

強化數位人才培育策略之國際趨勢研究*

陳雅雯

壹、研究緣起與目的	伍、我國數位人才培育相關策略推動
貳、研究方法與過程	現況
參、數位人才培育策略之基本概念	陸、結論與建議
肆、國際間數位人才培育策略之發展趨勢	柒、參考文獻
	捌、附錄

摘 要

數位經濟快速發展，改變全球產業及工作型態，帶動產業及就業市場需求劇變，人才培育策略亦應與時俱進且多管齊下。人才資源為數位轉型之核心，在資通訊科技持續演進下，如何培育產業創新發展所需數位人才，提升國際競爭力，成為實現經濟政策目標之關鍵力量。基此，本文藉由探究主要國家數位人才培育策略，歸納國際趨勢並檢視我國現行相關政策推動現況，據以研提政策精進方向如下：

- 一、因應數位轉型，強化職業專業訓練。
- 二、盤點職能基準，完善數位技能認證。
- 三、調適教育學制，擴增人才供給質量。
- 四、產官學研共育，深化研發創新應用。
- 五、運用數位資訊平台，加強就業媒合。
- 六、提高法令財務誘因，營造育才環境。
- 七、鼓勵公私齊力培育，倡議投資人才。

* 本文參加國家發展委員會 109 年度研究發展作品評選，榮獲人口結構與人才培育類佳作獎。

壹、研究緣起與目的

在知識經濟時代，科技創新是帶動經濟成長和國家發展的主要動力，特別是數位經濟快速發展，逐漸應用在各項領域，正在改變全球的產業發展及工作型態，數位化浪潮引領各種商業模式及營運模式的創新，人工智慧(Artificial Intelligence, AI)、物聯網(IOT)、大數據分析、雲端技術、機器人等數位科技應用遍及各產業，5G、虛實整合系統(CPS)等數位科技改變民眾消費行為與生活型態，無人機、Fintech、自駕車等新興商機可期，機器人、車聯網及3D列印促成多元工作型態，能源儲存及再生能源議題持續被關注。數位經濟帶來機會與挑戰，軟硬整合的創新應用持續發展；數位科技導入下，亦為就業市場帶來變革，帶動產業轉型及人力市場需求劇變，如何因應數位轉型培育所需人才，已是刻不容緩的要務。

根據2019年經濟合作與發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)所公布的報告「Artificial Intelligence in Society」闡述AI(人工智慧)發展涉及的技術領域、經濟發展、應用發展、公共政策、AI政策與倡議，對社會的挑戰與影響，將促進未來工作型態轉型。

表1 AI(人工智慧)對科技、經濟、應用發展、公共政策之挑戰與影響

涉及領域	內容
科技領域	- 現有AI系統類型：如信用評分系統、視障人士的數位助理、AI機器人AlphaGoZero、自駕車系統 - AI研究重點領域：擴大機器學習的應用、深化技術學習的技術類型、改善精進機器語言的最佳化狀況、強化機器語言和與社會內涵的鏈結
經濟發展	- 需重視新創企業和AI的擴散應用，目前投資自駕車領域的AI新創數量最多 - 依2011年至2018年第一季的私募股權投資金額排序，美國(占比逾50%)、中國大陸(約22%)、歐盟(約5%)和以色列(約3%)
應用發展	自駕車、農業、財務金融服務、行銷廣告、科學、健康、刑事司法、安全、公共部門、擴增實境(AR)和虛擬實境(VR)
公共政策	- 強調以人為本的AI價值且具公平性 - 兼顧社會包容與永續性成長與福利 - 政策具透明性和可解釋性、具穩健性、安全、可問責性 - 投資AI研究發展、強化AI發展生態系 - 促進AI創新的環境政策 - 準備工作轉型與所需技能

資料來源：整理自 OECD (2019), Artificial Intelligence in Society.

再者，根據 OECD 於 2019 年就業展望報告(Employment Outlook)統計，在未來的 15 至 20 年間，約 14%之 OECD 國家的工作將因自動化而面臨被取代的風險，另該報告亦指出，32%之 OECD 國家的工作未來可能面臨極大改變。科技不僅使部分工作可能被取代，也可能創造新工作，雖然數位科技創造新工作，但其對就業市場的影響仍須被關注及因應，包含可能造成工作的內容快速變遷、某些部門或地區技能及勞動力的短缺等，其中尤其應關注對不同勞工及地區造成不同的影響，科技的進步及數位化正促使就業市場技能兩極化。

面對產業發展及就業市場需求的急遽變化，數位人才培育的議題更顯重要，如何透過教育制度、職業訓練等策略，強化產學鏈結，統合產學研各方領域資源積極合作，以強化國家的軟實力，成為當前各主要國家重要政策推動重點。本文擬就主要國家之數位人才培育策略內容進行探究，並加以歸納其政策發展趨勢，進而檢視我國現行相關計畫之推動現況，據以提出政策精進方向。基此，本文研究目的如次：

- (一) 探究主要國家政府有關數位人才培育策略並歸納政策發展趨勢。
- (二) 瞭解我國數位人才培育政策推動現況。
- (三) 提出研究結論與建議，做為我國政策精進之參考方向。

貳、研究方法與過程

本文採用次級資料分析法，運用研究報告及網頁等資訊，廣泛蒐集、整理及歸納分析相關文獻(件)資料，包含數位人才培育基本概念；並就歐美及亞鄰國家相關數位人才培育策略及其發展趨勢進行探析，以瞭解不同國家政策脈絡與制度設計；其次，運用比較研究法，研析近年我國相關計畫現況，接著進行比照研判，藉此發現彼此的相似點與差異處，進而提出未來我國精進數位人才培育策略之政策建議。

參、數位人才培育策略之基本概念

智慧數位化為未來重要趨勢，面對後疫情時代，我國更積極推動產業加速轉型，與之相應的產業人才布局，培育數位化人才為重要一環，如何加強數位相關產業發展，善用我國半導體和資通訊產業優勢，獲致全球供應鏈核心地位，發展可結合5G、AI、IOT等數位轉型及國家安全的資安產業，數位人才將成為驅動產業發展及提升國際競爭力的關鍵力量。強化數位人才培育為當前各主要國家關注焦點，亦為打造下一世代國家發展基礎重大挑戰。

一、數位人才學科領域

人才資源是國家發展的重要基石，根據國家發展委員會「2021至2030年我國數位人力需求推估」報告，考量未來產業朝智慧化發展，數位人才需求將遍及各行業，爰透過各行業的職業結構及各職業所需之學門領域結構，推估未來所有行業所需之各學門領域別人才需求分布，根據前述定義，參考「IMD世界數位競爭力評比」中有關數位人才指標及國際機構報告對於數位時代STEM¹人才重要性之呼籲，如以教育部所定義STEM領域作為「廣義數位人才」之定義，2021至2030年我國累計「廣義數位人才需求」²約136萬人(平均每年約13.6萬人)，如將數學及統計、資訊通訊科技學門及電機與電子工程學類定義為「核心數位人才」，2021至2030年累計「核心數位人才需求」³約61萬人(平均每年約6.1萬人)。



資料來源：國家發展委員會，「2021至2030年我國數位人力需求推估」。

圖 1 數位人才學科領域

二、數位轉型下勞動市場面臨課題

數位發展與人口老化趨勢下，依據國家發展委員會「2030年整體人力需求推估」報告，未來10年預估以資通訊、醫療社福相關產業人力需求成長最為快速。然而，綜觀我國人力市場，面臨之挑戰包括：一、數量減少：少子化衝擊勞動供給，就讀理工科系學生減少，更不利科技創新；二、素質轉型：數位能

¹ STEM 分別指科學 (science)、科技 (technology)、工程 (engineering) 及數學 (mathematics) 四個範疇。泛指與數學、自然科學以及工程學相關的學科。

² 廣義數位人才：

(1) 參考「IMD 世界數位競爭力評比」中有關數位人才指標(包括科學領域畢業生人數-即 ICT、工程、數學及自然科學領域之畢業生所占比率、數位/科技技能、PISA-Math 等)及國際機構報告對於數位時代 STEM 人力重要性之呼籲，以教育部所定義 STEM 領域作為「廣義數位人才」之定義。
(2) 涵蓋所有 STEM 之 3 大領域，按教育部學科標準分類，即「05 自然科學、數學及統計領域」、「06 資訊通訊科技領域」及「07 工程、製造及營建領域」。

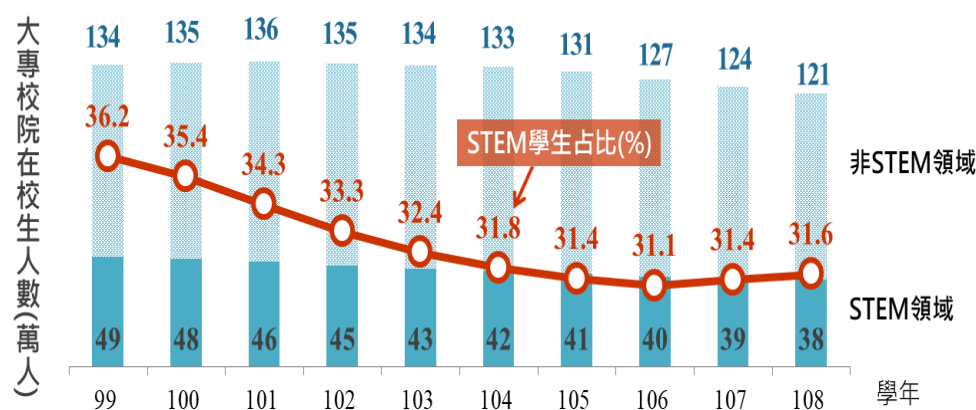
³ 核心數位人才：除聚焦數學統計、資訊通訊科技相關數位人力需求，擇取「05 自然科學、數學及統計領域」項下之「054 數學及統計學門」及「06 資訊通訊科技領域」外，同時考量數位時代之軟硬整合需求逐漸擴增，硬體人才亦相當關鍵，擴充納入「0714 電機與電子工程學類」。

力與軟技能相結合重要性提高；三、工作模式改變：如人機協作、遠距辦公等越來越常見，零工經濟亦將崛起。在自動化、人工智慧等技術導入下，未來將增加人際互動、專業知識應用及管理與科技應用相關的工作，而規則性、例行性、重複性的工作則會減少。

我國人口少子化、高齡化趨勢日益嚴峻，且 15 至 64 歲的工作年齡人口在 2015 年達最高峰後，就逐年減少，限縮未來勞動力的成長。依據國家發展委員會「中華民國人口推估（2020 至 2070 年）」報告，我國總人口數(年底數)於 2020 年轉呈負成長，未來人口減少速度將日益增快，2070 年人口數將降為 2020 年之 6~7 成，15 至 64 歲工作年齡人口亦同時減少；另依據牛津經濟研究院(Oxford Economics)「全球人才 2021」報告揭露，臺灣因人才外流至 2021 年將成為人才供給赤字程度最高的國家；長此以往，恐不利國家長遠發展。

此外，因應數位經濟快速發展，近年來我國雖開始關注 STEM 學科，惟受少子化趨勢影響，我國大專校院學生人數續創新低，99 至 108 學年間共減少 13 萬人；STEM 學生由 99 學年度 48.6 萬人，逐年遞減至 108 學年度之 38.3 萬人，占比雖由 106 學年 31.1% 逐漸提升至 108 年學年 31.6%⁴，STEM 學生人數仍持續減少⁵，顯示臺灣在數位人才供給基礎已逐漸減少，支持科技發展的基礎人力逐漸流失，不利我國科技與經濟發展。

另根據行政院主計總處「108 年人力運用調查」，108 年 15-29 歲青年失業者之教育程度以大學最多(約 12 萬人)；主要因「專長技能(含證照資格)不合」及「找不到想要做的職業類別」最多，兩者合計高達 5 成以上，顯示學用技能落差，專業人才培育與產業應用連結亦有待強化。



