

新興科技對未來勞動市場的挑戰與因應*

林曉嬋**

壹、前言

貳、新興科技對就業需求之影響

參、新興科技對工作型態之影響

肆、新興科技對社會公平之影響

伍、結論與建議

陸、參考文獻

摘 要

隨新科技的快速崛起，徹底翻轉現行的工作樣態，使得各界更加關切未來勞動市場的變化。為了解科技對勞動市場所帶來的可能威脅與機遇，本研究透過文獻的蒐集，聚焦未來就業需求、工作型態、社會公平等3大面向之轉變，並獲致以下結論：(1)新科技勢必造成勞動力的重新配置，即使整體就業情勢尚未明朗；(2)未來就業需求呈高技術/高薪工作及低技術/低薪工作兩極化發展；(3)機器與人力分工改變下，具人類相對優勢的軟實力重要性提高；(4)新科技促使新工作模式興起，同時提高勞動市場的彈性及不穩定性；(5)新科技擴大貧富不均，利益將集中於資本所有者及高階技術工作者。本研究另就我國現行制度與社會現況，於培育體制、勞動制度、所得分配等面向提出相關建議。

* 本文參加國家發展委員會107年度研究發展作品評選，榮獲產業及人力政策類優等獎。

** 作者為人力發展處科員。

壹、前言

驅動未來工作轉變的因素眾多，例如全球化與新興市場的崛起、人口結構少子高齡化的發展、科技的進步與突破、社會價值觀的改變、資源稀缺與氣候變遷等，其中，科技的影響，尤其在物聯網、雲端運算、大數據、機器人及人工智慧等新科技快速崛起下，各界對於「機械取代人力」的擔憂日益浮現。牛津大學(Oxford University)研究人員 Frey 與 Osborne 於 2013 年所發表的《未來就業：工作電腦化的可能性有多高？》(The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?)即指出，在未來 20 年內，美國將有高達 47% 的工作可能實現自動化，而這衝擊性的結果亦引發了國際間廣泛的討論，同時也開啟了相關議題的研究熱潮，除了工作消失及就業機會等量化研究外，許多國際組織或研究單位亦針對不同勞動層面議題提出了質化分析，如技能需求的未來調整、工作型態的可能轉變，所得分配的負面衝擊、社會政策的必要調適等研究。

有鑑於新科技將不斷的演進發展，深度融合且廣泛滲透至經濟社會的各個面向，導致生產製造、商業營運甚至生活型態產生顛覆性改變，並成為經濟成長的新動力，也因此，各國政府無不磨拳擦掌，以期取得產業發展先機，而我國也不例外。為能迎上這波數位潮流所帶動的產業轉型發展契機，我國政府刻正積極推動相關政策，如「數位國家·創新經濟發展方案」、「5+2 產業創新計畫」、「台灣 AI 行動計畫」等計畫，期能帶領我國產業突破發展僵局，藉由科技驅動下一波的經濟成長。

面對新興科技持續深化的未來，如能及早了解並正視科技對勞動市場所帶來的可能威脅與機遇，將有助於政府於推動科技創新的同時，預先規劃相應的配套措施，以降低新興科技對社會的負面衝擊，並擴大新興科技帶來的正面效益。爰本研究擬透過蒐集國內外相關文獻研究，整理出各界所關切的主要議題及因應方向，提供做為政府擬定相關配套措施之參考。

本研究分為 4 大部分，於第貳章彙整各文獻對於未來工作機會、可能消失及新興的工作、技能需求方向的想法，第參及肆章，則收集新興科技對未來工作型態、社會公平的影響及其原因，最後於第伍章綜合前述研究結果，並就我國當前狀況提出相關政策建議。

貳、新興科技對就業需求之影響

一、勞動力的重新配置

過去，在傳統的自動化設備導入下，部分高風險、單調且得以標準化的生產工作(如生產線)已漸被機械所取代，導致工業人力需求降低；而未來，在大數據、深度學習、雲端運算及物聯網等新興技術逐漸成熟下，人工智慧應用將呈指數式發展，使產業得以朝向電腦化、數位化及智慧化轉型，並進入所謂的第四次工業革命時代。然而，人工智慧除了可使自動化生產設備更加智慧外，其應用更是擴及各個領域，諸如金融、醫療、交通、物流、農業等，甚至有機會跨足一般認為極具人類優勢的藝術創意領域。由於人工智慧預期可提供比人類更精準的決策、更複雜的判斷以及更高效的生產，意味著未來的科技將不再只是取代技術含量低、重複性高、偏重勞力性質的工作，就連技術水準較高、著重腦力的白領工作也可能面臨喪失工作的風險。因為這些新科技的應用遍及各行各業，其影響既廣且深，也因此使得各界對於機器取代人力、失業上升的擔憂更加擴大。

依據目前的文獻研究顯示，新科技對就業市場將同時存在正反兩面影響，部分行/職業將因自動化導入、外包服務興盛而減少工作機會，與此同時，新科技發展的需求、人口結構的轉變，以及生產力提升伴隨消費增加所帶來的外溢效果，亦可能為部分行/職業直接或間接創造出額外的工作機會，甚至是新類型的工作。如美國舊金山灣區委員會經濟研究所(A Bay Area Council Economic Institute)於2012年研究即指出，當高科技部門創造出1個工作，將可為當地其他商品及服務部門產生約4.3個工作機會，遠高於傳統製造部門所能創造的1.4個工作機會；另外，Goos等人(2015)亦針對歐洲地區的高科技工作乘數(high-tech job multiplier)進行估算，研究顯示每1個高科技工作將可為該地區創造5個低技術工作。

在兩者的拉、推力作用下，對整體就業的確切影響目前仍存在爭議。樂觀派的支持者以過往技術革命的歷史經驗為例，認為長期來看，技術進步為整體社會所帶來的正面效益將遠大於負面衝擊，雖然部分工作面臨被取代危機，但新科技在創造新產品及新服務商機的過程中，將衍生出更大量的新工作，如WEF(2018)報告預測，機器人革命將於5年內創造出1.33億個新工作機會，多過於被取代的7,500萬個工作，使就業機會淨增加5,800萬個。

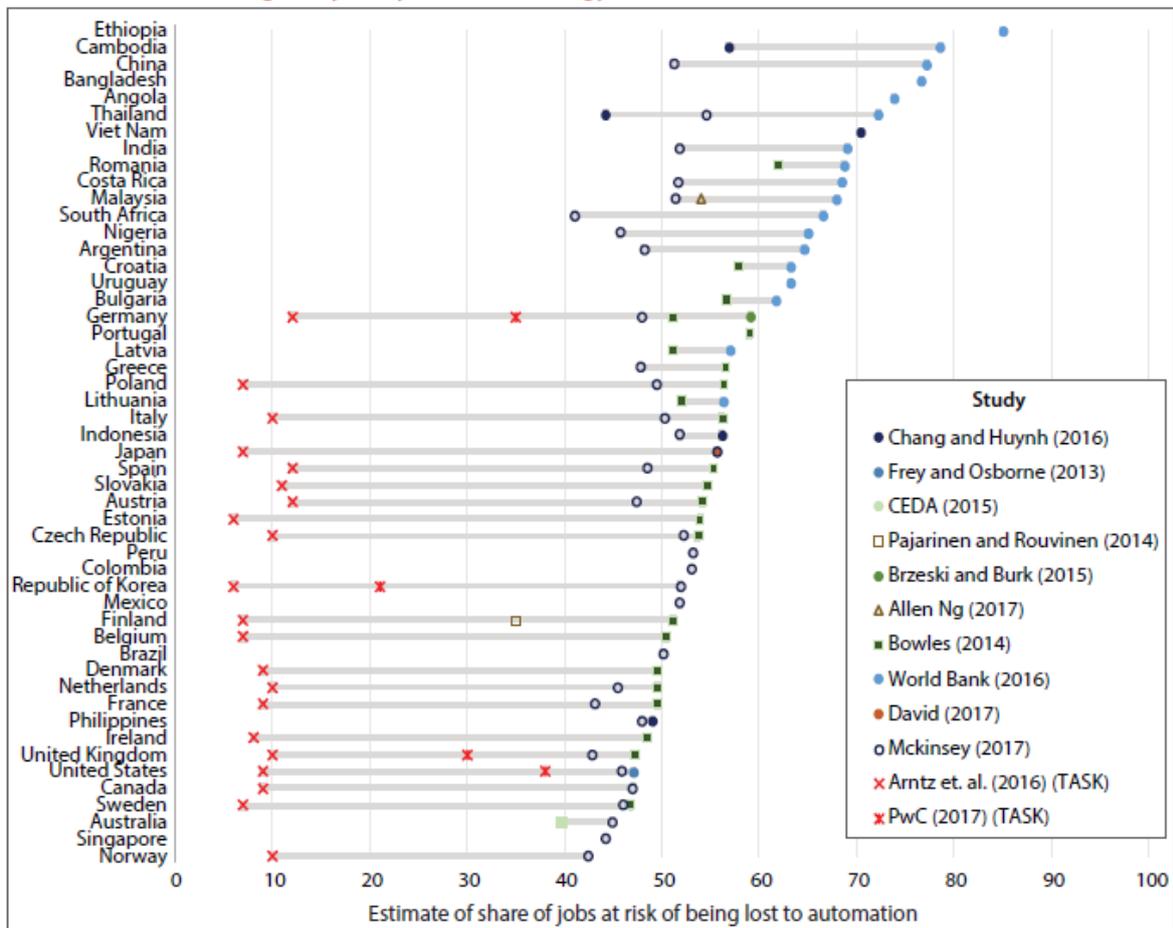
悲觀派支持者則持有以下2個論點，一是認為雖然長期而言技術進步具有正面效益，但在過渡時期，整體社會及就業勢必面臨重大衝擊，導致失業率的大幅上升；其二是認為此次的技術革命不同以往，將帶來更強大、更劇烈的破壞，然而依當前技術革新的性質與方向，並不足以創造足夠數量的工作來防止大量失業

的發生。

另外，工作自動化潛力評估方法上的分歧，也是各文獻對於新科技影響看法不一的原因之一。在一個「職業」(occupation)是由多項「工作任務」(task)組成的狀況下，近期文獻認為，科技進步係取代部分「工作任務」，雖亦將改變工作的內容、執行方式及需要的執行人數，但未必可使整個「職業」消滅，因此指出過往以「職業」做為評估基礎(如 Frey and Osborn, 2013；Bowles, 2014)所估算出來的工作自動化風險，將存在高估的問題。在改用「工作任務」做為評估單位(如 PwC, 2017；Arntz et. al., 2016)後，各國可能面臨的工作自動化比率已大幅下降，如圖 1 所示，顯示自動化或許未必如大家原先所擔心的會取代大量工作。惟不少文獻亦提醒，基於計算上的限制，自動化影響評估多僅考量技術的可行性，現實中尚有經濟、法律、監管、社會接受度等諸多條件的限制，因此各文獻所估算的結果或可做為提醒及預警，但不會等同於實際的就業損失。

綜上，各文獻研究對於未來的工作自動化比率、就業淨變動量及變化時間點等的看法仍存在分歧，且在各國技術擴散程度、國情及政治制度差異下，亦有不同的結果，惟近期的文獻對於未來的就業前景仍多抱以樂觀看法(如 PwC, 2018；OECD, 2017；UN, 2017；McKinsey & Company, 2017；IPPR, 2017；Gartner, 2017)，認為整體而言，未來仍有潛力創造出足夠的就業機會來抵銷因自動化造成的就業損失。

Range of estimates of the share of jobs at risk of being lost to automation from artificial intelligence and advanced technologies, by study and methodology



Source: UN/DESA, based on various studies.

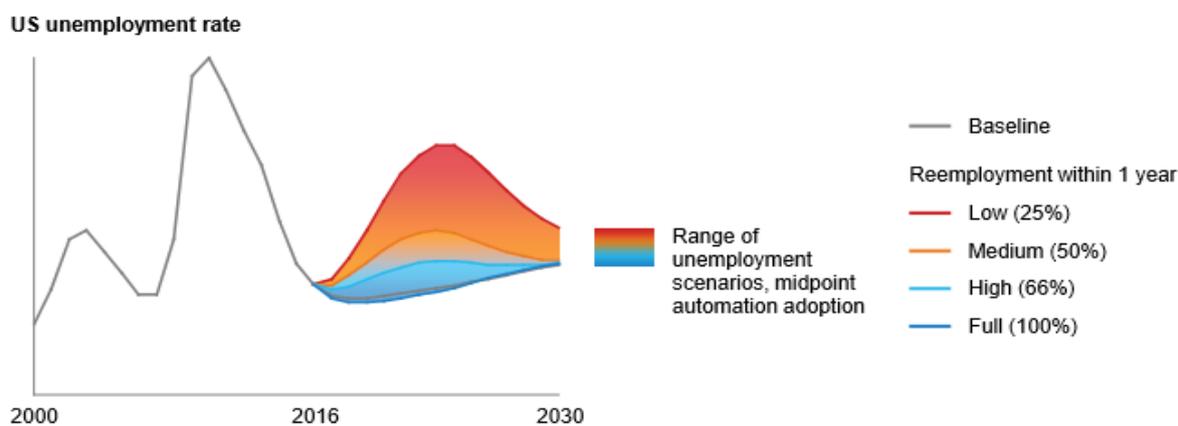
Note: (TASK) refers to studies that estimate the effect on jobs using a task methodology. All others rely on a survey that ranks entire jobs being at high, middle or low risk of being automated. See Arntz et al. (2016) for further explanation.

