

# 反思科學素養： AI 時代下的科學教育研究與教學展望

洪煌堯\*

生成式人工智慧 (AI) 的崛起正深刻衝擊教育領域，不僅帶來數位科技革新，更從根本上動搖了傳統知識權威與探究模式。本文旨在反思臺灣在 AI 浪潮下的科學素養內涵與教育改革迫切性。隨著 ChatGPT 等生成式 AI 的普及，知識獲取變得前所未有的便捷，使得傳統重視知識傳遞的教學價值遞減。取而代之的是，如何提出深度問題、與 AI 協同思考、批判性評估 AI 輸出以及理解 AI 基本運作原理的能力，成為新的科學素養焦點。基於此，本文分析了近二年科學教育學門與 AI 相關的計畫研究趨勢及對教學實踐的影響（如 AI 作為個人化學習助教、虛擬實驗室、學習診斷工具的角色，以及教師從知識傳授者轉向學習引導者的轉變）。同時探討了評量設計、數位落差等教學現場挑戰，以及高等教育體系（如師資培育與科學教育學門）如何調適與跨領域整合。最後，為臺灣的科學教育改革提出具體建議，包括政策（制定 AI 應用規範與教師培訓）、學術（鼓勵跨域研究與本土實證）及實務（以「人機協作」為目標，培養學生批判 AI 輸出與創造新知的能力）層面。面對未來答案隨手可得的 AI 時代，如何提問、批判與創造，正是臺灣科學教育面臨的核心課題。

## 一、前言：當 ChatGPT 走入教室——科學教育的轉捩點

2022 年底以來，ChatGPT 和其他生成式 AI 工具席捲全球教育界，引起熱烈討論。這種衝擊甚至被比喻為教育界的「數位轉捩點」。正如美國學者 Dobrin 所說，當前 AI 教育浪潮就像 1957 年人類第一顆人造衛星史普特尼克 (Sputnik 1) 衛星發射後所帶來的教育改革，讓各個國家重新思考與重視教育與國家競爭力的關係。臺灣作為一個科技應用迅速的教育環境，同樣面臨這股浪潮的衝擊。

---

\* 國立政治大學教育學系教授、人文處科學教育學門召集人

生成式 AI 不只是新工具，它也改變了「知識如何取得、產生與檢驗的方式」，從根本上挑戰了傳統科學教育對知識來源的信賴。以前老師上課、從課本中學習是科學教育的重點，但現在學生只要問一個問題就能從 AI 得到很多答案，仰賴固定課程與課本的傳統學習方式，其重要性正在快速下降；反而如何問出精準、有深度的科學問題變得更重要。面對這個改變，我們必須認真「重新思考」科學素養的意義。因此本文將從四個角度來討論：首先探討 AI 如何衝擊科學素養的核心；其次看學術研究與教學實務的變化；再來分析高等教育的因應調整；最後提出政策與教育實務的前瞻建議。全面檢視臺灣科學教育在 AI 時代的變革與未來，希望為教育改革提供參考。

## 二、AI 對科學素養核心內容的衝擊

### (一) 從「資訊的擁有者」到「提問的設計師」

傳統的教育方式，科學素養往往強調學生對大量科學知識的掌握。然而，在快速變遷的知識經濟時代，教育的重點已從「獲取與累積知識」轉變為「創造或建構新知」。生成式 AI 的普及讓資訊獲取變得前所未有的便捷，導致傳統以傳授知識為主的學校教育面臨根本性的挑戰。當每個學生都可透過 AI 迅速找到答案，從課本中找答案的學習意義大幅降低。取而代之的，是培養學生「與想法共事」(working with ideas) 的能力，亦即如何訓練學生提出高品質問題：如何向 AI 提問才能產生有價值與意義的回應？這種「提問工程」(question engineering) 的思維，作為「想法」產出的重要起點，正在成為新的核心素養。例如，與其向 AI 提問「什麼是光合作用？」，學生應學習提出如「光合作用在不同光照強度下如何影響植物生長？請 AI 協助設計一個初步的實驗方案，並預測可能的實驗結果」這類更具探究性與複雜度的問題，以引導 AI 產生更有深度的回應。由此可見，在 AI 陪同下的探究過程中，學生應從單純的資訊擁有者角色轉向問題設計師，並以「提示設計」(prompt design) 的方式開始學習與探究，這也是未來培養學生成為「知識工作者」(knowledge workers) 的關鍵一步 (洪焯堯, 2022)。

