

科技發展觀測平台「2018年政策動向議題」年度報告

引言

「科技發展觀測平台」主要為蒐集與分析政策動向、資通訊、先進製造、生技醫藥、永續環境、能源等六大核心議題之國內外相關資訊，自2015年8月起正式對外開放，2017年再新增5+2產業創新政策相關議題，包括亞洲·矽谷、智慧機械、生技醫療、綠能科技、國防航太、循環經濟、半導體與新農業等議題，原以全球高競爭力與競合國家如瑞士、芬蘭、德國、瑞典、英國、美國、法國、荷蘭、以色列、澳洲、新加坡、日本、中國、韓國等為主要觀測國家，後更擴及東協及南亞國家。主要資訊來源包括：一、各國政府官方網站所發布的訊息、法規制度、策略規劃與研究報告；二、國際知名經貿組織與智庫機構之重要新聞訊息及其出版之分析報告；三、核心期刊發表之政策與最新科技研發相關論文；四、國際主流媒體刊登之各國政策與科技研發訊息以及其他資料庫等。

本平台蒐集的文獻類型包括新聞訊息、研究/分析報告、政策文件、期刊論文、研討會論文、學位論文、專書、簡報資料、專利及相關法規等。其中，重要的文獻並進一步委請專家摘錄其內容重點撰寫成摘要。「政策動向」議題範圍包括各國科技政策、重大科技計畫、補助及評估機制、創新創業、智財布局、人才培育、法規制度、競爭力、經濟成長及人口老化等次領域。

2018年本議題收錄文獻總共5,293篇，其中委請專家撰寫摘要者共有196篇。依國家別、文獻類型別及次領域別之收錄篇數統計如表1至表3所示，國家別與次領域別之統計均包含複分計數，故篇數總計均多於文獻類型別的收錄總計。

表1 2018年政策動向議題收錄文獻篇數統計－國家別（含複分國家）

中國大陸	日本	以色列	芬蘭	美國	瑞士	臺灣	德國	韓國	總計
422	262	16	57	247	32	887	72	134	5,457
法國	英國	新加坡	瑞典	澳洲	亞太地區	歐盟	全球	其他	
19	205	55	22	39	330	546	1,619	493	

表2 2018年政策動向議題收錄文獻篇數統計－文獻類型別

法規/規範	政策文件	研究/分析報告	研討會論文	專書	期刊論文	新聞/訊息	簡報資料	總計
51	142	2,701	8	236	1332	785	38	5,293

表3 2018年政策動向議題收錄文獻篇數統計－次領域別（含複分領域）

政策動向總論	各國科技政策	法規制度	重大科技計畫	創新創業	智財布局	人才培育	競爭力	經濟成長	人口老化	其他	總計
3,116	4*	48	5*	602	157	240	51	813	35	888	5,959

註*：多數各國科技政策與重大科技計畫因亦論及政策動向而分類在政策動向總論之下，故收錄較少。

以下為科技發展觀測平台「2018年政策動向議題」年度報告，首先綜述第四次工業革命以來各種創新技術對人類生活的衝擊與挑戰，其次從各標竿國家推出的因應政策動向探討其未來布局，並發掘幾個國際科技發展的重要議題詳加闡述，文中點出的未來全

球發展趨勢可供我國借鏡參考。文中以本平台所蒐錄的關連性文獻作呼應論述，同時可驗證本平台計畫的執行成果。

一、前言

隨著第四次工業革命的步伐，各種破壞性創新技術與商業模式呈指數型成長，同時在資通訊技術的助攻之下，在難以想像的速度下，全球進入第三波智慧轉型，整合從物聯網蒐集到的大數據，再透過人工智慧的雲端運算與分析，藉由行動平台以及強大的網路效應，衝擊全體人類的生活形態及產業結構。隨著創新的爆發力，許多先進技術的成本也有如鉛墜般的下降。以人類基因體序列為例，首次破解耗費 27 億美元，如今只須要花費 1,000 美元便可以解開個人基因密碼，為個人化醫療時代揭開序幕。科技應用成本劇烈降低的結果，再加上資訊、物理與生物等技術的融合應用，促使創新的發展更多元且快速，除了改寫科技發展史，也有望解決社會、經濟與環境的挑戰。

在這波智慧轉型過程中，重要關鍵在於大數據和人工智慧，這兩大科技已從提高生產力轉為創造財富的引擎。世界上最有影響力的公司，如蘋果、谷歌、臉書和微軟的成功，都來自於能將積累數據加以組織、分析和商業化。因此有人將數據稱為新石油或新能源，從數據大海中生產出有利可圖的情報。就連生產傳統農業機械的美國曳引機公司，現在也開始蒐集使用其產品的農場數據，並規劃利用這些數據來控制農業和利潤結構，希望能像 Uber 顛覆租車行業一般，創造新經濟模式。

人工智慧除了作為商業武器，創造出許多私有財，也可以應用於公共財的生產、節電、節水，環境復育等等，以解決環境與社會的挑戰，並加速達成聯合國永續發展目標。然而，創新就像雙面刃，人工智慧除了因人力取代而造成失業的問題以外，還可能有演算偏誤或人為惡意操作的隱憂，因而衍生出道德、倫理等社會問題，甚至是改變政治版圖。倘若是公共建設或是醫療系統遭到入侵或竄改，則後果更不堪設想。因此，世界經濟論壇在 2019 全球風險報告中的十大風險，除了七項氣候與環境相關風險之外，也出現了大規模網路攻擊、數據詐欺與竊盜等兩項資訊相關風險。如果各國能因此興起危機意識，以安全為前提來強化跨國合作治理，則在維護國際數位安全之餘，或許還能衍生出新的商機。

未來數位技術將會演變成基礎建設，數位政府政策必須促進敏捷、創新，方能創造更大的社會經濟價值，思考政策改革方向及重新設計服務迫在眉睫，才得以促進各階層都能掌握此波新興機會。政府在智慧轉型過程中，面對高人口成長、氣候變化、機會不平等、技術快速演化及數位化、保護主義興起、國際競爭激烈以及貿易戰爭紛擾等各種錯綜複雜關係，加深了科技與創新政策的決策難度。再加上新興技術快速的演變，今日的熱門技術或許很快就被新興技術所取代，使得決策情報的深度與廣度都必須加強，決策因應也必須更加敏捷。藉由國際政策與新興議題的觀測，及時掌握全球脈動，以強化政策在技術變革中的角色，快速回應因新興技術造成的就業衝擊、社會包容、倫理與法規等議題。

二、國際科技政策動向

第四次工業革命技術以指數級的速度徹底改變人類的生活、工作和社交型態，同時也顛覆所有的產業，並改變了全球價值鏈，對於傳統仰賴人口紅利及工業生產的國家形成極大的挑戰，全球競爭結構因而重新盤整。進入數位新紀元後，生產與競爭態勢丕變，相較於資本要素，人才與技能才是決定生產力的關鍵。世界經濟論壇在此脈絡下，以全球性思考及決策的需求為導向，試圖將第四次工業革命的概念整併到競爭力的定義中，導入促進生產力與成長的新興賽制，例如人力資本、創新、敏捷與彈性等促使經濟成功的特質，開發出嶄新的全球競爭力指標 4.0 (Global Competitiveness Index 4.0, GCI 4.0) 系統，2018 年世界經濟論壇全球競爭力各國的總排名及指標細項排名如表 4 所示^[1]。

表 4 世界經濟論壇的全球競爭力評比

		美國	新加坡	德國	日本	英國	芬蘭	臺灣	澳洲	韓國	以色列	中國
總排名		1	2	3	5	8	11	13	14	15	20	28
環境 便利 性	體制	13	3	16	20	7	2	25	15	27	26	65
	基礎建設	9	1	7	5	11	23	22	31	6	20	29
	ICT 使用	27	4	31	3	28	16	13	22	1	39	26
	總體經濟穩定度	34	42	1	41	1	1	1	1	1	38	39
人力 資本	健康	47	1	25	1	29	22	27	8	19	11	44
	技能	3	20	4	26	13	1	21	12	27	14	63
市場	產品市場	3	1	7	5	12	14	18	8	67	41	55
	勞動市場	1	3	12	18	8	19	16	22	48	15	69
	金融體系	1	5	21	10	8	3	7	13	19	22	30
	市場規模	2	27	5	4	7	61	20	25	14	57	1
創新 生態 體系	商業活力	1	16	2	14	7	8	21	15	22	5	43
	創新能力	2	14	1	6	7	10	4	18	8	16	24

