

114學年度科學教育專案年度期中報告綱要

計畫編號：49

計畫名稱：GenAI 對於國小三年級學童社會科學議題之科學閱讀之影響

主持人：李蕙君

執行單位：高雄市楠梓區楠梓國民小學

壹、計畫目的及內容

一、研究背景與動機

隨著生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, GenAI）於教育領域快速普及，對於教學與學習的影響已經引發廣泛關注。GenAI 是以大型語言模型（Large Language Models, LLMs）為核心基礎，經由巨量語料訓練以擬仿人類的語言推理與內容生成能力，並可依據使用者輸入之提示語（prompts）產生新的文本、圖像等多樣化數位產出（Chiu, 2023；Dwivedi et al., 2023）。以 GPT-3 為代表之 LLM 而言，其運作機制奠基於深度學習架構，透過大量資料的參數調整以生成形式流暢且具擬人化特質的語句（Floridi & Chiriatti, 2020）。GenAI 工具運用已經涵蓋教學設計、學習歷程、評量模式與行政運作等面向，對教育發展帶來巨大的變革（Chiu, 2023）。

由於大型語言模型中所依據之訓練資料本身可能內含偏誤（Krist & Kubisch, 2023），因此學生在閱讀 GenAI 生成的科學內容時，必須具備辨識、分析與評估文本的能力，以避免受資料偏誤或模型限制所造成的誤導。GenAI 融入科學學習時，學生應該對所生成內容具有批判檢視的能力（Tang, 2024），提升學生的批判性識讀能力是重要的教育目標。

隨著 GenAI 快速發展（如 ChatGPT 或 Google Gemini/Bard），教師已開始運用人工智慧工具以支持科學學習（Bitzenbauer, 2023）。採用自然語言處理模型的 GenAI 能依據使用者輸入生成看似高品質之文本，並具備以簡化語言表徵複雜科學概念的能力（Herget & Alegre, 2023）。然而，GenAI 在協助學生理解科學研究時亦存在若干侷限。Dwivedi 等（2023）就提出 GenAI 生成內容多是基於自然語言處理中對結果機率的估算，而非建立於科學論證的邏輯推理之上。

目前大多數科學教育研究聚焦於如何將 GenAI 作為學生科學概念理解的評量工具（Zhai & Nehm, 2023）。僅有少數研究探討學生面對 GenAI 所生成的科學情境時，如何閱讀並評量 GenAI 所產出的內容。學生不應僅被動接受 GenAI 所提供之科學資訊，而是應該能詮釋文本中的科學元素，並發展對其語言生成文本特徵的覺察，並利用自身對科學與 GenAI 的知識論，閱讀 GenAI 所生成的科學文本。

Yore 與 Tang (2022) 指出，學生在閱讀科學文本時，除了要能擷取與推理資訊外，也需發展對於體裁（genre）的覺察，並基於對於科學知識論的理解來

掌握文本所承載的意義。這樣的觀點也適用於閱讀由 GenAI 所生成的科學文本。學生在面對此類文本時，必須同時運用其對於科學知識本質與人工智慧運作原理的知識論理解，以評析文本中所呈現的科學資訊 (Cheung, Pun & Fu, 2023)。

Cheung 等人 (2024) 提出的「整體性閱讀」強調，學生在詮釋 (interpret) 學科文本片段時，需同時展開兩層推理歷程：一是針對文本內容本身的理解，二是對文本體裁特性與知識論層面進行的推論。換言之，「整體性科學閱讀」強調讀者除了需要理解科學文本內容，亦需辨識其文本體裁與科學知識論建構方式，從而形成更完整的閱讀評析歷程。

二、研究目的與研究問題

Cheung 等人 (2024b) 人工智慧 (AI) 在科學教育認識論系統性綜述中認為，國小高年級學生應該開始發展 AI 科學認識論洞察的初步理解，因此本研究對象設定為國小六年級學生。

本研究旨在探究國小六年級學生在 GenAI 情境中閱讀能源議題的社會性科學議題文本時，所呈現的整體性科學閱讀表現。參考 Cheung 等人 (2024) 提出之整體性閱讀三個構面——內容詮釋 (Content-Interpretation, CI)、體裁推理 (Genre-Reasoning, GR) 與知識論評量 (Epistemic-Evaluation, EE) 作為課程設計與分析架構，檢視分析學生如何理解 GenAI 所生成的科學文本。