圖 1 各文獻自動化風險評估結果之比較

雖然新科技可望為整體就業帶來淨增長，但由於不同行/職業的自動化影響程度存在差異，仍將導致行/職業間就業需求的此消彼長，使得工作者面臨技能提升及跨行/職業移轉的壓力。McKinsey & Company(2017)研究指出，至 2030 年，雖僅有不到 5%的職業可全面自動化，但仍有近 60%的職業面臨至少 3 成工作任務被自動化取代的可能，屆時全球將有 0.6 至 3.75 億個工作者被迫轉換新工作。UN(2017)則提醒，各界應將對於未來普遍失業的擔憂，轉為關注未來可能出現的低度就業(underemployment)問題，諸如工作時間不足、所得偏低、教育與職業不相稱等勞動力重新配置的陣痛期間可能浮現的問題，將可能使一國勞動者無法充分發揮其生產力。

另外，即便預期未來有大量的新工作機會，但新工作的產生往往需要時間，且所需求的工作技能必然不同於舊工作，因此，科技性失業者是否具備可協助其快速重返勞動市場的工作技能，將左右著未來一國勞動市場的安定性。圖 2 為

McKinsey & Company(2017)針對不同再就業情境所進行的未來失業率模擬分析，結果指出當再就業率(reemployment rate)越低時，失業問題將越擴大，長期下來，將可能導致薪資水準的下降。



NOTE: These unemployment scenarios based on reemployment rates are hypothetical simulations derived from McKinsey & Company's Global Growth model.

資料來源：McKinsey & Company (2017), “Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation.”

圖 2 不同再就業情境對未來失業率之影響模擬

二、勞動需求的兩極化發展

(一)易受自動化衝擊的工作類型

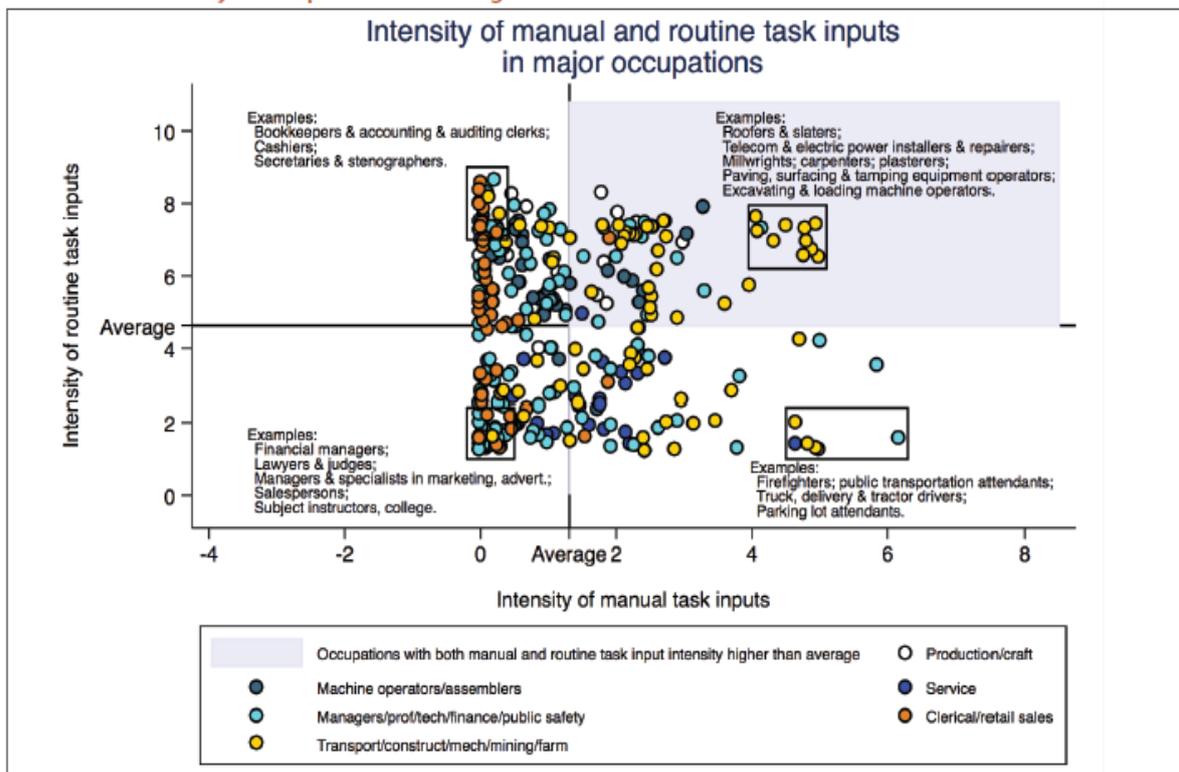
相較於自動化風險機率、就業淨變動量等量化分析，各文獻對於容易受自動化衝擊的工作類型較有一致性的看法。

近期文獻(如 UN, 2017；WTO, 2017)將工作任務依 2 個面向進行劃分：體力(manual)及認知(cognitive)、例行(routine)及非例行(non-routine)，並指出「例行性體力」及「例行性認知」型工作被取代的危險係數最高。例行性工作因具重複性質且有明確的規則(可數據化)可循，因此成為自動化下首當其衝的工作類型；相反地，非例行性工作因多具靈活性、複雜性、互動性及創造性等難以透過自動化線性處理的工作，受自動化衝擊的機會相對較低。

觀察各類工作任務的主要職業分布(如圖 3)，「例行性體力」及「例行性認知」型工作多屬於中階技術、中等薪資之職業，例如電銷/客服人員、會計人員、機械操作人員等，而這類工作除了受自動化威脅外，也是外包市場的主要種類，世界銀行(2016)預估未來此類就業需求將降低，並對其薪資水準產生負面影響。「非例行性認知」型工作則主要分布於管理人員、技術專業人員等高技術且高薪資的職業，由於進入門檻較高，且多具備複雜問題解決、人際溝通等與科技互補的能力，在新科技持續發酵下，相關人力需求可望增加，薪資水準亦將隨之向上提升。而

「非例行性體力」型工作，如居家照護、園丁、清潔等低技術、低薪資之職業，除了因技術成本或可行性等限制尚不易遭自動化取代外，低廉的勞動力與較低的就業條件亦將使企業衍生出對該類人力的需求；惟在薪資變化上，由於自動化釋出的中階技術人力加入競爭的關係，將使薪資水準不升反降。世界銀行(2016)對於各類工作任務之未來就業及薪資預期可詳見表 1。

Classification of major occupations according to routine and manual tasks



Source: UN/DESA, based on Autor and Dorn (2013).

Note: The data covers 330 occupations that are grouped into six major occupation groups as per Autor and Dorn (2013). Intensity of manual and routine task inputs are measured on a zero to ten scale. For the 5 per cent of occupations with the lowest manual task inputs, their manual task inputs are uniformly set to the 5th percentile. The label "average" on the x-axis and y-axis denotes the means of manual and routine task inputs across all 330 occupations, respectively.

圖 3 例行及體力型工作任務之職業分布

表 1 科技進步對就業機會及薪資的預期影響

職業類別(依技術密集度)	對就業機會的影響	對薪資的影響
高階／非例行性認知	正面	正面
中階／例行性認知及體力	負面	負面
低階／非例行性體力	正面	負面

資料來源：World Bank (2016), "World Development Report 2016: Digital Dividends."

由上，可知科技的發展及其對工作取代的影響，將使未來職業需求朝向高技術及低技術工作兩極化發展，而這樣的發展，也使得薪資出現兩極化現象，高薪者薪資上升、低薪者薪資下降等問題。

若以行業別觀之，各行業的自動化影響程度將視該行業中不同自動化程度的

工作任務組成占比而定，若一個行業中從事例行性工作任務的職業占比較高時，其自動化風險亦將較高。由於各文獻對於各產業自動化風險評估結果稍有差異，且一國的產業供應鏈定位，將影響行業中的人員配置，進而影響各行業的自動化衝擊程度，惟整體觀之，「批發及零售」、「製造業」及「運輸及倉儲」等行業因可預測的體力勞動或單純數據收集處理等例行性工作含量較高，受自動化影響的可能性將較高；而「教育服務」、「健康照護及社會工作」等行業則因多涉及專業知識、與他人互動等工作而較難被自動化取代(PwC,2018；MGI,2017；IPPR,2017)。

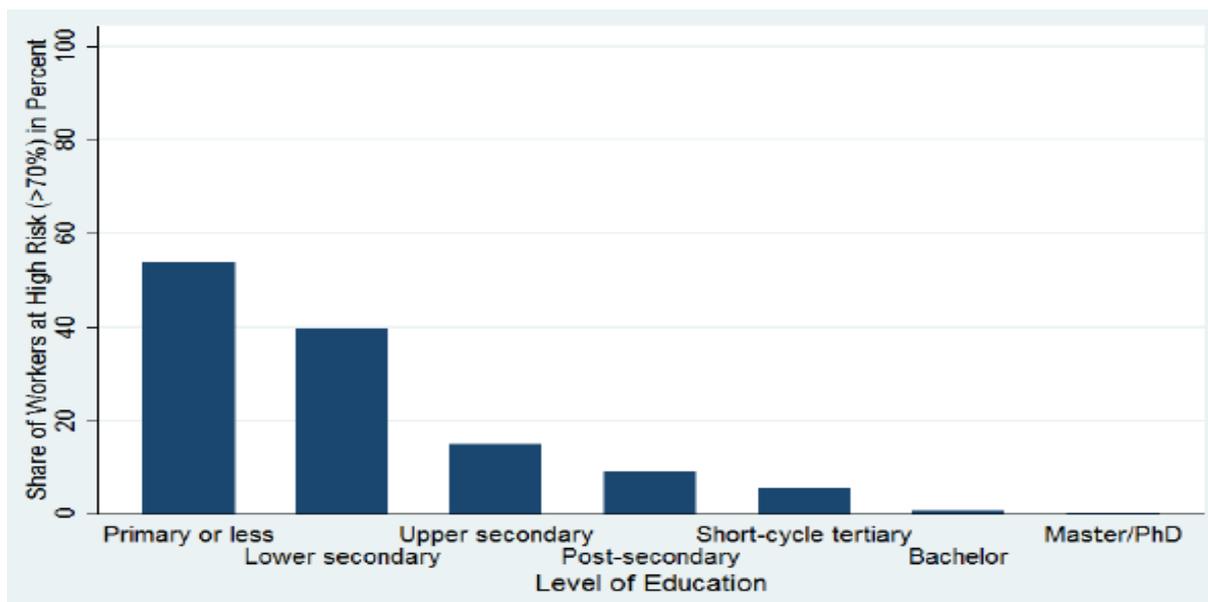
PwC(2018)另根據自動化技術的進展，觀察不同時期所受衝擊的行業別。如表 2 所示，短期來看，由於「金融服務業」部分工作涉及純數字分析，成為首波受影響的行業；長期而言，在無人駕駛技術的成熟以及運用規模擴大下，「運輸及倉儲業」被自動化取代的比例將較高。

表 2 不同自動化發展階段對工作的影響

三波自動化衝擊	影響的任務類型	影響的行業
2020 年代早期—演算法的衝擊	結構化數據分析的自動化，簡單的計算工作將被取代，如金融服務	金融及保險、資通訊、專業、科學及技術服務等數據驅動型產業
2020 年代晚期—增強效益的衝擊	重複性工作、資訊交換及半結構化數據分析的自動化，如無人機、倉儲機器人、半自動車輛等	除金融及保險業持續受影響外，尚包括辦公室支援人力占比重較高的公共及行政管理、製造業、運輸及倉儲等產業
2030 年代中期—自主化的衝擊	常規性任務進一步自動化，並可在沒有或極少人為參與下做決策及行動，如完全自主的無人駕駛	營建、用水供應及汙染整治、運輸及倉儲等受全自動化機器及車輛發展影響的產業

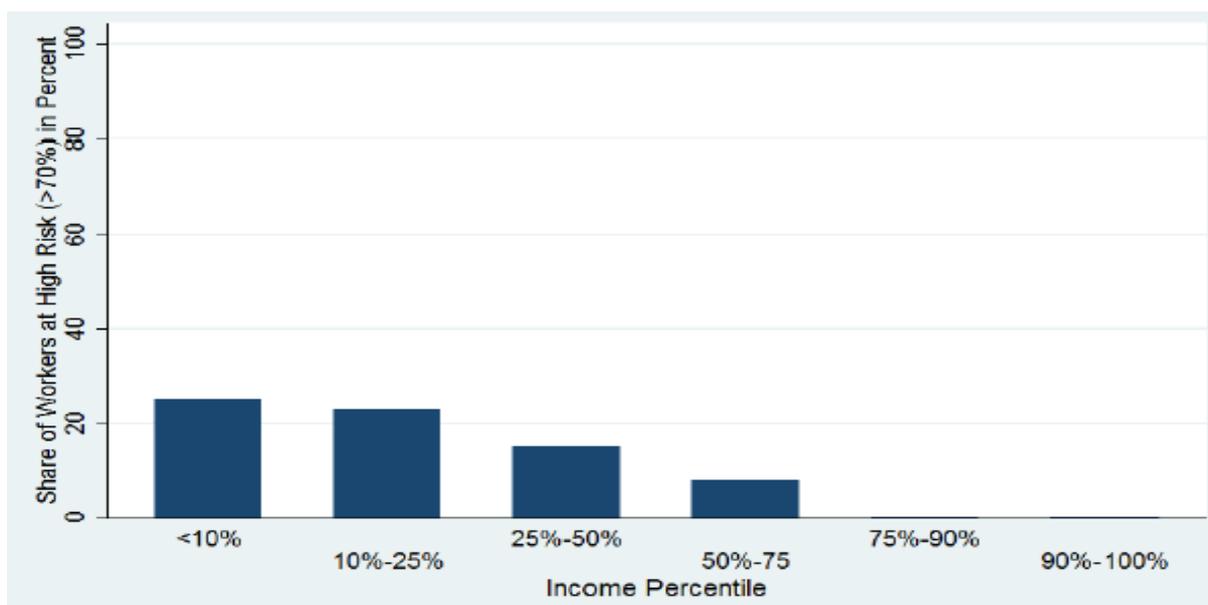
資料來源：PwC (2018), “Will robots really steal our jobs? - An international long term impact of automation.”

