

論壇

智慧共育與全人適性—— AI 時代多維度因材施教的校園實踐與展望

導論：科技賦能與空間解釋—— 邁向多維度的因材施教新境界

陳麗華、劉美慧

因材施教是華人教育史上的核心理想，然而傳統教育長期受限於師生比例過高、資源分布不均以及標準化考試體制，使個體化教學的落實面臨重重困境。邁入 21 世紀，數位轉型與人工智能（artificial intelligence, AI）的巨浪呼嘯而來，不僅打破了傳統知識傳遞的時空限制，更為「成就每一個孩子」的願景注入了強大的技術支持。然而，這場科技海嘯也為課室生態帶來了前所未有的質變與挑戰：當 AI 能夠代替學生思考、當實體校園空間面臨解構，我們該如何打造一個平衡關照學生認知、情意、技能與社會性發展的因材施教環境？

本期紙上論壇圍繞此一核心關懷，邀集了 6 篇兼具理論思辨與實務深耕的文稿，從教材、教學、作業、學習空間等多元視角展開精采對話。

首先，〈AI 時代的因材施教〉為論壇奠定了宏觀的思辨鷹架，透過剖析當代學者對 AI 的樂觀與懷疑視野，建構出資料驅動、人機協作的「人機共育」概念模型。在數位轉型的巨觀脈絡下，〈因材施教在數位轉型下的實施機會與挑戰〉探討了技術如何精準識別能力落差、消弭

陳麗華，臺北市立大學學習與媒材設計學系暨淡江大學教育與未來設計學系退休教授，

E-mail: newcivichope@gmail.com

劉美慧，國立臺灣師範大學教育學系特聘教授

城鄉文化資本差距，並深刻重塑教師成為資料驅動決策者的多重角色。

接著，兩篇實務研究具體回應了「教材」與「作業」的革新。〈應用 TCCIP 數位平臺製作多重視覺表徵教材以落實因材施教的教學〉以高中地球科學為例，展示如何利用大型氣候變遷平臺的數據與圖表，符應學生的多元智能、縮小城鄉數位落差；而〈AI 時代的家庭作業難題〉則深入國小教學現場，揭示當教師的整合設計意圖遇上學生的「後設認知懶惰」或隱匿策略時，家庭作業如何重新尋找教育定位。

最後，論壇將目光投向實體與虛擬環境的交織。〈新時代下建構學校學習環境的省思〉從美國、日本、臺灣三國學校發展歷史切入，反思臺灣校園「以便於管理為核心」的傳統空間，進而提出以學習、表達與身心調適為本的關鍵要素；〈解構校園，成為練就公民素養的學習空間〉則分享了新北市忠山實驗小學的開創性實踐，透過撤除鐘聲、翻轉教室為「公民議堂」，將實體空間轉化為素養評量的真實載體。

這 6 篇文稿不僅繪製出數位時代因材施教的立體圖像，更深刻提醒教育工作者：技術與空間皆為手段，核心始終在於如何保障每一位學生的能動性與全人發展。期盼透過本期論壇的拋磚引玉，引領讀者共同思索教育在 AI 時代下的永續與包容未來。

AI 時代的因材施教

紀舜傑

一、傳統因材施教的意涵與理想

因材施教的傳統意義源自孔子的教育思想，後來由宋代的朱熹進一步整合為「夫子教人，各因其材」。其中的「材」指的是學生的個體差異，包括性格、資質、學習能力、學習基礎、行為傾向和興趣等方面。因材施教是根據每位學生的不同特質和實際情況，靈活調整教學內容、方法、深度、速度和態度，而不是用統一的標準和方式對待所有學生。就像孔子在教導性格剛勇、好勝、容易衝動的子路，與性格謙退、猶豫、容易退縮的冉有時，就有不同的回應方式與內容。傳統上，因材施教也與「有教無類」相輔相成，意即人人都有接受教育的權利，但教育方式必須因人而異，才能真正達到「小以小成，大以大成，無棄人也」的理想。

二、現代教育落實個體化教學的困境

然而現代教育推行因材施教的最大困難，在於師生比例過高、資源不均、制度僵化、教師負擔沉重，以及學習診斷困難。在師生比例過高上，一位教師同時面對數十名學生，難以針對每個人的學習差異提供精細的指導。在資源不均上，偏鄉或弱勢家庭學生缺乏額外輔助，以致學習落差擴大。在制度僵化上，課綱與考試導向使教學偏重標準化，忽略學生的興趣與個別差異。在教師負擔沉重上，備課、批改作業、行政工作占據大量時間，難以投入個別化教學。最後，在學習診斷困難上，傳統方式難以即時掌握學生的理解程度與弱點，往往需等到考試或特定檢驗時才顯現問題。

三、當代學者對 AI 時代的不同預測與思辨

現今進入 AI 的時代，已是普遍的共識。儘管如此，尚有 Nick Bostrom 在 2014 年提出的《超級智能——路徑、危險、策略》（*Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*）對 AI 安全與存在風險警告。以及 Yuval Noah Harari 在 2024 年的《Nexus ——從石器時代到人工智慧的資訊網絡簡史》（*Nexus: A Brief History of Information Networks from the Stone Age to AI*）書中，從歷史的角度探討了資訊網路的演變，並對 AI 持有深刻的懷疑態度。Bostrom（2014）認為智能（intelligence）與目標（goals）是連動存在的，任何程度的智能都可以搭配任何目標。也就是說，一個極度聰明的 AI 不一定會擁有「人類價值」；它可能追求極端目標，卻完全不在乎人類福祉，因而一個被賦予簡單目標的超智能，可能會為了達成它而摧毀世界。另一方面，Harari（2024）認為，AI 不僅僅是工具，而是一種類似「外星智慧」的外來力量，可能會顛覆人類社會的基礎。Harari 提出警告，AI 能夠操控故事和敘事，無需物理連接大腦即可影響人類決策，從而摧毀隱私，這正是專制政權的夢想。儘管有這些質疑與警告，正面迎接 AI 時代已是不可抵擋的共識。

相較之下，Ray Kurzweil 在 2005 年的《奇點臨近》（*The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*），以及 2024 年的《奇點更近——當我們與人工智慧融合之時》（*The Singularity is Nearer: When We Merge with AI*）中，展現了極度樂觀的視野。Kurzweil（2005）主張 AI 超越人的智慧的奇點即將到來，這種超越的概念延伸至 2024 年變成人機協作，AI 將與人類融合，帶來前所未有的進步。Kurzweil（2024）預測，到 2040 年代，機器智慧將超越人類所有智慧總和，通過指數型技術增長（如：摩爾定律的延伸），AI 將革新生物技術、奈米科技和醫學，實現長壽、消除疾病，甚至永生。他認為 AI 不僅會自動化生產食物、住房、醫療和交通等基本需求，使其幾乎免費，還將提升人類認知，讓我們通過腦機介面合併 AI，轉變為更強大的存在。儘管承認短期挑戰如失業，

Kurzweil 視之為過渡階段，最終將帶來富裕社會，人類生活將不可逆轉地轉型。

四、AI 支援下的人機共育新模式與隱憂

因此，我們接受 AI 時代來臨的歷史走向，透過各種新興程式與工具，可以協助克服傳統因材施教上的困難。大規模個人化學習上，AI 可分析學生的作答、停頓、提問，建立學習地圖。在即時診斷弱點上，系統能依學生表現自動分組，讓課堂討論更有效率。而即時回饋與補強上，AI 助教平臺可在課後針對學生的作業與表現，提供補充教材與練習，避免知識斷層累積。AI 也可減輕教師負擔，教師可透過 AI 儀表板快速掌握班級學習狀況，將精力集中在高層次理解與批判思考的引導。而且在教育公平性提升上，AI 工具能 24 小時提供解題協助，弱勢學生也能獲得額外支持，縮小資源落差。最後在培養自主學習能力上，AI 可依學生興趣設計互動教材，激發探索動機，讓學習不再只是被動接受。

AI 已能高度支持認知向度的個別化調適，但仍需彌補情意、技能與社會性等非認知向度的不足。因材施教已從教師主導的差異化策略，轉變為資料驅動、人機協作的學習生態。倫理、教師專業與教育價值是確保 AI 支援下的因材施教能真正促進全人發展的關鍵。

如概念圖所示（詳見圖 1），教師的角色分為三類，即學習設計者、人機協作引導者、與倫理守門人。與三類學生角色形成互補架構，呈現 AI 生態下的「人機共育」模式。在情意上提升敘事與角色扮演。在社會性上與學生協作、討論。在認知上，引導批判性閱讀與推論。統整學生表達、溝通、論述的技能。

教師角色的變化並非變得較為輕鬆，反而有新模式帶來的新挑戰。例如在穩固教育核心價值上，AI 雖能提供數據與工具，但「啟發思考」「培養價值觀」「建立人際互動」仍是教師不可取代的責任。而在情感支持上，學生的動機、挫折、心理狀態需要人性化的理解與陪伴，這部分反而更凸顯教師的重要性。

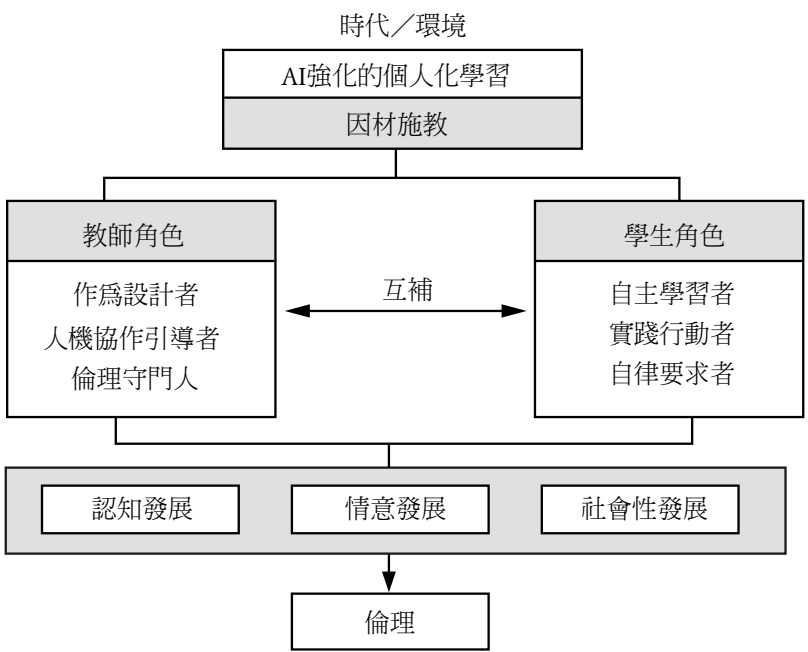


圖 1 AI 與因材施教概念模型圖

批判與創造力引導也是挑戰，AI 擅長標準化與知識傳遞，但教師要引導學生進行跨領域思考與創造。當然新模式可以減輕教師行政與重複性工作，AI 可協助批改作業、生成教材、追蹤學習進度，減少教師的瑣碎負擔。學習診斷上，AI 即時分析學生弱點，教師不用再花大量時間在測驗與統計上。資源整合上，AI 能快速提供多元教材，教師不必自己投入大量時間蒐集資料。總結教師的角色並不是「被取代」或「變輕鬆」，而是從知識傳遞者轉型為學習引導者與價值塑造者。換句話說，AI 幫教師卸下了部分技術性負擔，但也讓教師在人性化教育上更吃重（Al-Zahrani & Alasmari, 2024; Merino-Campos, 2025）。

學生的角色則為自主學習者；在 AI 支援下掌握學習步調、目標與策略。也是實踐行動者，根據 AI 回饋與學習情境進行自我調整。同時是自律要求者，具備資料使用、AI 判斷、社會責任等倫理意識。

當然，學生可能會有過度依賴的問題，只依靠 AI 提供答案，忽略思考與錯誤修正的過程。或是產生判斷偏差，即 AI 難以理解學生卡關的真正原因（如心情、專注力），可能誤判學習需求。或是因為 AI 介入過度，可能削弱人際互動與師生間的啟發性。導致學生社交能力弱化，甚或 AI 若只提供個人化學習途徑，可能造成「孤島式學習」。

五、臺灣「因材網」與原住民族教育的 AI 應用實踐

教育部從 2017 年成立因材網，建置教師適性教學輔助平臺。成功案例有彰化縣東山國小，導入後學習落後者補救教學未通過率降低一半（張文熹，2021），高雄市六龜區新威國小使用因材網 2 年：

引導學童主動學習，除了第一時間就能掌握學生課堂上不會的內容，也能採個人適性化分析，用 9 個月時間，學童數學未通過率從 23 人降為 4 人，國文科的識字量也大幅提升。（吳柏軒，2019）

2024 年全面開放「因材網生成式 AI 學習夥伴 e 度」，短短一年已經超過 75 萬名師生使用：

e 度運用生成式 AI 進行對話式引導，協助學生釐清概念、練習題目並獲得即時回饋，同時也輔助教師實施評量與瞭解學生學習情形，成為課堂上支援教學調整的重要工具。（教育部資訊及科技教育司，2025）

我們再以臺灣原住民族教育為例，AI 可以成為強大的輔助工具，尤其在語言保存、文化傳承、學習公平與個人化教學上發揮作用。臺灣原住民族人口約 62 萬，17 個官方認證族群，面臨語言嚴重流失、各族族語皆瀕危、偏鄉資源不足、城鄉教育落差等挑戰。AI 若設計得當，能放大原住民族主體性而非強化主流同化；反之若忽略偏見與數位主權，則可能加劇邊緣化。

在族語復興與智能語言學習上，族語是文化核心，但使用者老化、年輕世代使用者大幅減少，是 AI 能介入的最迫切、最有潛力的領域。AI 可大幅降低學習門檻，例如國家教育研究院與原語會 2025 年起合作開發「AI × 族語」計畫：建置 AI 智能語音辨識模型、多語言翻譯系統與族語學習程式，讓學生用手機就能練習說阿美語句子。應用生成式 AI 當虛擬長輩或族語家教，用 Gemini 或 ChatGPT 等模型微調成「虛擬耆老」角色。使用者輸入族語故事或傳統知識的問題。例如泰雅族或布農族學校試用，讓學生問 AI「小米祭的禁忌是什麼？為什麼？」AI 用族語與中文雙語回覆，減輕老師負擔，並實際達成多重教育目標（財團法人原住民族語言研究發展基金會，2025）。另外，原住民族委員會的「當代原住民知識系統」計畫，運用 AI 整理耆老訪談、傳統植物／醫藥知識。透過 AI 自動分類、翻譯、生成多媒體教材，讓年輕世代輕鬆學習（原住民族委員會，2020）。

教育部「因材施教」平臺已導入生成式 AI 學習夥伴，未來可客製化為原住民族版，例如數學題用小米種植、狩獵情境呈現，讓學生覺得「這是我們的故事」。同時，因應學生學習速度做分軌設計：弱勢生得到慢速、圖像化與族語解說的專屬路徑；而資優生則可跳到跨領域專題，如「AI 模擬傳統生態知識」之類的專題。

AI 不是取代原住民族教育，而是成為族語復興的加速器、文化傳承的數位場域、與學習公平的槓桿。關鍵在於誰控制 AI，若由原住民族社群主導，就能轉化成文化復興的力量；若忽略主體性，則可能成為新形式的邊緣化。臺灣作為原住民族文化多元的島嶼，有機會成為全球首創原住民族 AI 教育的示範國家。

