

國立臺灣師範大學理學院科學教育研究所

碩士論文

Graduate Institute of Science Education

College of Science

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

國小六年級學生對於科學探究本質之認識

Sixth Graders' Understandings of the Nature of Scientific Inquiry



楊家驊

Yang, Chia-Hua

指導教授：劉湘瑤博士

Advisor: Shiang -Yao Liu, Ph.D.

中華民國 112 年 1 月

January 2023

中文摘要

本研究探討六年級學生對於科學探究本質的認識情形，透過問卷了解學生對於各個探究本質的認識觀，可用於未來教師修正教學需注意之教學重點。本研究分兩階段，第一階段透過開放性問卷進行，針對 211 位六年級學生進行施測，透過學生的回答依評分規準進行分析，挑選出合適的受試者進行抽測訪談，進入第二階段透過受測者於問卷上的回答，依其答案之脈絡提問，了解受測者確切的想法，其中訪談的架構透過問卷進行半結構式訪談。本研究所使用 Lederman 等人 (2014, 2019) 所提出的「關於科學探究觀點問卷 (Views About Scientific Inquiry questionnaire, 簡稱 VASI)」，建立 8 項學生須具備對於科學探究本質的概念。在問卷的修改上以貼近國小六年級學生生活情境為出發點，像是研究者觀察到學生平常有沖泡熱可可的習慣，因此將問卷中輪胎的情境修改為沖泡熱飲，使學生在答題上有更多的共鳴。本研究在「研究結論必須與收集的數據一致」的科學探究觀中是相對成熟的觀點，以 38% 了解型、37% 混合型、24% 質樸型分佈比例。而「做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」以 14% 了解型、41% 混合型及 44% 質樸型分佈比例及「所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）」以 10% 了解型、45% 混合型、44% 質樸型之分佈比例之科學探究觀是相對不成熟的觀點。此外，研究結果發現，性別差異僅在「探究過程以提問的問題為引導」及「所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」這兩個向度，且女生的觀點較男生成熟。翻閱教科書後發現，多數課本出現固定流程的科學研究方法，與大多數受測者處於混合型或是質樸型的觀點相符合。本研究針對教科書中以傳統驗證假設為目標進行科學探究或是科學實驗的內容提出評論，並建議科學教師在未來的教學上需要著墨設計探究觀點融入教學，並持續進修以建立適當的科學探究本質觀點及教學能力。

關鍵詞：科學探究、科學探究本質、自然科學領域

Abstract

The purpose of this study is to explore sixth-grade elementary school students' understandings of the nature of scientific inquiry. An adapted version of the Views about Scientific Inquiry (VASI) questionnaire was used as the research instrument to examine students' conceptions of each scientific inquiry. The Views about Scientific Inquiry (VASI) questionnaire was developed by Lederman et al. (2014), which established eight essential aspects of scientific inquiry that students need. This research was divided into two parts. First, the questionnaire with open-ended questions was administered to 211 sixth-grade elementary school students. Based on the preliminary analysis of the questionnaire responses, the participants were purposefully selected for the second part of the research. Next, a semi-structured interview was conducted based on the participant's answer to the questionnaire to clarify the participants' conceptions. The findings contribute to discovering vague concepts students have on the nature of scientific inquiry and enabling teachers to modify their teaching. Among the eight aspects of the nature of scientific inquiry. In modifying the questionnaire, the starting point is to be close to the living situation of the sixth grade students in elementary school. For example, the researcher observed that the students usually have the habit of brewing hot cocoa, so they changed the situation of tires in the questionnaire to brewing hot drinks, so that students can answer the questions There are more vibes. students' views of the aspect of "Research conclusions must be consistent with the data collected" are relatively mature, with the distribution ratio of 38% informed, 37% mixed and 24% naïve. Their views on the aspect of "Explanations are developed from a combination of collected data and what is already known" are relatively immature, with the distribution ratio of 14% informed, 41% mixed and 44% naïve. And "There is no single set and sequence of steps followed in all scientific investigations (i.e., there is no single

scientific method)" are relatively immature, with the distribution ratio of 10% informed, 45% mixed and 44% naïve. Furthermore, the research discovered that gender difference only appears in "Inquiry procedures are guided by the question asked" and "All scientists performing the same procedures may not get the same conclusions", and females are more mature than males. Upon reviewing textbook under 108 Curriculum Guidelines, most textbooks depict fixed procedure for scientific research, which matches the findings that most students' viewpoints were mixed or naïve. This research intends to criticize the units in current science textbooks that focus mainly on the hypothetic-deductive method of scientific experiments. It also suggests that science teachers should incorporate view about science inquiry in science teaching and improve their own understandings about the nature of scientific inquiry and abilities to teach it through professional development.

Keywords: Scientific Inquiry, Nature of Scientific Inquiry, Domain of Natural Science

目錄

中文摘要	I
ABSTRACT	II
目錄	IV
表次	VI
圖次	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究動機與背景	1
第二節 研究目的與重要性	2
第三節 名詞釋義	3
第四節 研究限制及範圍	4
第二章 文獻探討	5
第一節 國內外科學教育之科學探究	5
第二節 學生為什麼需要理解科學探究	13
第三節 關於科學探究之問卷的發展	28
第三章 研究方法	32
第一節 研究設計	32
第二節 研究對象	32
第三節 研究工具	33
第四節 資料收集與分析	38
第四章 結果與討論	47
第一節 學生在科學探究本質之認識程度	47
第二節 討論六年級學生與七年級學生科學探究觀之差異	68

第五章 研究結論與建議	81
第一節 結論	81
第二節 建議	86
中文參考文獻.....	91
英文參考文獻.....	93
附錄.....	101

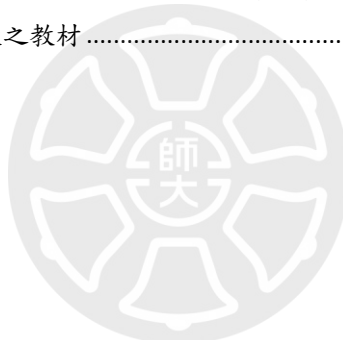


表次

表 1 九年一貫自然與生活科技領綱課程綱要之能力指標.....	11
表 2 學習表現架構（資料來源：國教院 108 自然科學領綱，2018，p.9）.....	13
表 3 自然科學探究與實作課程內容-探究學習內容.....	15
表 4 科學探究內容規劃之比較.....	15
表 5 科學探究（SI）概念對應 VOSI 及 VASI 問卷.....	30
表 6 各向度評分者間信度.....	35
表 7 VASI 問卷修改差異比較.....	35
表 8 SI-1 始於一個問題 評分規準.....	39
表 9 SI-2 多種方法的評分規準.....	40
表 10 SI-3 以提問為引導評分規準.....	41
表 11 SI-4 相同過程可能有不同結論評分規準.....	42
表 12 SI-5 過程可能影響結果評分規準.....	43
表 13 SI-6 結論與數據一致評分規準.....	44
表 14 SI-7 科學資料與科學證據不同評分規準.....	45
表 15 SI-8 做解釋是透過數據和已知的知識得出的評分規準.....	46
表 16 各科學探究向度施測分佈統計(N=211).....	47
表 17 性別對於 VASI 問卷認識程度次數分佈及百分比.....	49
表 18 性別對於 SI-7 訪談部分之認識程度次數分佈及百分比.....	51
表 19 六年級及七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較.....	69
表 20 我國六年級及中國北京七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較.....	72
表 21 我國六年級及中國上海七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較.....	74
表 22 我國六年級及中國浙江七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較.....	76
表 23 我國六年級學生及美國七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較.....	78
表 24 中國地區與本研究六年級學生顯著差異分析表.....	85

圖次

圖 1 NGSS 架構 (資料來源：邱美虹，2016)	7
圖 2 常見線性科學方法描述 (一)	19
圖 3 常見線性科學方法描述 (二)	20
圖 4 常見線性科學方法描述 (三)	21
圖 5 常見線性科學方法描述之點和線的連結 (一)	22
圖 6 常見線性科學方法描述之點和線的連結 (二)	22
圖 7 常見線性科學方法描述之點和線的連結 (三)	23
圖 8 研究設計	33
圖 9 未融入探究方法之自然課本	87
圖 10 以固定步驟表達探究方法並僅以附錄供老師補充 (一)	88
圖 11 以固定步驟表達探究方法並僅以附錄供老師補充 (二)	89
圖 12 帶領學生分析或是驗證假設之教材	90



第一章 緒論

第一節 研究動機與背景

科學探究 (Scientific Inquiry, 簡稱 SI) 持續都是科學教育的重要課題, 透過探究的精神進行實作, 或是用實作的方式完成探究, 無論從哪個角度出發, 探究與實作是不可分割的。我國國家教育研究院在 107 年 11 月所公布「十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域」(以下簡稱 108 自然領綱) 也提到運用科學解決問題、適應環境及改善生活, 啟發科學探究的熱忱與潛能啟發科學探究的熱忱與潛能及建構科學素養。

研究者個人的觀察, 在生活中我們會問問題的時候, 是因為我們不會, 但課堂中, 我們都是會的人向不會的人提問。也因此我們常常淪落到為了考試而把課程教完, 但學生可能並未有吸收, 教完不等於有學會, 學會也不等於要教完。在素養導向的教學裡, 我們要教導學生的內容偏向過程性的知識, 讓學生能夠知道當遇到問題時要如何尋找解決方案, 而不是學了許多成果知識, 但卻不會使用。

對多數人而言, 學習最好的方式是透過親身經驗, 將新知與他們的舊經驗連結 (NRC, 1996), 因此, 在一個好的課程中, 必須提供學習者主動思考與建構的機會 (Lin, 2006)。李驥(2019)提到自然領綱中要求各階段應使用「探究與實作」的方法讓學生主動探索、操作及論證能力、從既有經驗激起學生的好奇心與主動學習的意願。

我國十二年國教新課綱由 108 年開始逐年實施, 國民小學階段全面採用新課綱教科書需要六年的時間才能完成。九年一貫的自然與生活科技領域課綱中提到要學會如何進行探究活動, 如觀察、詢問、規劃等, 即目前小學階段還在九年一貫課綱的學習者, 主要是學習探究技能。而在 108 自然科學領綱中則提及在各學習階段保持探究與實作的精神, 在教科書中會以明示的方式呈現所進行的探究方法。接受九年一貫課程的學生在受到 108 課綱的變遷後, 進入國中

階段是否對探究與實作有所認識，而能順利銜接國中階段新課綱的教材實施。本研究採用 Lederman 等人(2014)設計之「關於科學探究觀點問卷 (VASI)」，並修訂為適合我國國小六年級學生的施測版本。另從過去關於科學本質的研究多會討論受到性別差異而影響學生的理解程度的觀點，像是 Tsai 及 Liu (2005) 在對於高中生的科學認識論的觀點研究中發現到部分向度具有性別間的差異，例如：男性比女性更能接受科學具有創造性。但也有研究提到科學本質與性別間沒有差異存在(Conley, Pintrich, Vekiri & Harrison, 2004)。因此本研究欲探討科學探究本質的觀點是否有性別上的差異，同時因修改使用跨國研究的 VASI 問卷，因此也欲比較本研究對象六年級學生的認識程度與跨國研究中幾個國家七年級學生是否有差異。最後，本研究從評量學生對於科學探究之想法，對於教材編寫和教師未來教學提出建議。

第二節 研究目的與重要性

科學探究為科學學習之核心，培養學生對科學探究的理解是需要被強調的（封中興，2012；王靜如、周金燕、蔡瑞芬，2006；洪振方，2010；NRA, 1996），因此了解學生對於科學探究本質的理解為重中之重。其中受到關心的是需要找尋一個合適的工具進行評量（Hammer & Elby, 2009; Hammer, Elby, Scherr & Redish, 2005）就像教學與評量間的相輔相成，尋找一個適合的評量工具也才能辨別出學習者對於科學探究本質的認識程度。關於科學探究本質的評量工具來說，Lederman（2014）提到因為缺乏類似像「對科學本質的觀點（Views of Nature of Science, VNOS）」之問卷，所以科學探究本質的問卷是相對稀少被討論到的，Lederman, J.等人 (2019)透過「關於科學探究觀點問卷」進行跨國研究，針對 18 國七年級學生進行問卷收集，提供學生多元的情境，讓學生表達對於科學探究本質觀點的理解，更提供了一個關於科學探究本質觀點之工具的基礎。在 VASI 問卷中將科學探究本質分為 8 個向度進行分析，分別是「科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設」、「所有科學研究中

沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）」、「探究過程以提問的問題為引導」、「所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」、「探究過程可能會影響結論」、「研究結論必須與收集的數據一致」、「科學數據與科學證據不同」、「做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」。研究者藉此問卷為基礎，為貼近國小學生的生活情境及答題意願，對問卷進行修改，透過圖片的增添及文字情境的充實，讓問卷更符合國小學生的答題情境，以修改後的問卷進行研究調查。在實驗設計階段，「科學數據與科學證據不同」之向度因在國小階段較少被提及，因而規劃透過訪談進行。研究者本身為國小老師，關心這群六年級的學生面對 108 自然科學領綱關於科學探究的學習會遇到哪些問題，因此藉由 VASI 問卷探討六年級學生對於科學探究本質的觀點，設定出以下的研究目的：

- 探討學生對於「科學探究本質（觀）」的各向度的認識程度，並討論不同性別學生的認識程度是否有差異。
- 比較本研究與七年級跨國研究之學生對於「科學探究本質（觀）」的認識程度差異。

第三節 名詞釋義

一. 科學探究

本研究所提及的科學探究並不限於實驗室內進行的科學活動，是指科學家如何進行運作的過程，使由此造就的科學知識如何產生和被接受的，包括發現問題、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、論證與做結論……等。

二. 科學探究本質觀

本研究所提及的科學探究本質觀，相較於科學本質重視科學探究產出的知識，在科學探究本質我們所著重的是科學探究所經過的歷程（Schwartz, Lederman & Lederman, 2008）。以科學家們對於科學探究本質

的觀點來說，會受到學科常用的研究方法之差異而有不同觀點。常設計實驗的學者像是專長化學的學者，會強調驗證假設的觀點，而做理論研究或是地質、天文相關專長的學者，會表達並非所有科學研究都與驗證假設有關係（Schwartz & Lederman, 2008）。

第四節 研究限制及範圍

本研究以新北市某國小六年級學生為研究對象，搜集資料之學生為研究者所屬學年之學生，非任教自然課之學生，透過紙本開放性問卷進行施測，再透過目的性抽測確認學生對於他的回答之詮釋，無法類推至所有六年級學生或是全體國小學生。



第二章 文獻探討

本研究透過 VASI 問卷關注六年級學生了解哪些科學探究之觀點，並延伸探討受九年一貫教育國小六年級學生，升上國中一年級面對 108 課綱前了解多少國民小學階段自然領域之科學探究。國內外對於科學探究皆有所詮釋，也都相當重視，然而除了 Lederman 等人(2019, 2021)的跨國調查研究外，少有個別研究調查學生對於科學探究本質的了解程度。為回應研究之問題，本章分三節來討論，第一節國內外科學教育之科學探究探討，第二節學生為什麼需要理解科學探究，第三節關於科學探究問卷的發展。

第一節 國內外科學教育之科學探究

壹、國際上探討的科學探究學習

一、美國 K-12 科學教育課程標準

在 1990 時期，美國不同機構對於課程改革的設計便持續的提出看法。美國科學促進會（American Association for the Advancement of Science，簡稱：AAAS）在 1989 年研發出 Project 2061，從中提出的主軸為「全民的科學（Science for All Americans）。隨後在 1993 年出版科學素養的里程碑（Benchmarks），其中最主要是在於規範科學課程應包含的主題，同年美國科學教師學會（National Science Teacher Association）提出高中學習階段之科學課程架構。接著在 1996 年美國研究委員會（National Research Council，簡稱：NRC）規劃出以「提升全民科學素養」為教育改革的美國國家科學教育標準（National Science Education Standards，簡稱：NSES），並在其中訂定六大領域的標準，並全方位的考量到教學、內容、評量，讓師資培育制度也能跟上腳步，進而達到科學教育改革之目的。魏明通（1997）提到 NSES 值得讀者參閱，在 NSES 中設定了內容標準，這樣的標準說明了學生的學習目標，像是

「學生應該知道些什麼及能做些什麼？」，透過內容標準的建立，讓教材設計者有明確的目標設計合適的教材。

近年來許多教育機構都在設計新的 k-12 的教育藍圖，從小學設計課程計畫到高中，在 NRC 的規劃下於 2011 年公布「下一代科學標準（The Next Generation Science Standards，簡稱：NGSS）」，藉由「K-12 科學教育框架（*A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*）」一書提供參考，透過諾貝爾獎得主、認知學家、科學教育研究人員及相關專家一起進行開發（NRC，2012），使設計出來的課程能夠更加貼近真實社會及教學現場之需求，讓教育現場培育之學習者能夠在未來更加適應工作及研究場所的實際運作，正如同斯賓賽（Spencer）提出的「教育應當為人的未來生活做準備」（江惠真，2017）。

造就人類成就的巔峰及組成人類重要文化的元素脫離不了科學及工程，更可以改善人類各種不同的挑戰（NRC，2012，p.7），NRC 提到的願景中包含兩個目標，（1）對所有學生進行科學及工程教育，（2）對未來想成為科學家、工程師及技術人員的學習者提供基礎知識，以避免學習呈現「表面理解的很多，卻都理解的不深（a mile wide and an inch deep）」（Schmidt, McKnight, and Raizen, 1997）。讓知識的學習不再碎片化，要建立有脈絡、有連貫的科學知識學習，設計出由淺到深的知識架構。要使科學完整必須要具備知識與實作兩部分，透過許多調查建立出的證據，進行長年的修正及考驗，進而形成現今的各種理論，而工程師正是要應用這些科學和數學知識進行工程設計，藉此將工程實作及工程核心思想都納入框架裡。

科學教育能夠為學生帶來學習科學、參與科學和工程實作的機會，但能夠公平地提供機會嗎？像是在農村長大的孩子，他們能理解的生態及生物種類都叫都市中成長的孩子豐富（Ross, Medin, Coley and Atran, 2003; Tarlowski, 2006），也在不同的研究中發現，透過以學生社會文化為基礎的方式，讓學生

參與論證及科學探究是相當重要的手段，特別強調擁有豐富語言、種族的美國社會（Hudicourt, 2001）。因此，要達到公平的教育，要確保適合每個學生，並提供高質量的機會，使學生參與科學及工程的學習。

在 NGSS 的架構裡，針對 K-12 的科學教育架構規劃出三大面向，「實作（practices）、跨科概念（crosscutting）、核心想法（core ideas）」（圖 1）。

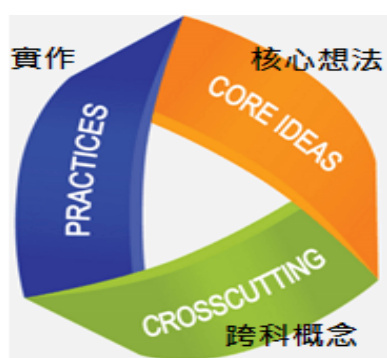


圖 1 NGSS 架構（資料來源：邱美虹，2016）

在科學探究相關的，實作面向中提到兩個目的，（1）科學家在研究和構建與世界有關的模型和理論時採用的主要是透過實作，及（2）工程師在設計和構建系統時，最關鍵的是透過工程的實作，會使用實作取代傳統的技能，主要是因為科學研究不只需要技能，更是需要實作相關的知識。同樣的，探究一詞在過去已經在教學教育界獲得不同的解釋，而實作是更加合適的說明，就像所有基於探究的教學一樣，期望的是學生透過實作進行學習，而非吸收教師轉化後的知識。所以在科學與工程實作方面，NGSS 提出 8 項讓學生了解科學家及工程師的工作在做些什麼，並有助於學生了解科學知識是如何產生的科學探究方法如下，（1）提出科學問題和定義工程問題、（2）建立和使用模型、（3）規劃及進行研究、（4）分析和解釋數據資料、（5）運用數學和運算思維、（6）構建如何解釋科學及在設計工程的解決方案、（7）藉由證據進行論證、（8）獲得、評估和訊息表達（NRC, 2012, p.42）。