第四次工業革命影響所及，除了生產還包括管理與治理體系，所有要素交互影響的力量促成新的全球化時代到來，伴隨著多極化社會發展與各種不平等紛至沓來。每一次的變革就是一次轉變的機會，因應得宜則可成功翻轉，倘若錯失良機則可能導致衰敗。因此各國政府把握這波轉型機會，紛紛推出因應政策，以調整全球化進程中的步伐，除了在國際創新賽局中脫穎而出之餘，也期望開創新的社會價值以富足民生。(參見表 5)

表 5 主要國家政策比較

國家	主要政策
新加坡	智慧國家 2025、AI.SG 計畫、國家資安總體規劃、未來技能計畫
日本	統合創新戰略、邁向 2020 年的新經濟政策方案、產業聯網開創價值方案、2018 年日本科學技術白皮書、人工智慧技術戰略
澳洲	2030 發展策略規劃
韓國	第 5 次科技前瞻 (2016-2040)、2018 年 KISTEP 十大新興技術、韓國中長期綱要計畫報告、國政五年營運計畫、AI 資訊產業發展策略、因應第四次工業革命人工智慧社會之中長程策略、智慧韓國國家發展策略
中國	一帶一路倡議、國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要、國家農業科技園區發展計畫 (2018-2025 年)、創新驅動鄉村振興發展專項規劃 (2018-2022 年)、中國製造、機器人產業發展計畫 (2016~2020)、新一代人工智慧發展規劃
美國	數位製造、AI Next、美國製造
德國	2030 年國家生物經濟研究策略
英國	英國人工智慧發展的準備、志向與能力、Flying High (高飛計畫)、都市聯網計畫、海洋前瞻、產業策略綠皮書
芬蘭	人工智慧的行動方案、2018-2022 年芬蘭交通運輸部門的國家成長計畫、2017-2021 年無障礙數位交通與通訊服務行動方案

(一) 美國

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，美國位於全球第 1 位。「人力資本」支柱的「技能」為世界第 3，「市場」支柱項下「產品市場」第 3、「勞動市場」第 1、「金融體系」第 1、「市場規模」第 2，「創新生態體系」的「商業活力」排名第 1、「創新能力」排名第 2，經年穩居全球創新的霸主。

美國過去一直扮演全球問題仲裁以及世界道德使命監督者的角色，一舉一動牽涉到全球的政治、經濟發展，並擅用「硬（軍事和經濟）」與「軟（外交、體制和文化）」之間的對立關係，發揮在國際事務上的影響力。但是國際普遍認為，美國的全球參與將在川普上任後產生變化。芬蘭總理府特別由不同觀點探討美國政策的變化與延續動態，進而由未來國際秩序、大國關係、北歐戰略甚至芬蘭的整體安全環境等觀點，揭示美國的全球參與和國家利益的演變^[2]。

無論國際外交政策如何演變，美國的科研表現仍無愧其美國第一的稱號，但是進入 21 世紀後，隨著 ICT 產業由硬體轉向軟體，美國成為第一波生產衰退潮當中受創最重

的國家，嚴重衝擊美國中小企業。儘管二十年來美國製造在全球的市占率下降，但挾其工業多樣性、利潤豐厚的國內市場、人力資本，以及強健的技術和創新能力，仍然穩住世界第二大製造業的地位。根據麥肯錫的研究發現，價值鏈正朝向對美國有利的方向發展，按照目前的趨勢走向，到 2025 年時，美國可以憑藉其優勢，提升製造業的附加價值 20%。隨著數位經濟趨勢發展，美國以其創新能力發展新的商業模式，能將價值從生產轉向研發、設計和服務^[3]。

雖然身為科技強國，美國仍有 77% 的中小型製造商在未來 3 年內尚無應用物聯網的規劃。資訊技術與創新基金會根據波士頓顧問集團的調查，在報告指出，2016 年美國企業對工業 4.0 的準備仍然處於早期。為了維持在工業物聯網、智慧製造的領先地位，資訊技術與創新基金會提供支持數位製造的政策建議^[4]，包括：1. 加強政府對於業界執行智慧製造的追蹤數據蒐集；2. 鼓勵 OEM 廠商對於供應鏈數位化掌握更多主導權並建立機制；3. 建立區域性數位製造樞紐或擴大數位製造試驗中心、測試站；4. 美國應提高 MEP 每年的補助預算到每年 2 億美元，並扭轉 MEP 現有的救火隊功能等等。

（二）新加坡

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名第 2 位，較去年再進步 1 名，是亞太地區的第 1 位。在「環境便利性」支柱下的「基礎建設」、「人力資本」分項的「健康」、「市場」支柱的「產品市場」皆排名第 1，但是「創新生態體系」支柱的「商業活力」與「創新能力」分別排名 16 與第 14，顯示新加坡是以基礎建設見長。

新加坡在 2018 年世界智慧財產權組織（WIPO）、康乃爾大學、歐洲工商管理學院（INSEAD）共同發布的全球創新指數報告中排名全世界第 5 位，也是亞洲之冠，是都市建構創新生態系統重要標竿^[5]。新加坡政府積極投入新創企業育成，其支援制度高達 10 種以上。新加坡國家研究基金會（NRF）提供 4,000 萬新幣激勵大企業與新創公司互動，建立合作關係，帶動既存的成熟產業與年輕新創公司成為合作夥伴。

新加坡的政策是以 10 年為單位，早在 2006 年便推出「智慧城市 2015」（Intelligent Nation 2015, iN2015）計畫，2014 年再度公布「智慧國家 2025」（Smart Nation 2025）10 年計畫。2017 年 5 月進行組織重組，成立智慧國與數位政府工作團、新加坡政府科技局等兩個法定執行機構，以加速落實智慧國的願景。為促進新加坡人工智慧能力，在 2017 年至 2022 年間，由新加坡國家研究基金會投資 1.5 億新幣（約 1.06 億美元），致力推動跨部會的「ALSG 計畫」，以解決新加坡在金融、交通及醫療保健方面的問題，以及深化新加坡整體的 AI 創新能量為目標。

2018 年進一步推出國家資安總體規劃（National Cyber Security Masterplan 2018）將公部門原始資料免費提供民間、企業進行加值應用，預期讓新加坡成為可信任與強健的資通訊樞紐。此外更以智慧國整合平台為中心，讓需要的人可以快速找到資訊與相關網站的連結。為協助勞工技能轉型，新加坡也以未來技能計畫（SkillsFuture Program）強

化勞工技能訓練，更要從教育體系改革著手，培養 21 世紀技能，如團隊精神，分析技能、關鍵思考或其他技術性技能。

（三）德國

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，德國位於全球第 3 位，較前一年進步 2 名。「環境便利性」支柱的「總體經濟穩定度」排名第 1，「人力資本」支柱的「技能」排名第 4，「創新生態體系」支柱的「商業活力」排名第 2、「創新能力」排名第 1；顯見德國以穩健的基礎建設維持經濟成長與國力。

無論從全球創新指數 GII 或全球競爭力指數 GCI 排名來看，德國都是創新領先者。基於國內的強勁需求及外匯強勢，預計德國經濟將持續穩定成長。德國也是歐盟重要的第四次工業革命創新國，慕尼黑也是歐盟前兩大創新集中地區之一。德國重點佈局在運輸車輛、基礎設施與製造等應用領域，德國聯邦政府為實現 2020 年高度自動化駕駛的目標，聯邦政府針對基礎建設、法規、創新研發、聯網化、資訊安全及資料保護提出相關的因應措施，且已於 2017 年通過自動駕駛車輛測試的相關法規，確保德國汽車產業能保持領先地位。

德國向來對於環境永續發展不遺餘力，同時也在綠色產品、製程和服務中獲益。在德國聯邦環境、自然保育、建築及核能安全部發表的報告中顯示，2016 年在環境技術和資源效率相關的全球市場規模高達 3 兆歐元，預估綠色科技市場在 2025 年的全球市場超過 5 兆歐元，而德國已充份掌握這波綠色轉型的商機^[6]。根據羅蘭貝格(Roland Berge)的市場模型預測，到 2025 年數位化將為德國的綠色科技產業增加 200 多億歐元。為了準備迎接數位化的衝擊，德國綠色科技的供應商將面臨新的挑戰。在數位準備度方面，德國綠色企業在相關活動及對環境友善的能源生產已充分數位化，但在廢棄物管理及回收方面則有待強化。

德國早在 2010 年便在聯邦教育及研究部的主導下，發表「2030 年國家生物經濟研究策略」倡議以高效率農業確保全球糧食安全，同時發展德國的生物經濟^[7]。主要的投資領域為農業與食品業，以對糧食安全、氣候保護和自然資源的永續利用有所貢獻。同時以此策略制定新的糧食安全國際標準，長遠來看，聯邦政府已經將國家和國際生物經濟納入創新、永續及氣候相關政策中。