綜合以上討論，AI 的確能在現代教育中大幅推進因材施教，尤其在個人化學習、即時診斷、教育公平方面成效顯著。但要真正落實，必須結合教師的引導、制度的彈性與學生的自主性，避免單純依賴技術而失去教育的核心價值。AI 時代最好的學習態度，不是比 AI 更快得到答案，而是比 AI 更會問問題、更會給答案意義、更會與他人一起創造價

值。換言之，AI 並非要取代老師的因材施教，而是讓大規模與高精度的因材施教在技術上成為可能。教師的角色轉換如前面所提，但不能將教師的心理接受度與擁有 AI 技能視為理所當然。教師的心理建設至關重要，必須主動跟上科技步伐，才能有效引領學生學習。教師也需克服心理障礙，從被動接受轉為積極擁抱 AI，避免成為數位落後者。總之，教師的心理建設是 AI 教育成功的關鍵，須從內在動機出發，結合系統支持，方能避免落差，真正發揮 AI 潛力，因材施教的教育才能在 AI 時代邁向永續、包容與高品質的未來。

參考文獻

- 吳柏軒（2019，6 月 14 日）。教育部發表「因材網」用 AI 落實因材施教。自由時報。 <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2822276>
- [Wu, B.-X. (2019, June 14). *Ministry of education launches the adaptive learning platform to implement adaptive instruction with AI*. Liberty Times. <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2822276>]
- 原住民族委員會（2020）。建構原住民族教育文化知識體系中長程計畫（110 年 -114 年）。 <https://www.cip.gov.tw/zh-tw/news/data-list/F6F47C22D1435F95/2D9680BFECBE80B6A5B2D15904623144-info.html>
- [Council of Indigenous Peoples. (2020). *Mid- and long-term program for constructing the Indigenous peoples' education and cultural knowledge system (2021-2025)*. <https://www.cip.gov.tw/zh-tw/news/data-list/F6F47C22D1435F95/2D9680BFECBE80B6A5B2D15904623144-info.html>]
- 財團法人原住民族語言研究發展基金會（2025）。族語 AI 成果發表會。 <https://www.ilrdf.org.tw/basic/?mode=detail&node=1500>
- [Indigenous Languages Research and Development Foundation. (2025). *Indigenous language AI outcomes presentation*. <https://www.ilrdf.org.tw/basic/?mode=detail&node=1500>]
- 張文熹（2021，10 月 20 日）。以高度數位 AI 創便教育為特色，東山國小化身科技 AI 特色學校。臺灣好新聞。 <https://www.taiwanhot.net/news/977144>
- [Chang, W.-H. (2021, October 20). *Featuring advanced digital AI-driven education: Dongsan elementary school becomes an AI-featured school*. Taiwan Hot News. <https://www.taiwanhot.net/news/977144>]
- 教育部資訊及科技教育司（2025，12 月 3 日）。2025 自主學習節暨數位學習行為與成效分析研討會「中小學數位學習精進方案」四年成果，看見學習的

改變。教育部全球資訊網。https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=6D7688B6DE407CB7

[Department of Information and Technology Education, Ministry of Education. (2025, December 3). *2025 self-directed learning festival and symposium on digital learning behavior and effectiveness: Four-year results of the digital learning enhancement program for primary and secondary schools*. Ministry of Education. https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=6D7688B6DE407CB7]

Al-Zahrani, A. M., & Alasmari, T. M. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence on higher education: The dynamics of ethical, social, and educational implications. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, Article 912. https://doi.org/10.1057/s41599-024-03432-4

Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press.

Harari, Y. N. (2024). *Nexus: A brief history of information networks from the Stone Age to AI*. Random House.

Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: When humans transcend biology*. Penguin.

Kurzweil, R. (2024). *The singularity is nearer: When we merge with AI*. Penguin.

Merino-Campos, C. (2025). The impact of artificial intelligence on personalized learning in higher education: A systematic review. *Trends in Higher Education*, 4(2), Article 17. https://doi.org/10.3390/higheredu4020017

因材施教在數位轉型下的實施機會與挑戰

洪麗卿

一、因材施教的核心概念

每一位學生皆擁有發展其天賦與能力的平等權利。由於學生的天賦與能力本質上存在個別差異，教育工作者必須能夠看見學生的多元學習需求，透過提供多元且適切的課程與教學設計，積極回應這些差異，方能達成真正的教育公平。十二年國民基本教育課程綱要以「成就每一個孩子——適性揚才、終身學習」為願景，正是顯示「適性揚才」與「因材施教」已成為當前課程與教學發展的重要關注重點。

因材施教的關鍵，在於教師是否能夠敏銳覺察並理解學生之間的「差異」。這些差異不僅可從個別層面加以理解，例如學生的智能、性向、興趣與學習動機等，也須從群體層面加以考量，包括族群、文化背景與社經階級等結構性因素。為了能回應學生需求，在教育政策可見到因材施教相關的課程與教學改革措施，以多元且適切的課程與教學設計，實踐因材施教，進而達成適性揚才之目標。諸如，〈教育部國民及學前教育署補助辦理國民小學及國民中學學生學習扶助作業注意事項〉（教育部國民及學前教育署，2019）之實施，強化學習扶助與學習評量之整合性發展；以及透過部定課程的適度鬆綁，增進學生的適性發展空間。在具體作法上，國中小階段設置校訂課程，高中「校訂必修及選修」占總學分三分之一以上，擴大學校和學生課程決定的自主權，提供彈性多元的學習課程。又例如，為了回應不同群體的語言差異和傳承危機，國中小階段在語言領域設有本土語文／臺灣手語／新住民語文課程每週一節，高中本土語文／臺灣手語設有 2 學分（十二年國民基本教育課程綱要總綱，2021）。此外，針對新住民子女與原住民族學生，亦規劃多

元的揚才與扶弱措施，例如設置學校型態之原住民重點學校、部分班級制或原住民族教育班（如：原民藝能班）等，以回應不同學生群體的學習需求。

雖然上述政策有其美意在，不過在實務推廣上，因為面臨師資人力不足、地域偏鄉交通不便或開班人數編制過多、無法全數開班（如：特定原住民族語或新住民語班級）、需開設科目過多等結構性或經費額度等問題，常在運作上全然無法提供適性課程與教學（劉美慧等人，2024）。隨著數位科技與人工智慧（artificial intelligence, AI）快速發展，在數位轉型的脈絡下，不僅看見差異的能力得到了技術的深度賦能，而且數位科技的進步提供了一些突破時空限制的解決方案。當教師能將這些數據洞察轉化為個人化的教學策略時，數位科技便不再只是工具，而是落實「成就每一個孩子、適性揚才」願景的關鍵橋樑，為教育能有效平衡觀照學生的差異，帶出各種創新改變的契機。

二、數位轉型下的教育新常態

在數位科技的飛速發展下，各國正積極運用科技推動適性教育的革新，並深刻改變了傳統課室教學樣態與媒材運用的形式。這場轉型不僅是硬體設備的升級，更是教育典範的轉移，使因材施教得以突破過往實務上的結構性限制。茲說明如下：

（一）支援協作學習與跨區連結，打破地理與師資的結構性限制。數位轉型賦予了協作學習全新的樣態，特別是針對偏遠地區的遠距共學，能有效強化「人」的跨校、跨區、跨城鄉的共學連結。受益於教育部基礎建設計畫，中小學數位學習校園資訊設備、網路建置及學生學習載具配置等的普及，學校得以運用網路視訊、數位教學與即時回饋軟體的開發來延展實境，整合了視訊會議功能或聊天室等工具，將教學場域延伸至雲端，打破傳統地理環境對師資與課程的束縛（教育部，2021）。例如針對稀有語種（如：閩東語、原住民族語）或特定學科師資聘任的困境，透過「直播共學」實現資源共享，解決結構性的缺口，

或者媒合大專校院學生與偏鄉學童配對，藉由數位學伴進行同步的陪伴與學習。這不僅可解決了偏鄉師資人力不足的問題，更是透過跨城鄉的數位互動，為學生創造出具備個別化與多元性的學習機會，讓偏鄉學童也能在科技的支持下，獲得適性揚才的平等權利。

（二）強化學習診斷，實現科學識別與即時扶助之精準化。傳統對於學生的學習扶弱，多仰賴試題反應後的總結性評量或教師有限的人工觀察，以事後補救的方式，難以即時診斷學生認知上的迷思概念，予以立即協助。英國教育部指出，現今的數位平臺能透過知識追蹤技術，精準診斷學生的錯誤是因一時粗心或是深層的概念誤解，從而在教育情境中辨識學生的學習困難、能力落差與學習需求，提供具實證基礎的教學調整與支持之依據（Department for Education, UK, 2024a）。再者，生成式 AI 的崛起更徹底轉變了科技輔助模式，將以往編序教學的標準化回饋方式，翻轉為蘇格拉底式的對話式引導。透過動態提問，AI 能引發學生的主動認知處理，不僅能適性化鋪陳個人學習路徑，更能藉由即時回饋達成預防性學習扶助。這種模式能在學習斷點的初期，即精準識別出潛在的高風險學生，有效降低了傳統補救教學因長時間等待安置而導致的學習挫折。對教師而言，AI 能系統性地彙整並分析學習數據（如：答題時間、錯誤模式、作業完成時間、測驗成績趨勢），為教師提供教學洞察，協助教師靈活調整教學策略和內容，實現精準教學之效（Department for Education, UK, 2024a, 2024b）。

（三）提供個人化學習工具，彌補偏鄉文化資本落差，縮減資源配置不均。聯合國教科文組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO）在 2023 年《塑造數位教育——品質、公平與效率的賦能因素》（*Shaping digital education: Enabling factors for quality, equity and efficiency*）報告指出，數位教育以提升品質、促進公平和增進效率為三大核心目標，科技賦能旨在擴大教育者與學生獲取更多學習資源的機會，緩解不同文化背景、偏鄉或低成就學生因缺乏豐富教育資源而面臨學習的劣勢，建立更具包容性的教育系統。例如，

智利、法國和美國等國在鄉村地區投入數位設備，即證明數位化能有效彌補文化資本的不平等（Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023）。臺灣在落實教育公平方面，則透過開發多元且差異化的學習輔助資源，如教育部開發酷英網平臺和族語 E 樂園，提供多元語言學習輔助。尤其英語學習以往常受到家庭文化資本的影響，而數位科技的發展，可引入 AI 英語技術作為學伴，讓學生獲得不受地域與師資限制進行高品質對話練習之機會，緩解因家庭文化資本不足導致的學習鴻溝。此外，近年來面臨少子化的困境，許多學校因人數變少需進行「混齡教學」，或有班級內程度差異過大的現象，因此宜持續推動數位學習資源與平臺的公共化，如運用「教育部因材網」（知識節點診斷）、「均一教育平臺」、「PaGamO」等診斷學習斷點，讓教師能針對不同程度的學生指派個別化任務，確保每位學生都能在其適切的路徑上學習。

（四）活化媒材教材呈現方式，回應學生多元學習風格和特殊需求。在數位教學的新常態下，教材不再僅限於單一的感官呈現，而是轉向更具彈性的多模態設計。Fleming 與 Mills（1992）指出學生在接收、處理、理解和記憶資訊時，各有不同的偏好與習慣模式，可分為視覺、聽覺、閱讀、動覺型等。現今數位教科書的開發與推廣，正能透過影片、語音朗讀、互動遊戲及虛擬實境等技術，建立多樣化的網絡連結，提供更具沉浸感的學習體驗。具體實踐上，教師能運 AI 技術協助內容轉譯，將傳統文本自動轉化為語音檔、圖示檔或影片，協助不同學習風格的學生進行有效學習。這種技術支持為課堂提供了複線學習的可能性，使學生得以依照個人的學習興趣、目標和步驟，彈性選擇獨立學習或同儕共學模式（高谷浩樹，2020）。

此外，數位科技更是落實特教平權的核心關鍵。以聽力障礙學生為例，透過輔具（如：助聽器、人工電子耳、調頻系統、智慧眼鏡）結合溝通科技（如：把語音轉成視覺字幕、語速調整、訊息簡化、消除環境噪音），讓聽障者能更精準地接收訊息。這種結合視聽技術與輔助工具的

通用設計思維，不僅克服了感官損傷造成的參與限制，更確保每位學生都能在公平的基礎上參與對話與學習（國家科學及技術委員會，2022）。

三、數位轉型下教師角色之重塑與轉型挑戰

在數位轉型與 AI 快速發展的脈絡下，「因材施教」的實踐正獲得前所未有的技術支持，能有效緩解傳統教學中因資源限制而難以兼顧個別差異的困境。具體而言，科技的介入減輕了學習扶助或重修課程在行政與教學上的沉重負擔，進而解決了過往如無法足額開班、師資來源匱乏或教師授課意願低落等結構性問題。此外，數位轉型亦打破了多元選修課程往往受限於校內教師專長而流於「師本課程」的僵局，或是開課考量被迫向升學考科傾斜的現狀。透過數位平臺，稀缺的教育資源得以跨域共享，有效彌補了原住民族語、新住民語言課程不足等教育機會不均等的弊病，落實了制度面的教育公平。

然而，技術的引進並不代表教師角色的淡出；相反地，教師的角色變得更加關鍵且複雜。在數位科技輔助建構適性環境的過程中，教師正從單純的知識引導者，轉型為 AI 系統的設計者、情感的支持者以及資料驅動的決策者。為了真正發揮數位技術的價值，在實踐層面仍有以下關鍵面向需深入探討：

首先，教師應轉型為 AI 系統的設計者。教師除需具備深厚的適性教學與差異化知能外，更應發展 AI-TPACK（Artificial Intelligence-Technological Pedagogical Content Knowledge）。AI-TPACK 是 TPACK 理論的延伸，意指教師不僅要懂學科知識（content knowledge）、教學知識（pedagogy knowledge），更須掌握 AI 技術知識（AI-TK），並深切理解三者的交集與整合應用能力。以英語教學為例，教師不僅要懂得利用生成式 AI 創造個人化對話練習，更需具備評估該工具對於特定程度學生的適切性之專業判斷（Ning et al., 2024）。雖然「因材施教網」等平臺提供了精準的診斷數據，但若教師缺乏將診斷結果轉化為適切教學策略的能力或質性資料的判讀能力，資料便無法發揮因材施教的作用，甚至可能淪為機械式的題目練習。

其次，教師應定位為不可或缺的情感支持者。雖然數位機器具備高效處理重複性作業與知識傳遞的技術，但是缺乏與學生建立深層聯繫所需的情感智能。透過數位科技大幅縮減教師在批改與反覆講述等工作上花費的時間，教師應將釋出的時間投入到與學生的深度對話、價值辨析與情感連結上，藉以營造一個支持性的學習環境。這種轉變將增進師生間互信基礎的建立，使教師能從心理與社會面向深度理解學生的個別差異與需求。

最後，在運用數位科技的過程中，教師應致力於轉型為資料驅動的決策者，具備從繁雜數據中精準洞察學生學習需求的能力，引導教學從傳統的標準化模式，轉向以資料為基礎的個別化引導。此外，為確保學生在數位時代具有能動性且不受限於 AI 框架，避免其淪為教師教學或數位工具的被動接收者，教學活動的設計宜融入連續性對話與互動機制，例如運用蘇格拉底式提問引導學生思考，並結合 AI 互動機器人模擬持續對談，從而建構兼具動態性與即時回饋的互動式學習環境，讓學生能與數位或 AI 工具協作產出成果，而非僅直接取用其生成結果等。

同時，教師亦肩負著培育學生數位公民意識的使命，應引導學生學習如何負責任地使用 AI，並具備其批判演算法偏見的能力。例如，當教師運用 AI 生成社會領域之教學活動或素材時，應展現敏銳的文化覺察力，檢視教材內容是否隱含「文化盲」，或僅反映主流、西方或男性中心的思維。教師應主動辨識並修正潛在的刻板印象與偏見，避免忽略弱勢或少數族群的聲音，以確保因材施教能真正關照到社會與文化的多元脈絡，落實真正的教育公平。

綜上所述，在數位轉型的浪潮下，因材施教的實踐正從傳統的師生互動轉向科技賦能的適性輔助。值得注意的是，科技雖是突破限制的關鍵，但核心始終在於如何透過技術落實教育公平與全人發展。總而言之，數位科技與 AI 為因材施教提供了強大的底層支持，但唯有賦能教師去駕馭工具，才能真正打破教室邊界，成就每一個孩子適性揚才的願景。

參考文獻

十二年國民基本教育課程綱要總綱（2021）。○

[Curriculum guidelines of 12-year basic education: General guidelines. (2021).]

