

教育 4.0 時代跨域教學的必要性與因應

謝念慈

銘傳大學教育研究所暨師資培育中心助理教授

一、前言

2011 年漢諾威工業博覽會（Hannover Messe2011：2011 年 4 月 4 日至 8 日），在德國北部城市漢諾威的漢諾威展覽中心舉行，提出了工業 4.0（Fourth Industrial Revolution, 4IR, or Industry 4.0），將世界引入智慧化時代。工業 4.0 也帶動教育轉型為客製化、創新化的智慧校園，亦即「教育 4.0」時代。

為因應工業 4.0，提升未來競爭力，中小學教育由能力導向轉型為素養導向，在 2014 年教育部頒布的《十二年國民基本教育課程綱要總綱》，以下簡稱 108 課綱，就以「核心素養」（core competencies）作為整體課程的貫穿，「核心素養」係指一個人為了適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度（教育部，2014）。

2021 年 8 月，祖克柏（M. E. Zuckerberg）在受訪時就提到：「元宇宙（metaverse）是網際網路的後繼者。」同年 10 月 28 日舉行的 Facebook Connect 會議上宣布 Facebook 改名為 Meta。1992 年尼爾·史蒂芬森（Neal Stephenson）的科幻小說《潰雪》（Snow Crash）就曾出現「元宇宙」的概念，係指現實與虛擬混合而成的數位世界，能夠讓人們透過虛擬環境在不同裝置間移動和溝通，電影《一級玩家》（Ready Player One）和《視界戰》（ANON），可一窺元宇宙的世界模樣（黃志芳，2022）。「元宇宙」在教育領域上，還能夠依據學生對科目的反應做出適當調整（林建甫，2022）。

議論教育 4.0 時代「跨域教學」（Interdisciplinary Teaching）相關議題前，筆者試著再從兩個觀點促發讀者的思維更新。

2022 年 2 月 15 日，中央社一則有關臺積電在社群網路服務網站領英（Linkedin）徵才訊息，指出因應業務在全球範圍的規模和複雜性不斷增長，在全球布局需要接觸全球多元的人才（張建中，2022）。同月 17 日，中央研究院社會科學所退休副研究員蔡吉源（2022）指出：臺灣教育界也很難培育出跨多領域的通才。再則，有人在虛擬世界（也就是所謂的元宇宙）花上巨資買了一個可溯源的數位圖像（也就是 NFT）「非同質化代幣」，每枚 NFT 上都有一個編碼，具有不可替代、不可分割、獨一無二的特色（詹文男，2022）。

綜上所述，當全世界可預見的未來已經逐漸邁向工業 4.0 時代，教育因而也提升為 4.0 時，教育的結構必須作翻轉，學校的教學必須做大破大立，分學科式

/單科式的能力教學勢必無法因應工業 4.0 時代的人才培育，需以「跨域教學」（Interdisciplinary Teaching）方能符應時代需求，才能見心中嶄新的未來教育圖像。準此，筆者撰寫本文－教育 4.0 時代跨域教學的必要性與因應之道，提供關心教育人士參考。

二、工業 4.0 意涵、發展及其對教育的變革

自 2011 年漢諾威工業博覽會提出了「工業 4.0」，也深深影響了教育的轉型與變革。有關「工業 4.0」的意涵、發展與其對教育的變革，茲分敘如下：

（一）工業 4.0 意涵

將人工智能（artificial intelligence, AI）、基因編輯（gene editing, GE）等技術與先進的機器人（advanced robotics）技術相結合，使用機器對機器通信（machine-to-machine communication, M2M）和物聯網（internet of things, IoT），其特點是整個社會的技術使用（如元宇宙）的普遍性，改變了我們體驗並了解周圍的世界（Wikipedia, 2022）。

換個方式理解，所謂工業 4.0 係指整合巨量資料（Big data）、物聯網（Internet of Things）、雲端運算（cloud computing）、行動通訊決策（mobile communication decision making）、人工智慧（artificial intelligence）、機器人（robot）、3D 列印（3D printing）等數位化科技，提供更智慧化、自動化及客製化的生產及供應鏈能力，將世界引入智慧化時代。

