

德國 OWL 區域「教育 4.0」對臺灣中小學 培育「工業 4.0」產業人才啟示

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

「教育不能以過去所學，教導現在的學生，適應未來的世界。」K-12 的國民基本教育學生，就業可能要一、二十年後。投入世界或社會工作職場時，整個職場，與就學期間的學習有落差。教育必須培育出能夠思辨、探究與創新的人才，協助人們解決「跨領域」的重大人類議題（李佳容，2020）。

2020 年世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）發佈《未來學校：為第四次工業革命定義新的教育模式》（Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution）（World Economic Forum, 2022）主張「教育 4.0」以學習者為中心，並善用新科技與創新的教學方法，扶助學生有更廣域的技能以因應「工業 4.0」，教育將邁向更具科技化、智慧化和數位化的教育，更有利於個別化、客製化的學生自主學習；2022 年發佈《催化教育 4.0：投資未來學習實現以人為中心的復甦》（Catalysing Education 4.0: Investing in the Future of Learning for a Human-Centric Recovery）（World Economic Forum, 2022）是從教育經濟學的視域，就教育 4.0 的投資回報，及其在未來幾年可以顯著提高經濟和社會回報的三個機會領域進行了分析，並提出行動建議。

美國哲學家詹姆斯認為實用的就是真的，真的事物在於能兌現價值、影響我們的日常生活，重視事物的目的性（劉宏信譯，2007）。依實用哲學觀點，教育需能真實地培育出「工業 4.0」產業所需的人才，否則所謂再好的教育，也因未能實現「孕育產業人才」的實用性、目的性，而流於華而不實的「形式理論教育」。面對「工業 4.0」趨勢浪潮時，世界教育也隨之呼應以「教育 4.0」，我國也提出了「臺灣版的教育 4.0」。

「K-12 國民基本教育的學校校長、行政與教師們，對於『工業 4.0』與『臺灣版的教育 4.0』是否曾思考過這些名目、論述存在的實用意義？」如果反思檢討 K-12 國民基本教育學校的第一線教育人員，對於現況是不理解來龍去脈，僅參加教育主管機關辦理的演講或校內會議宣導，甚至只是流於「放煙火式的教育新知」，造成審時度勢偏誤，就易陷於錯置資源，浪費資源，最終延誤教育，唯有整體質量的提升才是國力的根基（薛承泰，2022）。

準此，本文擬就主要先進國家，在工業 4.0 的推動方向及實際策略，對應我

國「臺灣版的教育 4.0」的內涵與現況，檢視、批判與反思後，提出「臺灣版的教育 4.0」現況落實改進之建議。

二、「工業 4.0」、「教育 4.0」與 OWL 區域「教育 4.0」概述

（一）「工業 4.0」概述

德國以「物聯網」與「智慧工廠」引發第四次的工業革命。2013 年 4 月，在漢諾威工業博覽會中，德國提出「工業 4.0」（Industrie 4.0）。

「工業 4.0」的技術基礎是智慧型整合感控系統及物聯網，目標是將現有的工業相關技術、銷售與產品體驗統合起來，透過人工智慧的技術建立具有適應性、資源效率和人因工程學的「智慧工廠」，並在商業流程及價值流程中整合客戶以及商業夥伴，提供完善的售後服務（維基百科，2022）。

（二）「教育 4.0」概述

「工業 4.0」最主要核心是「科技、客製化」，而「教育 4.0」是「以人為本」（吳清基，2021）。教育需依全球的科技、社會、政治、經濟的改變，改革教育人才培育的目標與功能，因此教育也對應「工業 4.0」，做了教育的轉型：「教育 4.0」~智慧校園、客製化、創新化教與學的時代。

智慧校園（Smart Campus / iCampus）是因應工業 4.0 的教育發展，使學校全部數位化（吳清山等，2018）。讓軟硬體更科技化、智慧化和數位化，以利教師能善用科技方法教學，學生能善用科技媒介，自主學習，實作自造的學習成長發展。

三、德國「工業 4.0」與 OWL 區域「教育 4.0」產業人才培育概述

德國是第一個提出「工業 4.0」的國家，有關德國「工業 4.0」與 OWL 區域「教育 4.0」政策要點概述如下：

（一）德國「工業 4.0」的政策要點概述

2012 年德國國家科學與工程院院長 Henning Kagermann 與全球最大汽車零件廠 Robert Bosch GmbH 共同成立「工業 4.0」工作小組，2013 年納入〈高科技戰略 2020 行動計畫〉的十大未來計畫，〈Autonomik für Industrie 4.0 計畫〉也是力推的大型計畫。德國至今過半數中小企業已具備可聯網數位能力。德國「工業

