

生成式 AI 支持 POE 探究教案之設計： 強化資料觀察到證據解釋

丁信中

文藻外語大學師資培育中心

100476@mail.wzu.edu.tw

摘要：本文以大學通識課程「跨科技整合與應用」中的「PM2.5 危害與健康」單元為例，探討生成式 AI 如何支持 POE (Predict–Observe–Explain) 探究教學中的資料觀察與證據解釋。面對 PM2.5 具有時間、空間變化及多重影響因素的特性，本教學設計將 POE 中的 Observation 由直接現象觀察延伸至空氣品質資料的蒐集、比較、趨勢辨識與關係判讀；在 Explanation 階段，則引導學生由資料中選取具有解釋力的資訊，形成證據並提出有證據基礎的科學解釋，建構「預測—資料觀察—證據形成—證據解釋」的探究歷程。生成式 AI 在其中定位為認知與教學支持工具，協助資料整理、比較、提問、追問及解釋檢核，而非作為資料來源或答案提供者。本教學設計並進一步將證據解釋延伸至生活方案評估、行動實踐與反思，並規劃透過形成性、歷程及成果評量檢視學生的資料判讀與 AI 使用歷程。本文亦強調教師須把關科學正確性、資料可信度及 AI 生成內容，使生成式 AI 真正支持學生的科學素養、證據推理、問題解決與生活決策。

■ 前言

PM2.5 與日常生活、空氣品質及健康風險密切相關，也是學生經常接觸卻不容易僅憑直接觀察理解的環境議題。PM2.5 濃度會隨地點、時間、氣象條件及污染來源而產生變化，因此教學若僅停留於粒徑、來源與健康影響等概念介紹，學生較難進一步理解真實環境中的空氣品質如何變化，以及如何運用科學資料進行判斷。對通識課程而言，如何將生活議題轉化為學生可以提出問題、蒐集資料、形成解釋並做出生活決策的探究歷程，是值得關注的教學議題。本教學設計即以大學通識課程「跨科技整合與應用」中的「PM2.5 危害與健康」單元為設計情境，結合科學概念、科技工具、資料探究與生活決策，建立由生活情境走向預測、資料觀察、證據解釋與行動應用的學習歷程。

POE (Predict–Observe–Explain) 透過「預測—觀察—解釋」引導學生外顯原有想法，再依據觀察結果重新檢視與解釋現象，近年亦被運用於能源等生活化與跨領域科學議題 (Wang & Wang, 2023)。然而，PM2.5 這類真實環境問題往往無法在一般教室中以單一實驗完整重現，學生所需要觀察的也不只是眼前現象，而包括不同測站、時間與氣象條件下持續變動的真實

資料。近年科學教育中的資料素養研究亦強調，學生須具備資料取得、分析、視覺化、解釋與應用等能力 (Qiao et al., 2024)。因此，如何將 POE 中的 O 由直接的「現象觀察」延伸至科學資料的蒐集、比較與判讀，成為本教學設計的重要起點。

另一方面，觀察到資料差異並不代表學生已形成科學解釋。Duschl 等人 (2021) 指出，科學知識建構涉及由觀察與測量形成資料，再經選擇與詮釋，使資料成為支持特定主張的證據，最後形成或修正解釋。換言之，學生除了要能「讀到數據」，更需要學會判斷哪些資料具有證據功能，以及這些證據如何支持所提出的解釋。生成式 AI 的出現，則提供資料整理、比較、提問、概念表徵及解釋檢核等新的支持可能。相關研究顯示，生成式 AI 可作為探究教學設計與科學學習的協作工具，但其生成內容仍涉及正確性、可信度與判斷問題，不能取代教師的專業把關及學生本身的證據推理 (Cooper, 2023; Moundridou et al., 2024)。

本教學設計係奠基於作者過去在大學通識課程「跨科技整合與應用」中融入 PM2.5 議題、POE 探究及數位工具之教學經驗，並進一步參考近年生成式 AI 與科學資料素養相關研究重新整理與深化。先前於此課程中已融入部分 POE、資料觀察及 AI 輔助學習活動，惟尚未依本文所建構之完整架構進行系統性實施。因此，本文主要目的在於提出一套可供後續教學實踐與驗證的設計架構，而非呈現完整教學介入後之實證成效。

