

引導學生參與科普寫作：基於一位長期投入科普寫作者經驗的高中課程設計建議

潘昌志^{1*} 葉庭光²

¹ 國立臺灣師範大學 心理與教育測驗研究發展中心

² 國立臺灣師範大學 地球科學系

摘要

本文採取由研究者（即筆者）多年參與科普寫作與教學的實務經驗，透過反思性敘述與經驗整理，探討如何將科普寫作的知識、技能與動機，轉化為高中課程設計的可行策略。透過第一人稱視角的描寫與詮釋，旨在呈現實務工作中所蘊含的知識形式、面對的挑戰，以及應對策略的發展與轉化。研究資料主要來自筆者過去數年間參與之科普寫作活動（如專欄撰稿、媒體經營）、教學實踐（包括高中課程設計、營隊活動與個人寫作指導），以及與學習者互動過程中所累積的觀察與反思。透過這些經驗材料的整理，本文旨在探討如何將科普寫作的實務知識轉化為具教學意義的策略與課程設計原則，進而回應當前高中科學教育在素養導向推動下所面臨的課程發展與教學支持需求。

關鍵詞：科學傳播、科普寫作、科學傳播訓練、課程設計、高中教育

*為本文通訊作者

壹、前言

近年來，科普寫作在各類教育與傳播場域中日益受到重視。隨著科學知識逐漸成為公共議題的重要組成(Stilgoe, Lock, & Wilsdon, 2014)，如何以清晰且具吸引力的方式向大眾傳遞科學概念，已被視為一項重要能力。然而，在現行學校教育體系中，針對科普寫作的系統性培訓仍相當有限，相關課程與教材亦缺乏一致性的設計模式或實施架構。透過回顧「長期投入科普寫作人士的寫作能力如何養成、其動機、面臨的挑戰與成長歷程」，將可為發展科普寫作課程帶來重要啟發。這是因為，這些真實的經驗能呈現科普寫作所需的核​​心素養，有助於釐清教學內容應涵蓋的知識與技能面向。其次，了解寫作者在養成過程中所經歷的轉折與困境，可協助課程設計者預見學生可能遭遇的學習障礙，從而發展具支持性的教學策略。此外，這些寫作者的內在動機與價值信念，也有助於教師思考如何在教學中激發學生對科學與溝通的熱情，並引導其在寫作中建立與讀者的連結。為此，本文將從「科普作家的養成背景與寫作特質」切入，從筆者(即一位長期參與科普寫作與教學的實務工作者)的經驗觀點出發，輔以相應的文獻回顧，嘗試將這些經驗轉化為具可行性的高中科普寫作教學策略。本文透過第一人稱的反思性書寫，整理筆者在寫作與教學中的經驗，以個體經驗生成實踐知識的觀點(Ellis, Adams, & Bochner, 2011)，提出可供課程設計參考的原則與策略。

貳、當前科普作家的養成

科普作家的養成過程並無單一體制或標準模式，然而從其專業背景的角度觀之，大致可區分為兩類：一類為具備自然科學專業背景人士，特別是科學家或經過科學研究訓練的人員；另一類則源自新聞傳播或人文社會領域的從業者 (Fährlich, Wilkinson, Weitkamp, Heintz, Ridgway, & Milani, 2021)。由於這兩類人士的原始專業以及能力迥異，導致其在轉譯專業知識、設計溝通策略，以及面對多元受眾時的對話形式，將呈現出各自獨特的發展歷程、重視面向、以及呈現形式。對於科學背景出身的寫作者而言，其優勢通常在於能夠處理高度專業的資訊與具備學科深度，特別是在其專長領域內。然而，當其科學內容需傳遞給非專業讀者時，如何簡化概念而不失科學準確性、如何運用貼近日常經驗的語言與具體例證，則往往成為其需刻意練習與突破的挑戰核心。相對地，來自新聞或人文社會領域的寫作者，則通常較具備敘事技巧與吸引讀者注意力的能力，在語言運用與文本結構上展現靈活性與親和力。然而，他們在面對複雜科學議題時，往往因知識基礎較為薄弱，而需倚賴文獻查閱、專家訪談，或與學術社群建立合作關係，以確保內容的科學正確性與可信度。