此外，不同教育程度及所得水準，所受到的自動化影響也將有所不同。儘管不同文獻對於影響程度的衡量結果有所差異，但可確定的是，教育程度或所得水準越低，受到自動化衝擊的機會亦將越高，如圖 4、5 所示。由於受過高等教育的工作者通常對技術變革的適應力較強，且複雜問題解決、批判性思考等難以自動化的技能亦多源自於高等教育的訓練，因此相對不易被自動化取代。相同地，所得水準越高者，越有足夠資源能夠用以提升自身工作技能及培養面對環境變化的能力，被取代的可能性也因此較低。



資料來源：OECD (2016), “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries”

圖 4 自動化風險程度—按教育程度分



資料來源：OECD (2016), “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries”

圖 5 自動化風險程度—按所得水準分

綜合以上分析，不同的工作任務、行/職業、教育程度以及所得水準均受不同程度的自動化影響，分析結果另綜整如表 3。

表 3 自動化影響程度—按工作任務、教育程度及所得水準分

項目	按工作任務分 ^{註1、註2}	按教育程度分		按所得水準分	
		相關職業	相關行業		
易受自動化取代	例行性的體力及認知型工作，例如涉及可預測體力工作(81%)、數據處理(69%)及數據蒐集(64%)等任務項目，通常屬中階技術/中等薪資類型工作	如辦公室及行政助理人員、生產及機械操作人員等	如批發及零售、製造業、運輸及倉儲等	教育程度越低	所得水準越低
不易受自動化取代	非例行性的體力及認知型工作，例如涉及不可預測體力(26%)、顧客互動(20%)、專業知識運用(18%)及管理(9%)等，通常分屬高技術/高薪及低技術/低薪類型工作	如管理人員、專業人員、照顧服務人員等	如教育服務、健康照護及社會工作等	教育程度越高	所得水準越高

註：1.McKinsey & Company (2017)將工作任務區分為管理、專業知識運用、顧客互動、不可預測體力、數據處理、數據蒐集以及可預測體力等 7 大類。

2.括弧數字表示可被自動化取代的工時占比。

資料來源：由本研究綜整文獻結果而得 (McKinsey & Company,2017; PwC,2018; IPPR,2017; OECD,2016; Frey and Osborn, 2013)。

(二)未來需求增加或新興的工作

如前所述，科技在取代既有工作的同時，也會創造出新的工作機會，而這些新工作機會預估將多分布於高階及低階技術上，除了因受限於目前的技術發展或技術成本而不易被自動化取代外，在新技术的研發及應用需求逐漸擴大下，也將帶動相關高端技術人才、IT 輔助性人才需求的提升。此外，新科技帶來的生活水平提高以及人口結構老化趨勢，亦使未來對於醫療服務、消費性商品、教育商品等衍生性需求增加，間接增加相關人員需求。在需求量上，PwC(2018)認為，科技領域相關的高階工作需求雖會增加，但可增加的量相對較少，未來多數的工作機會將是來自於因生活水平提升所間接衍生出的非交易型服務需求。

另外，依據 McKinsey & Company(2017)所公布的 2030 年先進國家人力需求推估結果，亦可看出對於未來人力需求兩極化的預期。McKinsey & Company 綜合考量 6 個可能改變全球工作需求的重要趨勢，包含(1)新興經濟體的所得及消費增加、(2)人口老化、(3)技術發展與應用、(4)基礎設施與建設的投資、(5)再生能源及能源效率的投資、(6)無酬家務工作市場化等，估算出不同職業的淨人力需求狀況，如表 4 所示，其預估未來的淨需求將多分布於健康照護(如個人照顧助理、

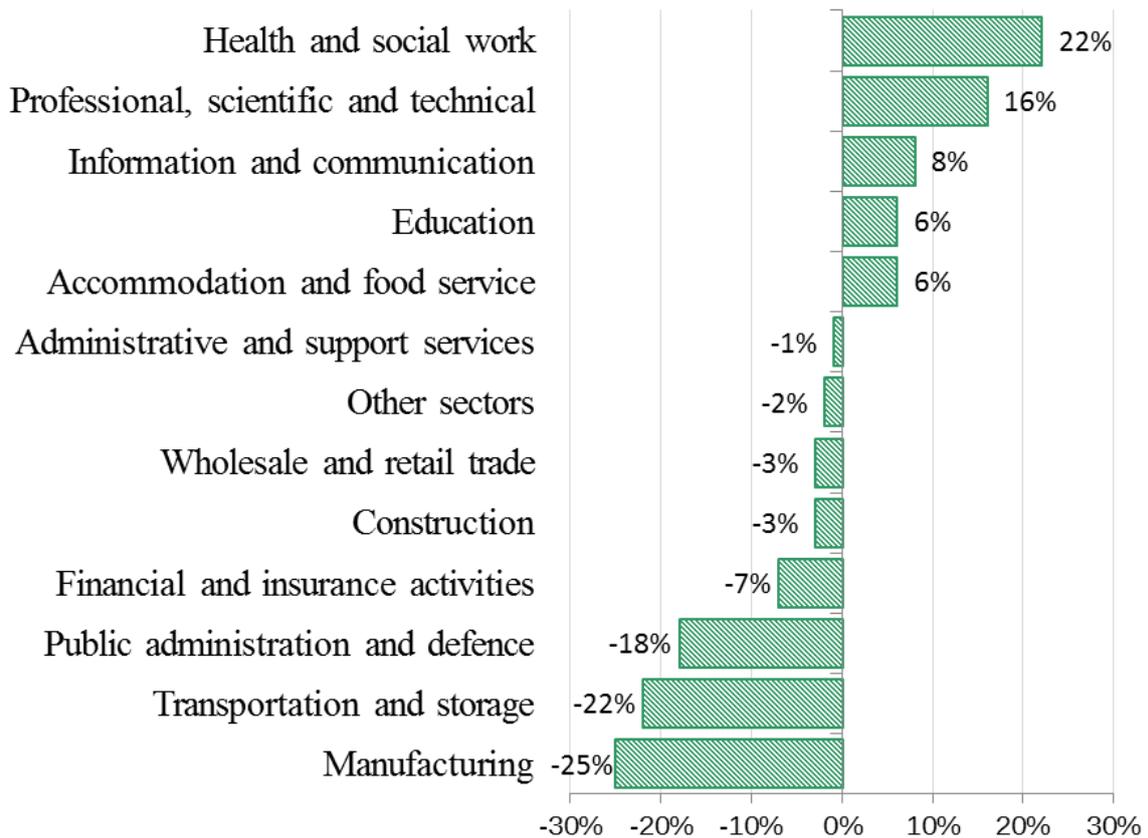
家庭健康助理等)、專業人員(如會計師、工程師及科學家)及高階管理人員等工作，而 IT 專業技術人員需求量雖然相對較小，但可望持續成長。

表 4 2030 年先進經濟體之職業淨人力需求情形

未來人力淨需求狀況		職業類別
多 ↑ ↓ 少	淨增加	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 淨增加較多：照護提供者(care providers)、專業人員(professionals)、高階管理人員(managers and executives) ➤ 淨增加較少：專業技術人員(tech professionals)、施工人員(builders)、教育人員(educators)、創作人員(creatives)
	維持平衡	顧客服務人員(customer interaction)
	淨減少	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 淨減少較少：不可預測的體力工作(unpredictable physical)、辦公室支援人員(office support) ➤ 淨減少較多：可預測的體力工作(predictable physical)

資料來源：McKinsey & Company (2017), “Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation”，本研究整理。

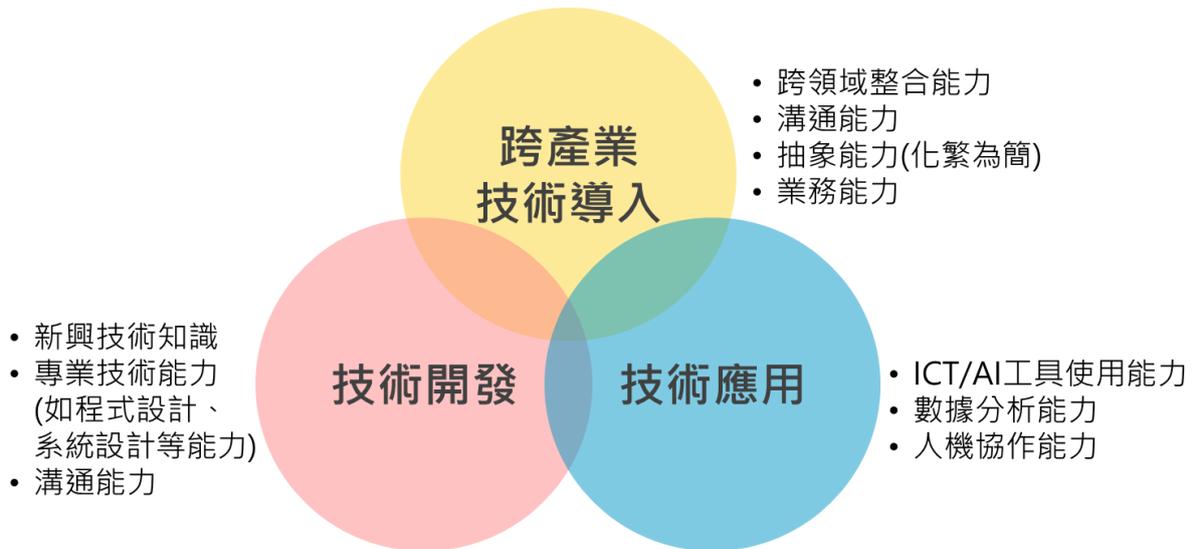
PwC(2018)亦針對 AI 對英國未來 20 年淨工作變化進行預測(如圖 6)，未來淨新增工作最多的行業同樣是以醫療領域為大宗，其次為專業、科學及技術領域(包含法律、會計、建築、廣告等)，而淨減少最多的行業則包含製造業、運輸及倉儲、公共行政，與 McKinsey & Company(2017)之淨職業需求推估結果相呼應。



資料來源：PwC(2018), “UK Economic Outlook”，本研究繪製。

圖 6 2017-2037 年 AI 發展對英國既有工作之淨影響—依行業別分

除了針對整體面的行/職業別人力需求進行推估外，部分國際文獻更進一步點出新科技發展所可能帶來的新興工作類型(詳附表 1)。整體而言，新興的工作多屬 STEM 領域，並大致可分為以下 3 類(如圖 7)：技術開發相關專業技術人才、協助產業導入新興技術之整合型人才、具應用新興技術能力之人才；其中，技術開發人員，如 AI 工程師、大數據工程師等，屬具新興技術知識、專業技術能力之人才；整合型人才為具整合商業環境和新興技術專業之人才，是加速產業導入新興技術之關鍵人物，也因此多需求跨領域知識及溝通能力，如解決方案架構師、首席資料長等；而隨著技術導入，各產業亦將浮現對於應用 AI、大數據等技術之人才需求，如遠端運載工具操控人員、AI 輔助醫療技術人員等。



資料來源：本研究繪製。

圖 7 新興科技所衍生之主要人才需求領域

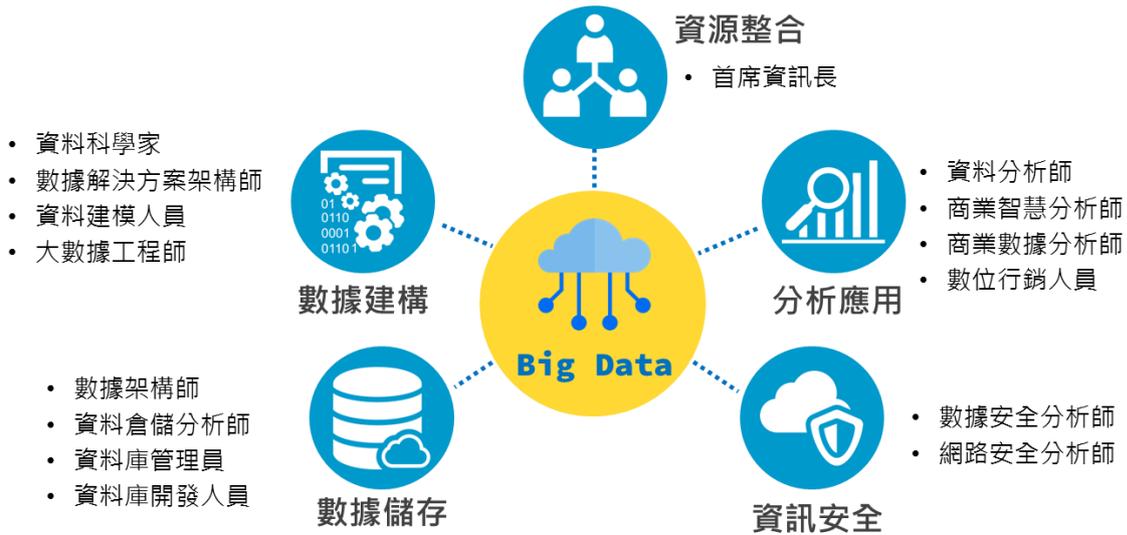
以下進一步針對大數據(Big Data)、人工智慧(AI)、物聯網(IoT)等 3 類科技，列舉出其所帶動的新興工作類型：

1. 大數據

有別於過去以實體資產衡量一個企業組織的價值，今日企業組織的價值將來自於「數據」，透過數據資訊的挖掘、分析，協助企業改善生產流程、新創商業模式、提升行銷效率；除此之外，「數據」亦是眾多新科技發展的關鍵基石，數據品質的好壞與否，將決定 AI、IoT 等新科技的使用效益。近年，在資料量急速增長、儲存設備成本下降、軟體技術提升及雲端環境成熟等有利條件下，大數據呈現猛爆性成長，並快速擴散至各個領域，不論是農業、工業、服務業等產業，抑或是產品開發、供應鏈、行銷、銷售、人力資源等領域，均具有數據加值應用的潛力，成為各產業、領域共通的基礎需求。

隨著各界對於數據的需求逐漸升溫，面對多元且龐大的數據，為能從中挖掘出隱藏的訊息並創造價值，即需仰賴各面向人才投入，使得數據相關工作形成更精細的分工，主要可分為以下 5 大類，另整理如圖 8 所示。

