

數位化浪潮之挑戰及各國人才培育作為

教育制度及政策研究中心助理研究員 阮孝齊

大數據 (Big Data, 又譯為巨量資料) 是指非常複雜並且成長快速的信息集, 使得這些資料無法以傳統的方法去分析 (駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組, 2012)。Beyer 與 Laney (2012) 定義大數據為「大量、高速、多變」(high volume, high velocity, and/or high variety) 的資訊, 因此需要全新的處理方式。這些數據資料範例包括來自各大銀行的網上金融交易或社群網絡所收集的數據, 從電車延遲等與生活息息相關之預測、未知物質之探索等 (臺北駐大阪經濟文化辦事處派駐人員, 2015), 在一般決策以及研究上都具高度的應用價值。

大數據通常包含了超越一般常用軟體工具在一定的時間範圍內可以擷取、管理、處理的巨量資料。大數據的資料量是持續浮動的, 並需特定的技術及結合諸多新型態科技, 始得以探究多元、複雜及巨量資料所涵蓋的內容 (駐休士頓辦事處教育組, 2016)。因此, 在分析上仰賴新的工具, 機器學習以及人工智慧, 才能突破人類判斷力有限的限制。如同工業時代需要石油燃料, 人工智慧時代需要的就是資料數據, 有源源不絕嶄新資料數據輸入的人工智慧研究者, 會遠比只靠理論沒有足夠資料數據驅動的人工智慧研究者更為強大。(駐洛杉磯辦事處教育組, 2018b)。賓州州立大學教育科技服務主任 Kyle Bowen 認為, 人工智慧的真實應用是人類跟電腦一起工作, 探索或思考如何解決問題 (駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組, 2012)。

早在 2012 年, 麻省理工學院就建立了「英特爾大數據科學與技術中心」(the Intel Science and Technology Center for Big Data), 該中心便座落在計算機科學和人工智能實驗室 (MIT's Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory) 中 (駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組, 2012)。

本文透過「大數據」、「深度學習」、「機器學習」、「人工智慧」等關鍵字進行搜尋, 整理各國面對資訊科技浪潮的挑戰, 以及在人才培育相關政策的因應作為, 提供政府參考。

一、大數據數位化浪潮下的挑戰

各國在大數據的挑戰上, 可以區分為產業結構的挑戰、人力資源的轉型、以及學習模式的更新三個方面。

(一) 產業結構更新

首先在產業結構的挑戰上, 伴隨著全球化的滲透, 大數據以及人工智慧形成跨越國境的變革及競爭。Etzioni、Schoenick 以及 Herold 指出人工智慧 (Artificial

Intelligence) 和相關技術正在重新塑造社會經濟。學校正面臨著如何教導學生嚴肅的思考這些科技帶來的生活衝擊與改變，以及如何以智慧，道德的方式使用這些技術(駐美國代表處教育組，2018)。人工智慧、機器人技術和生物技術等科技正在重新定義人類，以及就業的意義。隨著自動化取代對人力的需求，工作正在逐漸消失。新出現的職業要求工作人員必須能有跨越多項任務的能力。全球國界的消失為所有職場人帶來了機會以及風險(駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組，2012)。

為了不被人工智慧淘汰，澳洲青年基金會(Foundation for Young Australians, FYA) 公布的研究報告顯示，未來 10 年內澳洲現在的每一種職業都將發生巨大變化，其中有些職業更可能會完全消失。名為「新工作智慧」(New Work Smarts) 報告向所有行業提出警告，報告預測，所有職業都將發生巨大變化，且沒有一種職業可倖免於時代的衝擊(駐澳大利亞代表處教育組，2017)。

巨量資料未來還會繼續增加，當前的問題是資料科學專家之不足。日本文部省指出，美國一年培養 2.5 萬人，中國 1.7 萬人，印度 1.3 萬人，日本卻只有 3,400 人。文部科學省研究振興局之榎本剛參事官表示「能掌控現場且傳授技術給後進之棟樑級人才特別少」(臺北駐大阪經濟文化辦事處派駐人員，2015)。