（四）日本

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，位於全球第 5 位。在「環境便利性」支柱下的「ICT 使用」排名第 3、「人力資本」支柱的「健康」與新加坡同分並列第 1、「市場」支柱的「市場規模」第 4，「創新生態體系」支柱的「創新能力」全球第 6；代表日本雖然長期經濟疲弱不振，仍能以人力資本及 ICT 使用來支撐其創新能力。

日本是 OECD 國家中少數總研發投入超過 3%(國內總研發投入占 GDP 比)的國家，因此在科研產出也有傲人的表現，在 21 世紀獲得自然科學諾貝爾獎的學者人數高居世界第二，僅次於美國。雖然歷經 5 年的安倍經濟學，企業活動似乎略有回復，然而科研對經濟的貢獻卻始終未見起色，勞動生產力甚至屈居七大工業國之末，由各種國際評比的結果可知，日本正面臨經濟、社會轉型的關鍵時刻。

由於量子技術、人工智慧、生物科技等領域的爆發性創新與成長，超出第 5 期基本計畫的設想。因此在迎接第 5 期基本計畫的第三年，內閣府在 2018 年 6 月 15 日通過「綜合創新戰略」^[8]，期望以日本的既有優勢推動科技創新，強化人工智慧、生技、環境與能源、安全、農業等領域，達成永續發展目標。同年日本也推動「邁向 2020 年的新經濟政策方案」^[9]，目標是名目 GDP 從 2017 年的 544 兆日元推升達 600 兆日元。希望在創造財富之餘，也能達到均等分配，以建立具良性循環的成長力。

由於日本是 OECD 中老化最嚴重的國家，對於未來生產力有致命性的傷害。日本經濟產業省、厚生勞動省、文部科學省跨部會共同推動「產業聯網開創價值」，在超智能社會 5.0 (Society5.0) 中，以產業聯網創造新附加價值與解決社會議題為關鍵^[10]。日本內閣府智慧財產戰略本部也以「2025 至 2030 中長期社會與智慧財產體系」展望檢討施政方向。在「價值設計社會」的願景下，適時調整智慧財產戰略並制定各部會的短、中期推動進度。

日本文部科學省亦依據日本科學技術基本法第八條，發表 2018 年日本科學技術白皮書^[11]，藉此讓國會及國民瞭解並監督政府在科技振興的施政內容和執行進度。白皮書以「進一步加強科學技術創新基礎能力」為主題，期能以科技政策創造未來產業與價值創新，建構創新人才、知識、資金的良性循環系統。同時以「推動科學技術創新，達成永續發展目標 (SDGs)」，期以社會 5.0 的 8 項優先課題，實現「綜合改善社會、經濟、環境的永續發展，以實現未來先驅者的目標」的願景。

(五) 英國

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，英國排名為全球第 8，排名不變。「環境便利性」支柱的「總體經濟穩定度」排名第 1，「創新生態體系」支柱的「商業活力」排名第 7、「創新能力」排名第 7；顯示英國能將創新轉化為商業活動。

英國自 2014 年後，GDP 年成長率持續減慢，商業投資也依然薄弱。人口雖然仍在增長，卻因高齡化使得勞工與退休人員的比例下降，如果要維持過去的經濟水準，勢必要提高生產力。數位科技的誕生改變了整體產業環境，英國欲趁數位賽局重新洗牌之際站穩有利位置。商業、能源暨產業策略部依據 2017 年初的產業策略綠皮書^[12]，進一步對產業數位化提出發展建議，期許英國在 2030 年能成為產業數位化的全球領導者。2018 年 4 月 16 日，英國議會轄下的人工智慧特別委員會發佈「英國人工智慧發展的準備、志向與能力」報告，認為英國有能力在人工智慧成為世界領導者，英國政府也高度重視

人工智慧在經濟和社會發展的巨大潛力。

早在推動產業數位化之前，英國的人文藝術便在政府的大力支持下發展數位應用。根據創新機構 Innovate UK 報導，英國充分運用沉浸式技術，例如：VR、AR、MR 等來創造出獨特的經濟、社會與文化價值，再挾其設計、製造的優勢，已在許多領域奠定數位發展的良好基礎^[13]。同時也因為在人工智慧與機器學習市場擁有 200 家中小型企業而居歐洲之冠，更進一步以政府支持的無人機創新專案「Flying High (高飛計畫)」解決城市與危險地區的醫療、交通事故、火災、建築等複雜性議題。國家科技藝術基金會 (NESTA) 在英國無人機發展的未來願景報告中建議，應就科技、政策、經濟和社會影響等各層面，以公共影響分析來評估成果被實現的可行性，同時應儘速制定完善的空域飛行管理規則^[14]。

物聯網 (IoT) 雖然帶來了相當可觀的數位經濟效益，但是隨之而來的網路安全問題，也讓消費者的隱私與個資安全、規模性網路攻擊的風險逐漸浮現。英國數位、文化、媒體暨體育部已將物聯網產品與服務的網路安全審查列入政策推動範圍^[15]，同時也於 2018 年 3 月公布 5G 測試平台及試驗計畫中之都市聯網計畫，預計大規模推展 5G 試驗。英國國防技術研究所轄下的國防和安全加速器充分運用英國的資安技術優勢，結合國際間各領域專業知識，以提高數位應用在國防及產業發展上的資訊安全性^[16]。

基於英國是世界上最大的國防出口國之一，對國家的經濟與就業的貢獻極大，也有助加強國際關係及建立友國與邦交國的軍事能力。英國國防部依 2015 年戰略防禦與安全評估的結果，重新驗證國家安全目標的實現方法，藉由國防工業走向全球的核心願景。同時英國政府首席科學顧問也發表海洋前瞻^[17]，建議充份運用豐富的海洋資源，探索海洋、保護和經濟活動提供新的契機，並透過專業的海洋科學知識、策略型重點企業和外交關係，從經濟和環境的角度發掘海洋的新價值，並在全球扮演領導者的角色。

(六) 芬蘭

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，芬蘭排名全球第 11 位，退步 1 名。「環境便利性」支柱的「體制」排名第 2、「總體經濟穩定度」排名第 1，「人力資本」的「技能」排名第 1，「市場」支柱的「金融體系」排名第 3，「創新生態體系」支柱的「商業活力」排名第 8、「創新能力」排名第 10；雖然創新能力略微退步，但以其環境、人力資本及金融體系的穩固基礎，應可在數位經濟中順利轉型。

芬蘭的研發素來擁有良好的聲譽，但近年來芬蘭的創新系統表現僅略高於歐洲平均水平。芬蘭人的科學研究表現自西元 2000 年起持平發展。儘管國內大量投資研發且有大量的博士畢業生，卻沒有相對較高品質的科學產出。針對種種問題，歐盟研究指出，可能因未能充分對關鍵、優勢領域深耕之故，導致這些領域的頂尖研究人員很少。再者，科學、技術與創新的國際化相對呈現弱勢，在最新的研究與創新觀測台 (RIO) 報告中，建議強化芬蘭人的研究優勢，並加強推廣國際化的研究與創新。

事實上，芬蘭擁有從應用人工智慧中獲益的絕佳條件。在 11 個已開發國家中，芬蘭的商業結構、產品創新導向產業、公共部門的數位化程度、高教育水準，被認為是最能由人工智慧帶來經濟成長潛力的國家，發展潛力僅次於美國。因此，芬蘭經濟部長任命一個工作小組在考量目前條件下，提出未來發展人工智慧的行動方案。經濟事務與就業部在報告中指出，除了應用人工智慧以提高企業的競爭力，必須有效利用資源並選定優勢領域，以及建立全球最好的公共服務，積極參與國際發展，使芬蘭成為人工智慧應用的領頭羊^[18]。

有鑒於此，經濟事務與就業部看準交通運輸業在數位化的未來有著驚人的變革與無窮的機會，加上全球交通行動服務（MaaS）的市場預計到 2030 年將成長至 1 兆美元。過去芬蘭為達減少碳排的目標，被迫限制交通運輸，無法滿足旅行及物流方面的需求，因而於 2018 年發表 2018-2022 年「芬蘭交通運輸部門的國家成長」計畫^[19]。該計畫將促進公部門與私人企業的合作，規劃以合作與發展生態系的方法，協助芬蘭發展人工智慧與數位服務平台等新工具，除了滿足國內需求以外，並協助芬蘭發展全球商業。此外芬蘭交通與通訊部為實現全民福祉，避免運輸和通訊服務中的社會排他現象，制定「2017-2021 年無障礙數位交通與通訊服務行動方案」，協助老年人和身體功能受限的人可以自行使用而無須求助，同時秉持通用設計的原則，建立一個無障礙的數位社會，符合所有公民的利益與商業機會，提供以市場為導向的運輸和通訊服務^[20]。

