

後疫情時代政府推動創新研究方向之探討*

周杰穎**

壹、前言	肆、各國目前 STI 相關政策及
貳、疫情期間之 STI 實施狀況	目標
參、我國目前 STI 相關政策及	伍、結論與建議
目標	

摘 要

COVID-19 疫情全球大流行對各國經濟發展造成劇烈衝擊，各國政府相繼推出經濟轉型配套政策，以適應全新之交易模式，冀能儘快恢復疫情前經濟成長水準。其中一項重要項目即為鼓勵創新及研究發展，並重視與環境保育及永續之平衡，最後理想目標為讓全民皆可共享轉型成長果實，即所謂包容性成長。

本文嘗試探究疫情期間全球科學研究政策之變化，並蒐集整理先進諸國於本期間發表之相關政策內容，並進一步檢視我國目前政策與國際趨勢之異同並提出建議，包含及早規劃訓練課程及與振興措施結合並提供政策資源等，作為政府未來精進政策品質之參考。

*本文參加國發會 2021 年研究發展作品評選，榮獲社會創新及永續發展類佳作獎。

**作者為經濟發展處科員。文係筆者個人觀點，不代表國發會意見，若有疏漏之處當屬筆者之責。

Discussion on Innovative Research Directions Proposed by Governments in Post-Pandemic Era

Chieh-Ying Chou

Officer

Economic Development Department, NDC

Abstract

The COVID-19 pandemic has imposed a tremendous shock on global economic development. In order to adapt to the latest transaction mode and attempt a quick economic recovery, governments in each country have proposed policy packages for economic transformation. One of the critical items is to encourage innovation and research development, and put more emphases on the balance with environmental protection and sustainability. The ideal ultimate goal is to promote equitable opportunities for all the citizens to access to economic growth, as known as the concept of inclusive growth.

This paper seeks to investigate the global changes in the scientific research policy during the pandemic and compiles the relevant policies released by advanced countries. Furthermore, this paper provides a comparison between the current domestic policy and international trend and suggestions, including in-time overall planning of training courses, complement with stimulus packages, and supply policy resources, as pieces of advice for the government to improve the quality of policies in future.

壹、前言

一、研究背景

新冠肺炎(COVID-19)疫情自 2019 年底爆發，各國為防堵境內感染擴散，相繼實施嚴厲之維持社交距離及封城令等措施，致使無論國內或國際，須實體接觸之經濟活動大幅停擺至今，對全世界經濟成長持續構成嚴重威脅。為緩解疫情對經濟帶來之負面衝擊，各國政府皆推出多樣大型紓困振興措施，除在防疫限制下盡量維持經濟活動外，甚至同時嘗試整體結構性之產業轉型，力求在後疫情時代能走出不同以往之成長模式，朝永續發展及創新突破之方向邁進。

此時，有效政策如能及時參與，方能推動創新改革之政策。OECD(2020a)指出雖然新冠肺炎打亂各國科學、科技及創新(Science, Technology, and Innovation; STI)政策之施行，但卻也同時凸顯 STI 體系面對疫情來臨時，能夠迅速及有效反應之重要性：例如利用新興科技對抗疾病，包含事前降低傳播風險與事後研發疫苗及快篩工具。尤其為了能加速國人產生抗體的時程，各國政府對疫苗研發及施打皆採取緊急授權(Emergency Use Authorization, EUA)，即為充分應用 STI 彈性政策之最佳實例。

此外，有鑑於新冠肺炎疫情對日常生活全面性之衝擊，也促使各國政府重新思考國家整體未來經濟成長政策方向之擬訂。OECD(2020a)進一步指出網路數位工具、包容性成長及經濟韌性三項議題在此期間皆獲得國際重視：

(一) 網路數位工具

因防疫必須減少實體接觸而須加強線上虛擬科技之基礎建設及相關應用，例如 5G 相關設備佈建、線上教育及遠距辦公等(財團法人中華經濟研究院，2020)。

(二) 包容性成長(Inclusive growth)

疫情帶來之經濟衝擊影響民眾程度及各行業恢復速度皆不一，如未妥善處理恐將引發劇烈社會對立及衝突。如何幫助社會在疫情衝擊後均衡恢

復是促進未來和諧發展之重要關鍵。

(三) 經濟韌性(Economic resilience)

本次全球疫情讓各國經濟因各種防疫禁令陷入停擺甚至嚴重衰退之窘況，此等易受外在因素影響之情形稱作經濟韌性不足。面對未來瞬息萬變的環境，提高各產業穩定性也是重要課題之一。

綜上所述，經過此波疫情洗禮，各國逐漸瞭解必須開始採行結構性之經濟轉型創新政策方能完成上述目標，惟可用資源有限，政府該如何帶頭研擬推動創新之研究發展活動，實為不容忽視之迫切議題。

二、研究目的

我國 2020 年因防疫措施得宜故能夠減緩負面經濟衝擊至最低限度，政府握有較他國更多規劃推動創新研究之資源，更應把握機會積極推動前瞻性策略及政策組合。本研究首先探討疫情期間各國 STI 政策所受影響，接續整理選樣國家同期間提出有關鼓勵創新之研發政策，同時盤點我國現行政策並相互比較。最後針對我國現行政策提出具體建議及精進方向，期能協助國內經濟加速創新腳步並提升整體國民福祉。

貳、疫情期間之 STI 實施狀況

疫情爆發期間政府相繼實施諸多人流管控政策，導致過往研究流程受到前所未見之挑戰；然而同時也出現許多創新替代方案及研究品質優化措施。以下分別討論該期間對 STI 運作造成之影響。

一、研究流程面臨困境

(一) 需實體接觸學術調查及交流活動受阻

封城管制措施雖然避免病毒繼續快速傳播，如圖 1 右半之調查結果，也限制研究人員前往實驗室及研究機構，田野調查及樣本數據分析等，重要研究流程被迫中斷(World Bank, 2020)，創新理論及重要結果發表可能將

因此順延。另外，為防疫考量也降低國際研討會舉辦頻率，故科學家面對面互相交換心得之機會下降，可能影響彼此之間靈感及意見提供來源而影響學術成果產出品質。

(二) 學術機構財源窘迫影響研究成果

此外，因學生經濟來源受疫情影響而被迫延後或甚至取消入學計畫，研究型大學於此期間也可能學雜費收入銳減而面臨資金缺乏之窘境，以致學校因財務考量而縮減各學系研發經費而間接影響師生學術職涯發展。

(三) 新進及女性研究員易受影響

而即將投入職場之新進研究員，與須養育家庭之女性研究員職涯也極易受疫情衝擊而受有不利影響，如初次尋職時間拉長及如圖 1 左方所示居家工作時間增長，導致兩者界線模糊而不易取得平衡等。