儘管上述兩類科普寫作者的起點與強項不同，然其在科普寫作的實踐歷程中，皆需逐步建構一套跨領域整合的能力體系，才能有效連結科學知識與公眾理解(Baram-Tsabari & Lewenstein, 2017)。這種整合能力不僅涵蓋語言轉譯與受眾分析，也涉及對知識框架、社會語境與科學溝通責任的深層理解。然而，無論其出身背景如何，促使這些創作者投入科普寫作的核心動機，多數來自於對科學傳播的熱情與信念。他們往往認為知識應為公眾所共有，且希望透過自身的表達能力促進社會理解與參與。從自我效能(self-efficacy)與內在動機(intrinsic motivation)的角度來看(Bandura, 1997; Deci, Olafsen, & Ryan, 2017)，大多數科普作家並未全職從事寫作，卻能持續投入於寫作與公共溝通，正是因為他們相信自己有能力、有責任、也有價值去將複雜的科學議題化繁為簡。當然，我們從更大的框架來看科普寫作時，會發現這些努力往往依賴於個別科學家的自願行為，缺乏系統性和持續性(Carrada, 2006; Dean, 2009)。也因此關注寫作動機以及自我效能該如何培養，也成為推動科普教育工作者與培訓課程中所需關注的關鍵面向。

反思筆者個人經驗，最初對於科普寫作的初衷正是對於知識傳播的熱情，特別是在地球科學與地震防災這類與公共安全密切相關、卻經常被忽視或誤解的領域。筆者認為這些內容應更積極的推廣給大眾，因而促使個人積極學習了解各項傳播的技巧，並透過經營社群媒體（如部落格、社群平台等）逐漸培養與讀者之間的互動經驗。這些歷程不僅有助於筆者反思自身的寫作內容是否貼近受眾的理解方式，也在實踐中強化了「讀者意識」(audience awareness)這項對於科普寫作而言極為關鍵的能力。因此，根據筆者經驗與相關文獻的回顧，在科普寫作教學上，除了需關注科學事實查證、寫作技巧之外，對於讀者意識、提升對寫作動機等面向也相當重要。

參、高中生在科普寫作中的需求、挑戰以及課程目標

科普寫作課程的設計不僅需要理解科普作家的養成與專業需求，更必須對學習者的起點與學習歷程有所掌握。本文之所以聚焦討論高中生的科普寫作教學，主要考量有三。(1) 教育關鍵期：高中階段是學生從被動學習轉向主動探索的重要時期，也是建立科學素養與論述能力的關鍵階段；(2) 課綱契機：臺灣 108 課綱強調素養導向與探究實作，提供了適合導入科普寫作的教育情境；(3) 研究缺口：目前針對高中生科普寫作的研究有限，學界多聚焦於大學生或專業科學傳播者，缺乏針對中學生的實證資料。

而在討論課程設計之前，仍必須先釐清高中生作為科普寫作者的起點與需求。現有針對高中生科普寫作能力的系統性研究仍相當有限，因此本文參考 Ibragimov, Zhdanov,

Volosova, Knyazeva, Efimushkina, & Kochneva (2024)對理工科系大學生的調查結果作為間接比較基準。雖然高中生與大學生在認知成熟度與學科知識上有所差異，但兩者在「缺乏科學傳播訓練、參與經驗不足、自我效能偏低」等特徵上具有相似性。若連理工科大學生在能力與自我效能上仍僅達中等水準，高中生的起點顯然更低，因此更需要從基礎開始，透過課程逐步培養知識、查證技巧與表達信心。本文將理工科大學生在科普寫作表現上的特徵，加上前文所述的科學專業人士、科學記者與公關人員，整理比較如表 1，以進一步比較這三類群體在不同面向的表現，以歸納高中生的科普課程中的重點。