資料來源：教育部統計處。

圖 2 近 10 年我國 STEM 領域學生數及占比

⁴ 107 學年度 STEM 領域學生占比升至 31.4%，108 年增加含 AI、資安、5G 等資通訊相關學生員額，108 學年度占比續升至 31.6%。

⁵ 如進一步分析性別比率，男、女性學生就讀 STEM 之人數均呈下降趨勢，99 至 108 學年間，男性學生減少 9 萬人，女性學生減少 1 萬人，男性下降幅度較大；與男性學生約 5 成選讀 STEM 相比，女性學生僅 1 成 5。

肆、國際間數位人才培育策略之發展趨勢

從全球區域發展人工智慧來看，美國第一，歐洲其次；其中英國擁有的新創數量最多，隨後是德法。因應數位經濟發展，主要國家均積極推動數位人才培育政策，以下就美國、歐盟、英國、德國及亞鄰國家如日本、韓國、新加坡等國近年數位人才培育策略內涵及模式進行探究與分析。

一、美國

首先提倡 STEM 教育的美國，2013 年時由美國總統歐巴馬提出 2014 年「STEM 國家人才培育策略」，規劃重點包括「中小學教育」、「大學教育」、「研究所教育」、「非正式教育」等，涵括幾乎全方位教育的推動，其後在世界各國也引起廣泛討論。

(一)人工智慧研究與開發的戰略計畫

美國從2016年起透過「國家科技委員會」(NSTC)下之「機器學習與人工智慧分委會」(Machine Learning and Artificial Intelligence)及「網路及資訊技術研究發展分委會」(The Networking and Information Technology Research and Development Program)進行研究，並由總統行政辦公室發布3份報告《Preparing For The Future Of Artificial Intelligence》(Executive Office of the President, 2016a)、《The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan》(National Science and Technology Council, 2016)、《Artificial Intelligence, Automation, and the Economy》(Executive Office of the President, 2016b)，從國家角度闡述聯邦政府參與的人工智慧研究與開發的戰略計畫。

在上述整體規劃中除了擴大加速投入人工智慧相關技術研發，同時提出讓全體國民均能接受人工智慧教育之規劃，包括培育頂尖AI人才及強調在各級教育機構中設立AI相關課程，讓國民都能夠閱讀、理解進而能運用科學數據進行溝通，並能參與相關政策之議題討論。美國政府發起這項專案的目的是讓所有美國學生從幼兒園到高中都可以學習電腦科學課程，培養運算思維，在未來的數位經濟環境中不僅是消費者，而是能成為創造者，重點做法如下：

1. 掌握 AI 產業人力資源現況：制定研究方法與方案，增加官方統計資料以反映 AI 從業人員的實際現況，並有效預測未來的人才需求和供給情況。
2. 培育充裕人才：增加 AI 相關教育及培訓機會，同時在高等教育的 AI 課程中增加道德、隱私和安全等主題內容。
3. 政府工作人員的培訓：建立政府間人員交流專案，透過人員任命和交流模式創新，培養政府工作人員對 AI 發展現狀之瞭解並引入到「聯邦員工培

訓計畫」中。

(二)美國 AI 倡議 (American AI Initiative)

鑒於人工智慧將會驅動經濟成長、增強經濟和國家安全並改善生活品質，美國川普總統在2019年2月11日簽署了一項維持美國AI領導地位的行政命令 (Executive Order on Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence)，強調美國政府要大力培育人工智慧人才，界定聯邦政府對人工智慧的投資範圍包括：核心人工智慧技術與科技的研發、人工智慧原型系統、技術的應用與調適、架構和系統支持，以及人工智慧的網路基礎設施(Cyberinfrastructure)、資料集和標準，並指出聯邦政府在下列項目扮演重要角色：促進人工智慧研究與發展(R&D)、促使人民對人工智慧相關科技發展和部署的信任、訓練能在其職業中使用人工智慧的勞動力並保護美國人工智慧科技基礎不受戰略競爭對手和對抗國家所收購。前述從人工智慧促進到人工智慧保護項目都需要人才方能完成。

該命令中所發布的人工智慧倡議(AI Initiative)的五個指導原則，倡議涵蓋了美國政府肩負在不同領域及產業推動AI技術的責任、發展AI技術標準、訓練可開發及應用AI技術的人力、推動民眾對AI技術的信賴，以及建立國際上的AI聯盟與合作等，其中指導原則之三為「美國必須訓練當今和未來世代的工作人員具有發展和應用人工智慧的能力，使他們能為當前經濟和未來工作做準備」，即指出AI人才培育須兼顧人工智慧發展和應用人才；而該命令的六個策略目標之五則指出要透過各種學徒制、能力發展方案和著重電腦科學的STEM教育，訓練下一世代的美國AI研究和人員，以確保包括聯邦工作人員在內的美國工作人員能夠充分受益於人工智慧的機會；也責成提供教育補助金的執行機構負責人應在法律適用範圍內，將人工智慧視為現有聯邦獎學金和服務計畫的優先領域。

美國的國家級AI政策重點包括：培養國民的AI技能、將聯邦政府資源運用在AI技術發展、釋出聯邦政府的資料及運算資源予AI研究人員、建立AI開發準則等。

1. AI 投資開發及資源運用

聯邦機構在研發任務及編排預算時，將 AI 作為優先投資項目，以促進對於 AI 基礎研發長遠重視，並釋出聯邦政府的資料及運算資源予 AI 研究人員，包括數據和資源共享，將聯邦政府中所擁有的統計數據資料、運算模型及運算資源提供予 AI 研發人員，促進交通和醫療保健等領域的 AI 發展。

2. 透過學校教育培養國民 AI 素養

因應企業求才和學生求職需求，美國各級學校透過增加開課、招生和開設新班制，透過 STEM 教育或活動，培養學生 AI 相關素養，尤其大學是專業人才培育的核心；在中小學 STEM 教育方面，及早培育學生成為 AI 消費者和創造者的理念和實務愈來愈被融入；除了程式語言(Coding)和機器人，視覺辨識、地標本位導航(Landmark-Based Navigation)、物件操控(Object Manipulation)、臉部辨識和表達，語音生成和辨識等 AI 概念也被持續加入，並且加強了解、應用、創造、評鑑和分析等超越記憶的較高階思考能力(Higher Order Thinking, HOTS)的培養，以培育出有利於在數位經濟時代生活、就學和就業的素養。

3. 推展技能培訓課程、獎學金及學徒制度

因應就業市場產生之變化，透過擴增 AI 培訓方案等措施，包括 AI 人員職前及在職訓練，不論採課堂、線上或混成訓練等方式之課程均呈現快速增加，例如與全球知名 Coursera 數位學習平台合作推出的線上訓練課程(deeplearning.ai)，目的在於將 AI 知能帶給一般民眾，協助發展工作職涯。

二、歐盟

歐盟的數位轉型始於 2015 年提出的「數位單一市場策略」(Digital Single Market Strategy, DSMS)，源自 2010 年「Euro2020」七大旗艦計畫之一的「歐洲數位進程」(A Digital Agenda for Europe)；DSMS 主要包括三大支柱：更容易取得歐洲數位商品及服務、為數位網路及創新服務建構友善及公平競爭環境、極大化數位經濟成長的潛力。

(一)「數位歐盟計畫 2021-2027」

歐盟依據 DSMS 擬定「數位歐盟計畫 2021-2027」匡列了約 92 億歐元的預算，項目涵蓋：數位轉型與互通、數位技能、資安防護、高效能運算以及人工智慧等。

由於歐盟面臨到數位領域人才需求、資金投入零碎且不具完整性，以及中小企業難以立即取得最先進的數位技術或技能進行轉型等問題，遂集中資源支持數位基礎設施與數位技能培養的關鍵項目上。

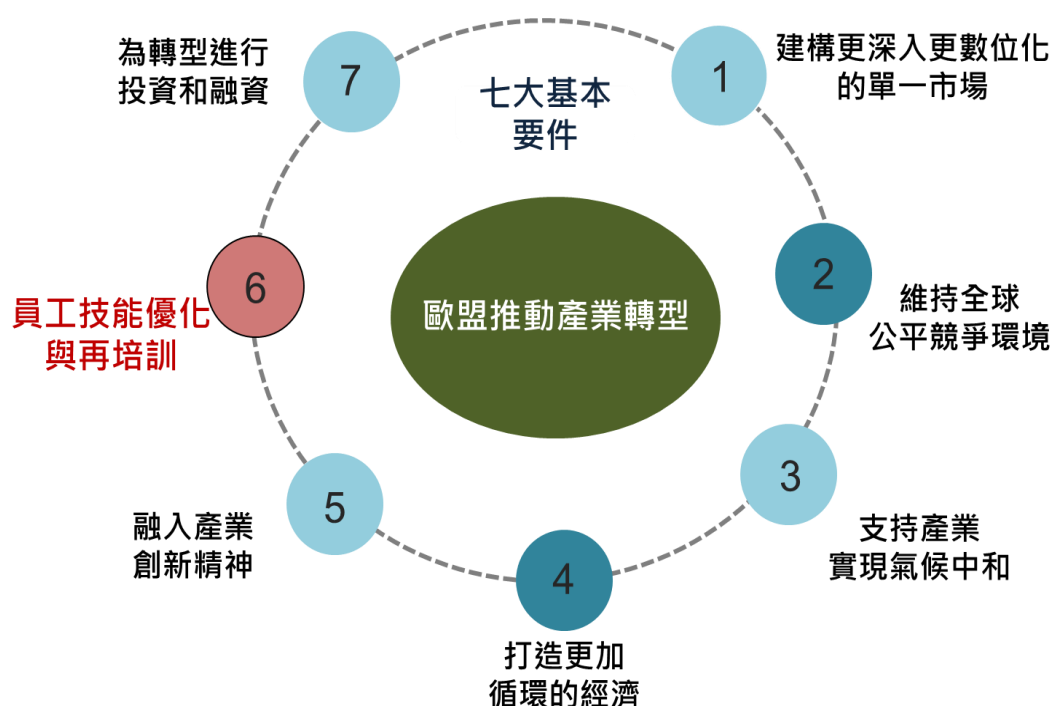
(二)「新產業戰略(A New Industrial Strategy for Europe)」

2016 年底美國川普總統當選後，逐步開啟美中貿易戰，貿易保護主義蔚為風氣；2019 年起更針對中國華為手機引起晶片資安疑慮，進一步升級為美中科技戰。2020 年武漢肺炎(COVID-19)爆發以來，德、美等先進國家更宣示將口罩等戰略物資移回國內製造。全球保護主義興起，加速供應鏈重組與佈局。

為強化軟硬體數位經濟基礎建設，掌握新的挑戰與機會，歐盟開始規劃推動氣候中和及數位轉型作為疫後經濟復甦的雙轉型策略，鑑於產業係歐洲經濟的基礎，須採取積極行動，以因應新的全球化環境與挑戰，歐盟執委會2020年3月10日提出「新產業戰略」，勾勒未來產業政策施政目標與發展藍圖，協助歐盟產業因應氣候及數位轉型，並提升其全球競爭力與戰略主權。

新產業戰略係產業轉型策略，全面盤點現有歐盟產業發展目標、政策資源與工具，並提出整合行動。新戰略的三大目標為「建立具全球競爭力及世界領先地位 (Global competitiveness)」、「實現 2050 年氣候中和目標 (Green Transition)」，以及打造歐洲的數位未來(Digital transition)。

