

席捲全球的跨域教育趨勢—STEM 教育與 STEAM 教育

【測驗及評量研究中心助理研究員 劉家瑜】

壹、前言

當未來將有許多當今尚未存在的新興工作，則學校培訓學生以協助其在未來 30 年具備該必要技能，以取得成功，則為當務之急。美國國家研究委員會（National Research Council）於 1986 年首次提出整合科學（Science）、科技（Technology）、工程（Engineering）與數學（Mathematics）等學科的 STEM 教育，便是下一世代學習者應具備的必要技能。因此，此種跨域教育取向席捲全球，各國教育者皆期待能藉此幫助下一代面對新世代的複雜挑戰，並進一步帶動國家科學、科技及經濟上的整體性發展（Lam et al., 2013; National Science and Technology Council, 2013）。

然而，在邏輯思維之外，尚須藝術、美感及人性，才足以適應未來的世界—正如我們需要整合不同領域的專家—不僅有科學家與工程師，更需要藝術家、人文學家與社會科學家—才能幫助我們更全面地了解個體行為、創造有意義的作品，並面對新世代的挑戰（Hartley, 2017）。因此，在 STEM 教育中加入藝術（Arts）而為 STEAM 教育，逐漸成為主流之一。舉例而言，溫哥華市政府便與一間數位娛樂公司合作，推動未來遊戲（Future Play）數位教育計畫，讓中小學生操作預先安裝好的編碼程式與教育軟體，以培養 STEAM 能力，亦即其適應 21 世紀的必要能力，如批判性思維、創新思維與合作能力（駐溫哥華辦事處教育組，2018）。不僅止於私人企業，各國教育制度也因應此跨域教育，而有不同的發展，以下細述之。

貳、STEM/STEAM 教育風潮對各國教育體系上的影響

作為與單一學科教學截然不同的跨域教育取向，STEM/STEAM 教育近年大幅影響各國家由中小學、高級中學、技職教育、高等教育、師資培育、各層級學校，乃至於整個教育體系的變革（駐日本代表處教育組，2022a，2022b；駐休士頓辦事處教育組，2021；駐胡志明市辦事處教育組，2019，2021；駐馬來西亞代表處教育組，2019；駐歐盟兼駐比利時代表處教育組，2021）。唯值得注意的是，相較於主要關注數學與科學學習活動的 STEM 教育，STEAM 教育讓學習者進一步思考如美感、創造力，以及脈絡性與文化價值等（Liu & Wu, 2022; Liu et al., 2021），但這些概念與 STEM 問題的部分本質常有所相關：如部分教育制度雖宣稱 STEM 教育，但也涉及激發學生創意表現。因此，本文僅於最後一個章節（即「肆、新近趨勢—融入藝術的 STEAM 教育，

增加了什麼？」)將 STEAM 教育最獨特於 STEM 教育之處抽出論述，其他部分則將兩者合併討論之。

舉例而言，日本文部科學省於 2022 年 2 月 25 日公布未來教育改革願景，其中高中端之施政方向便包括結合地方、大學或是企業，期可藉由合作探討 STEAM 教育，一體養成專門學校與企業接軌的數位化人才（駐日本代表處教育組，2022a）。同樣強調數位化的進展，馬來西亞教育部為推動 STEM 教育在技職訓練的發展，打造由馬來西亞數碼經濟機構成立的數碼創客中心（Digital Maker Hub），並擴展至全國各校，讓各校都能擁有校內的數碼平台，並建立畢業生各方面表現，以利其未來自由選擇適合其傾向的科系（駐馬來西亞代表處教育組，2019）。密西西比州高等教育廳長 Alfred Rankins 博士則修訂大學的學位課程，包括增加更多 STEM 學位、職能認證與其他證書—自 2021 年起的五年來，密州公立大學所授予的 STEM 學位增加了 29.5%（駐休士頓辦事處教育組，2021）。

參、破除 STEAM 教育中藩籬之具體作法

然而，好的 STEAM 教育仰賴大量的專業人士協助，其背後的高額成本，很可能剝奪了弱勢學生學習的機會；因此，各國紛紛提出可破除此教育藩籬的具體作法，包括以下三點。