（二）工業 4.0 對教育的變革

從上述工業 4.0 的意涵與發展，吾人可以一定程度的感受與了解，可預見的未來世界是高度數位化科技融合的環境，似乎有種後混沌現象（post-chaos），筆者針對工業 4.0 對教育的變革提出以下觀點：

1. 教育受到工業 4.0 革命性的衝擊轉換為教育 4.0 時代

在工業 4.0 的大範疇的教育 4.0 小範疇圈，智慧校園、客製化、創新化教與學成為顯學，為教導現在的學生適應未來的世界與社會，勢必衝擊教育現場的「哥白尼式革命」（Copernican Revolution）。

2. 跨領域教學對教育 4.0 時代更顯其重要性

芬蘭 2016 年的新課綱，採「能力式主題導向」的教學模式，強調跨領域以

及學習課題來自真實世界現象，需要整合各領域之學科的「現象為本的學習」（phenomenon-based project），培養學生七項「跨界能力」（Transversal Competence）（Finnish National Board of Education, 2022）。108 課綱與芬蘭新課綱之理念、精神很相似，以「核心素養」作為連貫統整各領域與科目之課程與教學之主軸，為達跨領域教學，教師可以跨領域統整性主題/專題/議題探究課程，如美感教育、社區發展、原住民族教育等，都是臺灣教育現場看到的課程改變（游昊耘，2022）。

綜上所述，面對工業 4.0 時代，各國教育無不致力於人才培養，在學科學習的基礎上，橫向整合的跨領域/科目的統整學習是世界趨勢，引導學生探究生活世界中的種種現象，從事創新與連結的深度學習（洪詠善，2016）。

三、工業 4.0 對學校實施跨域教學的必要性

從工業 4.0 的發展種種跡象，可以很容易理解未來面對的議題，不再是單一學科知識所能應對的，需要的是多樣化的能力組合才能問題解決的。因此教師的教學不能再單打獨鬥式閉門造車，而應該要打開教學大門與其他學科教師共同為議題跨域做教學。

「跨域教學」是跨科際教學的核心活，是一種鏈結生活、社會和世界時事主義題式的教學模式，以問題或議題導向的探究式教學切入，設計跨領域課程，如以這兩、三年影響世界的「新冠肺炎疫情」（Covid-19）主題、俄羅斯與烏克蘭的戰爭等，都是一種跨領域的議題，博引各學科知識與數位化科技，目標是引導學生跳脫形式學習，整合知識，問題解決，任何問題導向、探究或統整教學等，都可視為跨域的教學。

正如本文前言所提及，國內、外產業需要在職場競爭中能快速進行資訊或知識的整合及敏捷的表達溝通能力的跨域人才。筆者深信學校沒有跨域的教育思維，就沒有跨域教學的教師；沒有教師做跨域教學，就沒有具備跨域能力的學生；沒有跨域能力的學生，就無法在工業 4.0 的時代具備競爭力與生存能力。這就是教育 4.0 時代，學校教育必須要做跨域教學的現實！

四、教育 4.0 跨域教學的建議

面對工業 4.0 的潮流及教育 4.0 的氛圍，政府及教育主管機關都做了相當的宣導與努力，國內學者、專家也透過論文、期刊等表述。惟，「跨域教學」雖然也大力倡導與協助，但是在結構規劃與前瞻做為仍嫌不足，學校教學現場，大多流於為跨域教學而跨域教學，或仍滯留在瞎子摸象的階段，跨域教學所需的教學設備，幾乎都為規劃與編列經費購置。

綜上，筆者觀察教育 4.0 跨域教學，太過於重視論文期刊的發表以及分析的狀態，缺乏如何應對的訓練，只著重在「分析跨域教學局勢」，而缺乏「跨域教學軟、硬體該怎麼做」的方針。最重要的能力就在於能提出應對之策。我們的養成缺乏思考「工業 4.0 及教育 4.0，在這樣的局勢下，接下來我們該怎麼做跨域教學？」面對教育 4.0 時代的來臨，如何強化教師落實 108 課綱跨領域教學，實為當務之急。因此，對教育部、中小學教師對於跨領域教學提出建議。