基於上述考量，本文以「PM2.5 危害與健康」為例，提出生成式 AI 支持的 POE 探究教學設計，將 POE 中的 Observation 聚焦於真實空氣品質資料的觀察與判讀，並將 Explanation 深化為由資料選取證據、提出理由及檢核解釋的歷程，其核心可概括為「P 預測 → O 資料觀察 → 資料判讀與證據形成 → E 證據解釋」。生成式 AI 在其中並非資料或答案的來源，而是支持學生進行資料理解、追問、比較與解釋檢核的工具；在證據解釋之後，課程再進一步延伸至生活方案評估、行動實踐與反思。期望透過此一設計，提供生活科學與通識課程運用生成式 AI、真實資料與 POE 進行探究教學的具體參考。

■ POE 中的資料觀察與證據解釋

一、從現象觀察到資料觀察

POE (Predict–Observe–Explain) 以預測、觀察與解釋形成連續的探究歷程，學生先依據既有經驗或先備概念提出預測，再透過實驗或現象觀察檢視原有想法，最後對觀察結果提出解釋。近年的 POE 研究顯示，此模式不僅可應用於傳統實驗，也能延伸至能源等跨領域與生活情境。例如 Wang 與 Wang (2023) 將 POE 運用於國中風力能源課程，顯示 POE 可支持學生進行獨立思考、概念理解及真實問題的探究。

PM2.5、氣候變遷或能源等生活科學議題具有時間變化、空間差異與多重影響因素，不易透過單一課堂實驗完整呈現。因此，POE 中的 O (Observe) 可由直接觀察實驗現象，進一步延伸至真實科學資料的蒐集、比較與判讀。當觀察對象由直接可見的實驗現象延伸至科學資料時，學生所需進行的「觀察」也包含對資料的取得、整理、比較與解讀，而涉及相應的資料素養能力。Qiao 等人 (2024) 指出 science data literacy 涵蓋資料取得、組織管理、分析、視覺化、解釋及溝通等能力；Kang 等人 (2026) 進一步指出，高等教育科學學習亦常運用公開或既有的大型資料進行探究，而非侷限於學生自行產生的實驗數據。

因此，本文所稱的「資料觀察」並非另行提出新的探究教學模式，而是將 POE 中的 Observation，由直接觀看實驗或自然現象，擴充為對真實科學資料進行蒐集、比較、趨勢辨識與關係判讀的學習歷程。此一作法特別適合 PM2.5 等具有大量公開監測資料，卻難以在一般教室中完整重現的生活科學議題。

二、從資料到證據，再到解釋

觀察到資料並不同於已形成科學證據，更不代表學生已能提出科學解釋。Duschl 等人 (2021) 提出 Evidence–Explanation Continuum，指出科學知識建構包含由觀察與測量形成資料，再經過選擇與詮釋，使資料轉化為能支持特定主張的證據，進而形成或修正解釋。換言之，data 並不同於 evidence；資料必須經過判讀，並被用來支持某項主張，才具有證據功能。Novak 與 Treagust (2022) 在真實溪流水質探究中，讓學生持續蒐集與分析 pH、溫度、導電度及溶氧等資料，並隨新資料加入逐步修正解釋。此歷程要求學生不只辨識資料模式，也須決定哪些資料可以作為支持主張的證據。McLure (2023) 亦指出，學生的科學解釋常停留於描述觀察結果，未能進一步連結因果推理與科學概念，因此需要適當的教學鷹架協助其由觀察走向解釋。

據此，本文將 PM2.5 議題中的 POE 聚焦為：O 階段透過真實空氣品質監測資料觀察不同地點、時間及氣象條件下的 PM2.5 變化；進入 E 階段後，則由資料中選取具有解釋力的資訊，判斷哪些資料足以支持主張，最後形成有證據基礎的解釋。其核心歷程可表示為：