一、強化教師訓練

如英國政府投資於教師培訓計畫，以確保教育工作者擁有足夠的 STEM 知識和技能。教師的專業培訓除了幫助教師跨領域共備外，也讓學生擁有更多互動和實踐的學習體驗。如位在約克(York)的「STEM 學習」(STEM Learning)是英國最大的 STEM 教育推廣機構，其願景是為英國的年輕人提供世界領先的 STEM 教育，並與 20,000 多名教育工作者合作組成 STEM 社群，推廣教師之持續專業發展（Continuous Professional Development）與建立的職前夥伴關係（ENTHUSE partnership），並在英國各地訓練 STEAM 課程協助員，提供有需要的學校諮詢。除此之外，更資助學校或學院之間的合作、發展小學及中學不同階段的學習操作手冊與線上課程，與提供教師 STEM 課程實例做為教學上的參考（駐英國代表處教育組，2023）。

二、替經濟弱勢學習者打造機會

舉例而言，卑詩省自然科學館（Science World）結合數百間各種領域的當地企業與機構，著手推動共生（Symbiosis）學習生態系統計畫。該計畫提供專業的 STEAM 指導人員，包括教師、科學家、科技人員與企業家等，讓更多兒童與青少年——尤其是原住民和較為貧困社區的孩子——有機會參與優質的 STEAM 學習活動（駐溫哥華辦事處教育組，2019）。另一個藉提供 STEAM 教育，以促進教育機會均等的是德州聖安東尼奧市（San Antonio）提出之強調經濟整合的「刻意多元（Diversity by Design）」計畫。該計畫以建構一個多元開明的學校為目標，為經濟弱勢的學習者創造精明學區——即聖安東尼奧部分學校沒有出席區域（attendance zones）規定，學生可以來自城市的各個不同區域。藉此，學區可以更精明地視目標需求做規劃，包括提供具吸引力的課程，如 STEM 與 STEAM 課程（駐休士頓辦事處教育組，2019）。

三、改變 STEM 領域中全球性且長期存在的性別不平等狀態

如駐洛杉磯辦事處教育組（2018）報導中的兩位中學女孩 Yanessa Vea 與 Shilpi Karan 所述，雖然從沒有人告訴她們女孩不適合玩電腦，但她們仍有「電腦是只有男生才會感興趣的高科技產品」的刻板印象，而此印象可能導致女性參與 STEM 相關工作的人數明顯低於男性；如依據印尼統計局的資料顯示，2017 年在 STEM/STEAM 各行業別中，只有 30% 的工作人員是女性。甚至，受過高等 STEM 教育的女性在領導職位的發展受到限制；如直至 2019 年，印尼的萬隆理工學院才正式任命成立以來的第一位女校長，而目前在印尼上千所大學中，只有五位在職女校長（駐印尼代表處派駐人員，2019）。然而，女性真的比男性更不擅長於 STEM 領域嗎？德州州立科技學院（Texas State Technical College）網路設計和發展電腦程式設計主管 Matthew Blansit 指出，女性的批判性思考比男性更快得到結論，程式設計也不易被困在固定的模式和思想內；她們比男性更客觀，能從多方面與角度觀察事物（駐洛杉磯辦事處教育組，2018）。顯示 STEM 領域中性別不平等的狀態確實可能源於刻板印象，當然也可能源於不同性別對教學取向的偏好。

過去實徵研究與部分國家政策皆嘗試打破這個性別不平等的現象（駐英國代表處教育組，2023；駐洛杉磯辦事處教育組，2018；駐溫哥華辦事處教育組，2019；Kijima et al., 2021; Kijima & Sun, 2020）。以實徵研究而言，如 Kijima 等人（2021）便特地發展給國高中女生三天的設計思考工作營，包括建立同理心、尋找需求、產生想法、建立雛形、報告等五階段，結果發現確實能增進學生對 STEM 學科的正向感受與較多

元的職業選擇。以國家政策而言，美國德州 Midway 高中及 Waco-McLennan 縣立圖書館合作，成立”Girls Who Code”這個片及全美的非營利組織，以及 McLennan 縣出現兩個純為女生而設立的電腦科學社團，都是為了讓女孩獲得不輸於男性的電腦科技能力，以在未來職場上跟男性一樣具備足夠的競爭力(駐洛杉磯辦事處教育組，2018)。前述之推動共生學習生態系統計畫的卑詩省自然科學館，則特地成立女孩和 STEAM 專題討論會(駐溫哥華辦事處教育組，2019)。同樣地，英國也鼓勵更多女性從事 STEM 相關職業，如 Innovate UK 便開展青年創新者計畫和女性創新獎，促進 STEM 領域的性別與種族之多樣性，回應性別平等的就業議題(駐英國代表處教育組，2023)。