（七）澳洲

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，澳洲為全球第 14 位，由於競爭力評等架構調整，較 2017 年前進 7 位。在「環境便利性」支柱下「總體經濟穩定度」第 1，「人力資本」支柱的「健康」以及「市場」支柱的「產品市場」皆第 8，但是「創新生態體系」支柱的「商業活力」與「創新能力」分別排名第 15 與第 18，意味著澳洲還處於效率驅動邁向創新轉型的階段。

截至 2016 年為止，澳洲仍維持連續 26 年經濟成長的佳績，但是到 2016-2017 年的成長逐漸趨緩且出現疲態。儘管促成經濟成長的礦業已經不復當年榮景，但是根據澳洲產業創新與科學部的資料顯示，澳洲在 2015-2016 年間便有將近一半企業是屬於創新型的公司^[21]，其中又以保健與社會扶助領域的成長較多，在高齡社會的挑戰下，澳洲在健康照護將有機會發揮強項。

澳洲企業有傲人的科學基礎作為創新後盾，近一世紀以來有 15 位諾貝爾獎得主，特別是在醫藥與生理領域，但是雖然澳洲有突破性的科學進展，卻多半在海外商品化，無法掌握科學發明的所有價值。因此必須要能將高價值的產品或服務商業化，並聚焦在高成長的產業與企業，才足以在國際創新賽局中脫穎而出。而澳洲擁有強而有力的法規環境，法規品質在 127 國中排名第 8，經商容易度在 189 國中排名第 13。因此澳洲產業創新與科學部展望未來 25 年，建議澳洲應在服務業制度、降低貿易成本、改善運輸成本以及優化網路通訊等方面持續改革，讓澳洲進一步融入世界經濟體系^[22]。

有鑒於澳洲在強勁的經濟成長、具競爭力的產業與學研合作機制、充份的就業機會以及高生活品質等強項，雖然已經站穩創新賽局的有利位置，但是相較於競爭對手國，在創新的投資以及企圖心仍有不足，必須加緊腳步才能拔得頭籌。為此，產業創新與科學部的創新與科學辦公室（Office of Innovation and Science Australia）建立澳洲政府發展「2030 發展策略規劃」^[23]，提出 30 項策略建議，從教育、產業、政府、研究與發展、文化與企圖心五項行動任務來催化政府投資與活動，希望在 2030 年實現「透過創新讓澳洲繁榮」的願景，並讓澳洲躋身頂尖創新型國家之列。

（八）韓國

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力中，韓國排名全球第 15 位，進步 9 名。在「環境便利性」支柱下的「ICT 使用」及「總體經濟穩定度」第 1，「創新生態體系」支柱下的「創新能力」排名第 8；足見韓國在創新的基礎建設已完成打底，未來將以創新能力作為國家競爭力的主要來源。

韓國自 1994 年便開始利用科技前瞻作為迎戰未來的利器，自第 4 次科技前瞻與第 3 期科技基本計畫扣合開始，奠定前瞻在促進韓國科技發展的地位。由韓國科學技術情報通信部主導的「第 5 次科技前瞻（2016-2040）」^[24]跳脫預測的功能，直接以任務導向為出發點，定調為「以解決未來社會問題的未來技術」，作為第「4 次科技基本計畫（2018-2022 年）」的基礎資料。除了考量國內外環境變遷來預測未來社會樣貌，訂出 24 種創新技術的未來發展，並預測技術在社會普及的引爆點，以規劃出政策優先的重點技術。

根據未來韓國的社會需求，「2018 年 KISTEP 十大新興技術」^[25]設定主題為「永續且以人為本的智慧社會」，作為研擬國家科技研發方案時的優先發展目標，並將智慧資訊社會定義為融合物聯網、雲端服務、大數據以及手機（ICBM）與人工智慧（AI）的社會，並期望創造出新的價值。

早在 2016 年韓國政府便提出「智慧韓國」的國家發展策略、期望以智慧居家、智慧道路與智慧城市帶動韓國的成長。為迎接 2030 年智慧資訊社會來臨，韓國未來創造科學部於 2017 年 7 月 20 日發佈「韓國中長期綱要計畫報告」^[26]，勾勒出 2030 年的願景為「實現以人為本的智慧資訊社會」，以兼顧大眾與企業的需求，同時透過政府、研究社群、企業與市民的共同努力來達成。根據麥肯錫估計，2030 年智慧資訊社會將為韓國帶來 460 兆韓圓的經濟效益。

雖然建置智慧工廠的目標超前，但是對目前已經相當嚴重的就業問題無疑是雪上加霜。韓國未來科學創造部在 2016 年開始籌組未來籌備委員會，針對第四次工業革命就業問題，提出未來就業轉型的系統創新方向，規劃轉型期的成長策略，以因應未來轉型過程所產生的不確定性與不平等問題，未來創造科學部揭示韓國在未來就業的戰略目標將以創新系統與人才競爭力為核心^[27]。

文在寅新政府也提出「國政五年營運計畫」，以「國民的國家，正義的大韓民國」作為國家願景，以國民為主人的新政府、共同富裕的經濟、負責國民生活的國家、均衡發展的地區、和平繁榮的韓半島作為國政目標，並以此發展出 20 大國政戰略、100 項國政課題、487 個實踐課題。

（九）以色列

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，以色列位於全球第 20，在「人力資本」支柱的「健康」排名第 11，「創新生態體系」支柱的「商業活力」排名第 5、「創新能力」排名第 16；顯示以色列是以市場活力驅動創新。

以色列的總體經濟與財政表現持續締造優異的紀錄，經濟成長強勁之餘，失業率亦低而且逐漸下降。由 OECD 的 2017 年科學、技術與產業計分板可發現，以色列在資訊業的生產附加價值率最高，透過全球價值鏈的擴散，ICT 產品的輸出也同時帶動國內非 ICT 產業的附加價值^[28]。從 OECD 在 2018 年的經濟調查發現，以色列的經濟強勁，所得不平等的情形漸減，但是經濟差距與缺乏社會凝聚的情況依然存在，必須從提升生產力與平等的策略與行動方針著手改善^[29]。

以色列 2015 年的企業研發支出占總研發支出的 85%，可見以色列的創新主要由企業撐起。儘管以色列創業家精神很高，但創業整體表現在 65 個國家中只排名第 27，雖然表現不如預期理想^[30]。特別值得注意的是在市場的開放性及彈性方面，由於以色列市場相當小，大部分為大企業壟斷或變成寡占事業，對新創企業或中小企業相當不利。但是政府透過對市場、標準及金融的法規管理、調整研發資源的配置、加強創新技術的普及推廣，以改善創業環境、創造新的商機，以期提高創業者存活機會。

（十）中國

在 2018 年 WEF 全球競爭力報告的整體競爭力排名中，中國為全球第 28 位。在「環境便利性」支柱下的「體制」及「人力資本」等排名都相當落後，只有在「市場」支柱的「市場規模」居世界第一，「創新生態體系」支柱的「創新能力」排名第 24；顯示中國雖在環境便利性、人力資本雖然比不上先進國家，但是靠市場規模足以支撐創新能力的建立。

中國為了確保天然資源安全、拓展出口市場、擴張地緣政治的影響力，以在全球取得能與美國抗衡的競爭力，採取區域結盟策略，選擇與開發中國家共同發展「一帶一路」倡議^[31]。更依據北京的安全與地理位置，挑選 5 個與中國利益息息相關的盟國發展特別關係，以透過開發中國家的經濟、政治與軍事參與，逐步增強中國在全球的影響力。

在科技發展方面，中國在「國家中長期科學和技術發展規劃綱要（2006-2020 年）」中明確訂定提高自主創新能力、建設創新型國家做為戰略目標。2016 年「國民經濟和社

會發展第十三個五年規劃綱要」(簡稱十三五)揭示應納入科技進步貢獻率指標；同年，「國家創新趨動發展戰略綱要」中更進一步訂定 2020 年中國科技進步貢獻率要提高到 60% 以上。從 2018 年國家創新指數報告中可以發現，這些政策規劃與執行對於中國的創新能力提升居功厥偉，從十五、十一五、十二五到正在執行的十三五期間，政策支持的創新資源投入增加數十倍，快速提升科技研發產出的質與量，無論在研發投入或創新產出的效率都超越其他新興國家，使得中國成為新興經濟體的霸主。同時也迅速推升國家在全球創新的排名，進而邁向創新驅動型國家。