P 預測 → O 資料觀察 → 資料判讀與證據形成 → E 證據解釋

生成式 AI 在其中並非資料來源或答案提供者，而是協助學生進行資料整理、比較、追問與解釋檢核的支持工具；學生仍須回到原始資料，判斷 AI 提出的說法是否具有證據支持。換言之，AI 融入 POE 的價值，在於支持學生經歷由 data → evidence → explanation 的科學知識建構歷程。

■ 生成式 AI 支持 POE 探究教學之設計

一、生成式 AI 在探究教學中的支持角色

生成式 AI 應用於科學教學的價值，不宜僅理解為快速產生教材或提供問題答案，而應視其能否嵌入具有明確學習目的的探究歷程。Moundridou 等人 (2024) 以探究式學習為架構，指出生成式 AI 可依不同探究階段協助教師進行內容建構、學習活動設計、評量與回饋。Cooper (2023) 亦指出，ChatGPT 等生成式 AI 可應用於科學概念說明、問題生成、互動提問與學習支援；Tang (2024) 則從科學語言與素養觀點提出，生成式 AI 可支持對話、批判提問、論證及多模態表徵等學習活動。Almasri (2024) 的系統性回顧亦顯示，AI 的教育價值仍須透過適當的教學設計與教師引導才能發揮。

基於此，本教學設計將生成式 AI 定位為 POE 探究歷程中的認知與教學支持工具。在教師端，AI 可協助科學概念視覺化、設計不同層次的提問與追問、預想學生可能回應，以及規劃學習任務與評量；在學生端，則可支持資料整理、比較、圖表理解、提出可能解釋與檢視不同觀點。然而，PM2.5 資料的可信度、科學概念的正確性、問題難度及評量標準，仍須由教師進行專業判斷與把關。

二、生成式 AI 支持 POE 探究教學之架構

本教學設計以大學通識課程「跨科技整合與應用」中的「PM2.5 危害與健康」單元為情境，將 POE 由「預測—現象觀察—解釋」轉化為適合真實環境議題的「預測—資料觀察—證據解釋」，並再延伸至生活決策與行動反思。為呈現此設計的概念關係，本文將生成式 AI、POE 與資料—證據推理的關係整理如圖 1。

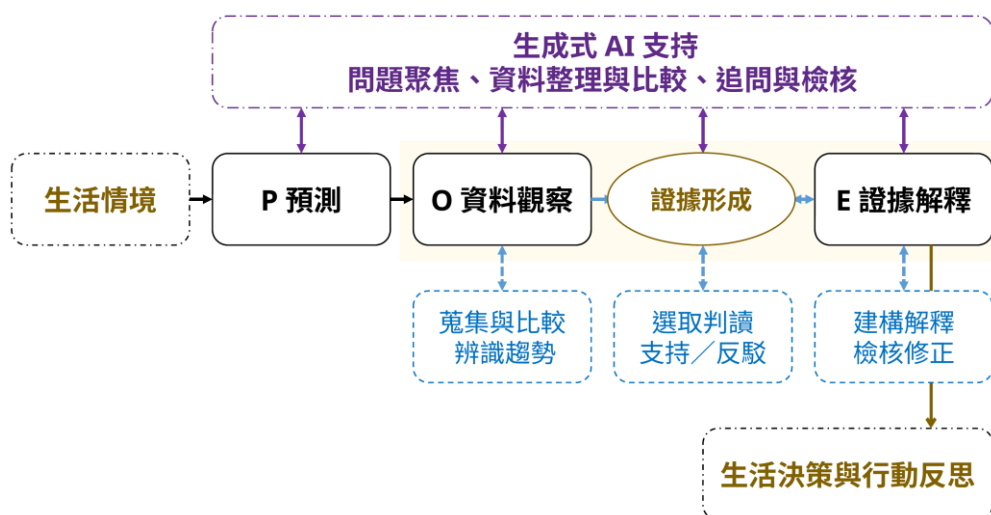


圖 1 生成式 AI 支持 POE 探究教學中的資料觀察與證據解釋模式

本模式以 POE 為基本架構，生活情境作為探究前導，P、O 與 E 維持 POE 的核心階段；其中「證據形成」並非新增的 POE 階段，而是 O 由資料觀察走向 E 證據解釋的認知橋梁。生