在跨科概念的面向中，透過學科間的橫向連結，雖然科學及工程多是建構在跨科的概念上，但以往學生的學習都不是如此，因此透過這樣的模式能夠幫助學生有效的理解科學及工程，在現今的社會資訊爆炸的年代，只有教育學生事實是沒有幫助的，讓學生學會核心的知識，才能讓學生在未來具備自行學習的能力，因此提出 7 項跨科概念的架構如下，（1）型態、（2）因果關係：機制和解釋、（3）尺度、比例和數量、（4）系統和系統模型、（5）能量和物質：流動、循環和保護、（6）結構和功能及（7）穩定和改變。最後，在核心想法的面向中，區分出 4 個學科概念，物理科學（Physical science）、生命科學（Life science）、地球及太空科學（Earth and space science）及工程、科技與科學應用（Engineering, Technology, and Applications of Science），並在框架中說明各項核心想法應該如何闡述其跨科概念，使課程綱要裡的各項設計更加容易施行。

二、鄰近中國地區科學教育之改革

中國地區與世界各地一樣重視教育對國家帶來的改變，於 1996 年以中央政府為首進行教育改革之調查，經歷三年的準備於 1999 年成立專家小組為教育改革拉開帷幕。同年更提出了「面向 21 世紀的教育振興行動計劃（面向 21 世紀教育振兴行动计划）」為新的框架，其中強化了現代化的基礎課程、提升教師培育也為新的教育展開實驗性的設計（Huang, 2004）。但在經費資源不足及保守派的守舊之下，中國地區的教育仍以考試為重，以死背硬記的教育觀主導著中國地區的教育方針，以考試競爭的升學模式不減反增，使得教師、學生及家長間衝突不減（Dello-Iacovo, 2009）。

在課綱的推行中面對了萬般的困難，仍有許多的教師持續做出成長，透過學生中心的教學模式改變成久以來的教學困境（Guo, 2013），也有部分教師在

教學後與線上的同事進行反思自己在課堂的行為，藉以增加課堂中師生關係之融洽（Cui & Zhu, 2014）。因此，在 2017 年的改革中，以理科為主的課程改革推行了「義務教育小學科學課程標準（义务教育小学科学课程标准）」。在課程標準的編撰中，以科學家、科學教育工作者和一線教育研究人員以實驗證據提出看法來修訂課程標準（Yao & Guo, 2018）。期望所有學生的科學素養和科學學習的基礎間找到平衡點，試圖讓科學家、科學教育者和科學教師在科學教育上更接近共識。

在〈義務教育小學科學課程標準〉中，從國小一年級開始建立科學課程，以四個面向描述課程標準「科學知識」、「科學探究」、「科學態度」及「科學、技術、社會與環境」（中國教育部，2017）。在科學探究之面向，要學生了解到科學探究是獲取科學知識的主要途徑。因此，提出 8 項科學探究的目標「提出問題、做出假設、訂定計劃、收集證據、處理資訊、得出結論、表達交流及反思評價」，在科學探究面向中著重的是對於科學知識獲取的方法。另外在科學態度的面向則較為著重科學本質，以「探究興趣、實事求是、追求創新及合作分享」四面向做訂定，最後，在科學學習場所建議提到，教室、實驗室外還有更廣闊的科學學習天地，校園、家庭、社區、公園、田野、科技館、博物館...，到處都可以作為科學學習的場所，不要把學生束縛在教室、實驗室這些狹小的空間裡，不要把上下課鈴聲當作教學的起點和終點（李秀菊，2017）。

在國際的趨勢裡，持續地找出未來的挑戰，藉由挑戰去規劃適合的教學方針，讓學習者能夠學會對未來生活做出準備，更要培養出面對及解決未來挑戰的能力（competencies）。面對及解決挑戰，台灣也不是局外人，我國從九年一貫課綱演進到十二年國民基本教育課程，在演進的過程裡又出現怎麼樣的變化，又回如何回應挑戰的出現，與國際社會又有哪些相似之處？

貳、國內科學教育界聚焦之科學探究

一、十二年國民基本教育課程綱要

根據我國教育部統計資料，多數學齡階段國民已具備十二年國民基本教育的條件（教育部，2019），同時我國教育部也注意到，隨著社會的發展，教育目標及內容需要與時俱進。就如同國際上的課程改革，我們面對到不同的挑戰，教育全球化、PISA 排名不錯但自信低落、學習中逃走的孩子、台灣生育率過低及 Web 3.0 的時代……等議題正在衝擊著我們的社會（教育部，2019，p.4），在面對各式各樣的挑戰時，萌發出了「成就每一個孩子」的種子。

二、九年一貫自然與生活科技領綱及 108 自然科學領綱

（一）九年一貫自然與生活科技領綱

九年一貫課程依照國家發展需求及回應社會期待進行研修，施行後也經歷過幾次微調，針對不合時宜的部分進行修正。在九年一貫自然與生活科技課程綱要中提到「學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力」（教育部國民中小學課程與教學資源整合平臺，2015）。領綱中提到自然、科學、技術三者一脈相連因此規劃了四點基本理念，透過基本理念的認識來規劃課程（資料來源：國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域，p.1）：

- 1.自然與生活科技之學習應為國民教育必要的基本課程。
- 2.自然與生活科技之學習應以探究和實作的方式來進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧及知能與態度並重。
- 3.自然與生活科技之學習應該重視培養國民的科學與技術的精神及素養。

4.自然與生活科技之學習應以學習者的活動為主體，重視開放架構和專題本位的方法。

九年一貫課綱利用能力指標來進行課程設計之依據（表1），在自然與生活科技的學習中，設計五大學習課題，「自然界的組成與特性」、「自然界的作用」、「演化與延續」、「生活與環境」、「永續發展」，經適當教材及探究活動，獲取科學與科技素養，在達到素養增進的同時，進而對應九年一貫課程總綱十大基本能力（表2），讓課程實施更加貼近總綱的目標。

表 1 九年一貫自然與生活科技領綱課程綱要之能力指標
（資料來源：九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域，2008，p.3）

分段能力指標	說明
過程技能	增進科學探究過程之心智運作能力
科學與技術認知	科學概念與技術的培養與訓練
科學與技術本質	科學是可驗證的、技術是可操作的
科技的發展	瞭解科學如何發現與技術如何發展的過程
科學態度	處事求真求實、喜愛探究之科學精神與態度、感受科學之美與影響力
思考智能	對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力，以及資訊統整能力
科學應用	應用科學知識以及探究方法以處理問題的能力
設計與製作	能夠運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品

(二) 108 自然科學領綱

108 課綱的研修搭上世界各國教改的航道，在 108 自然領綱基本理念中提到，巧妙的運用科學來解決問題、適應環境及改善生活（國家教育院，2018），正對應到 NGSS 中提及的。在基本理念也提到，科學學習應該要從激發學生對於科學的好奇心與主動學習做為起點，引導學生從既有的舊經驗出發，培養進行主動探索、實驗操作與多元學習，並在各個學習階段保持著「探究與實作」的精神。在呼應總綱「自發、互動、共好」的理念中，要培養學生對於自然科學的興趣，以建立學生成為自主學習自然科學的學習者，而達到「自發」的理念。並參與探究與實作的過程，與他人及環境互動，並學會使用不同的工具媒材，以符合互動的理念。最後，透過認識科學本質，學習欣賞自然之美，珍惜並善用自然資源，進而達成「共好」的理念。（國教院 108 自然科學領綱，2018，p.1）。

呼應總綱的學習重點，在自然領域中將學習表現劃分為三個面向（表 2），並將學習內容設計三大課題七項跨科概念，在學習表現探究能力項目中，將其分為「思考智能」及「問題解決」兩個子項；在探究與實作的精神方面，設計了學習重點針對探究學習內容及實作學習內容，「探究學習內容」在說明在科學探究歷程，其中包含「發現問題」、「規劃與研究」、「論證與建模」、「表達與分享」。「實作學習內容」著重在可實際操作的科學活動，常見可操作的科學活動像是「觀察、測量、資料、蒐集與分析、歸納與解釋、論證與做結論……等」，在科學探究實作過程中，無固定的步驟順序，可透過主題需求做調整。

表 2 學習表現架構（資料來源：國教院 108 自然科學領綱，2018，p.9）

項目	子項		第 1 碼
科學認知	對應相關學習內容，區分記憶、了解、應用、分析、評鑑、創造六個層次。		
探究能力	思考智能 (t)	想像創造 (i)	ti
		推理論證 (r)	tr
		批判思辨 (c)	tc
		建立模型 (m)	tm
	問題解決 (p)	觀察與定題 (o)	po
		計劃與執行 (e)	pe
		分析與發現 (a)	pa
		討論與傳達 (c)	pc
科學的態度與本質	培養科學探究的興趣 (ai)		ai
	養成應用科學思考與探究的習慣 (ah)		ah
	認識科學本質 (an)		an

在九年一貫自然與生活科技領綱及 108 自然領綱的比較中，108 領綱是建立於九年一貫之上，最大的差異在於獨立出科技領域，加強強調自然科學的探究與實作能力，並融入國際上討論之課題，建立起強調探究與實作之課程的參考依據。在 108 自然科學領綱裡，我們如同國際趨勢要培養學習者運用科學來解決問題、適應環境及改善生活，那科學探究與實作要如何幫助學生解決問題及改善未來？透過下個章節來探討科學探究及其內涵。

第二節 學生為什麼需要理解科學探究

在前一節的探討裡，可以看見我國在規劃的課程中特別強調探究與實作，但什麼是探究與實作？課綱中又需要學習者認識那些探究精神？在科學探究本質裡要認識什麼呢？在科學探究中，學生常有哪些迷思呢？接下來我們要就這四個部分進行探討。

壹、何謂科學探究

科學探究 (SI) 是指科學家如何開展工作的過程，以及由此產生的科學知識是如何產生和被接受的。《下一代科學標準 (NGSS)》(NRC, 2012) 進一步支援了這種對比，它區分了科學的本質和科學實踐。王靜如

等人(2006)寫到科學探究是科學知識產生的複雜過程，包含過程技能及思考智能，培養學習者發展對於科學本質的理解及科學探究的能力，已成為國內外一致認同的方向(AAAS, 1993; NRC, 1996; 教育部，2000，2002)。而科學探究呈現出的是科學領域中專家的思考模式（modes of thinking）及知識建立的過程（Songer & Ho, 2005）。在科學探究的活動中，建構出科學解釋是很重要的一部分，而解釋是科學探究的重要成果，其能夠反映出科學知識發展的價值和信念（Sandoval, 2003），更能協助學生了解現象，並且進入科學探究的過程（Kuhn & Reiser, 2004）。

對於科學探究的描述多是在描述一個過程，說明一個過程性的知識，在NGSS（NRC, 2012）的文件中更加強調科學家及工程師的實作，並用實作取代探究一詞，透過「提出問題」、「計畫與進行調查」、「分析與解釋數據」、「透過證據進行論證」…等等，共8種實作概念。高慧蓮（2005）透過界定問題、設計規劃、實作驗證、分析解釋、溝通辯證，五個面向對科學探究做詮釋。

在此提出問題、計畫及進行調查、分析解釋及辯證或是論證，皆是國內外所提及的科學探究或是實作的概念，這些概念與本研究的研究問題想了解型科學探究觀點的認識程度是有所重疊，接續進一步了解在課綱內所規劃的探究觀點。

貳、我國課綱中所規劃的科學探究

我國在108自然科學領域的課程綱要中設計了學習表現來說明科學認知、探究能力及科學的態度及本質三項，另外特別在課綱中介紹「自然科學探究與實作課程內容」（表3），提供給高中階段開設課程的指引。但是，探究與實作是貫穿自然領綱的重要學習內容，國小階段自然領域之課程與教學也應參考規劃使用，在NRC（1996）及NGSS（NRC, 2012）之規劃裡也分別為科學探究及科學和工程之實作做出探究活動之規劃（表4）。

表 3 自然科學探究與實作課程內容-探究學習內容
(資料來源：國教院 108 自然科學領綱，2018，p.40-43)

探究學習內容	說明	子項
發現問題	基於好奇、求知或需要，觀察生活周遭和外在世界的現象，察覺可探究的問題，進而蒐集整理所需的資訊，釐清並訂定可解決或可測試的研究問題，預測可能的結果，提出想法、假說或模型。	觀察現象
		蒐集資訊
		形成或訂定問題
		提出可驗證的觀點
規劃與研究	根據提出的問題，擬定研究計畫和進度。辨明影響結果的變因，選擇或設計適當的工具或儀器觀測，以獲得有效的資料數據，或根據預期目標並經由測試結果檢視最佳化條件。	尋找變因或條件
		擬定研究計畫
		收集資料數據
論證與建模	分析資料數據以提出科學主張或結論、發現新知或找出解決方案。發展模型以呈現或預測各因素之間的關係。檢核資料數據與其他研究結果的異同，以提高結果的可信度，並察覺探究的限制。	分析資料和呈現證據
		解釋和推理
		提出結論或解決方案
表達與分享	運用適當的溝通工具呈現重要發現，與他人分享科學新知與想法，推廣個人或團隊的研究成果。	表達與溝通
		合作與討論
		評價與省思

表 4 科學探究內容規劃之比較

科學探究 (NRC , 1996)	科學和工程之實作 NGSS (NRC , 2012)	探究學習內容 (國教院 , 2018)
------------------------	---------------------------------	--------------------------

進行觀察	提出問題	
提出問題		發現問題
參考書籍及其他資料，或 是確認已知的資訊	發展或使用模型	
設計實驗		
根據實驗證據驗證已知 訊息	計畫與進行調查	規劃與研究
使用工具獲得、分析與解 釋數據	分析與解釋數據 利用數學和計算思維	論證與建模
提出答案、解釋及預測	建構解釋 透過證據進行論證	
與他人互動實驗結果	獲得、評估和傳達信息	表達與分享

參、科學探究本質的學習內涵

科學本質（Nature of Science，NOS）及科學探究本質（NOSI）一直以來是科學教育工作者的重要課題，也是我們想了解學生對此的認識程度（Abd-El-Khalick, 2012；Lederman, 2007）。科學本質是指科學知識是源於何處又是如何發展，科學探究則是探討科學研究活動中的具體過程，而科學探究本質是在討論「科學家如何開始研究，以及產生的科學知識如何發展、接受批判最終被科學界所接受」的認識觀（Lederman et al., 2014）。學生不僅需要能夠「進行」科學探究，還需要「理解」科學探究（Lederman et al., 2021）。

理解科學本質和科學探究是科學教育的目標，特別是科學素養的基石。因此，學生必須培養對科學探究的認識觀的認知，才能具備科學素養（Concannon et al., 2020）。Bybee (2000)提出科學探究具有三個主要要素：（1）科學探究的技能（學生應該能夠做什麼）、（2）關於科學探究的知識

(學生應該了解科學探究本質) 及 (3) 一種教學科學內容的教學方法。在學校教育中，自然 (科學) 教師主要教導學生科學探究技能，並把它當作教學科學內容的教學方法。然而關於科學探究的知識 (科學探究本質)，在科學課堂中經常是缺乏的 (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Lederman, 1992; Lederman et al., 2012)。

關於NOS或是NOSI的研究在文獻中似乎很少被探討，這也許導致NOS、NOSI或是科學過程容易被混為一談，或是被放在「學生對科學的理解」的概念之下 (Schwartz, Lederman, & Lederman, 2008)。要在 NOS 或是 NOSI 達到有效教學，需要具備在明示的 (顯性的) 及反思性的 (Schwartz & Crawford, 2004; Crawford, 2014)，因此，在教學上應該具有目的性的，透過教師提供學習體驗的機會 (例如歷史事件、探究調查、動手做或概念活動)，並引導學生反思他們對於NOS 或 NOSI有關的經驗 (Lederman & Lederman, 2014)。

教師對科學探究本質的觀點和探究式課程的實施方式，可能會影響學生對科學探究本質的理解 (Lederman et al., 2021)。在真實教學裡，教科書中未充分呈現出科學探究的主題，導致一般的老師也不會著重何為科學探究的教學 (Lederman et al., 2019)。因此，有越來越多的研究單位質疑這種隱含的教學方法對於科學探究本質理解之有效程度 (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson et al., 2000; Lederman, 2013)，所以重要的是，要尋找並明確教授科學探究的各個面向，形成關於科學探究的了解型 (informed) 的觀點 (Lederman, et al., 2021)

肆、學生對科學探究常見的迷思

雖然我們針對科學探究有不同的解釋，也多為科學探究劃分出明確的範圍，但也因此造成誤會及迷思，讓許多人認為科學探究是一種線性的解決問題的過程 (Etheredge & Rudnitsky, 2003)。依據九年一貫課綱的課本較少提及科學探究相關觀點，在108課綱自然課本則出現了各項迷思，在每個學習階段的一開

始進行教學（圖2、圖3、圖4），或是透過點和線的連接讓探究過程看是一階一階段的連貫著（圖5、圖6、圖7），這樣的教學設計容易讓學習者出現對於科學探究的本質有所迷思。Senler（2015）在土耳其與美國的中學生跨國研究中，針對四個科學探究本質面向進行探討，研究中發現兩國學生對於科學探究有著不同的觀點，在「沒有單一的科學方法」的探究觀點中，土耳其中學生相較與美國學生有較高比例成熟的觀點，其餘探究觀點皆是美國中學生有較高比例的成熟。接下來要針對本篇研究所引用的8項科學探究進行探討。





科學探究方法說明

生活中有很多現象，包含著許多自然科學的原理和奧秘。我們可以透過適當的方法尋找證據和答案，來解釋這些現象並解決問題；因此，科學就是在這種反覆實驗和驗證的過程中前進的。