高谷浩樹（2020）。「GIGA スクール構想の実現」とは～学校情報化の目的と概略～。<https://ictadvisor.mext.go.jp/ictwp/wp-content/uploads/2021/08/bf6cf170417775419b8c6ab46654aa96.pdf>

[Takaya, H. (2020). *Realizing the GIGA School Program: Purpose and outline of school informatization*. <https://ictadvisor.mext.go.jp/ictwp/wp-content/uploads/2021/08/bf6cf170417775419b8c6ab46654aa96.pdf>]

國家科學及技術委員會（2022，11月23日）。打造有溫度的科技，聽說AI：基於AI的口語溝通輔助科技。<https://www.nstc.gov.tw/folksonomy/detail/8e511c92-866f-46e6-95bd-a8bc73a9dd04?l=ch>

[National Science and Technology Council. (2022, November 23). *Creating technology with warmth, listening and speaking AI: AI-based oral communication assistive technology*. <https://www.nstc.gov.tw/folksonomy/detail/8e511c92-866f-46e6-95bd-a8bc73a9dd04?l=ch>]

教育部（2021）。推動中小學數位學習精進方案（核定本）。<https://pads.moe.edu.tw/download.php>

[Ministry of Education. (2021). *Program for advancing digital learning in primary and secondary schools*. <https://pads.moe.edu.tw/download.php>]

教育部國民及學前教育署（2019）。教育部國民及學前教育署補助辦理國民小學及國民中學學生學習扶助作業注意事項。<https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001664>

[K-12 Education Administration, Ministry of Education. (2019). *Directions of the K-12 Education Administration for subsidizing learning support programs for elementary and junior high school students*. <https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001664>]

劉美慧、洪麗卿、陳麗華、董秀蘭（2024）。因材施教的課程與教學。載於黃昆輝（主編），因材施教，成就每個孩子——臺灣優質教育的願景與對策（頁301-382）。財團法人黃昆輝教授教育基金會。

[Liu, M.-H., Hung, L.-C., Chen, L.-H., & Tung, H.-L. (2024). Curriculum and instruction for adaptive education. In K.-H. Huang (Ed.), *Adaptive education to fulfill every child: Vision and strategies for quality education in Taiwan* (pp. 301-382). Huang Kun-Huei Education Foundation.]

Department for Education, UK. (2024a). *Meeting digital and technology standards in schools and colleges*. <https://www.gov.uk/guidance/meeting-digital-and-technology-standards-in-schools-and-colleges/broadband-internet-standards-for-schools-and-colleges>

- Department for Education, UK. (2024b). *Generative AI in education*. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65b8cd41b5cb6e000d8bb74e/DfE_GenAI_in_education_-_Educator_and_expert_views_report.pdf
- Fleming, N. D., & Mills, C. (1992). Not another inventory, rather a catalyst for reflection. *To Improve the Academy*, 11(1), 137-155. <https://doi.org/10.1002/j.2334-4822.1992.tb00213.x>
- Ning, Y., Zhang, C., Xu, B., Zhou, Y., & Wijaya, T. T. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. *Sustainability*, 16(3), Article 978. <https://doi.org/10.3390/su16030978>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Shaping digital education: Enabling factors for quality, equity and efficiency*. <https://www.oecd.org/publications/shaping-digital-education-bac4dc9f-en.htm>

應用 TCCIP 數位平臺製作多重視覺表徵 教材以落實因材施教的教學—— 以高中地科氣候變遷課程為例

吳百興

一、前言

教科書作為學校教育傳播知識的核心媒介，其內容與編寫型態往往深刻反映著當代知識典範的轉移（如：Kress & van Leeuwen, 2020）、國家教育政策的變革（李仰桓、李涵鈺，2022），以及編撰者的哲學觀點（鍾鴻銘，2019）等因素的影響。以知識典範的演進為例，Lemoni 等人（2011）探討 1980 年代至 2000 年初期希臘生物教科書中「人與自然」主題圖片的歷史沿革，發現其呈現方式從早期將人類視為紀錄自然的「旁觀者」，演變為中期肆意掠奪資源的「主宰者」，直至晚近的教科書則轉而強調人類與自然環境共存的「參與者」角色。此一歷程不僅揭示了國家政權制度與社會經濟（從農業、工業到後工業社會）的遞嬗，說明了作者持有的生物哲學，更呼應了全球對於氣候變遷及地球村永續發展思維的覺醒。

隨著近年全球教育改革浪潮轉向「素養導向」教學，實徵研究結果顯示，課綱改革對科學教科書的發展扮演著樞紐角色，其不僅形塑了教科書的資訊內容，更實質改變了課後習題的性質（Wu, 2024）。以臺灣高中地球科學教科書為例，對比 2009 年與 2019 年課綱版本可發現，雖然原本科學領域中即依賴大量的圖片與表格來傳遞科學資訊。然而，隨著新課綱強調科學實作與探究能力，教科書的習題設計已逐漸擺脫傳統純文字敘述、著重背誦的題型。特別是在探討「氣候變遷」此一章節時，研究發現新版教科書的習題大幅增加了探究型題目，且更頻繁地使用了

數據表、趨勢圖等「多重表徵」(multiple representations)來呈現資訊。

由此可知，在教科書中大量融入多重表徵結合素養導向之學習表現的轉變，正是爲了幫助學生跨越學習門檻、掌握複雜科學概念的關鍵設計。面對如「氣候變遷」這類涵蓋全球尺度、且涉及多重系統之交互作用的複雜概念時，教科書提供多元的視覺與多重表徵，能賦予抽象科學系統具體的視覺脈絡。舉例來說，當提及海洋與大氣的章節及其概念時，搭配富含表徵的圖片與文本的解說，不僅能引導學生建構「交互作用」與「穩定與變遷」的跨科概念，更能有效支持學生進行深層的數據分析與推理論證，進而幫助他們評估並建構出對複雜概念的深刻理解(Wu, 2026)。同時，藉由多重表徵的學習方式也可符應不同學習風格與特長的學生進行差異化學習。是以，以下本文將就多重表徵與學生的個別差異以及城鄉差異的關係進行論述，同時運用地球科學教科書中的氣候變遷章節的內容，並結合當前數位科技的各項資源，以支援高中科學教師發展因材施教的學習環境。

二、多重表徵的應用符應多元智能與城鄉差異

探究學習活動是科學教育的重心，其強調學生從問題出發、主動參與解題歷程，透過自主探索與實作來培養邏輯思考、推理論證與創造力(Department for Education, 2014; NGSS Lead States, 2013)。在這個過程中，由於每位學生都具備獨特的「多元智能」，例如，空間、邏輯數學或語文等，不同智能的組合與優勢，若能在自然科學教學中巧妙連結多重表徵，例如，同時將數據統計表、趨勢圖、照片與文字符號等不同形式的資訊呈現，或能爲多元智能理論提供最直接且具體的實踐管道(Mayer, 2014a)。

透過多重表徵的融入，教學者能夠以「多重性呈現策略」來呼應並激發學生不同的優勢智能(Gardner, 2011, 2020)。舉例來說，視覺空間智能較強的學生可透過趨勢圖與照片等圖像表徵，來解構複雜的科學系統；而邏輯數學智能優勢者，則能從數據表中有效進行分析與尋找規律。

這種設計不僅打破了固定答案與單一解題方法的限制，賦予學生不同以往的學習途徑，更讓他們能以自身的智能優勢進行自我探索。因此，將多元智能理念與多重表徵相結合，不僅開闊了學習者的智能層面，更藉由提供豐富的視覺脈絡與補充資訊，引導學生進行深層的認知處理與數據分析（Mayer, 2014b）。這對豐富學習經驗、創造展現探究能力的機會，以及進一步激發創造力、想像力與高階問題解決能力，皆具有顯著的促進作用。

透過結合多重表徵的差異化教學，教師能為不同起點的學生提供具體的視覺脈絡與多元的認知途徑，有效降低因文化資本不足所帶來的學習門檻。例如，Beecher 與 Sweeny（2008）的實徵研究已證實，當學校實施提供多元教材與多重表徵的差異化教學後，能顯著幫助不同程度的學生提升學習表現，並大幅縮小因家庭社經地位或城鄉文化不同所造成的成績差距。

透過上述的文獻可以發現，多重表徵的引入可以有效的符應學生的不同優勢智能，讓學生能從中建構其知識內容，從而不僅能學習得學科知識，亦能從中建立成就感。是以身為教師應該思考如何在課室中透過不同表徵的呈現，來營造能涵蓋不同優勢智能的學習環境。

三、臺灣目前如何評量與幫助學生學習「氣候變遷」

在教育數位化的推動下，臺灣已建置了教育大數據資料庫，其中整合了載具管理系統（mobile device management, MDM）、數位學習平臺紀錄，以及學生的學習成效資料，諸如：科技化評量、國中會考、縣市學力檢測等。藉由人工智慧（artificial intelligence, AI）來診斷學生的學習表現與建立個人化的學習路徑（郭伯臣等人，2024）。例如，透過「教育部因材網」等 AI 數位學習平臺，系統會應用大數據分析學生的學習弱點與起點行為。平臺能像地圖導航一樣，針對診斷出的弱點自動提供專屬的個人化學習路徑，讓學生進行自主學習或由教師進行差異化教學。目前這類數位平臺與數據分析，在中小學最常被應用於數學、

英語文與國語文等基礎學科的學習扶助與一般教學中。

相較於數位平臺的自動化數據診斷，目前針對氣候變遷此一涵蓋全球尺度且涉及多重地球系統的複雜概念，臺灣的高中地球科學主要仍仰賴教師使用教科書習題中的多重表徵來進行學習引導與評量。尤其是氣候變遷的概念往往需要藉由過往觀測數據的推論中找出趨勢變化，推理出潛在或可能的因果關係，因而使用數據與圖表導向的教學與評量，在課室中是重要的。同時，氣候變遷的議題也高度依賴數據與證據，例如，碳排放率、全球表面溫度異常圖表等。十二年國教課綱的教科書習題大量使用統計表、趨勢圖等視覺圖像表徵，取代了過去單純背誦式的文字題型（Wu, 2026）。

學生透過閱讀這些氣候溫度圖表，不僅能判斷全球暖化是否正在發生，還能展現其分析、推理與整合跨領域概念的能力。研究也建議，教科書設計者應善用這些多重表徵來評估學生的學習成效，並讓學生能夠進行自我評估與自主學習（Wu, 2026）。而培養學生的探究能力與自主學習，也正是十二年國教課綱強調的核心素養之一。

總而言之，臺灣在分析與診斷學生的學習數據方面，已具備成熟的教育大數據平臺（如因材網）。此類平臺可以透過大數據分析，建立學生在概念學習上的知識節點；在應用於氣候變遷章節時，主要聚焦於章節內容及相關概念知識之學習成效評估。相較之下，現有研究較少探討學生如何透過教科書中的多重視覺圖表與數據進行推理、論證與自我評量，也缺乏對學生此類能力表現及其學習成效的評估。因此，現階段仍需要教師自行發展相關的實作評量與真實評量，以評估學生運用圖表與數據進行推理及論證的能力，並適時補充其在氣候變遷章節中的圖表識讀經驗。

本文將結合臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平臺（Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform, TCCIP）中的多重視覺圖表與數據為例，說明教師可如何延伸教科書的學習內容，並評量學生在氣候變遷上的具體學習表現。尤其是其所提供

的「網格化觀測日資料」與「AR6 統計降尺度日資料」，能提供臺灣北、中、南、東四個區域共 20 個縣市的氣候變遷推估資訊，涵蓋不同地域，進而達到縮小城鄉數位落差的目標（圖 1）。如圖 1 所示，學生可以點擊網格點搜尋臺東縣蘭嶼鄉的觀測資料，進行後續的觀察、分析與推理等探究，而其所呈現的圖像也涵蓋統計圖表、氣候變遷趨勢圖，亦可下載觀測資料進行二次分析。同時，TCCIP 也會提供線上特展：「氣候任性臺灣韌性」（網址：<https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/rainfall.aspx>）。該特展以 360° 環景網站與 VR 模式，呈現臺灣各地在極端降雨、乾旱與高溫等情境下的實地場景，並輔以文字解說與互動式圖表。學生可透過遠距導覽自主瀏覽各展區，依自身的學習進度反覆觀看、暫停與回顧，使學習速度不同的學生皆能在同一素材上取得適切的節奏，亦可作為課堂實作前的先備情境建立，或課後延伸探究的素材。



圖 1 TCCIP「網格化觀測日資料」與「AR6 統計降尺度日資料」

資料來源：行政法人國家災害防救科技中心（2026）。

四、教學實務：運用 TCCIP 數位資料延伸教科書的學習內容

根據實徵研究與 TCCIP 平臺的資料，將數位化的長年氣候觀測資料轉化為高中地球科學「氣候變遷」課程中的多重表徵，如數據表、趨勢圖，能有效引導學生進行探究學習。以下即以 TCCIP 的觀測資料為例，依序說明資料的取得與轉化、臺灣氣候變遷的區域差異，以及由現象解釋延伸至調適思考的教學脈絡，並說明學生學習表現的評估方式。

（一）資料的取得與多重表徵的轉化

TCCIP 平臺的資料以會員制開放，使用者於官網完成註冊後，可在「我的控制臺」中將資料用途設定為「教學」，再循「資料服務→氣候變遷資料商店」的路徑，取得「網格化觀測資料」或「氣象站點統計資料」。對應高中地球科學「氣候變遷」章節的學習內容，年平均氣溫、年降雨量與年最大連續不降雨日數三項變數最為關鍵：前者對應暖化趨勢，後兩者則分別指向水資源分布與極端乾旱風險。這些資料多可回溯至 1960 年代，長度足以涵蓋 30 至 50 年的氣候尺度，可避免學生僅憑短期波動而誤判長期趨勢。

然而，資料本身並不會自動產生意義，其教學價值在於轉化。當學生以 Excel 或 Google 試算表將逐年觀測值繪製成趨勢圖，並計算線性迴歸式 $y = ax + b$ 時，斜率 a 便具體量化了該地的增溫或降雨變化速率。此一歷程同時調動了視覺空間智能與邏輯數學智能：前者體現於圖形的建構與判讀，後者則落實在迴歸計算與規律的歸納。換言之，同一組數據透過統計表、趨勢圖與文字解釋等不同表徵並陳，恰好為不同優勢智能的學生提供了各自的切入點。更關鍵的是，由於 TCCIP 的網格資料可定位至學生所在的鄉鎮，原本抽象而遙遠的全球暖化議題，得以被轉譯為在地的、可親自驗證的生活經驗。

