

# AI 跨域，智慧永續

## 人工智慧(Artificial Intelligence, AI)與未來教育的關鍵轉折點(Tipping point)

王智弘

國立彰化師範大學教育研究所副教授

卓冠維

新竹縣尖石鄉秀巒國小教師

國立彰化師範大學教育研究所博士生

### 壹、2030 未來教育方向導向的人工智慧

創立於美國的世界未來學會（World Future Society）提出 STEEP 以未來為主題，區分成五大領域，分別是「社會未來」、「科技未來」、「經濟未來」、「環境未來」以及「政治未來」。許多專案及領域以此五面向作為未來競爭力分析的方向(Analyst, 2015)。半世紀前就以積穀防饑之勢，用領域課程及議題趨勢的方式，正向且積極布局未來不確定的社會發展。教育的未來性與前瞻性更需如此，教育的珍貴在於運用未來導向的觀點引導如何協助人們預期改變、面對改變，藉由「學習」適應改變，甚至於創造改變，以正向的作為，協助達成人類整體幸福感。從歐洲聯盟 Europe Union(EU，以下簡稱歐盟，2018)、聯合國教育科學與文化組織 [(United Nations Education Scientific and Cultural Organization, UNESCO，以下簡稱聯合國教科文組織)] 以及經濟合作暨發展組織 [(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)]，以下簡稱經合組織] 等國際組織，都陸續於 2010 年起所提出的「面向 2030 年的教育」方案，教育 2030 這個專屬於教育政策發展的摩斯密碼也就開始陸續被各國教育專家們著墨發揮，大顯身手。

人工智慧(Artificial Intelligence, AI，以下簡稱 AI)的發展與研究，史丹佛大學在 2016 年為此做了一個 AI100 的網站並舉辦了工作坊(Peter Stone et al, 2016)，在五十頁的報告書裡也從各領域討論到 AI 與 2030 的未來生活圖像，對於教育個人化與適性化的學習上的進階發展，甚至用神秘醬料來比喻 AI 的融

入，透過打開學生學習的味蕾，讓課室學習的場域擴大再擴大。

而我國本土化的教育 2030 政策也結合「臺灣 AI 行動計畫」(行政院，2018) 於 2018 年起，透過落實「AI 教育化、教育 AI 化」的行動口號，將臺灣的教育在跟進世界潮流下，帶向人工智慧教育及數位先進個人化、適性化學習新時代。從國際趨勢與本土推廣方針的綜合思考，在高等教育階段培育培育前瞻 AI 科技人才，並且培育具跨域力慧科技應用人才。因此，教育 2030 與 AI 結合，並且在行動計畫的指導方向下，可以期待的國民基本教育做為高等教育之基礎，提供友善 AI 教育環境，為未來高等教育階段 AI 人才培育準備；思考以自主學習為主軸，透過教師的引導讓學生的差異學習客製化，教育資訊雲端化，教學輔助數位化之三化發展，營造具跨域、AI 科技導向準備的終身學習者。

## 貳、從十二年國教課程綱要看見世界教育革新潮流

世界教育的變革先驅來自於聯合國教科文組織、經合組織及歐盟的帶動，包含以母語溝通 (Communication in The Mother Tongue)；外國語言溝通 (Communication in Foreign Languages)；數學與基本科學與技術 (Mathematical Competence and Basic Competencies in Science and Technology)；數位素養 (Digital Competence)；學習如何學習 (Learning to Learning)；社會與公民 (Social and Civic Competencies)；企業家氣質與作為 (Sense of Initiative and Entrepreneurship) 以及文化察覺與表達 (Cultural Awareness and Expression) 的培育 (Europe Union, 2018) 等，這與我國在 2014 年發表的人才培育白皮書裡期待培養出具備「全球移動力」、「就業力」、「創新力」、「跨域力」、「資訊力」、「公民力」等關鍵能力之人才相互呼應著。白皮書中更將聚焦三個教育政策核心主題-「十二年國民基本教育」、「產學合作與接軌」及「高教轉型與鬆綁」，臺灣在跟上世界教育革新趨勢的人才培育前瞻力預備上，與世界潮流同行。