### (二) 從「解答的複誦者」到「證據的批判者」

生成式 AI 的另一挑戰在於其可能給出錯誤或偏頗的資訊。研究指出，像 ChatGPT 等大模型會產生看似真實卻編造的內容，這種現象被稱為 AI 的「幻覺」。例如，在科學探究過程中，學生可能會請 AI 闡述某個稀有物種的特徵，結果 AI 卻編造出不存在的生理特徵與棲息地。這不僅會讓學生得出錯誤的結

論，也讓他們在學習科學嚴謹性上產生誤導，從而讓師生開始質疑 AI 輸出的可靠性。因此，科學素養的重點需從單純得到正確答案轉向對資訊來源的批判性評估。這與二十一世紀核心能力中所強調的「批判性思維」(critical thinking) 高度契合，它要求學習者凡事應有自己的觀點與想法，並能進行不斷的自我反思與革新，以避免在資訊爆炸、真假難辨的時代中盲從。學生必須培養事實查核與證據評估的能力：面對 AI 給出的解答，要學會追溯來源、檢驗其依據，比對不同 AI 工具的輸出差異、檢視 AI 給出的引用來源是否真實且具學術可靠性，並運用已知科學知識或邏輯推斷來判斷內容的真偽。因此，使用 AI 時必須以批判性的眼光審視 AI 輸出，並用人類的判斷力對其進行評估。換言之，科學素養要強調使用「人腦判斷」來審視 AI 提供的資訊，而非將其當作正確的唯一權威。

### (三) 從「操作既定實驗」到「理解人機協作」

傳統科學教育強調學生親手做實驗、動手操作，探究的核心是透過親身實作來理解科學概念。然而，在 AI 時代，探索過程將轉變為人機協作。例如，學生可運用 AI 分析大量實驗數據、模擬實驗結果，甚至協助設計研究方案。這也意味著，新的科學素養必須包含對 AI 運作方式的基本認識，不能將 AI 視為神祕的「黑箱」，而要理解其運算原理與限制；同時，學生也要學習善用 AI 的能力，例如設定 AI 模型參數、評估 AI 測試的合理性等。對基礎教育階段的學生，應側重於理解 AI 作為工具的優勢與限制；而對高等教育學生，則可能涉及更深入的技術應用和原理解，並思考 AI 在提出初步假設或篩選大量科學文獻上的潛力。這其實是對科學理解方式的新挑戰：當 AI 介入知識探索時，我們如何確保所學到的知識是真實且可靠的？面對人機共存的未來，學生需要了解 AI 參與下的「證據產生過程」，並在其中保持人類的主體性。教師應指導並讓學生明白，科學知識不是單靠 AI 給出的答案，而是人類與 AI 共同反思、驗證後的產物。

## 三、AI 驅動下的科教研究趨勢與教學現場

### (一) 科教研究如何回應 AI ？

隨著 AI 技術的普及，科學教育研究正呈現多面向的變革，這也反映在計畫申請數量的顯著成長上。根據國科會人文處科學教育（暨多元）學門的統計，在近二年，與 AI 議題相關的計畫申請數皆有顯著成長：從 113 年度的 16 件，增長到 114 年度的 28 件，二年中共有 44 件申請案。在科教部分，114 年度較 113

年度在 AI 議題上的申請數增加了 7 件；而在多元部分，AI 議題申請數則增加了 5 件。整體而言，兩類學門的 AI 議題申請案在總申請數中所占的比例都呈現上升趨勢（國科會，2025）。