（二）臺灣氣候變遷的區域差異：臺北與鞍部測站的對照

若將分析單位由全球尺度收斂至臺灣本島，最值得討論的現象是氣候變遷的空間不均質性。「全臺氣候變化皆一致」是學生常見的迷思，而區域對比正是破除此一迷思最直接的途徑。因此，教師可以臺北測站為例，布置教學任務或探究主題。透過分析臺北測站長年觀測資料所呈現的增溫幅度與極端高溫日數，往往顯著高於全球平均值，也高於臺灣其他非都會區的測站。

這樣的差異能否單純歸因於全球暖化？答案是否定的，而這正是引導學生進行推理論證的切入點。都市熱島效應（urban heat island effect）是理解此一現象不可或缺的變因。根據 TCCIP 的報告數據，臺灣現況的都市熱島強度約使氣溫增加 2°C 至 2.5°C ，且臺北盆地的高溫區正逐漸向外擴張，延伸至桃園一帶。若進一步將同緯度但位於山區的「鞍部站」（陽明山）長年觀測資料，疊加於同一張趨勢圖上，兩條迴歸線的斜率差異便清晰可見——自然環境與高度人為開發區域的增溫率並不相同。透過這組對照，學生得以在科學證據的基礎上，理解人類土地利用方式對微氣候的實質影響，而非僅停留在「地球正在變熱」的籠統認知。

降雨與乾旱面向亦呈現類似的區域分化。以南部地區為例，依據 TCCIP 的研究，其基期的連續不降雨日數已達 39 日，未來的旱災風險將顯著提高。若再將觀測數據與當年的氣候事件（如強颱年份、嚴重乾旱年份）相互對照，學生便能將統計圖表上的極端值，連結至具體的社會與環境衝擊，使數據的解讀從描述性推進至因果性，也讓「數據」與「生活經驗」之間建立起可驗證的聯繫。

（三）從現象解釋到調適思考

當學生能夠判讀趨勢、辨識區域差異之後，教學便可進一步推向調適層次的議題討論。此處的重點不在於得出唯一正確答案，而在於學生能否依據自身分析的數據提出合理主張。例如，南部因連續不降雨日數

持續增加，其調適重點應置於節水與抗旱設施的強化；而臺北盆地由於熱島效應顯著，都市規劃上則需思考如何提高綠覆率、增設水域或設計都市風廊以協助散熱降溫。不同區域的數據導向不同的調適策略，這樣的安排使學生理解到，氣候調適並非放諸四海皆準的通則，而是必須立基於在地觀測證據的決策歷程。

在此歷程中，教師亦可適時引導學生連結大氣環流、地理環境與人類活動等既有的地球科學概念，解釋數據背後的物理意義，諸如都市熱島效應的成因、梅雨延遲的機制，或極端降雨事件的形成條件。如此一來，TCCIP 的觀測資料便不僅是評量素材，更成為串連教科書各章節概念的樞紐，使「交互作用」與「穩定與變遷」等跨科概念得以在真實數據中獲得印證。

（四）學生學習表現的評估

延伸自上述的學習歷程，教師可從三個面向評估學生的表現，其具體的評量項目與標準整理如表 1。第一個面向是「圖表製作」，著重多重表徵的轉化能力，檢視學生能否正確下載 TCCIP 數據並繪製趨勢圖，坐標軸標示是否清楚、趨勢線斜率的計算是否正確，以及整體圖表能否清晰呈現長年氣候變化的視覺脈絡。第二個面向為「科學解釋」，對應推理論證能力，評估學生能否正確運用地球科學詞彙（如都市熱島效應、反照率、輻射冷卻、梅雨延遲）解釋所觀測到的異常年份或區域增溫差異，並以正確的科學數值作為論證依據。第三個面向則是「調適建議」，指向問題解決與素養表現，重點在於學生能否針對數據所呈現的區域特性，提出具體而合理的調適對策。

值得注意的是，表 1 的三個面向並非彼此獨立，而是層層遞進：唯有先完成表徵的轉化，方能進行科學解釋；也唯有解釋成立，調適建議才有立論的基礎。此一評量架構同時回應了前文所述的多元智能觀點——擅長圖像思考的學生可能在圖表製作上表現突出，長於語文表達

表 1 評量項目及評量標準

評量項目	評量標準
圖表製作 （多重表徵轉化）	能正確下載 TCCIP 數據並繪製趨勢圖。坐標軸標示清楚，趨勢線斜率計算正確，能清晰呈現長年氣候變化之視覺脈絡。
科學解釋 （推理論證能力）	能正確使用地科詞彙（如：都市熱島效應、反照率、輻射冷卻、梅雨延遲）解釋觀測到的異常年份或區域增溫差異。或能運用正確的科學數值來做為其論證的依據。
調適建議 （問題解決與素養）	能針對數據所呈現的區域特性提出合理調適建議。例如：南部因連續不降雨日數增加需強化節水與抗旱設施；臺北盆地因熱島效應嚴重，都市規劃需增加綠覆率、水域或設計都市風廊以協助散熱降溫。

者則可能在科學解釋與調適建議上展現優勢。評量標準的多面向設計，正提供了不同優勢智能的學生各自的展現空間，也使教師得以據此調整後續的差異化教學策略。

五、結語：TCCIP 平臺如何支援教科書進行課程設計

根據實徵研究與 TCCIP 平臺的資料，將數位化的長年氣候觀測資料轉化為高中地球科學氣候變遷課程中的多重表徵，例如，數據表、趨勢圖等等，能有效引導學生進行探究學習。在上述教材中引用的「長年測站溫度與極端氣候日數」等素材，正是臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平臺的核心資料產品。

（一）網格化觀測資料

TCCIP 蒐集了全臺超過 2,000 個測站的歷史資料，利用空間內插技術，可產製出涵蓋臺灣各地區，1960 年代至今的各項氣象觀測資料，其中包含每日最高溫、最低溫與降雨量等資料。同時具備的網格化觀測資料，可精確至 5 公里甚至達 1 公里，係具高解析度的資料密度。

（二）開放教學應用

這些數據不僅提供給科學家，TCCIP 的「氣候變遷資料商店」也明確將「教學」列為開放申請與下載的使用目的之一。因此，高中教師或教材編撰者可直接利用 TCCIP 產製的極端高低溫、暴雨等關鍵指標圖集與觀測數據，設計出如教科書般，具備多重表徵與探究精神的氣候變遷教材。

透過上述的論述與分析可知，雖然當前臺灣有許多教育大數據的平台可供教師快速建立學生的學習星空圖與知識網絡，進而從中評估個別學生的學習成效，然而對於應用多重表徵的優勢以契合氣候變遷的學習脈絡及學生多元智能差異，仍較為缺乏。本文所推薦的 TCCIP 的數位工具，雖非專門設計為評量學生的工具，甚至需要教師耗費心力去設計評量任務，但其豐富的觀測資料與圖像化資源並不侷限於評量的使用，更可以與教科書的學習目標契合，作為支援教師發展教學活動的憑依。尤其是其網格化的觀測資料，更可落地為學生在地生活經驗的一環，達到消弭城鄉差距的教育落差。

雖然本文係從 TCCIP 的數位工具出發，嘗試結合多重表徵的方式來促進學生在抽象概念及數據推理為本的氣候變遷章節及其相關概念，進而達到因材施教的教育意涵。然而，面對當前 AI 蓬勃發展的今日，為了提升學生的學習成效並兼顧不同型態智能優勢的學生，教師除了 TCCIP 等數位工具的融入之外，亦可結合生成式 AI 的優勢來幫助學生協同學習，進而做到差異化學習的目標。舉例來說，當學生在分析 TCCIP 的氣候數據遇到瓶頸時，生成式 AI 可以作為虛擬助教，提供即時的探究「鷹架」（scaffolding），根據學生當前的理解程度給予不同深度的提示與引導，讓個別學生以自己的節奏進行推理論證。

參考文獻

- 行政法人國家災害防救科技中心（2026）。氣候圖集。https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/ds_05_03_chart_1.aspx
- [National Science and Technology Center for Disaster Reduction. (2026). *Climate atlas*. https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/ds_05_03_chart_1.aspx]
- 李仰桓、李涵鈺（2022）。南非高中歷史教科書中的轉型正義及以資料為本的編寫策略。《教科書研究》，15（3），81-115。https://doi.org/10.6481/JTR.202212_15(3).03
- [Li, Y.-H., & Li, H.-Y. (2022). Transitional justice in South Africa's high school history textbooks and implementation of source-based editing strategy. *Journal of Textbook Research*, 15(3), 81-115. https://doi.org/10.6481/JTR.202212_15(3).03]
- 郭伯臣、楊思偉、林政逸、林燕珍、李宜麟（2024）。因材施教的數位學習。載於黃昆輝（主編），**2023-2024 教育政策整合型專案研究報告——因材施教，成就每個孩子：臺灣優質教育的願景與對策**（頁 383-440）。財團法人黃昆輝教授教育基金會。
- [Kuo, B.-C., Yang, S.-W., Lin, C.-Y., Lin, Y.-C., & Li, Y.-L. (2024). Digital learning for adaptive education. In K.-H. Huang (Ed.), *2023-2024 integrated education policy research report: Adaptive education to fulfill every child* (pp. 383-440). Huang Kun-Huei Education Foundation.]
- 鍾鴻銘（2019）。美國卡納瓦郡教科書爭議事件研究。《教科書研究》，12（2），71-104。https://doi.org/10.6481/JTR.201908_12(2).03
- [Chung, H.-M. (2019). Kanawha county textbooks controversy event in America. *Journal of Textbook Research*, 12(2), 71-104. https://doi.org/10.6481/JTR.201908_12(2).03]
- Beecher, M., & Sweeny, S. M. (2008). Closing the achievement gap with curriculum enrichment and differentiation: One school's story. *Journal of Advanced Academics*, 19(3), 502-530. https://doi.org/10.4219/jaa-2008-815
- Department for Education. (2014). *The national curriculum in England: Key stages 3 and 4 framework document*. https://education-uk.org/documents/pdfs/2014-nc-framework-ks3-4.pdf
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic.
- Gardner, H. (2020). "Neuromyths": A critical consideration. *Mind, Brain, and Education*, 14(1), 2-4. https://doi.org/10.1111/mbe.12229
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2020). *Reading images: The grammar of visual design* (3rd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003099857
- Lemoni, R., Stamou, A. G., & Stamou, G. P. (2011). "Romantic", "classic" and "baroque" views of nature: An analysis of pictures about the environment in Greek primary

- school textbooks: Diachronic considerations. *Research in Science Education*, 41(5), 811-832. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9191-4>
- Mayer, R. E. (2014a). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 43-71). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- Mayer, R. E. (2014b). Introduction to multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 1-24). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.002>
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>.
- Wu, P.-H. (2024, May 28-31). *Exploring the facilitation of multiple representations in high school textbook exercises on students' learning in climate change* [Paper presentation]. The 17th International IARTEM Conference, Paris, France.
- Wu, P.-H. (2026). Effects of multiple representations of climate change in high-school textbook exercises on the learning of students. *IARTEM E-Journal*, 18(1), 1-23. <https://doi.org/10.21344/iartem.v18i1.1068>

AI 時代的家庭作業難題 —— 當教師的設計意圖遇上學生的應對策略

曾碩彥

一、前言

家庭作業（homework）或稱為回家作業，長期以來被視為兒童的學習工作，具有鞏固知識、發展技能與培養自律的功能，目的是在建立學生的責任感、時間管理與培養學生的自主學習能力（Cooper, 2007; Corno & Xu, 2004; Zimmerman et al., 1996）。本文所稱之人工智慧（artificial intelligence, AI）係指具備生成能力的人工智慧工具之大型語言模型（Large Language Models, LLMs）與其他生成式人工智慧（Generative AI）應用，此類工具能根據使用者指令，即時產出文字、圖像等內容，本文以下統稱為「AI」或「AI 工具」。當學生能便捷地使用 AI 工具完成作業時，前述的教育假設就產生了新的思考與挑戰。此現象在國小階段尤為關鍵，因為國小作業的設計重要的目的在於「基礎能力建構」與「學習習慣養成」（Vatterott, 2018）。依此邏輯，若完成作業的歷程，無法培養或反映出學生的真實能力，家庭作業存在的教育價值與目標就可能受到質疑。根據 Pew Research Center 的調查，美國 13 至 17 歲青少年使用 AI 完成作業的比例已達 26%，較前一年倍增（Sidoti et al., 2025），且快速向下延伸至學齡兒童階段。Han 等人（2024）針對 8 至 12 歲兒童及其家長、教師的三方視角研究指出，AI 在國小讀寫教育情境中引發關於作者身份歸屬（authorship）、原創性（originality）與學生能動性（student agency）的疑慮，高達 56% 的教師擔憂難以辨識作業中學生主動思考與 AI 協助的界線。教師在教學現場發現，傳統透過作業批改來診斷學習成效的機制正逐漸失效，且面臨

「防堵無效、整合困難」的實務困境（Filiz et al., 2025）。傳統作業中可追蹤的學習歷程變得模糊難辨，這對長期仰賴批改作業來掌握學習情形的教師而言，是前所未有的挑戰。基於此，本文將探討，當 AI 成為學習工具後，教師如何調整作業設計？其背後的教育信念為何？而學生又展現出哪些實際的應對策略？本文將先梳理相關文獻框架，並以國小現場實例，分析不同設計取向下的學生表現，期能為 AI 浪潮中的教育工作者提供學生家庭作業相關具參照價值的思考視角。

二、從評量真實性的危機中思考教師的作業設計與學生能動性

家庭作業是為知識練習的工具，也可作為教師判讀學生學習狀態，據以調整教學策略與評量。教師採取的作業設計取向，無論是禁用、規範使用或整合運用 AI，皆反映出教師回應此評量變化的信念與策略，而學生面對不同作業設計產生的應對行為，便是在評量框架與自身需求間的能動性表現。於此，本文以「評量真實性的危機」為切入點，先釐清 AI 時代下面臨評量真實性的困境，進而探究教師設計邏輯背後的焦慮與侷限，以及學生應對策略所顯現的學習樣態。

（一）AI 時代下家庭作業遭遇評量真實性的危機

家庭作業在非同步的形成性評量，能協助教師判讀理解程度、診斷學習困難並調整教學（Black & Wiliam, 2009）。誠然，傳統家庭作業的評量效度本身就存在脆弱性，如家長指導、補習班代寫或同儕抄襲等外部協助早已存在。不過，AI 工具免費、即時、可跳過思考歷程直接產出成品，以及高度客製化模擬學生程度，以規避檢核等特性，使家庭作業的評量效度產生另一層次的衝擊。Darvishi 等人（2024）針對大學生的實驗顯示，當 AI 支援被移除後，學生表現顯著下降；受訪的中小學教師亦認為，若缺乏批判性思考與 AI 素養，學生使用 AI 將導致依賴而非學習的現象。當工具產出逼真甚至超越學生實際能力成果時，便顯

覆過去以作業表現來判斷學生真實能力的假設。此困境在國小階段尤為顯著，Gonsalves（2026）指出，AI 在協助資訊發現和概念理解等基礎認知上特別有效，而國小作業中的寫作、閱讀理解、數學應用題，多屬 Bloom 等人（1956）分類中較低階的認知層次，因而受 AI 介入的衝擊更為直接。從教師視角來看，Chiu（2024）的研究發現，當 AI 出現後，僅有「作為課堂學習複習的家庭作業練習」被認為重要性降低，其餘如課堂觀察、即時問答等仍維持不變。顯見教師已察覺家庭作業作為評量工具正逐漸失效，若欲重新設計能抵抗或善用 AI 的作業，則需要更多 AI 素養和跨學科能力的專業支持。