跨領域素養導向的課程，是十二年國民基本教育課程綱要（以下統稱為十二年國教課綱）的主軸，從核心素養的訴求導引各教育階段課程的縱向連貫及領域/科目之間橫向統整，從十二年國教課綱總綱裡的設計理念中，可以看見國民小學到高級中等學校教育階段的校訂課程都見得到跨領域的身影，這點在 2015 年聯合國教科文組織的仁川宣言報告書中可見一斑，在其永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 第四點中-確保有教無類、公平以及高品質

的教育，及提倡終身學習，透過跨領域以及多方利益關係人的觀點述說著永續發展教育及全球公民教育的推廣策略；上述策略與我國推動之十二年國民基本教育綱要總綱核心素養及跨域終身學習方向一致。由此可見在世界教育革新潮流與十二年國教課綱的推行重點可以看見跨領域這個條件的不可或缺。

跨領域的素養課程實施提供學校教育實行的自由空間。十二年國教課綱在課程時數上的鬆綁，相較於以往的課綱，在校訂課程的發揮空間較大也較寬鬆，也期待各校能善用彈性學習課程或是彈性學習時數，彰顯各校辦學特色目標。

十二年國教的實踐，首要在於課綱的規範為本的依歸，接著教師依循教學專業成長的脈絡進行教與學的轉化，關注學習者為中心的內化以及學習遷移。利用跨領域素養導向教學與評量的實踐，課程發展與評鑑的落實，教師專業學習社群自主學習等，讓十二年國教的理念與精神可以藉此發揚光大。

綜合上述，我國施行十二年國教總綱方向與聯合國教科文組織及經合組織的教育 2030 具有異曲同工，因此，我國在未來培育出來的新世代公民是符合未來世界潮流的。AI 為未來世界發展趨勢，我國十二年國民基本教育課程綱要總綱的精神與規劃方向，亦可呼應 AI 人才培育發展。

## 參、從臺灣 AI 行動計畫看人才培育 2.0 的發展與規劃

隨著未來教育議題數位化-2030 與 2050 的政策藍圖出現，2018 年行政院以我國在資訊與通信科技（Information And Communication Technology, 簡稱 ICT）相較於世界各國現行優勢上，推出了「臺灣 AI 行動計畫（2018-2021 年）」（行政院，2018），該計畫整合了各項產官學資源，包含科技部、教育部、經濟部與勞動部資源整合與透入，攜手全球夥伴，做為我國數位化智慧革命指導方針。工業技術研究院（以下簡稱工研院）的更從跨領域智慧共通技術的觀點，規劃以數位科技快速演進、人口結構高齡化、綠色能源與環境保育需求；聚焦智慧生活、健康樂活、永續環境這三個核心領域作為未來發展趨勢。

工研院(2019)進一步針對 2030 年的未來發展提出技術策略與藍圖規劃，在智慧生活（Smart Living）、健康樂活（Quality Health）與永續環境（Sustainable Environment）三個核心領域的次領域準備如下：智慧生活三個次領域脈絡分別為個別化裝置與服務、自主移動系統、智慧產業及服務；健康樂活二個次領域

脈絡分別為智慧醫療與健康照護；永續環境三個次領域脈絡分別為循環經濟、智慧製造、綠能系統與環境科技。而上述三個領域的智慧化共通技術在於 AI、半導體晶片、通訊、資安與雲端運算。Long 與 Magerko (2020) 在人機互動的研討會中以數位素養的詮釋，提出 AI 素養 (AI Literacy) 的定義：一個線上工具，個體透過批判性的評估 AI 科技效能，藉由 AI 工具的有效溝通與合作，在家裡與工作場域進行使用。而學校端則是透過學校的軟硬體學習，讓孩子可以在家裡跟未來工作場所可以進一步運用這個可以發展下一個百年的科技工具。