- (1)資源整合：負責企業內部資訊系統和資訊資源規劃和整合。
- (2)數據建構：設計得以分析所需資料的演算法，並建立出數據模型。
- (3)數據儲存：建立資料儲存技術，規劃硬、軟體結構，確保資料儲存系統得以支持未來的資料量及分析需求。
- (4)數據分析：從事數據蒐集、整理及分析，並依據數據做出研究、評估。
- (5)數據安全：進行數據安全審查、風險評估，並制定數據和網路安全策略。



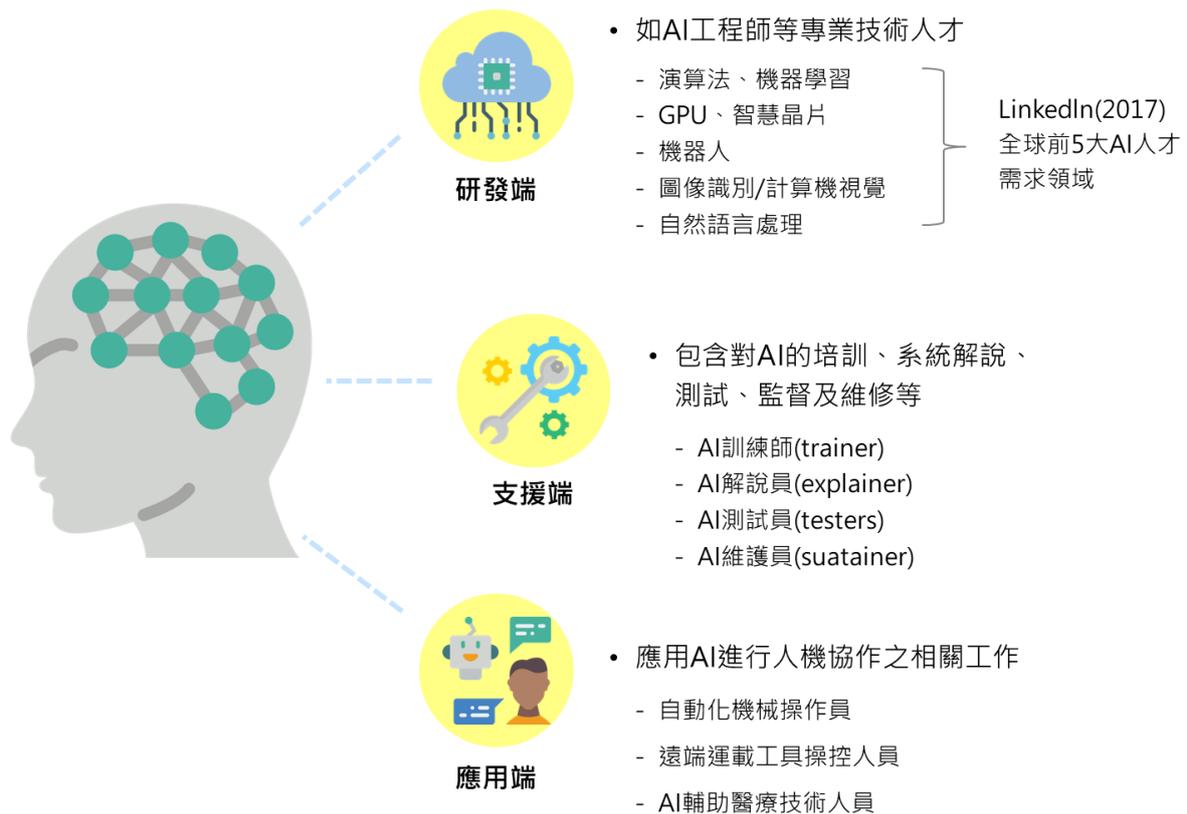
資料來源：本研究綜合各文獻結果所繪製(Ashley Brooks,2018；Cynthia Harvey,2017；Robert Half,2017；Big Data-Made Sample,2014)。

圖 8 大數據相關新興工作類型

2. 人工智慧

圖 9 整理出 AI 技術發展所可能衍生出的新工作需求，主要包含前端研發、後端支援、協作應用等 3 方面，其中，白宮(2016)白皮書¹指出，未來 AI 所創造的新工作機會中，將會以「人機協作」類最為大宗。這結論也反映出 AI 的輔助性角色，即 AI 的開發係為協助人力更有效率的工作，提升生產力，並減輕例行且高複製性的工作量，而非完全取代人力。

¹ 白宮(2016)《人工智慧、自動化與經濟》(Artificial Intelligence, Automation, and the Economy)中，點出 4 類未來可能直接由 AI 驅動的工作，包含「協作」(Engagement)、「開發」(Development)、「監督」(Supervision)及「因應典範移轉(response to Paradigm Shifts)」(如因自駕車而衍生出的道路設計、交通法規等人才需求)。



資料來源：本研究綜合各文獻結果所繪製(LinkedIn,2017；Wilson et. al., 2017; Venture Beat,2018)。

圖 9 AI 發展所創造出的新職務類型

3. 物聯網

由於擁有越精細的數據資料反饋，越能提高數據分析結果的精確度，因此引發各界對於大量且多面向數據的需求，從而引爆 IoT 革命，透過大量傳感器的佈署及聯網功能的精進，達到零組件溝通與資料蒐集之目的，以擴大大數據、AI 等技術之應用效益。圖 10 整理了最具發展前景的物聯網相關工作，包含挖掘及擷取重要數據資訊的「數據科學家」、監督及排除機械故障的「機器人協調員」、連結業務需求與系統技術的「IT/IoT 解決方案架構師」、解決系統技術需求的「資訊工程師/程式設計師」、提升使用便利性的「UI/UX 設計師」等。



資料來源：IoT Analytics (2015), “The top 5 new jobs created by the Industrial IoT”,本研究繪製。

圖 10 工業物聯網最具發展前景之 5 大新興工作

三、軟技能重要性的提高

或許機器取代大量人力的預言並不會在近年內實現，但受新技術影響而被迫學習新技能、適應新職場需求則是已在發生。而技術的快速演進除了改變未來工作的技能組合(skill set)，亦將同時縮短技能的保質期，多數文獻亦提出示警，未來的工作者必須保有學習力，持續與時俱進，方能維持個人競爭優勢。

未來工作技能的需求上，WEF(2016)預測，2020 年大多數職業所需的核心理技能組合中，將有超過三分之一的技能是目前未受大眾所重視的，其中，又以「複雜問題解決能力」(complex problem-solving skills)最為重要，占 36%，而對於「社會技能」(social skills)(占 19%)的需求亦將高過於「技術技能」(technical skills)(占 12%)。另外，世界銀行(2016)之調查結果同樣指出，未來雇主對於員工「社會情感」²(socio-emotional) (占 50.8%)及「高階認知」(higher-order cognitive)(占 29.7%)技能之要求，將優先於「技術性」(technical)(占 12.7%)或「基本認知」(basic cognitive)(占 6.8%)技能。

依據各文獻對於未來技能需求之分析(詳附表 2)，大致可分為技術技能、認

² 有關文中所述社會情感、高階認知、技術性、基本認知等技能之定義，可參見 Wendy V. Cunningham and Paula Villaseñor (2016), “Employer Voices, Employer Demands, and Implications for Public Skills Development Policy Connecting the Labor and Education Sectors.”。

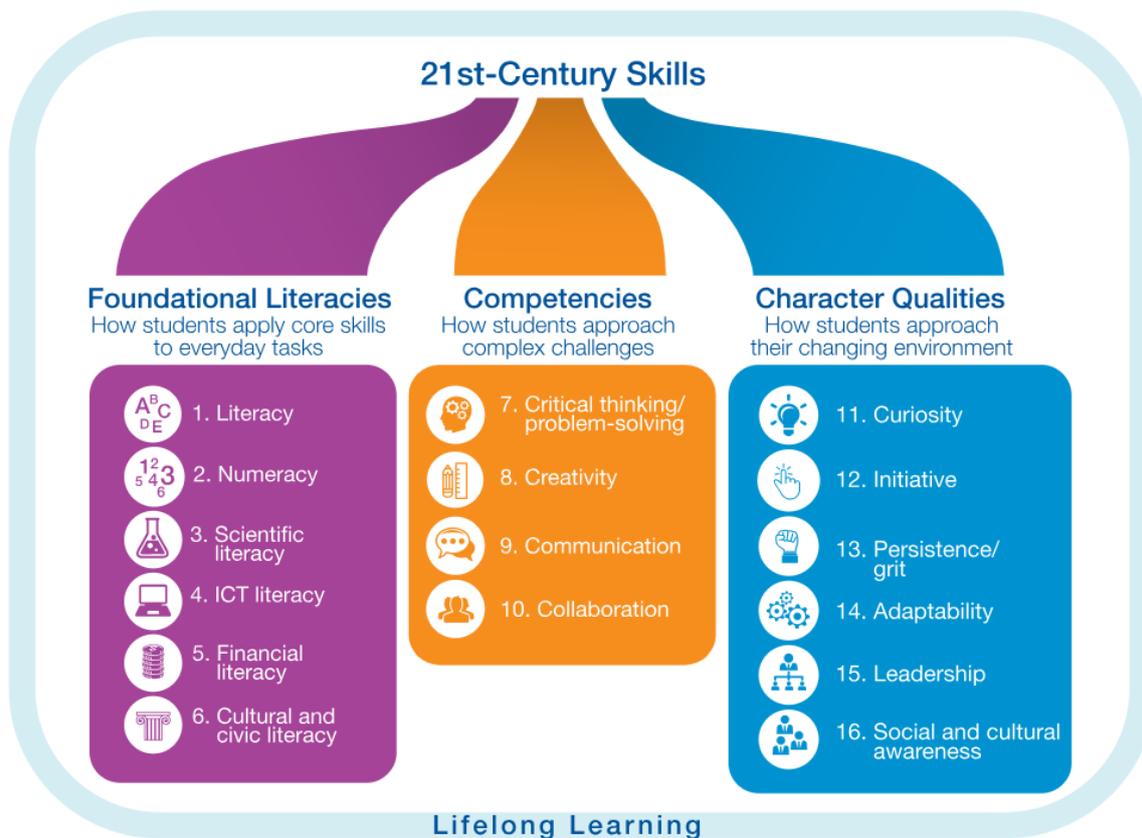
知技能、社會技能等 3 大類。整體而言，在科技驅動成長之趨勢下，未來 STEM 相關「技術技能」仍將維持一定需求，但面對快速變化的技術環境以及產業跨域整合趨勢，「認知技能」及「社會技能」等得以協助工作者保有彈性與適應力的軟技能需求亦逐漸升高，且因其需求性是擴及全體工作者，使得未來軟技能(soft skills)的重要性將超越傳統的硬技能(hard skills)。

(一)技術技能(technical skills)

有鑑於 AI、IoT、機器人、大數據等新興科技，是驅動未來經濟持續成長及產業升級的重要關鍵，各先進國家均積極投入研發及推展相關新興技術，OECD(2016)研究即指出，未來基本的編程(basic programming)能力將不足以滿足科技發展所需，高階工程(advanced engineering)、機器學習(machine learning)等尖端 ICT 能力將越發重要。不過，雖然未來對於 STEM、ICT 及 AI 等專業技術能力的需求成長快速，但整體而言，需求具備這樣高階 IT 技術的人仍是相對少量。另由於跨域整合為未來產業發展趨勢，具跨域整合能力的「π型人才」³重要性提高，跨領域學習能力的養成將是未來保障就業力的關鍵。

除了高階專業技術能力外，數位時代下，各類工作者無不面臨各面向的數位轉型，亦使得運用基本 ICT 的能力漸受重視，而 WEF 於 2016 年發布之《教育的新視野》(New Vision for Education) 中(詳圖 11)，亦已將「ICT 素養」列為處理日常工作任務的基本素養需求。

³ π 型人才係指同時熟悉兩項專業，且具備廣博的延伸應用能力。



資料來源：WEF(2016)，”New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology”，p.4。

圖 11 21 世紀學生所需具備的 16 項技能

而所謂的 ICT 素養，從歐盟於 2016 年所提出的「數位能力架構」(The Digital Competence Framework 2.0)窺知一二，主要包含資訊及數據素養、溝通及合作、數位內容創作、安全性、問題解決等 5 大領域，整理如表 5。

表 5 歐盟數位能力架構

能力領域	能力內涵
1. 資訊及數據素養 (Information and data literacy)	1-1. 瀏覽、搜尋、過濾數據、資訊及數位內容 1-2. 評估數據、資訊及數位內容 1-3. 管理數據、資訊及數位內容
2. 溝通及合作 (Communication and collaboration)	2-1. 透過數位科技進行互動 2-2. 透過數位科技進行分享 2-3. 透過數位科技執行公民權利 2-4. 透過數位技術進行合作 2-5. 網絡禮儀 2-6. 管理數位身分
3. 數位內容創作(Digital content creation)	3-1. 發展數位內容 3-2. 整合及重新闡述數位內容 3-3. 版權及許可 3-4. 編程
4. 安全性(Safety)	4-1. 保護設備 4-2. 保護個人資料及隱私 4-3. 保護健康及福利 4-4. 保護環境
5. 問題解決(Problem solving)	5-1. 解決技術問題 5-2. 定義需求及技術性回應 5-3. 創造性地使用數位技術 5-4. 了解數位能力差距

資料來源：European Commission(2017),”The Digital Competence Framework for Citizens”。

(二) 認知技能(cognitive skills)

由於新技術擴散的影響是全面性的，將滲透並改變各行各業工作者的工作方式，因此，未來將有更多工作者需培養能與新技術相輔相成的技能，而認知技能(cognitive skills)即是科技互補性技能之一。隨著自動化技術取代大量的例行性工作任務，文獻多強調「複雜問題解決」、「批判性思考」、「創新/創造力」等軟實力，將有助於執行尚難被自動化取代的高階認知、複雜型工作任務或需求人機合作的工作任務。

