

科學技術白皮書

（民國 112 年至 115 年）

中華民國 112 年 2 月 17 日
院臺科字第 1121003194 號函備查

目錄

第一章 前言：2035 科技發展遠景	1
第二章 我國科學技術發展現況說明	4
第一節 科技政策形成機制及國際科技政策趨勢分析	4
一、政府科技發展相關組織體系	4
二、國內重要科技相關會議	5
三、重要國家科技政策分析	10
第二節 科技發展資源及成效說明	23
一、經費投入概況	23
二、人力資源狀況	29
三、競爭力分析	33
第三節 重要科技施政與成就	36
一、政府重要施政與計畫	36
二、學術研究成果	42
三、科學園區發展概況	47
四、國際合作現況	49
第三章 總體目標	51
總體目標 1. 推動性別平權、普惠及適當科技，提升不同群體社會福祉， 促進社會共融與共好	51
總體目標 2. 深耕基礎科學、布局以社會需求為導向的技術研發，並妥善 配置科技資源，落實跨部會協作，兼顧中長期關鍵科技發展 與迫切需求	52
總體目標 3. 建構軍民通用的科研體制，整合公私科研量能，發展尖端戰 略科技及自主國防產業	53
總體目標 4. 開放、安全及可信賴的資料治理體制，推動以人為本的跨域 科學與技術研究	54
總體目標 5. 全產業加速數位、淨零雙轉型，打造具連結新創生態系的新型 態科技產業體系，促進區域發展平衡及國際競爭力	55
總體目標 6. 兼顧軟體與硬體的韌性社會基礎設施建置、維運及研發，強 化敏捷應變體系，因應未來風險管理	55
總體目標 7. 推動軟體、服務業技術創新轉型，引領產業進入國際市場， 確立產業領先地位	56
總體目標 8. 善用數位科技，落實創新研發，促進製造業升級，開發尖端 科技，發展高階製造中心及下世代製造業	57
總體目標 9. 開創民主與科技驅動的總體外交戰略	58

總體目標 10. 開放創新人才培育、職業技術培訓制度，以因應全球多面向的公正轉型	59
第四章 科學技術發展的策略與措施	61
第一節 普惠公平社會	61
一、社會安全及性別、族群平等	61
二、淨零生活與公正轉型	66
三、跨域多元人才培育、勞動市場轉型與經濟平權	69
第二節 前瞻跨域科研	73
一、新世代關鍵科技自主	73
二、衛星與次世代通訊	76
三、淨零相關新興能源科技	79
四、科研成果產業化體系	80
第三節 韌性創新經濟	82
一、供應鏈韌性布局與經濟安全	82
二、新興科技產業發展與轉型	86
三、數位經濟	90
四、綠色經濟	93
第四節 循環零碳環境	95
一、循環經濟	95
二、能源轉型	97
三、關鍵能資源供應與管理	99
四、氣候變遷風險與調適	100
五、環境資源治理與生態復育	102
第五節 民主科技體制	104
一、軍民兩用科技	104
二、國家安全相關科技布局（含核心關鍵技術保護）	105
三、資料治理法制（含科技產業資安認知）	107
四、民主國家科技合作	109
第六節 共通性策略	112
一、科研體制	112
二、創新能量及創新生態系	113
三、人才培育	115
四、國際合作	117
五、法規架構	118
第五章 結語	119

第一章 前言：2035 科技發展遠景

隨著科技日新月異及社會快速變遷，加速世界全球化、產業高值化與生活智慧化，各項新興科技的結合，擴大生活應用範圍，營造智慧生活環境，改變人民生活模式，像是資通訊科技的成熟，突破空間與時間的限制，拉近各國之間的距離，改變世界經貿版圖；人工智慧的蓬勃發展，加速產業創新研發，出現許多新型態商業模式，改變產業價值鏈。

2020 年 12 月第十一次全國科學技術會議，以創新、包容、永續為願景，在「人才與價值創造」、「科研與前瞻」、「經濟與創新」以及「安心社會與智慧生活」等四大主軸下進行討論，同時促進科技及人文對話，推動科學技術發展，用科技來提升生活品質並回應新的社會需求，打造以人為核心的智慧社會。最後依據會議重要結論，並參採各界專家、公民與跨部會協調會議之共識，形成「國家科學技術發展計畫（民國 110 年至 113 年）」。

如今兩年將屆，國內外局勢已與兩年前截然不同，俄烏戰爭掀起美歐中俄的國際陣營新一輪競合，也強化自新冠肺炎疫情（COVID-19）及美中貿易戰以來的全球化衰退浪潮，取而代之的是地緣化、區域化與保守主義的價值。為了因應地緣政治重構風險，淨零碳排與環境永續全球趨勢，高齡少子化與高階人才需求，我們應善用科技的力量引導臺灣克服各種艱困挑戰，一步步完成經濟、社會、環境與政治的深度轉型。除了繼續維持現有優勢科技的穩定投入外，更要超前部署改變未來的前瞻科技，厚植臺灣的科研基磐並帶動經濟轉型；同時也要重視具有人本價值與包容精神的適當科技，實現臺灣社會的公正轉型；還要積極投入永續發展的環境科技，邁向 2050 的淨零轉型；另外也要加速國家安全科技的發展腳步，以確保民主鞏固及深化。

有鑑於此，本期的科學技術白皮書，將以放眼全球的高度與前瞻性思維，全方位擘劃國家科技發展政策，以「前瞻創新、民主包容、韌性永續」作為臺灣邁向 2035 科技發展遠景，透過科技力量來驅動國家整體轉型。有四項重要特色：第一，重視如何回應人民生活與社會需求，展現科技價值、包容及韌性；第二，考量國家全方位發展來進行科技研發布局，發揮國科會整合與協調功能；第三，導引上游科技研發無縫接軌至產業應用；第四，從政治及戰略面思考因應國際地緣政治的瞬息萬變，發展尖端戰略科技並拓展民主國家科技合作。

同時，我們會與學界密切配合，精進研究主題的選擇機制，連結到我國社會發展重大議題及有助於創造全民福祉的科學領域，回應國家轉型需求，並針對當前面臨國內外重大的社會、環境與經濟問題，尋求科技解方；同時也會透過政策的引導，槓桿產業界的資源投入，以擴大國家整體科技研發能量，進而逐步達成以下十大總體目標，具體實現「前

瞻創新、民主包容、韌性永續」的 2035 科技發展遠景：

- 一、推動性別平權、普惠及適當科技
- 二、深耕基礎科學、布局以社會需求為導向的技術研發
- 三、尖端戰略科技及自主國防產業
- 四、開放、安全、可信賴的資料治理體制
- 五、全產業加速數位、淨零雙轉型
- 六、韌性社會基礎設施建置維運及研發
- 七、軟體、服務業技術創新轉型
- 八、發展高階製造中心及下世代製造業
- 九、開創民主與科技驅動的總體外交戰略
- 十、開放創新人才培育、職業技術培訓制度

確立 2035 科技發展遠景並訂立十大總體目標後，科學技術白皮書（民國 112 年至 115 年）再依據社會、科研、經濟、環境、政治及戰略面的架構，向下開展 20 項關鍵議題，以求更精準地辨識我國在邁向 2035 過程中，所可能面臨的問題與挑戰，並從在地思維提出具體因應策略。此外，將提出五項共通性策略，作為厚植國家整體的科研基磐。

首先，要建構一個兼具整合能力與包容精神的科研體制，除了能協調國家及民間資源的有效分配，並可廣納公民參與來提高社會對於科技的支持，建立超前部署前瞻科技之共識及資源投入；同時，打造重視人本價值及開放精神的創新生態系，厚植科技研發的創新能量，建構科技自主的產業環境；並且，推動科技賦能及跨域融合的人才培育，提供彈性化科技能力的養成，優化育才、攬才及加強國際人才交流與合作。另外，要多方開展能夠維持科研優勢與自主性的國際合作，透過與可信賴的國家雙向科研交流，鏈結國際市場與資源來壯大臺灣；最後，也要建立對創新科技具有彈性適應力的法規架構，並且提升公務人員的法律職能，讓科技發展與落地應用不會受制於既有的法規框架，賦予科技發展充滿無限的可能。

在上述五項共通性科研策略的帶動下，配合各面向的因應策略，引導科技成果克服國家發展過程中，可能面對的各項困難與關鍵挑戰，讓科技扮演臺灣深度轉型的驅動力，最終實現「國家安全、社會安定、人民安心」的理想生活。在邁向 2035 科技發展遠景的路徑上，我們需要建立一個開放的社會來支持創新，維持穩定的民主體制來落實包容，推動跨域共融來實踐環境永續，以前瞻的視野來布局科技，以科技的力量來驅動國家整體轉型。

承上，本期科學技術白皮書「前瞻創新、民主包容、韌性永續」為 2035 科技發展遠景，再針對不同面向的關鍵議題進行分析、策略擬定與規劃，章節架構如下：第一章為前言：2035 科技發展遠景，依循環境永續、社會責任之普世價值，面對地緣政治風險、淨零碳排趨勢、高齡化

社會結構等挑戰，邁向 2035 科技發展遠景：前瞻創新、民主包容、韌性永續，致力實現聯合國的永續發展目標及 2050 淨零轉型，聚焦於跨部會跨界協力，關鍵科技布局（太空、國防、精準健康等），人才世代及性別平衡，從而實現科技的人文社會價值。第二章為「我國科學技術發展現況說明」，介紹我國科技政策形成機制及國際科技政策趨勢分析，說明我國科技發展資源及成效，以及重要科技施政與成就。第三章是「總體目標」，分別說明十大總體目標的內涵論述與實踐作法。第四章為「科學技術發展的策略與措施」，從社會、科研、環境、經濟、政治及戰略等五個面向，詳述我國科技發展關鍵議題及因應策略，並說明科研體制、創新能量及創新生態系、人才培育、國際合作、法規架構的共通性策略推動方向。第五章為「結語」，本期科學技術白皮書提出的總體目標，強調如何從社會、科研、經濟、環境、政治及戰略面向加以因應，協調部會推動相關措施，善用科技力量來引導臺灣克服各種艱困挑戰，最終實現「前瞻創新、民主包容、韌性永續」的 2035 科技發展遠景。

第二章 我國科學技術發展現況說明

本章介紹我國科學技術發展現況，內容包含：我國科技政策形成機制及國際科技政策趨勢分析、科技發展資源及成效說明，以及政府重要科技施政與成就。在第一節之科技政策形成機制及國際科技政策趨勢分析中，說明我國政府科技組織體系、近年政府重要科技相關會議，以及重要國家科技政策之分析；第二節之科技發展資源及成效說明中，呈現我國政府科技預算經費投入概況、人力資源狀況及分析我國在全球競爭力指標中之排名；第三節之重要科技施政與成果中，說明我國政府重要施政與計畫、學術研究成果、科學園區發展概況及國際合作現況。

第一節 科技政策形成機制及國際科技政策趨勢分析

一、政府科技發展相關組織體系

行政院於 1959 年成立「國家長期科學發展委員會」，負責推動我國科學發展事宜，歷經多年的組織改造與變革，我國科技發展體系與科技政策形成機制漸趨完備，為更加確立我國推動科技發展方針與原則，政府於 1999 年公布「科學技術基本法」，並以此作為科技發展的重要依據。

我國科技發展組織體系可分為科技政策推動機構、執行機構與科技企劃評估體系三部分；其中，科技政策推動機構為「國家科學及技術委員會」（簡稱國科會）暨其他相關機關（單位），而原協助國家科技發展政策審議、重大科技策略會議籌辦之「行政院科技會報辦公室」，於 2022 年 7 月併入國科會並改為「科技辦公室」。國科會主要任務為擘劃科技發展願景、協調科技預算、支援基礎研究、完善科學園區、推動創新創業、科技計畫審議及管考、訂定國家科技遠景及前瞻藍圖、政府整體施政目標以及落實跨部會分工與協調。各機關（單位）透過科技預算的編列與執行，落實政府科技發展政策，並由科技政務委員負責跨部會之協調。

2022 年除了科技部重新改制為國科會外，為因應數位轉型，行政院另成立數位部，主要任務為促進全國通訊、資訊、資通安全、網路與傳播等數位產業發展、統籌數位治理與數位基礎建設，並促進數位經濟發展及加速國家數位轉型。同時將原資安處歸入其轄下次級機關，改為「資通安全署」（簡稱資安署），主要負責我國資安政策的推動，以有效提升我國資安完備度，負責關鍵基礎設施之資安防護、國家級資安防護演練、資安人員職能訓練等業務。另外成立「數位產業署」，為我國數位經濟發展之專責機關，掌理數位經濟相關產業之政策規劃及法規研擬，以及數位技術的應用推廣與產業人才培訓等，協助各產業因應數位經濟時代所帶來的挑戰與機會。

我國科技政策除了相關部會推動外，另外還有「中央研究院」（簡稱中研院）、國內各大專院校、財團法人研究機構與公民營企業等各類機構負責執行。中研院、各部會以及大專院校，主要執行科學基礎與應用研究；財團法人研究機構主要執行應用研究；其他公民營企業則以研究商業化為主。

科技企劃評估體系則包括科技計畫規劃審核、執行管制與成果考核三部分。科技計畫規劃審查包括研擬各種年度計畫、中長程計畫等重點方案，執行管制重點為確保計畫方案是否依照進度執行，最後透過成果考核檢視執行成果，並回饋至計畫以作為修訂參考。

政府透過各項重要會議，包括「全國科學技術會議」、「行政院產業科技策略會議」、「行政院科技顧問會議」、「科學技術發展諮詢會議」以及「新經濟發展諮詢會議」等，藉由凝聚各會議共識，以擬定國家科技政策方向。

二、國內重要科技相關會議

（一）全國科學技術會議

行政院根據 1999 年所公布之「科學技術基本法」，每四年召開 1 次「全國科學技術會議」，並將該會議定位為國內科技政策討論與制訂的重要平臺。會議後所擬定之「國家科學技術發展計畫」，經行政院核定後，作為政府相關部門推動科技發展的主要依據。

「第十一次全國科技會議」於 2020 年召開，以「2030 臺灣創新包容永續」作為願景，針對「人才與價值創造」、「科研與前瞻」、「經濟與創新」、以及「安心社會與智慧生活」等四大關鍵面向進行討論。由當時之科技部（現為國科會）依照前項會議結論，與相關部會署研商後，擬訂「國家科學技術發展計畫（民國 110 年至 113 年）」，提出 4 項目標、15 項子目標、44 項策略與 134 項與策略相關之措施，並由相關機關（單位）推動實施。

（二）行政院產業科技策略會議

行政院自 1992 年及 1997 年起，分別召開 13 次「電子、資訊與電信策略會議」及 5 次「生物技術產業策略會議」，加速推動我國電子資訊及生物技術產業發展。為使會議議題更具彈性且符合產業發展現況，自 2002 年起整合上述兩項會議為「行政院產業科技策略會議」，以廣納各領域產業科技建言，並根據國家總體產業科技發展之需求，每年選定特定重點科技產業，召開「行政院產業科技策略會議」。

政府近年所召開之「產業科技策略會議」分述如下：

1. 第五代行動通訊技術（5th Generation Mobile Networks, 5G）應用與產業創新策略會議

面對未來第五代行動通訊技術革命性的發展，將帶動我國產業轉型升級的關鍵驅動力，尤其在與人工智慧、物聯網、擴增實境、虛擬實境、4K 解析度、8K 解析度影音及邊緣運算技術結合後，將在智慧醫療、智慧工廠、智慧城市、無人載具等垂直應用領域發揮極大效益，促進臺灣數位轉型。行政院於 2018 年 10 月召開「第五代行動通訊技術應用與產業創新策略會議」，會議涵蓋「第五代行動通訊技術應用與發展策略」、「第五代行動通訊技術頻譜與法規」、「第五代行動通訊技術時代下創新創業發展」、「未來行動智慧生活」、「第五代行動通訊技術智慧應用發展與產業化推動」等主題，提供我國未來推動策略與發展願景之參考。會議決議主要為：

- (1) 加速第五代行動通訊技術網路布建普及偏鄉寬頻接取鼓勵創新、節能減碳。
- (2) 建立第五代行動通訊技術物聯網共創生態圈，促成電信業者與新創合作，並支持新創團隊發展創新應用，以及培育新創發展第五代行動通訊技術新型態應用。
- (3) 聚焦第五代行動通訊技術新興載具開發與創新應用，鼓勵新創善用臺灣產業供應鏈優勢發展第五代行動通訊技術創新應用，並切入醫療照護、物流運輸、公共事業、智慧城鄉等創新應用領域。
- (4) 鬆綁法規，持續檢討創新發展法規，簡化政策工具申請作業，善用監理沙盒法規所創造之空間，在顧及個資、隱私前提下，充分發揮資料分析與運用價值。
- (5) 導引國內創投資金投入新創，推動第五代行動通訊技術科技創新創業場域，進行新興示範應用，並加強吸引科技、經濟、教育等領域第五代行動通訊技術專業人才。
- (6) 建立電信資安技術，厚植自主防護能量，布局高穩定、可靠的第五代行動通訊技術偵防及資安維運平臺系統，並驗證資安攻擊防禦機制之場域，提升資安防護能力。

2. 智慧生活顯示科技與應用產業策略會議

為善用我國顯示科技與應用產業既有的堅實基礎，結合第五代行動通訊技術與人工智慧物聯網（The Artificial Intelligence of Things, AIoT）等智慧科技，創造 2030 智慧生活新面貌，行政院於 2019 年 7 月召開「智慧生活顯示科技與應用產業策略會議」，針對「智慧生活需求趨動下新興商機探討」、「臺灣智慧生活顯示科技發展藍圖」、「產業發展跨域合作與環境建置」等三大議題，共同研商如何從未來智慧生活顯示需求出發，掌握應用商機，為我國智慧生活顯示科技與應用產業在全球競爭中開創新局。會議主要結論為：

- (1) 顯示產業結合智慧科技與應用，朝向多元系統整合發展，並規劃資源穩定投入相關科技的補強。

- (2) 產官學研合作，強化軟硬整合與場域驗證，建構高價值系統解決方案，並建立次世代顯示系統技術，加速產業技術轉型與價值創造。
- (3) 建立人工智慧物聯網智慧顯示應用系統關鍵技術，與完整產業生態體系，鬆綁法規與排除投資障礙，培養產業跨域人才。

3. 臺灣運動 x 科技產業策略會議

臺灣擁有優良的運動及產業基礎、豐碩的科技學研成果及領先的資通訊產業，為促進運動、科技及產業三者結合的契機及商機，並推廣於一般民眾及各級學校學生，讓國人健康及生活品質能夠更好，行政院於2021年11月舉辦「臺灣運動 x 科技產業策略會議」，針對「運動 x 科技產業升級創造新價值」、「運動 x 科技建立創新營運新模式」、「融合科研成果與創新技術發展智慧新應用」及「臺灣智慧育樂跨域環境整備」等議題進行深入探討運動科技及產業發展策略，會後主要結論分述如下：

(1) 「運動 x 科技產業升級創造新價值」

透過政策推動與跨部會合作，加速法人與產業技術能量整合，健全運動以及科技生態系發展，並以我國科技與運動產業優勢，推動軟硬整合及發展運動科技商業模式，打造具國際競爭力之解決方案。藉由「設計」演繹力，發展運動科技未來營運與服務流程，加值並提升臺灣在國際上的品牌聲量，並以運動科學為本，建構運動科技實證中心，促進創新應用落地。同時藉場域驗證，發展所需運動科學數據、規格介面、虛實整合與創新商業模式，進而淬鍊運動科技跨域人才，透過聚焦四大應用領域（科技觀賽、科技健身、科技競技、科技訓練）促進全民智慧運動。最後凝聚跨部會、跨域資源，結合各界能量打造旗艦級示範應用，將國際賽事或展會作為創新應用示範場域，提升產業國際輸出的機會。

(2) 「運動 x 科技建立創新營運新模式」

推動新創國際化以完善營運新模式孕育環境，透過業師輔導，鏈結國際運動創新加速器及創投資源，並與加速器、創投合作投資新創業者，驅動法人技術新創，以促進商業模式國際試煉。同時加速場域科技化，以科研成果導入室內場館、戶外活動等，打造營運新模式試煉場域，並結合運動賽事導入新興科技，發展創新觀賽方式，帶動新興粉絲經營模式。另鏈結傳統運動製造產業、資通訊大廠、健康產業合作夥伴催生跨業加值化，以建立跨業新興營運模式，並介接各項運動科技成果，促成金融保險、企業健康、高齡健康促進等數據新服務。

(3) 「融合科研成果與創新科技發展智慧新應用」

針對技術領域，結合跨域專業人才，導入第五代行動通訊技術、人工智慧等先進科技進行運動科學研究，並優化技術延伸應用於臺灣優勢競技運動項目；而在產業技術部分，透過技術成果釋