4.0」是一個高科技計劃，堅持「工廠會解決全球面臨的問題」理念（高野敦，2014）。

（二）德國 OWL 區域「教育 4.0」概述

2012 年德國 Ostwestfalen-Lippe, OWL 區域獲得聯邦教育研究部（Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF）菁英群聚（Spitzencluster）的五年期計畫，該計畫主要是以「智慧科技系統」（Intelligent Technical System），帶動製造業轉型為「工業 4.0」的模式，並且複製到其它領域，成為〈數位轉型的 OWL 4.0 跨域計畫〉，此跨育計畫之「教育 4.0」（Bildung 4.0）的現況與需求分析、「教育 4.0」工作小組與教育利害關係人對話、理解未來科技與認識職業、工業 4.0 四大實作模組課程、提升校長與教師對數位轉型的敏感度及進修、強化「創新創造未來中心」合作網絡等六大核心主軸，如圖 1，描繪未來勞動世界需要的全新教育與職訓形式之圖像，並由產、學與研單位共同開發系列數位化及工業 4.0 的中小學至終身學習「教育不斷鏈」的課程（王寶苑，2022a）。

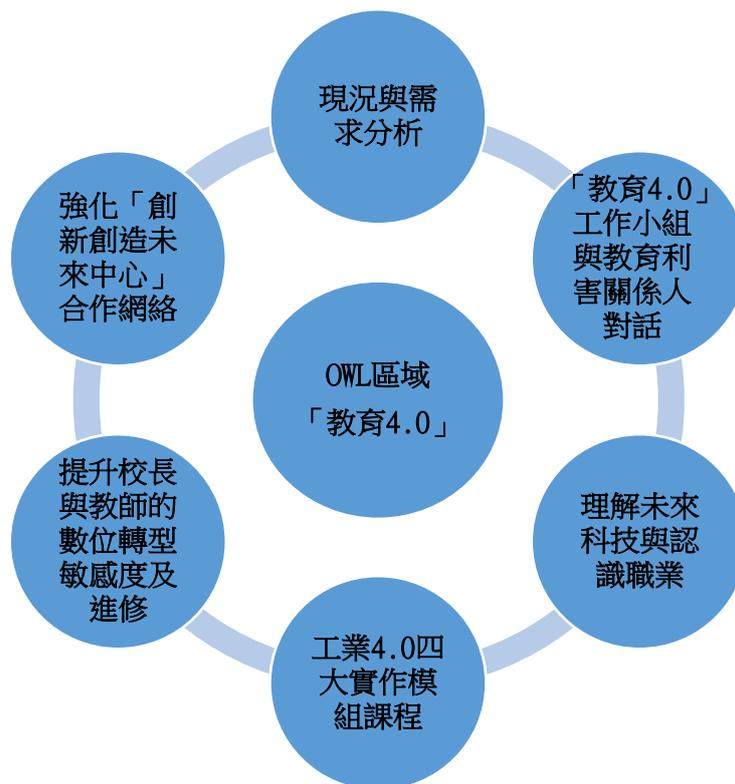


圖 1 OWL 區域「教育 4.0」六大核心主軸
資料來源：研究者改編自工研院產科國際所（2021）。

有關「工業 4.0 四大實作模組課程」，係針對 7 至 11 年級的學生，體驗未來世界的工業 4.0 及工作場域情境的「工業 4.0 的導論」、「3D 列印」、「虛擬實境、

擴增實境與混合實境」與「機器人與輔助系統」四大實作模組課程，如表 1。

表 1 四大實作模組課程及其內容簡述表

模組課程	課程模組內容簡述
工業 4.0 的導論	認識大數據、物聯網、網實整合/虛實整合等概念，並實際體驗這些相關技術帶動未來職業的改變。
3D 列印	理解 3D 列印技術及其應用，是製造零組件或產品的重要技術，並動手嘗試製造流程。
虛擬實境、擴增實境	透過虛擬實境體驗到該技術建構的新環境。
機器人與輔助系統	了解在何種情境可導入機器人、輔助系統使用執行工作任務，並了解運作的原理。