為落實國家十三五科技創新規劃的要求，以及貫徹農村振興戰略，科技部、農業部、水利部、國家林業局、中國科學院、中國農業銀行等共同制定「國家農業科技園區發展計畫(2018-2025 年)」，以加快農業科技園區的創新發展。另一方面為落實「鄉村振興戰略規劃(2018-2022)」，中國大陸科技部也編制「創新驅動鄉村振興發展專項規劃(2018-2022 年)」，以深化習近平時代中國特色社會主義思想。

三、重大議題

(一) AI 引領智慧發展

人工智慧的話題性與未來發展性已隨時代的演進而備受重視，在各種 AI 應用的案例中也可以發現，AI 已經深入各個領域，包括自動駕駛運輸系統、家庭或服務機器人、醫療健康、娛樂、教育等，並且已經創造出許多新的經濟與社會價值，包含線上或線下的產業環境也隨著 AI 而轉變。亞洲電子商務前 3 強國家，如日本、中國及韓國，無論在 B2C 或 B2B 市場都大量運用新興技術。例如：日本樂天採用機器學習與人工智慧的 C2C 平台，無印良品亦採用機器學習與大數據分析，以便及時提供建議給消費者。中國阿里巴巴的天貓平台結合了菜鳥物流公司，利用區塊鏈進行跨境供應鏈管理，以提供消費者透明的物品追蹤系統，光是 2018 年 3 月該系統便出貨 3 萬件到 50 個國家^[32]。

歐洲政策研究中心指出，AI 的研究中有 60% 的研發投資集中在機器學習，在機器學習中又以深度學習最受矚目。深度學習因繪圖處理器 (Graphics Processing Unit, GPU) 的出現而滿足了平行運算能力的需求，之後又有張量處理器 (Tensor Processing Unit, TPU) 讓平行運算性能以倍數成長。但是在第一波數位革命的 25 年後，先進國家約有 30% 的公司尚未將商業流程自動化，從需求面來看，尚有社會抗力存在。加上 AI 的商業化速度跟不上技術進展，還需要持續投入更多資源才得以縮短差距，因此各國紛紛規劃 AI 的國家發展計畫^[33]，包括：

1. 中國：國家領導習近平在十九大的演說提及中國有意轉型為 AI 大國，現階段推出的政策方案包括聚焦在精敏製造的「Made in China 2025」、聚焦在智慧製造的「Internet +」、聚焦在機器人的「Robot Industry Development Plan (2016~2020)」。中國國務院於 2017 年公布「新一代人工智慧發展規劃」，期望 2025 年時，能在 AI 研發產生重

大突破，目標在 2030 年將中國建設成為世界主要的人工智慧創新中心並能夠征服全球市場。

2. 日本：總理安倍晉三在 2017 年頒布「人工智慧技術戰略」，同時也針對「日本機器人發展戰略」進行法規改革。
3. 韓國：南韓新任總統文在寅推動全球首例的機器人稅，以彌補失業率攀升後所須儲備的福利金。科學技術情報通信部在 2016 年推出「AI 資訊產業發展策略」，爾後又再頒布「因應第四次工業革命人工智慧社會之中長程策略」。
4. 美國：因為有科技巨人與頂尖大學在 AI 研發的大量投資，因此政府在這一場人工智慧大戰傾向採取放手策略。2018 年 5 月白宮宣佈將以移除創新障礙、支持勞工、促進公共研發為主要策略。國防高等研究計畫署 (DARPA) 發佈一項 20 億美元的投資計畫名為「AI Next」，期能解決目前 AI 的瓶頸技術。
5. 芬蘭在 11 個已開發國家中，被認為是僅次於美國，最能由人工智慧帶來經濟成長潛力的國家。芬蘭經濟事務與就業部提出策略優先議題，主要聚焦在加速數位基礎建設升級，如培養人才、重新定位教育系統、協助勞工轉型更順暢、網路安全、隱私及技術倫理等，以建立芬蘭在人工智慧應用的領先地位^[18]。

AI 雖然為全球帶來成長的機會，但在轉型過程中需要考量可能引發的負面效應與外部成本。蘭德公司探討先進的人工智慧對未來核安的潛在影響，擔心政府礙於壓力，在人工智慧技術成熟前就先應用，進而引發災難性的錯誤，例如：可能破壞核安的穩定基礎，甚至在 2040 年之前破壞維持穩定的力量^[34]。

歐洲政策研究中心也在報告中提醒各種倫理風險，定義出有問題的應用情境以及終止 (no go) 的標準，被禁止應用的包括：致命自主武器系統 (LAWs) 或人為介入器官移植的運算等。有疑慮的情境包括：可能帶有歧視的預測犯罪系統、造成數位獨裁的社會信用平分、私人機構利用人臉辨識作為行銷手段、特定內容過濾、可能降低服務品質與歧視的聊天機器人等^[35]。

(二) 串聯數據建構智慧國度

世界經濟論壇指出第四次工業革命的技術將為全球經濟帶來高達 3.7 兆美元的價值，除了創造新產品與服務外，並可透過優化資源消耗以支持永續環境^[36]。但是，目前能創造的生產潛力尚未完全發揮。在全球化重新定義市場參與者之後，生產型城市之全球倡議 (FabCity Global Initiative) 的架構可以透過全球共享來促進在地製造，透過微型工廠的少量客製化而使得產品具有高度個人化特色^[37]。

隨著大數據的可用性提高，從消費者需求分析，加上具自動化與供應鏈數位化管理之智慧工廠的彈性製造，可以達到少量、快速、低成本的客製化商品。各國紛紛提出策略發展計畫，例如德國的工業 4.0、中國大陸的「中國製造 2025 (Made in China 2025)」、

美國的「美國製造 (America Makes)」等。英國商業、能源與產業策略部也發佈產業策略綠皮書，以 2030 年成為產業數位化的全球領導者為願景。韓國政府在 2016 年提出的「智慧韓國」國家發展策略，期望以智慧居家、智慧道路與智慧城市帶動韓國的成長；產業通商資源部於 2014 年推動的「韓國智慧工廠」方案，在 2017 年已經達成原先預定在 2020 年建立 1 萬座小型智慧工廠的目標，因此進而將目標擴大為「2025 年前建立 3 萬座智慧工廠」^[38]。

依世界經濟論壇的估計，目前每天都有將近 500 萬個裝置進行網際網路連接。現今已有 64 億個物件透過資料進行雙向溝通，至 2020 年將高達 200 億件^[12]。先進國家已推動諸多策略，例如：澳洲增加頻寬以促進物聯網應用；印度政府投資智慧城市並與企業共同成立物聯網卓越中心；日本建立物聯網系統安全性通用架構；韓國推動物聯網綱要計畫；馬來西亞勾勒國家物聯網發展策略藍圖；紐西蘭在 2017 年商業成長議程提到透過物聯網產官聯盟的建立及市場研究，以加速物聯網的應用；新加坡制定物聯網標準大綱以支持智慧國政策，希望透過物聯網的部署達成永續發展的目標^[33]。

有鑒於物聯網的效益，目前也發展出諸多跨國層級的物聯網相關布局，例如：2020 年「東協資通訊綱要計畫」與「東協智慧網絡倡議」。隨著「連結歐洲設施計畫」將於 2020 年結束，歐盟也協助決策者於 2020 年後，持續發展 15 項數位服務與基礎建設的相關措施^[39]。

各國以開放政府數據及大數據分析為基礎而發展的數位經濟政策，確保網路互相連結及可互相操作性，以一體化政府建立跨政策機關及規範，有效協助政府在社會服務的發展與傳遞。當數位基礎建設完成時，政府在數位世界中可以用既精準又低成本的方式傳遞大眾服務，讓政策的流動性與影響力也大幅提升，同時也能提高公共管理部門的靈活性與回應速度。

另一方面，政府將公開資料進行策略性分享，除了可以提高公眾對政府的信任、改善人民的日常生活，企業也可由開放資料中尋找創新的契機。而健全的資料政策和資料治理模式是支持公共部門數位化轉型過程中重要的一環，OECD 於 2013 年開始以「OECD 開放政府資料計畫」改善公共服務傳遞、公民創新和數據驅動新聞等。同時協助 OECD 的「朝向數位化計畫」，支援政府和決策者在公共部門、經濟活動和整個社會的數位化轉型中進化。政府在資料公開的觀點已從過去資料供應和出版角度，轉向使用開放數據作為協作工具。過去以入口網站作為提供公共部門資訊需求，逐漸演化為「資料即平台 (Data as a Platform, DaaP)」的工具，而且更重要的是作為「政府即平台 (governments as platform)」的驅動者^[40]。