科學探究的方法包含：觀察與發現問題、蒐集資料、提出假設、實驗設計、結果、討論、結論等步驟。



步驟 1：觀察與發現問題

由日常生活當中，用感官或儀器進行觀察，在觀察過程中，發現問題或提出疑問。



步驟 2：蒐集資料

查詢書籍或上網蒐集相關資料，並確認資料的可信度後，獲得與問題有關的知識背景。



步驟 3：提出假設

根據以前經驗或蒐集的資料，推論研究問題的可能的答案。

2

圖 2 常見線性科學方法描述（一）

（資料來源：南一書局 111 學年上學期國小四年及自然課本）



步驟 4：實驗設計

根據研究問題設計實驗的步驟，選定實驗材料，實驗前須考慮影響實驗的因素，再根據實驗步驟進行觀察或實際操作。



步驟 5：實驗結果

根據實驗觀察或操作，記錄實驗所獲得的數據或圖表。分析實驗結果並驗證假設是否成立。



步驟 6：討論

根據實驗結果進行討論，並和同儕比較實驗結果的相關性或差異性；說明實驗結果是否符合原先所提出的假設，當實驗結果與提出假設不同時，應返回重新提出假設。



步驟 7：結論

根據提出假設和實驗結果，做出合理的研究總結。

結果不符，重提假設

圖 3 常見線性科學方法描述（二）

（資料來源：南一書局 111 學年上學期國小四年及自然課本）

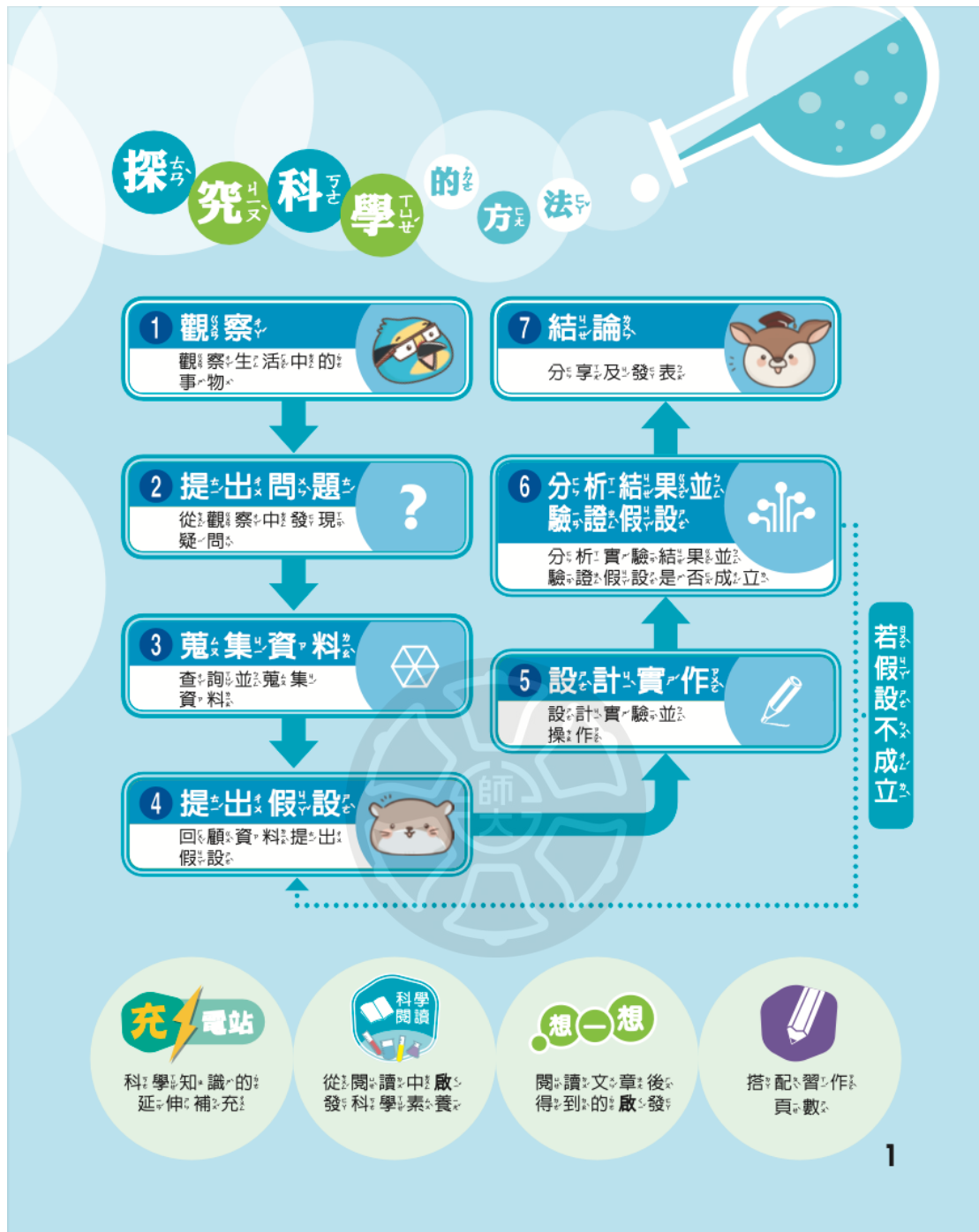


圖 4 常見線性科學方法描述（三）
（資料來源：翰林書局 111 學年上學期國小三年及自然課本）

1-2 哪些物品會導電

導電是指物品能讓電流通過或傳導的特性，例如：銅線會導電。

大探究 探討哪些物品可以導電



所有物品都會導電嗎？

我觀察到：電線的
外面是塑膠皮，裡
面是銅線。



為什麼要在銅線
的外面包著塑膠
皮呢？



- 1 不同物品，能讓電流通過的程度不同。
- 2 連接會導電的物品，才能形成通路。例如：使燈泡發光。



能使電路變通路的物品就是能夠導電的物品。



收集不同種類物品，進行實驗並分類。

操作 分辨容易和不容易導電的物品

- 1 製作一個如下圖A的電路。
- 2 連接分開的電線確認燈泡有發光。

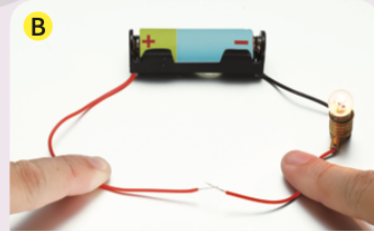


圖 7 常見線性科學方法描述之點和線的連結（三）
（資料來源：南一書局 111 學年上學期國小四年及自然課本）

一、關於科學探究觀點問卷（VASI）的八項觀點

如同前幾章節所提到的，科學探究一直以來都是科學教育所關心的重點，而科學探究與科學本質在過去常被誤解為相同意義，雖然科學探究與科學本質不是彼此獨立，但仍有區別的（Lederman, 2014）。科學的本質呈現了使科學與其他學科（例如歷史或宗教）不同的原因，科學本質是指科學知識的特徵，這些特徵必定源於知識的發展方式（Lederman, 2006）。科學探究是指科學家如何開展工作以及如何產生和接受科學知識的過程，在NGSS中更將科學本質與科學實作做出了區分，對科學探究的觀點理解就像對科學本質的理解一樣是了解的（Lederman & Lederman, 2004; Schwartz, Lederman, N., Khishfe, Lederman, J. S., Matthews & Liu, 2002），但是因為缺乏像是科學探究的觀點問卷（VOSI）性質相似的又可靠的工具，因此對於科學探究的研究少於科學本質（Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002）。因此，Lederman等人（2014，2019），整理出關於科學探究觀點的8個面向，分別是（1）科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設、（2）所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）、（3）探究過程以提問的問題為引導、（4）所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論、（5）探究過程可能會影響結論、（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）做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的。接下來將對於這8個觀點作說明。

（一）科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設

提出一個有關世界及其運作方式的問題，傳統的實驗設計通常會明確作出假設，但這不是必需的。從事科學的探究活動是「基於好奇、求知或需要，觀察生活周遭和外在世界的現象，察覺可探究的問題，進而蒐集整

理所需的資訊，釐清並訂定可解決或可測試的研究問題，預測可能的結果」(國教院，2018，p.40)。在科學研究的開端，透過好奇心、想要找答案或是預測事物，我們透過不同的形式產生問題，而非傳統教學上所提到的要有假設存在。

(二) 所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序

學校的科學課程常常透過一套科學方法在進行課堂實作，實際上科學家有其他方法可以進行科學研究，如觀察、思考、實驗等方式，以我國課綱提到「探究與實作學習內容各項目未必有固定的步驟順序，可依探究的主題和實作活動採循環或遞迴等方式進行」(國教院，2018，p.40)，科學家在科學研究中，沒有固定的模式。在不同的科學領域裡有著不同的研究方法，「了解科學知識是人們理解現象的一種解釋，但不是唯一的解釋。」(國教院，2018，p.33)。在K-12美國科學教育課綱(NRC, 2011, p.61)的提出，其中指出「學生應該要有機會計劃和執行不同類型的研究...，其中包含了包括『實驗室實驗』和『實地觀察』」，在教學上讓學生建立不同的科學領域可以使用不同的科學方法來進行科學探究。

(三) 探究過程以提問的問題為引導

學生應了解研究問題與研究方法之間需要保持相關性，前者影響了後者，也可以說「根據提出的問題，擬定研究計畫和進度。」(國教院，2018，p.41)，科學研究的方法是多元的，依照所需研究問題設計相對應的科學實驗，以最合適的方法設計，就像天文、生物的研究(觀測星體活動、人體實驗...)中，難以控制各項變因，因此學生需要了解的是研究問題與研究方法之間保持一致性，因為前者能夠衍生並決定了後者。

(四) 科學家們即使採用相同的過程可能不會得出相同的結論

「能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。」（國教院，2018，p.4-5），在不同的論點中，會影響科學家在相同的研究過程裡描述出相異的結論。「能就所蒐集的數據或資料，...，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。」（國教院，2018，p.12），學生需要能辨別依據習得的知識採納不同論點時，結論的合理性，選擇最合理的對同樣的數據進行解釋。

（五）探究過程可能會影響結論

科學家的先備知識不同，會採納的理論框架自然也不一樣，在不同的探究過程裡也會得到不同的結論，「能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。」（國教院，2018，p.21），在挑選不同的研究框架下，也會挑選出不同的研究變因。甚至收集資料及分析方法也會大有差異，「能比較科學事實在不同論點、證據或事實解釋的合理性」（國教院，2018，p.42），是我們可以加深學生對科學探究能力的重要觀點。

（六）研究結論必須與收集的數據一致

在科學研究裡，研究的結論都要有適當的證據做支持，「分析資料數據以提出科學主張或結論」（國教院，2018，p.41）是需要保持一致性的，科學家所提出的主張是否被支持，通常要伴隨著他所提的證據強度是否充足，因此，要求學生構建支持他的解釋，並從證據中進行論證的經驗是相當重要的。

（七）科學數據與科學證據不同

在科學研究裡，數據及證據是相當常見的詞彙，看似意思接近的兩個

詞彙具有著截然不同的意義，Lederman等人（2014）提到：

數據和證據在科學研究中具有不同的目的，數據是科學家在研究過程中收集的觀察結果，它們具有多種的形式（例如：數字、文字、照片圖片、錄音、實體樣品...等），透過收集的數據作為支持，將其變為證據來佐證所做出的結論。(Lederman, 2014, p. 70)

因此，學生了解數據和證據之間的區別，才能更好的對數據進行解釋，避免將數據視為證據。

（八）做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的

「能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。」（國教院，2018，p.4），科學研究是透過已知的知識作為引導，結論透過實證資料得出，更可以透過已受過公評的研究來佐證，文中提到：

當考古學家挖掘出恐龍骨骼時，這些骨頭並不是已經組裝好的骨架，實際上，這些骨頭都是以碎片的形式被發覺，科學家們必須透過已知的骨骼知識與挖掘到的數據結合以構建完整的骨骼，同時還要注意到與過去的知識有沒有相違背之處（Lederman, 2014, p. 71）。

因此在做結論時，是要多方的比較，收集過去已知的知識及現在得到的資料，將科學研究的結論更為合適的呈現。

科學探究從問題為開端，而非一定要做檢驗或驗證某個假說、某個假設，理論未必跟基於假說假設，定律與理論也沒有從屬關係，科學探究更不一定要建立理論或是定律，單純透過好奇心所產生的問題出發。

科學更不存在單一的科學方法或是流程來解決所有問題，在不同的科學領域中也會有他們較為合適的研究方法，但不會是用一個方法解決所有問題，因此，也不會有任何一套方法能夠回答所有問題。

科學探究是以提問的問題為引導，就像是以問題為探究的起點，研究者會依研究問題設計合適的研究方法，但他未必會是一個猜想，更不是受過訓練有根據的猜測。

建立一個正確的科學知識或是一個恰當的結論，最大影響原因在於探究歷程，就算相似的過程，再謹慎地收集證據，如果是用錯誤的過程也會建立出謬論，更無法合適的透過收集的數據建立有一致關係的結論。

為了瞭解學生對於科學探究相關的迷思，接續要探討相關工具的發展歷程，更是本研究探討的重點。

第三節 關於科學探究之問卷的發展

本研究所設計的問卷目的在於評估學生、教師及科學家對於科學探究的本質做設計（Lederman, 2014），從最早期科學本質（View of Nature of Science，簡稱VNOS）演進到以科學探究本質（Nature of Scientific Inquiry，簡稱：NOSI）為基礎的科學探究的觀點（The Views of Scientific Inquiry，簡稱VOSI）問卷，透過五個關於科學探究的開放性問題，並設計四個程度的評估，無法作答型（unclear）、質樸型（naïve）、混合型（mixed）及了解型的（informed），延伸至今「關於科學探究觀點問卷（VASI）」，接下來要就問卷之開發及施測狀況做探討。

壹、VASI問卷的開發

關於NOS或是NOSI的研究在文獻中似乎很少被探討，這也許導致NOS、NOSI或是科學過程容易被混為一談，或是被放在「學生對科學的理解」的概念之下（Schwartz, Lederman, N. G., & Lederman, J. S., 2008），且NOS及NOSI是有部份重疊的概念。NOS關注的是探究成果及科學知識的結晶，NOSI關注的是探究過程探討知識如何產生及被接受。NSES

(1996) 進一步辨別這樣的差異，區分出以「科學作為探究」的內容標準及以「歷史和科學本質」的獨立標準。

NOSI問卷透過許多科學框架所提出的標準所建立 (NRC, 2000; AAAS, 1993; NAS, 2002)，結合科學教育學者 (Chinn & Malhotra 2002; Flick & Lederman, 2004; Windschitl, 2004) 及科學家 (Dunbar, 2001) 針對科學探究與實作的描述設計NOSI的框架，其中包含七個概念，分別是 (1) 問題導向的研究、(2) 多種的科學研究方法、(3) 多種的科學研究目的、(4) 以科學知識為依據、(5) 識別和處理異常數據、(6) 數據與證據的來源、作用和區別、(7) 實作共同體 (Schwartz et al., 2008)。

在NOSI中設計九道題目19小題，並將每道題目連結到多項概念，像是「科學家如何決定他們的調查是什麼及如何做？描述你認為影響科學家工作的所有因素。」，這一道題目同時對應到了5個概念 (1、2、3、5、7項)，並透過評分規準，將受測者的描述進行二分法，為質樸型的和了解型的，並透過訪談了解受測者的回答狀況，以貼近真實的回答做分析，也能夠透過訪談來克服無法書寫的情況，讓問卷可以向年紀更小的孩童做施測。

但如同上面提到的，一道題目對應到過多的科學探究概念，這樣的過程容易讓分析困難，也容易導致受測者的回答未能每個概念都回答到。為了能夠設計更全面的問卷，Lederman等人 (2014) 召集專家小組開發升級版的問卷，由科學教育工作者、博士生、各科學領域之在職教師及原本VNOS及NOSI團隊之成員組成，透過VOSI問卷進行修改，找出不足之處，最後統整出8項科學探究概念的理解。並歸納出3項在VOSI問卷對應到8個探究概念時未能回答的問題，分別是「探究過程以提問的問題為引導」、「研究結論必須與收集的數據一致」、「做解釋是結合收集的數據和已有的知識得出的」，並探討到VOSI問卷9大題19小題之題目數量過於冗長，

其中也有許多題目重疊概念，因此簡化部分題目，建構VASI問卷，並整理出科學探究與兩問卷之關係（表5）。

表 5 科學探究（SI）概念對應 VOSI 及 VASI 問卷

科學探究的概念	VOSI 題號	VASI 題號
(1) 科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設	3a	1a, 1b, 1c
(2) 所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序 (無單一科學方法)	3c	1b, 1c
(3) 探究過程以提問的問題為引導	-	5
(4) 所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論	4a	3a
(5) 探究過程可能會影響結論	4b	3b
(6) 研究結論必須與收集的數據一致	-	6
(7) 科學數據與科學證據不同	7	4
(8) 做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的	-	7

貳、VASI 問卷的施測狀況

VASI 問卷也經由小組的決議達到 100% 的同意，並藉由中學生進行測試，透過外顯的教學，讓學習者了解 8 項科學探究，在教學後多數學習者皆由質樸型進入混合型，或是從混合型進入到了解型。且小組最後也建議，本問卷不適合透過量化的數字描述，透過數字的描述無法全然了解受測者的想法，並且要對 20% 的人進行訪談，才能有效地反映出受測者對 8 項科學探究的理解（Lederman et al, 2014）。

Gaigher, E., Lederman, N., & Lederman, J. (2014) 使用 VASI 問卷評估南非學生對科學探究的理解程度，在「研究結論必須與收集的數據一致」的概念中理解程度最好，在「所有科學調查中沒有一套單一的步驟和順序」的概念中最為薄弱。Yang, Park, Shin & Lim (2017) 探討韓國中學生的探究

觀點，在「所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」的概念裡較多學生是理解的，在最樸質的概念與南非一致，高達9成7的學生在科學研究具有多種方法的方面為最不理解。

在 Lederman et al (2019) 跨國研究裡，針對18個國家進行測驗，並強調各為獨立樣本，不能代表整個國家的狀況，僅作為相關研究的初步基礎，並提出四項共同的主題：（1）缺乏特定對於科學探究理解的標準、（2）科學探究的理解在教學上是不夠外顯的、（3）只有強調操作的科學教學，不強調探究的教學、（4）如果要學習者能夠有較全面的科學探究概念，必續要重視相關探討，並進而改進。

Concannon, Brown, Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2020) 提到 VASI 可以說是迄今為止，關於課堂上過去和現在的改革文件中，是探討學生了解科學探究的最全面、最有力的工具。



第三章 研究方法

本研究主要探討國小六年級學生對於科學探究之理解，透過問卷試題的方式進行第一階段資料收集，透過評分規準分析後進入第二階段訪談。本章共四節，第一節介紹研究設計，描述研究整體的架構及過程；第二節介紹研究對象；第三節介紹研究工具，針對 VASI 之修改問卷過程進行探討及評分規準之設計；第四節介紹資料收集與分析，針對受試者回答做確認，以及這些資料如何回應研究問題。

第一節 研究設計

本研究透過分析了解科學探究本質觀點的相關之文獻，並分析原始的VASI問卷，分析後為貼近國小學生的生活情境及答題意願，對問卷進行修改，透過圖片的增添及文字情境的充實，讓問卷更符合國小學生的答題情境。在修正問題後進行第一階段透過VASI問卷進行施測，透過評分規準進行篩選，計算後挑選出合適的受試者進行目的性抽測訪談，以分析之更加符合受試者想法的資料，再將訪談後的結果再次用評分規準進行分析，將成果進行統計，計算出無法分析型、質樸型、混合型及了解型之比例，以了解受測者的答題狀況，並透過卡方檢定判斷本研究與誇國研究間是否有顯著差異，藉以回答研究問題，研究設計如圖8。

第二節 研究對象

本研究第一階段為方便取樣，研究對象為新北市某國小六年級學生，107位男性（50.7%）及104位女性（49.3%）共211人，皆為受國民教育六年級之學生，從國小三年級接觸自然與生活科技課程。

第二階段透過第一階段問卷透過評分規準挑選出45位進行訪談（約21%），20位男性（44.4%）及25位女性（55.6%）共45人符合Lederman等人（2014）建議對20%的人進行訪談，有效地反映出受測者對8項科學探究的理解。採立意取樣，為了解受測者所回答之內容，針對各題目挑選出質樸型、

混合的及了解型的訪談者，深入了解受試者之想法，並回答研究者所關注之研究問題，以上共 45 位受訪者

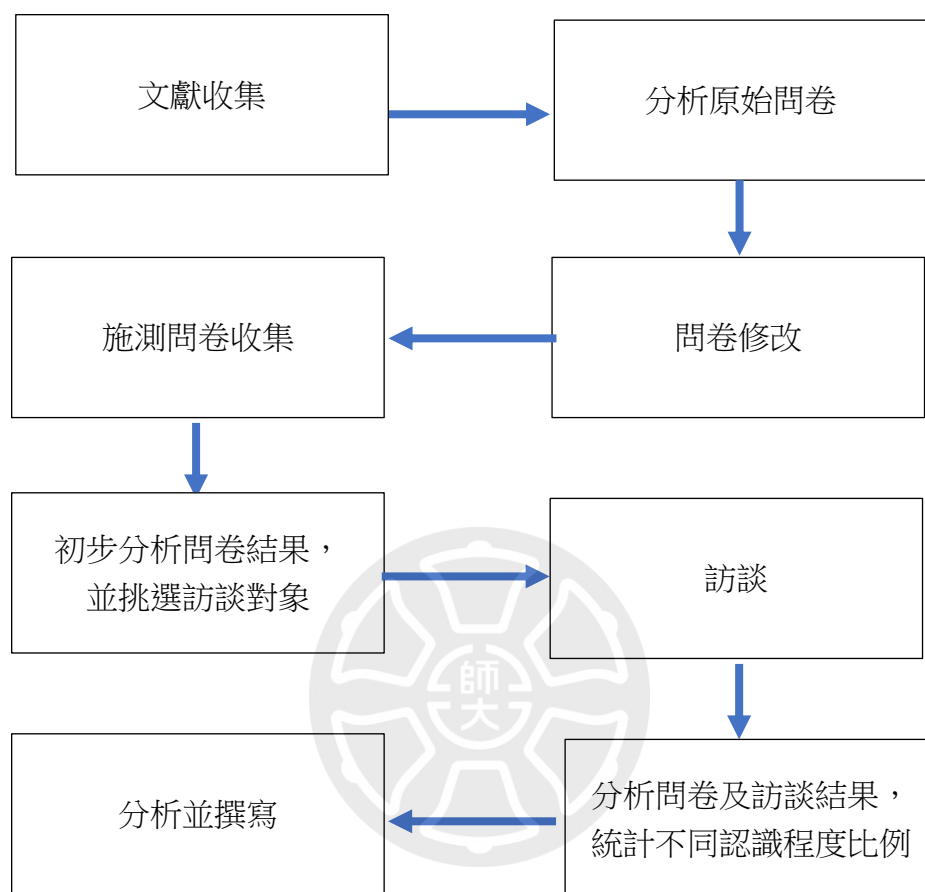


圖 8 研究設計

第三節 研究工具

本研究之研究工具包含關於科學探究之問卷（VASI）及訪談。以下兩部分進行介紹。

壹、關於科學探究觀點問卷（VASI）

本研究問卷共 5 大題 10 小題，修改自 Lederman 等人（2019）跨國研究所設計之「關於科學探究觀點問卷（VASI）」，此問卷在當時已經由學生之指導教授劉湘瑤博士參與跨國研究時完成翻譯及文字效度的驗證，且在當時分析 167 名國中七年級學生時，建立合適的評分規準，在