研究問題如下：

問題一：在 GenAI 情境中，學生閱讀能源 SSI 議題的科學文本，關於內容詮釋、體裁推理與知識論評量的閱讀表現為何？

問題二：在「能源議題 SSI 基礎背景知識」課程模組、「整體性科學閱讀教學模組」實施後，學生在 GenAI 情境中內容詮釋、體裁推理與知識論評量表現為何？

貳、文獻探討

一、能源主題社會性科學議題科學閱讀

社會性科學議題 (Socio-scientific issue, SSI) 是涉及科學、社會、倫理及環境等多個層面，具有高度不確定性的綜合問題，例如氣候變遷等。SSI 複雜性和跨學科性質使其成為現代教育中一個重要的教學內容，因為它不僅挑戰了學生的科學知識，也挑戰道德判斷與批判性思維 (Sadler, 2004)。解決 SSI 問題，學生不僅需要具備科學知識，還需要整合其他學科知識並基於不同社會文化做出證據導向的推理、道德判斷和決策。不僅能讓學生在面對複雜社會問題時具備更全面的視角，也能幫助發展出批判性分析和決策能力。

當代能源生產、永續發展與公共決策等議題之中，學生閱讀社會性科學議

題文本的科學閱讀是重要知識來源。閱讀社會性科學議題文本包含兩項要素，第一是其與科學概念的連結，第二是其所具有的社會意涵 (Sadler, 2004)。能源議題例如核能發電的安全性、化石燃料的使用爭議、再生能源能否取代傳統能源，因其為結構鬆散、價值負載與多面向的問題，牽涉科學、科技、環境與社會等多重考量，是 SSI 重要的討論議題。

過去科學教育研究多著重於學生閱讀 SSI 科學文本如何進行「理解與推理」 (Strømsø et al., 2010)。近期研究逐漸轉向探討學生如何進行「學科性」與「知識論」的科學閱讀，關注學生如何解析科學解釋、評估證據，並理解能源論辯中的多重觀點 (Fazio et al., 2022)。關於學科性閱讀，各科學領域具有其專有慣例，學生需要學習批判理解文本內容與該學科特有的思維方式 (Fang & Coatoam, 2013; Shanahan & Shanahan, 2012)，學生參與學科性科學文本閱讀有助於提升其科學知識論信念 (Chen et al., 2022; Cheung, 2024)。在知識論閱讀方面，學生需要理解科學知識如何生成、驗證與合理化，才能有效詮釋社會性科學文本 (Yore & Tang, 2022)。學生在評估爭議中的科學主張時，須考量文本所呈現知識的來源、確定性、發展性與證據正當性 (Chan, Cheung & Erduran, 2023; Cheung et al., 2023a, 2024)。由上可知，學生必須結合理解科學概念、辨識文本論證結構，並評估科學主張的知識論地位，才能形成整體性科學閱讀歷程。

二、GenAI 情境中的科學閱讀

GenAI 生成的科學文本是否能提升科學意識及促進公共參與的潛力，目前呈現兩種相互對立的觀點 (Gursesli et al., 2023; Rane et al., 2023)。Rane 等人 (2023) 認為 GenAI 能為學生提供個別化的學習經驗，有效獲取關於社會性科學議題的相關知識。反對者則認為，GenAI 基於大型語言模型運作，其雖能提供具參考價值的資訊，卻常無法呈現準確的文內引註，對其 GenAI 可靠性提出質疑 (Agathokleous et al., 2023)。GenAI 多半傾向重述語料庫中既有句子，而非基於完整的科學脈絡建構觀點 (Agathokleous et al., 2023)。GenAI 在傳遞科學資訊時所提供的內容也未必完全正確 (Deiana et al., 2023; Salas et al., 2023)，因為訓練資料主要來自可公開取得的大型資料集，非常可能造成偏誤 (Biswas, 2023)。因此，學生在閱讀由 GenAI 所生成的科學文本時，必須基於其對生成式人工智慧的知識論進行理解，且要能夠批判性的檢視 GenAI 呈現科學資訊的方式。

