

生成型 AI 工具對做中學的影響

李恩齊

國立陽明交通大學博雅書苑助理研究員、
社群與永續教育中心兼任助理教授

中文摘要

本文從 Kolb 的經驗學習理論出發，結合 Dewey 的經驗教育觀與 von Glasersfeld 的建構主義視角，探討生成型 AI 工具對「做中學」教育實踐的影響。研究指出，生成型 AI 工具不再僅是學習的輔助器具，而是形成具有「準主體性」的認知參與者，因此學習經驗的本質與轉化機制亦發生質變。亦即，生成型 AI 工具的介入促使學習歷程呈現分散認知與遞迴反思特徵，直接挑戰了學習理論中關於經驗、反思與概念建構的假設。本文進一步分析生成型 AI 工具在經驗學習四階段中的作用重構，提出 AI 參與下的知識建構已進入人機協同的協作時代，主體性、知識與認知主導權面臨重新定義的危機。最後，本文從 AI 素養教育的制度框架出發，提出既有政策與國際倡議大多仍聚焦於 AI 相關知識技能傳授，忽略反思與協作機制的設計，進一步呼籲教育體系應聚焦於學習者主體性的維護、生成型 AI 的適性轉化與知識建構的深度與廣度。

關鍵詞：AI 素養教育，經驗學習循環，做中學，教育轉型，自主學習

The Impact of Generative AI Tools on Learning by Doing

Li, En-Qi

Assistant Research Fellow of Liberal Arts College and
Adjunct Assistant Professor of Sustainable and Peer Education Center, National Yang Ming Chiao Tung
University

Abstract

Grounded in David Kolb's experiential learning theory and enriched by Dewey's educational pragmatism and von Glasersfeld's radical constructivism, this study critically examines the epistemological and pedagogical transformations brought about by generative AI tools in learning-by-doing practices. The research identifies that generative AI has evolved from a mere supportive tool to a quasi-subject in the learning process, altering the ontological structure of experience and knowledge formation. The intervention of AI reconfigures Kolb's learning cycle—especially reflective observation and abstract conceptualization—into a recursive and distributed cognitive system, thus challenging traditional conceptions of learning subjectivity and knowledge ownership. This paper further analyzes the implications of AI-augmented co-construction in knowledge practices, emphasizing the emergence of dynamic subjectivity and cognitive hybridity. In response to current AI literacy frameworks, the study critiques dominant policies for prioritizing technical skills over reflective inquiry and co-learning practices. It concludes by proposing three core pillars for educational design in the AI era: preserving learner subjectivity, optimizing AI adaptability for personalized learning, and ensuring effective, transferable knowledge construction through recursive experiential cycles.

Keywords: AI literacy education, experiential learning theory, learning by doing, educational transformation, active learning

一、前言

（一）研究背景

隨著人工智慧科技的快速演進，當代教育正經歷深刻的知識論轉向（epistemological turn）。此轉向不僅衝擊了既有的教學範式（pedagogical paradigm），更促使人們重新思考「經驗」在學習過程中的本質定位。本研究立基於 David Kolb 的經驗學習理論（Experiential Learning Theory），探究在生成型 AI 工具高度滲透教育學習領域的時代，當學習者與人工智慧產生認知協同（cognitive collaboration）時，「做中學」（learning by doing）揭露的經驗建構過程所呈現的質性轉變。

1. 研究方法

本研究所稱「生成型 AI 工具」，係指具備大型語言模型（LLM）或生成模型能力，能夠自動產生文本、圖像、程式等內容的 AI 系統，如 ChatGPT、DALL·E、Copilot 等，其共同特徵為能即時理解語意並生成新內容，並具有一定的語境回應與知識建構參與能力。

本研究採用理論分析與概念建構為研究方法。首先是 David Kolb 的經驗學習理論，用以面對生成型 AI 工具介入時，人類「具體經驗」的概念之重構。理論原型預設經驗主要源自直接感知與實踐，然而生成型 AI 工具的介入致使原初經驗本身就帶有技術中介的特質；生成型 AI 工具的中介不僅改變了經驗的模式，更改變了經驗的本體結構。在原先的經驗學習理論框架下，學習者的具體經驗主要源自直接的感知與實踐活動。然而，當學習者運用生成型 AI 工具進行模擬實驗、數據分析或虛擬互動時，其經驗的構成方式產生了本質性的轉變；生成型 AI 工具不僅作為外部輔助，更是一種中介機制，從根本改變了經驗的本體結構。具體而言，AI 工具生成的虛擬化、數據驅動的經驗，與以往基於直接感知的經驗在質性層面呈現顯著差異，不僅影響學習者對經驗的認知與解讀方式，更進一步觸及經驗理論的核心問題：經驗的真實與否、感知的直接/間接，以及知識建構的基礎是否因技術的介入而受到挑戰。當獲得經驗的方式出現根本上的轉變，連帶的將進一步影響反思觀察階段的本質。在此階段，生成型 AI 工具的介入使經驗的反思過程呈現雙重特徵：一方面是對原初經驗本身的反思，另一方面是對生成型 AI 工具中介過程的反思，其雙重性直接影響了知識建構的路徑。更複雜的是，當生成型 AI 工具展現出某種程度的反思能力時，人機之間可能形成一種「反思的互動循環」（recursive reflective loop），亦即學習者與具備回饋能力的生成型 AI 工具，在反思歷程中不斷進行交互詮釋與認知調節。在此背景下，Kolb 經驗學習理論中的「抽象概念化」（Abstract Conceptualization）階段便面臨理論上的挑戰。該階段原預設由學習者根據個人經驗與反思結果進行內在的概念整合與理論建構。然而，在生成型 AI 工具的介