本研究中也以當時的評分規準做為參考。透過已驗證的評分規準搭配上本研究針對評分規準的評分者間信度的檢驗（表 6），將問卷（N=45）進行訪談後，確認研究者的想法與受測者是否相符，並透過三位評分者確認評分規準之評分者間信度，以組內相關係數(intraclass correlation coefficient, ICC)進行分析，ICC 值 ≥ 0.75 代表具有良好的施測者內信度。

問卷中 10 題皆為開放性問題，受測者透過文字或畫圖並簡單說明的方式表達想法，部分問題透過勾選，其中個人資料的部分包含姓名、班級、座號及談話日期，問卷內容如附錄一所示。

問卷中根據 Lederman 等人（2014, 2019）設計之 VASI 問卷進行修改，Lederman 等人 2019 年之問卷有些題目以文字描述為主，為貼近國小生的情境，因此在問卷設計上進行修正，將題目描述撰寫得更具體，但也可能因此局限答題的回答範圍（表 7）。

針對問卷修改的差異，在 SI-1、SI-2 的題目使用相同的情境，問題敘述從「此研究是科學嗎？」修正為「是否為科學家的行為？」。在小學階段，我們常常問學生他的行為如何或是剛剛的行為合適嗎？學生會以他所認為的科學家做的事做回答，藉以引導學生回答什麼是科學。在 SI-2 的另一道題目，引用 Yoo 等人（2021）所修正 VASI-E 的情境以圖像化的方式呈現。在 SI-3 的題目，將輪胎的情境修正為沖泡熱飲，因多數學生並沒有經歷過爆胎的經驗，但沖泡熱飲的經驗是學生在冬天比較常見生活情境，因此將情境修正為沖泡熱飲，並在提問的情境修正為沖泡熱飲的動作，但不修改科學探究觀點的提問。在 SI-4、SI-5 的題目沿用 SI-3 的情境，將原始的提問修改為用情境去思考。在 SI-6 的題目則是在情境中增加繪製折線圖，提供學生相對直觀的統計工具進行回答。在 SI-7 的題目，由於在國小階段較少被討論到資料及證據的差異，考量到增加答題的意願，僅以訪談的受測者做分析，以 SI-6 的題目作為情境

組提問，並未將提問放在問卷中。最後 SI-8 的的考古學題目中，增加情境的引導問題，讓受測者站在科學家的角度來出發。

表 6 各向度評分者間信度

(SI-7 僅在訪談時進行，無建立評分規準之信度)

探究向度	組內相關係數
SI-1 始於一個問題	0.902
SI-2 多種方法的	0.962
SI-3 以提問為引導	0.973
SI-4 同過程可能異結論	0.951
SI-5 過程可能影響結果	0.903
SI-6 結論與數據一致	0.954
SI-8 依數據及知識得解釋	0.754
VASI 問卷整體	0.939

表 7 VASI 問卷修改差異比較

科學 探究 面向 代碼	原始問卷	本研究
SI-1 & SI-2	你認為此人所做的研究是科學嗎？請解釋。	請問你覺得這個人的行為，算不算是科學家？請把你的理由寫下來。
SI-2	你認為科學研究可用多種方法進行嗎？ - 如果答案是否定的，請解釋為什麼科學研究只有一種方法。 - 如果答案是肯定的，請描述兩個使用不同方法所做的科學研究，並解釋這兩種方法的不同之	下圖有一些不同的球：  如果要你用這些球做一個科學研究，你會怎樣做？

處，以及它們為何都可視為是科學的方法。

SI-3 某天，兩組科學家走去實驗室的路上，看到一輛爆胎的汽車。他們心生疑問：「某些廠牌的车胎會比較容易爆胎嗎？」

A 組回到實驗室，在一種類型的路面上測試了不同廠牌輪胎的性能。

B 組回到實驗室，在三種不同類型的路面上測試了一種廠牌輪胎的性能。

哪一組科學家的做法比較好？請解釋你的答案。

小婷喜歡泡飲料來喝，某天她就在想沖泡熱水的飲料，如果一杯是靜置降溫，另一杯是攪拌降溫，哪一杯會降溫比較快？於是乎他做了兩種實驗：

A 實驗：把這兩杯熱飲料放在不同地點的桌子上，觀察在哪個地方降溫比較快。

B 實驗：在教室裡將剛泡好的熱飲料放在一樣的桌子上，一個攪拌一個靜置，觀察哪一杯降溫快。

(1) 你覺得 A 實驗、B 實驗哪個比較好還是兩個都可以？請把你的理由寫下來。

SI-4 如果幾名科學家研究相同的問題並且採用相同的程序來收集資料，他們一定會得出相同的結論嗎？

請解釋為什麼你認為會或者不會。

你覺得每個研究這個問題的人，使用相同的實驗流程來收集資料，他們會得到一樣的結論嗎？為什麼？

SI-5 如果幾名科學家研究相同的問題，但是採用不同的程序來收集資料，他們一定會得出相同的結論嗎？

請解釋為什麼你認為會或者不會。

你覺得 A 實驗跟 B 實驗的結果會相同嗎？

SI-6 下表顯示植物每週的生長量與植物每日接受光照時間的關係

實驗四 植物生長與光照時間的關係 (單位：公分)	
光照時間 (小時)	植物生長量 (公分)
25	0
05	2
21	01
2	21
01	05
0	25

下方表格一記錄下植物每週的生長高度與植物每日接受光照時間的關係，請先繪製成折線圖再回答問題：

根據此數據，請說明你同意以下的哪一個結論並解釋原因。

請圈選一個答案：

(A) 接受陽光越多，植物長得越高。

(B) 接受陽光越少，植物長得越高。

I 植物生長與陽光無關。

請解釋你的選擇。

表 1- 植物每週生長高度與植物每日接受光照時間的關係紀錄表

每日接受光照的分鐘數	植物生長高度 (公分/週)
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

植物生長高度 (公分/週)

植物每週生長高度與植物每日接受光照時間的關係紀錄表



(1)根據此數據，請勾選你同意以下的哪一個結論並寫下原因。

() 接受陽光越多，植物長得越高。

() 接受陽光越少，植物長得越高。

() 植物生長與陽光無關。

(2)勾選這個結論的原因是：

SI-8 (1) 請用至少兩種理由來解釋為什麼你認為多數科學家會同意圖 1 中的骨骼分類和位置是最好的？

(2) 接續前一題的回答，你認為科學家會用哪些資訊來解釋他們的結論？

(1) 現在已經沒有活著的恐龍，也沒有人真的看過恐龍，科學家們怎麼知道以前有恐龍這種生物？

(2) 你認為為什麼多數科學家會同意圖 1 中的骨骼分類和位置是最好的？

SI-7 你認為「數據/資料」和「證據」訪談不同嗎？請舉例說明。
提問 (文字提問)

你覺得「數據/資料」和「證據」不同嗎？
請以第五題 (SI-6) 做舉例。
(訪談提問)

貳、訪談

透過問卷的架構進行半結構式訪談，訪談目的是確認受測者對於題目之回答，以詮釋貼近受測者想法的答案，透過受測者於問卷上的回答，依其答案之脈絡提問，了解受測者確切的想法，藉以驗證研究者對

於受測者想法之預測是否正確，並將第七個科學探究本質認識程度放在訪談中，訪談受測者之觀點，更依受測者的回答建立訪談大綱（附錄二）。

第四節 資料收集與分析

本研究對每位受測者提供一份 VASI 問卷，受測者可以在 40-60 分鐘的時間內完成。在發給學生的版本提供足夠的空間供學填寫他們的回答

在完成 VASI 施測後，透過三位自然老師對回答進行評分，每個受測者的得分以對於科學探究的理解分為四個層次：

- 無法分析型：不了解題意無法作答或是無答題
- 質樸型：學生的答案包含了所有不正確的理解
- 混合型：學生的答案包含了一些正確和不正確的理解
- 了解型：學生的反應是完整和正確

在 VASI 的問卷中不使用數字評分，而是透過受測者的回答對應對於 SI 的理解程度，如果受測者在問卷中的回答與 SI 的某個面向完全一致，將其評分為「了解型」，如果未能完整回應或是與題意為完整相符，則評分為「混合型」，最後，與 SI 的觀點不同，或是前後說明矛盾則評分為「質樸型」，接續說明評分規準如下（表 11—表 18）：

- SI-1：科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設

VASI Q1-(1)請問你覺得這個人的行為，算不算是科學家？請把你的理由寫下來。

VASI Q1-(2)你覺得他是在做實驗嗎？請把你的理由寫下來。

以 Q1-(2)為主要分析對象，要編列為了解型者必須未在 Q1-(1)及 Q1-(2)中提到「科學必須要有實驗」，且不否定 Q1-(1)為科學家的行為。

表 8 SI-1 始於一個問題 評分規準

SI-1 評分規準	
無法分析型	未作答，或過於簡短無法判斷
質樸型	選擇不是
混合型	1. 選擇是，但提到驗證假設（假設演繹法）的行為，將研究問題視為狹隘的假設(hypothesis)，或作答認為有單一科學方法。 2. 選擇不是或不一定，認為問題不一定是科學的範疇，也可以來自生活周遭
了解型	選擇是，且清楚回答科學研究起源於問題的理由，且沒有提到驗證假設（假設演繹法）

- SI-2：所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）

VASI Q1-(2)你覺得他是在做實驗嗎？請把你的理由寫下來。

VASI Q4 下圖有一些不同的球：如果要你用這些球做一個科學研究，你會怎樣做？

表 9 SI-2 多種方法的評分規準

SI-2 評分規準	
無法分析型	未作答，或過於簡短無法判斷 1. 不同意科學研究可由觀察找問題，或是認為 Q4 不能用生活中的物品做研究。 2. 同意科學研究可以透過觀察（Q1-2）或是生活中發想（Q4），但舉例不當，且在 Q4 題答案中出現單一（固定）步驟的科學方法。 3. 認為題目情境的鳥類觀察即是實驗，明顯提出科學研究有單一方法或步驟，或科學必須要有實驗。
質樸型	
混合型	1. 同意科學可有多種方法進行，但沒有提出適當的例子（Q2、Q4）。 2. 認為題目情境的鳥類觀察是實驗的一部分，但同意科學研究可有多種方法。
了解型	1. 能判斷（鳥類）觀察不是實驗，或對實驗一詞採廣義的定義（在課堂中的觀察，學生常會把觀察也是為實驗的一種，只要不認為實驗是科學探究的一部分或是一個步驟即視為廣義的實驗），同意科學可有多種方法進行，且舉出適當的例子。 2. 或是在 Q4 題提出多種研究方法，未侷限於單一一種。

● SI-3：探究過程以提問的問題為引導

VASI Q3-(1)小婷喜歡泡飲料來喝，某天她就在想沖泡熱水的飲料，如果一杯是靜置降溫，另一杯是攪拌降溫，哪一杯會降溫比較快？於是乎他做了兩種實驗：

A 實驗：把這兩杯熱飲料放在不同地點的桌子上，觀察在哪個地方降溫比較快。

B 實驗：在教室裡將剛泡好的熱飲料放在一樣的桌子上，一個攪拌一個靜置，觀察哪一杯降溫快。

(1)你覺得 A 實驗、B 實驗哪個比較好還是兩個都可以？請把你的理由寫下來。

表 10 SI-3 以提問為引導評分規準

SI-3 評分規準	
無法分析型	未作答
質樸型	選擇實驗 A 或是都可以
混合型	選擇 A 組的原因是質疑 B 組研究流程未能控制變因；或僅 選擇 B 是比較能回答問題，但理由不詳盡或不合理。
了解型	選擇 B 組，並能察覺研究方法的設計必須能獲得充分的證據以回答所提出的問題

- SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論

VASI Q3-(3)你覺得每個研究這個問題的人，使用相同的實驗流程來收集資料，他們會得到一樣的結論嗎？為什麼？

表 11 SI-4 相同過程可能有不同結論評分規準

SI-4 評分規準	
無法分析型	未作答，或過於簡短無法判斷
質樸型	答會相同者
混合型	答不會或不一定，但理由並未對應到「研究相同的問題並採用相同的程序」，或理由不完整。
了解型	答不會或不一定，且能提出理由，如：科學家的經驗不同、對資料的詮釋不同，或採用相同程序也可能獲得不同資料結果...等

● SI-5：探究過程可能會影響結論

VASI Q3-(2)小婷喜歡泡飲料來喝，某天她就在想沖泡熱水的飲料，如果一杯是靜置降溫，另一杯是攪拌降溫，哪一杯會降溫比較快，於是乎他做了兩種實驗：

A 實驗：把這兩杯熱飲料放在不同地點的桌子上，觀察在哪個地方降溫比較快。

B 實驗：在教室裡將剛泡好的熱飲料放在一樣的桌子上，一個攪拌一個靜置，觀察哪一杯降溫快。

(1)你覺得 A 實驗跟 B 實驗的結果會相同嗎？

表 12 SI-5 過程可能影響結果評分規準

SI-5 評分規準	
無法分析型	未作答，或過於簡短無法判斷
質樸型	答會相同者，未注意到兩組實驗的操作變因不同，認為實驗都是為了研究降溫快慢。
混合型	答不會或不一定，但理由並未對應到「研究相同的問題並採用不同的程序」，或理由重複前一題，或不完整。
了解型	答不會或是不一定，且提出的理由能區分兩組實驗的結果會不同。

● SI-6：研究結論必須與收集的數據一致

VASI Q5-(2)下方表格一記錄下植物每週的生長高度與植物每日接受光照時間的關係，請先繪製成折線圖再回答問題：

根據此數據，請勾選你同意以下的哪一個結論並寫下原因。

() 接受陽光越多，植物長得越高。

() 接受陽光越少，植物長得越高。

() 植物生長與陽光無關。

(2)勾選這個結論的原因是：

表 13 SI-6 結論與數據一致評分規準

SI-6 評分規準	
無法分析型	未作答，或過於簡短無法判斷
質樸型	勾選「接受陽光越少，植物長得越高。」以外的答案或是完全不考慮表格中的數據。
混合型	1. 勾選「接受陽光越少，植物長得越高。」但給予的理由與表格數據無直接關係，或僅根據自己的經驗推論。 2. 勾選「植物生長與陽光無關」有考慮表格數據，但懷疑題目訊息不足。
了解型	勾選「接受陽光越少，植物長得越高。」，並說明依據表格中的數據可以判斷出來

● SI-7：科學數據與科學證據不同

VASI Q5-(1)下方表格一記錄下植物每週的生長高度與植物每日接受光照時間的關係，請先繪製成折線圖再回答問題：

(1)根據此數據，請勾選你同意以下的哪一個結論並寫下原因。

() 接受陽光越多，植物長得越高。

() 接受陽光越少，植物長得越高。

() 植物生長與陽光無關。

(2)勾選這個結論的原因是：

本題透過訪談提問，提出「數據、資料」和「證據」不同嗎？並請受訪者用這題舉例。

→表格及折線圖為數據、資料，提出的結論為分析後提出主張的證據。

表 14 SI-7 科學資料與科學證據不同評分規準

SI-7 評分規準	
無法分析型	無法回答
質樸型	認為兩者相同
混合型	1. 雖提出兩者相同，但給的理由卻能分辨出兩者在科學研究中的目的或角色 2. 雖認為兩者不同，但未能清楚定義出兩者在科學研究中的目的或角色
了解型	知道兩者在科學研究中的目的和角色不同，能清楚定義資料是觀察的結果，證據則是經過分析和解釋，針對研究問題所提出的主張。

- SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的
VASI Q2 有一群科學家發現了一些恐龍的骨頭化石，並將骨頭排列成兩種可能的形式，如圖：
VASI Q2-(1)現在已經沒有活著的恐龍，也沒有人真的看過恐龍，科學家們怎麼知道以前有恐龍這種生物？
VASI Q2- (2)你認為為什麼多數科學家會同意圖 1 中的骨骼分類和位置是最好的？
(兩小題合併分析)

表 15 SI-8 做解釋是透過數據和已知的知識得出的評分規準

SI-8 評分規準	
無法分析型	未作答，或過於簡短無法判斷
質樸型	提出的解釋與骨頭化石組合形式無關
混合型	提出的解釋跟骨頭化石排列組合形式有關，但未提及是用已知的知識或收集相關資訊來解釋，或是憑經驗印象進行回答。
了解型	能察覺科學家是以已知的知識，如現生生物的骨骼結構、其他相關研究、或文獻，以解釋恐龍化石排列的合理性

第四章 結果與討論

本章針對所回收之問卷資料進行分析及討論，以研究問題出發進行探討，共分為二節，第一節分析學生對於科學探究認識觀之問卷結果及訪談學生對於科學探究本質各向度之回答情形；第二節討論六年級學生與跨國研究之七年級學生科學探究觀之差異。

第一節 學生在科學探究本質之認識程度

本節以敘述性統計的方式分析問卷 211 名研究樣本的科學探究觀認識程度高低，及訪談 45 名之研究樣本。

壹、描述統計

一、VASI 問卷作答分析

將問卷於施測時間收集之結果（N=211），將各向度統計結果呈現如下，見表 16（N/A：無法分析型；N：質樸型；M：混合型；I：了解型）

表 16 各科學探究向度施測分佈統計(N=211)

科學探究向度	認識程度			
	I	M	N	N/A
SI-1 始於一個問題	44 (21%)	86 (41%)	81 (38%)	0
SI-2 多種方法的	22(10%)	94(45%)	92(44%)	3 (1%)
SI-3 以提問為引導	51(24%)	99(47%)	58(28%)	3(1%)
SI-4 同過程異結論	38(18%)	94(45%)	77(36%)	2(1%)
SI-5 過程影響結果	25(12%)	134(63%)	50(24%)	2(1%)
SI-6 結論與數據一致	79(38%)	78(37%)	51(24%)	3(1%)
SI-8 依數據及知識得解釋	30(14%)	84(41%)	93(44%)	3(1%)
SI-7：數據與證據不同 (僅受訪者數據 N=45)	0(0%)	7(15%)	26(58%)	12(27%)

「SI-6 研究結論必須與收集的數據一致」之科學探究概念的認識程度高到低依序為「38%了解型」、「37%混合型」、「24%質樸型」，是在8個科學探究概念中，較為成熟的一項。「SI-8 做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」之科學探究概念的認識程度高到低依序為「質樸型 58%」、「混合型 15%」、「了解型 0%」，是在8個科學探究概念中，較為質樸的觀點。

除此兩向度外其餘科學探究概念的認識程度高低依序皆為「混合型」、「質樸型」、「了解型」，而「科學數據與科學證據不同」之向度，數據皆透過訪談，與其他向度不同，因此另外進行探討。

受測者對於科學於探究觀較為成熟的是「SI-6 研究結論必須與收集的數據一致」，最為質樸的是「SI-2：所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）」、「SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」，其餘科學探究觀仍在發展中。



二、性別對於 VASI 問卷認識程度百分比

將問卷於施測時間收集之結果 (N=211)，各面向依性別統計結果呈現如下表 17 (N：質樸型；M：混合型；I：了解型)，並以性別對各探究向度進行卡方檢定驗證性別間的差異性：