再者，GenAI 的輸出內容常混合不同文本體裁，並展現類似人類書寫的語言風格 (Fui-Hoon Nah et al., 2023; Kuzman et al., 2023)。Herbold 等人 (2023) 就提出，相較於人類寫作，ChatGPT 生成的文本包含較少的情態標記、知識論標記與語篇標記。基於大型語言模型生成文本的內在特性，其輸出往往同時混合解釋與論證，使讀者難以區分 ChatGPT 究竟是闡述某一現象的因果脈絡，抑或是在提出類似科學論證的主張。因此，基於 GenAI 的語言特性，學生需能辨識 GenAI 所提供的文本究竟是在解釋科學現象，或只是在進行

類似人類語言的論證，必須進行區辨才能判斷其內容的可信度與潛在偏差來源。

參、研究方法與步驟

一、概念架構

Cheung 等 (2024) 提出科學文本的閱讀本質上具有整體性 (holistic)，本研究所其所提出的三個構念作為檢視學生科學閱讀的表現。

內容詮釋構面 (content-interpretation, CI)：指學生仰賴學生既有的科學知識，辨識科學文本中要素之間關聯性的能力 (Bernholt et al., 2023; Van den Broek, 2010)。關注學生對文本內容的偵測、推理與理解程度。較低層次能力，學生能從科學文本中找出關鍵概念；較高層次能力，學生能運用其既有科學知識，以自己的語言表達文本中最重要的資訊。

體裁推理構面 (genre-reasoning, GR)：指學生辨識 GenAI 輸出中所呈現之科學文本體裁的能力。在科學領域中，主要有四種類型的文本體裁，即解釋、論證、資訊報導與實驗紀錄 (Tang, 2023)：解釋性文本說明科學現象的因果關係；論證性文本提出證據以支持可辯論的主張；資訊報導性文本提供組織化的自然界事件與事物資訊；實驗紀錄性文本則列舉科學探究的步驟。

知識論評估構面 (epistemic-evaluation, EE)：指學生如何運用對人工智能與科學領域的知識論理解評估 GenAI 所提出的科學主張。當學生閱讀 GenAI 對一項科學主張的評估時，他們需要更深層理解 GenAI 與科學文本如何生成。學生需意識到因為其生成過程是基於大型語言模型，而非僅僅從網路搜尋資訊，可能生成不存在的文本 (Inojosa et al., 2023)。除了理解 GenAI 如何生成知識外，學生也應依據其對科學知識論的理解來評估 GenAI 生成的科學主張。

二、教學設計

(一)「能源議題 SSI 基礎背景知識」課程模組

本研究結合真實社會情境的爭議性議題設計課程。本校位於高雄市楠梓區，鄰近楠梓科技產業園區與後勁溪流域，區域內同時面臨高用電需求與河川污染等環境議題。參照 Zeidler 與 Keefer (2003) 所提出的 SSI 教學理論，特別是其中有關個案、文化、對話與知識形成等內涵，增進學生意識與初步思辨能力。

在課程模組中，學模組的設計係依據林樹聲(2004) 的修正學習環教學模式，包括探索、概念引介、釐清爭議、概念應用等四階段，以學生對科技園區設廠、區域用電需求與後勁溪污染的實際觀察與生活經驗為出發點，引導學生

討論不同發電型式的優缺點，理解不同團體在能源開發與環境保護之間所持的多元立場，思考高科技發展下高用電需求，對地方環境與社區生活的影響。為後續進行 GenAI 科學文本閱讀活動奠定知識背景與議題脈絡。