## 肆、當教育理論遇上人工智慧的變與不變

人工智慧的相關研究與發展已逾百年，在其發展跟教育理論要有所論述就在於認知心理學與發展心理學的關聯性。近年來，許多研究談論(如 Bonderud, 2019)，用 AI 與教育系統的未來開啟了人們對於未來教育與 AI 的想像跟實現，透過電腦運算能力的一再演進，讓 AI 的科技趨勢一再突破，在百年發展之後來到一個關鍵轉折點(Tipping Point)，也就是天文物理學提到的技術奇點(Technological Singularity)，透過技術的日新又新，前一個世代的教育變革，將會變成下一個世代恪守的主軸與原則，這也是教育理論遇上人工智慧所該的變與不變。根據其演說與相關文獻彙整出 AI 與教育的關鍵字 ABC：自主(Autonomous)、大數據(Big Data)、計算學習理論(Computational Learning Theory)。用 AI 的自主化(Autonomous)作為最終目的，再藉由大數據(Big Data)和計算學習理論(Computational Learning Theory)的相輔相成，大大改變 K-12 教育現場教師與學生的學習及教學經驗，讓教育真的成為未來用得到的學習。

透過以電腦模擬人腦處理資訊的強人工智慧(strong AI)學習，透過電腦的模擬、類同與遷移，縱使人的生物腦與電腦的學習徑路截然不同，但讓電腦藉由不斷的演算與學習讓它們運作模式越來越接近人腦，其相關技術如：類神經網路(Neural Network)、知識圖譜(Knowledge Graph)、以自然語言處理技術(Natural Language Processing, NLP)，從機器學習進而建模與推論，學習預測能力，如此一來，電影變人與 A.I.人工智慧中會省思及有情感的機器人有望成真，再也不僅是大銀幕的想像。

在 2012 年，線上教學專家 Linda Harsim(Harasim, 2017)以二十一世紀學習理論的發展基礎提出了教育理論與人工智慧結合後的變與不變，在以下數個不變



基礎下：教師主導的行為主義和認知主義不變、學生為學習者中心的自主式建構主義不變及師生攜手進行的共創主義不變，藉此達成科學與抽象思考的數位化訓練，在並善用運用人工智慧(Artificial Intelligence)的工具之下，達成學習的增益智慧(Augmented Intelligence)。這一點在 2016 年也由 IBM 院士 Grady Booch 進一步北京的世界機器人大會上分享，人工智慧透過演算法具備運算基礎，讓學生從教育中學會科技，而擴增智慧使用認知運算，讓這個能力更具理解、推理和學習以及情感分辨的進階學習。

## 伍、人工智慧與未來教育的發展趨勢

德國在 2011 年漢諾威工業博覽會提出「工業 4.0」一詞，「工業 4.0」意指以智慧製造 (Smart Manufacturing) 為生產主軸的核心，三化取向:客製化、智慧化、服務化做為嶄新的生產方式 (朱海成，2016)。臺灣教育大學系統總校長，前教育部長吳清基博士，也用工業 4.0 到教育 4.0 的演講主題 (吳清基，2019)，提及如何將人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 從工業發展切入教育推動核心。從機械化進入到智慧化的工業發展，教育也從傳統師徒制的帶到了智慧校園、客製化、創新化教學新視野。智慧校園的重點在於數位化的推動，因此師生都需具備數位素養的能力，從工業 1.0 到工業 4.0 的演進歷程看教育 4.0：傳統師徒制產生教育 1.0、從大班教學看實體校園引出教育 2.0、資訊融入發展數位課程以及實體校園與虛擬校園並設誕生教育 3.0、客製化與創新化的教學建置智慧校園的教育 4.0。教育 4.0 相較前版之教育，在在需要數位素養的加持。

智慧校園的在於軟硬體的全部數位化，舉凡雲端計算 (Cloud Computing)、物聯網 (Internet of Things)、大數據 (Big Data)、移動互聯 (Mobile Internet)、社交網路 (Social Network Service) 的應用，讓教學環境 (教室、實驗室)、學習資源 (圖書、講義、教材等)、相關應用資訊 (包括教學、管理、服務、生活、辦公等) 朝向數位化發展。此外，智慧校園裡師生都必須具備數位素養，呼應數位素養，教師應具備的八大專業圖像分別為：教育專業核心知能、AI 知能、數位整合的教學力、STEAM 導向的跨領域跨學科的基本素養、創意與創新思維力、人文藝術的文化力、博雅通識的全方位素養、教師在職進修的終身學習力 (吳清基，2019)；學生的六項學習力則為數位載具的運用力、數位平台自學力、科技教育創客力、數位資訊思辨力、資訊安全保護力以及正向互動數位人際力。