新產業戰略內容相當廣泛，包括當今歐盟產業政策的重點領域、措施、政策工具及發展進程，在產業佈局上，歐盟提出6大重點產業鏈，再輔以科技研發投資、人才資金等配套策略，整合整體戰力，強化國際合作，以建構完善產業生態系及供應鏈，維護科技主權及全球地位。新產業戰略提出三大配套策略，包括「推動歐洲產業轉型的七大基本要件」、「強化歐洲產業和戰略主權」及「推動合作夥伴關係治理」，所有策略均提出具體行動方案。



資料來源：整理自歐盟「新產業戰略(A New Industrial Strategy for Europe)」(2020)。

圖 3 歐盟新產業戰略-推動產業轉型七大基本要件

為達成雙轉型，教育與訓練亦須與時俱進並符合產業人才需求，據估計，歐洲將有高達1百萬個數位科技專才空缺及超過1百萬個低碳產業工作機會，基此，針對員工技能優化與再培訓(reskilling)，行動方案主要內容如下：

1. 更新 2030 年「歐洲技能議程(European Skills Agenda)」⁶

針對疫情後的新需求打造新的技能升級計畫，2020 年 7 月提出新的「歐洲技能議程(European Skills Agenda)」，推出適合數位與綠色轉型的職業教育和培訓，包含推動個人學習帳戶、微型證書等 12 大具體行動方案，目的在於解決技能落差問題，使歐洲人力資本能有效運用；強調留才與再訓練，將在社會經濟扮演重要角色。

2. 推出「歐洲技能協議(European Pact for Skills)」⁷

該方案訴求藉由大規模的公私部門夥伴計畫來吸引參與者及投資，尤其是在高成長潛力或轉型關鍵領域所需技能如生物科技、國防科技、能源密集產業。做法包括建立國家區域和地方層級之夥伴關係透過動員產業、成員國、社會夥伴等利害關係人合作，促進技能升級與再訓練。鑑於過去成功的歐盟學徒聯盟(European Alliance Apprenticeships)，亦將繼續鼓勵公司實施學徒方案，該計畫亦將針對 COVID-19 疫情影響之產業如健康、交通、觀光等，納為優先領域。

3. 歐洲教育領域(European Education Area)戰略框架可協助相關交流。規劃聚焦在具有高成長潛力或轉型關鍵領域。

4. 持續推動數位教育行動計畫 (Digital Education Action)。

5. 推動「歐盟性別策略」，協助女性投入 STEM 教育以獲得科技數位技能，並改善領導階層的性別平衡問題。

三、英國

英國於 2020 年 1 月 31 日晚上 11 時正式退出歐盟，脫歐後所帶來的各項政治經濟問題，考驗著英國政府的後續因應之道。英國自 2003 年加入歐盟後，因歐盟的統一關稅與資金、人才可自由流動之政策而獲益頗多，其中又以金融科技業最為發達，首都倫敦更是世界著名的金融中心。但這樣的優勢地位，卻可能因脫離歐盟而喪失。

英國政府於 2017 年 1 月公布了「工業戰略」政策，戰略聚焦創意、人才、基礎設施、商業環境和地區五大基礎，主要核心目標為：積極發展工業，降低對服務業的依賴，以增強英國的競爭力；對國內各項產業提供更多的支持與資金挹注，使之不再受到歐盟相關援助條款與補貼政策的限制；加強各地基礎建設，縮短英國各地區的經濟差異等，在該戰略的框架上，制定相關政策及方案，

⁶ 「歐洲技能議程」最早於 2016 年提出，為歐盟層級的技能培訓整體計畫。新「歐洲技能議程」於 2020 年 7 月提出初步方案。

⁷ 「歐洲技能協議」為新技能議程 12 大行動方案之一。

以呼應核心目標。

(一)「工業戰略」政策(UK Industrial Strategy)

作為歐洲率先產生工業革命的國家，要發展強大的工業，創新的科學研究與技術人才的培育是絕對不可或缺，英國政府公布的「工業戰略」政策，以發展工業、投資創新科學研究、培育新興產業與技術人才為核心目標，據此制定相關方案與計畫，強化英國的產業競爭力與生產力。在「工業戰略」政策中，「科學研究的投資與創新」及「技術人才培育與專業技能提升」是整體政策中最重要也最率先進行的項目。

1. 科學研究的投資與創新

相較其他國家，英國科學研究項目向來較為偏向「純粹的研究」，英國研究者較少有將新技術投入商業市場，進而獲取利益的觀念，導致英國在這方面之科學發展不如德國、瑞典、日本等國，為改善此狀況與劣勢，英國政府提出以下三種方法進行補強：

(1)投入科學研究及人才培育經費，擴增經費管道鼓勵研發

為鼓勵科學研究的創新與人才培育，英國政府增加科學研究經費的補助比例或獎助金額，擴充獲得經費的途徑，鼓勵科學研究。

- ①促進大學與企業的合作，協助研究成果與技術商業化，以此連結企業與大學的關係，令大學成為企業培育人才的場域；企業則為人才提供工作機會，雙方互利互惠，共同穩定產業發展。
- ②增加人才培育經費的投入比例與獎學金額度(如數學等 STEM 的相關科目)，確保培育管道暢通，防止人才流失。
- ③改變科學研究的經費挹注與審查方式，只要能證明技術具有研發價值，無論是一般企業還是大學，皆可申請研發經費並領導研究，藉此提高研發意願。
- ④設立「專項基金」予特定產業部門，令原已發展完備且具競爭力、生產力的產業無須擔心資金問題而穩定成長。

(2)設立「挑戰基金」，提供專款投資新技術並建立研究機構

在工業戰略政策的規劃中，科學研究的投資是多面向的，除了實際增加經費的投資比例以彌補現階段的產業發展困境外，設立專款專用的「挑戰基金」予有意願或正在研發新技術的研究機構，促進新技術的研發是一個面向；針對已有明顯經濟效益的產業或頗具發展潛力，能夠呼應與配合全球市場的特殊技術，撥款建立專門的研究中心或機構，廣邀該產業領域的專家，以及企業共同投入，增加該項產業或技術背後價值與商業利益，

也是另一投資方向。

(3)提升對「專利權」的認識，促進科研成果商業化

「專利權」的認識與申請是科學與技術研究到最後階段時，最需要注意與面對的問題，亦體現一國科技實力與層級高低的重要象徵。對英國來說，各式科學的研究成果雖不少，但專利權的註冊率卻不高，這其實同時就顯示英國科學技術的商業化現象低落的狀況，所以為尋求改善，英國政府協助研究者與企業雙方增進「專利權」的認識，並協調兩方之間的權利與配股問題，藉此提升科學研究商業化的投資意願與效益，促使專利權註冊數提升，增進英國的競爭力與維持科學研究的優勢地位。

2. 技術人才培育與專業技能提升

在人才方面，英國「工業戰略」強調投資技能、促進就業和擴大收入。英國「工業戰略」政策施行的關鍵開端，就是要解決該國科學研究缺乏創新及技術人才不足的問題，尤其技術人才的不足是脫歐後的英國，最先直接面對的困境。因此英國政府針對所面臨的各種問題進行調查、研究，並積極運用各種方法，嘗試提出相應的解決之道，其中又以建立新式並合乎現代英國工業需求的技職教育體系與增加國內 STEM 人才的數量最為重要，為英國面臨的劇變累積競爭力。重點策略如下：

(1)加強 STEM 教育技能基礎

- ①英國的 STEM 教育是英國政府作為解決英國技能人才短缺，繁榮英國經濟，提高英國國家競爭力而提出的國家戰略性策略。因此，STEM 教育不僅視為教育內部的改革，更被視為是國家戰略。英國的 STEM 教育投資主體是政府，主要用於國家項目上。
- ②英國政府注重相關政策的配套規劃，從教育、商業、貿易、就業、國防等各個部門及層面，聯合科研機構、大中小學、企業雇主，共同開展促進 STEM 教育的項目計畫。
- ③尤其著重在提升基礎能力方面，採普及式 AI 教育，倡導 AI 勞動力多元化的重要性，擴大弱勢族群的參與度；讓國民都能有機會從事 AI 相關的工作。
- ④開展 STEM 教師培訓，建立了國家科學學習網絡，確立國家級 STEM 示範活動，並啟動國家科學技術大賽和高等教育 STEM 相關計畫。
- ⑤STEM 人才的短缺與嚴重的地區差異是英國現階段面臨的、急需改善的問題，為此英國政府曾進行深入探究，發現乃因國內過度重視高級數學課程的鑽研，並以此作為能否進入高等教育的關鍵科目，因而忽略其他科目，故英國政府針對此問題進行改善，並以倫敦國王學院等名校帶頭，

多增加合乎職場需求並免費的普通數學課程，改善人才過於集中首都倫敦與東南地區的現象，平衡地區差異。

- ⑥此外，面對 STEM 技能需求的增加，英國政府亦積極創建地區性技術學院，提供民眾所需的職業技術教育。在頂尖大學中增設至少 200 個 AI 博士學位；與圖靈研究所(Alan Turing Institute)合作推動國際性學術獎助方案。

(2)建立符合產業需求的技職教育體系

英國的高等教育的成熟與健全是舉世知名，國際排名前十的大學，就有三所在英國，但英國技職教育的表現與發展就不如高等教育完備，英國政府提出相應的解決方法，實施重大教育改革方案，以確保技術教育體系與高等教育體系相應一致。新的技職體系包含幾項關鍵做法與重要機制：

- ①淘汰為數眾多但不必要的技職教育課程，改由業界需求與市場機制決定核心的課程基礎。
- ②依照產業界的需求與雇主制訂的標準，在全國各地設立高等技職教育機構與研究所，由此建立一套明確且合乎產業需求的技職教育課程。
- ③除了希望讓已接受新式技職教育的學生可以擁有更高的技術水準外，這些機構也會開設新課程，以供兼職與在職的技術人員進修，填補各地產業與技能的落差。
- ④提供高質量並具有高深技術水平的專家與優良教師進行授課，同時也鼓勵這些專家、教師根據產業與市場需求設計新課程，提高人才培育與訓練的質量。
- ⑤研擬合適的助學貸款方案和設置訊息平台，提供整個技職教育的發展規劃與未來展望，增加學生選擇技職教育的意願。
- ⑥發展以雇主為主導的高質量學徒制，從而不斷提高人力資源的技術水準。

(3)建立國家新型再培訓計畫

- ①新技能的再學習是必然的趨勢，然二次學習的負擔與壓力，不是每個在職者皆能適應，因此英國政府思考與安排多元在職培訓的可行性。
- ②建立社區學習中心，協助及鼓勵成年人進行終身學習，提高在職者的現有技術能力與增加新技能，增進就業力。
- ③鼓勵轉換專業碩士課程，經產學合作方式提供 1 年制轉領域 AI 碩士學位。

(二)新數位技能資格標準 (Digital Functional Skills Qualifications)

英國針對數位技能設置新的資格標準認證 (Digital Functional Skills Qualifications, 簡稱 Digital FSQs)，於 2020 年開始實施。此新設置的標準提供所

有 18 歲以上（Post-18）成年人入門級 3 級（Entry level 3）和初級（Level 1）的資格認證⁸，各項數位技能在學習、教學和實際應用上各自涵括不同的內容。新版的數位技能資格標準取代資訊與通訊科技（Information and Communications Technology, 簡稱 ICT）-現有的技能資格標準（Functional Skills qualifications, FSQs），而資訊與通訊科技下的技能資格標準將於 2021 年停止實行。

為銜接舊制與新制的數位技能資格標準，從 2020 年到 2021 年有 1 年的轉換資格過渡期，任何參與舊制標準課程者，均有機會完成舊制資格認證，但在過渡期結束時，只有「新數位技能資格標準」下入門級 3 級和初級資格，才能符合英國資格及考試規則辦公室（The Office of Qualifications and Examinations Regulation, 簡稱 Ofqual）所設置的新規則。