成式 AI 則作為上位支持，分別協助問題聚焦、資料整理與比較，以及追問與檢核；完成 E 階段後，再將科學解釋延伸至生活決策與行動反思。

在 P (Predict)階段，教師以空污生活經驗引發問題，請學生預測不同地區或時段的 PM2.5 差異，並說明理由，以外顯既有經驗與先備概念。在 O (Observe) 階段，學生運用空氣品質監測網、EdiGreen、AirVisual 等數位工具，蒐集 PM2.5、AQI、地點、時間及相關氣象資訊，比較不同區域或時段的資料；生成式 AI 可協助進行資料摘要、圖表整理、比較條件確認及產生進一步追問，但原始監測資料仍是後續判斷的主要依據。

進入 E (Explain) 階段後，學生須根據資料選取具有解釋力的資訊，連結季節、風向、交通活動或工業排放等可能因素，提出有證據支持的解釋。生成式 AI 可協助提出不同可能性、產生追問與反例，但學生仍須回到原始資料檢核其合理性。此一設計使 POE 中的 O 與 E 形成「資料觀察—資料判讀—證據形成—科學解釋」的連續認知歷程（見表 1）。

表 1 生成式 AI 支持 PM2.5 POE 探究教學的主要架構

教學階段	學生主要任務	探究重點	生成式 AI 的支持功能
生活情境	觀察空污生活現象並提出問題	問題覺察	科學概念視覺化、情境問題引導
Predict 預測	預測地區或時段 PM2.5 差異並提出理由	外顯先備概念、形成可檢驗想法	協助問題聚焦、產生追問
Observe 資料觀察	蒐集、整理與比較 PM2.5、AQI、時間、地點及氣象資料	辨識差異、趨勢與關係	資料摘要、比較、圖表理解與追問
Explain 證據解釋	選取適當資料作為證據並提出原因解釋	資料轉化為證據、建立因果推理	提出可能解釋、反例與檢核問題
生活決策 與行動	評估健康風險並提出可行方案	知識應用、決策與反思	協助比較方案與思考可能影響

因此，本設計並非改變 POE 原有的基本精神，而是以真實環境資料深化 Observation，以證據推理深化 Explanation，再以生成式 AI 提供認知支持，使 POE 能更適合 PM2.5 這類具有動態資料、多重變因且與生活決策密切相關的科學議題。

三、科技工具、學習任務與評量設計

在科技工具的運用上，本設計特別區分「資料來源工具」與「生成式 AI 支持工具」。就生成式 AI 而言，本教學設計不限定特定平台，主要係指 ChatGPT、Gemini 等具備對話、文

字整理、問題生成、資料比較與解釋檢核功能之通用型生成式 AI 工具；實際教學時，可依工具之可用性、功能差異及相關使用規範選擇適切平台。空氣品質監測網、EdiGreen 與 AirVisual 主要提供 PM2.5、AQI(Air Quality Index)、測站、區域比較及相關空氣品質資訊，讓學生取得及比較真實資料；在資料觀察與證據解釋相關任務中，生成式 AI 則置於資料取得之後，協助資料摘要、圖表整理、趨勢比較、關鍵資訊辨識及解釋檢核。因此，AI 本身不是證據來源，而是協助學生處理資料及檢視解釋的工具。

學生的學習任務依序由界定問題、蒐集資料、分析比較、解釋推論走向行動決策，例如比較高雄不同行政區的 PM2.5 變化、分析不同時段的變化趨勢，或探討風向、交通與其他環境條件的可能關聯；完成資料分析後，再提出改善或防護方案，並以海報、簡報、影片或數據圖表等方式呈現成果。此設計使學生由「知道 PM2.5」進一步走向「能從資料發現問題、以證據提出解釋，並將科學理解應用於生活」。

