

中學科學教師 GenAI 教學採納的差異與原因

Variations in Secondary Science Teachers' Adoption of Generative AI for Teaching: Orientations and Underlying Factors

Miao Yue¹, Siu-Yung Morris Jong^{1,2}, Xin Tang², Cheng Zhong³, Ngar Yau Yiu¹

¹Centre for Learning Sciences and Technologies, The Chinese University of Hong Kong

²Department of Curriculum and Instruction, The Chinese University of Hong Kong

³School of Educational Sciences, Nanjing Normal University

【摘要】隨著生成式人工智能（GenAI）進入中學教學場域，教師成為其融入教育的關鍵行動者。本研究整合創新擴散理論與關切階段框架，以香港中學科學教師為例，通過混合方法探究其在 GenAI 教學不同採納取向下關切結構的差異。結果表明，教師採納程度與關切重心之間呈現整體對應：高採納者更關注教學影響與持續優化，低採納者則側重信息可靠性與個人責任。然而，此對應關係並非線性，部分低採納教師亦展現高層次教學反思。研究指出，GenAI 教學採納本質上是基於多元關切的專業判斷過程，其有效推進需依託針對性、差異化的教師專業發展支持體系。

【关键词】生成式人工智能，科學教育，教師教育，創新擴散理論，關切階段

Abstract: As generative artificial intelligence (GenAI) enters secondary classrooms, teachers' evaluations of its pedagogical value and risks have become critical. This study examines Hong Kong secondary science teachers' adoption of GenAI by integrating diffusion of innovations theory with the Stages of Concern (SoC) framework. Using a mixed-methods design, survey data positioned teachers along an adoption continuum, complemented by semi-structured interviews. The findings show a general but non-linear alignment between adoption positions and concern emphases. The study highlights GenAI adoption as a process of professional judgment and offers implications for the design of AI-related teacher professional development and support mechanisms.

Keywords: Generative AI, science education, teacher education, diffusion of innovations theory, Stages of Concern (SoC)

1. 問題提出

近年來，生成式人工智能（Generative AI, GenAI）在教育中的應用潛力日益凸顯，但其信息準確性、學術誠信、資料隱私與專業責任歸屬等問題亦引發廣泛關注，使其融入教學不再僅是技術可行性的問題，更成為涉及教師專業判斷與制度規範的教育議題（UNESCO, 2023）。既有研究指出，教師作為教育科技採納的關鍵行動者，其對新科技的使用決策深受專業信念、自我效能、風險知覺與學校文化等多重因素影響（Howard et al., 2021）。在中學科學教育中，此一張力尤為明顯：GenAI 既能支持高層次科學探究，也因學科對知識準確性與考評責任的高要求而被視為潛在的教學風險（Zhai et al., 2023）。相關研究表明，科學教師對 GenAI 的採納往往建立在對教學效益、風險承擔與專業角色定位的綜合判斷之上（Zhai, 2025）。

2. 文獻綜述

既有研究指出，教師的科技採納並非一次性的「是否使用」決策，而是一個隨教學經驗

與情境動態調整的過程。創新擴散理論強調了相對優勢、相容性等因素影響 (Rogers, 2003), 但教師的教學信念、風險評估與專業理解同樣關鍵 (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010)。在 GenAI 背景下, 教師對 GenAI 的採納不僅取決於技術熟悉度, 更受到其對教學價值、專業角色變化與責任歸屬的整體判斷所影響, 顯示僅以「是否使用 GenAI」作為分析焦點, 已不足以反映教師採納過程的複雜性。

關切階段 (Stages of Concern, SoC) 框架指出, 教師對創新的關切會從資訊、個人層面逐步轉向管理與影響層面 (Hall & Hord, 2015)。具體包含資訊關切、個人關切、管理關切、影響關切、再聚焦關切五個遞進維度。近年研究亦指出, 面對高度不確定且快速演進的 GenAI 技術, 教師在風險、責任與教學控制感上的關切差異更為顯著, 使 GenAI 教學採納成為一種高度情境化的專業判斷過程 (García-López et al., 2025)。然而, 現有研究多半分別探討教師的採納取向或關切焦點, 缺乏對二者關聯的系統分析。本研究首次整合創新擴散理論與 SoC 關切階段框架, 系統解析二者的關聯機制, 突破單一理論視角的侷限; 打破「採納 — 未採納」的二元分析思路, 揭示教師 GenAI 採納與關切結構的非線性、異質性特徵。基於此, 本研究結合創新擴散理論與 SoC 框架, 透過混合方法設計, 關注以下研究問題: (1) 香港中學科學教師對於 GenAI 教學的採納取向呈現何種整體樣貌? (2) 不同採納取向的教師, 其在 GenAI 教學中的關切焦點有何差異, 且這些關切如何形塑其專業判斷與行動選擇?