新數位技能資格標準遵循「數位經濟法」下的數位技能培訓權益，此標準包括一系列新的基本數位技能，主要共有五項：使用相關設備的基礎技能、資訊蒐集和判讀的能力培養、資訊的管理和儲存檔案的訓練、掌握和解決技術性問題的能力，以及學習了解自身在各項數位技能所具備的程度，以便能夠持續增進其數位技能。

四、德國

教育/職業訓練雙軌制一直是德國在專業人才培育的特色與做法，在雙軌制教育體系下，從基礎教育、中等教育至高等教育均有系統性的培育方式，學生定期至企業參加技能培訓，結業後只要通過工商協會舉辦的統一考試，證明其具有某領域之專業能力，即可在特定領域中就業。

為因應產業結構發展轉變的需求，德國在人才培訓方式上也持續進行調整，包括開發新的職業培訓項目或是設置跨領域的培訓課程等，以因應新興產業技術發展之需求。

為達成數位化德國的願景，2016 年德國聯邦經濟與科技部（Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, BMWi）公布「2025 數位策略計畫」（The Digital Strategy 2025 programme），德國政府積極推動數位科技應用，使企業有能力善加利用科技去創造優勢，並認為物聯網可以促進經濟成長至少達 110 億美元，在工業生產中占了最大比例，提出十大整體策略，其中之一即是「在各階段教育體系全面導入數位教育」，其策略目標在 2025 年前，強化中小學的課程與教師專業培訓、成為建構教育領域數位基礎設施的領航者、

⁸ 入門級（Entry Level）：依英國國家資歷標準細分為入門一、二、三級，為英國初等教育（14 歲以下）的資歷認證。初級（Level 1）及以上，英國國家資歷標準初級稱 level 1，以此為標準，依程度可進階最高至 level 8，相當於博士學位。

工作場所成為第一線獲得最新 IT 知識的地方、公立教育機構都應提供線上教材。

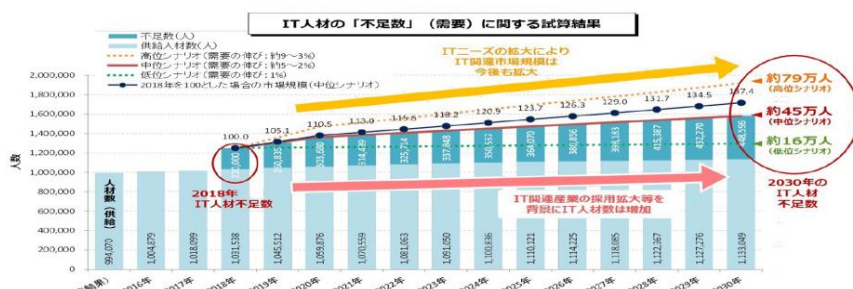
接著 2018 年 11 月 15 日，德國聯邦政府正式發布了 AI 戰略「AI Made in Germany」，從而將人工智慧的重要性提升到了國家高度，其中一項計畫即為支持加強職業培訓。

由於高齡化發展趨勢影響，使得德國未來也將面臨人才缺口的問題，因此在高科技戰略中，更加強化對於人才培育之投入，以為未來產業發展建立基礎。在推動之做法上主要有幾個方向，第一是鼓勵職業教育取得優秀畢業成績的學生，能再進一步攻讀大學文憑。其次是吸引學生學習科學、技術、工程與數學的研究領域，以彌補未來產業在特定領域的人才缺口。

德國國會並於 2019 年 10 月 24 日針對「職業教育法」增訂內容作出重大且突破性的決議，職業學徒亦適用最低工資標準，使職業學徒在企業中積極努力而獲得認同，同時也應反映在財務上；經由適用最低工資制度，同時也強化了勞資雙方的夥伴關係。另外，針對職業教育結業後的晉升，針對較高品質的職業教育將明顯地提升價值，規範統一的進修等級及結業稱謂，通過檢定的職業專家（Geprüfter Berufsspezialist）、學士專業（Bachelor Professional）與碩士專業（Master Professional），使職業與學術教育擁有同等價值，兩者學習方式均提供前景及帶來成就。「職業教育法」的增訂，呈現德國政府支持雙軌制的職業教育制度。

五、日本

在第四次工業革命蓬勃發展下，受到數位熱潮的影響，日本對數位人才的需求亦不斷擴增，人才短缺逐年增加。根據日本「經濟產業省」的調查，估計到 2020 年數位人才短缺將擴大到約 48,000 人。為了因應擴大的人才不足，日本內閣會議擬定整合創新戰略，訂立至 2025 年為止，先進 IT 人才每年數萬人規模的培育目標。惟據日本「經濟產業省」估算，日本 IT 人才需求在 2019 年出現明顯不足後，2030 年的 IT 人才缺口將達 79 萬人。如人才技能轉換停滯，至 2030 年尖端 IT 人才缺口將達約 55 萬人，傳統 IT 技術人才可能出現過剩的現象。



資料來源：日本經濟產業省, https://www.meti.go.jp/policy/it_policy

圖 4 日本「IT 人才供需」推估趨勢

日本政府於 2016 年頒佈「第 5 期科學技術基本計畫」，提出「Society 5.0」，將 AI 作為實現「Society 5.0」的核心之一。為因應超高齡化社會及年輕研究人力流失的狀況，日本政府鼓勵並積極推動產業、學術界和政府共同開展科技創新活動。此外，為了提高科技創新人才的素質，亦推進從中小學教育階段到研究生教育階段的教育改革；在跨部會的合作下，戰略性推動研究發展；並在同年 8 月設置「人工智慧技術戰略會議」，作為人工智慧研發和創新措施的指揮塔。隨後，該會議在 2017 年 3 月制定「人工智慧技術戰略」，進行體制的整備。同時，2017 年 8 月制定「人工智慧技術戰略實施計畫」，在人才培育方面主要執行策略包括：

- 鼓勵年輕研究人員投入，擴充在各大專院校、研究機構、法人單位之博士級研究職缺。
- 促進科技人力資源多樣性、鼓勵產學合作共同培育產業需求人才。
- 透過獎學金等誘因吸引優秀學生從事研究。
- 中小學階段強化科學及數學教育，培育下一世代科技創新人才。

表 2 日本數位人才培育政策之重要歷程

重大政策	實施時間	策略內容
數位化日本 (e-Japan) 戰略	2001~	• 培養資通訊人才 • 以資通訊科技實施遠距教學
世界最先進 IT 國家創造宣言	2013~	• 運用電子黑板、無線網路、數位化教材等，實施數位技能教育，提高學生數位能力 • 運用遠距教學，創造人民可隨時隨地學習之環境 • 中小學教育階段推廣數位技能教育，以利高等教育階段培養資通訊技術人才
日本再興戰略	2013~	• 引進推廣教育訓練、休假制度和教育訓練短時間工作制度 • 促進企業人才培育相關資訊揭露透明化 • 創設「職業實務能力培育計畫」的認定制度，檢討教育訓練給付等受訓支援 • 新建符合市場及企業所需技職教育體系，推動檢定與證照 • 創造技職人才回流再教育的人才培育模式
機器人新戰略	2015~	• 培育機器人技術人才
科學技術創新綜合戰略	2016~	• 加強物聯網、機器人、人工智慧、再生醫療等技術革新與生命科學之青年人才培育
未來投資戰略	2017~	• 以構築「Society 5.0」為目標、人才投資為支柱提出相應的基礎環境建設策略，致力強化教育和人力資本 • 透過產官學研合作推動實務教育 • 加強大學數學和資訊科學教育等工程教育改革 • 建立自我學習數位能力之遠距教學環境
首創資料科學 (Data Science) 學系	2017~	• 日本滋賀大學 2017 年起設立全國首創「資料科學(Data Science)」學系，該校並於 2019 年 4 月再增設碩士課程；碩士生中，有 8 成係由製造業廠商、金融機構及 IT 企業指派前來進修的社會人士
AI 人才戰略	2019~	• 從 AI 普及教育著手，支持在職教育 • 日本政府敦促大學不分文科和理工科，除對全國大學生實施初級 AI 教育外，也協助於大學中設置針對社會人士的 AI 專業課程，並加強促進 AI 與專業領域結合，以提高日本產業競爭力 • 2022 年擬於大學設置專門課程，由政府提供部分費用，目標是每年教育 2,000 人，使學習者掌握利用 AI 所需的深度學習等知識 • 因應未來 AI 人才需求，提出每年培育 25 萬 AI 專業人才之戰略目標

資料來源：本研究自行整理。

積極培育數位人才及促進人才技能轉型，成為日本政府當前刻不容緩的要務。日本政府根據高、中、低不同技能層級，由厚生勞動省、文部科學省等單位合作針對各層次IT人才所需技能，推動相對應的人才培育政策，主要架構如圖5。

根據該項架構，日本人工智慧人才培育的目標有二：一是以所有人本身具備使用AI和資料科學的素養為目標；二是特別強化高階人才培育到素養教育的對策，進行整體教育及培訓系統的動員。

(一)頂尖人才培育策略

為強化支援 IT 頂尖人才的發掘、培育，日本經產省下的獨立行政法人資訊處理促進機構(Information-technology Promotion Agency, IPA)，自 2000 年起開始以未滿 25 歲的天才型個人為推動對象，透過活躍產學界的頂尖人才所擔任的專案經理(PM)進行選拔與指導，政府則進行開發經費的支援，並授予經費、研究主題充分地自主彈性，協助年輕人才於一定期間內完成具「獨創性」的軟體、產品之開發任務，帶動企業創新。



資料來源：本研究自行整理。

圖 5 日本數位人才培育政策

日本政府為推動執行「社會 5.0」，由內閣府設立日本經濟振興總部的「未來投資會議」和內閣府轄下「總合科學技術創新會議（Council for Science, Technology and Innovation, CSTI）」作為編列和實施固定預算的最高決策指揮中

心。「未來投資會議」擬訂施政重點，實行資源配置和結構改革。「總合科學技術創新會議」基於日本的技術力和產業競爭力，聚焦科技優先重點領域，在推動執行面則結合未來投資會議的「日本再興戰略」施政重點領域，編列年度科技預算落實推動，同時，負責推動實施「策略性創新創造計畫（Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program, SIP）」、「推動革新研究發展計畫（Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program, ImPACT）」、「世界領先科技創新研究發展計畫(FIRST)」等國家重點研發計畫，以及「官民研究發展投資擴張計畫（PRISM）」。「此會議決策指揮中心與產學研跨界協力組成會議及聯盟組織，如：「機器人革命實現會議」，「物聯網促進聯盟」，「人工智慧技術戰略會議」等，公私協力推進實現「社會 5.0」的重點核心技術戰略與必要措施。

此外，鑒於 AI 人才的培育面臨師資缺乏，另亦推動「AI Quest」（課題解決型 AI 人才培育計畫），希望透過問題導向之學習方式，經由企業提供實際案例課題及相關數據資料，創造實踐型的學習場域，學生可透過政府所提供的數據分析工具尋找解決企業問題的方法，期能同時達成 AI 人才培育及促進企業 AI 活用之目標。

（二）中階技術轉型策略

為明確定義資訊人員所需的專業能力，協助企業在發放薪酬及僱用人才有一套 IT 技能辨識標準，以發展 IT 人力資源，經產省與產業界合作制訂「IT 技能標準」，將職種分為 11 類，進而再細分 35 項專業領域，以個人能力或實績為基準，訂出 7 個階層的等級，明確化提供資訊服務所需的實務能力，體系化各項指標，作為評估個人 IT 技能的標準，並做為產學 IT 專業技能訓練之參考，促進人才流動。