教學階段	教學重點與活動說明
(一) 探索階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以高雄市楠梓區為情境脈絡，引導學生認識區域產業結構與能源需求，說明科技園區對穩定電力供應的依賴。 2. 引入後勁溪長期污染之在地環境議題，並引導學生思考工業發展、能源使用與環境污染之間可能存在的關聯。 3. 教師提出假設情境（如維持現有能源使用型態、加強污染防治與監管、增加地方回饋與補償），作為學生表達立場與理由的依據。 4. 學生依據個人判斷表達支持或反對各情境，並說明理由。
(二) 概念引介階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 說明能源發電之基本分類：再生能源與非再生能源之差異。 2. 比較各發電方式在污染程度、供電穩定性、成本及對環境影響等面向的特性，建構與能源議題相關之概念與科學詞彙。 3. 本階段所形成之概念架構，作為學生參與議題討論及閱讀 GenAI 所生成科學文本之知識基礎。
(三)釐清爭議階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生分組代表不同利害關係人立場，包括當地居民、科技產業園區人員、環保團體與地方政府等。 2. 學生說明、傾聽並統整各角色對能源使用與環境影響之觀點與支持理由。 3. 協助學生釐清能源議題中的爭議焦點與兩難情境，並理解不同立場及其背後的影響因素；學生練習從多元資料與觀點中辨識重要資訊，以形成較為整體性的議題理解。
(四) 概念應用階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生依據不同情境條件（如維持現況、強化污染防治、增加地方回饋或推動部分能源轉型），表達是否支持相關能源使用或設施調整方案。 2. 學生具體說明其立場與理由，並反思爭議釐清歷程是否使其觀點產生改變。

(二) GenAI 科學閱讀課程設計模組

課程設計旨在提升國小高年級學生在 GenAI 情境下的整體性科學閱讀的能力，課程設計參考 Cheung 等人 (2024) 所提出的科學閱讀架構，建構一套適用於國小高年級階段 GenAI 科學閱讀課程，提升學生的學科性與知識論性科學閱讀能力。課程設計包含：(a) 理解科學文本的學科本質；(b) 推理科學文本的體裁特性；(c) 覺察科學文本中的知識論。

理解科學文本的學科本質：學生需理解並推論關鍵科學知識、學習科學詞彙與後設語言、識別科學程序，並評估科學文本中所呈現的證據品質。

推論科學文本本質：學生識別不同類型的科學體裁 (genres)，包含解釋 (explanation)、資訊報告 (information report)、實驗記述 (experimental account) 與論證 (argument) (Tang, 2023; Tang, Park et al. 2022)，並理解不同體裁在科學溝通中的功能與目的。

覺察科學文本中的科學認識論本質：培養學生覺察科學文本中關於知識的來源，科學文本中知識的來源、證據依據，理解科學知識具有可修正性與暫時性的特質。

課程納入 GenAI 知識論教學，引導學生理解 GenAI 在產生科學文本時的運作方式。旨在協助學生在閱讀 GenAI 所生成的能源相關科學文本時，能採取較為批判與反思的閱讀立場。

二、研究資料蒐集

(一) 研究對象

本研究以本校六年級學生為研究對象。該校位於都會區，許多學生的家長在鄰近的科技園區或相關產業工作。

(二) 研究工具

1. ChatGPT 情境下整體性科學閱讀評量

評估國小高年級學生於 GenAI 情境下閱讀科學文本時之整體性閱讀表現。研究工具之設計參考 Cheung、Pun 與 Fu (2023) 所提出之科學閱讀整體性評量量表 (Reading in Science Holistic Assessment, RISHA) 之理論架構，以及 Cheung et al. (2024) 於 ChatGPT 情境中所發展之整體性科學閱讀評量設計原則，並依本研究之研究對象與研究情境進行調整與修訂。

RISHA 量表評估學生閱讀科學文本整合學科內容理解、體裁推理與知識論評析等多重閱讀歷程之能力；Cheung et al. (2024) 則進一步將該整體性閱讀構念延伸至 GenAI 所生成之科學文本情境，透過情境化閱讀任務與開放性作答方式，評估學生在人工智慧生成文本下之科學閱讀表現。本研究依循其架構，重新設計符合本研究情境之前後測研究工具。

研究工具模擬學生閱讀以 ChatGPT 所生成之科學文本。研究者事前輸入具爭議性能源議題之科學主張，由 ChatGPT 生成完整回應內容，並將該人機互動歷程以文字形式呈現於評量工具中。施測過程中，學生並未實際操 ChatGPT，確保所有受試者閱讀材料一致性。所選文本分別聚焦於能源議題的認知—知識論層面議題，以及能源議題之社會—制度層面議題。