(三) 社會技能

AI 擅長利用數據進行預測、判斷、分析及決策，在執行具結構性的工作上，或許 AI 將超越人類，但依現階段技術而言，AI 的應用仍僅侷限於單一領域，且缺乏同理心及情感，而這些機器的弱點，從另一觀點來看，即是人類發展的機會，也因此，人際交流、人際關懷等「社會情感」能力將是人類得以從機器冰冷的服務中創造出差異性及價值性的重要關鍵。加上，隨著人口老化以及生活水平的提高

高，未來對於照顧服務、休閒娛樂等消費需求將帶動服務業的持續擴張，將同樣提高對於社會情感技能培養的需求。

另外，隨著跨領域合作機會逐漸提升，「團隊合作」、「溝通能力」的重要性亦隨之增加，即便是具備頂尖技術的專業人才，亦無法在缺乏這些社會技能中維持競爭力。



資料來源：本研究繪製。

圖 12 未來技能需求面向

參、新興科技對工作型態之影響

所謂工作型態，包含工作時間、工作地點、工作模式及雇傭關係等，而驅動工作型態改變的原因之一即是日益躍進的數位科技。受惠於互聯網的發展、軟硬體設備的升級以及數位平台的興起，過往工作時間、地點的限制已漸被打破，並促使勞動市場供需雙方的媒合成本降低，工作因此可被切割為更小的任務元素，分別由多個不同的工作者於不同的時間、地點裡個別或合力完成，再加上各種應用服務的創新發展，帶動零工經濟(Gig Economy)、按需經濟(On-demand Economy)、共享經濟(Sharing Economy)、平台經濟(platform Economy)等新經濟的形成，同時顛覆了傳統固定及全職的工作型態，創造出多重職業、非典工作、獨立承攬等新世代工作(NextGen Work)趨勢。

除了數位科技的助力外，社經環境及社會價值觀的改變，亦是使新世代工作持續發酵的重要關鍵。根據牛津經濟研究院(Oxford Economics)及 SAP(2014)調查指出，全球有高達 83% 的受訪企業表示預計增加僱用自由工作者(freelance workers)(包含獨立承包商、臨時性員工、顧問等)。另外，McKinsey & Company

於 2016 年的《獨立工作：選擇、必要性和零工經濟》(Independent work: choice, necessity, and the gig economy)報告亦指出，美國及歐盟地區已有 20-30%(約 1.62 億人)的工作年齡人口從事獨立性質的工作 (independent work)，其中，有 70% 的工作者是自發性、自願選擇從事此類型工作。

然而，新世代工作有如一把雙面刃，彈性的工作模式雖可為企業端與勞動端帶來某種程度的益處，但同時也為雙方帶來人力管理、勞動保障等挑戰，以下分別就企業端及勞動端進行說明：

一、固定及全職的工作需求減少

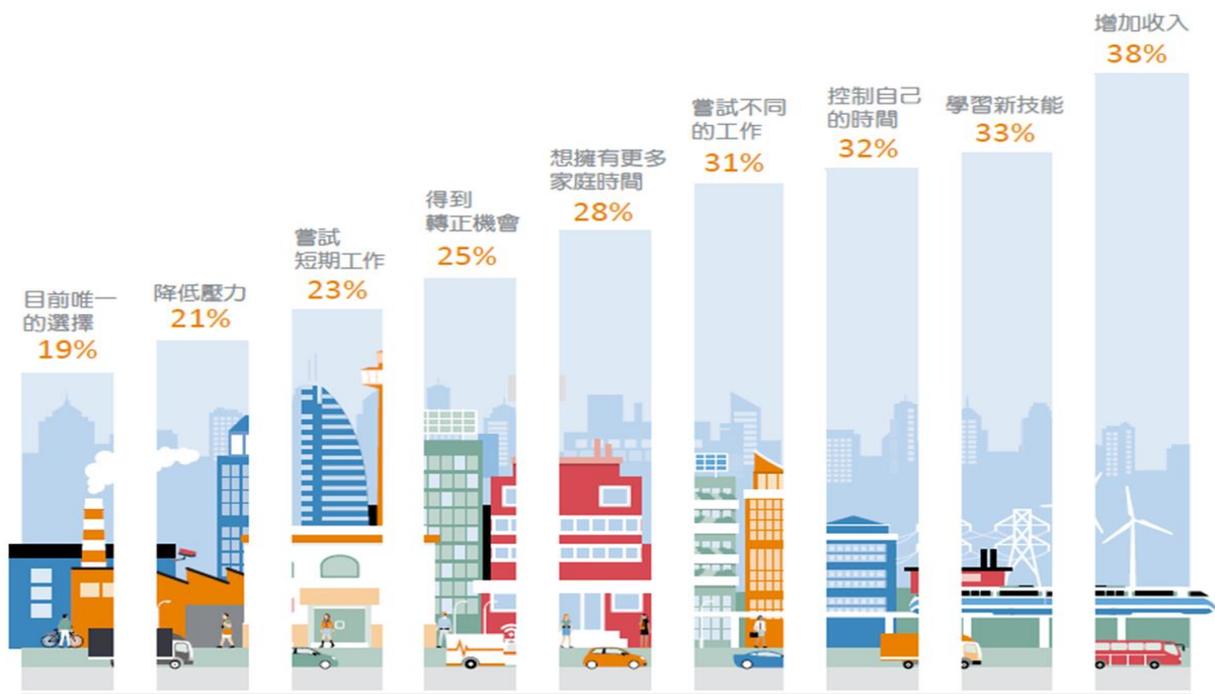
受到全球多變的經濟景氣影響，已有越來越多企業傾向保持彈性的人力管理模式，以快速回應未來瞬息萬變的市場需求。加上數位平台運用度持續提升，在企業得以更小的成本獲取更豐富的跨國人才庫之助力下，促使許多企業組織朝向扁平化、精簡化發展，未來的企業員工將改由少數的核心員工(core workers)、多數的外圍員工(peripheral workers)及人工智慧、機器學習所組成。其中，核心員工係指企業的主要成員，主要處理企業的核心競爭業務，屬於全職、長期且具有豐厚薪資與就業保障的員工；外圍員工則包含外包人員、臨時及兼職人員，是企業視業務需求狀況彈性調整員工規模的主要對象，也因此較缺乏就業的保障。而這樣的人力運用方式轉變，也將同時改變未來工作者的工作模式，長期穩定的工作機會將逐漸減少，相反地，專案、任務導向的工作將增加，跨國員工組合也將漸成常態。

然而，企業於享受人力調度彈性、生產成本降低的同時，也同樣增加外圍員工管理上的困難，例如企業文化融合、員工向心力不足、業務機密外洩、品質不符需求、工作內容調整等問題，均考驗著未來企業的管理手段與獎酬制度，然依韋萊韜悅顧問公司(2018)調查指出，目前全球僅有 5% 的雇主認為自身組織已做好因應新型態工作的準備。

二、彈性及獨立的工作機會增加

勞動力端，在數位科技的支持下，人們得以透過 Upwork、Topcoder、TaskRabbit 等數位平台，利用自由、零碎的時間，在不受時間、地點、雇主的限制下，提供閒置資源來增加收益，而這樣的工作模式也為那些被困於傳統經濟邊緣的工作者，如青年、婦女、高齡或殘疾人士等，提供了更多元的工作機會及收入來源。另外，數位平台的出現，亦使過去屬於無酬的家務工作(如清潔、居家健康照護等)得以市場化，擴大新型態的工作機會。

此外，隨著生活型態與社會價值觀的改變，近代工作者所追求的目標亦由過去的「事業成功」逐漸轉變為「興趣與夢想的實踐」、「工作與生活的平衡」，使得工作者逐漸嚮往可自由選擇且富有彈性的工作型態，在這樣的趨勢下，也創造出具多重身分的「斜槓青年」(Slash)、結合遠距工作與旅遊的「數位游牧工作者」(Digital Nomad)等新身分的出現。萬寶華於2017年的《新世代工作的興起》(The rise of NextGen Work)調查即指出，有高達87%的受訪者表示將於未來或下一份工作考慮新世代工作模式，包括兼職、短期工作、契約工作、自由工作、獨立承攬業務、線上工作和網路工作等，究其原因包含增加收入、培養技能、工作與生活的平衡、嘗試不同性質的工作等(詳圖13)。



資料來源：萬寶華(2017),新世代工作的興起。

圖 13 選擇新世代工作的原因

然而這類新世代工作，也面臨了自由彈性以及勞動保障間的取捨，由於這些自由接案、獨立工作的勞務提供者與勞務需求者間缺乏明確的雇傭關係，勞務需求方或平台方多以合作夥伴來定位兩者的關係，使得此類工作者無法涵蓋於傳統的社會保障體系及工會保護網中，而典型雇傭關係中雇主所應承擔的法律責任，包括各方面的勞動保障、最低工資、健康保險、殘疾保險、失業保險、生育與陪產假、退休計畫、工傷賠償、有薪病假等，亦將完全轉嫁在工作者個人身上，同時也面臨培訓、升遷機會較少的問題。

對於有專業技術具議價能力的工作者來說，新世代工作模式可為其帶來更多

元的工作機會，但對於低收入的工作者來說，無疑是使其暴露在不穩定的工作環境中。因此，不少人擔憂當未來這類新工作型態更加盛行時，將可能會有越來越多的工作者被迫以打零工方式維持生活，則此時，個人時間和工作時間之間的界線將越益模糊，「彈性」成為虛幻的口號，工作者將面臨更長的工時、更大的競爭壓力、更強的自我提升需求，以及更加迫切的就業安全問題，並擴大社會的不安定。

肆、新興科技對社會公平之影響

由上分析，科技的發展將對未來的就業機會、技能需求及工作型態造成直接性的衝擊，而這些衝擊亦將進一步衍生出對社會公平面的影響。IPPR 經濟正義委員會(Commission on Economic Justice)2017年報告指出，相較於造成大規模失業，自動化更有可能加速財富與所得的不公平分配，在無適當的政策干預下，自動化帶來的生產力紅利將可能反而帶來「富足的矛盾」(paradox of plenty)，生產力提高的同時亦帶來分配的不平均，而技術產生的效益往往流向資本所有者以及高階技術工作者。這種貧富差異擴大的現象將可能發生在職業間、勞雇間、企業間、族群間，甚至是區域間，主要原因說明如下：

一、就業薪資的極化趨勢

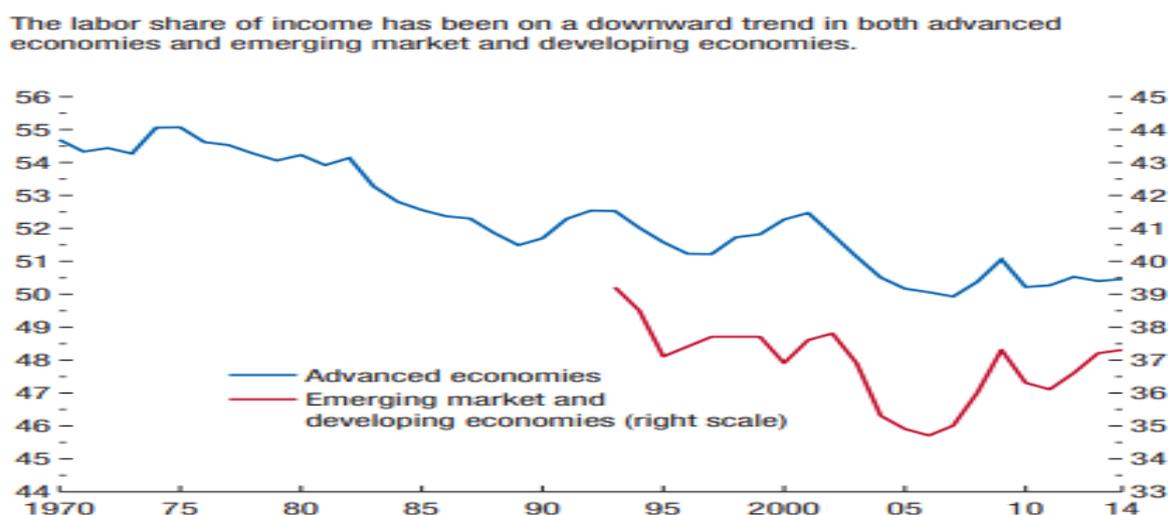
因自動化而產生的高、低階技術工作兩極化需求現象，將伴隨著薪資兩極化的發生。由於高階技術工作進入門檻較高，具備相關技術的人才亦相對稀缺，在需求持續擴張下，預期將推升薪資水準；另一方面，基於資訊科技與認知活動(cognitive activity)間強大的互補性，技術的進步可望提高高階技術工作者的生產力，進而增加其薪資調升的機會。

相反地，雖然低階技術工作機會亦將增加，但當自動化所釋出的大量中階技術人力加入低階技術工作的競爭行列時，將反而使薪資產生下行的壓力；此外，中階技術工作的減少，亦使低階技術工作者失去向上流動的管道，而降低薪資調升的機會。

二、超級明星企業的興起

數位科技催生新經濟模式，促使市場集中度增加，催生出主導市場及利潤的大型數位平台公司(例如 Amazon、Google、Facebook、阿里巴巴等)，這類企業主

通常賺取了巨額利潤，然而在數位科技成熟發展下，這些數位平台公司多可在不增聘員工的情況下，達到拓展業務的目標，因此這類公司的員工數相較於公司營業規模是相對少的，使得分配給勞動階層的勞動所得幅度往往不及資本所有者的資本報酬增長速度，加上，倘若生產力提升未能確實反映在勞動薪資上時，因技術創新而帶來的經濟效益將更集中落在資本所有者身上(如圖 14)，加劇資本所有者與勞動提供者間的所得差異。