（一）對教育部的建議

1. 將芬蘭跨界能力的教學轉化為臺灣本土的跨域教學

對於教師而言，跨域教學的意願與能力都嫌微弱。芬蘭為了讓學生具備七大橫向能力，芬蘭新課綱反而更強調以傳統學科為基礎，加強「跨領域學習」與「現象式學習」。教育主管機關，能仿效芬蘭教育基本法，賦予學校課程與教學有高度彈性與自由度，以利跨域教學的實施。並透過芬蘭成功的跨域教學，轉化為臺灣本土化的跨域教學典範，提供學校教師跨域教學參考。如教育主管機關透過管道聯繫，辦理以視訊方式做芬蘭跨域教學的觀摩交流學習。

2. 充實學校教學 5G、VR 與 AR 等數科技設備的完善並教會教師使用

為了培育學生能夠在工業 4.0 的所需的能力，學校需完善教育 4.0 的硬體設備。工欲善其事，必先利其器；巧婦難為無米之炊。但是學校教學現場似乎距離教育 4.0 所需的教學設備有著相當遙遠的距離，如此的裝備不足，再卓越的優秀教師也難以施展其一身絕技。教育部應該邀集相關單位、專業人士與學校教師等討論跨域教學所需的數位科技教學設備，如 5G、VR 與 AR 等數科技設備，籌劃足夠的經費購置，並教會教師能夠操作使用，必要時宜配置學校專業助理協助教師現場教學，以利跨域教學的事半功倍。

3. 胡賽爾（E. G. A. Husserl）現象哲學的理解與應用

跨域教學需要整合各領域之學科的「現象為本的學習」（phenomenon-based project），現象哲學實為跨域教學的哲學根基。哲學大師胡賽爾（E. G. A. Husserl）對現象哲學著墨甚深，理解其現象哲學是做好跨域教學的紮根理論。教育部應邀集國內教育哲學學者，整理有關現象哲學與跨域教學的相關哲學提供教師閱讀理解，如 108 課綱研習活動宜安排「現象為本的學習」課題做為研習教材內容，提升教師跨域教學哲學素養，以強化教師跨域教學哲學根基。

4. 跨領域教學評量的落實是實施跨域教學的關鍵

學校教師為何不願跨域教學，當有諸多原因，其中考試制度，是最大的惡魔。考試引導教學，古今中外不變的事實。為了能落實現場教師真正的樂於實施跨域

教學，無後顧多憂，自學校評量至升學考試需做革命式的轉型，讓跨域評量出現，跨域教學將遍地開花。教育部宜與入學考試相關單位施以行政命令，責成入學考試需以跨域試題為主。另，教育主管機關宜多辦理跨域教學的評量工作坊，以增能教師的跨域教學評量能力。並彙整及辦理優質的跨域教學評量範本及競賽，以提升教師跨領域教學評量素質。

（二）對學校的建議

1. 教師需理解工業 4.0 及教育 4.0 的潮流不宜再執著本位主義式教學

工業 4.0 及教育 4.0，教學不再只是教知識與為了升學，教師宜認識「元宇宙」的概念，學科再也沒有明確區別，結合網路等新科技體驗等跨域授課，對本土教師來說，將是一大挑戰（李侑珊，2022）。若教師能了解及試探 5G 與 AR、VR 等數位科技教學設備，可增進不同專業學科教師之間的連結。因此，學校宜辦理有關工業 4.0 及教 4.0 的意涵與發展研習，讓學校教師了解教育生態環境的改變，進而提升本身的教學意識轉變，清楚教師為跨域教學而變的原由。教學研究會轉型為跨域教學研究會，亦即不再以過去學科/領域召開研究會而已，更應該以跨領域形式召開跨域教學研究會。