生成式 AI 的加入也使評量不宜只著重最後答案或作品。Xia 等人 (2024) 指出，生成式 AI 正促使高等教育重新思考評量、回饋與學習歷程的關係；Bearman 等人 (2024) 則強調 evaluative judgement 的重要性，學生除了要能判斷 AI 輸出的品質，也應能檢視使用 AI 的過程。因此，本單元規劃形成性評量、探究歷程評量、作品任務評量與總結性評量，分別關注課堂提問與回饋、資料來源與比較方法、證據選取與 AI 輸出檢核，以及成果的科學性與生活應用，使評量能呈現學生由資料觀察走向證據解釋與生活決策的學習歷程。

■ 從資料觀察到證據解釋的教學操作設計

一、以真實問題引導資料蒐集

PM2.5 具有時間與空間變化，單一數值往往無法直接說明空氣品質形成的原因。因此，本教學設計先引導學生界定可透過資料回答的問題，例如：「高雄哪一個行政區的 PM2.5 較高？」「一天中不同時段是否有所差異？」「風向、風速或交通活動可能與 PM2.5 變化有何關聯？」學生再依問題選取地區、時間範圍及比較條件，利用空氣品質監測網及相關工具蒐集 PM2.5、AQI、時間、地點與氣象等資料。此階段的重點是先由可信賴的原始資料建立觀察基礎，而非直接向生成式 AI 詢問結論。在教學設計上，可依 POE 不同階段安排生成式 AI 的介入時機。P 階段先由學生提出預測與理由，再視需要運用 AI 協助問題聚焦與追問；進入 O 階段後，則採取「先資料、後 AI」原則，要求學生先取得並初步判讀原始監測資料，再使用生成式 AI 協助資料整理、確認比較條件及提出延伸問題。至於原因解釋與結論建構，則保留至 E (Explanation) 階段，由學生先依據原始資料提出初步解釋後，再運用 AI 進行追問、反例思考與解釋檢核。如此可使生成式 AI 維持其在探究歷程中的支持角色，而非取代學生自行判讀資料與形成解釋。

二、O 階段：由數值閱讀走向資料觀察

在 O (Observation) 階段，學生先整理所蒐集的資料，再透過折線圖、長條圖、地圖或不同時段比較，辨識資料中的差異、趨勢與可能關係。例如，學生可比較高雄市前鎮、鳳山與左營等地區一週中的 PM2.5 濃度變化，亦可將 PM2.5 與風速等氣象資料並列，觀察兩者是否呈現特定的變化關係。

此階段主要回答的是「資料顯示了什麼？」，而非立即回答「為什麼會這樣？」生成式 AI 可以協助學生整理資料、轉換表格或圖表形式，以及產生比較問題，例如「哪些日期的差異最大？」或「還可以比較哪些氣象條件？」等問題。對於 AI 所提出的趨勢或關係，可要求學生回到原始監測資料，確認相對應的測站、日期、時段及相關變項，並透過原始數值或重新整理之圖表進行比對，判斷 AI 的說法是否獲得資料支持。若無法由原始資料加以驗證，則不作為後續證據解釋的依據。

三、由資料判讀形成證據

資料觀察之後，學生進一步判斷哪些資料與探究問題真正有關。例如，發現某一地區 PM2.5 較高，只能說明「不同地區存在濃度差異」，尚不足以直接推論其原因。若學生認為「可能與交通活動較頻繁有關」，就必須再檢視不同時段的交通情形、鄰近污染來源、風向、風速或其他相關資料，判斷是否能支持這項主張。

因此，本教學設計要求學生依探究問題進行資料的選擇、比較與判讀，並說明哪些資料可支持或反駁自己的主張。生成式 AI 在此階段主要扮演「追問者」的角色，例如協助學生思考：「還需要哪些資料才能支持這項推論？」、「風向是否可能改變這個判斷？」、「是否存在不支持原先想法的資料？」，其目的不是替學生確認答案，而是協助揭露證據不足之處，促使學生再回到資料進行檢核。