資料來源：研究者自行整理。

「工業 4.0 四大實作模組課程」的完整與縱貫，可作為我國數位轉型實作人才培訓、向下紮根策略規劃的參考依據（王寶苑，2022b）。

（三）德「工業 4.0」與 OWL 區域「教育 4.0」產業人才培育對臺灣的啟示

數位和數據素養、人工智能、機器學習與增材製造等越來越重要。OWL 區域「教育 4.0」要讓下一代適應數位工作世界，數字化正日益滲透到社會和經濟領域的各個領域。它是關於機器人、3D 打印、擴增和虛擬實境、編輯程式以及與未來工作世界相關的許多其他主題。如，在「打印機中的橋樑」工作坊中，年輕人可以使用 3D 筆自己搭建一座橋樑，然後對其進行穩定性測試（BILDUNG 4.OWL,2022）。

2015 年行政院啟動〈生產力 4.0 計畫〉，以因應工業 4.0 的趨勢，期望提升產品與服務的附加價值（賴佩萱，2019）。

政府鎖定製造業的九大行業，結合教育部，從人才培訓做起，該如何運用此優勢幫助臺灣企業切入全球供應鏈，實為當務之急（胡家璇，2018）。臺大管院院長郭瑞祥指出小量快速客製化，在地智慧製造絕對是趨勢（賀桂芬、陳顯仁，2018）。

四、臺灣版「教育 4.0」的要點概述

「工業 4.0」的發展，「教育 4.0」應調整數位轉型的方向前進，並聚焦於結合物聯網、機器人、數據分析的「AI 人工智慧」的工廠、物流、服務。

綜上，在「工業 4.0」浪潮下的臺灣「教育 4.0」，學校教師需具備的八大基本核心素養，吳清基（2021）：

教育專業的基本核心知能、AI 人工智慧的新科技知能、數位科技整合的教學能力、STEAM 跨領域跨學科的基本素養、創意創新思維的啟發性能力、人文藝術的文化素養、博雅通識的全方位素養、終身學習的在職進修教育。

綜上，學校為培育未來產業人才，學校教師應具備上述八大基本核心素養，如圖 2，才能安全地接受 AI 人工智慧高科技的挑戰。

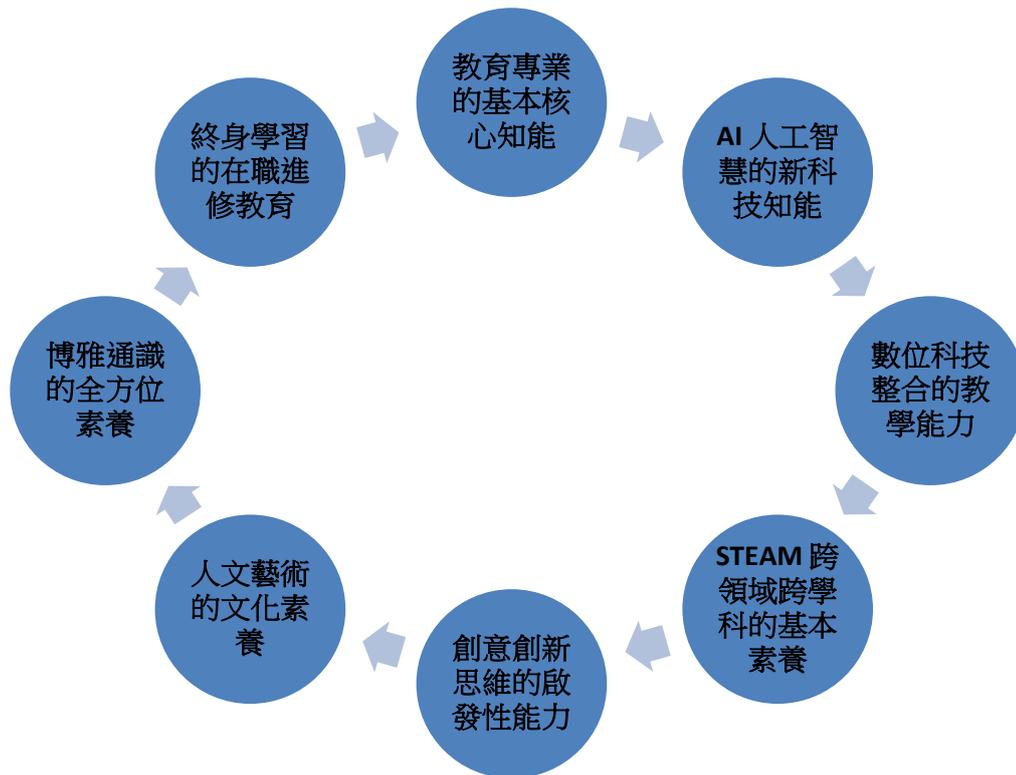


圖 2 學校教師應具備八大基本核心素養圖
資料來源：研究者整理自吳清基（2021）。

五、落實臺灣版的「教育 4.0」之反思

「臺灣版的教育 4.0」，其內涵與重點分析，會頓時不知該如何出發落實？因為一切是過去幾乎未見的生活或教學經驗。若「臺灣版的教育 4.0」僅譜出樂譜，而未能助第一線的學校教育人員具備素養，推測「臺灣版的教育 4.0」將會是一堂無聲的音樂課（陳澤民譯，1995）。換句話說，只流於形式教育，跟著別人喊口號、放煙火而已。