表 17 性別對於 VASI 問卷認識程度次數分佈及百分比

探究向度	認識程度	男	女	χ^2
		n=107 (50.7%)	n=104 (49.3%)	
SI-1 始於一個問題	N 質樸型	43(40%)	38(36%)	1.411
	M 混合型	40(38%)	47(45%)	
	I 了解型	24(22%)	19(19%)	
SI-2 多種方法的	N 質樸型	51(48%)	42(40%)	1.580
	M 混合型	43(40%)	51(49%)	
	I 了解型	11(10%)	10(10%)	
SI-3 以提問為引導	N 質樸型	38(35%)	21(21%)	8.375*
	M 混合型	47(44%)	51(49%)	
	I 了解型	19(18%)	32(30%)	
SI-4 同過程異結論	N 質樸型	48(44%)	29(29%)	9.324*
	M 混合型	37(35%)	57(54%)	
	I 了解型	21(19%)	17(16%)	
SI-5 過程影響結果	N 質樸型	30(28%)	21(21%)	1.973
	M 混合型	65(61%)	68(65%)	
	I 了解型	11(10%)	14(13%)	
SI-6 結論與數據一致	N 質樸型	26(24%)	27(26%)	0.369
	M 混合型	37(35%)	39(38%)	
	I 了解型	42(39%)	37(35%)	
SI-8 依數據及知識得解釋	N 質樸型	48(44%)	45(43%)	0.242
	M 混合型	42(40%)	43(41%)	
	I 了解型	14(13%)	16(16%)	

註：*p< 0.05

「SI-1：科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設」、「SI-2：所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）」、「SI-

5：探究過程可能會影響結論」、「SI-6 研究結論必須與收集的數據一致」、「SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」五向度皆未達顯著。

「SI-3：探究過程以提問的問題為引導」卡方檢定達顯著性，表示不同「性別」對「SI-3」有顯著差異。在了解型當中女性有 30%、男性 18%，混合型當中女性有 49%、男性 44%，質樸型女性有 21%、男性 35%，整體來看，女性在 SI-3 的認識程度高於男性。

「SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」卡方檢定達顯著性，表示不同「性別」對「SI-4」有顯著差異。在了解型當中女性有 16%、男性 19%，混合型當中女性有 54%、男性 35%，質樸型女性有 29%、男性 44%，整體來看，女性在 SI-4 的認識程度高於男性。

男性受測者對於科學於探究觀較為成熟的是「SI-3：探究過程以提問的問題為引導」、「SI-6 研究結論必須與收集的數據一致」，最為質樸的是「SI-2：所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）」、「SI-5：探究過程可能會影響結論」、「SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」，其餘科學探究觀仍在發展中。

女性受測者對於科學於探究觀較為成熟的是「SI-6 研究結論必須與收集的數據一致」，最為質樸的是「SI-2：所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）」、「SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」，其餘科學探究觀仍在發展中。

將訪談之結果（N=45），依性別統計結果呈現如下，見表 18（N/A：無法分析型；N：質樸型；M：混合型；I：了解型），並以性別對 SI-7 探究向度進行卡方檢定驗證性別間的顯著性：

表 18 性別對於 SI-7 訪談部分之認識程度次數分佈及百分比

探究向度	認識程度	男	女	χ^2
		n=20 44.4%	n=25 55.6%	
	N/A：無法分析型	6 (30%)	6(24%)	
SI-7：科學數據與 科學證據不同	N 質樸型	11(55%)	15(60%)	0.205
	M 混合型	3(15%)	4(16%)	
	I 了解型	0(0%)	0(0%)	

「SI-7：科學數據與科學證據不同」未達顯著。對於此科學探究概念的認識程度，女性於「了解型」、「混合型」、「質樸型」比例皆無明顯差異於男性。

三、訪談及問卷作答分析

本段落探討各探究向度受測者問卷及訪談時的回答，以「了解型」、「混合型」、「質樸型」三個層次做討論，並在各向度說明與原問卷提問有差異的題目是否有一致性，並在學生之回答編碼註記來自問卷回答還是訪談回答，編碼僅 L 及數字僅代表順序編號，在代碼尾端以 Q 代表問卷回答，I 代表訪談回答，例：L0103-I 表示編號 L01035 之回答來自訪談。

一、SI-1：科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設

本向度問卷樣本 211 人，訪談人數 45 人，了解型佔 21%、混合型佔 41%、質樸型佔 38%，以下以問卷作答及訪談內容做分析：

本題型以鳥類觀察為情境，向問卷受測者提問「請問你覺得這個人的行為，算不算是科學家？」，並向受訪者提問「你覺得科學家會做什麼事？」

1. 了解型

在回答中認為情境中的角色是科學家，且認為科學研究會始於發現問題或是尋找答案，問卷作答及訪談內容片段：

「算，因為他找出人們可能不知道的問題，然後去幫大家找出答案」（L0822-Q）

「是，因為只要是科學家，就會在自己有疑慮的時候，去加以確認自己的想法是否正確。」（L0522-Q）

「是，因為他有觀察的動作，並提出問題，會把世上不知道的東西做分析，再去研究看能不能達成更高的成就。」（L0103-I）

2. 混合型

選擇是，但提到要做到驗證假設，將研究問題視為必需要有假設，或作答認為有單一科學方法。

選擇不是或不一定，認為問題不一定是科學，也可以來自生活周遭，問卷作答及訪談內容片段：

「算，因為他花了自己的更多時間去知道鳥類，我覺得上網查 DNA 還有做實驗算是科學家會有的行為。」（L0215-I）

「不是，因為他只是把他觀察到的問題問出來，而不是這方面的專家。」（L0402-I）

「是，因為科學家是用實驗來找答案，他提出一個問題來找答案。」（L0604-I）

3. 質樸型

選擇不是，不認為科學可以始於問題，問卷作答及訪談內容片段：

「我覺得不算，因為科學家會觀察的比上面更仔細，有些只是比較喜歡鳥類而去了解這些，他只是對動物有濃厚興趣而已，要深入去瞭解研究，觀察不算」（L0112-I）。

「不算，因為他只是個對於動物有「濃厚興趣」的人，並不是義務性的科學家會研究、查資料和做實驗。」（L0220-I）

「我覺得比較偏向自然觀察學家，科學家比較像是做化學實驗，而不是活體。」（L0612-I）

「他是在做科學家的行為，因為這個人懂得提出問題、形成假說、找資料、設計實驗和提出結論」（L0905-I）（線性科學方法）

以 L402-I 為例受測者提到他不是這方面的專家，認為以觀察提問為開端不是學家會有的行為，也不是科學研究的開端，L0604-I 則認為用實驗來找尋答案，像似的觀點利用實驗來驗證假設的過程。像是 L0112-I 及 L0220-I 則會認為興趣不足以作為研究的起點，認為這樣的行為不是科學家會有的，在 L0905-I 的回答中，更舉出常見的科學方法之迷思，認為要有線性固定步驟的科學方法才是科學家的行為。

了解型受測者中已經了解科學家會以他所看見的問題去找真相，相較於混合型受測者會有較多的懷疑，認為需要具備更多條件才是科學家會有的行為，其中包含受測者會認為動物學家或是植物學家是相異於科學家的角色，又或是認定有一般實驗室的實驗操作才是科學家的行為。質樸型多是認為在情境中提到的濃厚興趣不足以視為研究之開端，部份受測者更是認定要有傳統的線性固定流程的科學方法才是科學家的行為。就如同 McComas (1996) 提到的可能受到期刊的固定模式而影響，對學生來說，課本上食譜式的實驗也是如此的固定，這需要科學教師在教學設計上多著墨，在科學課中設計出

讓學習者遇見困難而提問，進而認知到科學研究會使於問題，但不一定是為了驗證某個假設。

二、SI-2：所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）

本向度問卷樣本 211 人，訪談人數 45 人，了解型佔 10%、混合型佔 45%、質樸型佔 44%，以下以問卷作答及訪談內容做分析：

本題型以鳥類觀察為情境，向問卷受測者提問「你覺得他是在做實驗嗎？」，並向受訪者提問「那你覺得有哪些事情是在做實驗？」

1. 了解型

能判斷（鳥類）觀察不是實驗，同意科學可有多種方法進行。

或對實驗一詞採廣義的定義，學生對於「實驗」一詞常與試驗、測試、操作等詞混用。若學生將觀察視為一種實驗，就視為廣義的概念，但若寫觀察是實驗的一部份或其中一個步驟，就屬於有「科學研究是照著一定的流程」的迷思。問卷作答及訪談內容片段：

「是，他在測試鳥的外型、大小跟吃的食物是否有關係，如果有用到變因，且有進一步研究，去調整控制及操作變因，因為它主要是利用一隻鳥，然後看他的外型及大小，這兩個是不一樣的，外型跟大小事他的操作變因」（L0104-I）

「是，因為觀察鳥類讓他弄懂它的問題，實驗也能把你不懂的東西弄懂。」（L0421-Q）

2. 混合型

認為題目情境的鳥類觀察是實驗的一部分，但同意科學研究可有多種方法。問卷作答及訪談內容片段：

「是，他有進行觀察，並回答問題，有針對問題去深入探討，像是找資料或是尋找未知的東西，研究就是做實驗。」（L0204-I）

「我覺得科學家拿化學的工具瓶子那些能實際的在實驗桌上操作，要再有平台的地方才是做實驗」（L0614-I）

3. 質樸型

不同意科學研究可由觀察找問題，或是認為認為題目情境的鳥類觀察即是實驗的一部分，明顯提出科學研究有單一方法或步驟，或科學必須要有實驗。問卷作答及訪談內容片段：

「他是在做科學家的行為，因為這個人懂得提出問題、形成假說、找資料、設計實驗和提出結論」（L0905-I）（線性科學方法）

「不是，因為做實驗是要抓幾隻鳥來操作並證實自己的看法，可能抓 2-3 隻鳥來實驗，其中有操作變因，去做一些表格，並有實際操作」（L0106-I）

「我覺得要先有假說，然後進行實驗，並用實驗組及對照組來進行，如果錯誤再來修正假說」（L0510-I）

以 L0204-I 為例，將觀察鳥類視為一種研究，更把研究視為實驗，在 L0905-I 的回答中，更凸顯出常見的科學方法之迷思，將懂得提出問題、形成假說、找資料、設計實驗和提出結論是為研究必須的條件，L0510-I 更提到要先有假說才開始實驗或是在實驗後修正假說這樣的觀點。

少數受測者是了解型，其中多將觀察視為一種實驗方式，藉以解決自己發現的問題。而在混合型受測者當中，將實驗視為科學研究，甚至狹隘的認定實驗室的操作才是實驗。最後在質樸型受測者中，多有線性固定流程的科

學方法的觀念存在。在教學上，科學教師應挑選合適的主題，如同向度一所提到的，讓學生適度的遇上困難，以建立多元科學方法之使用。

三、SI-3：探究過程以提問的問題為引導

本向度問卷樣本 211 人，訪談人數 45 人，了解型佔 24%、混合型佔 47%、質樸型佔 28%，以下以問卷作答及訪談內容做分析：

本題型以沖泡飲料所觀察到的現象為情境，向問卷受測者提問「你覺得 A 實驗、B 實驗哪個比較好還是兩個都可以？」，並向受訪者提問「你覺得針對小婷的實驗，哪個方法比較好？」、「操作變因是實驗者在實驗過程中唯一會改變的變因，那這個實驗的操作變因是？」

1. 了解型

選擇 B 組，並能察覺研究方法的設計必須能獲得充分的證據以回答所提出的問題。問卷作答及訪談內容片段：

「B 實驗，因為他只要是問一杯攪拌降溫，一杯靜置降溫，不是問不同地點降溫速度」（L0913-Q）

「我覺得實驗 B 才可以，因為小婷的目的是想知道用攪拌降溫還是靜置降溫的降溫速度較快，但如果放在不同地方，可能就會影響實驗結果」（L0614-I）

「我認為 B 實驗比較好，因為小婷想知道的是人為降溫及自然降溫所帶來的結果，但 A 實驗則是位置問題並兩杯都是自然降溫。」（L0106-I）

2. 混合型

選擇 A 組的原因是質疑 B 組研究流程未能控制變因；或僅選擇 B 是比較能回答問題，但理由不詳盡或不合理。問卷作答及訪談內容片段：

「我覺得 B 實驗比較好，因為可以比較快知道實驗結果。」（L0806-I）

「我覺得 B 實驗，因為 A 實驗如果放在戶外熱水就變冷水了，（未判斷出操作變因）」（L0412-I）

「B，因為 B 如果攪拌的話，會碰到桌面影響結果。」（L0504-Q）

3. 質樸型

選擇實驗 A 或是都可以。問卷作答及訪談內容片段：

「都可以，因為兩個是不同的實驗，但目的都是要讓飲料冷卻，畢竟方法都不一樣冷卻速度也囉不一樣」（L0112-I）

「A 實驗，因為 B 實驗如果一邊攪拌一邊看會無法專心做好事情」（L0102-Q）

「B 實驗，因為可以知道放在哪個地方降溫比較快」（L0408-Q）

L0806-I 辨別出正確的實驗，但是是透過不當的原因做判別，L0412-I 則是未辨別出操作變因，未能充分了解題意，L0504-Q 針對情境做出不同的觀點，但並沒有充分的依題意作出回答，L0112-I 及 L0102-Q 則完全無法辨別題意更無法選擇合適的實驗操作。

科學研究要以研究問題選擇合適的研究方法，就如同要研究地表受風蝕的影響程度，或是天體的運行方式我們不會用實驗組、對照組的研究方法，因此，要探討受測者能否了解選用合適的研究方法，而非一招走天下。在了解型受測者能夠依照情境中所設計的研究問題判斷出合理的實驗方法，並說明原因。混合型受測者多未能辨別出研究問題，且認為情境描述不夠完整而

依自身經驗做推論，未能合適的挑選研究方法。質樸型受測者除了無法辨別研究問題，也無法挑選研究方法。如美國 K-12 科學教育框架（2011）提到的「要提供學生不同的計劃及執行研究的機會，像是實驗室實驗或是實地考察」，我國 108 自然科學領綱也提到，「提供學生探究學習、問題解決的機會，並養成相關知能的科學探究能力（108 自然領綱，2018，p.8），更在第三學習階段（高年級）提到學生需要具備「理解到有不同模型的存在」藉以建立學生知道有不同科學方法有不同建立科學的方式。

四、SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論

本向度問卷樣本 211 人，訪談人數 45 人，了解型佔 18%、混合型佔 45%、質樸型佔 36%，以下以問卷作答及訪談內容做分分析：

本題型以沖泡飲料所觀察到的現象為情境，向問卷受測者提問「你覺得每個研究這個問題的人，使用相同的實驗流程來收集資料，他們會得到一樣的結論嗎？為什麼？」，並向回答「會」的受訪者提問「想一想，不同的人，在操作時，會不會有容易被忽略的是，那結果還會一樣嗎？」、向回答「不會」的受訪者提問「有哪些因素會讓你覺得結果不一樣？」

1. 了解型

回答不會或不一定，且能提出理由，如：科學家的經驗不同、對資料的詮釋不同，或採用相同程序也可能獲得不同資料結果...等。問卷作答及訪談內容片段：

「不會一樣，因為就算用精密的儀器，每個人的控制變因也不可能完全一樣，哪怕只有一點點的誤差也是誤差。」（L0117-I）

「不會，因為可能攪拌的速度不一樣，或是將降溫的差異都會影響實驗結果。」（L0106-Q）

「不會，因為每個人都有不同的想法，站在不同的角度思考，結論會不一樣。」(L0522-Q)

2. 混合型

回答不會或不一定，但理由並未對應到「研究相同的問題並採用相同的程序」，或理由不完整。問卷作答及訪談內容片段：

「因為天氣、時間、溫度都可能影響實驗的結果」(L0612-I)

「不一樣，可能做的動作會不一樣，放的時間地點可能會不同。」

(L0818-I)

「可能不會，有些不專業的實驗就可能讓實驗受外力影響，便進而影響每個相同的實驗主題。」(L0204-I)

3. 質樸型

回答會相同者。問卷作答及訪談內容片段：

「時間、地點、溫度…都一樣→結果會一樣」(L0804-Q)

「會，因為他只要把操控變因掌握得好就可以做出一模一樣的實驗。」(L0905-I)

「會，因為都使用了相同的實驗流程來搜集資料。」(L0502-Q、L0513-Q、L0401-Q、L0405-Q、L0610-Q)

L0612-I、L0818-I 及 L0204-I 懷疑情境的描述不週，為充分理解題目的表達，L0804-Q、L0905-I、L0502-Q...等受測者，則認為研究方法一致就一定有一樣實驗結論，認定相同流程必定會得到像同的結論。

科學家會因經驗或是所採的理論根基不同而達到不同的結論。了解型受測者多認為實驗中的誤差會影響結論，另一部份則回答到人具有思考能力，會站在不同的角度去做出結論，因而得到相異的結論。在混合型受測者中多歸因外在因素影響，而非科學研究時科學家本身之判斷而導致。最後，質樸型受測者多認為過程相同結論必相同，這可能是受科學教師在課堂中不精準

的用詞而導致。研究者在校內觀課及平時教師間討論有發現部份教師會描述「學生的實驗結果與別人不同時，請學生重新操作到正確。」看似提供學生再次嘗試的機會，卻在無形中建立學生同過程必同結論的觀念。

五、SI-5：探究過程可能會影響結論

本向度問卷樣本 211 人，訪談人數 45 人，了解型佔 12%、混合型佔 63%、質樸型佔 24%，以下以問卷作答及訪談內容做分析：

本題型以沖泡飲料所觀察到的現象為情境，向問卷受測者提問「你覺得 A 實驗跟 B 實驗的結果會相同嗎？」，並向回答「相同」的受訪者提問「怎樣的相同？」、向回答「不同」的受訪者提問「怎樣的不同？」

1. 了解型

答不會或是不一定，且提出的理由能區分兩組實驗的結果會不同。

問卷作答及訪談內容片段：

「不會，因為 A 實驗和 B 實驗的地點不同」(L0913-Q)

「不會，A 實驗是不同地點，B 實驗是同地點一個攪拌一個靜置，比較有無攪拌的降溫。」(L0603-I)

「不會，因為 A 實驗放在不同地點的桌子上，而實驗 B 一個攪拌一個靜置，實驗的目的完全不同。」(L0220-I)

2. 混合型

答不會或不一定，但理由並未對應到「研究相同的問題並採用不同的程序」，或理由重複前一題，或不完整。問卷作答及訪談內容片段：

「不會，B 實驗會比 A 實驗快降溫」(L0517-Q)

「不會，結果可能會因為兩杯熱飲溫度不同，放置地點等原因而改變。」(L0914-I)

3. 質樸型

答會相同者，未注意到兩組實驗的操作變因不同，認為實驗都是為了研究降溫快慢。問卷作答及訪談內容片段：

「會，因為到最後都會有一杯的溫度比另一杯低」（L0905-I）

「都會冷卻，但方法不一樣，降溫速度不會一樣。」（L0112-I）

「會，最後都會降溫」（L0402-Q）

L0517-Q 及 L0914-I 之回答了解兩組實驗間有差異存在，但是無法充分做出說明，L0905-I、L0112-I 及 L0402-Q 認為兩組實驗皆相同，並無差異認為實驗結果都會冷卻，所以在實驗設計上沒有差別。

呼應向度四科學研究會受到科學家的經驗而影響，在研究過程的設計必然也受到科學家的經驗而改變，過程的改變也牽動結論的生成，多數受測者只在乎結果都是降溫，而未了解研究問題該對應的研究方法。了解型受測者能區分情境中兩種實驗方式的目的並說明，混合型受測者瞭解兩組實驗有差異，但無法合理完整描述原因，質樸型受測者則明顯無法辨別差異，認為兩者是一樣的。回歸教學現場的科學課，一般來說課本的實驗流程是為了驗證某個知識概念而設計，因此會設計得較為完整，也讓教師在教學現場更好發揮，但學生也失去了思考「研究問題為何？」的機會，若能自己建構研究問題也才能設計出合乎邏輯的研究方法。