肆、新近趨勢—融入藝術的 STEAM 教育，增加了什麼？

一、藝術帶來的正向助益

儘管 STEM 與 STEAM 教育對各國教育制度上的影響不易區隔，近年來部分國家開始進一步細究藝術對 STEM 教育之加值效益(駐日本代表處教育組，2020；駐休士頓辦事處教育組，2017；駐泰國代表處教育組，2023)。

因為教育不能只著重實用主義，必須同時顧及如何表達美麗及具深遠意義的事物，所以藝術教育與思維非僅依靠數學與科學等學科的庇蔭，其本身即能帶來正面效益。比方說，它讓學習者用獨特的方式看待世界；應用有用的技巧於工作職場上；學習連結及傳承自己的文化傳統；教我們當更文明的人類(駐休士頓辦事處教育組，2017)。基於此，日本文部科學省與經濟產業省研議重新定位藝術教育，並於高中推動「STEAM 教育」；而現任於日本體育大學，著有《上級主管齊聚美術館 (エグゼクティブは美術館に集う)》一書的奧村高明教授也指出，現今商業界已意識到藝術思維能力能有效解決問題(駐日本代表處教育組，2020)。覆議藝術教育與思維的重要性，泰國內閣在菲律賓馬尼拉舉行的第 52 屆東南亞教育部長理事會 (Southeast Asian Ministers of Education organization) 也強調 STEAM 教育—即整合科學和藝術管理，有利於滿足下一代在 STEM 學習之餘，對文化和價值觀的需求(駐泰國代表處教育組，2023)。

二、走入社區並探索永續議題

近年來，已有越來越多國家意識到藝術教育與人文思維為 STEM 學習帶來的獨

特性。因此，他們多開始推動相關政策，並建構以學校／學生個人為本位轉移至以社區為本位的知識體系，並將其結合於聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals）議題（駐英國代表處教育組，2023；駐香港臺北經濟文化辦事處派駐人員，2018；駐泰國代表處教育組，2022）。

舉例而言，英國的非營利組織泰晤士河基金會（River Thames Trust）發展相當完整的 STEM 教育教學，讓學生深入了解和參與泰晤士河的保護和維護工作，提出針對泰晤士河保護的永續解決方案，並與當地社區分享，鼓勵更多英國民眾參與泰晤士河的保護和管理（駐英國代表處教育組，2023）。其包括科學學習—學生實地考察泰晤士河流域的特定地點，觀察河流的生態系統、水質狀況和河岸保護，並與英國 Anglian Water 自來水公司合作，認識污水處理過程；科技與數學學習—學生運用儀器分析其收集的河流水質檢測數據，並進行分析；以及工程學習—學生認識水力發電與其他可再生能源，思考永續城市的議題。此外，英國國際教育協會（British International Education Association）則於 2023 年推出的 STEM 挑戰賽，鼓勵中學生扮演解決淨零排放問題的政策領袖，推出「可持續糧食生產」、「人類在太空」、「可持續交通」等解決方案。另一個例子則來自於泰國。泰國教育部指出，泰國已從 STEM 往 STEAM 邁進，尤其透過讓學習者認識各個社區內之水資源管理相關政策與知識，建構社區本位知識體系，讓泰國農業得以從青年即奠定農業基礎知識（駐泰國代表處教育組，2022）。

伍、小結

如世界各國，臺灣自然也受到 STEM／STEAM 教育風潮的影響。以坊間而言，我國由 2011 年開始出版第一本《Make》國際中文版雜誌，其於 2019 年 3 月號（vol. 40）出版最後一期紙本雜誌，後全面轉為數位化出版。以政府政策而言，我國亦積極推動許多政策，鼓勵教師發展與執行 STEAM 教育相關之教學（如我國新北市政府教育局推動「STEAM 人才扎根計畫」，並設立新北市國民教育輔導團 STEAM 跨域輔導小組；教育部訂定「教育部國民及學前教育署補助國民中學與國民小學推動十二年國民基本教育科技領域課程作業要點」，並打造各縣市自造教育科技輔導中心）。