而筆者在進一步分析本學門的這些 AI 相關研究計畫內容後發現，其研究範疇主要可分為以下幾個面向。首先，生成式 AI 與大型語言模型（LLMs）的應用與整合成為主流趨勢，許多計畫探討如何將 ChatGPT 等工具融入教學，以輔助數位內容策展、論證寫作、科普教學，甚至分析其與人腦活動的關聯。其次，AI 素養與教師專業成長被視為核心研究主題，多個計畫致力於開發 AI 素養評量工具，並設計職前與在職教師培訓課程，以建立教師對 AI 融入教學的正面信念與設計能力。第三，整合多元技術與學習理論，將 AI 與延展實境（XR）等技術結合，並以多種教育理論為基礎。第四，優化教學評量與學習成效評估，利用 AI 提供個人化的即時回饋與精準評估。最後，AI 輔助教育聚焦於特定學科領域，甚至是在醫學教育中企圖開發專門的科技應用等。整體而言，這些研究已從單純使用 AI 工具，發展為系統性地探討 AI 在教學、評量、教師培訓與跨領域應用上的深度內涵與影響。可見與 AI 相關的研究已在科學教育學門內逐步茁壯。

## （二）教學現場的掙扎與創新

然而，教學現場仍面臨諸多挑戰，評量方式的革新是首要難題。由於 AI 能自動生成論文與解答，傳統考試模式面臨嚴重衝擊，教師必須設計出更強調過程評量（如實作任務或口頭表達）的新型評量方式，才能真正評估學生的思考過程與創造力。例如，教師可要求學生利用 AI 輔助設計一個解決某科學問題的實驗方案，並以口頭報告形式，向全班解釋 AI 在設計過程中的角色、自己如何批判 AI 輸出，以及最終決策的理由。評量重點將放在其問題解決思維、批判性判斷及表達能力上，而非單一的實驗結果。此外，數位落差問題日益凸顯，AI 工具的普及需要設備與資源支持，城鄉或不同社經背景的學生可能因資源不均而擴大學習差距。最後，在職教師的適應壓力亦不容忽視，多數現職教師缺乏 AI 相關培訓，在面對新工具時往往感到時間不足與能力有限。為緩解此壓力，可考慮鼓勵教師組成 AI 教學社群互相學習與分享經驗，開發輕量級的 AI 教學工具使用指南，或推動由校內 AI 素養較佳的教師擔任種子教師，提供同儕協助。總體而言，臺灣的教學現場正處於關鍵轉型期，教師們在 AI 帶來的機遇與挑戰之間也需要不斷地探索、學習與進步。

## 四、高等教育的應對與調適

### (一) 師資培育的革新：如何培育下一代科學教師？

面對 AI 帶來的教育衝擊，臺灣的師資培育系統也在改變做法。檢討現有師資培育課程，關鍵是要加入 AI 素養、AI 整合教學策略以及科技倫理等內容。舉例而言，臺灣目前已有多所教育相關大學共同組成「智慧教育師培聯盟」，明確將 AI 輔助教學融入師培課程改革（國立臺中教育大學，2025）。聯盟目標之一即是「提升 AI 教學素養」，要發展 AI 助教系統並共享教學資源；具體做法包括與師資培育的院校合作全面引入 AI 技術、專注 AI 助教與智慧備課系統的應用。此外，教育部也陸續推動師資培訓工作坊，讓師培教授和在職教師學習運用 ChatGPT、NotebookLM 等生成式 AI 進行教學設計與研究。這些做法顯示師培體系正加速將 AI 融入課程與實務。然而，挑戰依然存在：如何在師資培育課程中平衡 AI 工具的應用與批判思維的培養，以及如何運用學校內部資源讓更多師培生獲得相關訓練，都是當前急需解決的問題。