3. 研究方法

3.1. 研究設計

本研究採用解釋型序列混合研究設計。研究首先透過問卷調查描繪教師在 GenAI 教學採納上的整體態度取向, 其後依據量化結果進行目的性抽樣, 展開質性訪談分析, 以深化對教師採納差異之解釋。本研究採取理論導向的剖面分析取徑, 結合採納取向與 SoC 關切階段框架, 描繪教師在 GenAI 教學採納過程中的關切焦點與行動邏輯。

3.2. 研究對象與研究工具

量化研究樣本為 53 名在職香港中學科學教師。所有參與者均填答一份教師 GenAI 技術採納取向問卷 (Rogers, 2003, Cronbach's $\alpha \geq 0.70$)。問卷採用 五點李克特量表 (1 = 非常不同意, 5 = 非常同意), 分數愈高表示對該陳述的認同程度愈高。問卷依據 Rogers 創新擴散理論編製, 共 20 題, 涵蓋五類採納取向: 創新者 (Innovators; I)、早期採用者 (Early Adopters; EA)、早期多數 (Early Majority; EM)、晚期多數 (Late Majority; LM) 與落後者 (Laggards; L), 每一類由四題構成。題目示例: 創新者: 我會在人工智慧尚未普及前, 便積極嘗試運用。各採納取向以其對應題項之平均分作為子量表得分。

3.3. 量化分析方法

考量創新採納具有連續性, 本研究未以單一子量表進行分類, 而是建構一個反映教師整體採納取向的連續採納位置指標。依據理論所界定的採納順序, 分別賦予五個子量表權重 (創新者 = 5, 早期採用者 = 4, 早期多數 = 3, 晚期多數 = 2, 落後者 = 1), 計算加權平均值如下:

$$\text{採納位置} = \frac{5I + 4EA + 3EM + 2LM + 1L}{15}$$

其中 I、EA、EM、LM、L 分別代表五類採納取向的子量表平均分。權重總和 (15) 作為歸一化常數, 以確保採納位置指標仍落在原 1–5 量表的可解釋區間。數值愈高, 表示教師愈接近創新擴散連續體的早期端。為支持描述性分析與後續質性抽樣, 本研究進一步依據採納位置指標之樣本分位數切點 (quintiles) 進行採納取向的相對分類, 將教師由低至高劃分為五

組，並依序標記為落後者、晚期多數、早期多數、早期採用者與創新者。此分類僅反映教師在本研究樣本中的相對位置，並不指涉其對 GenAI 教學採納的絕對程度或固定類型。

3.4. 質性分析方法

質性分析採用主題分析(thematic analysis)。研究者依據量化分析所劃分之五類採納取向，從每一類中各抽取五名中學科學教師進行半結構式訪談（共 25 名教師）。訪談資料經反覆閱讀後進行初始編碼與主題歸納，以 SoC 關切階段框架作為分析透鏡。所有訪談資料由兩名研究者分別獨立編碼，並通過討論解決歧異，整體編碼一致性良好（Cohen's $\kappa=0.91$ ）。

4. 研究結果

4.1. 量化分析結果

對於研究問題 (1)，描述性統計結果顯示，教師採納位置的平均值為 3.96 (SD=0.44; 範圍 = 2.83–5.00)，高於創新擴散連續體的中點，顯示樣本教師整體對 GenAI 融入教學持相對開放態度。同時，標準差與分布範圍顯示，教師在採納連續體上的位置仍存在明顯差異，反映其異質性。

基於採納位置指標的五分位切點，教師被劃分為五類相對採納取向，其採納位置均值由落後者至創新者呈現遞增趨勢（見表 1），支持將教師 GenAI 採納取向理解為一條連續光譜，而非截然分明的類型對立。值得注意的是，即便在整體採納取向偏高的情境下，樣本中仍可辨識出相對保守的採納取向，顯示不同採納取向與判斷邏輯的並存。

表 1 採納取向的類型及相對位置

採納類型	n	採納位置均值	標準差 (SD)
創新者 (Innovators)	11	4.46	0.21
早期採用者 (Early Adopters)	11	4.17	0.12
早期多數 (Early Majority)	10	3.88	0.11
晚期多數 (Late Majority)	11	3.62	0.15
落後者 (Laggards)	10	3.29	0.29
整體	53	3.96	0.44