入下，不僅參與概念形成的歷程，甚至可能主動提供意義詮釋、歸納與類比。換言之，概念建構不再僅是學習者的內在認知活動，而成為一種人機協同的知識共構過程（co-construction of meaning）；該轉變複雜化了認知主體性的界定，特別是在專業知識的形成脈絡中，生成型 AI 工具所具備之超越個體處理能力的模式識別與推論演算，使知識建構主體的邊界呈現出模糊與動態化的特徵。進一步而言，當概念建構的主導權逐漸轉向生成型 AI 工具所引導的結構時，學習者作為認知主體的定位亦產生轉變，即「主體性模糊」現象。因此教育體系必須開始思考：(1) 在責任性與可追溯性層面，當知識成果來自生成型 AI 工具協同建構而非單一主體，學習者對其認知結果的所有權與責任界定將日益複雜；(2) 在反思活動的結構上，生成型 AI 工具若能提供即時的多角度分析與假設檢驗，反思歷程便可能外包化，使學習者逐漸喪失對經驗意義的內在整合能力；(3) Kolb 將學習視為一種將經驗轉化為知識的循環過程，特別注重反思（Reflective Observation）與概念建構（Abstract Conceptualization）在個體內化經驗的關鍵角色（Kolb, 1984, 38-41），若在生成型 AI 工具主導的學習環境下，此教育本質亦可能因而被稀釋—學習若淪為由演算法驅動的輸入—輸出循環，便可能失去作為內在意義轉化與自我覺察歷程的教育價值核心。因此，在以生成型 AI 工具深度參與為特徵的數位學習環境中，教育設計必須審慎思考如何維持學習者的認知能動性，避免生成型 AI 工具對概念建構與反思活動形成過度引導與同質化，因為學習主體性的維護除了與學習成效相關，更牽動知識的意義生產與教育的價值根基。

本研究認為學生以生成型 AI 工具作為認知工具，其中介作用已經超越了單純的功能擴展，而是形成了某種「準主體性」特徵。這種特徵導致人機互動呈現出有別於傳統工具使用的新型動力機制，尤其在認知發展的關鍵期，人機互動可能影響心理功能原本自然形成與發展的路徑及方式。面對這種複雜的認知情境，進一步的假設亦產生新的議題：如果知識是主體建構的結果，那麼在生成型 AI 工具深度參與的情況下，其建構過程的本質是否發生了改變？當生成型 AI 工具展現出某種程度的建構能力時，人類主體在建構過程是否仍然保持其原有的特質？綜上所述，固有的教育理論所遭遇的困境本質上反映了技術介入對人類認知方式的重大影響，在保持對人類主體性的關注同時，需覺察並深入分析其影響的本質。

2. 理論架構

Kolb 的經驗學習理論受到 John Dewey 的影響，探討經驗本質即來自於 Dewey 教育理論的核心。Dewey 提出的連續性（continuity）與互動性（interaction）原則構成了分析經驗的基本框架（Dewey, 1938），他指出：“every experience both takes up something from those which have gone before and modifies in some way the quality of those which come after”（p. 35）。然而，該連續性原則

在生成型 AI 工具環境下呈現新的複雜層次。當生成型 AI 工具參與學習過程時，既保持了某些經驗連結，又可能創造全新的經驗路徑，直接影響了經驗積累與知識建構的方式。在傳統的經驗學習模式中，學習者主要通過直接體驗與社會互動來積累經驗，具有相對線性且受時空限制的特徵。然而，生成型 AI 工具的介入做為一種具有準智能特徵的學習夥伴，能夠即時調動及整合大量知識資源，為學習者提供大量不同層次的認知資源，壓縮了經驗積累的過程與時間，更改變了經驗形成的結構性特徵：學習者在與生成型 AI 工具的互動過程中，能夠同時接觸到多元層次及視角的知識，同時，生成型 AI 工具的適應性反饋機制能夠根據學習者的認知狀態即時調整互動策略，其動態協調的過程使知識建構呈現更強的個性化特徵。然而，學習過程最關鍵的在於，快速獲得的知識或資訊無法等同於經驗的有效積累，亦即，生成型 AI 工具雖然能夠提供豐富的認知資源與即時反饋，但快速獲得的外部資源並不能取代學習者內在的認知處理與意義建構過程。

進一步而言，經驗的深度積累需要學習者主動思考、實踐嘗試及反思整合，將外部信息轉化為內在的認知圖式（*cognitive schema/schemata*），該轉化過程不僅需要時間沉澱，更需學習者在真實情境中進行驗證與應用（*Piaget & Inhelder, 1969*）。因此，教育者在運用生成型 AI 工具輔助學習時，需要特別關注如何引導學習者將生成型 AI 工具提供的資源轉化為真正的認知工具，而非僅停留在表層的資訊層面。因此關鍵在於理解生成型 AI 工具在學習過程中的定位：生成型 AI 工具應被視為促進深度學習的輔助工具，而非取代學習者主動建構經驗的捷徑。是故，教育者需設計適當的教學策略，協助學習者發展批判思考能力，學會辨識、篩選與整合生成型 AI 工具提供的資源，並透過實踐驗證來內化學習到的知識。由此，更深層且根本的問題在於生成型 AI 工具介入可能產生分認知依賴問題，過度依賴生成型 AI 工具的即時回應可能削弱學習者自主思考與問題解決的能力，因而在生成型 AI 工具協作的學習環境中，教學設計必須為學習者保留一定的認知負荷，讓學習者有獨立面對挑戰的空間，發展解決問題的策略與能力。

以積極角度檢視，生成型 AI 工具參與的學習過程構建了一個更複雜的認知生態系統；學習者不再只是被動的接受與累積經驗，而是與生成型 AI 工具形成一種協同進化的認知關係，使知識建構的過程更具彈性與創造性，學習者可以根據自身的認知需求，借助生成型 AI 工具探索多元的知識路徑。同時，人機協同的學習模式亦觸發學習者發展出新的後設認知策略（*metacognitive strategies*）：如何有效提問、如何評估信息的可靠性、如何整合不同來源的知識等。