六、結語與建議

（一）結語

教育力就是國力，需要「一步一腳印」踏實地堆砌的歷程，始有成效。我國

諸多教育改革或政策是如此的美好，且與世界先進國家同步向前，但是檢視反思後，要發揮出淋漓盡致的成效，最關鍵的在於種下美好的種子，培訓學習新知的學校教育人員與給予良好裝備及教導該如何使用器具的學習機會，如此的勞師動眾，因為我們有個信念：「明天的工作世界需要新形式的教育和資格」（Die Arbeitswelt von MORGEN erfordert neue Formen der Bildung und Qualifizierung.）（Ostwestfalen-Lippe, 2022），「工業 4.0」產業人才，需要靠「教育 4.0」孕育。

（二）建議

1. 教育主管機關應讓學校能夠理解「工業 4.0」與「教育 4.0」

「工業 4.0」與「臺灣版的教育 4.0」已經在臺灣的教育現場，點其火苗了，但是有多少學校清楚明白？具備能力推行？可推知預期效應了。政策沒有正確清楚的認知與理解，註定見其火苗熄滅！教育的領導者當然有其位階而能清晰政策，但是落實政策仍需靠基層教育人員，企劃完善系列的「工業 4.0」與「教育 4.0」意涵、重點與兩者間的關聯性的講習課程是迫切需要的行動。

2. 學校的教學設備應符合教育 4.0 的硬體學習環境

巧婦難為無米之炊，再有熱情、專業的學校教育人員，如果沒有到位的教育 4.0 科技環境與設備，恐難落實教育 4.0 的願景與內涵。「窮不能窮教育、苦不能苦孩子」，如果「工業 4.0」是全球的事實，對應的「教育 4.0」就應該是為國家的政大政策，就該編列足夠的經費，無條件打造 5A 級硬體環境設施與設備的「臺灣版的教育 4.0 學校」。

3. 教育主管機關應培訓學校使用「臺灣版的教育 4.0」設備

學校即使擁有了最好的設施與設備，如果學校教育人員卻無法發揮使用，也只能存放於學校一腳。以學校現場第一線教育人員是不教而給之，非錯也。因為「臺灣版的教育 4.0」的硬體，非一般教育人員能立即上手的。因此計畫性接受新裝備的銜接訓練，如此的完整程序，方能讓科技設備功能，發揮到淋漓盡致，最終讓學生學習有成效。

4. 行政院應成立「教育 4.0 工作小組」駐校協助學校落實「臺灣版的教 4.0」

「臺灣版的教育 4.0」理應由教育部主導，落實於學校教育，但是仔細理解「工業 4.0」對應的「臺灣版的教育 4.0」，當可明白絕非教育部能一肩扛起，因為太多題材是教育單位沒有這謝專業的認知與能力的。因此，基於「教育即國力」，企業應該參與教育 4.0，否則光憑教育部單打獨鬥，勢必可以靠的只是一幅美麗的教育 4.0 圖像，但是卻無任何實踐的可能。唯有透過行政院的層級與高度，整合產、官、學分工不分心，共同協助學校落實，記著：「臺灣版的教育 4.0」名義

上是教育，但是實質上是廣義的教育，亦即是大家的教育 4.0。

5. 十二年國民基本教育及其 108 課綱應調整與「教育 4.0」整合以達綜效

「十二年國民基本教育」以「提升教育品質、成就每一個孩子、厚植國家競爭力。」為願景（教育部，2014）；《108 課綱》以「成就每一個孩子~適性揚才、終身學習」為願景（教育部，2014），以學生為學習的主體。無論從基本教育或課綱願景檢視，都與「臺灣版教育 4.0」願景合同。教育主管機關、學校教育人員應展現智慧，化兩為一，以收「1+1>2」的綜效（Synergy）。

