S2055-364120140000002025
- Blythe, J. M., DiBenedetto, C. A., & Myers, B. E. (2015). Inquiry-based instruction: Perceptions of national agriscience teacher ambassadors. *Journal of Agricultural Education*, 56(2), 110-121. doi:10.5032/jae.2015.02110
- Breslyn, W., & McGinnis, J. R. (2012). A comparison of exemplary biology, chemistry, earth science, and physics teachers' conceptions and enactment of inquiry. *Science Education*, 96(1), 48-77. doi:10.1002/sce.20469
- Capps, D. K., Crawford, B. A., & Constanas, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23(3), 291-318. doi:10.1007/s10972-012-9275-2
- Carolan, T. F., Hutchins, S. D., Wickens, C. D., & Cumming, J. M. (2014). Costs and benefits of more learner freedom: Meta-analyses of exploratory and learner control training methods. *Human Factors*, 56(5), 999-1014. doi:10.1177/0018720813517710
- Chen, R. H. (2021). Fostering students' workplace communicative competence and collaborative mindset through an inquiry-based learning design. *Education Sciences*, 11(1), 1-13. doi:10.3390/educsci11010017
- Cheung, D. (2011). Teacher beliefs about implementing guided-inquiry laboratory experiments for secondary school chemistry. *Journal of Chemical Education*, 88(11), 1462-1468. doi:10.1021/ed1008409
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194-214. doi:10.1016/j.edurev.2017.09.002
- Engeln, K., Euler, M., & Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: A comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 823-836. doi:10.1007/s11858-013-0507-5
- Fitzgerald, M., Danaia, L., & McKinnon, D. H. (2019). Barriers inhibiting inquiry-based science teaching and potential solutions:

- Perceptions of positively inclined early adopters. *Research in Science Education*, 49(2), 543-566. doi:10.1007/s11165-017-9623-5
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. doi:10.3102/0034654312457206
- Gao, S., & Wang, J. (2016). Do variations of science teaching approaches make difference in shaping student content and problem solving achievement across different racial/ethnic groups? *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(12), 5404-5428.
- Großmann, N., & Wilde, M. (2019). Experimentation in biology lessons: Guided discovery through incremental scaffolds. *International Journal of Science Education*, 41(6), 759-781. doi:10.1080/09500693.2019.1579392
- Heindl, M. (2019). Inquiry-based learning and the pre-requisite for its use in science at school: A meta-analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 3(2), 52-61. doi:10.33902/JPR.2019254160
- Herranen, J., Kousa, P., Fooladi, E., & Aksela, M. (2019). Inquiry as a context-based practice- A case study of pre-service teachers' beliefs and implementation of inquiry in context-based science teaching. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1977-1998. doi:10.1080/09500693.2019.1655679
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. doi:10.1080/09500690110110142
- Kagan, D. M. (1992). Implication of research on teacher belief. *Educational Psychologist*, 27(1), 65-90. doi:10.1207/s15326985ep2701_6
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. doi:10.2307/2529310
- Laudano, F., Tortoriello, F. S., & Vincenzi, G. (2020). An experience of teaching algorithms using inquiry-based learning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(3), 344-353. doi:10.1080/0020739X.2019.1565453
- Lebak, K. (2015). Unpacking the complex relationship between beliefs, practice, and change related to inquiry-based instruction of one science teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 26(8), 695-713. doi:10.1007/s10972-015-9445-0
- Lee, Y. C., Lee, C. K. P., Lam, I. C. M., Kwok, P. W., & So, W. W. M. (2020). Inquiry science learning and teaching: A comparison between the conceptions and attitudes of pre-service elementary teachers in Hong Kong and the United States. *Research in Science Education*, 50(1), 227-251. doi:10.1007/s11165-

- 017-9687-2
- Lotter, C., Rushton, G. T., & Singer, J. (2013). Teacher enactment patterns: How can we help move all teachers to reform-based inquiry practice through professional development? *Journal of Science Teacher Education*, 24(8), 1263-1291. doi:10.1007/s10972-013-9361-0
- Lotter, C. R., Thompson, S., Dickenson, T. S., Smiley, W. F., Blue, G., & Rea, M. (2018). The impact of a practice-teaching professional development model on teachers' inquiry instruction and inquiry efficacy beliefs. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), 255-273. doi:10.1007/s10763-016-9779-x
- McDonald, S., & Songer, N. B. (2008). Enacting classroom inquiry: Theorizing teachers' conceptions of science teaching. *Science Education*, 92(6), 973-993. doi:10.1002/sce.20293
- McLaughlin, C. A., & MacFadden, B. J. (2014). At the elbows of scientists: shaping science teachers' conceptions and enactment of inquiry-based instruction. *Research in Science Education*, 44(6), 927-947. doi:10.1007/s11165-014-9408-z
- Molebash, P. E., Lee, J. K., & Heinecke, W. F. (2019). Teaching and learning inquiry framework. *Journal of Curriculum and Teaching*, 8(1), 20-31. doi:10.5430/jct.v8n1p20
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, cross cutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Oh, P. S. (2010). Characteristics of abductive inquiry in earth science: An undergraduate case study. *Science Education*, 95(3), 409-430. doi:10.1002/sce.20424
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris, France: OECD Publishing.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T.,... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. doi:10.1016/j.edurev.2015.02.003
- Qualitative Solutions and Research Pty Ltd (QSR International). (2017, January). *Run a Coding Comparison query*. Retrieved May 28th, 2018 from http://help-nv11.qsrinternational.com/desktop/procedures/run_a_coding_comparison_query.htm
- Ramnarain, U., & Hlatwayo, M. (2018). Teacher beliefs and attitudes about inquiry-