六、SI-6：研究結論必須與收集的數據一致

本向度問卷樣本 211 人，訪談人數 45 人，了解型佔 38%、混合型佔 37%、質樸型佔 24%，以下以問卷作答及訪談內容做分分析：

本題型以分析植物照光時間與每週生長高度為情境，向問卷受測者提問植物生長與照光間的關係及原因，並向回答受訪者提問「你如何從表格或是

折線圖判斷出來的？」、「你為什麼勾選超過一個結論」、「你勾選無關，並說明覺得沒有規律，你覺得怎麼樣才是有規律？」

1. 了解型

勾選「B 接受陽光越少，植物長得越高。」，並說明依據表格中的數據可以判斷出來。問卷作答及訪談內容片段：

「B，因為上面的表格表示接受光照的時間越少植物就比較高。」

(L0123-Q)

「B，看到他的出現圖是上倒到下所以比較少的陽光長比較高。」

(L0814-I)

「B，從表中就看出陽光越少植物越高，所以我勾選第二個結論。」(L0820-I)

2. 混合型

勾選「A 接受陽光越少，植物長得越高。」但給予的理由與表格數據無直接關係，或僅根據自己的經驗推論。

勾選「C 植物生長與陽光無關」有考慮表格數據，但懷疑題目訊息不足。問卷作答及訪談內容片段：

「C，植物的生長高度沒有很規律」(L0819-Q)

「C，植物多照點陽光冰沒有特定的變化。」(L0522-Q)

「C，有些結果並不是跟接受光照得分鐘數呈正比。」(L0215-I)

「C，一開始，他是有規律的，到後面曬二十分鐘時，突然又長高，所以生長與陽光無關，一次降五格，要慢慢的降，而不是跳（下降）的數量不同，後面跟原本的趨勢不同。」(L0104-I)

「C，因為植物的生長高度與日照分鐘沒成正比，因為圖和表沒有規律，生長高度應該隨照光時間減少才有規律，圖有起伏不算有貴綠，所以沒有關係。」(L0214-I)

3. 質樸型

勾選「B 接受陽光越少，植物長得越高。」以外的答案或是完全不考慮表格中的數據。問卷作答及訪談內容片段：

「B，可能這種植物不需要太多陽光」(L0612-I)

「C，因為某段時間的(15min)，的比值和其他的不成正比」
(L0116-Q)

「表格裡說的是光不是陽光，勾選A」(L0902-Q)

「A，因為樹吸收陽光可以長比較高(未參考圖表)」(L0322-I)

「C，生長高度不規則與光合作用的常識違背。」(L0409-I)

「C，根據折線圖的起伏望下又往上沒有規律」(L0106-I)

L0819-Q、L0522-Q 認為植物生長的模式不夠有規律，但能推估最相近的結果，L0215-I 及 L0214-I 則認為植物的生長與照光間應有正比關係，L0116-Q、L0409-I 及 L0106-I 則會否定情境中的數據資料，直接以自身所學的知識做回答，甚至忽視情境的描述。

本次受測者為國小六年級學生，在邏輯的發展上已有一定程度的認知，在此探究向度中，受測者有 38% 的比例能正確勾選出結論並合理描述原因，也是本次研究中八個探究向度中發展較為成熟的。原始問卷的題型僅提供表格，由表格中的數字及文字判斷，研究者考量國小階段閱讀表格判斷結論的機會較少，因此增加受測者依表格繪製折線圖，讓受測者多一項判斷工具，但也因此讓混合型受測者認為「折線圖的線非正比」、「折線圖的線沒有規律」及「折線圖起起伏伏」，這些狀況與受測者所學的「陽光能行光合作用幫助生長」有些許差異，因此，以自身經驗或是覺得無相關而勾選結論。最後在質樸型受測者，會直接忽略表格及折線圖，直接透過所學的經驗做結論，又或是否定表格中的數據，認為其數據是有問題或是該植物有問題。在九年一貫的自然課程裡，部分廠商的課本到六年級下學期才會以「力與運

動」的單元，引導學生測量力的變化，收集數據整理表格再繪製折線圖觀察力變化，本次受測者是在六年級上學期期末進行的問卷，同時也是使用該版本的自然課本，是否對此向度造成影響，後續要再研究才能得知。

七、SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的

本向度問卷樣本 211 人，訪談人數 45 人，了解型佔 15%、混合型佔 58%、質樸型佔 27%，以下以問卷作答及訪談內容做分分析：

本題型以恐龍骨頭排列為情境，向問卷受測者提問「現在已經沒有活著的恐龍，也沒有人真的看過恐龍，科學家們怎麼知道以前有恐龍這種生物？」、「你認為為什麼多數科學家會同意圖 1 中的骨骼分類和位置是最好的？」，並向回答受訪者提問「一般來說，考古學家挖到時都是一堆骨頭，你覺得他是用哪些資料或是數據進行判斷，並認為這是恐龍的證據」、「你有沒有什麼證據或是資料能說明這樣比較合理？」

1. 了解型

能察覺科學家是以已知的知識，如現生生物的骨骼結構、其他相關研究、或文獻，以解釋恐龍化石排列的合理性。問卷作答及訪談內容片段：

「他們可以看一些很久以前科學家留下來的書」（L0917-Q）

「用生物的遺跡及現代生物類似的生物做判斷」（L0518-Q）

「需要粗壯的後肢才能支撐，後肢太小可能支撐不住，去跟現今的生物做比較」（L0806-I）

「他們以現代生物去辨別骨頭的排列方式。」（L0410-I）

2. 混合型

提出的解釋跟骨頭化石排列組合形式有關，但未提及是用已知的知識或收集相關資訊來解釋，或是憑經驗印象進行回答。問卷作答及訪談內容片段：

「因為有網路可以查，看一下 google 就知道了」（L0815-Q）

「透過化石的外觀知道恐龍非常巨大，傳說也是如此，可能可以透過傳說（神話故事）來知道」（L0816-Q）

「用 DNA 去比對」（L0717-I、L0715-I）

「可能夠過古人流傳的故事再加以推論」（L0614-I）

3. 質樸型

提出的解釋與骨頭化石組合形式無關。問卷作答及訪談內容片段：

「因為土裡挖出來就長這樣」（L0802-Q）

「用想像力拼起來的」（L0412-I）

「他們發現了化石，研究未知的足跡或是痕跡及殘骸，去找出最可能的排列，或是透過飲食習慣或是骨頭裡剩下的殘骸，回去推斷他是肉食性還是草食性，然後透過飲食做出最可能的結構。」（L0103-I）

L0816-Q 認為可以透過傳說（神話）故事，或是如 L0614-I 任可以透過流傳的故事為根據，在質樸型來說，部分認為化石出土就是拼湊好的結構，像是 L0802-Q 的回應，或是像 L0412-I 認為化石靠想像力所拼湊而非使用生物學相關資料

一般來說科學是站立在巨人的肩膀上，根基在前人的科學知識，建立在新的發現，結合數據及已知知識是做解釋的根源。在我國自然課程中未列入考古學的概念，在社會課程中在探討史前文化時，會提及相關文物，也要看教學者的教學方式能否提及部分基本知識，像是挖掘出來的文物或是遺骸受到地質活動的影響，一般來說是殘缺斷裂的。受測者未必具有相關知識，因

此多數受測者的描述皆缺乏已知知識的佐證，甚至連結不相干的知識做推論，更有部分受測者認為挖出來就是一個完整的化石結構，如果能在題目方上關於考古學的照片，以減少知識面的落差，可能可以使這向度更加可靠。

八、SI-7：科學數據與科學證據不同

本向度問卷樣本 0 人，訪談人數 45 人，了解型佔 0%、混合型佔 58%、質樸型佔 15%、無法作答或無法回答佔 27%，以下以訪談內容做分析：

本題型以分析植物照光時間與每週生長高度為情境，向受訪者提問「你覺得在這題中，哪些可以被稱為數據資料，哪些可以被稱為證據」、「你覺得數據資料跟證據一樣嗎？」

1. 混合型

1. 雖提出兩者相同，但給的理由卻能分辨出兩者在科學研究中的目的或角色。

2. 雖認為兩者不同，但未能清楚定義出兩者在科學研究中的目的或角色。

訪談片段：

「不一樣，數據資料是模擬出來的，本題沒有，證據是表格跟折線圖。」（L0717-I）

「不一樣，數據資料是折線圖，證據是表格，」（L0724-I）

「我覺得不一樣，表格是數據資料，所有東西顯示出來都是證據，每個人的觀察都有誤差，所以兩者可能不同。」（L0806-I）

「數據資料跟證據是不一樣的，數據資料是表格，證據是所有東西都可以顯示出來，用工具量出，每個人的觀查都有誤差所以證據跟數據資料可能不同」（L0806-I）

「數據資料跟證據不一樣，數據資料是表格，證據是折線圖，數據資料用來參考用，證據用來推敲出來用。」（L0820-I）

「表格及折線圖為數據資料，在這題中沒有證據，資料是這一開始，累積足夠資料、實驗後就是證據。」（L0409-I）

「數據資料是表格，證據是折線圖，他們是不一樣的我覺得數據資料是參考別人的，證據是自己做的。」（L0814-I）

2. 質樸型

認為兩者相同。訪談片段：

「所有的數據資料都是證據，包含表格及折線圖。」（L0602-I）

「折線圖是數據資料，表格是證據，我覺得都是一樣的表示方式不同而已。」（L0612-I、L0705-I）

「我覺得一樣，只是表示方式不同。」（L0805-I、L0215-I）

「我覺得數據資料跟折線圖是表達一樣的意思，這邊的數據資料指的是表格，證據就是證據。」（L0905-I）

「折線圖及表格是兩種不同的表達方式，但是是一樣的東西，我感覺表格和數字為數據資料，上網查資料及結果做確認為證據。」（L0406-I）

「我覺得數據資料跟證據是一樣的，這邊的數據資料是表格跟折線圖，證據是從資料裡面找出來，把資料簡化就是證據。」（L0914-I）

此探究向度僅透過訪談詢問受測者差異。在國小階段自然課程中我們少會用到數據資料或是科學證據之用詞，課程一般是透過觀察現象以質性的方式作出結果並討論出結論，因此，混合型受測者多是認為兩者有差異，但無法正確地說出舉例或是差異之處，質樸型受測者正是認為兩者沒有差異，是

在表達同一件事情，但這僅能代表抽樣的 45 名新北市某國小六年級學生的之認識程度。

第二節 討論六年級學生與七年級學生科學探究觀之差異

第二節討論本研究之六年級學生與 Lederman 等人 2019 年跨國針對七年級學生所做調查研究進行比較，其中針對台灣地區、鄰近國家-中國地區及本研究前面所提及課綱之美國地區進行比較，針對七個探究觀點分析有無顯著差異，在卡方檢定之比較一般應以次數做分析，但 Lederman 等人 2019 年之數據僅提供百分比之資訊，因此本節跨國研究分析比較，將百分比視為原始數據進行比較。

壹、 本研究六年級學生及我國七年級學生對於 VASI 問卷認識程度及差異性

以本研究六年級學生（LY-G6，N=211）與 Lederman et al.（2019）跨國調查中台灣研究團隊針對台灣地區北、中、南區七年級學生（Taiwan-G7，N=167）調查之成果做比較分析，將各探究面向統計結果呈現如下，見表 19（N/A：無法作答型或是無答題；N：質樸型；M：混合型；I：了解型）。並透過卡方分析討論我國六年級及七年級學生間，各個科學探究向度的認識程度是否有差異性。

表 19 六年級及七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較

探究向度	認識程度	Taiwan-G7 n=211	LY-G6 n=211	χ^2
SI-1 始於一個問題	N/A 無法分析型	22%	0%	23.245*
	N 質樸型	28%	38%	
	M 混合型	39%	41%	
	I 了解型	20%	21%	
SI-2 多種方法的	N/A 無法分析型	10%	1%	8.032*
	N 質樸型	37%	44%	
	M 混合型	44%	45%	
	I 了解型	9%	10%	
SI-3 以提問為引導	N/A 無法分析型	4%	1%	5.832
	N 質樸型	16%	28%	
	M 混合型	50%	47%	
	I 了解型	30%	24%	
SI-4 同過程異結論	N/A 無法分析型	6%	1%	18.816*
	N 質樸型	12%	36%	
	M 混合型	50%	45%	
	I 了解型	30%	18%	
SI-5 過程影響結果	N/A 無法分析型	8%	1%	13.141*
	N 質樸型	15%	24%	
	M 混合型	52%	63%	
	I 了解型	25%	12%	
SI-6 結論與數據一致	N/A 無法分析型	3%	1%	5.919
	N 質樸型	25%	24%	
	M 混合型	23%	37%	
	I 了解型	50%	38%	
SI-8 依數據及知識得解釋	N/A 無法分析型	8%	1%	5.999
	N 質樸型	42%	44%	
	M 混合型	35%	41%	
	I 了解型	15%	14%	

註：* $p < 0.05$

在「SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」及「SI-5：探究過程可能會影響結論」卡方檢定達顯著性，表示不同「學習階段」對「SI-4、5」有顯著差異，在 SI-4 了解型當中六年級有 18%、七年級

30%，混合型當中六年級有 45%、七年級 50%，質樸型六年級有 36%、七年級 12%，無法作答型當中六年級有 1%、七年級 6%，整體來看，七年級在 SI-4 的認識程度高於六年級。在 SI-5 了解型當中六年級有 12%、七年級 25%，混合型當中六年級有 63%、七年級 52%，質樸型六年級有 24%、七年級 15%，無法作答型當中六年級有 1%、七年級 8%，整體來看，七年級在 SI-5 的認識程度高於六年級。可以看到這兩個探究向度皆與「探究過程」及「結論」間的關係有關，在七年級的認識程度略高於六年級的受測者。

在 SI-1 了解型當中六年級有 21%、七年級 20%，混合型當中六年級有 41%、七年級 39%，質樸型六年級有 38%、七年級 28%，無法作答型當中六年級有 0%、七年級 22%，整體來看，六年級在 SI-1 的認識程度高於七年級。在 SI-2 了解型當中六年級有 10%、七年級 9%，混合型當中六年級有 45%、七年級 44%，質樸型六年級有 44%、七年級 37%，無法作答型當中六年級有 1%、七年級 10%，整體來看，六年級在 SI-2 的認識程度高於七年級，可以看到這兩個探究向度的無法作答型學生分佈比例皆是七年級的高於六年級，導致這兩個探究向度與學習階段有關係。

「SI-3：探究過程以提問的問題為引導」、「SI-6 研究結論必須與收集的數據一致」、「SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」三向度皆未達顯著，在三個科學探究認識觀的向度中是相近的認識程度。

貳、 本研究六年級學生及中國七年級學生對於 VASI 問卷認識程度及差異性

在中國的科學課的科學探究課程中也是根據修訂的課綱為根基，包含在課綱三個向度中的一項，但對於科學探究的認識觀只有「探究過程以提問的問題為引導」和「研究結論必須與收集的數據一致」2 項。中

中國大陸一至六年級的科學課程標準在 2017 年進行了修訂，參與研究的學生卻只有在 2001 年之課綱的學習經驗，因此，2017 年修訂的課程標準對學生對科學探究觀理解是沒有達到的。另外在 Lederman 等人（2019）跨國調查研究中的中國學者團隊提到，他們科學課堂的探究活動時間是不夠充足的，因為科學教師認為探究活動需要花費更多的時間及更長的備課時程，況且教師對於科學探究的理解也未必完善，最後，學生多是關注升學測驗的成績，在測驗中多不包含高層次思考，因此學生多為了取得成績而學，並非認識到科學探究。



一、中國北京

以本研究我國六年級學生（LY-G6, N=211）與 Lederman et al.

（2019）針對中國北京地區七年級學生（CBG7, N=166）調查之成果做比較分析，將各探究面向統計結果呈現如下，見表 20（N/A：無法作答或是無答題；N：質樸型；M：混合型；I：了解型）。並透過卡方分析討論我國六年級及中國北京七年級學生間，各個科學探究向度的認識程度是否有差異性：

表 20 我國六年級及中國北京七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較

探究向度	認識程度	CBG7 n=166	LY-G6 n=211	χ^2
SI-1 始於一個問題	N 質樸型	31%	38%	6.135*
	M 混合型	56%	41%	
	I 了解型	11%	21%	
SI-2 多種方法的	N 質樸型	33%	44%	5.217
	M 混合型	52%	45%	
	I 了解型	3%	10%	
SI-3 以提問為引導	N 質樸型	14%	28%	23.512*
	M 混合型	27%	47%	
	I 了解型	57%	24%	
SI-4 同過程異結論	N 質樸型	58%	36%	11.555*
	M 混合型	31%	45%	
	I 了解型	8%	18%	
SI-5 過程影響結果	N 質樸型	22%	24%	0.769
	M 混合型	59%	63%	
	I 了解型	16%	12%	
SI-6 結論與數據一致	N 質樸型	17%	24%	2.179
	M 混合型	46%	37%	
	I 了解型	37%	38%	
SI-8 依數據及知識得解釋	N 質樸型	12%	44%	36.216*
	M 混合型	82%	41%	
	I 了解型	5%	14%	

註：* $p < 0.05$

在「SI-1：科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設」、「SI-3：探究過程以提問的問題為引導」、「SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」及「SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」卡方檢定達顯著性，表示不同「國家地區的學習階段」對「SI-1、3、4及8」有顯著差異。在SI-1了解型當中六年級有21%、七年級11%，混合型當中六年級有41%、七年級56%，質樸型六年級有38%、七年級31%，整體來看，本研究六年級在SI-1的認識程度高於中國北京七年級。在SI-3了解型當中六年級有24%、七年級57%，混合型當中六年級有47%、七年級27%，質樸型六年級有28%、七年級14%，整體來看，中國北京七年級在SI-3的認識程度高於本研究六年級。在SI-4了解型當中六年級有18%、七年級8%，混合型當中六年級有45%、七年級31%，質樸型六年級有36%、七年級58%，整體來看，本研究六年級在SI-4的認識程度高於中國北京七年級。在SI-8了解型當中六年級有14%、七年級5%，混合型當中六年級有41%、七年級82%，質樸型六年級有44%、七年級12%，本研究六年級在SI-8的了解型之認識程度高於中國北京七年級，但在混合型認識程度，中國北京七年級學生多分佈在此階段，也高於本研究六年級學生，這四個科學探究本質之向度與國家地區的學習階段有關係。

「SI-2：所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）」、「SI-5：探究過程可能會影響結論」及「SI-6：研究結論必須與收集的數據一致」三向度皆未達顯著，在三個科學探究認識觀的向度中是相近的認識程度。

二、中國上海

以本研究我國六年級學生（LY-G6, N=211）與 Lederman et al.