（二）教師作業設計取向的困境與契機

當 AI 對作業評量構成挑戰時，教師如何因應？又帶來什麼樣的幫助與限制？Bezjak（2024）針對斯洛維尼亞中學後教師的調查分析指出，教師普遍認可 AI 在協助工作、創建教材及批改作業的功能，但對於 AI 能否改善教學品質與提升學生學業成就則持保留態度。數據顯示，不到半數教師同意 AI 能提升教學品質，僅約兩成相信其能改善學業成就。教師看法呈現出對工具效能肯定，但質疑教育成效的現象。Cheah 等人（2025）針對美國 K-12 教師的研究亦發現，教師主要依賴 AI 創建測驗與提供回饋，但在學生使用上則有倫理上的疑慮。如一位教師所述：「若發現學生用 AI 代替他們完成作業，我會給零分並要求他們自己重做」（Cheah et al., 2025）。類似情形也出現在 Tripathi 等人（2025）於印度中小學教師的研究中，一位 8 年級社會科學教師因擔心學生用 AI 敷衍原本的博物館參觀作業，轉而要求學生拍攝與藝術品的合照作為參觀證明。教師也坦言：「這是我們提出的挑戰，我不知道 AI 能不能做到這個」。此案例顯示，當教師發現傳統作業容易被 AI 破解時，設計思維會轉向思考「什麼是 AI 做不到的」。不過，根據 Kilhoffer 等人（2023）針對 K-12 AI 教育的跨國研究，部分中學教師已發展出協作取向的教學實踐，以專題式或合作學習的教學策略，讓學生在真實情境中運用 AI

知識。例如智慧汽車系統設計（Gong et al., 2018）或評估農業生產應用 AI 之挑戰（Sakulkeakulsuk et al., 2018）等專題，能引導學生聚焦於任務本身，促使其批判思考 AI 技術對個人生活、社會結構、經濟發展及倫理規範等面向的影響（Kaspersen et al., 2021）。

綜整前述研究，教師面對 AI 對作業評量的衝擊，其設計取向可歸納為三類回應模式。首先是「禁用取向」，以明文規範與零分懲處禁絕 AI 使用，此立場堅守學習真實性原則，但禁令只能將使用行為推入暗處而非消除需求，反而喪失教育及倫理引導的契機。其次是「加嚴偵測取向」，藉由重新設計作業與評量機制，提高完成難度，如要求實體證據、手寫或實作等任務。此取向可能陷入「軍備競賽」的思維，讓教師投入大量心力思考「什麼是 AI 做不到的」，讓作業設計偏離原有學習目標，而落入工具對抗的情境。然而，隨 AI 能力快速演進，今日的門檻明日即可能失效，過度聚焦防堵將加重教師負擔。第三是「協作整合取向」，將 AI 納入作業設計並培養學生適切使用能力，如教師引導提示詞技巧發展，或在專題學習中以 AI 作為認知工具，承認 AI 已成為知識生產的一環。不過，此取向高度仰賴教師本身的 AI 素養與制度性支持，要讓教師認同且有感於其能促進學生發展深度學習，仍是需要面對的課題。

（三）學生運用 AI 處理家庭作業的策略樣態

從學生能動性（student agency）的視角觀之，學生是在個人、行為與環境的互動中，於制度框架內進行意義建構與策略協商的行動者（Bandura, 1986, 2018）。隨著 AI 工具逐漸普及，學生勢必發展出多元的應對策略。當前關於學生使用 AI 的實證研究，多集中在大學以上階段，針對中小學階段的探討則相對缺乏。儘管如此，本文仍嘗試從學生能動性的角度，梳理當前策略樣態，作為理解未來可能延續至中小學階段現象的理論基礎。以下藉由分析現有文獻，歸納不同教育階段學生運用 AI 工具的策略類型，並探討策略與教師作業設計取向之間的關係。

1. 隱匿與規避使用的痕跡

現有研究顯示，當學生面臨禁用 AI 的規定時，便會更具策略地運用 AI 工具。Kozak（2025）觀察到，當美國 K-12 學生面臨學區禁用 AI 政策時，會指示 AI 在作業中插入錯誤以掩飾其使用痕跡。California Student Journalism Corps（2024）的報導亦指出，美國大學生自從 Turnitin 等提交系統開始掃描 AI 使用證據後，會謹慎地撰寫出不會被標記的作業內容，一位學生坦承：「我還沒有因使用 AI 而被抓到過」。於此便可進一步探問，學生規避或掩飾運用 AI 工具的應對策略，在何種情境下較易發生？將此策略與教師作業設計取向進行分析後發現，當政策、學校或教師明確的禁用 AI 或強化偵測機制時，反而可能激發學生運用更精緻的規避技術，形成類似「貓捉老鼠」的對抗關係。Intelligent.com（2023）針對 1,000 名美國大學生的調查顯示，近半數學生表示其機構已禁用 ChatGPT 處理作業，但約有三分之一的學生仍會使用 AI 完成作業，明知有違規定卻仍為之。在此情境下，學生可能運用的規避策略，包括故意置入錯誤以模擬人類書寫、使用改寫工具修改生成內容、付費測試偵測系統後再調整作業等（Weber-Wulff et al., 2023）。此類似軍備競賽、道高一尺、魔高一丈的現象，若教師無法判斷實情，將誤判學生的真實學習狀況，也讓作業無法再作為診斷學生學習問題及回饋的依據。

2. 有效運用或依賴外包

當教學情境轉向教師鼓勵或允許學生使用 AI 工具完成作業，學生學習樣態的差異在於教師的 AI 素養、教學設計的適切性，以及學生是否具備批判性使用 AI 的認知能力。若教師能落實 AI 素養於教學設計、提供適當的後設認知鷹架，並養成學生批判性使用 AI 的習慣與倫理觀念，AI 工具便能有效的支持學生學習（Kasneci et al., 2023）。Xu 等人（2025）以準實驗研究發現，中國大學生在 AI 環境中接受結構化的後設認知支持時，其任務策略與自我評估能力顯著提升，認知負荷降低且

認為 AI 工具能有效幫助學習。證實藉由目標設定、過程監控、成果評估等後設認知鷹架，可引導學生主動調節學習歷程，而非被動依賴 AI 產出。Ammari 等人（2025）針對大學生使用 ChatGPT 的研究顯示，學生能以反覆對話來檢視與挑戰 AI 產出，會質疑其提供的數學解答，並提出反思性提問。當 AI 回應出現錯誤或不符期待時，可讓學生更進入「對話性修復」（conversational repair）的過程而更投入學習。Klar（2025）針對德國中學生的研究證實，學生在接受教師指導後，能主動運用，例如，讓它更簡單、給我摘要、製作表格等適應性提示詞調整 AI 回應，將其轉化為符合個人學習需求的支援工具，促進自我調節學習且不增加認知負荷。

然而，當學生缺乏上述批判性使用能力時，便可能走向「依賴外包」的消極面，Fan 等人（2025）對中國大學生進行實驗發現，運用 ChatGPT 組形成以 AI 為中心的學習模式，學習者會將後設認知負荷卸載給 AI，減少內在認知監控與自我調節投入，形成「後設認知懶惰」（metacognitive laziness）。此現象顯示，運用 AI 工具雖快速提升短期作業評分，但無法改善知識獲得與遷移表現，反而削弱深層學習與後設認知能力的發展。Darvishi 等人（2024）研究澳洲的大學生也發現，當移除 AI 工具的協助後，學生表現顯著下降，自我調節策略雖能部分彌補，但效果仍不及 AI 協助，顯示學生傾向依賴而非從 AI 協助中學習。因此，當教師採取整合取向將 AI 納入教學與作業設計時，學生依賴性使用的問題便可能浮現。當短期產出的提升，未能轉化為長期學習成效時，學生將面臨「會用 AI 產出成果，但實際能力未及」的落差現象。

三、國小數位家庭作業設計的樣態與學生策略

前述相關實徵研究的歸納與分析，試圖梳理教師作業設計及學生運用 AI 的策略，然而，這些源自中學以上階段的討論，能否套用於國小場域，仍有待進一步檢視。因國小學生尚未發展出成熟的後設認知能力，且影響因素可能尚包括家長可能代為操作、補習班教授規避技巧

等。換言之，學生能動性的分析，還需納入家庭、學校及補習班的關係網絡。以下藉由臺灣一所都會區國小 4 年級教師運用 AI 融入作業設計的實例，藉此回應前述文獻所揭示的理論議題。

（一）實例 1 學生的後設認知懶惰與教師介入

4 年級國語課寫作任務，教師會先設置好 AI 寫作助手供學生使用，以「戶外教育：知識與娛樂的秘境」寫作任務為例，教師可由後台檢視每位學生與 AI 互動的歷程，掌握學生的思考與互動模式。此寫作任務的設計屬於前述「協作整合取向」的理念，教師並非禁絕 AI 使用，而是試圖在開放使用的前提下，以歷程監控來維繫作業的評量功能。如圖 1 所示，學生下達寫作指令後，即生成一篇完整文章。

分析後台紀錄發現，這類學生大多直接輸入，如「幫我寫一篇……」的文章等指令，完全依賴 AI 生成的文章。此現象接近 Fan 等人（2025）所指出的後設認知懶惰，學生將後設認知負荷卸載給 AI，減少內在認知監控。但需要釐清的是，國小學生此行為未必源於策略性規避，有可能是其尚未建立出「作業應呈現個人經驗」的認知發展。換言之，學生知道可以使用 AI，但受限於後設認知能力，未能判斷何時適合使用、



圖 1 學生的 AI 寫作指令與生成文本

如何適切使用。再者，教師介入後的效果值得關注。當教師個別詢問「這是你的體驗嗎？」並具體指出「你沒有去過天文館，為什麼文章裡寫看到星象儀？」類似的問題時，學生便立即意識到問題，重新撰寫或修改。此與大學生研究中，「明知違規仍為之」（Intelligent.com, 2023）抵抗本質有異，國小學生在教師明確指出虛構內容後，較少出現持續依賴或規避監控的行為，反而展現出順從，願意在教師引導下調整使用方式。不過，此順從是否轉化為內在的後設認知能力，仍有待更長期的觀察。

相對地，學生詢問可替代性用詞及以「出去玩」的形式詢問詳圖 2，此在教師觀點中，便屬於較為適切且符合預期的使用方式。此群學生的使用模式接近 Ammari 等人（2025）將 AI 視為對話夥伴的情況相近，顯示適當的後設認知鷹架，能引導學生發展有效使用策略。即便如此，在這個案例中，後台歷程紀錄雖提供判讀依據，但教師逐一檢視近 30 位學生的互動歷程，平均每份作業需耗時 15-20 分鐘，此工作負荷在國小現場難以常態性地實施。



圖 2 學生運用 AI 輔助寫作的不同方式

（二）實例 2 過度監控下消失的工具性價值

第二個案例是在國語課創作歌詞學習單中，進行歌詞與歌曲的創作，教師先讓學生在課堂練習拆解原課文範例，接著結合課本所學，針對創作主題運用三項寫作技巧撰寫歌詞，詳附錄 1。為避免學生直接使用 AI 產出，教師要求先書寫創作理由後再創作，詳附錄 2。歌詞完成後，才讓學生將其輸入 AI 進行歌曲創作，由學生下達指令選擇曲風。此設計的原因在於教師認為歌詞創作帶來的語文練習才是此作業核心，AI 編曲僅是增添呈現效果。

書寫創作理由的設計可視為後設認知鷹架，目的在促使學生先思考再創作，然而，實施過程中發現，對 AI 進行提問並產出適切答案，對國小中年級學生而言仍具難度。由於教師對生成過程與答案進行嚴格檢視，在此監控情境下，教師發現學生反而逐漸不喜歡使用 AI，甚至有學生表示：「反正最終都要想了，想了再問 AI 倒不如直接自己想比較快。」從防止依賴的角度，當教師設置足夠思考門檻與檢核機制時，確實能防止學生將認知任務外包，學生此反應乃基於評估投入時間成本大於獲得助益後，理性選擇放棄工具。然而，從善用工具的角度，AI 的介入未能讓學生感受到實質學習價值，反而增加額外負擔，就如同 Kasneci 等人（2023）提出關於 AI 整合應促進學習而非徒增形式的問題。因此，教師的監控機制雖防止濫用，卻可能過度限縮 AI 的助益空間，當學生需先完成構思內容、撰寫理由等大部分認知工作才能使用 AI，且使用後仍需接受嚴格檢視時，工具的支援功能就被大幅削弱，使學生產生「AI 無用」甚至「AI 礙事」的認知。

這個案例的啓示在於，過於寬鬆的設計可能導致後設認知懶惰，如實例 1 部分學生；過於嚴格的監控則可能消解工具價值，如實例 2。解方可能不在於監控強度的調整，而在於重新思考 AI 介入的時機與方式。例如，若將 AI 定位為「創作後的反思夥伴」而非「創作中的協助者」，讓學生完成初稿後與 AI 對話檢視邏輯、詞彙、結構，可能更能平衡學習真實性與工具助益。

（三）實例 3 未成熟的使用能力

第三個案例是在社會課的探究實作，教師運用教材指派「人口政策」的學習任務，如圖 3。任務要求學生針對相關概念進行資料查找，並依循找出事實、說明感受、提出發現及規劃未來行動等步驟完成課堂報告。教師原認為此類涉及概念統整與口語表達的作業，正是 AI 工具能有效支援之處，雖未禁止但也未明確引導學生使用。教師預期學生應能自然想到借助 AI 工具，然而實際情況是，學生僅以傳統方式上網搜尋名詞解釋並抄寫，對於組織報告內容、向同學解釋說明等任務，卻無任何學生想到可借助 AI 協助。教師在課後瞭解學生的學習情況後發現，多數學生未建立遇到統整性任務可求助 AI 的認知連結。諸多學生表示「我以爲 AI 只能寫作文」、「查資料不是應該用 Google 嗎？」等反應，顯示學生對 AI 功能的理解侷限於教師明確教過的應用情境，如實例 1 的寫作任務，尚未發展出跨情境遷移的能力。有少數嘗試使用 AI 的學生，提問方式過於簡略，如「什麼是人口政策？」導致 AI 產出的通用性答案無法應用於特定任務需求，由此可見，具備提示詞的能力對中年級學生而言仍在發展階段。

此案例顯示學生身處允許使用的環境，卻因能力限制無法將工具納入學習策略，此與實例 2 的基於效益評估選擇不用有所不同，實例三是可用但不會用，需要的是能力培養與明確引導；實例 2 是會用但選擇不用，需要重新檢視的是教學設計的合理性。對比文獻中大學生「隱匿規避」（Kozak, 2025）或「策略性違規」（California Student Journalism Corps, 2024），國小學生在實例三中突顯出年齡與學習階段發展的差異。因此，在國小階段推動 AI 融入作業設計時，教師需思考防止濫用，如實例 1 的監控機制、實例 2 的思考門檻，也須優先考量能力培養，包括明確示範何時適合使用 AI、如何下達有效提示詞、如何評估與修正 AI 產出。此能力培養不應預設學生自然會想到，而需符合學生需求的教學引導與鷹架支持。