資料來源：IMF(2017), World Economic Outlook。

圖 14 勞動所得份額的演變

三、企業投資科技的不均

企業間在科技上的投資差異，亦可能造成企業間的發展不均。隨著外在環境轉變，全球經濟成長模式已逐漸轉變為創新驅動，誘發各種生產及商業模式的創新轉變，在此之下，差異性及高值化成為引領企業維持穩定成長的關鍵，因此倘若一個企業的發展模式仍固守要素驅動或效率驅動，在競爭越益激烈的現在，透過低價競爭僅會開啟微利的惡性循環，在無法提升其附加價值下，將連帶抑制未來企業的發展與員工的收入，而其與搭上科技趨勢創新轉型順風車的企業間，在企業規模、利潤上的差距亦將逐漸擴大。

四、數位接觸機會的差距

由於年輕世代對於接觸數位工具、數位媒體較具經驗，相較高齡者具有較強的 ICT 能力，在未來強調數位能力的工作環境下，可能使得無經驗的年輕族群相較具工作經驗的高齡者更有優勢，數位能力成為決定自身未來工作機會多寡的重要因素，而這也隱含了未來對高齡者或其他數位接觸機會較低的族群，強化資訊

能力的重要性。

五、技術工作分布的差異

在職業需求、薪資水準兩極化發展下，未來高薪的工作機會將多集中於高階技術人才或 IT 公司高度集中的區域，因此，亦將可能導致區域發展不均以及區域貧富差距擴大的現象。

伍、結論與建議

一、研究結論

(一)新科技勢必造成勞動力的重新配置，即使整體就業情勢尚未明朗

雖然各文獻對於新科技取代及創造工作的相對數量上，存在分歧的看法，但可確定的是，新科技將導致各行/職業人力需求的消長變化，以及工作內容的解構與重組，儘管近期文獻多抱以樂觀的觀點，認為未來新創的工作數將能抵銷被取代的量，但工作者能否在這一連串的變化中快速適應，更是影響未來勞動市場穩定的重要關鍵。因此，與其嘗試捕捉高度不確定的工作數量變化，政府更應著重於確保工作者具備適當的技能，使其得以在工作被自動化取代的情況下，快速銜接新的工作需求。

(二)未來就業需求呈高技術/高薪工作及低技術/低薪工作兩極化發展

由於中階技術工作通常是由例行性體力、例行性認知相關工作任務所組成，具有一定規則或程序，因此面臨較高的自動化風險；相反地，高技術、高薪及低技術、低薪工作，通常屬非例行性認知、非例行性體力工作，因涉及技術尚無法突破的能力，如創造力、同理心等，加上所具備的能力通常能與新科技相互補，除了不易受自動化影響外，也是未來新增工作的主要來源，同時也是科技性失業者未來工作流動的方向，然而，如何協助這些科技性失業者順利轉銜並向上(高技術工作)流動，也是未來政府面臨的重要課題。

(三)機器與人力分工改變下，具「人類相對優勢」的軟實力重要性提高

機器相對人腦，更善於快速且精確的處理大量數據及重複性高的例行性工作，但以目前技術而言，機器多僅能一次處理單一領域，且不具認知與情感能力，因此，發揮且活用具人類相對優勢的軟實力，如批判性思考、問題解決能力、創造

力、溝通能力、團隊合作等，方得以創造出與機器的差異性，而保持自我彈性及學習「學習的能力」(learn to learn)，更是在瞬息萬變的未來中維持競爭力的重要關鍵。

(四)新科技促使新工作模式興起，同時提高勞動市場的彈性及不穩定性

數位媒合平台的出現，使工作得以切割成許多任務並分配給不同的工作者，並創造出零工經濟、按需經濟、共享經濟、平台經濟等新經濟模式，同時也帶動諸如兼職、自由工作等新生代工作趨勢，加上外在環境及價值觀改變等影響，不論是雇主抑或是勞工，對於新工作模式的需求均在持續發酵中。然而，由於這些新型態工作多未涵蓋於現行的社會保障體系及工會保護網中，預估未來將有越來越多的工作者面臨就業、福利保障不穩定的問題，而如何協助企業和工作者在彈性需求與就業安全間找到平衡點，亦考驗著政府的智慧。

(五)科技擴大貧富不均，利益高度集中於資本所有者及高階技術工作者

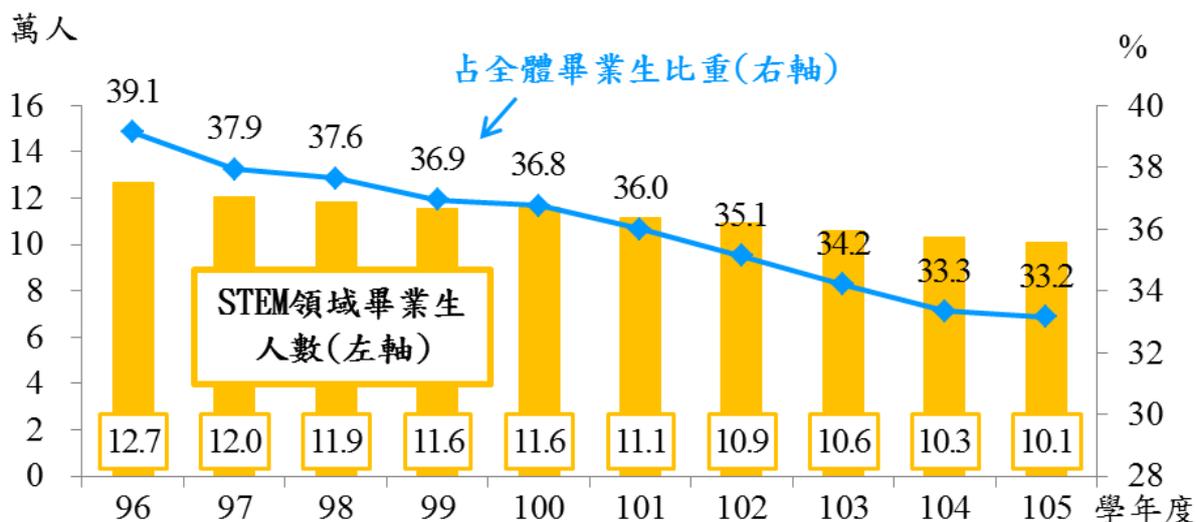
職業需求兩極化的發展以及超級明星企業的興起，促使新興技術所產生的效益往往流向資本所有者及高階技術工作者，引發貧富差距擴大的擔憂，而企業科技投資、數位接觸機會、技術工作分布等因素，亦可能使貧富不均問題擴大至企業間、族群間、區域間，降低貧富差距將是各國政府須面對的棘手議題。

二、政策建議

(一)投資 STEM 教育，串聯職能基準及考照制度健全再訓練體系

教育為國之根本，也是協助國人快速適應多變的勞動市場的重要工具。除了學校教育，進入職場後的在職訓練，及終身學習制度也是確保國人具備未來市場所需技能的重要一環。

依據研究結果，未來 STEM 人才炙手可熱，是引領一國產業轉型的重要關鍵，各國無不積極投入培養。然而，我國大專校院學生就讀 STEM 領域之人數及比重均持續減少中(如圖 15)，顯示除了少子化趨勢導致畢業學生人數下滑外，年輕學子就讀 STEM 領域之意願也在降低。另依勞動部「105 年職業訓練概況調查」，我國事業單位辦理職業訓練的比率僅 35.0%，特別是占我國約 8 成的 10 人以下事業單位，辦理職業訓練的比率更是不到 3 成。綜上，在無積極的因應對策下，勢必影響我國人力資本的累積及產業升級的步伐。



資料來源：教育部統計處，教育統計查詢網，2017年。

圖 15 我國 STEM 領域畢業生人數及占比

有鑒於此，為因應未來人才需求，我國政府亦刻正積極推動相關政策，如「數位國家・創新經濟發展方案」之「培育跨域數位人才行動計畫」、「台灣 AI 行動計畫」之「人才衝刺」策略、「國家科學技術發展計畫」之「育才競才與多元進路」目標等，從提升國人科普素養、培育高階科研人才、完善終身學習環境等面向著手，提出扎根國民資訊科技基礎素養、培育智慧科技實務應用及高階科研人才、發展數位科技相關職能基準、鼓勵企業投資人力資本、推廣開放式大學等多元策略。惟在培育/訓制度、職業資訊提供上仍有一些可在精進的空間，相關建議如下：

1. 建立 ICT 素養標準，明定一般社會人士於數位時代下所應具備的基礎素養。

我國雖已規劃將資訊科技教育納入國民中小學課程中，藉由從小扎根培養國人 ICT 素養，惟仍缺乏一個可以用以檢視個人資訊科技能力的工具。另外，雖然我國亦已致力於開發數位科技相關職能基準，但職能基準是建立在單一職務項目上，缺乏各職務所共通需求的數位素養內容。有鑒於此，若能建立國人未來必要的數位能力需求，除了可提供做為個人評估自身能力的工具，亦可有助於教育/職訓單位、企業機構規劃課程、衡量聘僱之參考。

2. 健全職能基準循環應用體系，包含連結職能基準、職訓課程、認證制度及證照/鑑定考試；尋求企業支持，提升證照/證書的實質效用；引導學校活用(如課程調整之參考、獎勵相關考試等)。

我國雖積極推動職能基準，但應用狀況仍有提升空間，而其難以推廣的

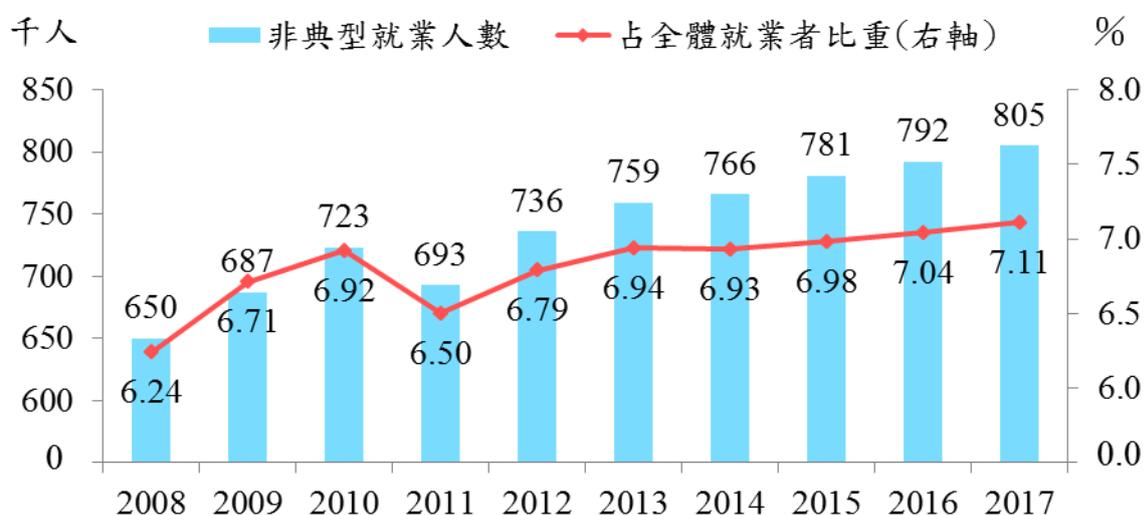
原因之一，即是缺乏與現有的證照考試、職訓課程的串聯，因此若能建立一套完整的運用體系下，除可活用職能基準，協助考訓用連結外，亦有助於吸引國人透過此體系，有系統地強化自身工作技能。

3. 整合一站式且單一的職業資訊，提供學子規劃未來生涯發展、在職者規劃個人進修之參考。

我國在職業與技能資訊方面，雖已累積豐富的資源，如 Jobbooks、工作優升學、iCAP、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。惟這些資訊散見於不同平台網頁，使資源的運用相互重疊，且可能產生相同職業項目不同職業資訊的問題。因此，如能進一步整合這些資訊，將可增加資訊的實用性及使用上的便利性，亦能減少資源重疊問題。

(二)配合多元就業型態，建立彈性的勞動市場制度及社會安全網

觀察我國非典型就業(含部分工時、臨時性或人力派遣)狀況(如圖 16)，近 10 年之就業人數呈成長趨勢，占全體就業者比重亦由 2008 年 6.24% 提升為 2017 年 7.11%，顯示我國非典型就業的增速已快於傳統的全時就業，然而，這些非典型受僱就業者之薪資卻不到典型受僱就業者的 60%⁴，其他津貼、福利亦有所差距。



資料來源：行政院主計總處，人力運用調查報告，2008-2017 年。

圖 16 我國近 10 年非典型就業人數及占比

另外，在我國從事非典型就業原因(如表 6)調查中，已有近半數的非典型工作者，為滿足個人彈性需要(如兼差、兼顧家務、求學需求、健康狀況及個人偏好

⁴ 根據行政院主計總處 2017 年 5 月之人力運用調查報告，受僱就業者中，部份時間、臨時性或人力派遣工作之平均每月收入為 22,550 元，非部份時間、臨時性或人力派遣工作為 39,074 元。

等)而自願選擇非典型工作。然而，因找不到全日、正式工作而被迫從事此類工作的占比亦有逾 2 成。

表 6 2017 年國人從事非典型工作之原因

項目	就業者主要工作為部分時間、臨時性或人力派遣工作之主要原因占比(%)							
	兼差	兼顧家務	求學及受訓	找不到全日、正式工作	職類特性	健康不良或傷病	準備就業與證照考試	偏好此類工作型態
總計	0.8	13.6	16.6	22.4	28.0	1.9	2.3	14.6

資料來源：行政院主計總處，人力運用調查報告，2017 年。

未來在新工作型態漸成趨勢下，勢必面臨勞動供需雙方更加強烈的彈性工作需求。然而，目前我國「勞動力基準法」、基本工資等勞動法規多建立在具有單一且明確的僱傭關係上，諸如 Uber 司機等日益興起的獨立承攬者則通常未涵蓋於保護中，而派遣、部分工時與定期契約工作者雖然具有基本的法律保障，但因受雇期間及工時較短或因對法規的錯誤認知等因素，而普遍被排除於特別休假、失業給付、生育給付等福利之外，例如勞動部 2017 年部分工時勞工就業實況調查指出，服務單位給予部分工時勞工特別休假之比率僅 41.4%、享有年節、年終獎金的比例亦僅 55.6%。