(二) 人力資源培育更新

其次，為了因應此種產業變革，人才培育的模式轉型成為世界各國共同面臨的挑戰。一位美國學者指出，儘管經濟學家和技術人員對人工智慧是扼殺或是創造工作機會有著很大的分歧，這對教育者和決策者來說是一個很大的挑戰，他們必須在今天為尚未明確的人工智慧時代做好教育準備(駐美國代表處教育組，2018)。

澳洲 FYA 主席 Jan Owen 表示，目前澳洲教師所傳授的知識並不適用於未來職場，澳洲過去 3 年內的徵才廣告要求應徵者具備「批判思考能力」的廣告量增加 158%，而具有「解決問題能力」的年輕職員平均薪資高出 7,745 澳元。今日許多初入職場的年輕人所從事高達 70% 的工作在不久的未來將被自動化淘汰，而高達 60% 技職生所接受的職業技能培訓即為此類容易被自動化影響的工作。許多年輕人不了解未來職業趨勢，甚至遠遠落後，這形成了新的「學用落差」問題，需要改善(駐澳大利亞代表處教育組，2017)。

(三) 新學習模式建構

最後，這形成了新學習模式建構的挑戰，需要所有部門投注資源。學者指出，隨著人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 時代的來臨，學校教育長久以來以訓練學生效率、遵從及正確為核心基礎的模式已不再適用了，不拘泥於一貫想法的創意思

考 (out-of-the-box thinking) 及共同合作解決問題的能力 (collaborative problem solving), 才是新一代人才素質的首選。Louisa Kendal 指出隨著人工智慧時代的來臨, 美國學校教育長久以來以訓練學生效率、遵從及正確為核心基礎的模式已不再適用了 (駐洛杉磯辦事處教育組, 2017)。因此人工智慧、機器人技術和生物技術等科技正在重新定義人類, 以及就業的意義 (駐波士頓辦事處教育組, 2018)。

Kristen DiCerbo 及 John Behrens 是「培生數位資料、分析與調節式學習研究中心」(Center for Digital Data, Analytics, and Adaptive Learning) 的分析師, 他們認為: 「這股源源不絕的數位分析資訊將提供作為了解學生學習、行為的表現, 也將是協助了解師生互動情形與成效的重要依據, 有了這些數據, 更將模糊評量與教學的分野與界線」(駐紐約辦事處教育組, 2014)。

若將教育工作本身視為產業, 產業轉型也帶來新的商業模式。儘管 MOOCs (Massive Open Online Courses) 等開放式線上課程的價值迄今未有定論, 但線上註冊卻是未來趨勢, 尤受印度及非洲學生的青睞 (駐美國代表處教育組, 2017)。

二、各國面對挑戰的相關因應作為

(一) 投入相關研究競賽獲補助

作為新興科技, 各國政府首先會投入在鼓勵企業或民間投入相關的研究。如日本文部省計畫自 2016 年起針對以蒐集巨量資料或人工智能等之分析計畫, 10 年期間投資 1 千億日圓。首先將先選出具獨創性構想的 100 個案子, 補助研究者 10 億日圓 (臺北駐大阪經濟文化辦事處派駐人員, 2015)。加拿大第 23 任總理-賈斯汀·杜魯多 (Justin Trudeau) 接受 Quora 媒體訪問時表示, 加國政府專注於資助研究和創新, 如人工智慧 (AI) 和量子計算 (Quantum Computing) (駐加拿大代表處教育組, 2017)。

在美國, 上述麻省理工學院 (MIT) 已然成為相關研究的中心。2015 年時, 該校已完成一套針對母語非英語者的英文大數據資料庫, 不但可分析出外國人表達英語文法各異之處, 成為語言學者的研究資源; 也希望能改進電腦軟體, 使其更明白母語非英語者所表達或書寫的英文。這項工作隸屬於麻省理工學院人腦及機器思維研究中心, 由美國國家科學基金會部份資助。(駐波士頓辦事處教育組, 2016)。