1. 找出事實

想一想，為什麼祖父母有很多兄弟姐妹，而我可能沒有或是只有一到二位？請在下方圈出題號，或將其他想法寫在 ③。

- ① 早期「多子多孫多福氣」的觀念，並需要人力耕種田地。
- ② 今日養育費用提高，加上婦女就業，降低生育子女意願。
- ③ 我還想到：_____





2. 說明感受

家庭人口的變化，對社會發展可能造成什麼影響？請在下方圈出題號，或將其他想法寫在 ③。

- ① 鄉村人口減少，可能無人耕種農地。
- ② 學生數太少，學校面臨併校或廢校。
- ③ 我還想到：_____



圖 3 社會科探究實作「找出事實」與「說明感受」步驟

資料來源：張益仁（2024，頁 49）。

四、結語與建議

本文以 AI 工具為討論核心，從不同階段的案例，探討其對國小家庭作業設計與學生學習行為的影響。如前言所述，因 AI 工具能依指令即時產出符合要求的內容，此挑戰了傳統作業評量的效度。當 AI 能即時產出符合作業要求的內容時，教師依學生的作業產出來判讀學習成效已不是唯一且完全正確的方式，教師所面臨的挑戰，將關乎於能否於評量真實性危機中，重新定位家庭作業的教育功能。本文就所蒐集的文獻，歸納的三種取向來看，「禁用取向」乃固守學習真實性，卻可能將學生的 AI 使用行為劃為教師視線之外，讓教師無法就使用的倫理議題進行引導；「加嚴偵測取向」的教師會將心力投注於「什麼是 AI 做不到的」的工具對抗，一來會加重教師負擔，也使作業設計跳脫甚至超越原有的學習目標；「協作整合取向」高度仰賴教師的 AI 素養與制度性支持，且如實例 2 所示，當學生未能感知 AI 對學習的實質助益時，反而可能形成「AI 無用」的負面認知。從學生能動性的視角觀之，本文

的三個實例，部分不同於文獻中、大學生隱匿規避或依賴外包的策略樣態，國小學生的 AI 使用行為，更受制於後設認知能力的發展階段。實例 1 顯示，在相同的作業設計下，學生是否具備「先有想法、再求協助」的認知，將決定其使用方式是趨向有效運用或依賴外包。實例 2 中學生基於效率評估而選擇放棄 AI，以及實例三中學生不知如何使用的現象，皆提醒研究者與實務工作者，國小階段的討論，更需關注為學生搭建適切的認知鷹架，不單只是防範濫用。

基於上述分析，本文提出以下建議供國小教師及相關教育政策參酌：其一，教師宜正視 AI 工具已使傳統作業的評量效度產生質變，不需投入大量心力於偵測與防堵，可將評量重心移轉至課堂中的即時問答、口語發表、實作展示等較難被 AI 替代的情境，讓家庭作業回歸其練習與預備的本質功能。其二，引導學生發展後設認知導向的作業設計，如實例 2 所示，要求學生書寫創作理由等設計，可作為促發學生先思考再求助的鷹架機制，讓學生在使用 AI 前必須先進行自我監控與策略規劃，培養其批判性使用的習慣。其三，可在不同學科、單元面向，逐步導入 AI 素養課程，從實例三顯示，中年級學生可能尚未具備自發運用 AI 的認知與操作能力。教師不宜預設學生「應該會想到用 AI」，而能以明確的教學示範與引導練習，發展學生辨識何時適合使用 AI、如何下達有效提示詞、如何評估與修正 AI 產出等能力。其四，正視學生能動的本質，本文實例顯示，學生的 AI 使用策略並非僅有「濫用」與「善用」，尚包括「選擇不用」與「不會用」等樣態。教師在詮釋學生行為時，宜避免將所有非預期反應皆歸因於投機心態，而應理解學生可能基於效益評估、能力限制或學習偏好而做出不同選擇。唯有理解學生的行動邏輯，教師方能設計出更貼近學生需求的作業。

當前關於國小學生使用 AI 的實證研究仍相當有限，本文所引述之文獻多來自中學以上階段，三個實例亦僅來自單一學校情境，在推論上具有其侷限性。未來研究宜擴展至不同區域、不同社經背景的國小場域，並納入家長與補習班等校外因素的影響，以描繪國小學生 AI 使用

行為的圖像。對國小教師而言，這既是挑戰，也是重新思考作業設計之教育意涵與功能的契機，不妨將焦點回歸於學生認知能力的發展與學習意義的建構，方能在 AI 時代中為家庭作業找到新的教育定位。

參考文獻

- 張益仁（主編）（2024）。國民小學社會（再版，第三冊，四上）。翰林。
- [Chang, Y.-J. (Ed.). (2024). *Elementary school social studies* (Rev. ed., Vol. 3, 4th grade 1st semester). Hanlin.]
- Ammari, T., Chen, M., Zaman, S. M. M., & Garimella, K. (2025). How students (really) use ChatGPT: Uncovering experiences among undergraduate students. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2505.24126>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice Hall.
- Bandura, A. (2018). Toward a psychology of human agency: Pathways and reflections. *Perspectives on Psychological Science*, 13(2), 130-136. <https://doi.org/10.1177/1745691617699280>
- Bezjak, S. (2024). Perceptions and perspectives: Understanding teachers' attitudes towards AI in education. In V. Dermol (Ed.), *Artificial intelligence for human-technologies economy sustainable development: Proceedings of the Management, Knowledge and Learning International Conference* (pp. 399-406). ToKnowPress.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. David McKay.
- California Student Journalism Corps. (2024, November 25). How are college students using AI tools like ChatGPT? *EdSource*. <https://edsourse.org/2024/how-are-college-students-using-ai-tools-like-chatgpt/722210>
- Cheah, Y. H., Lu, J., & Kim, J. (2025). Integrating generative artificial intelligence in K-12 education: Examining teachers' preparedness, practices, and barriers. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, Article 100363. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100363>
- Chiu, T. K. F. (2024). The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6187-6203. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2253861>

- Cooper, H. (2007). *The battle over homework: Common ground for administrators, teachers, and parents* (3rd ed.). Corwin.
- Corno, L., & Xu, J. (2004). Homework as the job of childhood. *Theory Into Practice*, 43(3), 227-233. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4303_9
- Darvishi, A., Khosravi, H., Sadiq, S., Gašević, D., & Siemens, G. (2024). Impact of AI assistance on student agency. *Computers & Education*, 210, Article 104967. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104967>
- Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489-530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>
- Filiz, O., Kaya, M. H., & Adiguzel, T. (2025). Teachers and AI: Understanding the factors influencing AI integration in K-12 education. *Education and Information Technologies*, 30(13), 17931-17967. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13463-2>
- Gong, X., Wu, Y., Ye, Z., & Liu, X. (2018, June). Artificial Intelligence course design: iSTREAM-based visual cognitive smart vehicles. In *2018 IEEE intelligent vehicles symposium (IV)* (pp. 1731-1735). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IVS.2018.8500457>
- Gonsalves, C. (2026). Generative AI's impact on critical thinking: Revisiting Bloom's taxonomy. *Journal of Marketing Education*, 48(1), 4-19. <https://doi.org/10.1177/02734753241305980>
- Han, A., Zhou, X., Cai, Z., Han, S., Ko, R., Corrigan, S., & Peppler, K. A. (2024). Teachers, parents, and students' perspectives on integrating generative AI into elementary literacy education. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642438>
- Intelligent.com. (2023, January 23). *Nearly 1 in 3 college students have used ChatGPT on written assignments*. <https://www.intelligent.com/nearly-1-in-3-college-students-have-used-chatgpt-on-written-assignments/>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., . . . Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kaspersen, M. H., Bilstrup, K. E. K., Van Mechelen, M., Hjorth, A., Bouvin, N. O., & Petersen, M. G. (2021, June). VotestatesML: A high school learning tool for exploring machine learning and its societal implications. In *FabLearn Europe/MakeEd 2021: An international conference on computing, design and making in education*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3466725.3466728>

- Kilhoffer, Z., Zhou, Z., Wang, F., Tamton, F., Huang, Y., Kim, P., Yeh, T., & Wang, Y. (2023, May 21-25). "How technical do you get? I'm an English teacher": Teaching and learning cybersecurity and AI ethics in high school. In *2023 IEEE symposium on security and privacy (SP)* (pp. 2032-2049). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SP46215.2023.10179333>
- Klar, M. (2025). Using ChatGPT is easy, using it effectively is tough? A mixed methods study on K-12 students' perceptions, interaction patterns, and support for learning with generative AI chatbots. *Smart Learning Environments*, 12(1), Article 32. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00385-2>
- Kozak, M. G. (2025, July 30). *AI is taking hold in K-12 schools: Here are some ways it can improve teaching*. The Conversation. <https://theconversation.com/ai-is-taking-hold-in-k-12-schools-here-are-some-ways-it-can-improve-teaching-259501>
- Sakulkueakulsuk, B., Wittoon, S., Ngarmkajornwiwat, P., Pataranutaporn, P., Surareungchai, W., Pataranutaporn, P., & Subsoontorn, P. (2018, December 4-7). Kids making AI: Integrating machine learning, gamification, and social context in STEM education. In *2018 IEEE international conference on teaching, assessment, and learning for engineering (TALE)* (pp. 1005-1010). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615249>
- Sidoti, O., Park, E., & Gottfried, J. (2025, January 15). *About a quarter of U.S. teens have used ChatGPT for schoolwork: Double the share in 2023*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2025/01/15/about-a-quarter-of-us-teens-have-used-chatgpt-for-schoolwork-double-the-share-in-2023/>
- Tripathi, T., Sharma, S. R., Singh, V., Bhargava, P., & Raj, C. (2025). Teaching and learning with AI: A qualitative study on K-12 teachers' use and engagement with artificial intelligence. *Frontiers in Education*, 10, Article 1651217. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1651217>
- Vatterott, C. (2018). *Rethinking homework: Best practices that support diverse needs* (2nd ed.). ASCD.
- Weber-Wulff, D., Anohina-Naumeca, A., Bjelobaba, S., Foltýnek, T., Guerrero-Dib, J., Popoola, O., Šigut, P., & Waddington, L. (2023). Testing of detection tools for AI-generated text. *International Journal for Educational Integrity*, 19(1), Article 26. <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00146-z>
- Xu, X., Qiao, L., Cheng, N., Liu, H., & Zhao, W. (2025). Enhancing self-regulated learning and learning experience in generative AI environments: The critical role of metacognitive support. *British Journal of Educational Technology*, 56(5), 1842-1863. <https://doi.org/10.1111/bjet.13599>
- Zimmerman, B. J., Bonner, S., & Kovach, R. (1996). *Developing self-regulated learners: Beyond achievement to self-efficacy*. American Psychological Association.

附錄 1

第三關：樂章創作——玉山之巔的詠嘆調

一、探險任務：現在，最艱辛的挑戰來了！請你從下方選擇一個新的主題，為〈玉山之巔〉的第四樂章（約 3~4 行短詩）。

二、創作主題選項：

- 玉山的雲海
- 玉山圓柏（生長在高海拔的樹木）
- 玉山上的臺灣水鹿

三、創作規則：你的詩句中必須同時包含以下三種元素：

- 擬人法：將你選擇的主題賦予人的動作或情感。
- 譬喻法：將你描述的景象比喻成另一樣東西。
- 成語應用：必須巧妙地融入一個本課相關的成語。如：一針見血、冥頑不靈、異曲同工、天翻地覆等。

四、開始創作你的第四樂章：

- 主題：_____
- 詩句：_____

附錄 2

創作解析：我的創作筆記

一、任務回顧：請說明你在創作第四樂章時的巧思，這將幫助你更深入理解自己的寫作過程。

- 我選擇的成語是：_____
- 我選擇它的原因是（請說明為何此成語適合你的詩句情境）：

- 在我的詩句中，我是這樣運用「擬人」與「譬喻」手法的：
 - ☆擬人：我把 _____ 想像成會 _____ 的人。
 - ☆譬喻：我將 _____ 比喻成 _____，因為它們都有 _____ 的特點。

新時代下建構學校學習環境的省思

朱元隆

一、從歷史背景瞭解臺灣學校環境的起源

在一次參觀由嘉義舊監獄修復完成的獄政博物館過程中，聽到導覽人員提起臺灣有 3 種機構的管理機制和空間規劃是非常相似的，那就是學校、監獄和軍隊的新兵訓練中心，因為都有制服、學生（員）編號、教師（官）、班級（連隊）編制、榮譽競賽和班級教室等外在形式的管理。這不禁讓我想起臺灣的學校在嘗試解構管理機制過程中所遇到的種種困難，無論是過往的禁止體罰、解除髮禁、「無圍牆校園」方案、放寬學生服裝儀容管理、教官退出校園、選課跑班教室等，無一不是爲了讓學校逐步脫離監獄與軍隊的管理模式。

有了這樣的背景理解，我們可以得知傳統的臺灣學校是以便於管理的思維做爲起點，爲了探索這個起點的緣由，我們必須回顧臺灣學校教育的發展歷史，並且在當時的歷史脈絡下作檢視，因此整理美國、日本與臺灣的學校教育發展歷程如下：

（一）美國

美國的學校教育是以大學開始發展的，在 17 世紀開始就設立了許多以培育神職人員爲主的大學，直到 1862 年莫雷爾法案（Morrill Land-Grant Colleges Act）通過後才大量設置公立大學，也促進了農業和機械工業等實用學科的教育。同一時期，在工業化的社會需求下，凸顯了中小學教育的需求，於是在 1870 年代開始發展公立中學，直到 19 世紀末開始的「中學運動（High School Movement）」才將公立的中學教育普及到全美各州。

顯而易見的，美國的學校教育是因應社會及產業的需求而生，發展路徑也由成年、青年逐步向下延伸至青少年與少年，學校的經營目標很明確是爲了讓學生適應社會的實際需求。

（二）日本

日本現代學校教育的起點是明治維新後於 1872 年頒布的《學制》。隨後，1877 年設立了東京大學（後改制爲帝國大學）以培育國家菁英，並在 1879 年頒布《教育令》，確立了由小學校、中學校、大學校、師範學校、專門學校及其他各種學校構成的教育體系（周恩文，2014），依時間點來看，正是效仿西方教育而來。

然而，儘管在制度形式上效法西方，但日本的教育發展路徑展現了強烈的國家意志。在當時政治環境的影響下，日本學校教育偏重於培養國民的忠誠心和愛國意識，課程設計上強調道德教育和國民精神的養成。相較於美國教育體系是因應產業需求「由上而下」的自然演進，日本學校教育則是由國家主導的「強國興邦」工具，引進了類似軍隊的嚴格紀律與師範管理模式，使日本的學校管理呈現出與西方自由主義教育截然不同的軍事色彩。

（三）臺灣

雖然臺灣在清領時期設有一些書院或私塾，由於仍僅限於以八股文的科舉考試爲目標，與現行的學校教育相距甚遠。真正的學校教育起點可以追溯至 1896 年日治時期的臺灣總督府公布《臺灣總督府直轄諸學校官制》設立了「國語傳習所」，作爲中學教育的開端，並於 1898 年開始執行《臺灣公學校令》，公學校成爲臺籍人民的初等教育主要場所（曾蕙雯，2023）。之後的學生若有深造的需求，只好前往日本本土的大學進行學習，直到 1928 年才設立了唯一的一所大學「臺北帝國大學」。這種由青年、青少年、少年再因需求向上發展成年的學校發展路徑，也與日本本土的教育截然不同。

總督府於日治之初所描繪的臺灣初等教育藍圖，似有透過實踐國家主義教育政策、實施義務教育，以普及日語、遂行同化的潛在意圖（曾蕙雯，2023），從此可以看出臺灣的學校教育起點在於殖民政府對人民管理的需求，也大量引用在日本已經發展多年的學校管理經驗，所以教育目標就與日本本土較為接近。甚至為了顯示殖民地的教育特色，更著重於道德教育的養成，直到第二次世界大戰爆發後才更加強調國民的忠誠心與愛國意識，在學校引入軍訓教育，要求學生要為戰爭作好各種準備。