更深層的影響還體現在知識遷移（*knowledge transfer*）與創新應用層面。生成型 AI 工具能夠幫助學習者識別不同知識領域間的共同模式與潛在關聯，而

跨域關聯的建立提升了知識的遷移效應。於此同時，人機協作亦可擴大學習者的認知範疇，使其能活用跨域技能處理複雜問題，甚至發想創新的解決策略。因此，生成型 AI 工具對經驗積累與知識建構方式的影響多維度且深層次，不只是改變了學習的外在形式，更重要的是重構認知發展的內在機制，Dewey 提出的經驗連續性原則在當代技術環境下呈現出新的發展特徵。Dewey（1938）認為「一個經驗之所以成其為經驗，總是因為它是個體與其當下所處環境之間的一種交互過程（An experience is always what it is because of a transaction taking place between an individual and what, at the time, constitutes his environment）（p. 43）」。在生成型 AI 工具介入的學習環境中，這種交互關係變得更加複雜。生成型 AI 工具不僅構成環境的一部分，其主動回應的特質更使得互動過程產生質的改變。Dewey 理論的另一核心概念是經驗重構（reconstruction of experience）。他認為教育本質上是經驗的持續重建過程（Dewey, 1938）。在生成型 AI 工具參與的學習環境中，這種重建同時發生在認知理解與實踐應用兩個層面，直接影響了知識建構的路徑。值得注意的是，Dewey 反對將經驗簡單區分為主觀與客觀。他強調經驗本身就具有統整性特徵（Dewey, 1938）。運用於生成型 AI 工具介入下的經驗建構，當學習者透過生成型 AI 工具獲得經驗時，主客二分的傳統認識論框架可能需要重新審視。

Kolb 的經驗學習理論建立在 Dewey 的經驗教育思想基礎上，具體提出了一個動態的循環學習模型如圖一（Kolb, 1984），該模型藉由具體經驗（Concrete Experience, CE）、反思觀察（Reflective Observation, RO）、抽象概念化（Abstract Conceptualization, AC）與主動驗證（Active Experimentation, AE）四個階段，解釋經驗如何轉化為知識。Kolb（1984）指出：「學習是透過經驗的轉化來創造知識的過程（learning is the process whereby knowledge is created through the transformation of experience.）」（p. 67）。其定義聚焦於經驗轉化的核心地位，也為本文理解生成型 AI 工具介入下的學習過程提供了分析框架。在具體經驗階段，生成型 AI 工具的參與使經驗積累的方式發生根本上的改變。Kolb 指出兩種辯證對立的經驗掌握方式：一是透過直接感知當下具體經驗的直觀掌握（apprehension），另一則是透過象徵性表徵的間接理解（comprehension）來掌握經驗（p.85）。當生成型 AI 介入學習歷程時，原本依賴身體感官與情境互動所形成的直觀掌握（apprehension），逐漸被 AI 所生成的模擬經驗與預設資訊所取代，致使具體經驗呈現出高度中介化的特性。同時，AI 透過符號運算所提供的摘要、圖像與推論，亦改變了理解性掌握（comprehension）的路徑，學習者更容易依賴 AI 生成的知識表徵，而非主動建構意義。因此，原屬於主體與經驗之間直接接觸的領域，轉變為人機協同掌握的網絡過程，挑戰了 Kolb 的經驗基礎與主體參與的學習核心。在反思觀察階段，Kolb（1984）引用神經科學家 Zull 對此階段的研究，發現其不只是重現過往經驗，而是一個情感驅動、意義重組的動態歷程，進而「抽象概念化」則體現出思維的自由操控與創造潛力，讓學習者能主動選擇、重組並發展新的理解與行動計畫（p. 90）。換言之，有