2. 人性與道德是跨域教學的本質

愛德華霍普（Edward Hopper）有一幅「無人販賣機店」（Automat 1927）描繪喝咖啡的場景畫作，這幅畫預告了人類科技進步後的未來世界，高科技機器永遠無法為人類心靈帶來撫慰（李清志，2021）。

任何技術創造的道德都是創造者的產物，問題在於誰來教授世界上的機器道德（Cade Metz, 2021）？自動化機器雖然可以取代教師部分勞力，但是卻無法取代教師的本質（essence）。傳統教室進化到 AI 教室，因為缺乏師生間的互動，失去了教室中的師生心靈交流，也失去了教育本質中，已經逐漸流失的道德與人性。科技始終來自於人性，高科技的運用，固然可有效提升教育實施效果；但是人文與科技的整合，博雅通識的全方位素養，具有教育專業的基本核心知能，仍是一位優秀卓越教師不可缺的要務（吳清基，2020）。學校加強教師通識教育、人文啟發教育、博雅教育、終身學習教育、第二專長在職進修教育、產學合作教育等的增能。並讓教師認知跨域教學沉浸於數位科技的教學，教師仍需不忘教育的本質、目的仍有機器科技無法取代的本質。

五、結語

「其實每一次的跨界，我都給自己定一個座右銘，那就是『不要想著你是朱

陸豪，你是新人，你要從零開始。』」（陳昭好，2022）。學習一定要謙卑（humble），面對未來工業 4.0 的風潮，教育 4.0 的挑戰，教師若能具備基本核心知能和素養，相信必能經得起 AI 人工智慧高科技的挑戰，必可成為一位卓越的經師、人師和良師（吳清基，2021）。

參考文獻

- 吳清基（2020）。工業教育4.0對未來師資培育政策之挑戰與因應。載於吳清基主編，**教育政策與發展策略（吳清基教授七十大壽論文集）**。臺北：五南。
- 吳清基（2021）。**AI時代的科技教育政策。教育政策與議題趨勢**。臺北：五南。
- 李清志（2021年10月9日）。Edward Hopper的無人咖啡館。**聯合報**。取自 <https://udn.com/news/story/7341/5804142>
- 李侑珊（2022年2月19日）。大學元宇宙課程夯東華3D打造《牡丹亭》。**中國時報**，A4版。
- 林建甫（2022年2月8日）。顛覆現實世界元宇宙不遙遠。**中國時報**，A11版。
- 洪詠善（2016）。學習趨勢：跨領域、現象為本的統整學習。**國家教育研究院電子報**。取自 https://epaper.naer.edu.tw/edm.php?grp_no=2&edm_no=134&content_no=2671
- 張建中（2022年2月15日）。臺積電招募政經博士人才因應地緣政治分析。**中央社**。取自 <https://www.cna.com.tw/news/afe/202202150206.aspx>
- 教育部（2014）。十二年國民基本教育課程綱要總綱。新北市：國家教育研究院。
- 陳昭好（2022年1月3日）。無悔京戲人生「美猴王」朱陸豪要一輩子活在舞台上。**聯合報**。取自 <https://udn.com/news/story/7266/6004548>
- 游昊耘（2022年2月21日）。跨領域新課綱與芬蘭教育相似。**聯合報**，A6版。
- 黃志芳（2022年2月9日）。元宇宙與電影。**聯合報**，A7版。

- 詹文男（2022年2月14日）。你發行NFT了嗎？。聯合報，A7版。
- 蔡吉源（2022年2月17日）。臺積電會找到一個天才商業智能分析師？。自由時報。取自<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1500961>
- Cade Metz (2021). Can a Machine Learn Morality? *The New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2021/11/19/technology/can-a-machine-learn-morality.html>
- Finnish National Agency for Education (2022). *New national core curriculum for basic education: focus on school culture and integrative approach*. Retrieved from <https://bit.ly/3adwAXf>
- Wikipedia (2022). *Fourth Industrial Revolution*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution