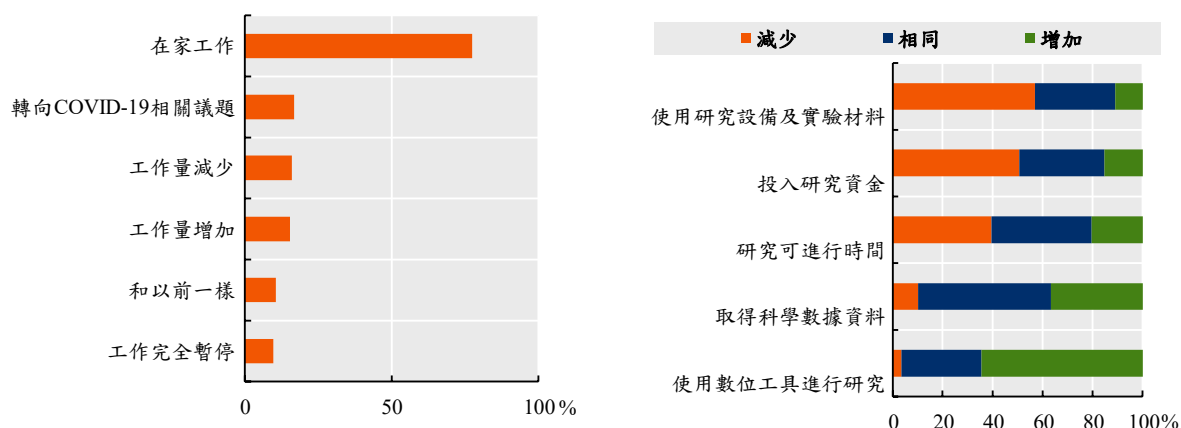


圖 1 COVID-19 疫情對科學研究人員之影響調查

資料來源：OECD (2020b) Science Flash Survey 2020

二、加速學術論文成果公開

以往研究人員於學術期刊發表學術論文，從初次投稿、審稿人員要求修改、至獲得編輯接受及最後刊登，往往曠日廢時。但疫情期間為使全球科學家能儘速看到各界研究成果，該時程大幅縮短。根據 Horbach (2020) 以 14 本醫學期刊中 669 篇論文為樣本，發現從疫情爆發前至今，平均刊登所需天數縮短 49%。

三、公開取用論文數量遽增

除上述期刊內部縮短出版流程外，另一項重要機制即為「公開取用」(open access, OA)：在尚未經過審查即先將論文初稿公開上網，除能讓科學家即時分享初步研究成果外，也能讓外界給予其修改精進的建議，某種程度算是整合同儕評論集正式出版的步驟。

根據 OECD 擷取美國國家衛生院出版品統計資料，如圖 2 以 COVID-19 為研究主題之出版品，超過 7 成提供無償全文公開，遠高於糖尿病及失智症研究公開比例。另外，以知名醫學期刊「刺絡針」(the *Lancet*)及旗下所屬期刊為例，自 2020 年初疫情爆發以來，已刊登超過 3 千篇 COVID-19 相關論文及評論，¹且全部為 OA 論文，免費供外界閱覽下載，對減緩疫情之助益不言可喻。

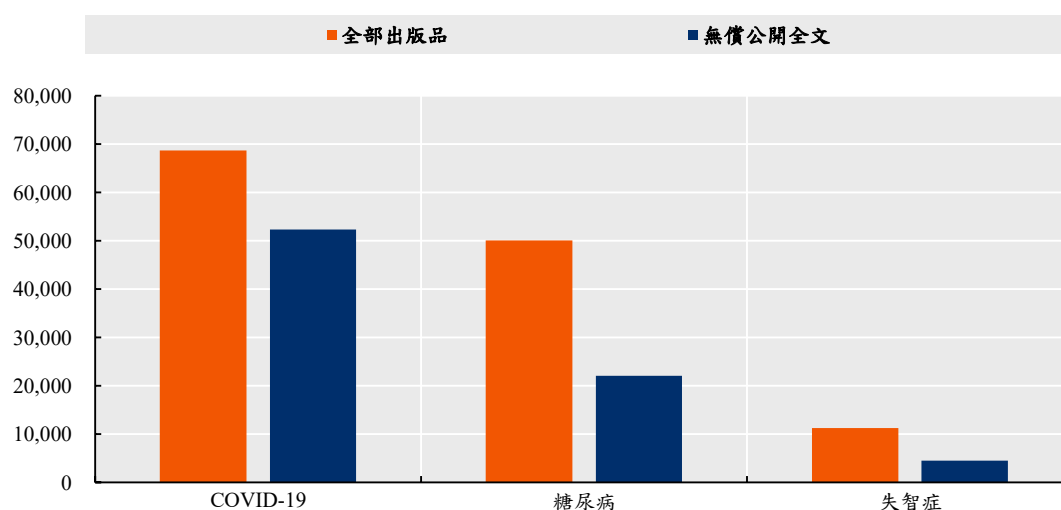


圖 2 2020 年學術出版品總數及無償公開全文者數量統計

資料來源：OECD (2020a)。

四、科學界更積極參與政策制定

本波疫情也使各國政府在制定相關防疫政策時，更重視科學界專家之意見。最知名莫過於美國免疫學家佛奇(Anthony Stephen Fauci)，在 2020 年

¹ 刺絡針 COVID-19 專區查詢網站：<https://www.thelancet.com/coronavirus/collection?startPage=>，查詢日期：2021 年 7 月 12 日。

儘管面對來自川普總統排山倒海的施壓及批評聲浪，佛奇仍秉持其一貫科學精神，為白宮提供專業諮詢意見，如駁斥奎寧能當作抗病毒藥物之論點。

另外像英國(GOV.UK, 2021)「緊急狀況科學諮詢小組」(Scientific Advisory Group for Emergencies, SAGE)，由 2 位流行病學或公衛領域之教授分別負責科學及醫學諮詢。底下再分設眾多工作小組，除傳統流行病學建模(modeling)外，更將人文關懷納入研究領域，以求制訂適切之防疫措施及社會福利急難救助政策。

謹以下列 3 組為例。大流行行為科學小組(Scientific Pandemic Insights Group on Behaviours, SPI-B)：探討民眾在疫情之行為改變，成員包括行為科學家、心理學家、人類學家及歷史學家等，進行行為預測來幫助人們能夠遵守醫學或流行病學專家所建議的預防措施；另尚有種族議題小組(Ethnicity Subgroup)：就 COVID-19 對少數種族及弱勢族群之風險和影響提出建議；及社會關懷服務工作小組(Social Care Working Group, SCWG)：提供專家建模和統計數據作為每項政治決策之科學根基，並減少疫情對社福機制造成之負面影響。

五、利用數位工具

雖然前面提到傳統需大量實體接觸之研究方法受防疫措施限制無法施行致研究受阻，但此時也促使各界思考採行替代方案，如線上數位工具之可行性。英國健康資料研究中心(Health Data Research UK)首開靈活運用數位設施分享科學數據之先驅，於 2019 年 10 月即在網路上建立 7 個健康資料研究平台，作為專家看法、原始統計資料、研究工具、科學知識及開放創新之實施中心。疫情期間平台總共於單一入口網整合開放 157 個資料庫，並提供科學家及新創人才研究使用，透過各種面相共同對抗疫情(OECD, 2020a)。