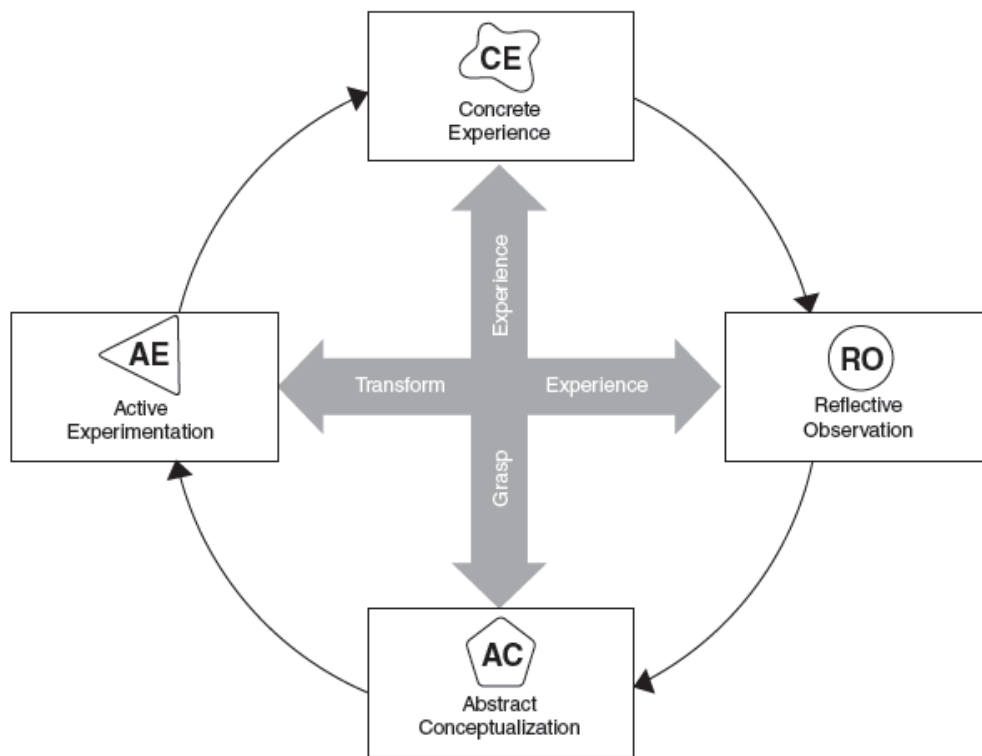
效的學習設計，應同時觸發深刻的情感記憶與高度的概念操作自由，使學生不僅能記住發生過什麼，更能創造出前所未有的想法與解決方案。而生成型 AI 工具的介入可以幫助學習者從不同角度分析問題，提供多元的解釋框架，不僅可以提供概念關聯的建議，還可能主動參與理論建構，直接挑戰以往的概念形成模式。在主動驗證階段，Zull 的研究指出，讓學生觀察→模仿→實作的設計，能降低初學時的認知負擔，並透過反覆操作建立行動-經驗之間的迴路 (p.91)。換言之，學習者若能在 AI 生成的輸出中進行模仿與嘗試，並轉化為實際的問題解決行動，即可強化主動實驗階段的整合能力。其理論觀點提供本研究在 AI 時代做中學教育理念，如何可能在本質與範式框架產生變化：獲得經驗的方式改變、反思過程的重構、概念形成的新機制，以及主動實驗轉而聚焦在提升整合 AI 輔助學習的能力。von Glasersfeld (1995) 的建構主義則從另一層面可以深化此討論，他主張「知識既不是經由感官被被動接收，也不是透過溝通被傳遞而來；知識是由認知主體主動建構的。認知的功能，在生物學意義上，是一種適應行為，趨向於「適配」或「可行性」(fit or viability)；認知的目的在於協助主體組織其經驗世界，而非發現某種客觀的本體論實在 (Knowledge is not passively received either through the senses or by way of communication; knowledge is actively built up by the cognizing subject; the function of cognition is adaptive, in the biological sense of the term, tending towards fit or viability; cognition serves the subject's organization of the experiential world, not the discovery of an objective ontological reality.) (p. 51)」，亦即，學習的目標不是抵達「真實」，而是創造對學習者而言具功能性的理解與行動結構。該觀點提醒教育體系即便在生成型 AI 工具深度參與的情況下，知識建構的主體性仍然不可替代。結合以上理論視角可運用在 AI 時代可做出新的詮釋，而 von Glasersfeld 的建構主義則為保持對學習主體性的關注提供理論基礎，尤其是生成型 AI 工具既作為認知工具又具有某種程度自主性的雙重特徵時，理論基礎的與時俱進顯得尤為必要。

二、經驗本質的重新界定

在人工智慧時代，學習經驗的本質因為生成型 AI 工具的使用而必須重新思考及建構。首要體現在認知建構的基礎機制上——經驗不再侷限於主體與物質環境的直接交互，而是透過生成型 AI 工具的中介形成了新的認知模式，該轉變超越了 Dewey (1938) 所闡述的經驗連續性框架，而形成一種複雜的經驗累積結構。尤其關於認知負荷的分配，生成型 AI 工具不僅承擔了部分資訊處理功能，更重要的是重構了經驗的連結機制，使認知建構呈現出新的動力特徵。

在經驗轉化的機制層面，Kolb (1984) 提出的經驗學習循環在生成型 AI 工具介入下呈現出質性轉變。具體而言，反思觀察 (RO) 階段不再是單純的個體內在認知活動，而形成了人機協同的反思模式。而這種協同反思直接影響了抽象概念化 (AC) 的形成路徑，使概念建構過程具有 Hutchins (1995) 所謂的

分散認知（distributed cognition）的特徵，其核心概念是認知過程並非僅限於個人腦中，而是跨越個人、社會群體與物質環境。Hutchins 分析了認知如何在社會群體中分佈，例如社群記憶、團體決策等；如何與物質環境互動，例如藉由工具增強認知能力；以及如何隨著時間發展演變，例如語言的產生和文化傳承。他認為要理解人類認知能力，必須考量這些分散式認知的各個面向，並重新建構認知科學的框架，將社會、文化與歷史等因素納入考量。因此生成型 AI 工具的介入，導致經驗轉化機制的重構將影響反思觀察（RO）階段與抽象概念化（AC）階段的質變。Kolb 原本將 RO 定義為觀察並反思經驗的過程，強調個體需要從多個角度審視經驗以形成深層理解。然而，在生成型 AI 工具介入的認知環境中，這種反思過程呈現出三個層次的重構：



圖一 經驗學習循環，取自 David Kolb (1984), p.51

首先是反思主體的重構。Kolb 的反思過程預設了一個統一的認知主體，而在人機協同模式下，反思活動分散在人與生成型 AI 工具構成的認知網絡中。這種分散不是簡單的功能性分工，而是形成一種新的反思生態。當生成型 AI 工具能夠即時提供多層次的分析視角時，反思活動本身就具備分散認知的特徵。例如當學習者在分析複雜數據時，生成型 AI 工具不僅提供計算功能，更重要的是能夠識別潛在的模式和關聯，直接影響反思的深度與廣度。其次是反思對象的重構。在 Kolb 的理論框架中，反思的對象主要是具體經驗本身。但在生成型 AI 工具參與的情境下，反思對象擴展為三個維度：原始經驗、生成型 AI 工