此外，為因應第四次工業革命所需之全新領域，針對以往 IT 技能標準未納入範圍的領域（如「資料科學」、「資安」、「IoT 解決方案」及「敏捷開發（Agile）」等）制訂新標準，提供 IT 相關從業人員重新學習與技能強化的指導原則。

同時，為鼓勵社會人士持續進修，提升個人職涯發展，日本經產省針對 IT、數據等未來將成長快速且可能創造就業機會之領域，建立「第四次工業革命技能習得講座認證制度」，由經濟產業省對民間業者所舉辦之專業型、實踐型的教育訓練講座進行認證並提供進修人士補助。另外，參加如經認證講座且符合厚生勞動省所定條件之參訓人員，即適用「專門實踐教育訓練給付」，厚生勞動省亦提供參訓補助，其目的除引導社會人士重新學習外，亦希望藉此協助製造生產端人才於習得 IT 技術後，可進一步提升成為產業所需之人才。

職種	行務		業務		顧問諮詢	IT業務		專業管理		IT專家				應用專家	軟體開發		客戶服務		IT服務管理		教育	
專業領域	行銷管理	通路業務	行銷業務	訪問型業務	訪問型業務	商業應用型業務	企業功能	商業應用型業務	系統型業務	基礎型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務	系統型業務
等級7																						
等級6																						
等級5																						
等級4																						
等級3																						
等級2																						
等級1																						

資料來源：日本經濟產業省商務情報政策局, <https://www.ipa.go.jp>

圖 6 日本 ITSS 職涯架構

(三)基層技能提升策略

為測驗學生及社會大眾是否具備就業所需之 IT 基礎知識，IPA 自 2009 年開始舉辦「IT PASSPORT 考試」，係「資訊處理技術人員考試」的一部分，考試範圍包含經營整體策略、IT 管理策略、IT 技術策略等基礎知識，以 CBT(Computer-Based Test)方式全年在日本各地辦理。另與產業界合作，為資訊系學生和社會人士開發和普及實踐教育(PBL)計畫，並持續擴大民間團體實施 AI 相關檢定的措施。

六、南韓

南韓政府自 2018 年以來，持續加碼 AI 領域投資，陸續公布「AI 研發戰略」及「AI 國家戰略」，以進一步強化 AI 對未來科技、產業發展所扮演的角色，並且從公共數據領域乃至全產業的 AI 應用、高階及整合型人才培育，以及數據與運算資源等核心基礎設施與法規創新環境的整備等，多管齊下的加速邁向數位經濟時代的腳步。

鑒於人才為第 4 次產業革命政策的核心之一，為充裕及解決數位化時代人才不足的問題，南韓政府 2018 年 12 月發表「第四次產業革命領先人才集中養成計畫」(2019~2023)，為了有效推動計畫之實施，南韓政府以建構人才養成體系及培育第 4 次產業革命核心領域領先人才為目標，預計於 2023 年前培養 10,000

名 AI、大數據、電腦軟體相關領域人才，打造軟體教育中心，同時支持「海外碩士及博士培訓」相關方案，並啟動海外研究支持計畫，使高學歷的韓國專業人士能在國外的知名機構進行聯合研究，並接受專業訓練。

(一)「第四次產業革命領先人才集中養成計畫」(2019~2023)」

該計畫旨在培訓約 7,000 名高素質人力，並且人才培訓後可立即進入其領域職場就業。主要計畫內容如下：

1. 計畫策略

- (1)設立革新人才培育機構。
- (2)市場客製化人才養成。
- (3)擴大公私部門合作體系與強化海外網絡。

2. 計畫重點

- (1)設立創新學院。
- (2)培養全球核心人才。
- (3)支援成立 AI 研究所。
- (4)集中培養革新成長青年人才。

(二)支持成立 AI 研究所

2019 年 3 月南韓政府宣布計劃於未來 5 年內投入 90 億韓元（800 萬美元，約 2.4 億臺幣），用於支持 3 所大學成立 AI 研究所，教授 AI 課程及開發 AI 技術，其中包含韓國高等科學技術研究院（KAIST）、韓國大學和成均館大學。

(三)「創新學院」建置計畫(Innovation Academy)

由於教育體系與產業界需求之間不平衡的情況日益惡化，創意人才不足的情況亦相當嚴重，因此南韓政府認為持續維持革新成長狀態，培養具有創意的人才有其必要性，爰積極建構核心人才培育體系。核心人才培育政策主要著眼於高級技術人才之培育，終極目標為在 5 年內培養 1 萬名第 4 次產業革命核心領域人才，而設置「創新學院」(Innovation Academy)的教育機構即為其中一環。

「創新學院」預計每年扶植約 500 名人才，靈感源於法國電腦程式設計學院 École 42，為 2 年制學校，不授予學位，該學院標榜無教授、無教材及無學費，亦即強調非傳統的填鴨式教育，以實踐自我導向學習為核心概念。南韓政府自 2019 年下半年開始投入 350 億韓元，預計至 2023 年共投入 1,806 億韓元，規劃於 5 年內培育約 2,500 名核心領域之創新型人才。同時，南韓政府也逐步建立 AI 相關系所，預計於 2023 年培育約 860 名相關領域人才，並同步於各產業場域就地客製化培育 AI、雲端、大數據及其他關鍵領域約 7 萬名相關領域人才。

南韓政府除透過建立正規教育體制內的 AI 研究所外，亦提出體制外的人才

培育制度，最早於 2017 年提出「主管業務的產業人力養成計畫」，培養符合產業結構調整所需要的高階人力。2018 年底至 2019 年，韓國政府開始積極規劃「創新學院」，期望在 5 年內以無教授、無教材跟無學費的制度，培育核心領域創新型人才；另推出「PRIME」計畫，要求被減招生的大學，因應產業變化調整科系。



資料來源：本研究自行整理。

圖 7 南韓第四次產業革命核心人才養成策略

表 3 近年南韓 AI 人才培育之主要機制

年度	計畫內容	內容
2016	「PRIME」計畫	• 2016年第一期3年計畫(Program for Industrial needs-Matched Education, 簡稱PRIME)是一項配合產業所需的契合型教育計畫 • PRIME要求大學結構改革中被減招生的大學，其學制變化須更符應產業界的需求，賦予大學自主權，調整科系因應產業變化 • 2017年參加計畫的21所大學的新收學生，有11%由人文、社會領域移轉進入理工領域學習
2017	「主管業務的產業人力養成計畫」	• 南韓產業通商資源部配合AI、IoT、雲端和大數據等技術，強調強化產學合作，促進產業界擴大高級人力的投資，培養符合產業結構調整所需要的高階人力
2018	「創新學院」	• 3項培育人才計畫 (1) 國際級人才養成計畫 (2) 世界級碩博士級AI人才養成計畫 (3) 產業客製化實務人才培育計畫 • 重點領域：大數據、區塊鏈、共享經濟、AI、氫經濟 • 具體產業：生物保健（如精準醫療、新藥）、未來汽車、無人機、能源新產業、智慧工廠、智慧城市、智慧綠能與金融科技等

資料來源：本研究自行整理。

七、新加坡

新加坡政府為加速推動國家數位轉型、朝向「智慧國家 2025」(Smart Nation 2025)的目標，由政府領軍、攜手產學研界，擬定 AI 相關政策及指導原則；為因應產業結構快速變遷，提升新加坡勞動力素質，新加坡政府於 2014 年提出「未來技能(SkillsFuture)計畫」，成立「未來技能委員會」(Skills Future Council)，成員包括政府、產業界、教育和培訓機構代表，鼓勵新加坡人民持續提升技能。

該計畫有四個核心面向：新加坡中學、初級學院及技職體系內設有教育與職業規劃人員的職位，協助學生針對教育、培訓及就業做選擇；因應產業需求發展出的培訓體系，參與計畫的雇主也能獲得政府津貼補助；與雇主聯合設計技能架構，依據員工個別潛能進行培訓，以提升其職能；培養終身學習文化。自 2015 年起，該計畫陸續針對技職院校(理工學院與工藝教育學院)畢業生、在職員工及企業推出不同專案，包括「未來技能在職培訓計畫」(SkillsFuture Earn and Learn)、「未來技能進修獎」(SkillsFuture Study Awards)、「未來技能培訓補助計畫」(SkillsFuture Credit)、「未來技能導師計畫」(SkillsFuture Mentors)等。

為促進數位經濟發展，協助新加坡公民及企業提升競爭力，新加坡政府於 2017 年推出國家級方案「AI Singapore」(AISG)，主要內容如下：

(一) AI Singapore(AISG)國家級 AI 方案

AISG 是新加坡的國家級 AI 方案，於 2017 年 6 月由新加坡「國家研究基金」(National Research Foundation)、「智慧國家數位政府辦公室」(Smart Nation and Digital Government Office)、「經濟發展部」(the Economic Development Board)、「資訊通信媒體發展局」(the Infocomm Media Development Authority)、「新加坡創新機構」(SGInnovate)及「整合健康資訊系統」(the Integrated Health Information Systems)等政府相關部門所組成。專案辦公室由新加坡國立大學經營，目的在整合相關的研究機構、AI 新創社群及 AI 產品開發公司。方案架構如表 4。

其中，新加坡 AI 人才培育計畫旨在加速及擴大新加坡 AI 工程人才資料庫及認知深度，針對不同對象推動相關人才培育計畫。新加坡政府透過各類型的人才培育課程，強化科技發展之影響力，透過整體 AI 相關課程，從國民小學、高等教育至在職訓練課程，並針對專業人員，提供所有新加坡公民提升對於 AI 基礎認識的工作坊，透過不同階段的學習途徑，讓 AI 滲透到全民生活。計畫內容分述如下。

1. AI 數據學徒計畫(AI Data Apprenticeship Programme, AIDP)

AIDP 是一項為期 6 個月全新的全職在職培訓課程，針對人工智能解決

方案的數據策劃課程，僅開放理工學院畢業的新加坡公民可以申請，課程包括 2 個月的數據管理和基本數據工程技術課程，以及 4 個月的實際在職培訓課程。課程內容涵蓋資料標示、數據分析、機器學習等相關領域，持續時間總計 24 週，包括 8 週的深度技能學習和 16 週的實習，學員將學習如何使用選定的工具以及開發自己的 Python 程式來執行機器學習項目中的關鍵任務。知識和能力要求如下：

- 具有以下程式語言之一的編程經驗：Python，R，Scala，Java，C，C ++，C #，Go。
- 中級 Microsoft Excel 技能。
- 能夠清晰有效地表達想法。

表 4 新加坡 AI Singapore 國家級方案架構

面向	目標	計畫內容
AI 研究	投資科學創新能量	AI 研究徵稿(The AI Research Grant Call)：孕育高品質 AI 基礎創新技術、演算法及相關科技，並鼓勵共同研究，培養在地 AI 人才
AI 科技	鼓勵創新想法和 AI 技術的應用，以解決重大社會經濟問題	健康照護領域的 AI 大挑戰(AI in Health Grand Challenge)：針對健康照護領域所面臨的問題，包含健康促進及疾病管理，應用 AI 技術提出解決方案
AI 創新	使 AI 廣泛的被使用，並培育 AI 人才，支持產業發展	100 個實驗(100 Experiments)：加速公司、組織和機構採用 AI 技術 人才培育(Talent Development) ：加速並培養 AI 工程人才庫的質與量，讓所有人都接觸 AI 技術

資料來源：整理自 AI Singapore. <https://www.aisingapore.org/>

2. AI 學徒計畫(AI Apprenticeship Programme, AIAP)

AIAP 旨在培養新加坡本地 AI 人才，並增加本地人才在 AI 相關領域職業的就業機會。AIAP 提供為期 9 個月全時課程，受訓學徒將在實際的行業領域中工作，加深在 AI 和機器學習方面以及模型軟體工程技能。課程內容包括：