（2019）針對中國上海地區七年級學生（CSG7, N=106）調查之成果做比較分析，將各探究面向統計結果呈現如下，見表 21（N/A：無法作答或是無答題；N：質樸型；M：混合型；I：了解型）。並透過卡方分析討論我國六年級學生及中國上海七年級學生間，各個科學探究向度的認識程度是否有差異性：

表 21 我國六年級及中國上海七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較

探究向度	認識程度	CSG7 n=106	LY-G6 n=211	χ^2
SI-1 始於一個問題	N 質樸型	56%	38%	11.585*
	M 混合型	19%	41%	
	I 了解型	23%	21%	
SI-2 多種方法的	N 質樸型	92%	44%	52.768*
	M 混合型	8%	45%	
	I 了解型	0%	10%	
SI-3 以提問為引導	N 質樸型	53%	28%	19.565*
	M 混合型	19%	47%	
	I 了解型	22%	24%	
SI-4 同過程異結論	N 質樸型	59%	36%	18.792*
	M 混合型	39%	45%	
	I 了解型	2%	18%	
SI-5 過程影響結果	N 質樸型	53%	24%	21.037*
	M 混合型	38%	63%	
	I 了解型	4%	12%	
SI-6 結論與數據一致	N 質樸型	61%	24%	39.380*
	M 混合型	6%	37%	
	I 了解型	30%	38%	
SI-8 依數據及知識得解釋	N 質樸型	66%	44%	19.505*
	M 混合型	32%	41%	
	I 了解型	0%	14%	

註：* $p < 0.05$

在「SI-1~8」的卡方檢定皆達顯著性，表示不同「國家地區的學習階段」對「SI-1~8」皆有顯著差異。在 SI-1 了解型當中六年級有 21%、七年級 23%，混合型當中六年級有 41%、七年級 19%，質樸型六年級有 38%、七年級 56%，中國上海七年級在了解型認識程度略高於本研究六年級，但在混合型及質樸型分佈比例來看，本研究六年級有較高的比例分佈於混合型程度，中國上海則是較高比例分佈在的質樸型程度，整體來說，本研究六年級在 SI-1 的認識程度較中國上海成熟。在 SI-2 了解型當中六年級有 10%、七年級 0%，混合型當中六年級有 45%、七年級 8%，質樸型六年級有 44%、七年級 92%，整體來看，本研究六年級分佈在混合型及質樸型，中國上海則集中在質樸型之程度，引此判斷本研究六年級學生 SI-2 的認識程度較中國上海七年級學生成熟。在 SI-3 了解型當中六年級有 24%、七年級 22%，混合型當中六年級有 47%、七年級 19%，質樸型六年級有 28%、七年級 53%，了解型學生來說，本研究與中國上海的分佈比例差不多，但剩餘的學生中本研究六年級學生有較高的比例分佈在混合型，而中國上海七年級則多分佈在質樸型，整體來看，本研究六年級學生在 SI-3 的認識程度高於中國上海七年級。

在 SI-4 了解型當中六年級有 18%、七年級 2%，混合型當中六年級有 45%、七年級 39%，質樸型六年級有 36%、七年級 59%。在 SI-5 了解型當中六年級有 12%、七年級 4%，混合型當中六年級有 63%、七年級 38%，質樸型六年級有 24%、七年級 53%。在 SI-6 了解型當中六年級有 38%、七年級 30%，混合型當中六年級有 37%、七年級 6%，質樸型六年級有 24%、七年級 61%。在 SI-8 了解型當中六年級有 14%、七年級 0%，混合型當中六年級有 41%、七年級 32%，質樸型六年級有 44%、七年級 66%。在 SI-4、5、6、8 中，從了解型及混合型來說，本研究六年級佔有較高的分佈比例，而中國上多分佈在質樸型，因此推論本研究六年級在 SI-4、5、6、8 的認識程度皆高於中國上海七年級。

三、 中國浙江

以本研究我國六年級學生（LY-G6, N=211）與 Lederman et al.

（2019）針對中國浙江地區七年級學生（CZG7, N=106）調查之成果做比較分析，將各探究面向統計結果呈現如下，見表 22（N/A：無法作答或是無答題；N：質樸型；M：混合型；I：了解型）。並透過卡方分析討論我國六年級學生及中國浙江七年級學生間，各個科學探究向度的認識程度是否有差異性：

表 22 我國六年級及中國浙江七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較

探究向度	認識程度	CZG7 n=106	LY-G6 n=211	χ^2
SI-1 始於一個問題	N 質樸型	33%	38%	46.541*
	M 混合型	5%	41%	
	I 了解型	59%	21%	
SI-2 多種方法的	N 質樸型	29%	44%	18.905*
	M 混合型	71%	45%	
	I 了解型	0%	10%	
SI-3 以提問為引導	N 質樸型	30%	28%	43.148*
	M 混合型	8%	47%	
	I 了解型	60%	24%	
SI-4 同過程異結論	N 質樸型	50%	36%	27.222*
	M 混合型	11%	45%	
	I 了解型	33%	18%	
SI-5 過程影響結果	N 質樸型	37%	24%	30.250*
	M 混合型	23%	63%	
	I 了解型	32%	12%	
SI-6 結論與數據一致	N 質樸型	29%	24%	3.361
	M 混合型	24%	37%	
	I 了解型	42%	38%	
SI-8 依數據及知識得解釋	N 質樸型	1%	44%	61.493*
	M 混合型	45%	41%	
	I 了解型	50%	14%	

註：*p< 0.05

除了「SI-6：研究結論必須與收集的數據一致」的卡方檢定未達顯著性，其他 6 個科學探究向度的卡方檢定皆達顯著性，表示不同「國家地區的學習階段」對「SI-1、2、3、4、5、8」皆有顯著差異。

在 SI-1 了解型當中六年級有 21%、七年級 59%，混合型當中六年級有 41%、七年級 5%，質樸型六年級有 38%、七年級 33%，中國浙江七年級在了解型的認識程度高於本研究六年級，且有過半的學生分佈於此，因此推論，中國浙江七年級學生在 SI-1 的認識程度較本研究六年級成熟。在 SI-2 了解型當中六年級有 10%、七年級 0%，混合型當中六年級有 45%、七年級 71%，質樸型六年級有 44%、七年級 29%，以了解型來說，本研究六年級優於中國浙江七年級，但剩餘學生中，中國浙江七年級多分佈在混合型，而本研究六年級則是各佔一半，相對來說具有較多不成熟的程度，無法直接認定哪一類群的學生在 SI-2 的認識程度較為成熟。在 SI-3 了解型當中六年級有 24%、七年級 60%，混合型當中六年級有 47%、七年級 8%，質樸型六年級有 28%、七年級 30%，以了解型來說中國浙江七年級的認識程度比例高於本研究六年級，本研究六年級分佈比例集中在混合型，因此推論，中國浙江七年級學生在 SI-3 的的認識程度較為成熟。在 SI-4 了解型當中六年級有 18%、七年級 33%，混合型當中六年級有 45%、七年級 11%，質樸型六年級有 36%、七年級 50%，中國浙江七年級學生分佈較為分散，分散在了解型跟質樸型，而本研究六年級主要分佈在混合型及質樸型，一樣無法直接認定哪一類群的學生在 SI-4 的認識程度較為成熟。在 SI-5 了解型當中六年級有 12%、七年級 32%，混合型當中六年級有 63%、七年級 23%，質樸型六年級有 24%、七年級 37%，本研究六年級學生認識程度分佈集中在混和型，中國浙江七年級則是平均分佈在各個程度。在 SI-8 了解型當中六年級有 14%、七年級 50%，混合型當中六年級有 41%、七年級 45%，質樸型六年級有 44%、七年級 1%，以了解型來說中國浙江七年級分佈一半的學

生在此程度，可以看得出來中國浙江七年級學生在 SI-8 的認識程度較為成熟。

參、 本研究六年級學生及美國七年級學生對於 VASI 問卷認識程度及差異性

美國地區於 2012 年通過了 K-12 下一代科學標準（NGSS），但並非每個州都有採用該課程標準，另外在課綱中並未明確表達科學探究的認識觀，因此約有 50% 以上的受測者是屬於質樸程度的。

以本研究我國六年級學生（LY-G6, N=211）與 Lederman et al.（2019）針對美國地區七年級學生（US-G7, N=164）調查之成果做比較分析，將各探究面向統計結果呈現如下，見表 23（N/A：無法作答型或是無答題；N：質樸型；M：混合型；I：了解型）。並透過卡方分析討論我國六年級及七年級學生間，各個科學探究向度的認識程度是否有差異性：

表 23 我國六年級學生及美國七年級學生對於 VASI 問卷認識程度百分比差異比較

探究向度	認識程度	USG7 n=164	LY-G6 n=211	χ^2
SI-1 始於一個問題	N 質樸型	51%	38%	6.871*
	M 混合型	23%	41%	
	I 了解型	18%	21%	
SI-2 多種方法的	N 質樸型	74%	44%	33.461*
	M 混合型	12%	45%	
	I 了解型	1%	10%	
SI-3 以提問為引導	N 質樸型	63%	28%	31.884*
	M 混合型	18%	47%	
	I 了解型	10%	24%	
SI-4 同過程異結論	N 質樸型	63%	36%	29.977*

	M 混合型	12%	45%	
	I 了解型	7%	18%	
SI-5 過程影響結果	N 質樸型	57%	24%	
	M 混合型	20%	63%	35.413*
	I 了解型	13%	12%	
SI-6 結論與數據一致	N 質樸型	38%	24%	
	M 混合型	20%	37%	8.166*
	I 了解型	37%	38%	
SI-8 依數據及知識得解釋	N 質樸型	71%	44%	
	M 混合型	17%	41%	23.092*
	I 了解型	3%	14%	

註：* $p < 0.05$

「SI-1~8」的卡方檢定皆達顯著性，表示不同「國家地區的學習階段」對「SI-1~8」皆有顯著差異，

在 SI-1 了解型當中六年級有 21%、七年級 18%，混合型當中六年級有 41%、七年級 23%，質樸型六年級有 38%、七年級 51%。在 SI-2 了解型當中六年級有 10%、七年級 1%，混合型當中六年級有 45%、七年級 12%，質樸型六年級有 44%、七年級 74%。在 SI-3 了解型當中六年級有 24%、七年級 10%，混合型當中六年級有 47%、七年級 18%，質樸型六年級有 28%、七年級 63%。在 SI-4 了解型當中六年級有 18%、七年級 7%，混合型當中六年級有 45%、七年級 12%，質樸型六年級有 36%、七年級 63%。在 SI-5 了解型當中六年級有 12%、七年級 13%，混合型當中六年級有 63%、七年級 20%，質樸型六年級有 24%、七年級 57%。在 SI-6 了解型當中六年級有 38%、七年級 37%，混合型當中六年級有 37%、七年級 20%，質樸型六年級有 24%、七年級 38%。在 SI-8 了解型當中六年級有 14%、七年級 3%，混合型當中六年級有 41%、七年級 17%，質樸型六年級有 44%、七年級 71%。

根據文獻提到，在美國地區有將近 50%的學習者屬於質樸的程度，總結來說，無論在哪一項探究認識觀，本研究六年級都相較美國地區七年級來的成熟。



第五章 研究結論與建議

本章分為兩節，歸納出本研究主題的結論與建議。第一節針對第四章的研究結果，做出本研究主題「國小六年級學生對於科學探究本質之認識」中研究問題的結論。第二節是根據第一節研究結論的情況做出建議及對未來後續研究的建議。

第一節 結論

本節探討本研究兩個研究問題，探討學生在各探究向度的認識程度及在研究中性別是否是變因，更透過跨國研究的成果來做比較，了解本研究學生與跨國研究之學生之認識程度差異。

壹、六年級學生科學探究本質的認識程度

一、對於「科學研究不一定始於檢驗假設」的認識程度

對於科學探究始於問題而非驗證假設的探究觀點，本研究六年級學生，多數比例處於發展中（混合型）或是未發展（質樸型）的狀態。在了解型學生中，認為科學家會為了發現的問題去尋找答案。發展中（混合型）或是未發展（質樸型）的學生會認為找答案不一定是科學家會有的行為，也有學生認定「對於動物有濃厚興趣的人」、「迷上觀察鳥類」等字詞不是科學家的行為，而是興趣跟好奇而已，科學時時起於好奇，也有許多科學家因興趣而持續走在科學的道路上，科學不一定要用來檢驗假設，可以是因興趣、好奇或是問題的開端，是學生需要認識的觀點。

二、對於「所有科學研究中沒有單一的科學方法」的認識程度

在科學研究中是否有固定單一的方法，像是常見的「觀察」、「發現問題」、「提出假說」、「操作實驗」、「實驗結果」、「形成學說」，

這是一個長期出現在教科書一角做介紹的角色，這類流程圖甚至到 108 課綱的國小課本仍舊出現，也有學生在問卷中清楚的寫下這套流程。在本研究的六年級學生中，將近 90% 都處於發展中（混合型）或是未發展（質樸型）的觀點，僅 10%（了解型）的學生認識到科學方法沒有固定步驟。

三、對於「探究過程以提問的問題為引導」的認識程度

約 30% 學生處於未發展（質樸型），半數的學生處於發展中（混合型）的時期，大概四分之一達到了了解型程度的觀點。可以觀察到學生在判斷合適的探究過程時，未必會依情境去做選擇，反而會依自身經驗去挑選「快速」的實驗方法，其中男性的學生又較為明顯，女學生有較高的比例達到成熟型（了解型）的觀點優於男學生。

四、對於「做出過程相同的科學家，結論可能不同」的認識程度

科學家可能因為理論框架的差異，而有不同的傾向，可能在相似的實驗過程歸納出不同的結論。在將近 20% 的了解型觀點的學生中，多是提到「儀器精密度」、「人為誤差」及「想法差異」，剩餘的學生多是認為只要方法相同，結論都相同。我們在教學上常會提醒學生「正常來說，相同方法會得到相近的『結果』」，但常忽略讓學生能辨別結果與結論之差異。

五、對於「探究過程可能會影響結論」的認識程度

在問卷中實驗 A 的操作變因是不同地點的桌子，實驗 B 是一個攪拌一個靜止，實驗情境的問題則是「如果一杯是靜置降溫，另一杯是攪拌降溫，哪一杯會降溫比較快？」，僅有 12% 的學生辨別出情境所需的實驗，其餘學生多數認為沒有差異，認為「最後都會降溫」，或是提出不同觀點的問題，像是「兩杯熱飲溫度不同，放置地點等原因而改變」。研究者觀

察到學生答非所問的情形下，重新審視題目的合適性，建議可以將題目「你覺得 A 實驗跟 B 實驗的結果會相同嗎？」中「結果」兩字修正為「結論」，以更精準的表達。

六、對於「研究結論必須與收集的數據一致」的認識程度

根據收集的資料來推論研究結論的向度來說，透過繪製折線圖幫助六年級學生以圖像的方式觀察數據的關係，約 38% 的學生具備了解型觀點，能依情境數據判斷實驗結果。剩餘學生半數選擇依據自己的經驗認為，植物生長一定與陽光有關，而不考慮提供的數據，另一半則認為折線圖的呈現方式有高有低，並未成正比，與他的經驗相仿，所以認為實驗的數據間無關係。可以看出學生會根據舊經驗去做結論，但忽略了實驗成果的呈現，會依自身的想法去下結論，而非依據實驗數據。

七、對於「透過收集的數據及已知的知識做出解釋」的認識程度

在做出實驗結論時，根據實驗成果及已知的知識理論是重要的根基。有 14% 的學生能判斷出恐龍的骨骼，能透過現今生物的骨骼去做推論，甚至透過多元的方式進行資料收集加以佐證恐龍骨架的真實性。約 41% 處於發展中（混合型）的學生，具備要參考過去經驗的概念，但是透過神話故事或是不可考的文獻去推敲。其餘學生無法回答出恐龍化石的組合是根據什麼而來。這個項目所評量的能力是在國小自然課程現場較為缺乏的，我們會在課堂上帶領學生根據實驗結果做推論，但未必會帶領學生去查找資料。

八、科學探究本質的認識程度的性別差異

以往在科學學習上，我們會有著男生比女生發展更好、學的更好的印象，在本研究的結果中，多數探究觀點的認識程度男女間沒有差異存在。

然而，在「SI-3：探究過程以提問的問題為引導」及「SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」是有差異的唯二向度，且女生的科學探究觀點認識程度都相對成熟，也顛覆研究者對性別在科學學習的既有印象。

貳、比較本研究與七年級跨國研究學生「科學探究本質」認識程度的差異

一、與我國七年級學生之差異

在七個探究向度中「SI-3：探究過程以提問的問題為引導」、「SI-6：研究結論必須與收集的數據一致」及「SI-8：做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」在年齡間是無顯著差異。從受測者分佈的狀況來看，七年級學生有較高比例的無法作答，導致分佈情形出現顯著差異，如果扣除無法作答的分佈比例，僅探討「質樸型、混合型及了解型」的學生，則只有「SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論」及「SI-5：探究過程可能會影響結論」卡方檢定達顯著性，這兩者之共通點在於「探究過程」及「結論」間的關係，且七年級的認識程度略高於六年級的受測者，這或許是線上問卷（跨國研究）與紙本問卷（本研究）的對於實驗數據影響差異之處。

二、與中國地區七年級學生之差異

中國地區因分取採樣，因此以獨立的地區分析數據，從分佈狀況來做分析，多數探究觀點與本研究六年級學生多有差異（表 24），在「SI-6：研究結論必須與收集的數據一致」是少數多地區無顯著差異的觀點。在「SI-1：科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設」、「SI-3：探究過程以提問的問題為引導」、「SI-4：所有做出過程相同的科學家可能不會

得出相同的結論」、「SI-8:做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的」四向度中則是接達到顯著差異。

從文獻中可以看到，中國地區的受測者是受前一期的課綱所熏陶，在當時的情景裡是以背誦為主流的教學，在新課綱中則是以科學探究的過程為目標，但在科學探究的目標裡，僅是以如何做探究為主，並為引導學習者和為科學探究觀點，或許未來在同一個年齡的調查還是會呈現對於科學探究觀點是質樸的認識程度。

三、與美國地區七年級學生之差異

在美國七年級學生之比較裡，無論哪個科學探究觀之向度皆達到顯著。整體來說，無論在哪個向度，本研究六年級學生認識程度都比美國七年級學生來的成熟。據了解美國只有過半的州採納了聯邦政府所設計的科學課綱，另一半的科學學習狀況是迷霧之海，就像遊戲裡未開啟的地圖一樣，或許如果能推行課綱到各州，並針對各州都採樣學習者的認識觀，才能獲取更加客觀且可靠的數據。

表 24 中國地區與本研究六年級學生顯著差異分析表

	北京	上海	浙江
SI-1：科學研究都始於一個問題，但不一定始於檢驗假設	V	V	V
SI-2: 所有科學研究中沒有一套單一的步驟和順序（無單一科學方法）	無差異	V	V
SI-3:探究過程以提問的問題為引導	V	V	V
SI-4:所有做出過程相同的科學家可能不會得出相同的結論	V	V	V
SI-5:探究過程可能會影響結論	無差異	V	V

SI-6：研究結論必須與收集的數據一致	無差異	V	無差異
SI-8:做解釋是結合收集的數據和已知的知識得出的	V	V	V

(V→與本研究六年級學生在此探究向度有顯著差異)

第二節 建議

我國在新課綱的推動下，在自然領域的變革中，強調探究與實作的操作，但教科書的設計上仍以知識導向的方式做設計，而非以探究導向的方式設計教材。部分教科書在三年級的部分未合適的將探究方法融入教材（圖 9），並將探究方法以固定步驟之表達方式放在附錄供老師補充（圖 10、圖 11）：部分教科書的探究始於觀察或是提問，但著重在帶領學習者驗證或是分析假設（圖 12）。研究者和平時的觀察裡，也會注意到學生的自然教師在課堂中介紹科學方法時，也會以「步驟」的方式描述，以一步驟接著一步驟的方式進行教學。

本次研究僅針對新北市某國小六年級學生做調查，可以看到學生沒有特別突出的科學探究觀點，在各探究觀點上多屬於發展中或是未發展階段。現階段我國新課綱國小階段自然教科書編撰到四年級，未來的教科書仍有成長的空間，短期來說，教師也應在課堂中融入探究的觀念，使學生習得正確的科學探究觀，並結合新課綱中學習表現與科學探究觀相呼應的部分做探討。而在自然領域的學習表現，主要將科學探究觀放在科學的態度與本質之向度中，長期來說，科學教師應持續進修建立自身更完整的科學觀點。

操作

探討空氣是否占有空間



- 1 把紙團塞入透明杯底。2 杯口向下，直直的壓入水中。



- 3 直直的拿起杯子。4 觀察紙團有沒有溼掉。

討論

- 1 杯子裡的紙團有沒有溼掉？為什麼？
2 杯子直直的壓入水中，水為什麼不會進去？

配合習作第 15 頁

45

圖 9 未融入探究方法之自然課本

（資料來源：南一書局 111 學年上學期國小三年及自然課本）

科學再探究一

依據單元 4 學習後進行相關科學探究

斷裂後的磁鐵還有磁力嗎？

1 觀察與發現問題

小南發現一根斷裂的磁鐵，且只能看到 N 極。他想知道：斷裂的地地方是不是還有磁力？



2 已知概念

1. 磁鐵可以吸引鐵製品。
2. 磁鐵兩端磁極的磁力最大。

3 提出假設

因為磁鐵兩端磁極的磁力最大，斷裂的地地方可能變成新的磁極，所以假設斷裂的地地方有磁力。

4 實驗設計

要確認假設是不是正確，就要進行實驗才能確認。實驗原理：利用課本「磁鐵可以吸引鐵製品」的特性來判斷，並將斷裂的地地方稱為「甲端」。

實驗步驟



5 實驗結果

(當假設與實驗結果不同，要回到 3 重新提出假設)