(三) 數位治理與風險管理

各種數位技術融合創新的影響力遍及各產業，影響層面橫跨了公眾及個人領域，各國政府也在這波轉型過程中扮演重要關鍵角色。數位經濟為決策者及管理者帶來的挑戰

性是，傳統風險管理導向的方法已不適用，因而無法達成預期效益或提供適切保護，例如 Uber 是出租車企業或是軟體企業？Alipay 是銀行或科技或電子商務企業？數位經濟時代下的產物如共享的 IP 平台、創客的自造運動與微型工廠都不是過去傳統法規所能規範，而且新興企業在管理運作模式也遠比不上大企業，更需要良好治理模式來保障消費者權益。同時在跨領域成長的情況下，壟斷與市場競爭的界限也逐漸模糊，如果無法制定能促使中小企業於數位經濟中良性競爭的政策，將導致產業甚或國家競爭力的耗損。因此，在瞬息萬變的數位轉型過程中，數位化政策必須以敏捷為王道^[41]。

幾乎所有日常活動都已數位化的情況下，網路安全和風險管理已成為企業和政府的重中之重。在資料分析成為主流的現今，數十年來一直在使用資料分析的風險部門無疑成為此波轉型過程的大贏家。麥肯錫在探討數位世界中存在的風險時指出，過去五年系統漏洞增加了一倍以上，而且攻擊方法越來越複雜。為保護重要數位資產，下一波創新如客戶服務、商業流程、技術架構和網路安全防禦等，必須優先保護關鍵資訊資產的業務和技術方法^[42]。

歐盟為促進數位投資與發展，也制定數位投資政策來減輕數位轉型可能對社會或經濟帶來的影響，於 2018 年 5 月開始實行「歐盟資料保護規範（General Data Protection Regulation, GDPR）」以兼顧公眾的擔憂和私人投資者的利益^[42]。聯合國經濟與社會事務部的發展政策與分析部（Development Policy and Analysis Division, DPAD）在 2018 年也重新訂定數位政策，除了應對這些挑戰，更期望能發揮協同效益以帶動更多的投資，像是教育、醫療保健、適應環境變遷的建設、提高制度品質以及建設金融和數位包容，在短期內支持經濟成長和創造就業機會，並加速實現社會和環境目標的發展^[43]。

（四）數位包容與永續發展

現今的全球經濟經由技術的快速變遷而重新建構，混亂與失衡愈來愈常見，為維持穩定發展需要多樣性和包容性來建構彈性。ICT 的發展創造出新型態的工作，也改變了勞動力所需具備的知識與技能，可能因此導致勞工失業，或造成薪資成長緩慢，加劇了收入不平等的社會現象。另一方面，數位科技透過重新定義產業、個人、機構和政府之間的相互作用方式，引領全球經濟各領域產生變革。理想上，第四次工業革命技術應創造出一個更具包容性、創新性和更具韌性的社會。然而，在擁抱這個願景的同時也面臨許多新興議題：如何加快創新速度、如何化解網路攻擊的威脅、如何保護個人權利，以及如何調整法令架構，都是政府決策者需要解決的首要問題^[44]。

平衡、包容和盡責的數位包容政策應解決全球日益增加的不確定與不信任，並著重於如何減少因使用數位技術而造成的落差，提供所有人類能自數位轉型的動盪中公平受益。世界經濟論壇啟動「國家數位政策數位協議網路」倡議，並出版數位政策戰術白皮書，希望創造一個公平、負責和包容的第四次工業革命。目標在於讓公共、私人和民間部門的領導人接觸國家數位合作與治理的創新和實務機制，同時在不損害數位空間跨國特性的條件下，有效推動能夠實現並包容本土文化的方法。OECD 也提出社會與數位轉

型中數位包容面向的衡量，以提供政策辯論所需的訊息^[45]。

數位不平等存在於各領域，線上數位勞動平台的興起，雖然提供勞動者在工作場所、時間、工作類型的選擇彈性以外，也產生薪酬公平對等、社會福利保障以及遵守勞動法規等的新風險。國際勞動組織倡導，在線上世界工作也應該擁有尊嚴，並提出 18 項準則及 4 個面向著手來創造友善工作之環境。法國政府智庫 France Strategie 也針對人工智慧對未來經濟與社會的影響，提醒人工智慧對經濟造成的衝擊與價值分配、人類與機器的互補^[46]。

OECD 報告指出，數位技術雖然可能造成區域經濟落差，但是透過政策配置可以讓各區域在全球化過程中，無論在經濟、社會或環境都蒙受其利^[47]。事實也證明，許多無法提供出生證明或公共事業繳費帳單的落後或貧窮地區，現在透過區塊鏈技術也可以享受有保障的線上交易。此外，AI 也可以在公共事務發揮強大的功能，例如美國 Planet Labs 衛星成像公司復育珊瑚礁、兒童援救機構 Thorn 防止未成年性交易的悲劇、麻省理工學院媒體實驗室輔助癌症診斷等。麥肯錫全球研究所共蒐集了 160 個 AI 在公共財應用的案例，皆與聯合國的 17 項永續發展目標相符，足以解決健康、環境、能源、教育、司法、災防等各面向的問題^[48]。

（五）未來技能與就業

影響就業、失業的因素除了薪資水準、市場需求、人口變化、經濟結構與就業人口的綜合因素以外，還包括因就業技能改變的技術性失業。技術在過去一直被視為提高生產力與創造就業的關鍵，然而在第四次工業革命後，全球生產價值鏈中的工作機會將被自動化製程所取代，也間接衝擊到就業市場的轉型。

早在 1930 年便有學者提出技術性失業一詞，當時只認為是暫時性的調整就業結構而已，如今看來，整個工作模式都早已被顛覆。人們必須思考如何學習新技能才能勝任新職位。根據麥肯錫估計，數位技術擴散的產值雖高，但是這些年來數位及 ICT 技術已經取代掉 15 萬份工作，直接創造出新的工作約 8 萬份，間接工作約 12 萬份。以數位技術未來擴散速度來計算，未來預計每年將取代 30 萬份工作，但也能創造 32 萬份新工作。雖然創造的工作比取代的工作多，但是技能錯置可能導致新工作和勞工技能之間的落差，勢必帶來更困難的就業挑戰^[49]。

儘管新技術可能造成廣泛失業的疑慮聲浪漸增，但是亞洲的就業前景普遍看好。新技術通常會讓工作中的部分任務被自動化取代，但唯有在技術面與經濟面確實可行之下才會發生，因此資本密集型製造業對自動化的需求較高，然而需求增加也會抵銷因自動化所引發的工作替代現象。歐洲的就業市場則從工業逐漸轉向服務業，工作型態也趨向多元^[50]。歐盟的就業與社會發展報告表示，過去 25 年中，歐盟製造業運用機器人的數量以倍數成長，目前在不同產業中已有 37% 至 69% 的工作可透過新技術實現自動化^[51]。

數位轉型對全球價值鏈的影響，除了改變生產模式之外，還改變了資源投入的效率、

技術的擴散、勞工技能需求等。參與全球價值鏈的國家，必須掌握產業不同技能的平均值、各種不同技能的組合、以及這些技能在產業與國家的分布狀況等資訊，才能據以規劃出務實的教育與技能政策。特別是終身學習與訓練，必須配合產業轉型所需的人才與技能^[52]。

預期在未來 10 到 15 年，職場將隨著技術發展而轉型，而勞動市場及技能的需求也將隨之改變。韓國未來創造科技部探討就業安全對於社會、經濟的重要性，並規劃轉型期的成長策略，以因應未來轉型過程所產生的不確定性與不平等問題。提出未來就業轉型的系統創新的四大方針：客製化教育體系的創新、多元就業與企業文化創新、改善社會安全網絡系統、優質工作基礎的整合^[53]。

OECD 指出，地方經濟發展並非就業與失業的決定性因素，政策在其中扮演極為重要的角色，先天條件較差的地區仍能因政策治理得當而表現得相當出色。政府應提高誘因促進生態系發展，智慧專業化就是一個凝聚地方發展的良好政策工具^[54]。另一方面，數位經濟促成自我雇用的比例大增，零工經濟的興起也促使許多臨時工作的產生。這些非典型工作背後所代表的意義往往是收入不穩定與缺乏工作保障，過高的臨時工作比例容易造成社會缺乏包容，或是勞動管理與社會保障等新興議題，這些都是政策必須考量的重點^[55]。