如此一來才能師生才能攜手共同遨遊在智慧校園裡（張瓊穗, 2020; 郭伯臣、劉文惠, 2020; 陳志恆、葉士昇、鄭國威, 2018）。

從教育理論、教育趨勢和人工智慧的關係探究，人工智慧與未來教育的發展趨勢為一個以解決問題為學習核心，並需要透過數位技術進行規劃與模擬，進而運用適切的學習環境促使學生可以在沉浸式體驗(Immersive Experience)的反覆的學習裡，善巧運用數位化與智慧化的科技設施完成未來會遇到的問題或困難。

## 陸、 結論與建議

以世界公民教育與永續發展為發展基礎的四大教育政策面向檢視做為全文論述歸結，以教育 2030 與 AI 科技做為縱向與橫向的脈絡聯繫，我國在面對國家教育政策、課程、師資培育及學生評量上的發展願景及實施現況來說，有以下幾點做為總結：國家教育政策兼具符應世界潮流與本土化特色，從國家科學技術發展計畫、科技發展策略藍圖與科學技術白皮書、中小學國際教育白皮書 2.0、資訊教育總藍圖等可以發現我國在 AI 時代來臨，能善用我國在資電通訊的國際優勢，對於國民基本教育人才準備培育及高等教育 AI 高階人才培育專注性與積極性；在課程發展中看到結合聯合國教科文組織的 SDGs，重視用續發展導向之素養學習，讓學生在未來觀點的社會現況與趨勢中知道如何調適與創新，成為能適應二十一世紀公民生活的終身學習者；而十二年國教課程綱要總綱倡議的核心素養則聚焦學習必須連結真實生活情境，教師藉此引導學生關注人類環境永續發展、未來學習的議題。

從結論來看，有以下四點建議：AI 時代教師需要養成與鞏固、個人適性化學習系統建置與應用、師資培育與教師在職進修的透過社群式的滾動修正充實擴增智慧、師生的主動思考力與自主學習力的同步培養皆為未來教育努力方向。

李開復在 2017 年提出「AI 時代，人類的最後一道防線就是愛與情感。」（李開復, 2017），也就是教師在教室裡擔任角色的重要所在。當數位科技和 AI 技術日趨成熟與發達，教室裡充斥著高效能教學輔助的軟硬體資源，教師的教學重點在於輔導而非指導。在牛津大學的一份調查可得而知（Frey & Osborne, 2017），超過 50% 的職業在未來都會被 AI 取代之下，因為這些都是例行性知識工作 (Routine Knowledge Work)，透過 1938 年美國哲學家 Buckminster Fuller

用 Ephemeralization 一詞，表示這些例行性知識工作，會被科技趨勢和人工智慧接手與取代，而教師一職被取代的機率只有 0.4%，透過問題解決導向的教育引導，教師帶著學生探索非例行性之開創性知識工作 (Non-Routine Creative Knowledge Work)，教師引導學生能夠使用他們所擁有的知識，並讓科技始終具備人性，進而教師運用科技的引導讓學生的學習需求與個別差異，再利用數商對於大數據搜集、整合、分析、利用和生成轉換成教學目標、教學方法和己身的教學能力，最後運用信商引導學生透過工具使勇於思辯能力檢索、分辨、判斷、精緻化、統合運用和發展資訊（中國教師報，2019）。

接續而言，新冠肺炎圍繞的這一年，也逐漸進入後疫情時代，疫情蔓延對教育產生的啟示包含教育價值、教育政策、課程與教學、教育學方法都來自於面對線上教學與學習而有所啟發。

從工業化社會從 1.0 的自動化、電子化、數位化到 4.0 人工智慧化，教育的腳步也隨之跟進，教育 3.0 透過資訊融入讓實體校園與虛擬校園並設、教育 4.0-建置智慧校園、客製化、創新化教與學的時代，臺灣這個數位科技島也在翻轉教育現場的每一個環節。行政院、教育部及科技部利用跨部會整合性合作，大方向的進行十二年國教科技領綱訂定、前瞻計畫硬體設施改善以及因材網等許多線上平台的適性化學習平台建置，而國小至高中階段得現場老師面對這些教育軟硬體的變革，也確實有其難易處。教師、學生與家長面對數位化、智慧化的教育時代變動，在其了解運作政策、實施過程以及最終教育目標都需要了解與之所應對。