表 1：不同類型人士在科普寫作知識、能力與動機/自我效能的比較

面向	科學專業人士	科學記者／公關人員	高中生／理工科大學生
知識	學科知識較深厚，需學習化繁為簡、受眾導向表述的能力(Fähnrich et al., 2021)	熟悉媒體生態與敘事策略，擅長吸引讀者，但需注意科學正確性(Fähnrich et al., 2021)	科學知識有限，主要為科學內容的「消費者」，缺乏系統性理解(Ibragimov et al., 2024)
技能	具解釋與調整能力，需強化敘事與數位傳播技巧(Fähnrich et al., 2021)	擅長寫作與視覺傳播，熟悉媒體工具，但科學轉譯能力需加強(Fähnrich et al., 2021)	缺乏查證與組織技巧，溝通自我效能低，需要系統化訓練(McGrew, Ortega, Breakstone, & Wineburg, 2017; Ibragimov et al., 2024)
動機/自我效能	多受專業責任與科學推廣等因素驅動，但亦有部分科學家仍缺乏自信(Baram-Tsabari & Lewenstein, 2017)	動機多來自專業發展與社會責任，願意與多元受眾互動(Fähnrich et al., 2021)	興趣與信心偏低，可能擔心知識不足或被評判，需要安全支持的學習環境(Ibragimov et al., 2024)

由於比較結果顯示，高中生在科學知識脈絡、資料查證與讀者意識、以及自我效能的建立上皆需更多支持，本文將「資料查證」明確定位為重要課程核心能力，視其為培養學生科學認知與辯證能力的重要機制。資料查證不僅是技術性的搜尋，更包含來源評估、證據比對與科學論證邏輯的實踐，能幫助學生理解科學知識的建構過程，避免誤用或過度簡化資訊。此外，本文將科普寫作理解為一個開放的、多元的表達過程，而非僅限於傳遞最新的科學研究結果。課程旨在鼓勵學生以生活中的科學現象、公共議題或日常觀察為切入點，透過查證與重述，逐步建構自己的觀點。

同時，筆者也考量到高中生仍處於科學學習的早期階段，若過度聚焦尖端科學新知，反而可能提高寫作門檻、降低參與意願。因此課程設計鼓勵學生從自身能理解與掌握的科學概念出發，結合生活經驗、校園觀察與社會議題作為題材，提供能支持學習的環境，讓學生逐步建立寫作信心與科學推理能力，兼顧學習成就感與學術嚴謹性。

過往研究亦指出，針對具備不同專業背景的學習者，應發展差異化的科學傳播訓練方案。例如，對於具有科學專業背景者而言，教學重點應放在培養其「以讀者為中心」的溝通意識與敘事能力(Baram-Tsabari & Lewenstein, 2017)；而對於具新聞或人文社會科學背景的創作者，則需強化其理解與查證科學資訊的能力，特別是在資訊來源評估與論證品質判別等層面(Wineburg & McGrew, 2017)。在當代資訊生產與傳播迅速變動的環境中，能否批判性地辨識網路上的科學聲稱、查核資訊的可信度與科學性，已成為科學教育關注的重點之一(Osborne & Pimentel, 2023)，亦為科普寫作中不可或缺的核心素養。

此外，配合臺灣 108 課綱所強調的素養導向學習精神，學生在高中階段已有參與探究實作與論述表達的經驗。若能在此階段導入科普寫作課程，不僅有助於培養學生的語文表達與跨學科整合能力，亦可深化其對社會公共議題的關注與參與感。綜合上述，本文認為教學上應強調以下幾項核心策略，並兼顧「科普」的廣義內涵，使學生能自由選擇題材、發揮創意：