同時, 在歐洲也投注相關經費。如瑞典政府自 2017 年起於健康及生命科學、氣候及環保、數位化以及永續社會發展四個研究領域擴編研究經費, 預計由 2017 年的 1 億克朗 (約合臺幣 3.85 億) 逐年提升至 2020 年 6.8 億克朗 (約合 26 億臺幣), 其計畫內涵皆與大數據相關: 健康及生命科學計畫收集及儲存人體生物材料的「生物資料庫」(bio bank) 的全國研究基礎設施, 並建議跨部會合作及生物資料庫共享

(駐瑞典代表處教育組, 2016) 此外, 歐盟執委 Neelie Kroes 提出建立產學代表聯盟以促進大數據發展之重大計畫 (駐歐盟兼駐比利時代表處教育組, 2014)。

(二) 擬訂完整方案, 發展產業生態聚落

在人才培育上, 各國從制度面系統思考, 期望透過產業聚落方式, 因應未來相關人才需求。

日本文部省公佈 2020 年的電子資料量為 2000 年的 6,500 倍, 預測將產生 25 萬人之人才缺乏。其指出資料科學專家必須是精通統計學, 會分析資料並做到可視化, 會設定透過資訊解決的課題, 能與不同分野之研究或業界相互合作。文部省計畫分為「學徒」、「獨自操作」、「棟樑」、「業界代表」分階段來培養人才。聚集擁有各自的擅長分野並組成一個取得平衡的團隊是相當重要的 (臺北駐大阪經濟文化辦事處派駐人員, 2015)

英國東倫敦科技城 (East London Tech City, 下稱科技城) 在英國前首相 David Cameron 與倫敦前市長 Boris Johnson 的支持與推動下, 科技城建立了一系列產、官、學、研縝密合作的政策與執行計畫, 其中關於高校資源整合、就業輔導、創新創業等施政方向, 以及配套之簽證放寬與獎挹措施等特別值得借鑑。如 2014 年谷歌收購的 Deepmind (創業成員來自 UCL), 2016 年微軟 (Microsoft) 收購的 Swiftkey, 都是倫敦人工智慧行業的佼佼者。這與 UCL, ICL, 包括劍橋、牛津在應用數學、計算機科學和機器學習領域的創新研究緊密關聯。根據 Oxford Economics 報告指出, 倫敦數位科技領域的企業數量自科技城專案啟動後, 已增加 46%。目前擁有近 20 萬員工, 比 2010 年多出 17%。科技業員工的平均生產力也比倫敦其他產業高出一半 (駐英國代表處教育組, 2016)。

上述麻省理工學院之計畫, 由兩方面著手, 與工業界密切合作, 以提供真實世界的應用程式並引領影響力。英特爾 (Intel) 將投入最多五年, 每年兩百五十萬美元的經費來支持此研究中心。此實驗室也計畫在此計畫中與其他, 如美國國際集團 (AIG), 易安信公司 (EMC), 思愛普 (SAP), 湯姆森路透集團 (Thomson Reuters) 等公司合作 (駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組, 2012)。

歐洲將挹注 25 億歐元發展「大數據 (Big Data)」與其相關應用, 歐盟執委會數位計畫副主席 Neelie Kroes 女士表示, 「大數據為未來歐洲經濟發展動力與基礎, 而各種組織皆需要促進成長的要素」。歐盟執委會與歐洲數據業界承諾挹注 25 億歐元於公私夥伴關係 (Public-Private partnership, PPP) 之建立, 旨強化數據部門並將歐洲推向全球數據競賽前茅 (駐歐盟兼駐比利時代表處教育組, 2014)。