四、E 階段：以證據建構並檢核解釋

進入 E (Explanation) 階段後，學生須根據前述資料觀察與證據選取提出解釋。例如，若學生同時觀察到某地區特定時段 PM2.5 升高、風速下降，並具有相應的交通或污染來源資訊，即可將相關資料組織為證據，提出「在該時段較不利於污染物擴散，加上可能的排放活動，使 PM2.5 濃度升高」等暫時性解釋。教學上仍須提醒學生，資料間的相關性不等同於已證明單一因果關係，因此解釋應說明目前證據所能支持的範圍。

生成式 AI 可協助學生比較不同可能解釋、指出尚未考慮的變項，或協助將描述性文字整理成較具「主張—證據—理由」結構的表達；但最終仍須由學生逐項檢核相關理由是否能由實際資料支持。因此，本單元由 O 進入 E 的教學操作可整理為：觀察資料 → 發現差異與趨

勢 → 選取相關資料 → 判斷證據 → 提出解釋 → 檢核與修正解釋等階段。在這個歷程中，生成式 AI 提供資料整理、追問、比較及解釋檢核等支持，使科技工具用以支持證據推理，而非取代學生的探究。

■ 從證據解釋延伸至生活決策與行動反思

一、由證據解釋走向生活決策

在 PM2.5 探究中，學生完成資料觀察與證據解釋後，學習不宜停留在「為什麼會有這樣的空氣品質變化」，而應進一步思考「這些證據對我的生活有何意義，以及可以採取什麼行動」。換言之，科學解釋是生活決策的重要基礎，但由證據形成解釋，並不同於證據本身已直接決定應採取何種行動。Bird 等人 (2023) 在環境公民科學研究中指出，學生可以運用所蒐集的科學資料進行環境決策，但資料能夠支持決策，卻不會自行提供應採取何種行動的答案；實際決策仍涉及問題如何被界定、希望達成的目標，以及對不同方案效果與價值的判斷。

因此，本單元在 E 階段形成證據解釋後，進一步引導學生依據 PM2.5 資料與健康風險，提出個人或小組可行的生活改善方案，例如調整戶外活動時間、養成查詢空氣品質指標的習慣、選擇適當的通勤方式，或思考降低生活中污染排放的可能作法。學生不能僅以「PM2.5 高，所以應該少出門」作為結論，而須進一步比較不同方案，評估其可行性、成本效益、健康影響、環境影響及持續性，再說明選擇某項方案的理由。此一設計使學生由「根據證據解釋現象」進一步走向「根據證據評估選項並做出決策」。本教學設計亦將探究發現、方案構思、方案評估與行動實踐安排為連續的學習歷程。

值得注意的是，以證據做決策仍可能受到原有立場與偏好的影響。Ha 等人 (2023) 研究職前教師處理 COVID-19 社會性科學議題時發現，部分學習者會先形成決定，再選擇能支持既定立場的證據，形成「先有結論、再找證據」的情形。研究因此指出，進行科學相關決策時，需要更平衡地檢視不同證據，而非只採用支持原先想法的資料。對 PM2.5 教學而言，這也提醒教師應要求學生檢查是否存在不支持原有解釋的資料，並比較不同可能因素，使生活決策建立在較完整的證據判讀上，而非僅以單一數據支持既有立場。

二、行動實踐與學習反思

生活決策若僅停留在方案提出，仍不足以呈現科學知識在真實生活中的應用。因此，本教學設計進一步規劃將學生所形成的決策轉化為可實踐的行動，並要求記錄結果與進行反思。例如，學生可在一段時間內記錄每日空氣品質、個人戶外活動安排及所採取的防護措施，觀察原先規劃是否可行；亦可針對小組提出的改善方案，檢視實際執行時遭遇的限制，據以調

整原有方案。教材因此形成「探究發現→構思方案→方案評估→行動實踐→檢核改善」的歷程，使學生有機會將科學探究結果實際帶入生活情境。

Bird 等人 (2023) 的研究亦顯示，真實環境探究可以讓學生經歷較完整的資料生命週期 (data lifecycle)，從資料蒐集與解讀，進一步進入問題辨識、決策與行動，並在行動後重新評估結果與問題。研究特別指出，若希望學生真正學會「使用科學」，教學不能只讓學生產生或分析資料，也應提供機會讓其運用資料處理真實問題，並在決策與行動後持續進行評估。