採用單組前後測設計。前測於教學介入前施測，以了解學生在 GenAI 科學閱讀三構面之初始表現；後測則於 GenAI 科學閱讀課程結束後施測，以檢視學生整體性科學閱讀能力之改變情形。前後測使用相同之研究工具，並依相同之構念導向評分規準進行評分，以確保測量結果之可比性。

肆、目前完成成果與進度：

1. 完成能源議題之社會性科學議題（SSI）教學模組之設計與試行教學。
2. 規劃 GenAI 科學閱讀課程設計與評量工具。

伍、預定完成進度

1. 建構一套適用於 GenAI 情境之整體性科學閱讀課程模組。
2. 發展符合研究 GenAI 情境之整體性科學閱讀評量工具。

陸、建議與討論（含遭遇之困難與解決方法）

1. GenAI 科學閱讀課程設計各個構面內涵還需進一步確定。其所應涵蓋之學習重點，以及其轉化為具體課程活動之方式，也需調整，以提升課程實施之可行性。
2. 相關評量與評分工具之設計，需配合課程內容進行修正，以確保能適切反應學生於科學閱讀歷程中的表現。
3. 目前所規劃之課程內容，是否能充分對應研究所欲探討之科學閱讀歷程，仍需透過後續實施與檢視加以確認。

參考文獻

中文文獻

林樹聲（2004）。重視自然與生活科技學習領域中科技爭議議題的融入與探討。收錄於教育部（編著），國民中小學九年一貫課程理論基礎（二）（頁 453 - 465）。臺北市：教育部。

英文文獻

Cheung, K. K. C., Long, Y., Liu, Q., & Chan, H.-Y. (2025). Unpacking epistemic insights of Artificial Intelligence (AI) in science education: A systematic review. *Science & Education*, 34, 747 - 777. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00511-5>

Cheung, K. K. C., Pun, J. K. H., & Fu, X. (2024a). Development and validation of a Reading in Science Holistic Assessment (RISHA): a Rasch measurement study. *International Journal of Science and*

Mathematics Education, 22(8), 1537 – 1561.
<https://doi.org/10.1007/s10763-023-10434-2>

Cheung, K. K. C., Pun, J. K. H., & Li, W. (2024b). Students' holistic reading of socio-scientific texts on climate change in a ChatGPT scenario. *Research in Science Education*, 54(4), 957 – 976. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10177-2>

Chiu, P. S. (2023). An investigation of the effect of integrating ChatGPT into online professional development for in-service K-12 teachers on their self-efficacy and reflective practice: An exploratory case study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100164.
<https://doi.org/10.1016/j.caeari.2023.100164>

Dwivedi, Y. K., Agrawal, V., Al-Ghazal, H., Al-Hashmi, A., Al-Moaiad, Y., Al-Sayed, A., Alshakhs, S., Al-Shehhi, R., Al-Subhi, A., Al-Thani, A., Arpacı, I., Awad, B., Baccuini, R., Bapna, H., Barua, A., Bhardwaj, A., Borah, S., Braune, N. G., Briz-Ponce, L., ... & Chaturvedi, S. (2023). ChatGPT and its impact on the education sector. *Journal of Business Research*, 167, 114179. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114179>

Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681 – 694.
<https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>

Herget, J., & Alegre, A. (2023). Scientific literacy in the age of AI: How generative models like ChatGPT change the game. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4786 – 4794.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00569>

Krist, C., & Kubsch, M. (2023). An automated assessment of students' understanding of the nature of science (NOS) based on explanations of an authentic socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 45(14), 1851 – 1876.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2267675>

Tang, K. S. (2024). An automated assessment of students' construction of socio-scientific explanations based on two

dimensions. *International Journal of Science Education*, 46(2), 143 – 166. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2274483>

Yore, L. D., & Tang, K. S. (2022). Foundations, insights, and future considerations of reading in Science and Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(Suppl. 1), S237 – S260. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10321-2>

Zhai, X., & Nehm, R. H. (2023). AI and formative assessment: The train has left the station. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(9), 1699 – 1705. <https://doi.org/10.1002/tea.21886>