

從 TPACK 觀點觀察 AI 應用於教育

張立杰

國立中央大學學習與教學研究所教授

一、前言

人工智慧（Artificial Intelligence, AI）的概念存在已久，在電腦剛誕生不久，就有先知灼見之士提出機器是否能夠思考的巨大挑戰問題（Turing, 1950），這是 AI 的濫觴。囿於技術，早期 AI 發展並未成功，甚是歷經多次潰敗。然時至今，伴隨著巨量資料、寬頻網路、高效運算、突破性的演算法、可運行的商業模式等技術匯集之下，AI 已然實踐在我們的生活之中，驅使各行各業採取行動因應於各自產業之上。這些應用琳琅滿目，從資訊搜尋、內容翻譯、教材生成，數據分析、智慧決策、自駕汽車、機器人自動化等等，百花齊放、萬家爭鳴、令人目不暇給，迅速地揭露出 AI 的影響力以及潛力。

教育本當與時俱進，不自絕於外，無視這一變革。影響既然是既定，那麼問題將會是這一變革是什麼？影響將如何產生？會從哪些面向產生？將造成多大的改變？這些問題的回應，它既是挑戰，也是契機，面對挑戰，掌握契機，讓這股科技力量成為學習與教學的驅動力。教育有其脈絡、實踐的理論及框架。在思考科技對於教育的衝擊中，「科技教學內容知識（TPACK; Technological Pedagogical Content Knowledge）」框架會是一個有力且便於論述的方法（Mishra & Koehler, 2006）。過去的科技教學中，TPACK 有很好的參考指引。而今，在 AI 強化教學的模式中，TPACK 亦有很好的詮釋性。因此，本篇評論嘗試透過 TPACK 的框架，從 AI 的面向進行討論。

二、科技教學內容知識的理論框架：TPACK

TPACK 框架最初由 Mishra 與 Koehler（2006）所提出，其核心要素是在於強調教育者在設計科技教學時，需要同時整合三個領域知識，分別為：學科內容知識（Content Knowledge, CK）、教學方法知識（Pedagogical Knowledge, PK）、以及科技應用知識（Technological Knowledge, TK）。在實施科技教學時，不僅需要「懂所教授的學科內容專業知識」（CK），教師還要理解「教學法、策略、評量等的教學方法」（PK），以及「具備相關教學需要的科技技能」（TK）。

這三個領域知識並不是獨立存在，而是交互融合才能創造有效的科技教學。這三個核心要素的結合，會產生四個進階的知識，分別為學科教學知識（PCK），指的是內容與教學法的結合；科技結合內容知識（TCK），指的是應用科技於特定學科內容的知識；科技整合教學法知識（TPK），指的是將科技融入教學法的知識；以及科技教學內容知識（TPACK），將科技、教學法和

內容整合的綜合知識。

三、以 TPACK 框架檢視 AI 於教育的應用

AI 的出現，使得 TPACK 的「科技知識」層面更具挑戰與潛力，且將影響內容知識以及教學法知識。若教師能在 TPACK 框架下善用 AI，不僅能提升教學效率，還能創造更多元、個別化的學習經驗。在 AI 的影響下，對於 CK、PK、以及 TK 都會有很大的變革，分別闡述如下：

（一）內容知識（Content Knowledge; CK）

AI 總類繁多，這次的 AI 變革，主要是大語言模型（Large Language Model, LLM）的生成式 AI（Generative AI）所驅動。生成式 AI 的一個特色，就是可以即時、快速、針對使用者的需求，產生出適當的回應內容。更甚者，這些回應的內容不僅僅是文字，更可以是語音、圖片、表格、動畫、甚至是影片。這一發展，與教材的發展很相近。姑且不論 AI 生成內容的品質，在即時產生教材、大量產生教材以及適切使用者的需求這幾個面向，對於教材的產生將帶來不小的影響。

更甚者，這生成式 AI 產生的教材，在品質接受度上，似乎逐漸達到一個可接受的程度，且相較於傳統教材製作的成本更低、所需的人力更少、產生的時間更短，但是可以擴散的程度卻更快、更適性。這一變革，對於傳統的教材製作，會是一個重大衝擊，畢竟教材是學習與教學重要的一環，甚至可能是首要的一環。教材的產生，是一個很專業的過程，如何針對學習者的需求，產生更契合學習者需要的教材，是一個很專業的問題。但如上面論述所示，AI 的介入，是個挑戰，也是個契機，如何與領域專家合作，透過 AI 的強化，產生更適切、更合用、且更經濟的教材，可能是一個重要的研究方向。

（二）教學知識（Pedagogical Knowledge; PK）

AI 的介入，產生了 AI 應用在教育（AI in Education; AIED）的可能性（Hwang et al., 2020），以及實踐了智慧型家教系統（Intelligent Tutoring System; ITS）的願景，讓每一個學生都可以有一位（或是多位）教導者（Chou et al., 2025），教導者可以依據學生的學習狀況，提供適切的內容，並透過設計良好的教學法，進行教學活動。以目前 AI 的發展，幾乎可以看到 AIED 以及 ITS 實踐的可能。要實踐 AIED 及 ITS，除了上述的教材內容外，還有一個很重要的部分是教學法。