6. 學校教育要讓師生了解「AI 學」，以及「AI 學的倫理道德」

日本哲學教授高橋透：「從人類生態、經濟發展、科學哲學等角度思考 AI 時代的未來，並藉由 AI 思考人類存在的意義，以及今後人類的生存之道。」（黃郁婷譯，2019）。人類的智慧，無法預測人工智慧所創造的將來，人工智慧是否能理解人類的哲學，是人類是否受其宰制的關鍵（蔡麗蓉譯，2020）。因此，學校教育更應該適切的教導科技的哲學素養課程，才能面對多變的人工智慧共造雙贏。

參考文獻

- 王靜珠（2002）。我對托兒所和幼稚園功能整合的建議。《幼兒教育年刊》，14，1-20。
- 維基百科（2022）。工業4.0。取自<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B7%A5%E6%A5%AD4.0>
- 王寶苑（2022a）。十年德國工業4.0：現況與展望。取自https://ieknet.iek.org.tw/iekrpt/rpt_more.aspx?actiontype=rpt&indu_idno=11&domain=78&rpt_idno=666314088
- 王寶苑（2022b）。德國OWL區域培育工業4.0數位世代實作人才的「教育4.0」計畫。取自<https://www.italent.org.tw/ePaperD/7/ePaper20220100003>
- 李佳容（2020）。教育4.0時代下的高等教育跨領域學習。《T&D飛訊》，263。取自<https://ws.csptc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvNy9yZW|xmaWxlLzEyMjIwLzM0MzI4L2JjZGQ5YTgwLWYxNTQtNGF1OC04ZjUyLTNIOWI5NDgwZjM0Ny5wZGY%3D&n=5p2O5L2z5a655pWZ5o6IMTA5LTAyMDEucGRm&icon=.pdf>

- 吳清山等（2018）。邁向教育4.0：智慧學校的想像與建構。臺北：學富文化。
- 吳清基（2021）。AI時代的科技教育政策。載於吳清基主編，教育政策與議題趨勢（頁3-16）。臺北：五南。
- 教育部（2014）。十二年國民基本教育課程綱要總綱。取自<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/947/67019.pdf>
- 教育部（2014）。十二年國民基本教育實施計畫。取自<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/1003/66405.pdf>
- 高野敦（2014）。猜一猜，什麼是「工業」？商業周刊。取自<https://www.businessweekly.com.tw/business/blog/6328>
- 胡家璇（2018）。美國領軍先進製造迎戰歐洲工業4.0。工業技術與資訊月刊，36-39。取自https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=18_content&SiteID=1&MmmID=1036452026061075714&MGID=707041651736547341
- 賀桂芬、陳顯仁（2018）。不怕「美國製」成本高，企業靠工業4.0回老家設廠。天下雜誌。取自<https://futurecity.cw.com.tw/article/191>
- 賴佩萱（2019）。遇見工業4.0各國發展智慧工廠。取自<https://vmaker.tw/archives/39568>
- 劉宏信譯（2007）。實用主義（William James原著，1907年出版）。臺北：立緒。
- 薛承泰（2022）。教育的遠見與素養在哪裡？聯合新聞網。取自<https://udn.com/news/story/7340/6439323>
- 黃郁婷譯（2019）。AI世代生存哲學大思考：人人都必須了解的新AI學（高橋透原著，2017年出版）。臺北：聯經出版。
- 蔡麗蓉譯（2020）。當人工智慧懂哲學：7個危及人類未來的AI難題（岡本裕一朗原著，2018年出版）。臺北：楓葉社文化。
- 陳澤民譯（1995）。數學學習心理學（Richard R. Skemp原著，1987年出版）。臺北：九章。

- 經濟部工業局（2022）。德國OWL區域培育工業4.0數位世代實作人才的「教育4.0」計畫。取自<https://www.italent.org.tw/ePaperD/7/ePaper20220100003>
- Bildung 4.OWL (2022). *Wir machen fit für die digitale Arbeitswelt*. Retrieved from <https://www.ostwestfalenlippe.de/projekte/bildung-4owl/>
- Ostwestfalen-Lippe (2022). *Bildung 4.OWL*. Retrieved from <https://www.owl-morgen.de/>
- World Economic Forum (2020). *Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution[R/OL]*. Retrieved from https://www3.weforum.org/docs/WEF_Schools_of_the_Future_Report_2019.pdf
- World Economic Forum (2022). *Catalyzing Education 4.0: Investing in the Future of Learning for a Human-Centric Recovery[R/OL]*. Retrieved from https://www3.weforum.org/docs/WEF_Catalyzing_Education_4.0_2022.pdf