具提供的分析框架，以及人機互動過程本身。多維度的反思對象使反思活動具有了遞迴性特徵—每一層反思都可能成為下一層反思的對象，直接挑戰傳統的反思理論框架。遞迴性的概念雖源自數學與計算機科學領域，但在認知心理學中亦有重要應用。Flavell（1979）在其後設認知理論中指出，認知監控本身可以成為認知的對象，形成多層次的認知活動，亦即認知對認知的思考特徵，與遞迴性模式雷同。本研究以為，在生成型 AI 工具參與學習的反思情境中，這種遞迴性更為明顯且複雜。學習者不僅對原始經驗進行初步觀察和思考，同時也必須審視生成型 AI 工具提供的分析視角，並進一步反思人機互動的過程本身。更重要的是，這些反思層次本身又可以成為新的反思對象，形成理論上可無限延伸的遞迴結構。而以往的反思理論預設反思是一個線性的、階段性的過程；遞迴性反思模式則顯示，反思可以在多個層次同時進行，且各層次之間存在複雜的互動關係。透過遞迴機制，反思得以不斷深化，每一層反思都可能開啟新的認知維度。第三是反思模式的重構。傳統的反思強調線性的思考過程，而人機協同反思呈現出網絡化的特徵。生成型 AI 工具不僅能夠同時處理多個反思維度，更重要的是能夠在這些維度之間建立動態連結，其網絡化的反思模式直接影響了抽象概念化（AC）的形成機制，此過程在生成型 AI 工具介入下呈現出新的特徵：

- (1) 概念生成的並行：生成型 AI 工具能夠同時探索多個概念形成路徑，其並行處理的功能擴展了概念空間的探索範圍。
- (2) 動態的概念關聯：生成型 AI 工具不僅能識別既有的概念關聯，更能預測潛在的概念連結，增強概念網絡的複雜度。
- (3) 即時的概念驗證：概念形成過程中的假設檢驗變得更即時與全面，加速了概念精煉的循環。

這些轉變進一步影響了知識建構的基本機制，尤其在專業領域知識的形成過程中，當生成型 AI 工具表現出超越個體認知能力的模式識別能力時，概念建構的主體性問題變得更為複雜。這不僅涉及認知負荷的重新分配，更深層的觸及了知識本體論的基本問題：在人機協同的知識建構過程中，認知主體如何維持其本質特徵？在 AI 深度參與知識建構的環境下，認知主體會與環境的互動經驗建構下產生什麼變化？首先，當生成型 AI 工具展現出主動的知識生成與組織能力時，需要擴展傳統意義上單一認知主體的概念。當生成型 AI 工具能夠主動參與概念形成與知識重組時，認知主體的邊界就變得模糊。在人機協同認知模式中，認知主體性呈現出一種「動態整合的主體性」（*dynamically integrated subjectivity*）特徵；亦即，人與技術的關係不是簡單的使用與被使用，而是一種共同演化的過程。其觀點在 AI 時代或可詮釋為，人機協同認知中的主體性既不是完全獨立的個體主體性，亦非完全分散的網絡主體性，而是在保持核心自

主性的同時，具有動態整合特徵的新型主體：「保持核心、擴展邊界」的特徵，構成了新型主體性的本質特徵之一。再者，主體性不再是固定不變的，而是在人機互動中不斷重構與更新，然而重構過程中，人類主體仍然保持對知識意義判斷的最終決定權，形成了「彈性整合」的知識建構模式。最後，人類認知與外在技術系統的共同演化產生新的認知生態。在此生態中，主體性呈現出「動態穩定」的特徵：雖然認知邊界在不斷擴展與重構，但認知主體透過保持對整體認知過程的反思性覺察，維持主體性的核心特徵。由此，本研究主張，學習者的反思能力將成為 AI 時代的重要關鍵。在 AI 輔助學習環境中，學生的心理與行為歷程亦發生轉變，例如學習者傾向仰賴 AI 的快速回應，影響其問題解決時的耐性與策略形成能力；同時，有些學生能透過 AI 的多重視角發展出更強的後設認知策略，如辨識錯誤、調整學習方法等，學習者能動性呈現多元化發展。

三、經驗為本的做中學之典範轉移

AI 時代的做中學（learning by doing）之典範轉移不僅涉及實踐形式的改變，更深層地反映了實踐知識建構機制的本質轉變。當代學習情境中，學習者的實踐活動往往融合了虛實整合的複雜互動，這種轉變直接影響了經驗建構的基本機制。從認知建構的視角而言，做中學過程中的知識獲得已經超越以往由直接經驗所積累的模式。如 Dewey（1938）強調經驗必須具有連續性與互動性，該論點在生成型 AI 工具介入的情境下必須發展新的詮釋。當學習者運用生成型 AI 工具進行學習時，經驗的累積不再遵循傳統的線性模式，而是經由人機互動構建出一個動態且多維的經驗系統。尤其在高階技能的培養方面，生成型 AI 工具所提供的即時回饋機制，徹底改變了技能習得的路徑與結構，該轉變促使學界必須重新審視何種經驗在教育中具備真正的認知與發展價值。在以往的學習互動中，反饋是標準化及線性的模式（例如師生的問與答），而生成型 AI 工具驅動的互動系統能夠提供多維度的個性化調整，除了關注學習者的答案是否正確，更能分析思維過程中的細微特徵，識別個別學習者潛在的認知障礙，而進一步提供差異性指導，讓每個學習者在共同的學習目標下，獲得獨特的學習經驗與成長路徑。另一方面，經驗積累的方式亦將產生改變。生成型 AI 工具能夠持續追蹤並分析學習者的互動歷史，形成動態的個性化知識圖譜。該圖譜不是靜態的數據記錄，而能夠預測學習者的認知發展軌跡，主動調整後續的學習內容與難度，使每個人的學習經驗能成為獨特的、自主適應的發展過程。

然而人機協同學習的過程，無法忽略認知主導權的界限問題。當生成型 AI 工具介入學習過程時，提供的不僅是知識內容，還包括特定的認知框架與思維模式，而其框架與個體原有的認知結構之間存在著複雜的互動關係：在預設個體皆有成熟的反思能力下，個體必須在保持認知獨特性的同時，對生成型 AI 工具提供的框架進行批判思考與重構。該過程不是簡單的接受或拒絕，而是一種動態的協商過程。例如，當生成型 AI 工具基於數據分析推薦某種解決問題的方