另外歐洲跨政府生命科學研究組織「艾莉仙」(ELIXIR, 2020)在 2000 年 11 月初透過舉辦線上「歐洲生科駭客松」(BioHackathon-Europe)。透過邀請全球參與者集思廣益，利用資訊技術如元資料(metadata)來串聯艾莉仙現有之線上統計資料、教育訓練、高速運算及研究工具等多項平台功能，以利將所有資源發揮至最大綜效。

參、我國目前 STI 相關政策及目標

一、簡介

根據我國最新國家科學技術發展計畫核定本(科技部，2021)，共設定四大目標及相關因應作為，期許凝聚各界科技發展共識，再藉由跨部會合作逐步完成各項策略布局，藉此滿足未來產業人才、科研能量、產業轉型及安居社會等四大需求。不僅合乎國內期待，且與聯合國永續發展目標一致，努力實現創新、包容與永續之台灣未來願景。

二、四大目標及具體因應策略

四大目標聚焦於強化我國人才培育及招募環境，並以此為基礎打造前瞻科技及創新技術之大本營，最後讓全民共享永續經濟成長之果實，營造嶄新安心智慧生活。

以下扼要說明核定本中四大目標及具體因應策略。

(一) 精進育才環境，創造競才優勢

1. 打造育才競才環境

因法人機構在產學界間常發揮重要之中介及協調功能，故政府鼓勵大學與法人合作：法人進行產業實務分析布局，大學則投入高階、深入、前瞻性學術研究，以利兩者互補整合，避免形成斷鏈問題。

此外，透過鬆綁制度並增進制度彈性，促進產學研發人才聘用及流動而提高留才誘因；最後推動重點領域產學合作，強化人才跨領域對接，並積極培育女性科研人才，打造友善及多元學術工作環境。

「外國專業人才延攬及僱用法」修法作業已於 2021 年 6 月 18 日完成，修法後除擴大專業工作適用對象外，也新增社會保障及租稅優惠措施，並修改居留及依親規定使其對外籍人才更加友善。

2. 完善產業人才培育

高等教育以產學連結合作育才平台與跨部會人力供需合作平台輔助，設立「區域技職人才及技術培育基地」，整合學校、產業及法

人等資源，搭配中學技職教育課程革新，對應未來產業需求，調整師資、課程、設備、實作訓練與實務學習，全面調整新課綱專業及實習科目內容，避免產學落差之窘況。

為推動前瞻性產業如半導體材料、晶片系統、先進製程及檢測等技術，需培育更多重點領域人才，吸引基礎科學如物理、化學、數學等領域人才加入相關跨域計畫，並鏈結法人與產業資源，完備台灣半導體產業鏈，發揮產業群聚力量。

同時加強非資通訊專業系所學生數位科技能力，而能組成跨界團隊，除能應用高階技術開發出獨創性產品外，也能藉由人文教育薰陶強化產品設計美感，改善使用者體驗。

3. 推動多元終身學習

全齡學習帳戶因應生涯不同階段之學習需求，為終身學習之概念，需跨部會推動合作，共同建立跨平台學習帳戶。且因資訊較為分散，將結合本會智慧政府推動之「數位服務個人化(MyData)」建構以民為本的數位服務，提供一站式政府服務入口網，供民眾快速依其不同需求進行選擇多元微課程或系統性課程，能夠自主選擇培養興趣或技能，有效運用資源協助職涯發展。

(二) 完善科研體系，布局前瞻科技

1. 善用資源布局戰略領域

政府鼓勵建立重點政策科技計畫管理機制，善用專家知識，輔導計畫執行方向對準效益目標，並協助將科研成果科普化及趨勢分析，提出具策略性及競爭性的國家中長程科技政策觀察建議，以利強化計畫執行成效及跨部會合作。

2. 厚實基礎研究能量

邇來全球量子科技技術蓬勃發展，其強大運算力將對未來資安、產業、金融與國防等面向產生極大衝擊。因此有必要加速提升我國量子科技實力，以因應未來量子世代為產業帶來之變革。

由上，因應產業創新前瞻發展所需，投入符合未來需求之前瞻技術開發，提前布局具發展潛力、創新性或附加價值之產業技術，帶動企業在未來產業發展中，產生策略性之產品、服務或產業，加速產業研發接軌國際市場並具領先地位。

3. 深化產學研鏈結

以 5+2 產業創新及區域重點發展產業，由產官學三方共同支持，協助大學人才與技術移轉落實產業應用。

另持續盤點及鬆綁法令，提供發展創新創業的友善法令環境如兼任外國公司相關職務限制及持有外國新創公司股份上限，俾利於公立專科以上學校服務之研究人員汲取國際研發與新創經驗，培育更多本土國際跨界人才。

最後鼓勵金融科技創新園區、金融機構及各大專院校金融科技研究中心建立共創聯盟如國泰台大產學合作團隊，並加強產學研合作關係，推出創新金融服務；結合民間資源，培育金融科技人才，促進金融市場創新動能。

4. 強化科技風險評估與資料治理

政府持續發展去識別化技術與加密技術，以及建構通過國際 ISO 標準認證之機房，並強化其實體安全管控機制與網路傳輸安全環境，同時建立資料備份與永久保存之儲存環境。

此外推動個人資料自主運用，由民眾自行下載個人資料，或由民眾同意政府機關將其個人資料轉機關運用，以提供其客製個人化服務。由國發會建立之 MyData 機制，在個資安全與隱私保護下，結合多元數位身分識別及線上同意後，民眾可自主下載運用保存於政府機關之個人化資料，或用數位檔案代替紙本證明以申辦臨櫃業務，亦可透過線上即時同意個人化資料之使用，以獲得精準服務。

(三) 共創經濟動能，營造創新沃土

1. 加速產業智慧化與數位轉型

國內半導體產業具發展優勢，政府進而扶植國內材料與設備等相關產業以達到關鍵材料與設備自主化、國產化目標，健全高階先進製程之產業生態鏈，從中建立完整半導體產業聚落並提升半導體設備及材料自給率。

因應美中貿易、科技爭端、COVID-19 疫情等國際情勢下之全球供應鏈樣貌，政府協助建置全球化智慧供應鏈管理系統，以建立多元化、區域化供應鏈重組需求；此外，亦推動智慧供應鏈管理示範應用，協助中小製造業者接軌智慧化供應鏈體系。

另一方面，為持續促進產業進行數位轉型，將推行中小型製造業供應鏈的數位串流及 AI 應用，並協助中小型商業服務業運用雲端平台、數位工具及大數據分析，以藉以發展出創新應用解決方案，從中整合製造、商業服務等產業關鍵領導廠商打造應用示範場域，導入 IoT、AI、5G 等軟硬體技術，落實智慧化科技的在地發展與實際應用，與此同時協助科技業者累積實務經驗與效益數據，開展國內擴散及海外輸出機會。