戰後國民政府播遷來臺，初期的學校教育大致維持日治時期後期，以及國民政府在大陸時期的綜合體制，並於 1950 年發布《戡亂建國教育實施綱要》及《非常時期教育綱領實施辦法》，做為反共復國時期制定其他所有教育政策的準繩（潘扶德，2015）。在學校加強三民主義教育，依據反共抗俄的最高施政決策，以復國建國為中心任務，直到 1968 年才因為人口增加，學生升學壓力急遽上升的情形下，正式實施 9 年國民義務教育。

由此可見，臺灣早期的學校教育內容並非以社會及產業需求為主要考量，而是服務於政治需求底下，政府透過學校教育對人民進行思想管理，這樣的教育思維對現代的學校教育產生了深遠的影響。

（四）美國、日本、臺灣學校空間環境的比較

依據上述美國、日本及臺灣的學校教育歷史，茲將學校教育的發展脈絡、經營目標如表 1。

表 1 美國、日本及臺灣公立學校發展比較

	發展脈絡	經營目標
美國	由成年、青年逐步向下向延伸至青少年及少年	配合產業發展，讓學生適應社會的實際需求
日本	幾乎同步發展各年齡層的學校教育	培養國民的忠誠心和愛國意識，強調道德教育和國民精神的養成
臺灣	由青年、青少年、少年逐步發展，再因需求延伸至成年	透過學校教育對人民進行思想管理

從上述分析我們可以理解，美國的學校教育一開始就是爲了幫助學生做好進入社會及產業的準備，當社會及產業發展轉變的時候，學校教育也必須及時因應改變。剛開始爲了培養學生準時、識字及遵守秩序的習慣，所以教室空間的設計就是整齊排列的座位，當產業發展到不僅限於傳統工廠型態時，教室空間規劃也隨之更爲多樣化了。

由於西方國家尊重每個學生的發展進路不同，學生必須選擇不同的課程，這也打破了傳統班級的思維，隨之而來的管理模式也必須改變，跑班上課變成常態，學校無法再以「班級」作爲集體管理的基礎，自然而然，學習空間的規劃就必須以學生的學習爲思考主軸，此時教室的空間規劃及情境布置，都是以促進學生的學習需求爲思考方向。

反觀日本與臺灣的學校教育發展歷程，這種以國族意識爲教育主體的學校，都承載著愛國意識養成以及規範管理的任務。最簡單的方式就是參照軍隊與監獄的管理模式，以髮禁、制服及學號作爲個人管理的基礎，以體罰、警告、小過及大過等方式對學生的不當行爲進行懲處，再以班級作爲團體管理的單位，輔以班級秩序整潔榮譽競賽等管理作爲來促使學生產生團體向心力，這些管理模式都是以外在的行爲規範來讓學生服從規定。

在以管理爲核心理念之下，一致性及便利性就會是校園環境的設計依據，這也是臺灣校園建築與西方國家差異很大的來源。教室旁有大面積的窗戶是爲了方便外部巡堂，矩陣形座位安排是爲了考試及點名，圍牆是爲了隔絕學校與外界的關聯性。

綜整上述分析，可以歸納出學校環境空間設計大致上有兩個取向：（一）以促進學生學習爲主的環境空間設計；（二）以管理與規範爲主的環境空間設計。

二、學校學習環境設計的關鍵要素

十二年國教課綱揭示了適性揚才的教育目標，傳統上將學生視爲教育產品的管理思維逐漸受到挑戰，所以臺灣學校的學習空間改變勢在必

行。然而，在推動變革之前，我們應該先瞭解學校學習環境設計的關鍵要素。以下列出幾項關鍵要素：

（一）學習環境是師生的討論空間

十二年國教課綱揭示的核心素養為「自發、互動及共好」，其中「互動及共好」與傳統的應試教育有很大的差異，過往教室內矩陣方格式的座位安排就帶著科舉考試的影子。

當教師設計的課程需要學生相互討論的時候，教室內的空間就必須容許學生順利地移動位置。由於討論的型態有非常多樣，可以是大團體共同討論，或是 2-6 人進行小組討論，此時的桌椅應該要容易移動且維持堅固與耐用的需求，所幸目前坊間已有許多新式桌椅能夠符合上述條件。

（二）學習環境是師生的表達空間

十二年國教課綱所強調的素養著重在學生外顯的學習表現，這些表現可透過不同形式所呈現出來，可以是口語表達、肢體表達、書面報告、簡報說明、展演、成果作品等，以便教師能夠評量學生的學習情形，所以教室的空間設計就方便學生展現學習成果，舉凡視聽設備與牆面設計都是作為學生表現任務所需要的展示空間。

目前常見的情形是由學校規劃多功能教室提供教師借用，只在多元選修或彈性學習課程才在這些教室上課，多數領域課程仍然維持傳統教室的形式，這樣的思維需要更長時間來突破。學校可以在汰換舊式課桌椅的時候，同時與教師共同討論教室的空間規劃，透過許多對話、理解方能促使傳統思維發生動搖或改變。

此外，傳統教室為教師的施展空間，班級經營被框在方便管理的模式之中，並未考量學生的差異性。在適性揚才的理念之下，讓不同學生有不同的討論與表達空間也是環境設計時重要的考量因素，學校應提供教師與學生多元化的展能空間，才能達成因材施教的教育目標。

（三）建置適宜的師生置物空間

臺灣中小學學生對教室內的私人空間有很強的依附感，經常將個人的位置視為私領域空間，用以堆放書籍、雜物等私人物品，反而對公共空間的清潔與整理視為額外的付出。同樣的，教師對自己的辦公空間也有很高的領域意識，這種將公共空間視為私人領域的文化也是必須逐步改變的，否則對學生適應未來社會生活會產生很大的心理阻礙。

學校應提供師生適宜且安全的置物空間，放置的物品必須與教學有密切的關係，相較於西方國家學生修習的科目數量，臺灣的課綱確實規劃了過多的科目，導致學生為所有科目所需攜帶的教材過於繁雜。另外，許多臺灣教師習慣使用額外的教材與教具，導致教室內的空間經常顯得壅擠與雜亂，相信在多媒體教具的引入之下應該可以稍微改善這個現象。

（四）建置適宜的師生調適空間

現代的人們感受到生活的步調愈來愈快，學校教育的知識內容也愈來愈多，身心平衡失調的情形變得更嚴重。如果學校與軍隊、監獄或工廠有相同的樣貌，只會引發更嚴重的內在失衡或外在衝突，所以學校應該建置適當的環境讓師生能夠舒展身心，例如遊戲區、靜坐空間、公園搖椅、親水生態池等，讓師生能夠舒緩快速的學習步調中產生的壓力。

臺灣教育已逐步朝向多元展能方向發展，融合教育的理念也帶入了教育體制之中，為了讓學生能夠適性發展，也讓所有學生都能適應團體生活，教師與學生都需要更多的調適空間，學校也才能成為真正和諧的園地。

教師亦可以在教室內規劃一個舒服的學習角，教導學生珍愛自己所處的環境，或在教室內張貼一些促使學生身心平衡的提示語，讓學生領悟到教室就是一個共同學習的空間，並非只是一個考核與競爭空間。

三、學習環境設計應注意的問題與挑戰

（一）新興科技的引入應考量學習需求

目前已經有許多教師將互動式螢幕及白板納為教學設計的考量，在生生用平板的政策引導下，學生經常使用各種行動載具進行學習，網路的頻寬也能夠滿足師生使用需求，這些硬體設備讓教學更加活潑與多樣化，提供教師設計課程時有更多的可能性，這是推動教學變革過程中很重要的一股助力。

但是，臺灣學校也與其他國家遇到相同的三個問題，一是眼花撩亂的教學軟體，考驗著教師的專業性與差異性，部分教師著重在硬體設備的使用，卻缺乏教學的專業，讓學生逐漸地對這些科技用品感到無趣。另一個問題是學生會因不同教師在科技使用上的差異，而不斷切換學習的模式，雖然不見得是壞事，這仍然可能會對學生的學習產生一些影響。最後，當學生已經習慣於硬體發出的聲光效果時，如何面對身旁的人與書本，反而會是一道需要克服的難題。

（二）應建構信任與負責的環境

臺灣的公共空間經常張貼許多標語或警語，有些標語是提示高標準但做不到的事，很多警語是警告人民不可以做違法的事或接近危險的區域，這些文字或圖案造成的效果是人民平時對警語無感，等到發生問題時再抱怨警語不夠清楚；我們也經常看到在曾經發生意外的地方架設護欄，這些護欄破壞了景觀，也讓人民無法親近自然美景，這些都是把人民當成襁褓中的嬰兒造成的後果。

學校是社會的縮影，我們可以從學校做起，建立一個溫馨且相互信任的環境，所以學校可以減少促進競爭的各種榜單、標語，轉以鼓勵及溫馨的環境取代之；同時，在制度上要求學生負起自己的責任，包含自己所作的選擇以及公共事務所帶來的責任，這樣才能讓學生做好踏入社會的準備。

四、觀念轉變需要創新擴散

隨著時代的變革，各國教育逐漸朝向以學生為學習主體的方向發展，教室不再只是教師的教學、訓示或展演空間，還要加入能夠促成學生探究、協作或發表的元素，校園環境也不再只有制式化的硬體及肅殺的氛圍，取而代之的是色彩繽紛的建築、具有親和力的圍籬以及溫馨的自主學習空間；然而，所有外在形式的改變目的都在於透過情境促使人心發生質變，這也碰觸到了所有改革最終都會遇到的核心問題：「觀念轉變」。

抗拒改變及維持慣性是人的天性，除非遭遇重大的事件衝擊，否則要推動變革就必須採用創新擴散理論（diffusion of innovations）的概念，讓人們經歷擴散接受階段的「認知」、「說服」、「決策」、「執行」及「確認」等五大階段（潘競恒，2016）。除了創新者之外，還需要一群早期採用者，接著會由一群早期追隨者跟著採納這樣的改變，經歷一段時間之後才会有後期追隨者跟上，最後，除非法令規範或體制整體轉變，總是會有一群落後者或是抗拒改變者會堅持保有自己的慣性。

過往上述校園外在環境的改變常常引發許多爭論，不乏標新立異、浪費資源、挑戰傳統、管理不易、一意孤行等評價，原因就在於在推動改變的過程中缺乏對話與討論，未必符合使用者的真實需求，許多添購的新穎設備被棄置在校園的角落，未能達成原先設定的目的，真正問題的核心在於這些教學設備主要使用者——教師的觀念尚未發生轉變。

當我們期待「境轉隨之心轉」的同時，也需要透過不斷對話，讓改變適時適地發生，學校的領導者應當在引入各種新式的教學設施與設備之前，經由正式與非正式的場合與教師及學生交流，讓師生能夠掌握這些外在環境變化所希望引領的思維轉變，真正發揮投入資源所帶來的效益。

參考文獻

- 周愚文（2014）。黃遵憲對晚清引介日本教育制度及建立西式教育的貢獻。《教育研究集刊》，60（2），77-114。https://doi.org/10.3966/102887082014066002003
- [Chou, Y.-W. (2014). Huang Zunxian's contribution to the introduction of aspects of the Japanese education system and the establishment of Western-style education in Late Qing China. *Bulletin of Educational Research*, 60(2), 77-114. https://doi.org/10.3966/102887082014066002003]
- 曾蕙雯（2023）。日治前期敦促總督府在臺實施義務教育民意初探——以《臺灣日日新報》為中心的討論（1895-1919）。《臺灣教育評論月刊》，12（9），229-249。
- [Tseng, H.-W. (2023). A study of the public opinion urging the government of Taiwan to implement compulsory education during the early Japanese colonial era: A discussion based on Taiwan daily news (1895-1919). *Taiwan Educational Review Monthly*, 12(9), 229-249.]
- 潘扶德（2015）。政府遷臺初期高等教育的擴展與評述——1950至1959年。《學校行政》，95，46-60。https://doi.org/10.3966/160683002015010095003
- [Pan, F.-T. (2015). Development of and commentary on Taiwan's higher education in 1950s after the R.O.C. government ruled Taiwan: 1950-1959. *School Administrators*, 95, 46-60. https://doi.org/10.3966/160683002015010095003]
- 潘競恒（2016）。創新政策擴散之制度性因素——以「閱讀起步走」計畫為例。《民主與治理》，3（2），53-82。https://doi.org/10.3966/2311505X2016080302003
- [Pan, C.-H. (2016). The institutional factors of the diffusion of innovative policy: The case of bookstart in Taiwan. *Journal of Democracy and Governance*, 3(2), 53-82. https://doi.org/10.3966/2311505X2016080302003]

解構校園，成為練就公民素養的學習空間——以忠山實小「校園新公民」主題課程為例

彭增龍

一、前言：空間做為第三位教師的實驗教育

近年來，創新實驗教育方興未艾，校園空間不再只是容納課桌椅與教材的硬體容器，而是被賦予更深層的教育導向任務，成為促進學習發生的「第三位教師」（許聰顯、秦夢群，2019）。新北市淡水區的忠山實驗小學（以下稱忠山實小）自轉型以來，便以「社會行動取向」的公民素養課程為核心理念，打破傳統體制框架，以每節 80 分鐘大堂課、無鐘聲干擾的開放步調，重新解構並創造多元學習空間，藉此做為發展公民教育的溫床（陳詩妤，2020）。

對剛入學的一年級「新公民」而言，小學生活往往伴隨陌生環境與規範的不適，以及團體生活的焦慮等。為此，學校安排的第一個主題課程「校園新公民」，即是藉由空間的重塑與活化，引導他們從走讀、覺察到行動，在校園小社會中逐步建立主體性與公共關懷的公民素養。

在課程轉化中，教師們討論出主題學習的 4C 核心能力：批判性思考（critical thinking）、創意與創新（creativity）、良好溝通（communication）、團隊合作（collaboration），並進一步對接學校特有的 4C 公民素養課程內涵：

（一）公民美德（civic virtue，對接良好溝通）：建立群體認同，學習傾聽、尊重差異與平等對話。

（二）公民美學（civic aesthetics，對接創意與創新）：用美的眼光覺察公共空間，並透過微型實踐美化校園生活。

（三）公民遠見（civic foresight，對接批判性思考）：培養對環境、安全與未來因果關係的系統性思考及危機察覺能力。

（四）公民行動（civic action，對接團隊合作）：跨越校園與社區邊界，透過親身走讀與群體協作，實踐改善環境的公民責任。

本文將以「校園新公民」主題為例，論述學校如何創造學習空間，支持一年級新生進行 4C 素養學習和「動態生態系統評量」，進而提供評價與建議。

二、「校園新公民」的課程理念與學習空間需求

根據忠山實小公民素養課程計畫，課程的設計理念為：引導學童認識朋友及師長，並對校園的環境能深入走踏觀察，以自己的能力做件讓校園更美好的事，當個有覺察行動力的校園新公民（新北市立忠山實驗小學，2025）。學習內容包括：認識校園、躲貓貓（避難逃生）、校園有怪獸（陌生人防範）、校園死角與上學路等，攸關安全生活與環境適應課題。

這類兼具「覺知關懷、探究增能、反思行動」的跨領域課程，無法在靜態聽講的傳統教室中完成，需具備以下特質的學習空間支援：（一）去階級化的對話空間：提供新生平等的發言權，學習聆聽、反思與表達。

（二）具身體感的情境空間：容納肢體律動、走讀踏查、空間標記與安全演練。（三）無邊界的公共實踐空間：讓學生的自主選擇、同儕合作與「讓校園更美好」的微型公民行動得以具體實踐。