法時，學習者不僅要理解這種方法的邏輯，更要將其轉化為符合自己思維習慣的認知模式，保有認知發展的辯證本質；亦即，生成型 AI 工具的邏輯結構必須與個體內在的認知圖式產生動態的互動。其互動涉及知識的整合，更關係到認知方式的演化。當學習者面對生成型 AI 工具提供的新知識時，既有的認知結構會產生調適與重組，形成新的認知平衡。在此過程中，個體需覺察自身的認知特質而不被生成型 AI 工具的邏輯框架所同化，並在互動中拓展更豐富的認知模式。因此，在生成型 AI 工具深度參與的學習環境中，自主性不僅體現在學習決策上，更體現在認知主體性的維持上。學習者需要建立起後設認知能力，能夠審視並調節生成型 AI 工具介入的程度與方式，包含對生成型 AI 工具建議的批判性評估，對學習過程的反思性監控，以及對認知發展方向的主導能力。因此，在意識到生成型 AI 工具強大能力的同時，教育體系急切需投入研究人類認知的獨特價值與不可替代性，並發展新的認知範式；人機協同不是簡單的功能互補，而是一種更高層次的認知生態系統，進而建立新的教學模式。

綜上分析，因為生成型 AI 工具而產生的新型認知發展機制，其轉變直接影響了教育實踐，尤其在設計學習環境時，如何平衡生成型 AI 工具的支援功能與學習者的認知主體建構，成為關鍵議題。AI 時代的教育目標應是培養具有適應性思維與創新能力的學習者，使其能在 AI 時代保持認知獨立性的同時，充分利用技術優勢擴展認知邊界，因而教育工作者需在理念與實踐層面即時創新，整個教育體系更需在結構及功能上進行相應的調整與重組。而 Kolb（1984）的經驗學習循環或可提供一條思考的路徑。在生成型 AI 工具介入下，經驗轉化的每個階段都呈現出新的特徵：具體經驗的途徑變得多元，反思觀察的過程轉而為人機協同模式，抽象概念化階段呈現分散認知的特徵，而主動驗證則需要重新定義其評估標準。進一步擴充，在具體經驗（CE）階段，實踐活動的形式已經擴展至虛實整合的複合經驗，而在反思觀察（RO）階段，生成型 AI 工具的參與，使實踐反思成為協同認知，而人機協同認知除了涉及資訊處理層面，更影響抽象概念化（AC）的形成機制。當學習者在生成型 AI 工具輔助環境中進行知識實踐時，概念建構過程便融合了人機雙重視角，形成新形態的實踐知識結構。因此 Kolb 的經驗學習循環在生成型 AI 工具輔助的做中學環境中呈現本質性轉變，正如 Hutchins（1995）的分散認知理論所揭示，認知過程本質上分散於人與工具構成的系統中；本研究認為該分散性在生成型 AI 工具參與的知識實踐中特別明顯：經驗不再侷限於個體的直接感知，而是在人機互動中形成複合的經驗結構。反思觀察（RO）階段則呈現雙重特徵：對原始實踐經驗的反思，以及對生成型 AI 工具提供的分析框架的再反思，如 Schön（1987）在實踐反思理論中提出「reflection-on-action」（行動後的反思）與「reflection-in-action」（行動中的反思）的辯證關係，這兩種反思並非彼此孤立，而是互為補充、動態交織；行動中的反思讓專業人員能夠即時應對不確定與複雜情境，展現出「實踐智慧」與「即時調整」的能力；而行動後的反思則讓人們能夠從經驗中學習，理性分析行動背後的原理與效果，進而修正未來的行動。在抽象概念化（AC）階段，

專業知識發展需要持續的概念重組與深化，而生成型 AI 工具輔助環境中的概念重組過程融合人機雙重視角，亦即生成型 AI 工具既提供多維度的分析框架，同時參與概念關聯的建構，其協同建構機制直接挑戰了傳統的概念形成模式。綜上，提出三大方向提供 AI 時代，做中學框架重構的核心焦點：

(1) 保持學習者的主體地位：建立一種動態的平衡機制，在生成型 AI 工具的智能輔助與學習者的主動建構之間尋找最佳平衡點。教學設計應該強化學習者的主動性，使其能夠自主決定學習路徑，並在生成型 AI 工具的協助下發展批判性思維及創造力。

(2) 發揮生成型 AI 工具的適應性特徵：生成型 AI 工具的適應性特徵應被轉化為促進個性化學習的動力。該轉化並非簡單的依賴生成型 AI 工具的自動調適，而是要建立有機的互動機制，使生成型 AI 工具能夠精確理解學習者的認知需求，並提供針對性的支援—奠基於學習者的認知特點，進一步引導其突破認知限制，形成螺旋上升的學習軌跡。

(3) 確保知識建構的有效性：建立多層次的評估機制，關注知識獲取的效率，評估知識內化的深度與遷移的廣度。因此應培養學習者的後設認知能力，使其能夠在生成型 AI 工具輔助環境中進行有效的自我監控與調節。