（六）社會創新

後金融危機時代存在著經濟不穩定性，歐盟面臨人民工作與就業基本問題的挑戰，而歐洲 2020 策略（The Europe 2020 strategy）目標之一是要在 2020 年讓 20-64 歲民眾就業率達 75%，同時解決貧窮、技術培養與教育之問題。種種挑戰與前提下，社會創新（social innovation）提供解決社會議題之新的想法、服務與模式，在面臨的就業問題與政策上為一重要解法^[56]。

基於社會創新研究對社會轉型的重要性，歐盟在 2012-2013 年開始的歐盟第七框架計畫與 2014-2016 開始的展望 2020 計畫（Horizon 2020）所補助的研究計畫，主題涵蓋了青年賦權、健康，社會企業家精神和非營利企業、促進環境永續、食品加工和消費、海洋開發和治理，以及交通與奈米技術等，每一項計畫都明確提到社會創新的重要性^[57]。而歐盟的報告也點出，應用資通訊驅動的社會創新來實現福利體系的現代化，可以提供效能更好的社會服務，最終能提高公民的福利和生活品質^[58]。

OECD 在創造就業與地方經濟發展報告中分析區域的生產力與包容性複合指數，探討生產力與包容性的關係^[59]。分析結果發現，生產力與社會包容並非絕對的取捨關係，反而可以透過社會經濟與社會企業來加強社會包容。特別是人口老化，使得以年輕世代的就業力與生產力來支撐經濟成長的解決方案備受考驗。除了要讓年輕工作者從科技改變的過程中獲利之外，更重要的是，在面對人口老化問題時，各國必須確實做好退休金制度，以維持世代平衡。

(七) 創業生態系激勵新創

創業是能提高投資和創造就業的行業，由成功的新創企業來看全球的創業風向，現已進入網際網路的第三波數位革命，如 Uber 或 Airbnb 等，或是有突破性發展的技術，如分散式帳本、AI 或生命科技。第三波數位革命搭著前一波數位革命（如 Facebook 或 LINE 等社群網絡服務、Google 或 WordPress 等數位媒體平台等）所開發出的創新服務；如同第二波數位革命建立在第一波如 AOL 或 Yahoo 等帶著電子信箱及內容的網路服務之上而加值開發一樣。

Cornell University 與 INSEAD、WIPO 在 2018 年全球創新指數報告中發現，創新表現與國家大小無關，而是與國家的經濟結構或者是產業結構較相關^[5]。高所得國家的產業組合較為多元化，同樣地，出口組合較多元的國家通常也比較創新，最主要關鍵在於能否將創新投資轉化為實質的產出成果。Startup Genome 在 2018 年全球新創生態體系報告中也發現，網絡的連結度攸關新創的成敗及生態系的效能，這是建構創業生態系的基礎^[60]。全球創業樞紐的板塊隨著產業興衰也在移動中，過去以創業投資與新創稱霸的美國矽谷生態系，逐漸出現歐洲與亞洲的競爭者，特別是在新興產業中的主導地位已經產生變化，例如新竄出的法蘭克福，挾歐洲中央銀行總部的優勢，逐漸形成金融科技的聚落。除此以外，東方的中國勢力崛起，也削弱美國的主導力量。面對崛起的新興生態體系競爭壓力，生態系必須發展出成功的策略，雖因屬性差異無法一概而論，但是有效的策略大體都有三大特點：定義發展時期、彌補成功因素的落差，以及善於利用在分項產業的相對優勢。

歐盟在調查網路創業與創業生態系的動態時發現，雖然不同國家的歷史文化會影響創業的態度，但是透過更多的創業教育，提供相關工具支持創業，可以改變社會對創業的價值觀^[61]。有鑒於另一個影響創業的資金來源，歐盟推動成立歐盟投資基金，並向投資者和創新企業介紹歐洲稅收減免計畫。而生態系統之間的連結，也被認為是促進成長與吸引資金的手段，因此，連結不同生態系讓整個歐盟形成一個創業生態體系，可促進整體創業環境的繁榮和成長。

基於政策在創業及企業的發展中扮演相當關鍵的角色，全球創業觀察介紹各國創業政策重點方向^[62]如下：

1. 中國：自 2000 年以來，中國的企業獲利以兩位數的倍數成長，因而激勵了創業精神。國務院總理李克強更以「大眾創業，萬眾創新」作為帶領中國經濟成長的領頭策略。
2. 德國：以投入實體基礎建設、政府計畫及智慧財產權為主，對於學校創業教育、稅制與法規等政策介入較少。
3. 以色列：以總創業率來計算，可說是高度創業國家。但是對創造就業率來說，2016 年卻降到 17.4%。2015 年推動的天使法（Angel Law），針對高科技、潔淨科技與生物科技給予稅率優惠。之後發現此法只嘉惠到天使投資個人，接續天使投資人之後的

創投資金則受限，因此在 2016 年持續修正，以協助新創到 60 個月後的企業能永續經營。

4. 南韓：在金融風暴期間，南韓的許多成功創業家幫助國家經濟渡過風暴，使得之後能跳躍式成長，因此政策對於創業的支持相當強而有力。在一系列創業政策後，於 2017 年設立 19 個創意經濟與創新中心來提供青年創業輔導，另以新創技術育成計畫(Tech Incubator Programme for Start-ups, TIPS) 提供資金與輔導的雙重協助^[63]。

(八) 人才競爭力

IMD 表示，知識是實現數位化轉型的重要因素，而人才是知識要素來源，也是各經濟體的技能來源。全球化促成了價值鏈轉移，改變了工作類型與技能需求，特別是開發中國家也已經開始推動數位轉型，人才議題更是刻不容緩^[64]。麥肯錫報告指出，一個國家的經濟結構決定工作的類型與人才配置，因而也影響自動化的腳步快慢^[65]。日本與美國相比，製造業比重相對高，生產過程也較早開始自動化，這方面人才也較多，自動化技術涵量也較美國為高，在未來進一步自動化的潛力也會比較高。然而日本是 OECD 中最老年化的國家，必須充分運用勞動市場的所有人才，才能減緩勞動力流失所造成的負面影響。教育體制是培育未來人才的基礎，日本遵循 OECD 的教育 2030 架構，實施改革方針以解決關鍵議題，並積極培育學生面對未來全球勞動市場上的挑戰^[66]。

有鑒於人才國際化更能推動產業創新活動與企業國際化，進而提升企業績效。吸引國際人才移入成為許多國家連結到創新經濟的手段。各國的人才策略，例如：荷蘭推動學生參與國際人才主題相關活動、丹麥發展城市國際化、芬蘭偏重國際人才與國際商業活動等議題、奧地利給予新創相關資源^[67]。但是必須留意不少國家因為偏重於吸引外國初創企業或外國學生，而忽略了其他更具國際性、技術成熟且更具產業競爭力的優秀團隊。

除此之外，不同條件的區域在吸引外來人才的策略走向不盡相同，大城市亦應該儘速處理飛漲的房價；小城市則應該注重資源整合與產官學員的串聯合作，倘若處理不得當，創新的機會便會在彈指間流失。因此世界銀行推動人力資本計畫，並設計人力資本指標 (human capital index, HCI)，同時繪製人力資本定位圖，以瞭解不同收入等級國家的發展限制以及潛力，協助政策的優先排序^[68]。

INSEAD 全球人才競爭力指數報告顯示，藉由促進社會開放性、鼓勵國際經驗和形塑跨文化社會能夠增進國家多樣性。如此一來不僅能刺激社會發展，經由人才流動的過程還能深化個人的創造力^[69]。IMD 世界人才報告綜合歷年趨勢發現，國家財富並不是人才競爭力的唯一保證，反而是教育投資、生活品質、社會進步與法規遵循等體制品質，才足以吸引跨國高階專業人才，才能成為人才排名的常勝軍。而人才準備度較高的國家，中小企業效率也較高，但是國家腐敗程度、決策者的可信賴程度、社會與環境整備等因素也足以影響人才流動的狀態，值得決策者在設計政策誘因時的參考^[70]。

臺灣在 2018 年全球人才競爭力指數的整體排名為第 27，較去年退步 4 名。在亞洲地區的排名為第 4，僅次於新加坡（第 13）、香港（第 18）、馬來西亞（第 22），但勝過日本（第 29）、韓國（第 33）及中國（第 39）。從細項評比分析可以看出，臺灣在吸引外籍技術人才及留住人才排名滑落，顯示需積極改善留才條件，同時經理人薪酬不具競爭力，再加上高階經理人國際經驗不足，對人才競爭而言都是警訊。