- 1.讀者意識培養：引導學生以讀者視角組織與表達內容。
- 2.資料查證與多文本閱讀：透過範例文本分析、閱讀與查證活動，培養其評估來源與重述轉譯的能力。實際上此能力並非僅止於科學正確性，更進一步可以培養學生的媒體識讀能力。
- 3.持續實踐與回饋：在循序漸進的寫作實踐中逐步強化自我效能，建立科學傳播的興趣與信心。

此教學設計將有助於學生發展具批判性、整合性與創造性的科普表達能力，為其未來

投入公共科學溝通奠定基礎。

肆、從理論到實踐：不同類型的寫作課程及其成效

科普寫作教學的實踐中，筆者近年來進行了多種形式的嘗試，包含：輔導大學生成為科普作者與編輯、高中科展報告與競賽的寫作指導、高中校內短期選修課程，以及營隊中的單次寫作演講。接下來將依據「教師投入時間」與「學生參與規模」的分類，說明這些寫作課程的操作重點與預期成效。

一、單次演講(2~3 小時)與短期營隊(1~2 天)

在實務經驗中，筆者觀察到「單次講座」形式的科普寫作教學並不常獨立存在，通常僅是某課程或營隊中的一個環節。此類營隊多邀請科普作家分享個人經驗，但對於初入此領域的學員而言，幫助有限。即使營隊課程中有融入實作活動，其效果也偏向強化已有寫作基礎的學生；對入門者來說，則仍需更多後續練習與支持。筆者觀察參與過此類課程的學生中，最終持續從事科普寫作者比例並不高。因此，這類課程較適合作為「初步認識科普寫作」的導入與激發興趣之用。

二、短期課程(5~6 堂課)

筆者也曾在校內推動短期寫作課程，通常安排於兩次段考之間的時間，約五到六堂課，引導學生從理解科普寫作的基本概念、挑選題材、逐步完成一篇文章。高中生雖具備基本科學知識，但對科學本質與知識脈絡的理解有限，因此寫作過程中仍需教師協助補充背景。課程操作上，可由教師規範主題方向（如筆者以地球科學為主），鼓勵學生從相同主題延伸出不同角度，避免因不易掌握題材而難以深入，並兼顧課程規畫實務上的可行性。

為配合有限的教學時數，課程設計需高度模組化。建議使用三段式結構（如具情境性的引言→科學原理說明→結語）搭配學習單，規定週進度，讓學生聚焦於單元任務。小組合作（每組混合文理科專長）有助於知識交流與讀者意識的培養。初期寫作技巧可簡要介紹「說明」、「比喻」、「舉例」等策略，隨著學生進入寫作階段，再輔以教師回饋，有助提升自我效能與寫作興趣。

在課程的評量上，鑒於此 課程並非升學性質課程，筆者在評量設計上採取以形成性回饋為主的方式。學生的寫作成果不進行明確評分，而是透過作品階段性完成、教師回饋與課堂討論等方式，作為學習歷程的觀察依據。此做法強調建立學生對表達的信心與對讀者的敏感度，而非落實標準答案的寫作訓練。當學生將作品視為一種知識分享與創意展現的工具時，似乎更能投入並自我驅動進行修正與改善。此外，筆者亦觀察到部分學生在課

後反饋中主動提及課程提升了他們的寫作信心與表達意願。雖此為非系統性回饋，尚未具備量化資料支持，但仍可作為課程設計對學生動機激發的初步觀察指標，亦呼應教師在教學現場中的經驗感受。

三、完整課程(一學期課程)

國立臺灣大學寫作教學中心開設的〈科學說人話：科普寫作〉為例，採 3 學分、為期一學期的課程，讓學生有充分時間理解科普寫作、探索個人興趣。據筆者訪談授課教師回饋，已有學生因此進入相關產業實習，甚至持續進行科普寫作。該課程亦採小組合作，理工與人文背景學生互補合作，呈現如同前述「雙背景」科普作家的互補模式。