- 前 2 個月為 AI 課程作業，包含監督式和非監督式學習(supervised and unsupervised learning)，採混合及自主學習方式。
- 後 7 個月是在職訓練，實際協助解決現實世界遭遇的 AI 問題。
- 對象：3 年以內職場新鮮人得報名參加。

- 在受訓期間，支付學徒每月新加坡幣 3,500 至 5,500（約新台幣 73,500 元~115,500 元）之津貼。
- 參加的學徒受到來自 AI 相關領域具經驗之專家的指導。在訓練結束後，學徒將能夠進入產業工作。

3. AI for Everyone (AI4E)

- 方案目標：旨為所有新加坡人提供 AI 教育，協助民眾了解 AI 以及資料科學，進而能夠運用在企業和日常生活中。
- 對象：新加坡 13 歲以上民眾。
- 課程費用：免費。
- 課程型態：每次提供 3 小時的工作坊(workshop)，進行最新的 AI 科技與應用介紹，進而對 AI 獲得全面概觀。

4. AI for Industry (AI4I)

- 方案目標：建立 AI 基礎技能、學習建構數據並以 Python 應用 AI 技術。
- 對象：技術人員、管理人員及開發人員，無任何先決條件。
- 課程型態：全線上課程，課程透過 AI Makerspace 網頁以及 Datacamp(跨國 AI 線上課程平台)提供。
- 費用：新加坡公民新加坡幣 224.7(約新台幣 4,718 元)；其他新加坡幣 845.3(約新台幣 17,750 元)。
- 認證機制：12 個月內完成 AI4I 課程模組，學員可獲得「基礎 AI」(Foundations in AI)證書，此後學員可再進修學習並參加 AI 證照考試。
- 未來效益：成為 AI 工程師或開發者的入門磚。

5. AI for Students

AISG 與 DataCamp(跨國 AI 線上課程平台)合作，提供學校資訊科學教育平台，讓教師可以運用此平台進行教學。

表 5 新加坡 AI for Students 計畫概要

對象	教育人員	學生
參與資格	任職於公立學校/政府補助的中學及大專校院機構	就讀公立學校/政府補助的中學及大專校院機構
服務內容	✓ 使用DataCamp的核心內容 ✓ 選擇作業、自動評分和設定截止日期功能 ✓ 使用管理人員的功能儀表板 ✓ 管理人員角色及權限 ✓ 即時交談功能	✓ 使用AI Makerspace and DataCamp的核心內容 ✓ 參與AI Makerspace 的專案 ✓ 參與討論社群

資料來源：本研究自行整理。

6. AI for Kids(AI4K)

- 方案目標：讓所有公立小學的高年級學生都可以學習 AI。
- 對象：課程原則上針對國小高年級學生規劃，但不限制參與年齡。
- 課程型態：線上(AI Makerspace)。
- AI4K 認證教師方案(AI4K Certified Instructor Programme)
 - ◆ 方案目標：培訓 AI4K 課程的講師。
 - ◆ 對象：公立學校教師、資通訊教師、學校家長志工。
 - ◆ 課程內容：AI4K 的課程及操作活動教學指導。
 - ◆ 課程費用：新加坡幣 480。
 - ◆ 期間：2 天及 1 次公開的 AI4K 營隊實習。
 - ◆ 檢核方式：獨立試教，由同儕及講師檢核。檢核通過參訓人員須參加 1 次公開 AI4K 營隊擔任課程老師或技術指導員後方能結業。
 - ◆ 認證：結業的參訓人員可獲得認證講師證書 (2 年有效)。

(二) AI 證照(AI Certification)

為讓企業可有效進行人才能力識別，專業證照效用是影響就業或轉職是否能成功之重要關鍵。面對數位人才需求持續成長，為協助因應產業對在地數位人才的需求，新加坡政府於 2020 年初首次推出針對數位工程師的認證，性質屬國家級的 AI 證照。

表 6 新加坡核發 AI 證照類型與級數

分級	初級 AI工程師	第一級 AI工程師	第二級 AI工程師	第三級 AI工程師
應考資格與建議經驗	完成12-18個月的AI Makerspace 線上課程或同等的自我學習	- 至少1年在AI相關職位工作經驗 - 應用技能價值至少新加坡幣 250,000專案或架構1項AI商業產品	- 至少3年在AI相關職位工作經驗 - 應用技能在價值至少新加坡幣 500,000專案	- 超過6年在AI相關職位工作經驗 - 在大規模的商業組織擔任管理職 - 持續成功領導複雜的AI專案團隊
測驗方式	技術測驗及面試	技術報告及面試	技術報告及面試	透過AI產業權威人士推薦及面談
能力	能建構AI模型解決問題	能運用AI研究到真實世界	能運用AI技術在大規模生產	能架構並管理複雜的AI應用
管理技能	NA	商業組織中AI團隊的專業人員	商業組織中大規模AI專案的團隊管理人員或資深經理	AI/科技產業中心領導人
測驗費用	新加坡幣 250	新加坡幣 500	新加坡幣 800	無
證照效期	2年	3年	3年	無效期限制

資料來源：本研究自行整理。

表 7 新加坡 AI 人才培育計畫

名稱		對象	目標	形式	實施	內容
1	AI數據學徒計畫(AIDP)	理工學院畢業的新加坡公民	針對人工智能解決方案的數據策劃課程	2 個月技術學習課程、4個月實習	2020.4	是一項為期6個月全新的全職在職培訓課程，僅開放理工學院畢業的新加坡公民可申請，學員將學習如何使用選定的工具以及開發自己的Python程式來執行關鍵任務
2	AI學徒計畫(AIAP)	3年以內職場新鮮人	培養新加坡本地AI人才並增加在相關領域就業機會	前2個月為AI課程作業後7個月為在職訓練	2017.11	首個在AI領域由「加速培訓專才計畫」(TechSkills Accelerator, TeSA)企業主導之訓練計畫，為期9個月並每月提供新加坡幣3,500~5,500津貼，學員受到來自AI、大數據及高速計算等領域具經驗專家指導
3	AI for Everyone	新加坡13歲以上民眾	協助民眾了解AI以及資料科學，進而能加以運用	每次提供3小時工作坊	2018.8	旨為所有新加坡人提供AI教育，進而能夠運用在企業和日常生活中。提供1個月2次免費的工作坊
4	AI for Industry	技術人員 管理人員 開發人員	建立AI基礎技能學習建構數據並用Python應用AI技術	全線上課程	2018.8	是一項混合性計畫，目的是讓技術人才瞭解並適當地使用AI，並能夠透過Python或R語言撰寫基本AI和資料應用之程式
5	AI for Students	教育人員 學生	提供學校資訊科學教育平台，讓教師可以運用此平台進行教學	線上課程平台(使用時數可超過250個小時)	2018.11	旨在培養新加坡下一世代AI人才基本程式和數據技能，透過AISG與DataCamp合作，學校可利用該教育平台向學生傳授數據技能，並使數據敏稅度成為學生學習過程的一部分
6	AI for Kids	國小高年級學生	讓所有公立小學高年級學生都可以學習AI	線上 (AI Makerspace)	2019.2	旨在培養新加坡下一世代AI人才，針對10至12歲高年級小學生，使用最新解決方案機器學習工具(如Scratch和Microsoft Azure)的認知服務建構AI的基本應用

資料來源：本研究自行整理。

表 8 新加坡 AI Singapore 人才培育計畫與我國相關計畫比較

AI Singapore 人才培育 六大子計畫	我國現行類似推動計畫
1. AI Data Apprenticeship Programme (AIDP)	◆ AI產業人才培訓據點(勞動部&資策會)
2. AI Apprenticeship Programme (AIAP)	◆ 人工智慧技術及應用人才培育計畫(教育部)
3. AI for Everyone (AI4E)	◆ DIGI+Talent數位網路學院(經濟部) ◆ 資策會數位學習平台(資策會) ◆ 人工智慧教育平台(教育部)
4. AI for Industry (AI4I)	◆ 企業人力資源提升計畫與產業人才投資方案(勞動部) ◆ 人工智慧技術及應用人才培育計畫(經濟部)
5. AI for Students	◆ 均一教育平台、因材網(教育部)
6. AI for Kids(AI4K)	◆ 資訊科技教育依108年課綱規劃向下延伸至普通高中及國民中學 ◆ 國小階段則無科技領域的規劃，教育部建議科技領域可安排於彈性學習課程，或以議題形式融入教學

資料來源：本研究自行整理。

八、小結

數位浪潮帶動新經濟發展，成為各主要國家之國家戰略。綜觀當前主要國家人才培育政策，因應全球數位經濟發展，近年均逐漸聚焦於數位人才之培育；整體而言，除優化資訊基礎建設與線上學習環境之建構外，重點在於建立從國民教育、大學教育、實作訓練與在職培訓之數位人才培育鏈，不僅融入數位課程於國民教育中，擴增高等教育 STEM 領域師生員額及課程，更透過企業實習與在職培訓等方式，強化不同基礎之跨域數位技能，培育國家產業數位轉型所需之人才；其中又以強化高等教育與職業訓練培育質量、提升個人數位技能以接軌產業發展為策略主軸，主要推動重點包括：

(一)提高國民教育的基礎數位素養

從基本教育面著手，推動新興科技與數位教育課程，相關做法如日本要求大學及高等專科生接受初級人工智慧教育，包括基礎程式編程、理解機器學習、人工智慧的倫理道德等，並頒發相應程度之合格證明，便於用於求職活動。英國則強調包括弱勢族群在內的人工智慧普及式教育。

(二)擴增高等教育的數位人才培育量能

教育政策和勞動政策扮演著解決數位技能缺口的關鍵角色，當前主要國家提高數位人才供給質量的做法，在高等教育體系方面，如成立 AI 研究所(例如南韓成立高等科學技術研究院)、培訓數位領域師資、擴增重點領域博碩士生名額(如英國在頂尖大學中增設至少 200 個 AI 博士學位)等。

(三)支持在職訓練及數位技能培訓

為發展數位經濟，雖然主要國家都在積極布局人才培育策略，但隨著數位經濟迅速發展，也意識到單靠傳統教育體制可能緩不濟急，數位人才不足的立即性缺口，短期間較難透過學校教育立即補足，故各國也在正規教育體系外創造彈性機制，解決的可能做法之一為提供培訓機會，如日本政府制定「AI 戰略」，支持在職教育。其中又可分為學制內和學制外教育。

學制內教育以英國為例，提供一年制轉換專業領域的 AI 碩士學位課程；或如日本除對全國大學生實施初級水準之 AI 教育外，也協助於大學中設置針對社會人士的 AI 專業課程，由政府補助部分費用，並加強促進 AI 與專業領域結合，以提高日本產業競爭力；日本滋賀大學 2017 年起設立全國首創「資料科學(Data Science)」學系，該校並自 2019 年 4 月再增設碩士課程。

學制外教育最常見方式為經由線上培訓、職訓課程取得相關的專業證書(證照)。由於數位技能程度難以被量化，致企業於招募人才普遍面臨能力辨識問題，專業證書(證照)核發如具有一定標準，在競爭中實踐差異化，則可提高雇主對職訓品質的信心，在競爭程度高或變動程度高之產業環境中，專業證書尚有替代學歷之效果，彌補基礎教育於實務上之不足。

(四)促進產學研合作及數位轉型

為支持數位轉型，多國政策均鼓勵產學合作，以實際執行的合作案例，促進人才技能的提升，同時解決學用落差或研用落差，增加產業產值與效能。政府、企業和教育培訓體系三者間密切合作係為關鍵。