為因應未來各界對於彈性工作的需求，並降低彈性工作所衍生的福利保障不全的問題，政府應積極促使非典型就業成為未來多元工作型態選項之一，並確保不會淪為雇主節省成本的操作工具，因此建議：

1. 政府對於非典型就業的態度，應由消極的反對轉為積極立法保護，以確保所有形式的工作均能受到一定的就業保障。
2. 推動同工同酬，透過法律的約束力改善非傳統工作者之就業待遇。日本於 2018 年通過的新版《勞基法》，即已明定只要是能力、表現、年資相同之勞工，無論是正職或非正職，均應得到相同的待遇。未來或可借鑑日本經驗，強化我國勞動保護政策。
3. 建立可攜式的個人帳戶，使勞動福利與保障(如失業保險、訓練津貼)可跟隨個人攜至下一份工作，不因轉換工作而中斷，以協助非傳統工作者在不固定的工作環境中，仍能維持一定的保障。

(三)促進新型態社會對話，為日益漸增的自由工作者提供發聲管道

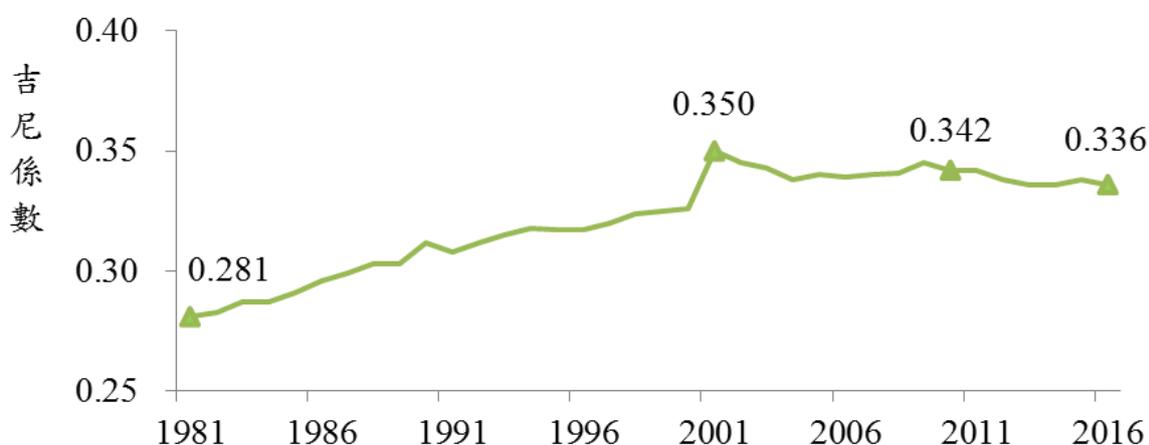
除了不全的勞動市場制度及社會安全網外，缺乏有力的談判管道也是非傳統工作者面臨保障不足的原因之一。我國全國勞工工會組織率已由 2007 年 35.8% 降為 2017 年 33.2%，逐漸削弱勞工談判協商的籌碼，而我國工會法所規定的 30 人籌組門檻，亦將排擠掉許多諸如中小企業、從事稀有職業的自由工作者組織工

會的機會。此外，職業工會雖提供自由工作者參與工會的管道，但由於目前職業工會多著重於勞健保代辦業務，在勞動條件與勞資關係談判的角色仍偏弱，難以起到維護自由工作者權益的作用。

建議未來可考慮放寬工會法中的工會組織類型及籌組人數門檻，為自由工作者提供多元的發聲管道。例如美國的自由職業者工會(Freelancers Union)，除了為自由工作者爭取法令保障外，亦提供醫療及牙科保險等勞工保障；德國金屬產業工會(IG Metall)為自由工作者(特別是數位平台工作者)提供了一個平台 Fair Crowd Work，讓自由工作者得以分享觀點，並致力於改善自由工作者的工作條件。

(四)強化所得公平分配，縮小因科技發展而更加惡化的貧富差距

我國基尼係數長期呈上升趨勢(詳圖 17)，由 1981 年 0.281，成長至 2016 年 0.34，惟自 2010 年起漸有改善之勢。進一步觀察金字塔頂端所得集中情形(如表 7)，可發現不論是我國、日本、美國、韓國或新加坡，均面臨頂端高所得占比逐漸提高之現象，而我國所得集中度雖不及其他國家，但集中度的成長速度卻較日本、新加坡為快。



資料來源：行政院主計總處，家庭收支調查報告，2017 年。

圖 17 我國歷年基尼係數(每戶)

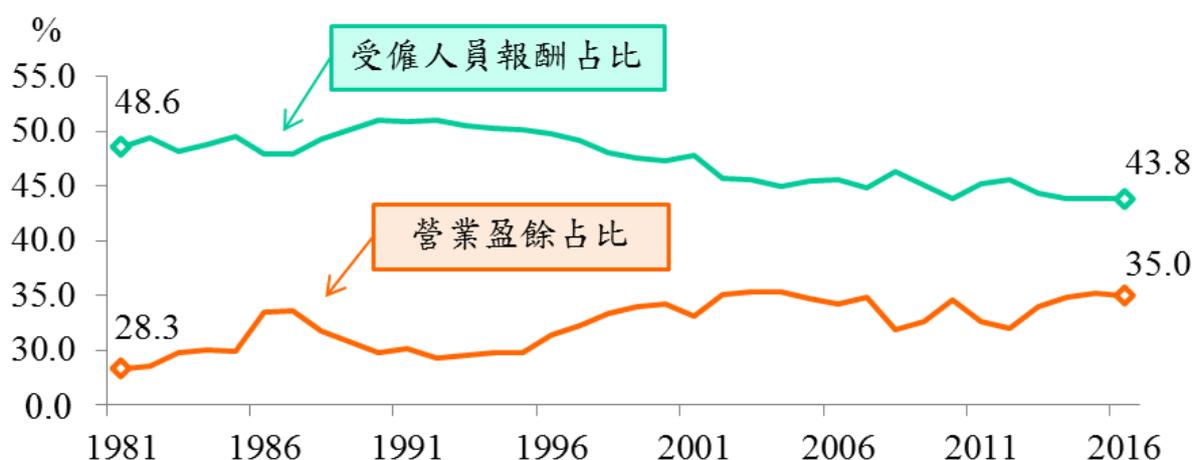
表 7 主要國家高所得者所得占比

單位：%

年別	中華民國		日本		美國		韓國		新加坡	
	前1%	前10%								
1981	5.9	23.6	8.3	32.5	9.3	32.3	7.1	28.6	10.6	32.1
1986	6.7	27.1	8.9	34.2	14.6	38.1	-	-	10.3	32.8
1991	8.1	29.3	12.1	37.9	12.7	37.0	-	-	10.4	33.1
1996	7.3	29.2	8.9	36.0	15.7	40.5	7.3	32.6	10.0	30.9
2001	9.2	32.5	9.4	39.6	17.2	42.2	8.6	36.3	15.1	43.9
2006	9.9	33.5	11.3	42.8	21.8	46.5	10.8	41.9	14.2	39.2
2011	11.7	37.7	-	-	18.7	45.1	12.3	44.2	13.9	41.9
2012	11.3	38.2	-	-	21.8	47.8	12.2	44.9	13.6	41.8
2013	10.7	36.4	-	-	19.0	45.6	-	-	13.6	42.5
2014	-	-	-	-	20.4	46.9	-	-	14.0	43.8
2015	-	-	-	-	22.0	50.5	-	-	-	-

資料來源：行政院主計總處，家庭收支調查報告，2017年。

此外，透過受僱人員報酬與營業盈餘的占比(詳圖 18)，亦可發現我國勞動所得份額呈長期下降之勢，相對地，資本所得份額逐漸上升，顯示我國勞動生產力與薪資脫鉤，不但限縮我國薪資成長空間，亦擴大資本所有者與勞動提供者的收入差異。



資料來源：行政院主計總處，國民所得及經濟成長統計資料庫。

圖 18 我國歷年 GDP 分配情形

面對未來所得差距進一步擴大的可能，我國現行政策能否足以抵擋此波衝擊，將是政府無法忽視的課題。為降低貧富差距，文獻除了提及提高最低工資、降低個人所得稅等傳統方法外，微軟創辦人比爾蓋茲更是提倡出機器人稅，並建議將稅收拿來做為教育訓練的經費來源，協助人類發展新技能。其他更為激進的重分配手段，例如英國智庫 IPPR 提出的「全民財富基金」(citizen's wealth fund)，透過對年滿 25 歲的公民發放一筆資金，做為青年投資未來的本金，基金的來源則

可從改革財富稅、出售國有資產、借貸等方式籌措；而比利時學者 Philippe van Parijs 所提倡的「全民基本收入」(universal basic income)，在近期更是引發各界討論。所謂的「全民基本收入」，又可稱為「無條件基本收入」(unconditional basic income)，係指在無任何條件及資格限制下，定期定額發放給全體人民一筆基本生活基金，惟該制度存在正反兩面的聲浪，反對者認為此制度將降低工作誘因，加重國家財政負擔；贊同者則認為此制度可降低「貧窮陷阱」的發生，使需要幫助的人真正獲得幫助，並可協助人們從經濟壓力中解脫，從事自身喜歡的工作；而國際上亦已有部分國家開始試行，如荷蘭、芬蘭、加拿大安大略省等，相關經驗將可提供我國借鑑。

不同重分配手段各有其利弊得失，有待進一步討論，最重要的是，正視所得分配惡化問題，並積極應對，方能確保新科技帶來的是擴大繁榮而不是集中財富。

參考文獻

1. 左凌(2016)。10大未來最具潛力職務出列。Cheers 快樂工作人雜誌。Retrieved from : <https://goo.gl/q1skTw>。
2. 成之約、徐國淦(2017)。新經濟與新科技發展對勞資關係影響的初探。台灣勞工季刊, No.52。
3. 李開復(2017)。李開復：未來人類將從事的 21 種奇怪工作。Retrieved from : <https://goo.gl/G13RqZ>。
4. 財團法人中技社(2016)。網路科技對勞動市場的影響。
5. 國家發展委員會(2018)。創新趨勢下 5+2 產業未來 10 年工作技能需求分析委託研究計畫(第一期)。
6. 張道宜(2018)。新興職種, 這些工作正夯!。Cheers 快樂工作人雜誌, No.208。
7. 曾釅(2017)。新科技催生的新職業—未來人才大浪來襲。數位時代, No.277。
8. 萬寶華(2017)。數位化浪潮下的技能與人才革命。
9. 萬寶華(2017)。新世代工作的興起。
10. 領英(LinkedIn)(2017)。全球 AI 領域人才報告。
11. 潘乃欣(2017)。別怕失業! AI 時代, 你還有這 20 個新工作可以找。Cheers 快樂工作人雜誌, No.205。Retrieved from : <https://goo.gl/SKCcXf>。
12. 羅鈺珊(2018)。數位經濟下勞動市場的機會與挑戰。經濟前瞻, 64-71。
13. A Bay Area Council Economic Institute (2012), "Technology Works: High-Tech Employment and Wages in the United States."
14. Ashley Brooks (2018), "6 Big Data Jobs That Are in Big Demand." Retrieved from : <https://goo.gl/bqRQL7>
15. BigData-MadeSimple (2014), "Top 20 Big Data jobs and their responsibilities." Retrieved from : <https://goo.gl/bGhesA>
16. Raya Bidshahri (2017), "7 Critical Skills for the Jobs of the Future." Retrieved from : <https://goo.gl/7r31T8>
17. BBVA(2017), "Ten new jobs created by the digital economy." Retrieved from : <https://goo.gl/uNbAJY>
18. Cynthia Harvey (2017), "Top 10 Big Data Jobs." Retrieved from : <https://goo.gl/qutilt>
19. Cognizant(2017), "21 Jobs of the Future: A Guide to Getting –and Staying– Employed over the Next 10 Years." November 2017.
20. Executive Office of the President of the United States (2016), "Artificial Intelligence ,Automation, and the Economy," December 2016.

21. European Commission (2016), "The Future of Work-Skills and Resilience for a World of Change," June 2016.
22. Goos, Konings and Vandeweyer (2015), "Employment Growth in Europe: The Roles of Innovation, Local Job Multipliers and Institutions."
23. Gartner (2017), "Gartner Says By 2020, Artificial Intelligence Will Create More Jobs Than It Eliminates."
24. Hajkowicz, S., A. Reeson, L. Rudd, A. Bratanova, L. Hodggers, C. Mason, N. Boughen (2016), "Tomorrows Digitally Enabled Workforce: Megatrends and scenarios for jobs and employment in Australia over the coming twenty years," January 2016.
25. Knud Lasse Lueth (2015), "The top 5 new jobs created by the Industrial IoT." Retrieved from : <https://goo.gl/nnopoR>
26. IPPR (2017), "Managing Automation: Employment ,inequality and ethics in the digital age." December 2017.
27. Knud Lasse Lueth (2015), "The top 5 new jobs created by the Industrial IoT." Retrieved from : <https://goo.gl/nnopoR>
28. Marty Neumeier (2012), "Metaskills: Five Talents for the Robotic Age," New Riders Pub.
29. McKinsey & Company (2016), "The new tech talent you need to succeed in digital." September 2016. Retrieved from : <https://goo.gl/tKpbtU>
30. McKinsey & Company (2016), "Independent work: Choice, necessity, and the gig economy." October 2016.
31. McKinsey & Company (2017), "A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity," January 2017.
32. McKinsey & Company (2017), "Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation," December 2017.
33. Nikos Andriotis (2017), "Beat the Machines with these 10 Employability Skills for the Future!" Retrieved from : <https://goo.gl/hC93DG>
34. Oxford Economic (2014), "Workforce 2020-The Looming Talent Crisis."
35. OECD (2016), "Automation and Independent Work in a Digital Economy."
36. OECD (2017), "Future of Work and Skills," 15-17 February 2017.
37. PwC (2017), "Workforce of the Future: The competing forces shaping 2030."
38. PwC (2018), "UK Economic Outlook."
39. PwC (2018), "Will robots really steal our jobs ? - An international long term impact of automation."