- based learning in a rural school district in South Africa. *South African Journal of Education*, 38(1), 1-10. doi:10.15700/saje.v38n1a1431
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education, Second Edition* (pp. 102-119). New York, NY: Macmillan.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground- A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161-197. doi:10.1080/03057267.2016.1206351
- Rutherford, F. J. (1964). The role of inquiry in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(2), 80-84. doi:10.1002/tea.3660020204
- Schoenfeld, A. H., & Kilpatrick, J. (2013). A U.S. perspective on the implementation of inquiry-based learning in mathematics. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 901-909. doi:10.1007/s11858-013-0531-5
- Shanmugavelu, G., Parasuraman, B., Ariffin, K., Kannan, B., & Vadivelu., M. (2020). Inquiry method in the teaching and learning process. *Shanlax International Journal of Education*, 8(3). 6-9. doi:10.34293/education.v8i3.2396
- Stender, A., Schwichow, M., Zimmerman, C., & Härtig, H. (2018). Making inquiry-based science learning visible: The influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1812-1831. doi:10.1080/09500693.2018.1504346
- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Thacker, E. S., Lee, J. K., Fitchett, P. G., & Journell, W. (2018). Secondary social studies teachers' experiences planning and implementing inquiry using the inquiry design model. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 91(4-5), 193-200. doi:10.1080/00098655.2018.1490129
- Thacker, E. S., Lee, J. K., & Friedman, A. M. (2017). Teaching with the C3 framework: Surveying teachers' beliefs and practices. *The Journal of Social Studies Research*, 41(2), 89-100. doi:10.1016/j.jssr.2016.08.001
- Voet, M., & De Wever, B. (2017). History teachers' knowledge of inquiry methods: An analysis of cognitive processes used during a historical inquiry. *Journal of Teacher Education*, 68(3), 312-329. doi:10.1177/0022487117697637
- Wood, J., Scorpo, A. L., Taylor, S., Rahman, M. Bell, E. & Matthews-Jones, L. (2014). Making historians digitally: Social bookmarking and inquiry-based learning in history in higher education in the UK. In P.

- Blessinger, & J. M. Carfora (Eds.), *Inquiry-based learning for the arts, humanities, and social sciences: A conceptual and practical resource for educators* (pp.393-412). Bingley, England: Emerald Group Publishing. doi:10.1108/S2055-364120140000002024
- Wu, H. L., Weng, H. L., & She, H. C. (2016). Effects of scaffolds and scientific reasoning ability on web-based scientific inquiry. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 3(1), 12-24.
- Zajda, J., & Whitehouse, J. A. (2009). Teaching history. in L. J. Saha, & A. G. Dworkin (Eds.), *International handbook of research on teachers and teaching* (pp. 953-965). New York, NY: Springer.
- Zwiep, S. G., & Benken, B. M. (2013). Exploring teachers' knowledge and perceptions across mathematics and science through content-rich learning experiences in a professional development setting. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(2), 299-324. doi:10.1007/s10763-012-9334-3

附錄：訪談原案

訪談者： 受訪者： 日期： 地點：

老師（們），您好：

首先非常感謝您撥冗本時段，提供訪談。為使後續研究得以順利進行與分析，希望您能允許我將本次訪談內容全程錄音並做簡短的摘記。請問可以（進行錄音）嗎？所有訪談過程將遵循倫理守則，在研究過程中與結束後均遵守保密原則，以及尊重您對所提供資料的使用權。在獲得您的允許後所使用的資料僅用於本研究，若有內容詮釋上的問題，會與您溝通、確認後才撰寫。

本次訪談內容將針對先前信件所提的問題—首先會請您（們）談談本課程模組，再談論您（們）目前對（科學）探究以及（科學）探究教學的看法，包含教師在進行（科學）探究教學時的內容，與學生相對應的學習表現，以及所需資源等三大部分依次進行訪問，請問可以開始了嗎？

一、關於本課程模組

1. 請問本課程模組的主題構想為何？
2. 目前規劃的內容與設計的進度如何？

二、您對（科學）探究與（科學）探究教學看法？

1. 您認為什麼是（科學）探究（如何進行、可能；應包含的元素、步驟、內容、實例）？
2. 您認為（科學）探究教學（法）是什麼（教師如何進行科學探究教學；探究教學和傳統或一般的教學有何異同：過程、表達方式、內容、預期結果…）？

三、關於學生的學習表現

1. 您認為進行（科學）探究時，學生應有哪些學習表現（盡可能具體的指標、實例）？
2. 您如何由這些外顯的資訊評判學生的探究品質（盡可能具體的指標、實例）？

四、關於課室資源（軟、硬體；材料、空間、設備）

1. 您認為實施（某課程模組的）探究教學需要那些資源？
2. 要實施（科學）探究教學，您目前可以使用的資源有哪些？
3. 要實施（科學）探究教學，您目前仍缺少的資源有哪些？希望獲得哪些資源？

五、其他

1. 對於（科學）探究與（科學）探究教學，您還有任何想要補充說明的嗎？

材料清單 錄音筆、電池、訪談原案