四、結論

國際創新版塊不斷變遷，全球化競爭激烈。從各國在智慧轉型過程中的布局可以發現，以人工智慧處理物聯網所蒐集的數據資料是轉型的核心，因此許多創新領先的強國，如美國、中國、日本、韓國、新加坡等，皆以建構數位基礎建設的方式來推動智慧產業的發展，包括體制、法規、人才等，以期在 2025-2030 年能繼續在創新的賽道上保持領先地位。除此之外，德國以生物經濟、芬蘭以智慧運輸、英國以海洋前瞻發展出自己國家的特色。而國際組織如歐盟、經濟合作暨發展組織、世界經濟論壇及聯合國等，則強調解決跨國性議題，如數位落差、社會創新與包容、數位風險與安全、開放政府與資料倫理等。

反觀臺灣，面對全球競爭及數位經濟的快速發展，政府近年推出多項與創新及數位相關之方案及重大計畫，期能有效驅動產業升級轉型。同時，亦強調基礎研究對創新的重要性及聚焦發展 AI 等智慧相關之應用研發。從 WEF 2018 年發表的全球競爭力報告來看，臺灣的整體競爭力排名居全球第 13 位。在「環境便利性」支柱的「總體經濟穩定度」排名第 1，「市場」支柱的「金融體系」排名第 7，「創新生態體系」支柱的「創新能力」排名第 4，顯見我國近年深耕創新環境，已充分展現於創新能力上。

隨著國際情勢日趨錯綜複雜，加上貿易大戰掀起的緊張氣氛，牽動全球產業以及未來科技的布局。臺灣產業雖然也遭受波及，但只要能打底基礎，掌握我國創新能量及優勢，有效運用有限的國家資源，持續追求科學與技術的創新突破，可望在全球重新洗牌之際，以更寬廣、前瞻的思維，發揮國家科技與創新政策的功能，並藉由社會共同參與，得以邁向更包容、永續的成長。

五、參考文獻（本平台收錄有撰寫摘要者）

1. 2018 年全球競爭力報告，World Economic Forum。
2. 在政策改變與延續之間：理解美國變化中的全球互動關係，Prime Minister's Office, Finland。
3. 在美國製造：振興美國的製造業，McKinsey Global Institute。
4. 數位化製造：擴大應用以及提高韓國與美國滲透力的建議，Information Technology & Innovation Foundation (ITIF)。
5. 2018 年全球創新指數報告—用創新為世界能源充電，Cornell University, INSEAD, & WIPO。
6. 2018 年德國製造的綠色科技：德國環境科技地圖集，Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)。
7. 2030 年國家生物經濟研究策略，Federal Ministry of Education and Research (BMBF)。
8. 統合創新戰略，內閣府。
9. 日本邁向 2020 年的新經濟政策方案，內閣府。
10. 2018 年版製造業白皮書，日本經濟產業省、厚生労働省、文部科学省。
11. 2018 年版科學技術白皮書，日本文部科學省。
12. 2017 年智慧製造評議，Department for Business, Energy & Industrial Strategy。
13. 論英國的沉浸式經濟：VR、AR、MR 的技術發展，Innovate UK。
14. 英國無人機發展的未來願景，NESTA。
15. 物聯網使用者安全的改進建議報告，Department for Digital, Culture, Media & Sport。
16. 國防工業及繁榮的英國：嶄新的國防工業政策，Ministry of Defence。
17. 前瞻海洋未來：英國政府首席科學顧問的報告，Government Office for Science, UK。
18. 芬蘭的人工智慧時代：芬蘭成為人工智慧應用領頭羊需要的措施與建議，Ministry of Economic Affairs and Employment, Finland。
19. 2018-2022 年芬蘭交通運輸部門的國家成長計畫，Ministry of Economic Affairs and Employment。

20. 無障礙的數位交通與通訊服務：2017-2021 行動方案，Ministry of Transport and Communications, Finland。
21. 2017 年澳洲創新系統報告，Department of Industry, Innovation and Science, Australia。
22. 澳洲產業觀察：彈性與成長，Department of Industry, Innovation and Science, Australia。
23. 澳洲 2030 願景：透過創新創造繁榮：一份讓澳洲在全球創新賽局中茁壯的規劃報告，Office of Innovation and Science Australia。
24. 第 5 次科技前瞻（2016-2040），Ministry of Science and ICT。
25. KISTEP 十大新興技術，KISTEP。
26. 為因應第四次工業革命並迎接 2030 年智慧資訊社會來臨之韓國中長期綱要計畫，Government of the Republic of Korea Interdepartmental Exercise。
27. 開拓未來就業之路：面對的未來趨勢、人才競爭力以及創新系統，Ministry of Science, ICT and Future Planning。
28. 2017 年 OECD 科學、技術與產業計分板：數位轉型，OECD。
29. OECD 經濟調查：2018 年以色列，OECD。
30. 國際創業觀察報告對以色列創新與創業的觀察：族群與性別的融合（2016-2017 年國家報告），Global Entrepreneurship Monitor。
31. 在黎明之中的一帶一路：中國在開發中世界的發展，RAND Corporation,
32. 擁抱亞太地區電子商務革命，Asian Development Bank。
33. 維持亞太太平洋區域永續成長的前沿技術，Economic and Social Commission for Asia and Pacific (ESCAP)。
34. 人工智慧會改變未來發生核子大戰的風險嗎？，RAND Corporation。
35. 人工智慧之倫理、治理及政策挑戰，Centre for European Policy Studies (CEPS)。
36. 下一個經濟成長引擎：擴大第四次工業革命技術在生產上的應用，World Economic Forum。
37. 從自造者運動的觀點來看工作的未來，European Union。
38. 數位化製造：擴大應用以及提高韓國與美國滲透力的建議，Information Technology & Innovation Foundation (ITIF)。

39. 數位服務基礎設施永續發展策略之總結報告，European Union。
40. OECD 的開放政府資料方案成效，OECD。
41. 制定數位經濟之政策，United Nations Development Programme (UNDP)。
42. 探討數位世界中存在的風險，Digital/McKinsey: Insights。
43. 2018 年世界經濟情勢與展望，Development Policy and Analysis Division (DPAD), UN。
44. 數位政策戰術板：2017 國家數位治理方法，World Economic Forum。
45. 2017 年 OECD 科學、技術與產業計分板：數位轉型，OECD。
46. 人工智慧對未來經濟與社會的影響，France Strategie。
47. 全球化環境下的生產力與就業：如何讓大家都受益？，OECD。
48. AI 前沿註記：AI 在公共財的應用，McKinsey Global Institute (MGI)。
49. 數位實現自動化與人工智慧---型塑歐洲數位領先者的工作未來，McKinsey & Company。
50. 2018 年亞洲發展展望：技術如何影響工作，Asian Development Bank。
51. 歐洲就業與社會發展：2017 年度回顧，European Commission。
52. 投資創新與技能以於全球價值鏈中蓬勃發展---OECD 科學、技術與創新政策報告。
53. 開拓未來就業之路：面對第四次工業革命就業問題的未來趨勢、人才競爭力以及創新系統，Ministry of Science, ICT and Future Planning。
54. 2018 年 OECD 創造就業與地方經濟發展報告—為未來工作預作準備，OECD。
55. 數位勞動平台以及工作的未來：在線上世界擁有尊嚴的工作，International Labour Organization (ILO)。
56. 歐盟就業政策如何推動社會創新？，NESTA。
57. 社會創新研究對社會轉型的重要性，European Commission。
58. 借助資通訊致能社會創新以促進歐洲社會福利體系的現代化，European Union。
59. 2018 年 OECD 創造就業與地方經濟發展報告—為未來工作預作準備，OECD。
60. 2018 年全球新創生態體系報告：在技術新時代致勝，Startup Genome。
61. 網路創業與創業生態系的動態地圖，European Union。

62. 全球創業觀察報告對政策的影響力 2017/2018，Global Entrepreneurship Monitor。
63. 提升韓國中小企業及新創的活力，OECD。
64. 2018 年 IMD 全球數位競爭力排名，International Institute for Management Development (IMD)。
65. 失業與就業：自動化時代的勞動力變遷，McKinsey Global Institute。
66. 日本：促進高齡化社會的包容性成長，OECD。
67. 移民對創新經濟影響的評析：以奧地利、加拿大、丹麥及荷蘭的發展經驗為例，Prime Minister's Office, Finland。
68. 世界銀行旗艦報告—世界發展報告：工作本質的變革，World Bank Group。
69. 全球人才競爭力指數，INSEAD; Adecco Group。
70. 2018 年 IMD 世界人才報告，International Institute for Management Development (IMD)。