觀察主要國家發展策略，多由政府提供國家發展重點與政策方向，並統合各方資源，藉以引導教育與職業訓練體制的快速改革，擬定兼顧就業市場彈性與社會保障需求的人才政策。例如英國推動「知識移轉合作夥伴」，利用大學研究所的研究和教育成果，解決企業問題並促進學生就業；歐盟甫於 2020 年 7 月提出新「歐洲技能議程」初步方案，規劃推出適合數位與綠色轉型的職業訓練和培訓課程，以解決技能落差問題，使歐洲人才資本能有效發揮。

伍、我國數位人才培育相關策略推動現況

時值全球數位轉型浪潮下，整備數位政策、培育數位人才、強化數位環境，不僅是產業如何回應數位浪潮的關鍵課題，亦是政府打造下一世代國家發展基礎重大挑戰。數位經濟發展改變全球產業發展及工作型態，反映在未來工作技能需求變化上，高薪、高技術及低薪、低技術職業占比日漸提升。基此趨勢，培養更多數位人才及提升技能，成為適應未來環境快速變遷的關鍵策略。

為強化產業人才前端的競爭力，我國政府相關部會刻正積極推動相關數位人才培育政策，重點如下：

一、扎根中小學數位素養教育

(一)優化校園數位學習環境

為營造校園優質數位學習環境，前瞻基礎建設計畫編列「數位建設」、「人才培育建設」(由國家發展委員會統籌管考、相關部會編列預算執行)，透過建置校園智慧網路、強化數位教學暨學習資訊應用環境、提升高中職學術連網頻寬，持續改善校園的資訊網路建設，以支援雲端化及智慧化學習模式的建立。

(二)強化國民教育數位科技素養

2019 年起於十二年國民基本教育新課綱中，納入資訊科技教育（如演算法、程式設計、資料表示、處理及分析等），並融入各學科領域課程發展，以培養學生的運算思維與數位素養，厚植運用資訊科技解決問題的能力；同時為培力中小學教師資訊科技素養，開辦科技領域教師在職進修增能及第二專長學分班、科技研習活動，並推動教師共備工作坊、組織輔導團隊等經驗交流與推廣措施，協助教師發展數位學習、創新教學模式。

二、普及大學數位科技教育

(一)擴大推動資通訊數位人才培育

教育部推動專案教學計畫，以年度達成 50%學士班學生修讀程式設計相關課程為目標，透過跨校協助機制與建置開放式線上課程，提供大專校院非資訊領域學子程式設計學習機會；另透過「精進資通訊數位人才培育策略」，採外加資通訊數位領域招生名額、跨領域微學程或新型態數位人才培育模式、開放式大學等途徑，預期未來連續 11 年間，每年平均增加約 7,500 名資通訊數位人

才。

(二)建立數位能力學習成效檢核機制

為瞭解學生資訊能力，透過建立專案開發學習歷程、大學程式設計能力檢測（Advanced Placement Computer Science, APCS）等機制，檢驗具程式設計能力之高中職學生的學習成果。藉由檢測機制之推動，除了讓高中職重視資訊科學課程的學習外，亦促使大學酌訂抵免程式設計學分的相關措施，並提供大學做為選才的參考依據。

三、深化跨域數位應用人才培訓

(一)培植數位科技分析及應用技能

經濟部辦理「DIGI+跨域數位人才加速躍升計畫」，以人工智慧、資料科學與數據分析、智慧聯網、網路服務與電子商務、智慧內容等五大數位經濟領域為範疇，鏈結全國大學校院、法人研究機構以及促進企業投入，共同培育我國大三至碩士班之在學生，透過線上線下雙軸混成教學模式，讓學生可在校或課程平台修習專業知識，再透過 6 個月至法人與企業實習，以強化學生職場實戰經驗，及時接軌數位經濟產業及重點產業。

(二)提升 AI 實務解題能力

經濟部透過「AI 智慧應用新世代人才培育計畫」，以「產業出題 × 人才解題」、「課程培訓」雙軸線，同時引進國際學習資源，並搭配線上平台社群學習方式，於「做中學」及「課中學」中，透過實作與解題交流，厚植國內 AI 人才實力及加速產業 AI 化。

(三)建構教訓考用循環培育模式

為充裕產業創新發展所需人才，經濟部推動「產業人才能力鑑定」機制，產業透過職能基準與能力鑑定表達所需人才規格，連結產學研專家組成委員會，藉由本機制之推動，促進企業認同優先聘用及加薪，學校依據能力鑑定調整教學，引導國人成為產業發展所需數位人才。

四、強化產學研連結

(一)活絡高階科研人才培育

教育部透過「培育大專校院智慧科技及資訊安全碩士人才計畫」，擴大培養前瞻 AI 科技人才及智慧系統技術高階人才；科技部亦於臺大、成大、清大及交大成立 AI 創新研究中心，涵蓋 AI 核心技術、智慧製造、智慧服務及生技醫

療等主題，鏈結國際大廠跨域合作，促進多元研究交流、技術應用及產學合作。

(二)鏈結產學研夥伴關係

科技部推動「產學研發聯盟合作計畫」(REAL)，透過整合國內學研資源，搭建會員制平台以培育人才，解決業界問題，吸引具代表性的國內外企業參與，藉此促使國內產學研創新能量與全球技術領先的產業供應鏈接軌，提升研發價值。

(三)發展博士級人才實作研發經驗

為培育博士務實致用研發能力，教育部推動「產學合作培育博士級研發人才計畫」，建立論文研究由大學與產業界共同指導機制，辦理模式包括：碩博士 5 年研發一貫模式、博士 4 年研發模式、跨部會合作培育博士生實務研發模式，並爭取企業或法人研究經費；另為促進博士培育與產業連結，科技部辦理「RAISE 重點產業高階人才培訓與就業計畫」，透過法人及學研機構結合廠商的合作，提供博士級產業訓儲菁英至企業及學研機構在職實務訓練，並媒合就業或創業。

五、鼓勵創新創業

(一)形塑校園創新創業風氣

教育部推動「大專校院創新創業扎根計畫」，鼓勵開設創業實作之進階課程，另亦鼓勵學校辦理募資實戰學習課程，帶領學生團隊進行提案、簡報訓練，鼓勵學生勇於嘗試創新。

(二)促進研發成果商業化

教育部推動「建構大學衍生新創研發服務公司之孕育機制暨大學校院產業創新研發計畫」，由教授帶領博士級研發人才，與產業共同進行人才培育及創新技術研發，期將研發可實際運用於產業的關鍵技術或產品，並促成師生研發團隊到合作企業成立新的研發部門，或成立新創研發服務(RSC)公司，以共同創造產業價值；科技部透過「新型態產學研鏈結計畫」結合學界及研究機構之研發能量，以及具國際鏈結與創業經驗之專業人士的輔導能力，促進產學研合作研發成果落實於產業應用。

六、擴大國際交流

(一)連結海外創新研習資源

國家發展委員會「亞洲·矽谷推動方案」與美國矽谷知名創業學院 Draper

University 合作舉辦創業英雄營，並安排與當地創投、業界洽談交流，另科技部亦實施「博士創新之星計畫」（LEAP）、「年輕學者養成計畫」，培育臺灣高階科技創新創業人才；教育部推動「博士後研究人員獎助計畫」等計畫，選送博士赴國外企業、新創公司及知名學研機構（如 Nvidia、IBM、Intel）進行專案合作研習，培植我國優秀青年，更透過與國際人才及國外的研究機構研究與交流，活絡國人參與國際專業社群動能，激發創新發展思維，以拓展國際視野及影響力。

（二）促成海外人才及關鍵技術回臺

科技部推動「海外人才歸國橋接方案」（Leaders in Future Trend, LIFT），整合駐外單位及園區管理局，建立海外人才資料庫及國內產學研人才需求資料庫；針對海外博士、海外碩士且具 3 年人工智慧工作經驗者，或本土博士且具 3 年以上海外工作經驗者，與國內產學研機構進行線上媒合，並辦理返國媒合會，使其與臺灣產學研機構直接進行交流，以促成返臺後的就業發展。

七、提供職業再訓練機會

（一）提升就業專業技能

勞動部推動「產業人才投資方案」，結合經認證之訓練單位，除辦理一般數位技能之訓練課程外，亦配合關鍵實務人才及技能需求，開設物聯網及智慧電子等產業實務導向訓練課程，並補助參訓勞工之訓練費用，以培養數位經濟時代所需專業人才；另建置「產業人才培訓據點」，透過新興、創新研發或國家策略性產業擇定區域培訓據點，並基於該轄區就業需求，提供職業訓練，包含建立策略平台、進行產業調查、開發訓練課程綱要及辦理職前或在職職業訓練等整合式服務，培訓產業發展所需的關鍵技術人力；並鼓勵人員於受訓後直接進入事業單位工作，縮短磨合期與降低離職率。此外，為協助在地產業升級、邁向 AI 化，結合財團法人資訊工業策進會設立產業人才培訓據點，培養產業數位人才。

同時，教育部推廣「開放式大學」理念，提出「大學進修部四年制學士班彈性修業試辦方案」及「大學校院辦理多元專長培力課程」，針對「未取得學士學位的在職者」及「欲取得第二專長學士學位者」，提供修業年限延長、學分彈性累積、隨進隨出等制度鬆綁，增加在職人士回流學習之路的彈性。

在開放線上學習資源部分，透過教育部「亞洲・矽谷學院」、「臺灣人工智慧教育平台」、科技部「AI 數位學習平台」、經濟部「DIGI Talent 數位網路學院」及勞動部「勞動力發展數位服務平台」等，提供新興科技技術、數位

發展職能、微型創業等相關知識和管道，協助大眾不受時空限制，隨時自主規劃數位技能的加值學習，擴大彈性終身學習機會，累積個人專業資本，提升就業專業職能。

(二)鼓勵企業投資人力資本

勞動部推動「企業人力資源提升計畫」，補助企業辦訓費用，鼓勵企業辦理在職訓練；另考量小型企業因規模較小，自行訓練能量不足，亟需針對性的外部培訓資源輔導，亦辦理「小型企業人力提升計畫」，提供人才培訓之輔導諮詢及訓練課程，以協助小型企業健全人才培訓與發展，另經濟部推動「智慧電子學院」(企業包班)，針對單一企業或多家企業之需求規劃辦理企業內訓。

陸、結論與建議

加速數位轉型，強化國際競爭力，是我國產業發展刻不容緩的重要議題。在資通訊科技持續演進下，人才資源為數位革命之核心，如何強化數位人才培育，充裕產業轉型之人才需求，成為實現臺灣經濟政策目標之關鍵力量。數位人才培育策略應與時俱進且多管齊下，既講求針對需求有效填補人才短缺，亦扎根從教育與培訓奠定基礎。綜合前述國際間數位人才培育策略與我國現行相關政策推動現況，據以提出政策精進方向如下：

一、因應數位轉型，強化職業專業訓練

數位經濟迅速發展，數位人才不足的立即性缺口，短期間較難透過學校教育立即補足，因此短期需求可先針對在職人員進行「技能再造」(reskill)之在職培訓，打造適合數位時代未來需求的職業訓練體系，因應市場變化提供職業培訓機會，較能立竿見影。

員工數位技能是企業實現數位化轉型的關鍵，強化在職員工的專業培訓更顯重要，主要國家多規劃專案性培訓補助方案，引導企業端與培訓機構合作，並積極推動線上數位課程學習平台，支持企業透過投資技能成長和創造工作，提供終身學習的環境；協調並整合學研、培訓機構及企業，開設客製化培訓課程，擴充受訓機會，鼓勵企業自主培訓，協助企業制定專案訓練計畫或協助員工規劃技能加值學習計畫，重視軟性技能的培養，以因應未來數位科技對勞動市場之衝擊。

二、盤點職能基準，完善數位技能認證

為促進人才能力標準化，提升產業界選才效率，國際間對於發展數位技能認證制度逐漸重視，並定期與產業界溝通及進行動態調整，不但重視職業訓練的投資額度，並透過建立產業職能或技能標準的方式，作為暢通人才供需兩端的連結機制，揭示產業發展及擔任特定職業所需具備的能力要求，以規劃相對應的訓練及培育課程。