40. Robert Half (2017), "Now Hiring: Tech Professionals and the Growth of Big Data." Retrieved from : <https://goo.gl/TncNzd>
41. Sigmoidal Mariusz Kierski (2018), "6 jobs that could see an uptick in demand with the rise of AI." Retrieved from : <https://goo.gl/NvJ83j>
42. University of Phoenix Research Institute (2011). "Future Work Skills 2020."
43. UKCES (2015), "Sector insights: skills and performance challenges in the advanced manufacturing sector."
44. UN (2017), "The Impact of the Technological Revolution on Labour Markets and Income Distribution," 31 July 2017.
45. WEF (2016), "The Future of Jobs- Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution," January 2016.
46. WEF (2016), "New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology," March 2016.
47. Wilson, H. J., P. R. Daugherty, and N. Morini-Bianzino (2017), "The Jobs That Artificial Intelligence Will Create," MIT Sloan Management Review, March 23, 2017. Retrieved from : <https://goo.gl/XPZBAZ>
48. WTO (2017), "World Trade Report 2017: Trade, technology and jobs," September 2017.
49. Willis Towers Watson (2018), "Future of work."
50. WEF (2018), "The Future of Jobs Report 2018," September 2018.

附表 1 各文獻對未來新興工作分析結果彙整表

因應新科技而生的工作類型	資料來源
一、人工智慧相關新興工作	
2020 年隨 AI 興起的 6 種工作： 1. 機器訓練師(Machine trainers) 2. AI 工程師(AI engineers) 3. AI 測試員和監督員(AI testers and supervisors) 4. 照護者和社工(Caretakers and social workers) 5. 銷售和行銷經理(Sales and marketing managers) 6. 創業家(Entrepreneurs)	Sigmoidal Mariusz Kierski (2018)
AI 創造的 3 種新職種： 1. AI 訓練師(trainer) 2. AI 解說員(explainer) 3. AI 維護員(sustainer)	Wilson 等人 (2017)
AI 時代乘勢而起的 20 種新工作： 1. 自駕車業者 (Self-driving Cars Industry) 2. 無人機駕駛 (Unmanned Flying Vehicles Drivers) 3. 機器人培訓師 (Robot Trainer) 4. AI 產品經理 (AI Product Manager) 5. 資料科學家 (Data Scientist) 6. 大演算家 (Algorithm Engineer) 7. 使用者介面設計師 (User Interface Designer) 8. 科技法律專才 (Scientific and Technological Law Expert) 9. 遊戲數值企劃師 (Game Designer) 10. 網路輿情分析師 (Public Opinion Analyst) 11. 互動式網路購物主播 (Interactive Internet shopping Host) 12. 廣告優化師 (Ad Optimize Manager) 13. 虛擬實境設計師 (VR Designer) 14. 數位策展人 (Digital Curator) 15. 人類行為觀察家 (Anthropologist) 16. 工作發明家 (Job Inventor) 17. 說書人 (Story Teller) 18. 物聯網 CEO (Chief Executive Officer of IoT Industry) 19. 偵探 (Detective) 20. 健康預言家 (Health Predictor)	潘乃欣(2017)
全球人工智慧細分領域前 10 大人才需求： 1. 演算法、機器學習等 2. GPU、智慧晶片等 3. 機器人 4. 圖像識別/計算機視覺 5. 自然語言處理 6. 智能/精準營銷 7. 語音辨識 8. 推薦系統 9. 搜尋引擎 10. 智慧交通/自動駕駛	LinkedIn(2017)
二、物聯網相關新興工作	
工業物聯網發展下最有前景的 5 種新工作： 1. 工業資料科學家(Industrial data scientists) 2. 機器人協調員(Robot coordinator) 3. IT/IoT 解決方案架構師(IT/IoT solution architect) 4. 工業資訊工程師/程式設計師(Industrial computer engineer / programmer) 5. 工業使用者體驗/使用者介面設計師(Industrial UI/UX designer)	Knud Lasse Lueth (2015)
三、大數據/雲端相關新興工作	
具高度需求的 6 種大數據工作：	Ashley Brooks

因應新科技而生的工作類型	資料來源
1. 資料分析師(Data Analyst) 2. 資料庫管理員(Database Administrator) 3. 資料科學家(Data Scientist) 4. 數據架構師(Data Architect) 5. 大數據工程師(Big Data Engineer)	(2018)
需求前 10 大的大數據工作： 1. 大數據工程師(Big Data Engineer) 2. 數據架構師(Data Architect) 3. 資料庫經理(Database Manager) 4. 資料科學家(Data Scientist) 5. 資料庫開發人員(Database Developer) 6. 商業智慧分析師(Business Intelligence Analyst) 7. 資料建模人員(Data Modeler) 8. 資料分析師(Data Analyst/Report Writer) 9. 資料庫管理員(Database Administrator) 10. 資料倉儲分析師(Data Warehouse Analyst)	Cynthia Harvey (2017)
處理大數據所需之主要職務： 1. 資料倉儲分析師(Data Warehouse Analyst) 2. 商業智慧分析師(Business Intelligence Analyst) 3. 數據架構師(Data Architect) 4. 數據安全分析師(Data Security Analyst)	Robert Half(2017)
需求前 20 大的大數據相關工作： 1. 首席資料長(Chief Data Officer) 2. 資料分析師(Data Analyst) 3. 大數據視覺化師(Big Data Visualizer) 4. 大數據解決方案架構師(Big Data Solutions Architect) 5. 大數據工程師(Big Data Engineer) 6. 大數據研究人員(Big Data Researcher) 7. 資料倉儲經理(Data warehouse manager) 8. 數據架構師(Data Architect) 9. 資料庫經理(Database Manager) 10. 商業智慧分析師(Business Intelligence Analyst) 11. 資料倉儲分析師(Data warehouse Analyst) 12. 資料建模人員(Data Modeler) 13. 資料庫開發人員(Database Developer) 14. Portal 管理員(Portal administrator) 15. 資料庫管理員(Database Administrator) 16. 首席資料分析師(Chief Data Analyst) 17. 商業系統分析(Business System Analyst) 18. 資料探勘分析師(Data mining analyst) 19. 資料策略師(Data strategist) 20. 商業數據分析師(Business Data Analyst)	Big Data-Made Sample(2014)
四、整體數位科技相關新興工作	
新科技下需求增加的工作職務： 1. 數據分析師及數據科學家(Data Analysts and Scientists) 2. AI 及機器學習專家(AI and Machine Learning Specialists) 3. 一般及營運經理(General and Operations Managers) 4. 大數據專家(Big Data Specialists) 5. 數位轉型專家(Digital Transformation Specialists) 6. 銷售及行銷專業人員(Sales and Marketing Professionals)	WEF(2018)

因應新科技而生的工作類型	資料來源
7. 新技術專家(New Technology Specialists) 8. 組織發展專家(Organizational Development Specialists) 9. 軟體及應用開發人員及分析師(Software and Applications Developers and Analysts) 10. 資訊技術服務(Information Technology Services) 11. 製程自動化專家(Process Automation Specialists) 12. 創新專業人士(Innovation Professionals) 13. 資訊安全分析師(Information Security Analysts) 14. 電子商務及社交媒體專家(Ecommerce and Social Media Specialists) 15. 使用者經驗及人機互動設計師(User Experience and Human-Machine Interaction Designers) 16. 培訓及發展專家(Training and Development Specialists) 17. 機器人專家及工程師(Robotics Specialists and Engineers) 18. 人與文化專家(People and Culture Specialists) 19. 客戶資訊及客戶服務人員(Client Information and Customer Service Workers) 20. 服務及解決方案設計師(Service and Solutions Designers) 21. 數位行銷及策略專家(Digital Marketing and Strategy Specialists)	
數位經濟創造出的 10 種新工作： 1. 網路分析師(Web Analyst) 2. 商業智慧經理(Business Intelligence Manager) 3. 消費者體驗經理(Consumer Experience Manager) 4. 數位分析師(Digital Analyst) 5. 網路招聘經理(E-recruitment Manager) 6. 成長駭客經理(Growth Hacking Manager) 7. 集客式行銷專員(Inbound Marketing Specialist) 8. 即時競價經理(Real Time Bidding Manager) 9. 虛擬實境架構師(Virtual Reality Architect) 10. 視覺資料科學家(Visual Data Scientist)	BBVA(2017)
未來 10 年可能新興的 21 項工作： 1. 數據偵探(Data Detective) 2. 陪行/陪聊(Walker/Talker) 3. 網路城市分析師(Cyber City Analyst) 4. 擴增實境旅程建造師(Augmented Reality Journey Builder) 5. 人工智慧業務拓展經理(AI Business Development Manager) 6. 健康承諾顧問(Fitness Commitment Counselor) 7. AI 輔助醫療技術人員(AI-Assisted Healthcare Technician) 8. 個人數據代理(Personal Data Broker) 9. 高速公路管理員(Highway Controller) 10. 數字裁縫(Digital Tailor) 11. 遺傳多樣性幹事(Genetic Diversity Officer) 12. IT 自帶協作者(Bring Your Own IT Facilitator) 13. 財務健康教練(Financial Wellness Coach) 14. 個人記憶監護人(Personal Memory Curator) 15. 虛擬商店嚮導(Virtual Store Sherpa) 16. 基因組合主管(Genomic Portfolio Director) 17. 人機合作經理(Man-Machine Teaming Manager) 18. 首席信用官(Chief Trust Officer) 19. 量子機器學習分析師(Quantum Machine Learning Analyst)	Cognizant(2017)

因應新科技而生的工作類型	資料來源
20. 邊緣計算大師(Master of Edge Computing) 21. 道德採購經理(Ethical Sourcing Manager)	
新科技催生的 10 種創新職務： 1. 物聯網專案經理 2. 人工智慧培訓師 3. 體驗設計師 4. 圖像演算法工程師 5. Fin Tech 敏捷行銷工程師 6. 資料科學家 7. 資安人才 8. VR 導播 9. 電商直播製作人 10. 社群小編	曾巽(2017)
巨大潮流下未來可能的 6 種新工作： 1. 更大的大數據分析師(bigger big data analysts) 2. 複雜決策分析師(complex decision support analysts) 3. 遠端運載工具操控人員(remote controlled vehicle operators) 4. 客戶體驗專家(customer experience experts) 5. 個人化預防性健康助手(personalised preventative health helpers) 6. 網路監護人(online chaperones)	Hajkowicz 等人(2016)
因應數位轉型產業普遍需求的 6 類技術人才： 1. 體驗設計及工程師(Experience designers and engineers) 2. SM 及敏捷教練(Scrum masters and agility coaches) 3. 產品負責人(Product owners) 4. 全端工程師(Full-stack architects) 5. 次代機器學習工程師(Next-gen machine-learning engineers) 6. DevOps 工程師(“DevOps” engineers)	McKinsey(2016)
未來最具潛力之 10 大職務： 1. 物聯網工程師 2. 雲端服務研發經理 3. 電競播報員 4. 資料視覺化分析師 5. 有機農產品經紀人 6. 銀髮看護 7. 自媒體領袖 8. 臨終規劃師 9. 影音製作人 10. 資料科學家	左凌(2016)
零工經濟下的 5 種新興職務： 1. 電競家教 2. 區塊鍊開發工程師 3. 溜娃師 4. 滲透測試專家(Penetration Testers) 5. 寵物旅遊策劃師	張道宜(2018)

附表 2 各文獻對未來技能需求分析結果綜整表

工作技能需求			資料來源
技術技能類	認知技能類	社會技能類	
◆技術設計及編程	◆分析思維及創新 ◆創造力、原創性及主動性 ◆批判性思考及分析 ◆複雜問題解決 ◆推理、解決問題及構思 ◆系統分析及評估	◆積極學習及學習策略 ◆領導力及社會影響力 ◆情感智商	WEF(2018)
◆ICT 專業技術 ◆ICT 素養	◆問題解決能力	◆溝通能力 ◆團隊合作能力 ◆領導能力 ◆自我組織能力	OECD(2017)
	◆問題解決能力 ◆創新能力 ◆創造能力	◆適應能力 ◆合作能力 ◆領導能力	PwC(2017)
	◆問題解決能力 ◆批判式思考能力 ◆設計思維 ◆使用者經驗思維 ◆數位公民素養 ◆創造能力 ◆新媒體素養	◆社交智能 ◆終身學習 ◆虛擬協作能力	Nikos Andriotis (2017)
	◆批判式思考及問題解決能力 ◆主動及創業能力 ◆評估及分析能力 ◆好奇心及想像力	◆跨網絡合作及影響力 ◆靈活及適應能力 ◆溝通能力	Raya Bidshahri (2017)
	◆複雜問題解決能力 ◆批判性思考能力 ◆判斷與決策能力 ◆服務導向思維 ◆創造能力	◆人際管理能力 ◆協同合作能力 ◆情緒智商 ◆協商能力 ◆認知靈活性	WEF(2016)
	◆批判性思考 ◆研究及分析能力	◆溝通能力 ◆組織及管理能力 ◆談判能力 ◆團隊合作能力 ◆自信	Woodhill (2015)
◆電腦思維 ◆跨學科研究	◆獨特見解 ◆設計思維 ◆認知負荷管理 ◆新媒體素養	◆社會能力 ◆自我調節適應能力 ◆跨文化競爭力 ◆網路協作	UKCES(2015)
	◆觀察(系統性思考) ◆夢想(應用想像力) ◆製造(設計)	◆感覺(同理心與直覺力) ◆學習(自我規範)	Marty Neumeier (2012)
◆跨領域能力 ◆數位運算思維	◆意義建構 ◆創新和適應性思維 ◆設計思維 ◆認知負載管理 ◆虛擬協作 ◆新媒體素養	◆社交能力 ◆跨文化能力	University of Phoenix Research Institute (2011)