三、「校園新公民」課程的學習空間與活動

學校透過動態調整與空間賦權，將校園轉化為實境教科書，成為「新公民的實驗場」，主要體現在下列空間的創造與運用。

（一）翻轉教室成為公民議堂

1. 空間創造：撤除固定式講臺，採用可機動組合的彩色六角形桌椅。

在進行議題討論時，師生共同將座椅圍成大圓圈，成為公民議堂。

2. 學習活動：教師退位為討論引導者（facilitator），學生圍坐在一起，進行對話與討論。孩子們在此練習「當別人發言時不插嘴」的基本禮儀，透過「自畫像」與「友善包容」活動，認識彼此的特質與文化異同。空間去階級化，消解了新生入學的焦慮感，建立群體生活的社會契約，落實「公民美德」學習目標。

（二）轉化校園成為實境教科書及安全教育演練場

1. 空間創造：將校園平面圖放大、簡化並卡通化，變身為尋寶地圖，標示出潛在危險角落與消防逃生避難動線，融合抽象空間符號與具體物理環境，成為實境教科書及安全教育演練場。

2. 學習活動：在「躲貓貓（避難逃生）」與「校園死角」單元，教師帶領學生實地踏查。孩子們用眼睛看、用耳朵聽，親身走進陰暗的倉庫邊緣或死角，感知危險的空間氛圍；並演練當校園怪獸（陌生人）出現時的呼救、結伴同行與逃避路線。這種空間的身體實踐，讓「公民遠見」素養學習內化為孩子的身體記憶。

（三）打造無鐘聲校園與開放長廊、公共舞臺

1. 空間創造：整日無鐘聲制約上下課與生活，走廊、中庭與各個公共區域，也不只是宣導「請勿奔跑」的限制性通道，而是擺放數臺自由彈奏的鋼琴、開放式移動繪本架、學生自治活動與藝術發表的舞臺。

2. 學習活動：在 80 分鐘大節課與 30 分鐘大下課的交替中，學生必須學會看時鐘，自主管理生活步調。在開放長廊，一年級孩子會看到中高年級學長姐自由彈奏鋼琴、進行自治活動，這種無形的長幼共融、鷹架學習，便是一場微型的公民社會洗禮。在「互相照顧、分享的快樂」課程中，新生也在此與異齡同儕互動，美化並和諧了校園生活，逐步孕育「公民美學」素養。

（四）規劃社區教室與公民行動學習區

1. 空間創造：學校秉持生活圈即學習圈理念，將校門外的上學路、社區營造點周邊農地（如忠山關心農場），整合為社區教室與公民行動學習區。

2. 學習活動：在「左鄰右舍一家人」與「上學路探險」主題中，教學群老師協同帶領孩子走出校門；實地探究學校周邊的人事物，觀察鄰里間的交通、基礎設施。透過環境走讀，不僅完成生活自理考驗，更能以七歲孩童的純真視角發現問題（如通學路上雜草叢生、垃圾堆積），提出改善方案。這種身體力行的學習，正是最珍貴的「公民行動」。

四、創新學習空間與 4C 素養課程的交互網絡

「校園新公民」主題課程將核心素養、實體學習空間與多元評量緊密連結，形成一個動態共生的學習生態系統，謹整理如表 1 所示。

表 1 忠山實小「校園新公民」主題課程學習生態系統

學習空間 類型	4C 核心素養 對接	主題課程單元 示例	引導評量之素養 指標	多元評量形式與 工具
教室內部	公民美德 （良好溝通）	開學了、新朋友、友善包容	能同理聆聽並維持平等交流	圍圈對話、質性紀錄表、發言小球檢核與觀察紀錄
校園整體 硬體設施	公民遠見 （批判思考）	躲貓貓、校園死角、學校怪獸	能對環境死角進行系統性安全因果推論	實地貼紙紀錄、地圖繪製、情境解題、口頭說明與發表
走廊中庭 與公共場 域	公民美學 （創意創新）	分享的快樂、自主時間管理	能自發優化、和諧或美化公共空間與生活	公共參與及行為改變觀察與紀錄、美學生活小書
上學路、 社區教室 及農場	公民行動 （團隊合作）	上學路探險、左鄰右舍一家人	能在小組戶外走讀中合作互助並發掘社區問題	混齡共學及同儕互評、家長志工雙向檢核

這種藉由開創空間進行素養學習與多元評量的模式，改變了傳統教育對學習成就的定義。在忠山實小，一個孩子的優秀不取決於他在考卷上寫出多少學科知識，而是能否在無鐘聲的長廊上自主安排時間，能否在社區走讀中與隊友協作解決問題（陳詩妤，2020）。此外，由學生親自整理的學習檔案，不僅是他們接受評量的佐證，更是為自己完成的一本無價教科書。

五、結論與建議：創造學習空間，為公民素養賦能

「校園新公民」主題課程，對學習空間的解構與創造，從規範空間到主體空間華麗轉型，為臺灣基礎教育引領出極具啟發性的新思路，以下分說之：

（一）打破體制教育的溫水煮青蛙效應

傳統小學普遍存在規律的鐘聲、排排坐的課桌椅，以及宣導海報和禁制標語等，無形中對剛入學的新生進行身體與思想的規範制約，以致逐漸失去主體能動性與批判思考能力。忠山實小大膽的撤除鐘聲、翻轉教室、延伸邊界，本質上是一場學習空間的權力歸還。學校將空間使用權與時間管理權交還給七歲的孩子，這在臺灣公立小學是非常前衛且需要極大勇氣的教育實驗。

（二）建構素養導向評量的真實範例

十二年國教強調核心素養，但一般學校執著於評量便利性，仍以紙筆測驗為主。忠山實小透過「空間實作、情境演練、行為觀察、同儕互評」等生態系統評量，真正做到了「在真實情境中評量真實素養（authentic assessment）」（陳詩妤，2020）。這種將實體空間轉化為評量載體的做法，完美回應了實驗教育以學習者為中心的核心價值。

（三）實踐學習即生活，生活即學習的民主教育

民主與公民素養從來不是課本上的名詞，而是一種生活方式（王清標，

2025)。忠山的空間規劃與 4C 素養主題課程，讓新生在入學第一天起，就開始體驗如何建立公民美德、如何在長廊展現公民美學、如何用公民遠見審視安全，以及如何在社區發起公民行動。這種在自由與秩序之間、在自我與群體之間不斷調適的過程，正是最真實的民主扎根教育。

再者，謹就教育永續與擴散推廣視角，提出下列建議供參：

（一）建立空間學習與評量的數位化系統

學校可適度導入數位學習載具（如平板或親師生資訊平臺），當學生在安全防護演練場或社區教室完成實地踏查或空間標記時，直接透過載具拍照上傳，並使用語音輸入口頭報告，讓學習檔案留下更清晰、有系統的數位化軌跡。

（二）提升教師在開放空間中的「隱形鷹架」效能

教師團隊可發展一套隱形鷹架（invisible scaffolding）的引導技術，建議學校定期舉辦工作坊，研討如何透過空間微調來誘發自主學習，如：發現害羞的孩子在大下課時孤立於長廊角落，教師可進行空間角落微改造，構建出新的空間與友善氛圍，讓孩子自然的走向與人交流的情境。

（三）深化親師生共造空間的社會設計

現有學習空間多由教師與行政團隊規劃，學生的角色較偏向空間的體驗者與反應者。建議可在學期中後段，將空間的使用權提升為共造權：如：發起空間改造提案，讓孩子在發現問題後，親自向學校提出空間優化想法，有機會改變校園，學習如何進行創意思考與設計方案，並參與公民行動。

（四）建構可複製的創新學習空間與素養評量藍圖

學校可將課程實踐歷程系統化梳理，撰寫成標準化的實作手冊，並導引出一般學校在有鐘聲、有固定課桌椅的限制下，亦可透過每週抽出一節生活課、微調教室課桌椅為圍圈議堂等彈性作為，進行局部的空間

賦能與多元評量。

綜上所述，忠山實小致力創造空間，活化課程實踐與學生學習，已然證明：未來的民主深化與公民素養培育，其實是在自由、開放且富對話情境的校園空間中「生活」出來的。當我們願意為孩子解構空間，他們就會用所習得的民主素養，為我們重構一個更具生命力與包容性的公民社會。

參考文獻

- 王清標（2025）。公民素養的能力養成。國家教育研究院電子報，252。https://epaper.naer.edu.tw/edm?grp_no=4&edm_no=252&content_no=4269
- [Wang, C.-P. (2025). Developing civic literacy competencies. *National Academy for Educational Research E-Newsletter*, 252. https://epaper.naer.edu.tw/edm?grp_no=4&edm_no=252&content_no=4269]
- 許聰顯、秦夢群（2019）。遇見第三位教師：學校空間環境的學習促進。中等教育，70（2），32-48。
- [Hsu, T.-H., & Chin, J. M.-C. (2019). To meet the third teacher: Environment of school space facilitates that promotes learning. *Secondary Education*, 70(2), 32-48.]
- 陳詩妤（2020）。新北忠山實驗小學——多元公民素養課，讓孩子看見知識在分數外的價值。親子天下。https://www.parenting.com.tw/article/5086871?fromid=inarticle&id=006430
- [Chen, S.-Y. (2020). New Taipei Jhongshan Experimental Elementary School: A diverse civic literacy curriculum that helps children see the value of knowledge beyond grades. *CommonWealth Parenting*. https://www.parenting.com.tw/article/5086871?fromid=inarticle&id=006430]
- 新北市立忠山實驗小學（2025）。114學年度第一學期一年級公民素養課程計畫：主題一「校園新公民」。https://www.tcses.ntpc.edu.tw/p/412-1000-777.php
- [New Taipei Municipal Jhongshan Experimental Elementary School. (2025). *Grade 1 civic literacy curriculum plan for the first semester of the 114th academic year: Theme 1, new citizens on campus*. https://www.tcses.ntpc.edu.tw/p/412-1000-777.php]

結論與啟示：重構教育生態系—— AI 時代跨維度的因材施教與全人展望

陳麗華、劉美慧

本期紙上論壇透過 6 篇文稿的交互對話，勾勒出數位科技與 AI 浪潮下，因材施教如何從傳統「教師主導的差異化策略」，轉型為「資料驅動、人機協作、空間賦權的全新學習生態」。綜合各方論點，當代的因材施教已不再僅是教學方法的微調，而是涵蓋課程、教材、教學、評量乃至於校園硬體空間的全面性重構。以下謹就這六篇文章的核心論點進行綜整，並對未來教育體制提出深刻的啟示。

一、跨越與對話：6 篇文稿的核心論點綜整

這六篇論文共同指明了一個關鍵點：AI 與數位科技並非要取代人性化的教育，而是讓大規模與高精度的因材施教在技術上成為可能。從巨觀的思辨與制度來看，AI 時代的教育面臨著 Kurzweil 指數級增長增能的樂觀視野，以及 Bostrom 與 Harari 對價值失落與演算法偏見的警告。在實踐上，臺灣的「因材施教」平臺透過大數據與個人化路徑初步降低學生學習落後率，而數位轉型更進一步透過「直播共學」與多模態教材，打破了偏鄉師資匱乏與特教感官損傷的結構性限制，落實了制度面的教育公平。從微觀的課室實踐來看，適性學習需要多元的工具與環境配合。TCCIP 平臺的引入，將抽象全球尺度的氣候數據轉化為多重視覺表徵，成功對接了學生的空間與邏輯數學等多樣智能，消弭文化資本不足造成的學習門檻。然而，當 AI 寫作夥伴進入國小寫作或歌詞創作等家庭作業時，現場隨即發生「軍備競賽」的危機，學生可能因過度依賴而產生「後設認知懶惰」，或在過度監控下感到「AI 礙事」進而理性放棄工具，這提醒我們必須重新思考人機協作的合理邊界。更進一步，這種變革從虛擬延伸至實體物理空間。傳統臺灣校園承襲日治與戰後政治管理的歷史脈絡，空間設計往往「以便於規範、一致性為核心」。當

代素養導向教學則呼喚著「空間做為第三位教師」的革命，如忠山實小透過撤除固定式講台、取消上下課鐘聲，規劃去階級化的對話長廊與社區教室，讓自主時間管理與 4C 核心素養在自由、開放的實境中真正被「生活」出來。

二、AI 時代對課程與教材的啓示：從標準化邁向多模態與主體性

在 AI 時代，課程與教材的編撰邏輯必須徹底擺脫過去「單一文本、著重背誦、靜態聽講」的模式。

（一）教材的多模態與多重表徵設計

數位教科書與教學平臺應善用 AI 技術進行內容轉譯，將傳統純文字自動轉化為圖示、語音、互動遊戲或 VR 環景，呼應視覺型、聽覺型或動覺型等不同學生的多元學習風格與特殊特教需求。

（二）融入真實世界的資料與情境

教材應結合如 TCCIP 等數位大數據平臺，提供在地生活經驗的真實資料（如鄉鎮長年氣候變化、小米種植等文化情境），引導學生在真實脈絡中進行深層資料分析與推理論證，破除標準化教材的文化盲與同化傾向，捍衛原住民族主體性與多元文化價值。

三、AI 時代對教學的啓示：教師角色的轉型與「隱形鷹架」

科技賦能大大減輕了教師在行政、批改作業與重複性講述上的負擔。然而，這並不代表教師角色被沖淡，相反地，教師在促進人性化教育上的責任更重大。

（一）從知識傳遞者轉型為學習引導者

教師需發展整合 AI 技術、學科與教學知識的「AI-TPACK」專業知能，敏銳覺察演算法偏見，引導學生進行跨領域思考、創造力啟發與價

值辨析。教師應退位為引導者，透過蘇格拉底式的動態提問，促使學生與 AI 工具協作產出，而非直接取用生成結果。

（二）不可替代的情感支持者與隱形鷹架

學生的學習挫折、動機與社交能力弱化（如孤島式學習、對抗心態），更加需要人性化的陪伴與理解。教師應在開放空間或數位環境中，透過「隱形鷹架」的微調技術，自然地牽引害羞或卡關的學生融入協作，營造具備互信基礎的支持性學習環境。

四、AI 時代對評量的啓示：擁抱動態生態系統評量

當 AI 工具能夠客製化模擬學生程度、即時產出逼真成品時，傳統非同步家庭作業的形成性評量效度面臨嚴重崩解。教育工作者必須重新定位家庭作業與評量的本質功能。

（一）將評量重心重回「無法被 AI 替代」的真實情境

教師不需投入無謂的心力進行技術上的偵測與防堵，而應將評量重心轉移至課堂中的即時問答、口語發表、混齡共學小組協作、實作展示與情境解題。讓家庭作業回歸練習與預備的本質，在實體空間中進行「真實性素養評量」。

（二）發展後設認知導向的評量與數位學習檔案

在評量設計中，應強制融入後設認知鷹架（如要求撰寫創作解析、與 AI 對話的修復歷程、實地走察的空間標記紀錄）。透過載具數位化、可視化地追蹤學生的思考軌跡，使期末的學習檔案成為整合認知、情意與實踐行動的動態佐證。

總結而言，在 AI 時代實踐因材施教，是一場內在動機與外在系統交織的集體進化。除了技術的引進，更關鍵的是必須突破體制慣性，促進師生觀念的創新擴散。唯有給予教師充足的專業支持與心理建設，並賦予學生足夠的自主能動性，我們才能在自由與秩序、技術與人性之間找到最完美的平衡，攜手邁向一個永續、包容與高品質的優質教育未來。