我國雖已推動職能基準，但應用狀況仍有提升空間，現行已建置職能基準發展與應用機制，建議可進一步專案規劃數位技能發展準則、開發核心數位技能並建立標準，且納入各項職能基準之共通性技能，職能基準連結教育制度、職訓課程、認證制度及證照/能力鑑定考試；尋求企業支持及引導學校活用，提升證照/證書之實質效用；完善數位技能之認可機制，除可活用職能基準，協助考訓用連結外，亦有助於吸引國人透過此體系，有系統地強化自身工作技能。

職能基準與應用機制，應與產業發展所需專業職能有效連結，因應數位科技趨勢及產業快速發展，政府部門應持續投入諮詢與輔導資源，協助依產業需求發展或精進調整數位相關職能基準，並以職能基準發展能力鑑定，促進企業優先聘用及加薪。

三、調適教育學制，擴增人才供給質量

未來 STEM 人才將是影響一國數位轉型的重要關鍵，各國無不積極投入培育。為使數位技能培育能緊密契合變化快速的市場需求，主要國家多有調整教育學制之規劃；因應數位經濟快速發展，近年來我國雖開始關注 STEM 學科，惟受少子化趨勢影響，且為充裕產業所需人才，仍需彈性調整現行教育學制，增聘 STEM 領域系所師生員額及課程；擴充 STEM 領域系所碩博士班招生名額及學士員額，同時鼓勵大專校院非資通訊專業系所，開設跨領域數位科技課程等。

此外，性別平等亦為主要國家持續關注議題，我國女性人才資源(如女性投入科技領域的比率)仍有相當提升空間，應持續鼓勵女性投入 STEM 教育及從事科技研發，有助改善性別平衡問題及提升我國整體數位科技發展動能。

四、產官學研共育，深化研發創新應用

臺灣產業發展過去以橫向發展為主，但現今應力求縱向發展，政府所提核心戰略產業的發展思維，人才即為其中一環，產官學研應相輔相成，共同培育

人才，以達國家重點發展目標。

為有效整合各方資源與需求，強調公私夥伴關係，產學合作鏈結資金與市場，選定特定轉型關鍵領域及國家戰略產業，培育國家重點領域人才，滿足核心戰略產業發展所需；如強化地方政府、產業、學校與培訓機構合作機制，開辦產學專班、增設專業學院及研發創新基地等，或提高企業捐贈費用租稅優惠，促進產官學研合作共同培育所需人才。

五、運用數位資訊平台，加強就業媒合

為強化培育人才之就業率，掌握就業市場趨勢與機會，建構完善之就業服務亦為重要一環；建議運用大數據分析等技術，積極開發並整合就業機會與創業資源，建置網實合一平台，依專業專長、區域分類，蒐集盤點人才資訊，加強我國各地區與產業的人才需求訊息，透過提供即時資訊增強就業媒合效率，培育並留用人才。

我國在職業與技能資訊方面，雖已累積豐富的資源，如 iCAP 職能發展應用平台、iPAS 產業人才能力鑑定推動網、臺灣就業通、Jobbooks、工作優升學、行業職業就業指南等，涵蓋了工作內涵、學歷要求、知識技能需求、薪資水準、職涯路徑、職能基準、職訓課程、技能檢定等資訊，惟相關資訊散見於不同平台網頁，資源運用相互重疊且可能產生相同職業項目不同職業資訊問題。因此，如能進一步整合相關資訊，整合一站式且單一的職業資訊，將可增加資訊的實用性及使用上的便利性，減少資源重疊問題，提供學子及在職者規劃未來職涯發展之參考。

六、提高法令財務誘因，營造育才環境

為強化引導企業投入員工培訓，建議擴大投入鼓勵企業辦訓資源，並加強對企業提供訓練輔導服務，協助建立辦訓體系，引導企業自主投入員工培訓，同時針對重點領域之人才培育研議訂定專法，不受現行規範限制，專案訂定合宜機制，另研議提供人才培育支出費用稅賦抵減優惠，提高企業辦訓誘因。

七、鼓勵公私齊力培育，倡議投資人才

數位化影響國家及產業競爭力，數位人才將是實現臺灣經濟政策目標的必要條件，應積極倡議人才培育，鼓勵公私部門對於人才技能的投資，提供員工更佳的培訓機會；鼓勵企業自主培訓，呼籲產業應重視企業社會責任，提供多元的學習途徑，擴充受訓機會，促進產業升級轉型。

臺灣作為中型經濟體，唯於數位產業能發揮優勢及關鍵影響力，時值全球數位轉型浪潮下，且面對美中貿易戰、科技戰延燒、COVID-19 加速供應鏈重組、香港反送中地緣政治衝擊等國際局勢，臺灣應掌握全球產業供應鏈分工與結構重組、美中競爭下經貿新秩序及新消費與生活模式興起，為我國產業帶來產業格局翻轉之契機；後疫情時代超前部署數位發展建設、公私協力前瞻布局，優化國內就業環境及留才條件，一方面培育本土數位人才，擴大人才供給來源，善用人才資源，強化產業競爭力，促進產業升級發展，一方面擴大產業人才發展舞台，以總體經濟思維擴大國內市場並接軌國際，作為振興經濟與加薪的同步目標，讓人才呈現正向的循環流動，相較憂心人才流失，是更為積極的政策作為。

柒、參考文獻

1. 陳德華、胡茹萍（2020），技職教育之破與立，中華民國技職教育學會。
2. 阮孝齊（2019），STEM 理工教育的挑戰及歐美各國的教育作為，經濟部產業人才發展資訊網。
3. 蔡進雄（2019），各國推動 STEM 教育的新動態，國家教育研究院電子報第 180 期。
4. 駐德國代表處教育組(2019)，德國雙軌式職業教育已準備好面對未來，https://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows_sn=22833，教育部電子報。
5. 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，<http://fepaper.naer.edu.tw/>
6. 黃月純（2019），韓國迎向未來工作之大學人才培育計畫，<https://www.italent.org.tw>，人才快訊電子報。
7. 蘇怡文（2019），南韓設立創新學院力拼第四次工業革命，<https://www.italent.org.tw>，產業人才發展資訊網。
8. 王玳琪、李佩容（2018），英美中 AI 人才政策解讀，科技政策與研究資訊中心。
9. 國家發展委員會(2016)，「亞洲·矽谷推動方案」。
10. 國家發展委員會(2020)，「中華民國人口推估（2020 至 2070 年）」。
11. 國家發展委員會(2020)，「2021 至 2030 年我國數位人力需求推估」。
12. 國家發展委員會網站，產業人力供需資訊網
<https://theme.ndc.gov.tw/manpower/>
13. 國家發展委員會(2020)，國家發展計畫(110 至 113 年)。
14. 行政院(2017)，「數位國家·創新經濟發展方案（DIGI+）」。
15. 行政院(2018)，「臺灣 AI 行動計畫」。
16. 行政院主計總處網站，<http://www.dgbas.gov.tw/>。
17. 科技部(2017)，「RAISE 重點產業高階人才培訓與就業計畫」。
18. 科技部(2018)，「產學研發聯盟合作計畫」。
19. 教育部(2018)，「十二年國民基本教育課程綱要」。
20. 教育部(2019)，「精進資通訊數位人才培育策略」。

- 21.勞動部(2019)，「產業人才投資方案」。
- 22.勞動部(2018)，「企業人力資源提升計畫」。
- 23.經濟部「iPAS 產業人才能力鑑定推動網」，<https://www.ipas.org.tw/>。
- 24.經濟部(2017)「跨域數位人才加速躍升計畫」，
<https://www.digitalent.org.tw/plan.html>。
- 25.日經中文網(2019)，日本政府擬每年培養 25 萬 AI 人才。
- 26.日本經濟產業省網站。<https://www.meti.go.jp/>
- 27.日本經濟產業省商務情報政策局網站。<https://www.ipa.go.jp>
- 28.AI Singapore (2020)，from <https://www.aisingapore.org/>
- 29.American AI Initiative (2019)，from <https://www.whitehouse.gov>
- 30.Asgard(2018),The Global Artificial Intelligence Landscape, from
<https://asgard.vc/global-ai/>
- 31.Digital functional skills qualifications, from
<https://www.gov.uk/government/consultationsdigital-functional-skills-qualifications>
- 32.European Commission(2020), A New Industrial Strategy for Europe,from
<https://ec.europa.eu/>
- 33.OECD(2019),Artificial Intelligence in Society, OECD Publishing.
- 34.OECD (2019),The Future of Work : Employment Outlook 2019 (2019 Edition),OECD Publishing.
- 35.OECD (2019),Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives, OECD Publishing, Paris. From <https://doi.org/10.1787/9789264312012-en>
- 36.Planes-Satorra, S. and C. Paunov (2019), The Digital Innovation Policy Landscape in 2019, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 71, OECD Publishing, Paris. from https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/innovation-policies-in-the-digital-age_eadd1094-en
- 37.IMD World Competitiveness Center (2019),IMD World Digital Competitiveness Ranking 2019,from <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings>
- 38.Korea Advanced Institute of Science and Technology, from
<https://cs.kaist.ac.kr/education/graduate>

39. The White House (2019), from Accelerating America's Leadership in Artificial Intelligence, from <https://www.whitehouse.gov/articles/>
40. UK Industrial Strategy, from <https://www.gov.uk/government/topical-events/the-uks-industrial-strategy>
41. World Economic Forum (2020), The Future of Jobs ,from <https://www.weforum.org/>

捌、附錄 2020 年新版歐洲技能議程(European Skills Agenda)概要

2020年7月歐盟執委會提出新的歐洲技能議程(EU Skills Agenda)，針對疫情後的新需求打造新的技能升級計畫，提出12大行動方案：

- 一、歐洲技能協議(EU Pact for Skills):旨在動員所有合作夥伴提供更多更好的培訓機會，在產業和技能生態系統中鼓勵公私部門投資。
- 二、加強技能智慧 (skills intelligence)：如使用職缺大數據分析，提供有關技能需求的線上即時信息。
- 三、支持成員國技能升級行動：與成員國合作制定現代和綜合的國家技能戰略，並與公部門職業介紹所合作實現這些戰略。
- 四、促進永續競爭力、社會公平和韌性的職業訓練和培訓:採用新方法使職業訓練和培訓更現代化，適合數位時代和綠色轉型。
- 五、推行歐洲大學計畫並提高科學家技能：在歐洲高等教育機構之間建立長期的跨國聯盟，並為研究人員開發一套核心技能。
- 六、支持綠色和數位轉型的技能：開發一套核心綠色技能，並透過數位教育行動計畫和ICT速成培訓課程提高數位技能。
- 七、增加STEM畢業生並培養企業家和橫向(transversal)技能：鼓勵年輕人(特別是婦女)學習STEM課程，加強企業家與橫向技能課程。
- 八、生活技能：支持所有人生活學習，包括媒體素養、公民能力、財務、環境和健康素養等方面。
- 九、個人學習帳戶倡議：將探討可移動和經過質量檢查的培訓資格是否以及如何幫助激發所有人終身學習。
- 十、微型證書(micro-credentials)：將建造歐洲標準，幫助認可微型(指短期、具有針對性或線上)訓練課程成果。
- 十一、新的Europass(歐盟履歷表)平台：改造升級Europass平台，提供29種語言簡歷編寫和指南及專屬的工作建議與就業訊息。
- 十二、吸引成員國和私部門對技能的投資：大幅提高歐盟預算以促進成員國和私部門對技能升級計畫進行投資；致力於提高技能投資透明度，並探索新的融資機制來激勵投資。