(三) 重視人才轉型，加強教育應用

隨著人才素質需求的移轉，各國也開始強調人才轉型的重要。在教育上，Pearson 教育研究與出版集團於 2014 年 2 月公布了一份報告書，報告書全名為《數位海洋對教育的影響》(Impacts of the Digital Ocean on Education)，就如書名，其意圖在分析當前各項科技趨勢，提出在這快速變遷的、革新的教育「大數據」(Big Data) 影響下，教育可能的發展趨勢與未來願景 (駐紐約辦事處教育組，2014)。

在高等教育中，人工智能運算體系中的智能數據收集，已經改變大學與學生，及申請入學學生的互動方式。從招生到選課，每一個步驟都會更加貼近學生的需求跟目標。這部分將會進一步改變高等教育。它甚至可以幫助高中畢業生過渡到大學課程 (駐洛杉磯辦事處教育組，2018a)。

Louisa Kendal 指出，不拘泥於一貫想法的創意思考 (out-of-the-box thinking) 及共同合作解決問題的能力 (collaborative problem solving)，才是新一代人才素質的首選。其指出在講求速度及正確的領域中，人類完全不是人工智慧及機器人的對手。顧問 Graham Brown-Martin 表示，在 1950-196 順應工業化經濟發展的年代，教育系統培育的是職場所需順從指令的公司職員和工廠作業人員，而當今最迫切需要的人才，是能運用不同學科來解決問題的創意思考者 (駐洛杉磯辦事處教育組，2017)。

(四) 加強職業訓練項目轉型

Michael Bennett 教授在「人工智慧近在眼前」(Artificial Intelligence Is Around the Corner) 一文中指出，在搜索引擎對事實和程序知識提供答案的年代，當人工智慧具備分析、綜合及創造能力時，教育者必須首先更努力實現「學習遷移」—應用自己的能力於課堂外及現實世界。這一直是教育的目標，但卻很少是有意識的、全面的、有系統的及可展現的教學重點。實質上，我們應該要「翻轉課程」，把我們的重點從資訊和知識轉化為專門知識和轉移 (駐波士頓辦事處教育組，2018)。

在中國，其以一國家之力大規模的投資人工智慧的領域，無論是晶片或是運算法則，都不惜餘力。2016 年成立的寒武紀科技為例，就是以陳雲霽的服務單位中國科學院電腦科技研究所為基地發展並逐漸壯大起來，目前市值已達 10 億美元。中國國務院野心勃勃的發佈了一份政策藍圖，計畫在 2030 年之前成為世界首要的人工智慧創新中心，屆時估計中國人工智慧產業市值將高達 1,500 億美元。中國政府讓資訊注入人工智慧系統，成為管控人民維持權力的最佳工具，大幅提升治理社會的能力和水準。識別面孔的智慧監視器裝置在各個公共場所，讓罪犯難以遁形，也讓異議人士不敢輕舉妄動，發揮維護社會穩定不可替代的作用。但這種全民監視的

治理方式，也只有在專制政權的中國才行得通，美國邊防原來也想利用識別面孔的智慧裝置來過濾可疑人士，卻遭到民眾強烈的抵制，擔憂人權和隱私權會被侵犯。兩國國情不同，人工智慧的發展也會各有所異（駐洛杉磯辦事處教育組，2018b）。

而美國面對學用落差現象，聯邦、州政府與高等教育機構也從大數據回應解決機制，例如德州部分大學使用稱為 CareerChoice GPS 的系統，作為就業選擇導航器（<http://www.careerchoicegps.com/>），可以協助確認學生未來工作方向，利用大數據的預測分析功能，將每個求職者的個性特色、學習習慣、實習就業經驗等，都以數據化方式解釋分析，最後可得出一個具參考價值的求職就業參考（駐洛杉磯辦事處教育組，2016b）。

（五）強化企業與高教機構合作模式

對於迅速變動的資訊科技產業而言，傳統高等教育機構職業培訓模式已漸不敷使用。同時對於大數據結合機器學習的應用而言，業界的資料基礎為發展所必需的資源，同時應用模式的創新也需要企業與高教機構的合作。因此世界各國在相關人才培育上，都以高教機構與企業的合作方式進行規劃。