教師、學生與家長對於運作政策、實施過程以教育目標各有以下三化作為：教育政策根據區域、族群、文化背景及學生學習特質進行客製化、雲端化與數位化導向的訂定；實施過程從學習內容、方法、路徑的個人化、適性化和本土化特色持續努力；以及教育目標達成的素養化、全球化跟永續化，以其跟國際接軌，達成 2019 年聯合國教科文組織的《人工智能與教育-北京共識》提到的人人皆學、處處能學、時時可學的人性化、智慧化終身學習歷程。

再者，數位化與智慧化的雙化教育時代，教師與學生同步的主動思考力與自主學習力的培養，加以利用各類型的數位科技資源與技術之的應用讓學習者的心智體驗學習機制能日臻成熟，數位資源的運用會讓自主學習力的養成更加

極大化，師生攜手共同進行主動積極並具批判性的思考力準備，在未來教育的智慧化校園中就可以彼此成長、茁壯，創造更多的教與學的火花。

最後，面對未來教育 2030 十年甚至是 2050 的三十年挑戰，以及社會經濟與產業結構的劇變，學校是家庭與工作場所最先取得學習的地方，數位化、智慧化的時代變革，同時也顯現師資培育和教師在職進修的系統機轉與政策法規都必須跟著時代的巨輪進行滾動式的修正與改變，讓教授學生的未來發展的老師們可以以探索未來的問題解決能力作為教學思考基礎，教孩子未來可以應用的事，而不是過去或是即將被淘汰的事。

## 參考文獻

工研院(2019)。邁向 2030，展望 AI 科技未來發展藍圖。電腦與通訊期刊。2020 年 12 月 20 日取自

<https://ictjournal.itri.org.tw/content/Messagess/contents.aspx?PView=1&Keyword=&SiteID=654246032665636316&MmmID=654304432122064271&SSize=100&MSID=1072341652776363373>

李政濤(2019)。面向未來，教師的“變”與“不變”(2019，6 月 6 日)。中國教師報。取自 [https://www.luoow.com/dc\\_hk/200814527](https://www.luoow.com/dc_hk/200814527)

朱海成(2016)。**2017 管理資訊系統**。臺北市：碁峰。

行政院(2018)。**臺灣 AI 行動計畫(2018-2021 年)(核定本)**。臺北：行政院。

吳清基(2019)。「從工業 4.0 到教育 4.0」。上課演講內容。臺北。

陳志恆、葉士昇、鄭國威(2018)。**親子必學，數位素養力**。取自

<https://topic.parenting.com.tw/event/2019/Acer/>

張瓊穗(2020)。數位教學面面觀－你教學 e 化了嗎？。師友雙月刊，**620**，47。

郭伯臣、劉文惠(2020)。數位學習新趨勢－個人化學習與人工智慧導入。師友雙月刊，**620**，11。

Analyst. (2015). What is STEEP Analysis? *Pestle Analysis*. Retrieved Dec. 20, 2020, from <http://pestleanalysis.com/what-is-steep-analysis/>.

Bonderud, D. (2019). Artificial intelligence, authentic impact: How Educational AI is making the grade. *EdTech Focus on K-12*. Retrieved Dec. 20, 2020, from <https://edtechmagazine.com/k12/article/2019/08/artificial-intelligence-authentic-impact-how-educational-ai-making-grade-perfcon>

European Union.( 2018 ) . *Council recommendation of 22 May 2018 on keycompetences for lifelong learning*. Official Journal of the European Union.



- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Harasim, L. (2017). *Learning Theory and Online Technologies* (2nd ed.). Routledge.<https://doi.org/10.4324/9781315716831>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery, computing education, artificial intelligence, AI education, AI literacy, AI for K-12, machine learning , Honolulu, HI, USA ( pp. 1-16 ) .
- Stone, P., Brooks, R., Brynjolfsson, E., Calo, R., Etzioni, O., Hager, G., Hirschberg, J., Kalyanakrishnan, S., Kamar, E., Leyton-Brown, K., Parkes, D., Press, W., Saxenian, A., Shah, J., Tambe, M., & Teller, A. (2016). *Artificial Intelligence and Life in 2030. One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel*. <https://ai100.stanford.edu/>