2. 落實循環經濟及環境永續

公部門在現行業務運作下進行跨部會、跨領域協作，強化現有統計資料彙集與推估，配合辦理綠色經濟產業調查，用於資料建模及檢測環境政策措施成效。在民間則推動綠色消費，創造綠色消費模式與創新商業模式，鼓勵消費者選擇環境友善產品，而政府則帶頭辦理綠色採購。

另外以網路社群及行動 APP 為輔助提升全民環保意識及教育，民眾參與環保宣導活動實無形中也強化數位參與，增進相關經驗。

3. 擴大再生能源

為發展智慧化與無人化智能檢測技術，應提升離岸風電運作維護效率與推動自主化，並布局深海區塊離岸風電發展。依政府離岸風電推動三階段政策(示範、潛力與區塊)，進行海洋環境基礎資訊盤點調查與空間競合協商，在不破壞野生動物棲息環境與保持生態系平衡下，

建立水深大於 50 公尺之風能潛力分析能量，擴大國內離岸風電市場規模，吸引國內外來台投資之永續風電市場。

同時發展智能化架構，整合多元供能、負載調控、能源轉換等諸多虛擬電廠單元，強化能源系統韌性；並發展複合應用系統、創新運用服務、近零耗能示範屋，整合最佳化綠能系統解決方案，營造新創聚落與生態系，以達成輸出整合綠能系統方案。

此外如欲順利整合大量再生能源，在規範制度、系統運轉、基礎設施及技術研發等面向皆須強化。在系統運轉面，應整合非傳統電力資源及整合用戶端資源及儲能系統，提高電網運轉彈性。在技術研發面，應發展自主配電系統解決方案，共同推進智慧電網建設。

4. 活絡新創經濟

透過國內大專院校及研究機構，發掘具有產業發展潛能並能商業化之學研成果，邀請學術與產業界共同審查，評估成果是否具商業化潛力；接著透過補助團隊早期資金，與提供專業輔導提高團隊順利與市場銜接之成功率，期能促進各校自行盤點技術潛力、協助鼓勵實驗室研究成果商業化之創業行為，用以提升我國科學研發成果對國家經濟發展之貢獻。

未來我國國際級創業聚落應善用優質技術及創新人才等優勢，結合國內新創生態圈，以台灣新創品牌(Startup Island TAIWAN)於國際曝光，型塑優質新創形象，吸引國際新創及加速器落地，並藉由跨部會支援引導各企業拓展國際市場經驗，協助本土國際級創業聚落與其他國家創業聚落發展國際互惠與常態合作機制，提升我國創業生態圈國際能見度，吸引國際資金來臺，帶動台灣新創於國際市場發展。

(四) 升級智慧生活，實現安心社會

1. 發展健康與照護

COVID-19 疫情大流行促使我國於極短期間內全方位提升跨域傳染病防治策略，透過跨部會訓練合作及交流模式，培訓田野流行病學(Field epidemiology)人才，建立能力充足、協調性佳、職業多樣化之

跨部門團隊，精進中高階常態性人畜共通傳染病應用流行病學人才培訓制度。

另外發展跨部會分散式健康大數據共享架構，建置精準健康大數據專區，優先聚焦國人重大疾病如癌症及心血管疾病等，以主題式資料庫格式，建構我國健康大數據資料結構及資料標準化機制及國家級友善生醫資料分析及分享平台，並藉由整合資料庫與資訊基礎等軟硬體設施，提供彙整後資料儲存、計算環境與分析工具，供學研單位與業界使用，以促進精準健康大數據加值利用。

最後整合健保大數據應用，導入 5G 及智慧科技及 AI 應用價值，強化 AI 研發平台功能架構及運用 AI 分析檢查報告及醫療影像資料，並利用遠端行動技術提升偏鄉醫療品質，減輕醫病雙方舟車勞頓負擔。

2. 強化資通安全

我國正值推動 DIGI+ 方案及 5+2 產業創新計畫，並以其為基礎打造六大核心戰略產業，帶動產業數位升級。資安已為最重要之核心，亟須培育充沛資安人才及前瞻研究，有必要規劃資安卓越中心，從技術面及人才面為我國未來資安需求扎根，目標成為亞洲地區代表性高階人才及技術創新基地，吸納全球高階人才，培植自主創研能量。

本策略預計由增加資安教學資源、培育實務跨界人才、提升關鍵設施韌性及強化民間防護能量共四面向進行。短期先邀請國內外傑出資安競賽團隊、業師、學界和社群知名人士，並提供優渥薪資待遇，以延攬頂尖高階研究人員擔任資安師資，另外分別透過大學區網中心與大學資安實驗室及規劃政府網際服務網，開放人員實習及教學研析，並進一步精進研發軟硬體相關資安技術，以切合國家與民間產業之資安技術需求，提升產官學研發能量，活絡資安研究生態系統。

3. 建造安居家園

隨社會與經濟對天氣、海象之預報及預警需求之大量提升，現行的預報及作業須進一步精進，應運用大數據及人工智慧技術掌握氣海

象預報不確定性，強化災害預警作業效能，並為人口密集之重點都會區及近岸遊憩生活圈，提供即時的「鄉鎮尺度」預、特、警報服務。

近期地震及致災性強降雨頻仍，也可收集分析大量地震及降雨歷史資料，建立大數據資料庫，運用人工智慧機器學習技術，開發穩定性高預警系統及災害感測器，以提升都會區防災效能及韌性。此外，並應用最新人工智慧與大數據分析方法辨識地震訊號以增加正確率，同時嘗試降低預警系統發送警報至使用者時間，讓民眾及早採取應變措施，以達到減災及防災的目的，以環境智慧打造韌性城市。

4. 打造智慧生活

隨著寬頻行動網路與社群媒體的興起，各政府機關除服務櫃台外，還擁有官方網站、APP 等多通路(Multi-channel)服務管道。政府應積極推動資料再利用，在合乎規定下善用政府業務及民眾資料，從最基礎之運用數位資料及新興科技輔助驗證民眾申辦政府業務資格、串聯跨機關業務流程簡化申辦程序，主動提供即時、正確且符合需要之政府服務，並應用設計思考(Design thinking)之概念，設計政府業務流程以及數位服務操作介面，進而打造全通路(Omni-channel)的政府服務。

此外持續規劃推動 5G、衛星、台灣光纜通道、建置海纜聯網第二中心等先進網路建設，完備民生物聯網、防救災通訊、偏鄉寬頻、智慧校園等數位化智能生活。而陸上光纜通道及一間全新海纜資料交換與備援中心也同步建構中，期能提升台灣全球網際空間戰略地位、促進台灣數位經濟發展及驅動全面數位轉型，吸引跨國業者進駐並引領本土業者朝創新服務發展。同時強化政府公共服務及教育研究所需雲端服務之品質、資源架構之共有共享及雲端隨選服務之網路應用，以提升服務品質並創造多元數位轉型價值。