除現有措施外，本文歸納其他國家的做法，做為加深與加廣我國未來 STEAM 教育之重要參考，分述如下。

- 一、政府機關與私人企業的合作，可能更能跳脫框架，發展多元化的 STEAM 教學活動與遊戲。
- 二、未來可進一步檢視企業需求，規劃完整的 STEAM 課程，提供各類型高級中等學校學生於其選修與彈性學習時間修習，期可協助學生釐清自我學習傾向，並盡可能減少學用落差。
- 三、強化 STEAM 師資的培訓計畫，如可挹注更多經費於訓練 STEAM 課程協助員與成立專業教師社群，以提供有需要的學校諮詢。
- 四、結合各地企業與機構，針對不同需求族群（如：性別或經濟弱勢族群），推動優質的 STEAM 學習活動，以提升其未來於 STEM/STEAM 領域之就業機會。
- 五、正視 STEAM 教育中藝術對各國文化與價值之獨特性，探索更多以社會脈絡為本位的永續議題。

參考文獻

駐日本代表處教育組（2020）。重視藝術思維的「STEAM 教育」。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2050671

駐日本代表處教育組（2022a）。日本中小學教育改革願景。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2059223

駐日本代表處教育組（2022b）。日本研議新時代之師資培育、採用、研修。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2060563

駐休士頓辦事處教育組（2017）。結合藝術教學不是高明的把戲。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2000635

駐休士頓辦事處教育組（2019）。破除教育藩籬的方法。國家教育研究院臺灣教育研

究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2040925

駐休士頓辦事處教育組（2021）。新冠疫情可能永久改變高等教育的形態。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2055136

駐印尼代表處派駐人員（2019）。打破學術界的玻璃天花板，印尼大學女校長人數增加。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2047771

駐洛杉磯辦事處教育組（2018）。電腦科學社團協助女孩跨越性別差距。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2000505

駐胡志明市辦事處教育組（2019）。越南胡志明市致力於「智慧」學校。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2050668

駐胡志明市辦事處教育組（2021）。越南全國學生免費線上暑期學校。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2057672

駐英國代表處教育組（2023）。英國 STEM 教育致力永續發展目標議題上的實踐。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2064112

駐香港臺北經濟文化辦事處派駐人員（2018）。港財政預算案將撥款供海洋公園發展教育旅遊項目，海洋公園未來會投放新科技冀打造 STEAM 教育中心。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2005901

駐泰國代表處教育組（2022）。泰國教育部副部長赴美國與 UIC 攜手進行水資源教育合作。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2061980

駐泰國代表處教育組（2023）。泰國內閣承認第 52 屆東南亞教育部長理事會（SEAMEO）會議的結果。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2063562

駐馬來西亞代表處教育組（2019）。為發展技職訓練，馬國明年增預算。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2046917

駐溫哥華辦事處教育組（2018）。溫哥華市政府與數位娛樂公司合作推動數位教育。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2030945

駐溫哥華辦事處教育組（2019）。卑詩省教育廳補助自然科學館，擴展 STEAM 教育資源。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2047391

駐歐盟兼駐比利時代表處教育組（2021）。歐盟教育部長非正式會議：復甦計畫將挹注 5 億歐元進行教育體系數位化。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=2054879

Hartley, S. (2017). *The fuzzy and the techie: Why the liberal arts will rule the digital world*. Hartley Global, LLC.

Kijima, R., & Sun, K. L. (2020). 'Females Don't Need to be Reluctant': Employing design thinking to harness creative confidence and interest in STEAM. *International Journal of Art & Design Education*, 40(1), 66–81. <https://doi.org/10.1111/jade.12307>

Kijima, R., Yang-Yoshihara, M., & Maekawa, M. S. (2021). Using design thinking to cultivate the next generation of female STEAM thinkers. *International Journal of STEM Education*, 8(14), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00271-6>

Lam, C. C., Alviar-Martin, T., Adler, S. A., & Sim, J. B. (2013). Curriculum integration in Singapore: Teachers' perspectives and practice. *Teaching and Teacher Education*, 31, 23–34.

Liu, C. Y., & Wu, C. J. (2022). STEM without art: A ship without a sail. *Thinking Skills and Creativity*, 43, Article 100977. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100977>

Liu, C. Y., Wu, C. J., Chien, Y. H., Tzeng, S. Y., & Kuo, H. C. (2021). Examining the quality of art in STEAM learning activities. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 17(3), 382–393. <https://doi.org/10.1037/aca0000404>

National Research Council. (1986). *Behavioral and social sciences, fifty years of discovery*. National Academy Press.

National Science and Technology Council. (2013). *A report from the committee on STEM education*. National Science and Technology Council.