領導並倡議"大數據研究行動計畫"（the Big Data initiative）的麻省理工學院電機工程和電腦科學系副教授 Sam Madden 說：「有了合適的工具，我們就可以對這些數據開始有概念，以及運用它來解決任何緊迫的社會問題--但我們現有的工具是 1970 年代發展出的電腦系統與科技，它們已經過時了。」（駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組，2012）。

此外，相關課程受歡迎的程度，也反映了和業界的結合程度。麻省理工學院的「6.036」課是該校最熱門的課程之一，由 4 名教師授課、15 名助教協助，課堂在該校最大的禮堂 26-100 號，共有 566 個座位，本學期約 700 位學生註冊，在第一堂課時，超過 1 百位學生在另一間教室用視訊上課。這門課程也稱為「機器學習概論（Introduction to Machine Learning）」，由資訊科學教授 Tommi Jaakkola 所開設。由於選課人數太多，沒有足夠學生自願退選，Jaakkola 教授給學生線性代數和機率程度測試的「課前作業」來篩選學生。Jaakkola 教授表示，「機器學習」和「人工智慧（artificial intelligence）」密切相關，都試圖解決相同問題：自動化系統如何學習。如果曾經在 Amazon 購物、Google 翻譯、或讓 Netflix 根據過去觀看喜愛節目來挑選影片，這就是機器學習的功能。在波士頓，Facebook、Amazon、TripAdvisor、Spotify 和晶片製造商 ARM 正招聘懂得機器學習的人（駐波士頓辦事處教育組，2017）。

亞利桑那州立大學（Arizona State University, ASU）被美國新聞與世界報導（U.S. News & World Report）中評比為 2016 年度全美最創新的大學。ASU 商學院（The

W.P. Carey School of Business) 多年來一直保持全美前 30 大商學院，也是第 1 所開設商業分析科學碩士的大學 (a master's of science in business analytics)，研究生學習如何運用大數據分析，本課程係回應業界需求，2 年來註冊人名已成長 3 倍 (駐洛杉磯辦事處教育組，2016a)。

在歐洲，相關的趨勢也相當明顯。除上述英國東倫敦科技城當中，英國產業創新與教育資源整合的種種計畫案，顯示相關合作的重要性 (駐英國代表處教育組，2016)，歐盟的計畫也表現出相關的趨勢，歐盟已自 Horizon 2020 撥款逾 5 億歐元投資五年計畫，而私部門合作夥伴將配合投入至少四倍的經費 (20 億歐元)。該合作計畫將致力協助公私部門與學界進行大數據應用領域的創新及研究，包括能源、製造業、與健康，以提供個人化醫療、食品物流服務與預測性分析學等。該協議亦將支持發展「創新空間 (Innovative Spaces)」，提供安全的環境進行私人與公開資訊的實驗，並作為企業育成、技術與最佳實務的發展中心 (駐歐盟兼駐比利時代表處教育組，2014)。

在東南亞的越南，也呼籲努力培訓學生工業 4.0。工業 4.0 是製造業自動化和數據交換的趨勢，被認為是 18 世紀以來的第 4 次革命。胡志明市舉行的「工業 4.0 與 STEMCON (STEMCON): 人才是成功與競爭力的關鍵」會議上，出席代表們表示，合作將有助於培育更好的學生。胡志明市科技大學校長 Vu Dinh Thanh 博士表示，由於缺乏設施，越南的大學在培養學生適應工業 4.0 方面，面臨挑戰。其表示，大專校院人才培訓，包括該校，應該擇著重於跨學科而不是個別部門的學習。他補充，與公司合作進行培訓是非常重要的。其他出席代表建議，應培訓學生能掌握技術及掌握與分析數據。(駐胡志明市辦事處教育組，2018)

參考文獻

臺北駐大阪經濟文化辦事處派駐人員 (2015)。活用巨量資料。國家教育研究院國際教育訊息電子報，88。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=88&content_no=4888