在較長時數的一學期課程中，則可安排更系統化的評量結構，包括階段式任務、同儕匿名互評、學生反思寫作歷程等方式，強化學生對文本修訂與讀者觀點的覺察能力，進一步支持其自我效能的建立與素養成長。

長期課程的優勢在於能更完整安排前期訓練，例如讓學生認識不同領域的術語隔閡，提升「避免專有名詞」的讀者意識。課程後期可導入同儕匿名互評，加強寫作策略反思。不過，高中學校能安排 3 學分課程者極少，實際上若能安排 1 學分、半學期至一學期實施，已屬難得。

四、師徒制教學

最後，除了在正式課程中進行的科普寫作教學，筆者也曾嘗試以「師徒式協作」的方式，與學生共同編修其作品，針對個別學生或小組進行更細致的指導。這並非課程的一部分，而是一種接近自主學習 (self-directed learning) 的教學脈絡，其控制權主要掌握在學習者手中 (Marsick & Watkins, 2015)，鼓勵學生主動診斷學習需求、制定學習目標 (Knowles, 1975)，並選擇與實施適切的學習策略。

在這樣的情境中，教師是以編輯或科普專家的角色參與學生的寫作歷程，運用示範 (modelling) 與指導 (coaching) (Collins, Brown, & Newman, 1989) 等方法，使學生得以觀察專家在處理複雜寫作任務時的思考脈絡與決策依據。透過提供寫作架構、作品形成過程中回饋與提示，學生在真實的編修過程中逐步理解受眾導向、敘事安排與語氣掌握等進階策略。

這樣的協作雖不具正式課程結構，卻體現了認知學徒制與情境學習 (Lave & Wenger, 1991) 所強調的「在實踐中學習」精神。學生在與指導老師共同編輯的歷程中，有機會能從被指導者轉變為能主動提出修改建議的合作者。若學生能達到這樣的表現，便有機會引導學生進一步同時扮演「生產者」與「評論者」的雙重角色 (Collins et al., 1989)，體現師

徒制教學強調的「即時回饋、動手實作與師生共學」特質。

在上述過程中，學生可透過反思與修正(Schön, 1983)，將寫作經驗內化為自我監控與調整的能力(Knowles, 1975)。整體而言，這種非正式的師徒協作可視為一種教師支援型的學習脈絡(mentor-supported learning context)，其特徵在於學生的主動參與與教師的專業支持，共同促進學生在實踐中持續發展科普寫作的專業判準與反思能力。惟此部分在教學實踐中較難執行，教師須具備科普寫作專業，或是邀請專業人士協助，然而筆者認為此過程對培養科普作家幫助甚大，故在本文中提供相關經驗論述。

伍、結語

綜上所述，無論是具有科學背景或傳播背景的科普作家，其養成過程皆需面對轉譯、讀者意識與資料查證等挑戰，而這些挑戰亦反映在不同程度的學習者身上。對於尚未確立專業方向的高中生而言，透過有系統地導入科普寫作課程，不僅能強化語文表達與科學理解能力，更可作為培養公民素養與媒體識讀的重要起點。筆者實踐的多種教學型態，顯示課程可依據教學資源、時間與學生特性調整，從初階認識到進階訓練皆有其教育價值。未來若能結合更多教育場域與教學者經驗，發展具彈性、模組化的教學策略與評量工具，將有助於科普寫作教育在中學階段的推廣與深化，並豐富科普寫作教育的教學資源與可能性。