在此歷程中，生成式 AI 仍維持支持角色。學生可利用 AI 比較不同方案可能涉及的健康、環境或生活影響，產生尚未考慮的問題，或協助整理行動紀錄與反思內容；但 AI 不能代替學生決定「什麼方案最值得採取」。學生仍需依據科學證據、個人與環境條件及方案實際成效作出判斷，並在實踐後重新檢視原有決策。如此一來，PM2.5 的 POE 探究便由「P 預測—O 資料觀察—E 證據解釋」進一步延伸至生活決策、行動實踐與反思修正，使科學知識不只用來說明現象，也成為學生理解生活問題與形成負責任行動的重要基礎。

■ 生成式 AI 支持教學的反思與教師專業把關

一、生成式 AI 支持探究教學的專業把關

生成式 AI 能協助科學概念與資料視覺化、產生提問與追問、規劃探究任務及設計評量，但其生成內容並不必然具有科學正確性，也可能出現資料來源不明、過度簡化或推論超出證據範圍等問題。Cooper (2023) 即指出，生成式 AI 雖為科學教育帶來新的教學可能，也同時伴隨資訊正確性與使用判斷等挑戰。因此，AI 融入 POE 探究教學後，教師的角色並未減少，反而更需要進行科學內容與學習歷程的專業把關。

本教學設計將教師把關聚焦於四個面向：首先，確認 PM2.5 科學概念、空氣品質資料來源及 AI 生成內容的正確性與可信度；其次，依學生程度調整問題難度、學習鷹架與活動安全性；第三，依 POE 不同階段安排生成式 AI 的介入時機與功能，其中 O 階段採取「先資料、後 AI」原則，E 階段則要求學生先形成初步解釋，再運用 AI 進行追問、反例思考與解釋檢核，以避免 AI 直接取代學生形成探究結論，並保留學生預測、資料判讀、證據選取及解釋修正的歷程；最後，檢視教學目標、學習任務與評量是否相互對應，使 AI 的使用真正支持科學理解、資料素養與問題解決，而非成為額外增加的科技活動。這些原則亦與本單元原有的 AI 協作教學設計反思一致。

二、由「使用 AI」走向「以 AI 支持學習」

從本單元的設計歷程來看，AI 融入教學的關鍵並不在於增加多少 AI 工具，而在於是否能將科技功能轉化為具有明確目的的學習任務。Almasri (2024) 對 AI 應用於科學教育研究的回顧亦顯示，AI 的教育價值須透過適當的教學設計與教師引導才能發揮。因此，本單元並未將「使用生成式 AI」本身設定為學習成果，而是藉由 AI 協助學生由「看空污」走向「讀數據」、由「猜原因」走向「用證據解釋」，再由「知道防護」進一步形成生活決策與行動。

這也使教師的教學關注由「AI 能做什麼」轉向「學生因為 AI 的支持而多經歷了哪些思考」。例如，AI 是否促使學生提出新的比較問題？是否發現原有解釋的證據不足？是否能判斷 AI 產出的內容與原始資料是否一致？這些過程比 AI 生成答案本身更具有學習價值，也與前述評量中強調學生對 AI 輸出進行判斷與檢核的 *evaluative judgement* 相呼應。

因此，生成式 AI 在本教學設計中的定位不是取代教師完成教學，也不是替學生完成探究，而是協助教師把科學知識轉化為可探究、可互動、可評量與可應用的學習歷程。當科技工具、POE 探究、資料證據與生活決策能彼此連結時，AI 才真正成為支持科學學習的工具，而非教學活動的目的本身。