肆、各國目前 STI 相關政策及目標

有鑑於 COVID-19 疫情對全球造成之巨大衝擊，瑞士世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)日前公布「2020 年全球競爭力報告特別版一

各國應如何邁向通往復甦之路」報告(Schwab and Zahidi, 2020)，提供各國於疫情結束後推動經濟復甦及轉型政策之參考。

報告指出，如一國之數位化能力優異、擁有健全社會安全網與金融制度、政府治理及規劃能力良好、加上完善之醫療體系及相關對抗冠狀病毒經驗，在疫情期間能展現較優異的經濟韌性。報告並進一步強調：疫情過後全球應致力推動經濟轉型，邁入新型態市場；並指出強化環境便利性、人力資本、市場、創新生態體系等四大面向，將有助於經濟成功轉型。

再者，於 2018 及 2019 連續兩年，我國與德國、瑞士及美國連續列前四大超級創新國。我國高度創新能力已獲國際肯定，但如同第三章所介紹，各面向仍須整合各種策略，進一步強化整體創新生態系統，才能有效促進經濟發展。因此，本研究欲蒐集先進國家促進創新及經濟轉型之相關政策配套，以供我國借鏡及參考學習。

一、德國

(一) 基本政策及法規

德國不像我國為科學研發制定專法，其法律基礎源自於聯邦基本法中保障學術研究自由之第 5 條條文；此外於第 91b 條第 1 項也明定聯邦政府及州政府須合作幫助完成科學研究。

政策方面，以總理梅克爾於 2006 年提出之科學技術創新政策指引「高科技戰略(2006)」(Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2006)為開端，於 2018 年 9 月更新為 2025 年(Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2025)版本，更加強調環境保護、資源永續利用，並應大力推動創新，以促成各領域產業升級及因應社會迅速變遷。

(二) 研究政策課題

由下頁圖 3 可得知高科技戰略(2025)有三大政策課題：涉及民眾日常生活之社會變遷、關係德國未來科學發展之競爭技術及打造創新與創投友善開放環境。此外，和歷年戰略概念最大不同之處，在於 2025 年版本將「數位化」從獨立的目標中移除了。主因在三大政策課題中，每一項其實都仰賴有效之數位科技應用，故數位化對德國而言已從單

一之目標變成所有目標共同之基本要求。正因如此，2025年版中社會變遷議題新增一項「郊區及城鄉發展」，目的為確保各地域間平均發展，避免資源過度集中導致失衡。

1. 因應社會變遷

(1) 健康照護

國內人口持續高齡化，提升生活品質已為不可忽視之課題。以癌症為例，德國於2019年宣布「國家十年抗癌計畫」(National Decade Against Cancer)，於2029年前由企業、政府及大眾合作提升癌症患者壽命及生活品質，並降低癌症發生率。此外，透過數位科技提供客製化醫療照護及加速病患治療流程，提升醫療品質。



圖 3 德國「高科技戰略(2025)」政策概念圖

資料來源：本文整理自德國「高科技戰略(2025)」

(2)永續、氣候環境保護及能源議題

根據德國 2050 年氣候行動計畫(Bundesministerium für Umwelt, naturschutz und nukleare Sicherheit, 2020)，將致力研究低碳工業及碳循環經濟來逐年降低國內碳排放量，目標於 2050 年減少溫室氣體排放量至 1990 年之 80%至 95%。此外，研發環保包裝材料以降低塑膠使用及推廣生物多樣性也是主要目標。

(3)智慧交通

全面強化交通系統永續及智慧化程度，因此將導入更多資通訊科技來更精確監控交通工具之能源耗用指標。並同時積極開發各類環保電動交通工具及鼓勵大型運輸工具如火車、輪船及航空器朝研發智能環保路線邁進。

(4)郊區及城鄉發展

德國偏鄉地區同樣受到人口高齡化及青年人口外移之雙重影響，當地可利用之公共服務資源將逐漸萎縮。為改善此現象，政府及學界將利用數位工具及創新技術改善區域居住品質

(5)社會安全

此包含兩部分：治安及資安。政府將加強犯罪案件之統計研究及設立防制中心，整合內政及科學部會資源來強化實體環境治安及虛擬世界資安。

(6)經濟及職場 4.0

本項目標在工業 4.0 之下，為每位勞工提供合適之工作環境。除了推廣前述嶄新的生產及服務技術，如數位科技、環保綠能材質及促進創新外，更須強化每位勞工工作環境之安全性。經過疫情之洗禮，運用數位科技逐漸成為未來職場之新趨勢，因此將帶來全新之機會與挑戰，如居家上班可讓勞工打造最適之私人辦公環境，但同時也引發公私領域不分甚至超時工作更加嚴重之疑慮。德國政府將嘗試對新形態工作提出創新管理制度，如提出利用數位技術保全勞工個人資料、協助管理階層處理日益複雜之事務等

指引，以確保在工業 4.0，中小企業發展與勞動權益能平衡。

2. 開放創新創投環境

(1) 努力實踐知識，轉化為實際應用

將理論知識化為實際應用首要目標為提倡創新。德國在高科技戰略(2025)中，提出六大鼓勵創新原則：學術開放、系統化知識、科技開放政策、應用導向、未來前瞻導向及日常生活全面導入，幫助德國取得突破性的發展及強化企業生產加值。

(2) 強化企業家精神

於 2013 至 2015 三年間，德國企業家將創新概念商業化比率逐年下降。而德國境內中小企業一直是創新重要來源，故提高及鼓勵企業主再次投入創新研發為當前重要課題。搭配前項將知識實踐之目標，政府會致力媒合產學合作，讓學校能嘗試應用，同時讓企業主獲得最新學術應用發展概念。此外，也會提供企業主研發過程中，人力等相關成本的租稅優惠，增加其創新誘因。

(3) 利用知識及創新網路

研究發展得以創新突破之先決條件是研究基礎設施及資料皆開放每個人使用取得，故德國將持續強化境內所有網路基礎設施，確保跨機關構合作、大型研究基礎設施和最新技術能暢通運作無阻。此外政府也積極進行國際合作，以便為所有科學領域建構多樣之人才及成果資料庫。

3. 未來競爭技術

除強化前述人才及研究成果資料庫外，另一項重要目標為鼓勵社會大眾參與。如前言所強調，促進整體經濟轉型升級之責任並非僅落在少數菁英科學家，最後仍仰賴全民參與及配合才能將成果落實於每個社會角落。德國將持續開放全民提案並督促學界將社會實際需求納入研發過程之考量，以最大化全國未來利益。

二、瑞士

瑞士於 2012 年即制定專法「研究及創新推廣法」(Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation, FIFG)，以保障國內學術研究自由，並於鼓勵創新時，兼顧個人發展機會平等及經濟環境永續發展，確保每個人都能因此受益。此外，聯邦政府日後也提出「2021-2024 行動計畫」(Schweizerischer Nationalfonds, 2019)，強調科學研究係經濟成長之基礎並勾勒未來優先策略之藍圖。以下簡述其四大優先策略內容：