在既有科普寫作教學架構基礎上，未來亦可進一步探討大型語言模型(Large Language Models, LLM)之生成式人工智慧(Generative AI)作為科普寫作學習的支持工具。近年研究指出，融合 LLM 作為教育輔助工具，雖具高度挑戰性，亦為值得深入探究的重要議題(Kasneci, Seßler, Küchemann, Bannert, Dementieva, Fischer, Gasser, Groh, Günnemann, Hüllermeier, Krusche, Kutyniok, Michaeli, Nerdel, Pfeffer, Poquet, Sailer, Schmidt, Seidel, Stadler, Weller, Kuhn, & Kasneci, 2023)。無論作為發想工具、題材構思輔助、結構修訂支持，或進一步透過與 AI 的對話促進討論與反思，其於寫作歷程中皆具潛在應用價值。在審慎考量使用風險之前提下，包括避免過度依賴、理解 AI 現階段之技術侷限，並維持以寫作教學為核心目標，將 AI 融入科普寫作教學，實可作為未來課程發展與教學設計中值得探討的應用方向之一。

參考文獻

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Macmillan.
- Baram-Tsabari, A., & Lewenstein, B. V. (2017). Science communication training: What are we trying to teach? *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 285-300.
- Carrada, G. (2006). *Communicating Science: Infrastructure, Human Resources, International Cooperation, Research and Development, Environment and Health, Societal Issues*,

- Industrial Innovation; a Scientist's Survival Kit*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction* (pp. 453-494). Routledge.
- Dean, C. (2009). *Am I making myself clear? A scientist's guide to talking to the public*. Harvard University Press.
- Deci, E. L., Olafsen, A. H., & Ryan, R. M. (2017). Self-determination theory in work organizations: The state of a science. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 4, 19-43.
- Ellis, C., Adams, T. E., & Bochner, A. P. (2011). Autoethnography: An overview. *Historical social research/Historische sozialforschung*, 36(4), 273-290.
- Fährnrich, B., Wilkinson, C., Weitkamp, E., Heintz, L., Ridgway, A., & Milani, E. (2021). RETHINKING science communication education and training: Towards a competence model for science communication. *Frontiers in Communication*, 6, 795198.
- Ibragimov, G. I., Zhdanov, S. P., Volosova, N. Y., Knyazeva, S. A., Efimushkina, S. V., & Kochneva, L. V. (2024). The competence, interest, and perceived self-efficacy of undergraduate students in science communication. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(1). Article em2387.
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning* (Vol. 291). Association press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- Marsick, V. J., & Watkins, K. (2015). *Informal and incidental learning in the workplace* (Routledge Revivals). Routledge.
- McGrew, S., Ortega, T., Breakstone, J., & Wineburg, S. (2017). The Challenge That's Bigger than Fake News: Civic Reasoning in a Social Media Environment. *American Educator*, 41(3), 4.
- Osborne, J., & Pimentel, D. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*, 107(3), 553-571.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Routledge.
- Stilgoe, J., Lock, S. J., & Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science? *Public Understanding of Science*, 23(1), 4-15.
- Wineburg, S., & McGrew, S. (2017). *Lateral reading: Reading less and learning more when evaluating digital information*. Stanford University.

投稿日期：114 年 07 月 21 日

接受日期：115 年 01 月 30 日

Facilitating Student Engagement in Popular Science Writing: High School Curriculum Recommendations Based on the Practice of an Experienced Science Communicator

Chang-Chih Pan* and Ting-Kuang Yeh

National Taiwan Normal University

Abstract

This study adopts a reflective approach based on the researcher's long-term engagement in science communication and instructional practice. Through first-person narrative and interpretation, the paper explores the forms of knowledge embedded in science popularization work, the challenges encountered, and the strategies developed in response. Drawing from experiences in writing columns, managing science media, designing high school curricula, and mentoring science writing competitions, the study aims to translate practitioner knowledge into pedagogically meaningful principles. The goal is to support the development of high school popular science writing instruction and address the needs of curriculum design and teaching support within a competence-based education framework. The insights provide insights into how practical experience can be systematized into instructional strategies that align with the goals of competence-based science education and encourage student engagement through writing.

Keywords: science communication, popular science writing, science communication training, curriculum design, high school science education

* corresponding author