四、AI 素養教育的反思與重構

經濟合作暨發展組織（OECD）與聯合國教科文組織（UNESCO）皆認為 AI 素養應超越單純技術訓練，涵蓋知識、技能與態度等面向。OECD 的教育與技能總監、教育政策特別顧問 Andreas Schleicher 指出，未來的 AI 素養框架需定義學生在知識、技能與態度需整合 AI 內容融入數學、社會科學、資訊科技等科目教學中（Schleicher, 2025）。該框架認為學生不僅要學會使用 AI 工具，還要能與 AI 共同創作，並對 AI 的偏誤倫理衝擊保有批判反思的能力。UNESCO 則採取人本中心的立場，主張 AI 教育應提升人類能力、促進社會正義與尊嚴。UNESCO 的 AI 素養框架列出四大核心素養：人本思維、（學生在 AI 面前的主體性與能動性）、AI 倫理（負責任使用與安全）、AI 技術與應用（基礎 AI 知識與技能）、以及 AI 系統設計（培養解決問題與創新設計能力）。UNESCO 呼籲，各國應將這些 AI 議題跨領域融入教學，培養學生批判性思考與創造力。簡言之，OECD/UNESCO 將 AI 視為跨學科能力，著重知識傳授與倫理價值，並鼓勵在真實課程情境中創新應用。面對 AI 浪潮，台灣 108 課綱亦以「核心素養」為因應策略，其中「科技資訊與媒體素養」聚焦於自主學習與批判思考能力。教育部近期政策將 AI 素養視為數位素養的重要延伸，積極推動中小學 AI 教育，例如高中已開設 AI 多元選修課，國中小舉辦 AI 菁英競賽，並出版《數位教學指引 3.0》，將 UNESCO 教師與學生 AI 素養架構內容本土化。

該指引將 AI 使用風險、生成式 AI 教學時機與方法列入教師素養範疇，並鼓勵教師設計 AI 相關探究課題。此外，教育部在 110-111 年計畫投入資源，為學校配發行動載具、發展跨領域數位教材，以培養學生自主數位學習能力為目標。由此觀之，台灣政策顯示一種務實取向：重視技術知識與應用（如 AI 基礎概念、模型實作），同時結合跨領域課程與競賽活動；在學習者角色上，強調學生應為學習主體（如「自主數位學習能力」），並透過產官學合作、比賽實作等方式讓學生主動參與 AI 學習，教育目標側重「培育 AI 人才及數位競爭力」，以實作與思辨並重的方式扎根基礎教育。整體而言，台灣在 108 課綱框架下，把 AI 素養納入「科技資訊與媒體素養」的延伸，以政策加速部署 AI 課程和資源，可在課程中融入 AI 技術知識與實踐機會。然而，這些措施通常仍較著重知識與技能傳授，對教學/學習機制則以「自主參與」為主，成效尚待檢驗。另一方面，數位教育學者 Selwyn（2022）對 AI 素養則抱持審慎態度。他指出，當今社會的數位技術多為運用層面的支持系統（如推薦演算法、自動決策等），故傳統的數位素養教育應轉向「演算法素養」（algorithmic literacy）包括辨識何時在使用自動化演算法系統（了解何時資訊是由 AI 系統篩選展示）；瞭解這些系統的基本運作原理（建立「演算法想像」，知道數據如何驅動決策）；學會與演算法系統協作（例如使用自然語言處理工具增進創意而非受限）；判斷何時需要人類介入（何時覆核自動決策、抵制演算法偏見）等。Selwyn 認為，傳授這類素養不能如傳授程式設計般直接，而需要師生共同學習的模式。他指出，演算法與 AI 系統非常複雜，即使設計者也未必完全理解，因此教育者必須與學生一起在實踐中學習並反思。從學習者主體性角度，Selwyn 所提倡的「共同學習」模式賦予學生與教師平等的學習角色；知識被視為在探索過程中共同生成，而非單向灌輸。其教育目標則聚焦於民主人本與弭平不平等，透過培養每個學生的演算法意識，以避免數位鴻溝及演算法造成的社會不公。

上述框架蘊含不同的面向：OECD/UNESCO 採取「核心知識 + 技能」的本體論，將 AI 視為可預先定義的知識體系（如統計、程式、倫理規範）。此觀點假設知識是可以標準化並透過課程灌輸的對象。相比之下，Selwyn 強調知識的社會建構性與不透明性，演算法知識往往被封鎖在黑箱中，需要透過共學與批判實踐才能逐步生成。學習者主體性方面，OECD/UNESCO 和台灣政策皆在凸顯學生應變得「能動」並具備批判力（human-centered mindset、自主學習等），但其方案依然以系統性課程融入為主，未必真正落實以學生為主體。例如，UNESCO 鼓勵跨科際融入 AI 學習，隱含學習者需要在不同情境中應用 AI 知識；台灣政策推動 AI 競賽與應用課程，亦在培養學生的解題能力。然而，如果缺乏對學習過程的靈活設計（如反思機制），學習者可能仍只是知識的被動接收者。Selwyn 則徹底將學習者視為與教師平起平坐的共同探索者，其學習主體性最為積極。教育目標層面，UNESCO/OECD 框架強調批判思考、倫理判斷、創新運用等高階能力；台灣政策注重數位競爭力與公平教育機會（數位平權）；Selwyn 則聚焦賦權公民、對抗技術霸權，使 AI 教育成為民主社會運作的一環。

最後，在學習機制層面，UNESCO 與 OECD 提倡將 AI 教學融入現有學科，並透過實例（如 AI 模型設計、社會議題討論）讓學生「做中學」。台灣政策亦以實作與競賽為主要途徑（如 AI 模型實作、跨域教材）。Selwyn 強調的機制則是共學與共同反思，即師生共同參與問題解決，而非僅是傳統講授。對比上述 AI 素養框架，可見部分重合與缺口：如 UNESCO 鼓勵學生參與 AI 系統設計，隱含「做」與「反思」的元素；OECD 倡導跨領域學習，亦可能包含具體任務，但大多數框架仍以「傳授知識和技能」為主體，並未明示完整的學習策略。本研究認為，UNESCO 提及創新運用與倫理反思符合 Kolb 的反思及概念化階段，但未明確要求學生在學習後再度實驗應用 AI 技術。Selwyn 提倡衝共學模式則與 Kolb 的理論最為契合：師生在實踐（例如共同使用 AI 工具）中產生經驗，並一起反思演算法社會影響。因此，當前 AI 素養教育框架在目標上雖強調學習者主動與反思，但在具體教學機制中往往仍偏重知識技能的掌握，與「從經驗中反覆學習」的做中學理想尚有距離，教育體系需要更積極的在課程設計方面融入反思日誌、實驗實作及循環評估等元素，以落實做中學、自主學習的政策目標。