(一) 透過多樣性追求研究品質

儘管研究多樣性並不直接等於良好品質，但卻是提升品質之重要入門磚。有研究指出如科學研究團隊其多樣性越高，如專家專精領域、種族、性別及國籍異質性越高，該團隊越可能得到重大發現 (Nielsen et. al, 2017)。因此，瑞士聯邦政府透過瑞士國家科學基金會 (Schweizerische Nationalfonds, SNF) 資助境內多樣領域之優良科學研究。

1. 鼓勵女性從事研究

根據歐盟執委會(European Commission, 2019)統計，瑞士女性於科學研究表現遠低於其他國家。以生命科學領域為例，如原本女大學生占比 60% 出頭，但到了教授階段卻只剩下不到 20%，而 STEM 領域也呈現類似走勢。因此 SNF 決定給予在生命科學與 STEM 領域之女性博士候選人資金補助，期能提升女性科學家人數外，也能讓她們在獲得該筆補助金時也擁有一份榮譽感，表示她們可兼顧專業及個人生活。

2. 強化實用導向之科學研究

Stokes (1997)說明實用啟發基礎科學研究(use-inspired research)，其研究方向係由日常生活潛在應用所啟發，內容包含探究相關基礎知識，進而應用創新而解決源源不絕的全新問題(Anckaert et. al, 2020)。因此 SNF 會對應用科技大學進行這類研究提供短期資助，但僅限健康及工程領域。

(二) 透過合作強化國際領導地位

科學研究在逐漸邁向國際化同時也越來越講究領域專精，此外，

具重大突破性之研究成果往往需要跨領域專家合作。然而 SNF 目前在合作及資助機制有所不足，故本目標將新設立資助機制，鼓勵 5 間以上中小型機構組團合作，而將該跨機構團隊納入補助名單填補以往缺口。透過鼓勵跨研究機構合作，SNF 期許瑞士學術界能在國際取得良好聲望，甚至能在特定領域扮演先驅領導之角色。

(三) 支持資訊基礎設施及相關服務

基於數位基礎設施之內容典藏(curation)及資料保存功能日益強大，學界對其需求也與日俱增。為回應學界，瑞士政府將於未來 4 年提供其使用新興資訊科技之資金補助，避免因其設備高使用門檻而被排除在外，致其無法享受便利性而影響學術成果發表。

(四) 深化研究於社會之價值

1. 促成以學術研究為基礎之創新

為了提升學術研究成果之實際應用，SNF 和瑞士創新促進機構(Innosuisse)共同成立「橋樑」計畫(BRIDGE)，提供研究人員客製化協助方案，有助於讓他們更了解其研究之應用潛力，並媒合企業主提供科學家基礎商業知識，以便將研究成果商業化貢獻社會。

2. 深化研究人員與潛在使用者之連結

承上，為使研究成果充分發揮價值，有必要促進科學界、企業界、公部門及社會大眾完善溝通。因此 SNF 再成立溝通平台，特別針對合乎聯合國永續發展目標(UN Sustainable Development Goals, SDGs)領域之研究人員，於該平台與各方交換意見，以利實際將成果應用在社會上，增進大眾之福祉。

三、美國

川普政府鑑於 COVID-19 疫情期間，學界研發成果如快篩器具及疫苗開發皆得以拯救無數人之生命財產安全，遂於 2020 年 8 月發布 2022 年預算備忘錄(Executive Office of the President, 2020)，強調未來加強研發之決心，並闡明 5 項重點領域及 4 項行動計畫，以下分別簡述之。

(一) 五大研發預算優先領域

1. 公共衛生安全及創新

前已提及，除不斷精進疾病診斷、疫苗及療程研發外，也應優化流行病學上感染模型之預測準確率，以利政府部門研擬最佳防疫政策。此外，也試圖將 AI 及先進製程等前瞻技術納入生技及生藥產業鏈，並將相關科學、基礎設施及相關公衛議題整合成「生物經濟」(Bioeconomy)，全面提升人類及其他生物之福祉。

2. 發展未來前瞻產業

本備忘錄特別提到五大未來前瞻產業(Industries of the Future, IotF)：AI、量子資訊科學(QIS)，5G 等先進通訊技術、先進製程及生物科技。此外尚包含兩項關聯技術：先進計算生態系及無人遠端遙控駕駛技術。發展這些前瞻產業及技術皆與提升美國人民生活水準密切相關，甚至是重回疫情前生活之關鍵；同時也更能在面對未來重大經濟衝擊時，更能有足夠基礎量能緩衝。

3. 社會及軍事安全

無論是天然災害或政經軍事競爭國家之威脅，皆對美國構成日益嚴峻之挑戰。因此，於備忘錄提及未來研發目標應著重於以下三大項：「永續力」，預測及事先預防天災之能力；「領先之軍事能力」，隨時能夠應付潛在軍事威脅及維護國安之軍力；「穩定半導體貨源」，確保政府能隨時取得半導體關鍵原料及製程，並保持領先地位之能力。

4. 能源與環境先驅

具前瞻性之能源科技能確保穩定充足之能源供給，政府將投入更多資源於再生能源之研發，促使能源利用更有效率。此外，同時加強地球及大氣環境科學、海洋及極地探勘及保育研發工作，不僅可增加發現潛在能源蘊藏地，更能為環境保護盡一份心力。

5. 強化美國太空科學龍頭地位

為實現 2024 年人類重返月球任務，備忘錄呼籲應加強低軌道

太空站之微重力(Microgravity)生物學及物理學之研究，以延長太空任務執行期間，可能獲取更多突破性發現並造福全人類。

(二) 四大跨域優先行動計畫

1. 建構未來科技勞動力

本項行動計畫特別強調 STEM 領域人才培育之重要性，並強調有關單位應加強 STEM 教育之多元、公平及包容性。具體措施包含優化遠距教學及個人客製化學習、設計能吸引更多人投入 STEM 領域之機制及培育新生代師資等。

2. 優化研究環境及成果

為了能讓每件研發專案都能發揮最大效益，提供研究人員完善工作環境也是不可或缺之條件。因此，本行動計畫旨在確保每位研究人員在職場上之安全及公平對待，並強調研究機構有責任打造一個多樣化及包容性之環境，提倡個人操守及研究倫理，以產出最佳之研究成果。

3. 促進跨部門合作及技術移轉

備忘錄強調美國如要從疫情恢復經濟成長，跨部門及跨領域之合作勢在必行。產、官、學三方應緊密合作，官方應致力簡化以往繁複之行政流程，減輕研究人員之不必要負擔，並鼓勵民間企業多多協助聯邦政府之研究案商業化，參與者越多樣化，之後研究成果帶來之綜效就越能為社會大眾雨露均霑。