教學法是教學的重要過程，善用教學法讓學生學習如沐春風、誤用教學法卻是讓學生學習體驗似嚼蠟。縱使眾所週知，講述法的成效是低的，但因為講述法容易實施，且講述是生成式 AI 的長項，因此講述法可能仍將佔據著重要的

地位。教學法對於教育界並不新奇。教育界對於教學法的研究，既透徹，又有成果；方法明確、並且成效斐然。除講述式教學法外，透過良好的設計，包含：蘇格拉底式對話法、合作學習、探究式學習、發現式學習、模擬與展示、相互教學法、討論式教學法、教中學、反覆練習、案例探討等這些既有的教學法，可能會在這次的 AI 強化學習過程中，獲得新的應用與提升。

（三）科技知識（Technological Knowledge; TK）

相對於教育面向，資訊科技的面向稍微複雜一點，變化速度既急且快。但簡潔的指引，大抵可以看到目前的資訊科技仍大幅度地受到摩爾定律（Moore's law）的指引（Moore, 1965），甚至，在 AI 的進展有超越摩爾定律的論述，這些推進目前仍還沒有停止的跡象。

科技強化教學，始終受到科技創新的牽引，從早期的大型主機、個人電腦、多媒體電腦、網路電腦、無線通訊、行動運算、IoT、持續進步到目前的大語言模型人工智慧，以及未來可能的空間運算、機器人、數位孿生等。每一個科技的變革，都會引領出新的科技強化教育改變。例如：個人電腦以及多媒體電腦，帶領出大量的電腦輔助教學（Computer-Assisted Instruction; CAI）、網路電腦引領出電腦支援合作學習（Computer-Supported Collaborative Learning; CSCL）（Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006）、而行動運算（Mobile Computing）則開創了行動學習（Mobile Learning）的研究領域（Wong, Milrad, & Specht, 2016）。

AI in Education 不是一個新的領域，但因為 AI 科技的實踐，幾乎可以確定會有一波的新的變革。這個變革會是幾乎人人可以用 AI、隨時隨地可以接觸到 AI、想要 AI 幫忙的時候，就可以透過自然語言的方式驅動 AI 的協助。更重要的是，這些科技的改變，會是一般使用者可以負擔得起的費用，且這些科技的變化會大幅度地影響著學習者如何學的行為。

表 1 AI-TPACK 可能的影響。

TPACK	AI-TPACK	影響
Content Knowledge (CK)	AI-Content Knowledge	內容的製造成本大幅度地下降，甚至可以依據學習者的特質，產生個別化、適性化的課程。
Pedagogical Knowledge (PK)	AI-Pedagogical Knowledge	除講述式教學法外，既有的教學法，如蘇格拉底式對話、探究式學習法等，將會有更新以及更好的發展。
Technological Knowledge (TK)	AI-Technological Knowledge	透過自然語言，可以隨時隨地用 AI，搭配學習內容以及教學方法，對於學習與教學的模式，會有很大的改變。

四、結語

數十年前的 AI 不具備影響力，因為當時沒有具體可以的应用。但這一次的 AI 變革來的既快且廣，從技術面、資料面、商業模式、應用模式等來觀察，這次的 AI 恐怕是真實的存在，且似乎影響深遠。教育的改變，總被視為變化比較慢的領域，但看來既定的浪潮仍是無法避免。科技的發展只能往前，但往後看得清晰，才能在基礎之上，向前看得更遠。也因此，本篇論文主要在科技教育領域的 TPACK 框架下，從 AI 的進展角度，來剖析可能的發展。

從 AI-Content Knowledge 面，可以確定的是內容的產生成本會大幅度的下降，更多適性、即時內容的理想，透過 AI 的協助，幾乎可以實踐。在 AI-Pedagogical Knowledge 面，智慧型家教系統的理想，在 AI 技術的推波助瀾下幾乎已經實踐。教學法（Pedagogy）過往在教育領域的研究既徹底且透徹，AI 介入後，後續更重要的是如何讓 AI 在既有的教學法上，可以有更靈活的實踐。以 AI-Technological Knowledge 面而言，依循著摩爾定律的發展，資訊科技的進展像脫韁野馬，奔騰不已，科技的使用成本越來越低、產生的效益越來越高、變化的速度越來越快，雖不到令人瞠目結舌，但也著實有點目不暇給。

雖然資訊科技迭代快速，但回到教育的初心，仍有不變的價值，就是讓教導者與學習者，可以習得真、體現善、成就歲月美好，這也是從教育的面向回看科技躍升的根本目標。如何駕馭科技創新引導到教育的應用，如何辨析科技改變，對學習與教學的利弊，取其利，避其弊，這是科技教育學者在未來需要投入更多研究的地方。

參考文獻

- Chou, C. Y., Chan, T. W., Chen, Z. H., Liao, C. Y., Shih, J. L., Wu, Y. T., Chang, B., Yeh, C. Y. C., Hung, H. C., & Cheng, H. (2025). Defining AI companions: A research agenda—From artificial companions for learning to general artificial companions for Global Harwell. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 20, 032.
- Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). *Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education*. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 1, Article 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

- Moore, G. E. (1965). Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, 38(8), 114-117.

- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). *Computer-supported collaborative learning: An historical perspective*. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 409-426). Cambridge University Press.

- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460.

- Wong, L., Milrad, M., & Specht, M. (Eds.). (2016). *Seamless learning in the age of mobile connectivity*. Springer.