■ 結語

本文以 PM2.5 危害與健康議題為例，嘗試將生成式 AI 置於 POE 探究教學的支持角色，並進一步深化 POE 中 Observation 與 Explanation 的學習歷程。相較於僅觀察單一實驗現象，本設計引導學生運用真實空氣品質監測資料進行蒐集、比較與判讀，使 O 階段由「現象觀察」延伸至「資料觀察」；進入 E 階段後，則進一步要求學生辨識哪些資料具有支持主張的功能，經由證據選取與因果推理形成有證據基礎的解釋。

生成式 AI 在此歷程中並非資料來源，也不替學生提供最終答案，而是協助進行資料整理、比較、追問、可能解釋與反思檢核。學生仍須回到原始資料判斷 AI 產出的合理性，教師則負責科學正確性、資料可信度、探究歷程及評量設計的專業把關。惟本文所提出之架構目前主要屬於教學設計，尚待後續課程依完整流程進行系統性實施，並蒐集學生資料判讀、證據建構與 AI 使用歷程，以進一步檢視其教學可行性與學習成效。此外，本教學設計並未將證據解釋視為學習終點，而是進一步引導學生依據探究結果評估生活方案、採取行動並進行反思，使學習歷程由預測、資料觀察、證據解釋，延伸至生活決策與行動實踐。透過 POE、真實科學資料與生成式 AI 的相互支持，期待使 PM2.5 等生活科學議題不只成為知識學習的內容，更成為培養科學素養、證據推理、問題解決與負責任生活決策的教學情境。

■ 參考文獻

- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54(5), 977–997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Bearman, M., Tai, J., Dawson, P., Boud, D., & Ajjawi, R. (2024). Developing evaluative judgement for a time of generative artificial intelligence. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 49(6), 893–905. <https://doi.org/10.1080/02602938.2024.2335321>
- Bird, E. B., Ballard, H. L., & Harte, M. (2023). Data to decision-making: How elementary students use their Community and Citizen Science project to reimagine their school campus. *Instructional Science*, 51(5), 763–791. <https://doi.org/10.1007/s11251-022-09612-6>
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Duschl, R., Avraamidou, L., & Azevedo, N. H. (2021). Data-texts in the sciences: The evidence-explanation continuum. *Science & Education*, 30(5), 1159–1181. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00225-y>
- Ha, H., Park, W., & Song, J. (2023). Preservice elementary teachers' socioscientific reasoning during a decision-making activity in the context of COVID-19. *Science & Education*, 32(6), 1869–1886. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00359-7>
- Kang, J., Na, C., Diederich, M., Swanson, H., & Yan, L. (2026). Cultivating science data literacy in K-16 science education through data practices: A systematic review. *Instructional Science*, 54, Article 50. <https://doi.org/10.1007/s11251-026-09803-5>
- McLure, F. (2023). The thinking frames approach: Improving high school students' written explanations of phenomena in science. *Research in Science Education*, 53(1), 173–191. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10052-y>
- Moundridou, M., Matzakos, N., & Doukakis, S. (2024). Generative AI tools as educators' assistants: Designing and implementing inquiry-based lesson plans. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, Article 100277. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100277>
- Novak, A. M., & Treagust, D. F. (2022). Supporting the development of scientific understanding when constructing an evolving explanation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), Article 3. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00043-w>
- Qiao, C., Chen, Y., Guo, Q., & Yu, Y. (2024). Understanding science data literacy: A conceptual framework and assessment tool for college students majoring in STEM. *International Journal of STEM Education*, 11(1), Article 25. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00484-5>
- Tang, K.-S. (2024). Informing research on generative artificial intelligence from a language and literacy perspective: A meta-synthesis of studies in science education. *Science Education*, 108(5), 1329–1355. <https://doi.org/10.1002/scs.21875>

- Wang, J. C., & Wang, T. H. (2023). Learning effectiveness of energy education in junior high schools: Implementation of action research and the predict–observe–explain model to STEM course. *Heliyon*, 9(3), Article e14058. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14058>
- Xia, Q., Weng, X., Ouyang, F., Lin, T. J., & Chiu, T. K. F. (2024). A scoping review on how generative artificial intelligence transforms assessment in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), Article 40. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00468-z>