6 討論與結論

從以上實驗會發現，磁鐵甲端可以吸引迴紋針，表示甲端具有磁力。因此得到結論：磁鐵斷裂的地地方具有磁力。

注意

當實驗結果與原始假設不同時，應重新提出假設，再進行實驗。

106

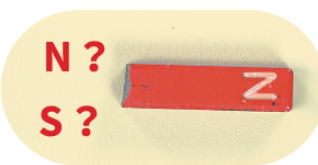
圖 10 以固定步驟表達探究方法並僅以附錄供老師補充（一）
（資料來源：南一書局 111 學年上學期國小三年及自然課本）

科學再探究 二

斷裂後磁鐵的磁極是什麼？

1 觀察與發現問題

小南驗證了磁鐵斷裂的地方不具有磁力後，更好奇的是想知道：斷裂端的磁極是什麼？



2 已知概念

1. 磁鐵兩端稱為磁極，分別為 N 極和 S 極。
2. 磁鐵具有同極相斥、異極相吸的特性。

3 提出假設

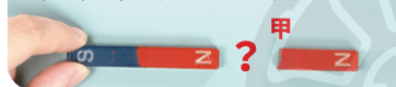
因為磁鐵兩端的磁極分別為 N 極和 S 極。一端是 N 極，所以假設斷裂的一端是 S 極。

4 實驗設計

實驗原理：利用課本「2-2 判斷磁鐵的 N 極和 S 極」的方法來判斷，並將斷裂的地方稱為「甲端」。

實驗步驟

磁鐵的 N 極接近甲端，看看有什麼現象？



磁鐵的 S 極接近甲端，看看有什麼現象？



5 實驗結果

(當假設與實驗結果不同，要回到 3 重新提出假設)

N 極和甲端會互相吸引



S 極和甲端會互相排斥



6 討論與結論

磁鐵有同極相斥、異極相吸的特性。因此得到結論：甲端磁極為 S 極。

從以上實驗結果，回答下列問題：

1. 甲端：☐ 有磁力 ☐ 沒有磁力
2. 甲端：☐ N 極 ☐ S 極

107

圖 11 以固定步驟表達探究方法並僅以附錄供老師補充 (二)
(資料來源：南一書局 111 學年上學期國小三年及自然課本)

2. 解決蔬菜生長的問題

種植蔬菜的過程中，發現蔬菜的生長問題時，要怎麼解決呢？

問題 1 蔬菜葉子枯萎了



我種的蔬菜葉子枯萎了。



我的探究

觀察 我的蔬菜葉子枯萎了。

提出問題 為什麼葉子會枯萎？

蒐集資料 1. 我從圖書館書籍中發現蔬菜需要注意……。
2. 我爺爺是農夫，他說枯萎的原因可能是……。

提出假設 蔬菜生長需要水。

設計製作

1. 準備兩盆相同的蔬菜盆栽，一起放在陽光充足但不會淋到雨的地點。

2. A盆不澆水，B盆每天定時澆水，觀察並記錄兩盆蔬菜的變化。



分析結果並驗證假設

1. 哪一盆蔬菜生長得比較好？

2. 不澆水的蔬菜和定時澆水的蔬菜，它們的生長情形有什麼不一樣？

3. 根據操作結果分析，蔬菜要生長良好需要什麼條件呢？



操作結果和假設一樣嗎？若結果和假設不一樣，要回到重新提出假設。

結論

蔬菜生長需要水。

如果種植蔬菜時，澆很多的水，蔬菜會長得更好嗎？

圖 12 帶領學生分析或是驗證假設之教材

(資料來源：翰林書局 110 學年下學期國小三年及自然課本)

中文參考文獻

- 王靜如，周金燕，蔡瑞芬(2006)。國小教師科學教學基準系列報導 (二) 科學本質與科學探究。屏東教大科學教育，(23)，3-17。
- 中華人民共和國教育部 (2017)。義務教育小學科學課程標準。上網日期:2022年10月15日，
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201702/t20170215_296305.html。
- 江惠真(2017)。論產業和大學的教育分工。臺灣教育評論月刊，6(8)，23-25
- 李驥，邱美虹(2019)。NGSS 和 12 年國民基本教育中探究，實作和建模的比較與分析。科學教育月刊，(421)，19-31。
- 李秀菊.(2017)。《義務教育小學科學課程標準》發布——校外科學教育的機遇與挑戰。中國科技教育，(5)，6-7。
- 邱美虹(2000)。評介美國評量新標準：科學實作部分。科學教育月刊，(288)，2-15。
- 邱美虹(2016)。科學模型與建模：科學素養中的模型認知與建模能力，臺灣化學教育電子期刊，(11)。
- 南一書局 (2022)。國民小學三年級上學期自然課本。上網日期:2022年10月15日，<https://onebox2.oneclass.com.tw/fileDownload>。
- 南一書局 (2022)。國民小學四年級上學期自然課本。上網日期:2022年10月15日，<https://onebox2.oneclass.com.tw/fileDownload>。
- 封中興(2012)。建模導向的探究模式對八年級學生辨識科學探究成份能力之影響。中等教育。
- 洪振方(2010)。思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響。科學教育學刊，18(5)，389-415。
- 高慧蓮(2005)。九年一貫課程「自然與生活科技領域」科學探究能力之培養研究-科學探究能力之評量(II)(NSC 94-2511-S-153-00)。臺北市:行政院國家科學委員會。
- 教育部(2000)。國民中小學九年一貫課程總綱。台北:教育部。
- 教育部(2002)。全國第一次科學教育會議資料。台北:教育部。
- 教育部國民中小學課程與教學資源整合平臺 (2019)。十二年國民基本教育課程綱要 總綱宣講(第六版)。上網日期:2021年1月8日，
<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=11&mid=8565>。
- 教育部國民中小學課程與教學資源整合平臺 (2018)。自然領域課程綱要。上網日期:2021年1月2日，
<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=11&mid=6852>。
- 教育部國民中小學課程與教學資源整合平臺 (2015)。自然領域課程綱要。上

網日期:2021年 1 月 2 日，

<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=9&mid=265>。

國教院(2015)。十二年國教總綱。臺灣：教育部。

國家教育研究院(2014)。十二年國民基本教育課程發展指引。檢自：

https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/93/pta_2558_5536793_14183.pdf

。

康軒書局（2022）。國民小學三年級上學期自然課本。上網日期:2022年 10 月 15 日，

<https://945cloud.knsh.com.tw/Resource.asp?EJ=E&Course=3&Page=1&PageNum=30&Pse=111%E5%AD%B8%E5%B9%B4%E4%B8%8A%E5%AD%B8%E6%9C%9F&Pma=24&Pgr=3%E4%B8%8A&Pca=%E6%95%99%E5%B8%AB%E6%89%8B%E5%86%8A&Pks=>。

魏明通(1997)。評介美國國家科學教育標，*科學教育月刊*，196期，23-32頁。

翰林書局（2022）。國民小學三年級下學期自然課本。上網日期:2022年 10 月 15 日，

https://edisc3.hle.com.tw/edisc_v3/gwty_v2023.html#year=110%E4%B8%8B°ree=%E5%9C%8B%E5%B0%8F&cat=%E8%87%AA%E7%84%B6&prd=ENA&grade=%E5%85%A8%E5%B9%B4%E7%B4%9A&code1=ENA5。

翰林書局（2022）。國民小學三年級上學期自然課本。上網日期:2022年 10 月 15 日，

https://edisc3.hle.com.tw/edisc_v3/gwty_v2023.html#year=110%E4%B8%8B°ree=%E5%9C%8B%E5%B0%8F&cat=%E8%87%AA%E7%84%B6&prd=ENA&grade=%E5%85%A8%E5%B9%B4%E7%B4%9A&code1=ENA5。

英文參考文獻

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1990). Science for all Americans: Project 2061. *New York: Oxford University Press*.
- American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmarks for science literacy. *New York: Oxford University Press*.
- Baillargeon, R. (2004). How do infants learn about the physical world? . *Current Directions in Psychological Science*, 3, 133-140.
- BKuhn, L., & Reiser, B. (2004). Students constructing and defending evidence-based scientific explanations. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Dallas, TX.
- Bybee, R., & Goodrum, D. (1999). Teaching science as inquiry.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-219.

- Cohen, L.B., and Chashon, C.H. (2006). Infant cognition. In W. Damon and R.M. Lerner (Eds.), *Handbook of Child Psychology, Set*, 6th Edition (Chapter 5, vol. 2). Hoboken, NJ: Wiley.
- Concannon, J. P., Brown, P. L., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2020). Investigating the development of secondary students' views about scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 42(6), 906-933.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary educational psychology*, 29(2), 186-204.
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In *Handbook of research on science education, volume II* (pp. 529-556). Routledge.
- Cui, Y., & Zhu, Y. (2014). Curriculum reforms in China: history and the present day. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*.
- Dello-Iacovo, B. (2009). Curriculum reform and 'quality education' in China: An overview. *International journal of educational development*, 29(3), 241-249.
- Dunbar, K. (2001). What scientific thinking reveals about the nature of cognition. *Designing for science: Implications from everyday, classroom, and professional settings*, 115-140.
- Etheredge, S., & Rudnitsky, A. N. (2003). *Introducing students to scientific inquiry: How do we know what we know?*. Allyn & Bacon, Boston.
- Flick, L., & Lederman, N. G. (2004). Scientific inquiry and nature of science. *Contemporary Trends and Issues in Science Education*, 67.
- Gibbs, A., & Lawson, A. E. (1992). The nature of scientific thinking as reflected by the work of biologists & by biology textbooks. *The American Biology Teacher*, 54(3), 137-152.

- Gaigher, E., Lederman, N., & Lederman, J. (2014). Knowledge about inquiry: A study in South African high schools. *International Journal of Science Education*, 36(18), 3125-3147.
- Guo, L. (2013). New curriculum reform in China and its impact on teachers. *Comparative and International Education*, 41(2).
- Hammer, D., & Elby, A. (2009). Tapping epistemological resources for learning physics. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 53–90.
https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1201_3
- Hammer, D., Elby, A., Scherr, R. E., & Redish, E. F. (2005). Resources, framing, and transfer. *Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective*, 89.
- Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science education*, 83(6), 775-796.
- Horner, J. K., & Rubba, P. (1978). The myth of absolute truth. *Science Teacher*, 45(1), 29-30.
- Huang, F. (2004). Curriculum reform in contemporary China: Seven goals and six strategies. *Journal of curriculum studies*, 36(1), 101-115.
- Hudicourt-Barnes, J. (2001). Bay odyans: Argumentation in Haitian Creole classrooms. *Hands On!*, 24(2), 7-9.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Project ICAN: a professional development project to promote teachers' and students knowledge of nature of science and scientific inquiry. In *Proceedings of the 12th annual conference of*

the Southern African Association for research in Mathematics, Science and technology education. Durban: SAARMSTE.

Lederman, N. G. (2006). Research on nature of science: Reflections on the past, anticipations of the future. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7, (1). Retrieved July 13, 2012, from [http:// www.ied.edu.hk/apfslt/v7/issue1/foreword/index.htm](http://www.ied.edu.hk/apfslt/v7/issue1/foreword/index.htm)

Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2012). Nature of science, scientific inquiry, and socio- scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, doi: 10.1007/s11191-012-9503-3.

Lederman, N. G. (2013). Nature of science: Past, present, and future. In *Handbook of research on science education* (pp. 845-894). Routledge.

Lederman, J. S., Lederman, N. G., 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.

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In *Handbook of research on science education, volume II* (pp. 614-634). Routledge.

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S., ... & Zhou, Q. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 486-515.

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartels, S., Jimenez, J., Acosta, K., Akubo, M., ... & Wishart, J. (2021). International collaborative follow-up investigation of graduating high school students' understandings of the nature of scientific

- inquiry: is progress Being made?. *International Journal of Science Education*, 43(7), 991-1016.
- Lin, P. J. (2006). Conceptualizing teachers' understanding of students' mathematical learning by using assessment tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(3), 545-580.
- Lopushinsky, T. (1993). Does science deal in truth?. *Journal of College Science Teaching*, 208-208.
- Munakata, Y., Casey, B.J., and Diamond, A. (2004). Developmental cognitive neuroscience: Progress and potential. *Trends in Cognitive Science*, 8, 122-128.
- National Academy of Sciences, (2002). Guiding principles for scientific inquiry. In Scientific research in education. www.nap.edu/openbook/03090829/html
- National Research Council (US). National Committee on Science Education Standards, & Assessment. (1994). *National Science Education Standards: Draft for Review and Comment Only*. National Research Council.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.
- Pearson, K., & Pearson, E. S. (1937). *The Grammar of Science*. [Edited by Egon S. Pearson.]. JM Dent & Sons.
- Popper, K. R. (1968). *The Logic of Scientific Discovery*. (Revised Edition.). Hutchinson.

- Ross, N., Medin, D., Coley, J.D., and Atran, S. (2003). Cultural and experiential differences in the development of folk biological induction. *Cognitive Development, 18*(1), 25-47.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The journal of the learning sciences, 12*(1), 5-51.
- Schmidt, W.H., McKnight, C.C., and Raizen, S. (1997). A Splintered Vision: An Investigation of U.S. Science and Mathematics Education. Executive Summary. *Wisconsin Teacher of Mathematics, 48*(2), 4-9.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., Khishfe, R., Lederman, J. S., Matthews, L., & Liu, S. Y. (2002). Explicit/Reflective Instructional Attention to Nature of Science and Scientific Inquiry: Impact on Student Learning
- Schwartz, R. S., & Crawford, B. A. (2006). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical element. In *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 331-355). Springer, Dordrecht.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: the VOSI questionnaire, *National Association for Research in Science Teaching*, March 30–April 2, 2008. Baltimore, U.S.
- Schwartz, R., & Lederman, N. (2008). What scientists say: Scientists' views of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education, 30*(6), 727-771.
- Senler, B. (2015). Middle School Students' Views of Scientific Inquiry: An International Comparative Study. *Science Education International, 26*(2), 166-179.
- Songer, N. B., & Ho, P. S. (2005). Guiding the “explain”: A modified learning cycle approach towards evidence on the development of scientific explanations.

In *Annual Meeting of the American Education Research Association, Montreal, Canada*.

- Tarlowski, A. (2006). If it's an animal it has axons: Experience and culture in preschool children's reasoning about animates. *Cognitive Development*, 21(3), 249-265.
- Tobias, S. (1990). *They're not dumb, they're different* (Vol. 101). Tucson, AZ: Research Corporation.
- Tsai, C. C., & Liu, S. Y. (2005). Developing a multi-dimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1621-1638.
- Windschitl, M. (2004). Folk Theories of "Inquiry:" How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481-512.
- Yang, I. H., Park, S. W., Shin, J. Y., & Lim, S. M. (2017). Exploring Korean middle school students' view about scientific inquiry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3935-3958.
- Yao, J. X., & Guo, Y. Y. (2018). Core competences and scientific literacy: the recent reform of the school science curriculum in China. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1913-1933.
- Yoo, H. J., Park, J., Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartels, S., & Jimenez, J. (2021). Korean Elementary Students' Understanding about Scientific Inquiry using VASI-E Questionnaire. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 41(2), 83-92.



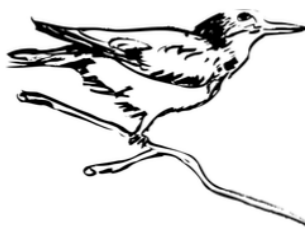
附錄

附錄一

1.

有一位對於動物有濃厚興趣的人，最近迷上觀察鳥類平時的活動，他觀察到不同種類的鳥的鳥喙（嘴）長得不太一樣，有些又小又短，有些又大又厚，他更觀察到不同鳥類也會覓食不同的食物。

他想到一個問題：「鳥喙（嘴）的外型、大小，跟他們吃的食物有沒有關係？」於是，他花更多時間去觀察鳥類，藉由這樣來回答這個問題。



(1)請問你覺得這個人的行為，算不算是科學家？請把你的理由寫下來。

(2)你覺得他是在做實驗嗎？請把你的理由寫下來。

2.

有一群科學家發現了一些恐龍的骨頭化石，並將骨頭排列成兩種可能的形式，如下圖：



圖 1



圖 2

(1) 現在已經沒有活著的恐龍，也沒有人真的看過恐龍，科學家們怎麼知道以前有恐龍這種生物？

(2) 你認為為什麼多數科學家會同意圖 1 中的骨骼分類和位置是最好的？

3.

小婷喜歡泡飲料來喝，某天她就在想沖泡熱水的飲料，如果一杯是靜置降溫，另一杯是攪拌降溫，哪一杯會降溫比較快？於是乎他做了兩種實驗：

A 實驗：把這兩杯熱飲料放在不同地點的桌子上，觀察在哪個地方降溫比較快。

B 實驗：在教室裡將剛泡好的熱飲料放在一樣的桌子上，一個攪拌一個靜置，觀察哪一杯降溫快。

(1) 你覺得 A 實驗、B 實驗哪個比較好還是兩個都可以？請把你的理由寫下來。

(2)你覺得 A 實驗跟 B 實驗的結果會相同嗎？

(3)你覺得每個研究這個問題的人，使用相同的實驗流程來收集資料，他們會得到一樣的結論嗎？為什麼？

4.

下圖有一些不同的球：



如果你要用這些球做一個科學研究，你會怎樣做？

5.

下方表格一記錄下植物每週的生長高度與植物每日接受光照時間的關係，請先繪製成折線圖再回答問題：

表格一 植物每週生長高度與植物每日接受光照時間的關係記錄表

每日接受光照的分鐘數	植株生長高度（公分/週）
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

植株生長高度
（公分/週）

植物每週生長高度與植物每日接受光照時間關係折線圖



(1)根據此數據，請勾選你同意以下的哪一個結論並寫下原因。

- ☐ 接受陽光越多，植物長得越高。
- ☐ 接受陽光越少，植物長得越高。
- ☐ 植物生長與陽光無關。

(2)勾選這個結論的原因是：

附錄二

請先看看下列所勾選的問題所對應的題目，並透過你寫問卷想想看

Q1-(1)

☐寫到「有濃厚興趣」、「最近迷上」並且說不算，不考慮這兩個關鍵字的話，你還是覺得不算嗎？

☐不算→那你覺得科學家會做哪些事？ ☐算→你覺得科學家還會做哪些事？

Q1-(2)

☐是，不是→那你覺得有哪些事是在做實驗

Q2-(1)

☐一般來說，考古學家挖到時，都是一堆骨頭，那你覺得他是用哪些資料或是數據進行判斷，並且認為這是恐龍的證據

Q2-(2)

☐你有沒有什麼證據或資料能說明這樣比較合理？

Q3-(1)

☐你覺得針對小婷的問題，哪個方法比較好？

☐操作變因是實驗者在實驗中唯一要改變的變因，那這個實驗的操作變因是？

Q3-(2)

☐不同→怎樣的的不同 ☐相同→怎樣的相同

Q3-(3)

☐會→想一想，不同的人的操作時會不會有容易被忽略的事，那還會一樣嗎？

☐不會→有哪些因素讓你覺得他會不一樣？

Q4

☐你覺得用球做科學研究是可以的嗎？ ☐你的實驗流程會如何設計？

☐這樣的實驗會遇到哪些問題？ ☐可以用其他方法來做你想到的研究嗎？

Q5-(1)

☐你是如何從表格或是折線圖中判斷出結論的？ ☐為什麼你勾選超過一個結論？

Q5-(2)

☐你覺得在這題中，哪些可以被稱為數據資料，哪些可以被稱為證據？

☐你覺得數據資料跟證據是一樣的嗎？ ☐你覺得你所勾選出的結論要根據什麼？

☐勾選無關→你覺得什麼是規律？

「表格及折線圖為數據、資料，提出的結論是分析後提出主張的證據。」