4.2. 質性分析結果

對於研究問題 (2)，依據表 2，不同採納取向的教師在 SoC 關切階段上的分佈呈現出隨取向的變化而轉移的整體趨勢。整體而言，教師的關切焦點由採納取向體連續後端的資訊與個人關切，逐步轉向前端的影響與再聚焦關切。

表 2 採納取向及關切焦點

採納取向	資訊關切	個人關切	管理關切	影響關切	再聚焦關切
創新者 (n=5)	C	C	B	A	A
早期採用者 (n=5)	C	B	B	A	C
早期多數 (n=5)	B	B	A	C	C
晚期多數 (n=5)	A	A	B	B	D
落後者 (n=5)	A	A	C	D	C

A: $\geq 80\%$; B: 40–60%; C: $\approx 20\%$; D: 0%

在創新者中，影響關切與再聚焦關切最為集中，顯示此類教師已將 GenAI 視為優化教學設計促進學生理解的工具。一位教師指出：「我現在不是在想用不用 GenAI，而是用完之後，

學生是不是真的理解到背後的科學概念。」(T3)。相較之下，資訊與個人層面的不確定感僅零星出現。早期採用者同樣以影響關切為主，但管理與個人關切仍具一定比例，反映其在肯定 GenAI 教學潛力的同時，仍持續評估實際成效與教學負擔：「如果 GenAI 真能幫到學生理解，我會繼續用；否則不會因為它是新技術就用。」(T11)。早期多數教師的關切重心轉向管理層面，特別關注 GenAI 是否與課程進度與考評要求相容：「我會考慮用 GenAI 會不會影響考試準備，或者令課堂變得難控制。」(T22)。在晚期多數與落後者教師中，資訊與個人關切最為突出，但同時也伴隨影響與再聚焦關切。此類教師多基於風險與責任考量而延後採納，例如對 AI 資訊準確性的顧慮：「最擔心學生信錯 GenAI 的資料，但最後責任仍然在老師身上。」(T31)。部分落後者則強調教學穩定性的合理性：「目前的方法學生都能跟得上，我不覺得一定要改。」(T40)。整體而言，表 2 與訪談資料共同顯示，教師 GenAI 教學取向並非由類別本身決定，而是反映其不同的採納取向，對教學成效、風險與穩定性的關切重心差異。

5. 討論

本研究顯示，教師 GenAI 教學採納反映其關切重心的階段性特徵。儘管整體結果顯示樣本教師的採納取向偏向早期採納端，質性分析進一步揭示，教師在 GenAI 教學實踐中的關切焦點仍呈現系統性差異。具體而言，位於採納連續體前端的教師，較多關注 GenAI 對學生學習與科學探究歷程的影響及教學設計優化。然而，關切結構並非與採納取向呈現線性對應，質性資料亦顯示，部分採納位置相對較後的教師，仍展現出對教學影響與專業判斷的高層次反思，只是其行動選擇更為審慎。這一發現呼應了當前研究對教師技術採納複雜性的認識，強調了構建情境化、分層式支持機制的重要性，應基於教師所處的具體採納階段及其主導關切，提供差異化的培訓、資源與政策保障 (García-López et al., 2025; Verma et al., 2023)。

參考文獻

- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284.
- García-López, I. M., Ramírez-Montoya, M. S., & Molina-Espinosa, J. M. (2025). Generative artificial intelligence in education: A systematic analysis of opportunities, challenges, and responses. *Interactive Learning Environments*, 1–24.
- Hall, G. E., & Hord, S. M. (2015). *Implementing change: Patterns, principles, and potholes* (4th ed.). Pearson.
- Howard, S. K., Tondeur, J., Siddiq, F., & Scherer, R. (2021). Ready, set, go! Profiling teachers' readiness for online teaching in secondary education. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 141–158.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- Verma, G., Campbell, T., Melville, W., & Park, B. Y. (2023). Navigating opportunities and challenges of artificial intelligence: ChatGPT and generative models in science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 34(8), 793–798.

- Zhai, X. (2025). Transforming teachers' roles and agencies in the era of generative AI: Perceptions, acceptance, knowledge, and practices. *Journal of Science Education and Technology*, 34(6), 1323–1333.
- Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, J. M., Liu, J. B., Yuan, J., & Li, Y. (2023). A review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021(1), 8812542.