### (二) 科學教育學門的重新定位

AI 革命可能促使科學教育學門重新定位其學術範圍。一方面，科學教育研究本身需要更深入的跨領域整合，如將資訊科學、教育科技甚至哲學倫理學的觀點引入，以適應 AI 時代對素養與教學方式的新需求。另一方面，高教人力結構也將面臨考驗：現有科學教育師資是否擁有足夠的 AI 相關能力去指導新興研究？學門內部可考慮鼓勵現有教師參與跨領域合作研究案、提供學術進修 AI 技術與教育應用，或常態性舉辦校內外 AI 教育應用工作坊，以提升其 AI 素養。同時，新進的博士生學術訓練又是否涵蓋 AI 技術與教育研究方法？這將影響未來師資招募及學科發展。舉例來說，若未來招生未重視 AI 教育素養，可能難以吸引對資訊有興趣或具備資訊素養能力的新生報考；相反地，若教育學系與資訊科學跨界合作開設聯合課程或研究所，則有望培養出跨領域的新型人才。這些變化都說明：科學教育學門必須積極回應 AI 挑戰，進行課程與研究領域的重新定位。

## 五、結語與未來展望：邁向人機共榮的科學教育

總結來說，AI 時代已經來臨，我們不應以恐懼或抵抗的心態對待，而應積極擁抱並深刻反思。面對生成式 AI，科學教育應重新強調人類特有的好奇心、批判性思考與價值判斷能力。本質上，科學素養仍是一種引導人們認識世界的

能力，但其表現形式需要升級：在資訊唾手可得的時代，學會如何提出有價值的問題、如何對資訊進行理性批判、如何運用創造力產出新知，才是科學教育能賦予下一代最珍貴的禮物。當 AI 逐漸取代重複性勞務時，人類獨有的自主意識與創意「想法」將顯得更為重要，教育目標亦需隨之調整，以培養學生從知識消費者轉變為能貢獻社群的知識工作者。針對未來，個人提出以下三點建議：首先，在政策層面，政府應加大資源投入，系統性支持教師的 AI 素養在職訓練，並制定 AI 教育應用的倫理準則與法規。聯合國教科文組織已建議應立即制定相關規範，以確保 AI 在教育中的應用始終以「以人為本」的理念為核心，符合學生最大利益 (UNESCO, 2023)。我們的政府也可參考此建議，主導跨部會合作，明確教育科技的發展方向與底線。其次，在學術層面，應鼓勵成立跨領域研究團隊，開展長期追蹤研究，建立本土化的 AI 教學實證基礎。例如可與科學教育、資訊科學、或教育科技等相關單位合作，探索 AI 輔助的科學學習實踐模式，及其對學習成效的影響。最後，在教育實務層面，應把「人機協作」放在教學核心：學校和教師應引導學生學會利用 AI 來解決複雜問題，同時保持對 AI 結果的批判性態度；讓 AI 成為「助手」，而非取代學生思考的「主導者」。

總之，在一個答案唾手可得的時代，臺灣的科學教育需要重新定位：學習不再只是找到權威的「標準答案」，而是在與 AI 共同工作中磨練提問、思辨與創造的能力。正如 UNESCO (2023) 所言，AI 教育的發展應始終秉承以人為本的理念，未來的科學教育使命是幫助學生駕馭 AI、善用 AI，而非被 AI 所駕馭。我們期待臺灣的教育體系能在變革中前行，為下一代搭建出真正人機共榮的科學學習之路。

## 參考文獻

- 洪煌堯 (2022)。〈「想法中心教育」的跨域研究趨勢〉，《人文與社會科學簡訊》23 卷 2 期，頁 33-39。
- 國立臺中教育大學 (2025)。AIEC 評量與評鑑中心。取自：<https://aiiec.ntcu.edu.tw>。
- 國家科學及技術委員會 (2025)。學術補助獎勵查詢系統。取自：<https://wsts.nstc.gov.tw/STSWeb/Award/AwardMultiQuery.aspx>。
- 聯合國教科文組織 (UNESCO) (2023)。《教育與研究領域生成式人工智慧指導方針》(Guidance for generative AI in education and research)。取自：<https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>。