駐加拿大代表處教育組 (2017)。加拿大將對教育與訓練進行投資，以因應自動化趨勢。國家教育研究院國際教育訊息電子報，124。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=124&content_no=6250

駐休士頓辦事處教育組 (2016)。大學使用大數據降低輟學率與提升註冊率。國家教育研究院國際教育訊息電子報，95。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=95&content_no=5137

駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組 (2012)。麻省理工學院建立了控管龐大數據

- 的「Big Data」研究中心。國家教育研究院國際教育訊息電子報，9。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=9&content_no=520
- 駐波士頓辦事處教育組（2016）。MIT 創大數據，母語非英語者的好消息。國家教育
研究院國際教育訊息電子報，107。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=107&content_no=5634
- 駐波士頓辦事處教育組（2017）。機器學習當紅，麻省理工學院開課爆滿。國家教育
研究院國際教育訊息電子報，124。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=124&content_no=6259
- 駐波士頓辦事處教育組（2018）。教育如何在人工智慧時代與時俱進。國家教育研
究院國際教育訊息電子報，140。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=140&content_no=6809
- 駐洛杉磯辦事處教育組（2016a）。亞利桑那州立大學全美創新第 1 名。國家教育
研究院國際教育訊息電子報，114。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=114&content_no=5903
- 駐洛杉磯辦事處教育組（2016b）。美國學用落差聯邦、州政府與高等教育機構回
應解決機制#大數據協助就業。國家教育研究院國際教育訊息電子報，105。
取自 http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=105&content_no=5533
- 駐洛杉磯辦事處教育組（2017）。美國學校教育應與人工智慧發展互相搭配。國家
教育研究院國際教育訊息電子報，139。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=139&content_no=6784
- 駐洛杉磯辦事處教育組（2018a）。人工智慧可以達成的 10 種教育任務。國家教育
研究院國際教育訊息電子報，142。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=142&content_no=6872
- 駐洛杉磯辦事處教育組（2018b）。中國大陸大規模投資人工智慧發展。國家教育
研究院國際教育訊息電子報，143。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=143&content_no=6907
- 駐美國代表處教育組（2017）。招收國際學生留學新趨勢。國家教育研究院國際教
育訊息電子報，119。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=119&content_no=6086
- 駐美國代表處教育組（2018）。美國重視人工智慧的興起，並與中小學未來教育接
軌。國家教育研究院國際教育訊息電子報，143。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=143&content_no=6908
- 駐胡志明市辦事處教育組（2018）。越南會議呼籲努力培訓學生工業 4.0。國家教

育研究院國際教育訊息電子報，146。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=146&content_no=6975

駐英國代表處教育組（2016）。借鏡東倫敦科技城，淺談英國產業創新與教育資源整合。國家教育研究院國際教育訊息電子報，128。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=128&content_no=6403

駐紐約辦事處教育組（2014）。「大數據」（Big Data）趨勢對中小學教育的影響。

國家教育研究院國際教育訊息電子報，52。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=52&content_no=2787

駐瑞典代表處教育組（2016）。瑞典增加研究經費以因應全球社會挑戰。國家教育研究院國際教育訊息電子報，109。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=109&content_no=5710

駐歐盟兼駐比利時代表處教育組（2014）。歐盟促進大數據未來發展。國家教育研究院國際教育訊息電子報，65。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=65&content_no=3584

駐澳大利亞代表處教育組（2015）。影響教育的十大未來科技趨勢。國家教育研究院國際教育訊息電子報，75。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=751&content_no=4216

駐澳大利亞代表處教育組（2017）。不被人工智慧淘汰，澳洲青年基金會發布未來技能報告。國家教育研究院國際教育訊息電子報，131。取自

http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=131&content_no=6511

Beyer, M. A., & Laney, D. (2012). The importance of 'big data': a definition. Stamford, CT: Gartner, 2014-2018.