本研究屬於理論與概念分析為主之論述性研究，未涵蓋訪談、實地觀察或實驗教學等實證方法，為本研究之限制。後續將透過質性訪談與教學實驗進一步驗證人機協同學習歷程與主體性轉化機制，作為本研究延伸方向。針對教育實務層面，本研究進一步提出三項具體建議：

一、課程設計層面：應設計反思導向實作課程，例如引導學生撰寫學習歷程反思日誌，並設計需結合 AI 輔助與人類判斷的實務任務，培養學生自我評估與意義建構的能力。

二、學習機制層面：設計 AI 使用規劃表與共學任務模組，引導學生合理使用 AI 輔助功能，並透過學習小組共同討論以提升反思品質。

三、評量層面：導入任務導向評量工具，如學習歷程檔案與素養導指標，即時衡量學生在 AI 共構中所展現的知識遷移與創新表現。

五、結論

在 AI 工具深度介入的時代背景下，本研究從 Kolb 的經驗學習理論出發，結合 Dewey 的經驗教育觀與 von Glasersfeld 的建構主義視角，剖析 AI 技術如何重構「做中學」的知識建構機制與學習主體性。研究發現，在人機協同的學習情境中，經驗的本質不再是單一主體與具體環境之間的線性互動，而是形成一種多層次、動態的經驗網絡，展現出分散認知（distributed cognition）與遞迴反思（recursive reflection）的複合特徵。

首先，生成型 AI 工具所帶來的最大挑戰，在於其對「經驗的生成與轉化機制」的重構。Kolb 所建構的經驗學習循環（CE-RO-AC-AE）在 AI 環境中不再單純，特別是 RO（反思觀察）與 AC（抽象概念化）階段，因 AI 具備即時分析與推理能力，導致反思與概念建構從個體行動轉為人機共構（co-construction），進而模糊了學習主體的界線。該變化使學習不再是由個體主導的經驗轉化歷程，而是演變為「協同認知環境」下的動態整合行為。

其次，本研究亦指出 AI 在學習歷程中所扮演的角色，已超越工具性的輔助定位，轉向準主體性的認知參與者。亦即，學習者不再是唯一的知識建構者，而是與 AI 系統共同演化學習邏輯與知識圖式。此發展重新定義了 Piaget 式的同化-調適結構，AI 系統若具備反饋能力與主動推論功能，則可能取代人類教師的部分角色，進而重塑整體教學介面與學習生態。

第三，在 AI 素養教育方面，現有框架雖普遍強調跨領域學習與倫理判斷，但多數尚停留於技術知識與態度培養層次。相較之下，Selwyn（2022）所提出的演算法素養（algorithmic literacy）觀點，更注重知識與權力的關聯性，呼籲教育體系以共學與反思為核心，避免學習者在黑箱技術中失去主體性。因此，教育體系若無法回應生成型 AI 對知識本體論與主體性所帶來的挑戰，即便融入 AI 於課程，亦難以實現真正意義上的「做中學」。

綜上所述，AI 時代的教育轉型不應止步於工具使用的提升，而應進行更深層的認識論與教育哲學重構。教育者應重新設計學習場域，使其具備支持人機協同反思、維護主體性與促進意義建構的結構條件。具體教學實踐應強化以下三點：一是建立具反思導向的實作課程，引導學生在 AI 協助下進行主動實驗與意義評估；二是發展支持後設認知的學習機制，協助學生掌握 AI 系統的推論邏輯與知識生成過程；三是從評量方式入手，設計能揭示知識轉化與遷移能力的多元任務導向評量，以回應做中學「知識-經驗-實踐」的學習循環，使 AI 不成為替代反思的捷徑，而成為激發深層學習與人文關懷的夥伴。

參考文獻

- 教育部資訊及科技教育司 . (2021). 人工智慧新科技 數位學習很給力 教育部「110-111 年數位學習推動計畫」全面啟動 . 教育部全球資訊網 . 取自 https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&sms=169B8E91BB75571F&s=F2DBBF4DF2D6195F
- 教育部資訊及科技教育司 . (2024). 教育革新 AI 助力 數位學習新時代 . 教育部全球資訊網 . 取自 https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&sms=169B8E91BB75571F&s=28869789E28E14F9

- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Kappa Delta Pi.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. MIT Press.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The psychology of the child*. Basic Books.
- Schleicher, A. (2025), *New AI Literacy Framework to Equip Youth in an Age of AI*, Retrieved from <https://oecd.edutoday.com/new-ai-literacy-framework-to-equip-youth-in-an-age-of-ai/#:~:text=To%20address%20this%20need%2C%20the,students%20to%20use%20AI%20tools>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. John Wiley & Sons.
- Selwyn, N. (2022). What should ‘digital literacy’ look like in an age of algorithms and AI? *Parenting for a Digital Future*. Retrieved from <https://blogs.lse.ac.uk/parenting4digitalfuture/2022/04/06/digital-literacy-and-ai/>
- Säljö, R. (2010). Digital tools and challenges to institutional traditions of learning: Technologies, social memory and the performative nature of learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(1), 53-64.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. Jossey-Bass.
- Salomon, G. (Ed.). (1993). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge University Press.
- UNESCO. (2024, September 3). What you need to know about UNESCO’s new AI competency frameworks for students and teachers. UNESCO. Retrieved from <https://www.unesco.org/en/articles/what-you-need-know-about-unescos-new-ai-competency-frameworks-students-and-teachers>
- von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. Falmer Press.