4. 善用數據之力量

在政府決策及研究創新之過程，龐大之數據資料一直扮演關鍵角色。根據美國聯邦政府數據策略(The Federal Data Strategy)「將數據做為策略性資產運用」之願景，可分為以下 3 項目標：建立一套聯邦通用之政府數據管理策略、開放美國大眾使用政府數據資料及改善優化利用數據於決策、創新及政策管考之流程。在合乎法規下，政府將數據開放給民間利用，期能發掘數據背後蘊含之價值。

四、韓國

韓國政府先後發布「2021年下半經濟政策方向」(기획재정부, 2021a)及「韓版新政2.0」(기획재정부, 2021b)，揭櫫未來數位轉型及2050年零碳排經濟之決心。以下簡介重點內容。

(一) 數位新政(Digital New Deal)

1. D.N.A.產業生態系強化

D.N.A.係韓國針對資訊(Data)、網路(Network)及人工智慧(AI)之合稱，以基因比擬該三大要素為未來產業數位轉型所需。透過廣設智慧工廠、建構大數據資訊平台及擴大開放政府資訊之應用，將AI及5G應用技術擴散之各產業，如商用自動駕駛車輛及船舶。

2. 元宇宙等新興產業育成

元宇宙(Metaverse)為結合現實及虛擬之平行世界，透過5G結合AR及VR技術為基礎，打造休閒及經濟活動之假想空間。透過元宇宙將企業開發出之軟體功能，以共享服務形式(Software as a Service, SaaS)擴散至所有連結至網際網路之用戶。政府將全力支持公司研發該等共享服務。

3. 線上虛擬無接觸產業育成

規劃智能醫療，讓行動不便之患者可透過AI及相關數位設備獲取醫療資源及診斷服務。另補助一般企業架設遠端工作環境基礎設施，提升線上會議及經營管理軟體開發之品質。最後特別針對小規模營業人²，提供他們導入智慧及數位設施及應用等相關援助。

4. 社會基礎設施(SOC)數位化

新政2.0特別提及四大領域之SOC需要數位化：交通、數位分身(Digital Twin)、水資源及災害應變等。交通SOC如鐵道、道

² 韓文原文為「소상공인」(小商工人)。

路及港口等核心基礎建設數位智慧化；數位分身將用於建構自動駕駛之 3D 高精地圖及地下空間管理；水資源如國家指定河川及水庫等遠端監控設施；再害應變設施像於都市建立智慧安全基礎設施，監控交通流量及預防犯罪管理等。

(二) 綠色新政(Green New Deal)

1. 建立未來零碳排之推行基礎

本項係新政 2.0 為達成 2050 年零碳排目標而新設。國內積極盤點碳排放測量技術及整合排放權法規，國際上則積極參與跨國會議，與國際交換經驗及統一各類規定標準。此外鼓勵企業及民眾積極參與低碳生產及消費，透過給予參與獎勵使全國皆能將減低碳排內化至生活中。

2. 城市生活基礎設施全面綠能轉型

政府首先試圖將民眾經常利用之公共設施提升能源利用效率，如提供民眾改建老舊建物及裝設綠能裝置之補助誘因，加強能源自主提供比率，進而慢慢接近零碳排之終極目標。另外尚包含提供低碳足跡農產認證、強化海洋汙染排放管控機制及建構完備城市排水設施等策略，盡量降低對環境之影響以及提升對災害之應變能力。

3. 擴大再生能源使用

積極研發及利用新興再生能源科技如海洋潮汐、離岸風電及氫能，甚至是家畜排泄物皆可利用作為生質能源。此外並積極研發能源儲藏系統(Energy Storage System, ESS)，將生產之備用電力儲存在系統中，可因應緊急狀況時供給使用。

4. 建構綠色產業生態系

將 ICT 技術融入能源耗用監控系統中，不僅可即時監測能源流向及數值，並全面使工業生產環境智能化，達到更有效精密利用資源之目標。政府同時擴大綠色金融政策支援之產業，如固碳儲存、水泥化石替代能源研發及電池電極回收再製造等新興產業，

期能生及整體工業品質。

(三) 人力資源新政(Human New Deal)

1. 人力投資

擴大 AI、半導體、大數據分析、醫療器材及自動駕駛技術等未來前瞻性產業之人才培育養成，於校園及職場雙管齊下，透過「韓國數位訓練計畫」(K-Digital Training)與大型企業互相合作設立線上數位學苑，預計可養成 8.9 萬人之相關領域人才。

2. 鼓勵青年雇用政策

為鼓勵中小企業雇用 AI 及相關專業之青年勞工，政府將繼續提供企業雇用青年之所得稅扣除額優惠³及中小企業就職青年薪資所得減免優惠⁴。大企業則提供實習機會，提供青年學習職場基本能力及實務運作經驗之計畫。此外，韓國政府針對青年創業尚提供融資基金及免手續費等援助。

3. 消除城鄉及教育程度差距

2022 年韓國政府特別為縮短發展不均之差異擴大編列預算，除關懷弱勢家庭孩童學習狀況及提供必要補救教學外，也特別為身心障礙及高齡者擴充公立醫療設施，保障其自由無障礙生活之權利。

伍、結論與建議

一、各國政策共通趨勢方向

本研究藉由探討與我國同為 WEF 超級創新國之德國、瑞士與美國，及韓國之近 2 年整體國家科學研究發展政策內容，從中歸納出先進諸國共同推行方向，以供我國未來研擬前瞻性戰略之參考。綜前所述，

³ 企業每雇用 1 名青年，可享有每名 400 至 1,200 韓元之所得稅扣除額。

⁴ 15 歲至 34 歲於中小企業就職之青年勞工，可享 5 年內 90% 薪資所得免稅優惠。

本研究大致歸納出以下四大趨勢：

(一) 加速數位基礎設施建設

各國於疫情期間皆感受到無實體接觸商機之發展契機，因此皆致力推動國內數位基礎建設，如 5G、雲端伺服器及 VR 裝置等。其中韓國甚至更開始著手研究 6G，以追求更快之網路傳輸速度。所有過去依賴實體紀錄歸檔之資料，因防疫措施而須改以數位方式保存傳送。龐大巨量之資料傳輸及儲存勢必將對網路頻寬及伺服器量能帶來不小壓力，加速其建設有其必要。

(二) 重視環境永續及韌性

雖仍未有直接證據顯示溫室效應造成近年日益頻繁之極端氣候，惟其已確實對國民生命財產構成嚴重威脅。因此加強對該等劇烈之天氣變化應對措施，甚至提前預測成為當今重要課題。因此各國皆將城市相關基礎設施，如排水裝置及備用電源等列為重點研發項目，目的即在盡量維持生活環境永續力及經濟韌性，將一切外來負面干擾及影響減輕至最低。

(三) 相關領域人才之培育

如前述各國一直強調，隨著數位轉型政策開始實施，相關領域人才需求勢必逐漸上升。目前人才訓練養成大致可分成職場及學校兩大部分：職場上可透過企業內部培育及在職進修等管道；學校教育則分成教室內基礎理論學習與進階應用實習。雙管齊下自學校及開始培育有志從事該領域之青年，另一方面也可讓社會人士透過其他進修管道獲取通識，爾後產學合作更可增進溝通效率。

(四) 包容性成長與成果共享

各國這些大型科學研究策略，無不是為「經濟成長」該終極目標努力。惟轉型策略社及生活方式劇烈改變，社會上必定有特定族群無法適應或條件差距被排除在外而影響其共享經濟果實之權利。政府應設法將該等弱勢族群納入經濟成長之藍圖，一個都不能少。具體措施包含改善城鄉差距，如加強偏遠地區基礎建設與高齡者數位通識學習等，皆可幫助完成本目標。

二、政策建議

回顧我國近期國家戰略政策，如 2021 年國家科學技術發展計畫核定本、六大核心戰略產業推動方案及前瞻基礎建設計畫等，大致上符合上述國際發展四大趨勢，並具體提出相關規劃作法。為使相關計畫進行更臻完善，本研究在此謹提出 3 項建議供未來政策規劃之參考：

(一) 及早規劃課程配合

各國均已預見未來將有大量人才需求，政府應強化輔導學校培育相關師資並開設課程，從學校基礎教育著手，為學子打下紮實學術基礎。另外加強在職人士線上課程及其他進修管道之提供，讓有志認識甚至執行政府相關轉型策略者能有足夠背景知識。最後政府可考慮給予套裝課程修習完畢並通過考核者，受業界廣泛承認之證明書，如現行之職能導向課程品質(iCAP)認證課程，不僅可提升課程資源能見度及使用比率，也可協助產業媒合人才，減少雙方搜尋成本。

(二) 與振興措施結合並提供長期政策支援

以此次五倍券為例，如欲提高數位領取比率，應從擴大小規模營業人安裝行動支付裝置下手。目前僅有財政部提供安裝行動支付設備之小規模營業人特定期間之營業稅減免優惠⁵，惟尚缺其他長期協助商家技術支援之專案計畫及諮詢窗口。儘管疫情期間能以減少實體接觸之號召提升民眾使用非現金支付之意願，然而如店家缺乏設備及經驗甚至配合意願低落，將使政策美意及效果大打折扣而不可不慎。

(三) 持續優化相關招攬人才政策

為確保延攬之外國專業人才具有一定之資格條件，國發會遂修正「外國專業人才延攬及僱用法」並已於 2021 年 10 月 25 日正式施行。在本法原有法律基礎及未調降來台工作之薪資門檻原則下，進

⁵ 參照「小規模營業人導入行動支付適用租稅優惠作業規範」第 4 點及第 5 點。

一步放寬工作、居留、依親等相關規定，並提供更優惠之社會保障等。

此外截至同年 10 月底止，全台已發行 3,319 張就業金卡，期盼新修正的「外國專業人才延攬及僱用法」上路後，能加大攬才力道，目標 2022 年特定專業人才及就業金卡規模可達 1 萬人，2030 年國際專業人才來台規模達 10 萬人。透過延攬外國卓越專業人才，加速我國產業轉型升級。

參考文獻

1. 財團法人中華經濟研究院，2020，後 COVID 19 疫情時代臺灣經濟課題與因應，國家發展委員會 2020 年委託研究計畫。
2. 科技部，2021，國家科學技術發展計畫(民國 110 年至 113 年)，<https://www.most.gov.tw/most/attachments/4083953e-2c9f-4526-8f1e-73cb30b268b7>，最後瀏覽日期：2021 年 8 月 23 日。
3. 徐如賓，2013，包容性成長的意義與政策啟示。綜合規劃研究 101 年，225-250。
4. Anckaert, P.-E., Cassiman, D., and B. Cassiman, (2020), Fostering Practice-oriented and Use-inspired Science in Biomedical Research, *Research Policy*, 49(2).
5. Bundesministerium für Bildung und Forschung, (2006), *Hightech-Strategie 2006*, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Referat Grundsatzfragen der Innovationspolitik, Berlin.
6. Bundesministerium für Bildung und Forschung, (2019), *Hightech-Strategie 2025*, BMBF Referat Grundsatzfragen von Innovation und Transfer; Koordinierung, Berlin.
7. Bundesministerium für Umwelt, naturschutz und nukleare Sicherheit, (2020), *Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie*, <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050>, Zuletzt aufgerufen: 16 Juni 2021.
8. Cammeraat, E., L. Samek and M. Squicciarini, (2021), *The role of innovation and human capital for the productivity of industries*, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 103, OECD Publishing, Paris.
9. ELIXIR, (2020), *BioHackathon-Europe*, <https://2020.biohackathon-europe.org/>, Last accessed: May 31, 2021.
10. European Commission, (2019), *She Figures 2018*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
11. Executive Office of the President, (2020), *Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies*, Executive Office of the President of the United States, Washington, D.C.
12. GOV.UK, (2021), *Scientific Advisory Group for Emergencies*, <https://www.gov.uk/government/organisations/scientific-advisory-group-for-emergencies>, Last accessed: May 6, 2021.
13. Horbach, S., (2020), Pandemic Publishing: Medical journals drastically speed up their publication process for Covid-19, *Quantitative Science Studies*, 1(3).

14. OECD, (2015), *The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being*, OECD Publishing, Paris.
15. OECD, (2020a), *Main Science and Technology Indicators*, 2020(1), OECD Publishing, Paris.
16. OECD, (2020b), *Science Flash Survey 2020*, <https://oecdsciencesurveys.github.io/2020flashsciencecovid/>, Last accessed: June 23, 2021.
17. OECD, (2021), *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity*, OECD Publishing, Paris.
18. Nielsen, M. W., Alegria, S., Börjeson, L., Etzkowitz, H., Falk-Krzesinski, H. J., Joshi, A., and L. Schiebinger, (2017), Opinion: Gender diversity leads to better science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(8), 1740–1742
19. Ramalingam, B. and J. Prabhu, (2020), *Innovation, development and COVID-19: Challenges, opportunities and ways forward*, OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris.
20. Schwab, K. and S. Zahidi, (2020), *The Global Competitiveness Report, Special Edition 2020: How Countries are Performing on the Road to Recovery*, World Economic Forum, Geneva.
21. Schweizerischer Nationalfonds, (2019), *Aktionsplan 2021-2024*, Schweizerischer Nationalfonds, Bern.
22. Stokes, D. E., (1997), *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*. Brookings Institution Press, Washington, DC.
23. The Lancet, *COVID-19 content collection*, <https://www.thelancet.com/coronavirus/collection?startPage=>, Last accessed: July 12, 2021.
24. World Bank, (2020), *The COVID-19 Crisis Response : Supporting Tertiary Education for Continuity, Adaptation, and Innovation*, World Bank, Washington, DC.
25. 기획재정부, (2021a), 2021 년 하반기 경제정책방향, 기획재정부, 서울.
26. 기획재정부, (2021b), 한국판 뉴딜 2.0 –미래를 만드는 나라 대한민국–, 기획재정부, 서울.