出、技術加值設計、場域應用驗證提供產業運用，並建構運動科研技術產品商轉模式，促進跨域運動產業生態發展；最後運科研究與產業環境，加速運動產業發展，需透過教育部、經濟部、科技部（現為國科會）、衛福部等跨部會合作，進而促進產學合作發展及全民健康，以嘉惠社會大眾。

(4) 「臺灣智慧育樂跨域環境整備」

依場域需求導入產業能量，發展具有城市亮點的示範服務科技應用，點亮健康運動城市。並盤點產業需求，整合跨域人才及產業媒合機制，整合運動科技應用跨領域人才促進產學共創、接軌之運轉模式。

(三) 行政院生技產業策略諮議委員會

行政院依據 2004 年「行政院產業科技策略會議」結論，成立「生技產業策略諮議委員會」(Bio Taiwan Committee, BTC)，以擘劃國家生技產業政策、投資策略、發展方向與願景，並作為部會署推動生技產業之政策依循。自 2005 年至 2022 年已召開 16 次會議。

2022 年會議聚焦於「生醫韌性家園願景與布局」、「BioData 翻轉健康大未來」及「多元觀點洞悉精準健康新契機」等作為議題。為探討如何以創新突破帶來重要的生技發展，以及落實「精準健康，韌性臺灣」願景，與會專家委員針對智慧、精準醫療價值鏈的重要建議如下：

1. 生醫韌性

- (1) 建置臺灣韌性產業鏈：建立戰略藥品、疫苗等自主製造及供應能力，提升國家公衛與防疫韌性；檢討修正健保對專利過期藥品之給付制度；明確委託開發暨製造服務（Contract Development and Manufacturing Organization, CDMO）定位及策略，並建立完善之新興醫療生態系與配套措施。
- (2) 政府透過投資推動生醫產業發展：結合資訊與通信科技（Information and Communication Technology, ICT）產業，設立大型醫療器材投資公司，並發展國際醫療，促成遠距醫療技術快速進步；針對缺口成立大型創投或私募基金，推動發展獨角獸公司，國發天使基金衡酌產業別，提高投資金額上限；鬆綁醫療法人投資限制，期望帶動醫院與 Bio-ICT 產業共同發展。
- (3) 培育國際跨域專業人才，加強國際鏈結與建立園區新模式：建立早期投資學研界的機制，以利基礎科學人才創業，培育專業人才與跨域合作；加強國際鏈結與人才領導能力；盤點臺灣優勢醫療科技，協助導入國內醫院落地應用，打造專科示範場域，結合海外醫師及醫事人員培訓計畫，以利未來特色醫療科技整廠輸出。
- (4) 建立創新醫藥產品之市場准入機制：建立差額給付制度、增加健保

經費，或以商業醫療保險涵蓋新的創新醫藥產品，讓病人有選擇最佳生醫產品的機會；建置創新（智慧）醫材健保給付標準；試行「健保沙盒」，在健保平臺試用一定時間，同時進行成本效益分析。

2.BioData

- (1) 完善資料治理之監督機制：政府相關部門應於三年內制定專法或修正相關法律，包括個資之獨立監督機制；在資料再利用的資料治理上，應納入資料當事人為利害關係人，利用資訊技術協助當事人參與資料治理，以打造資料利用的公眾信任。資料利用商業模式的開發，與利益共享；人體生物資料之衍生數據資料的管理需針對數據資料之特性儘速規範。
- (2) 整合醫療數據規格，建置醫療資料使用機制：建立我國生醫數據儲存、應用及驗證之國際化標準，以利資料之收集、應用及認證；為強化應用，資料庫間應建立串接聯合之機制；為學研單位提供誘因，以增加資料庫的價值；開發雲端數據儲存解決方案。
- (3) 成立兼具公益與營利的全球性健康大數據公司：以永續營運模式，創造最大價值，並發展成全球性公司；延攬國際人才，參與政府計畫，成立影子團隊，研擬合宜法規；建立回饋機制，促進生技醫藥產業發展。

3.Bio-ICT

- (1) 促進 Bio-ICT 應用於醫療照護保健市場：建構創新醫材育成系統 BioDesign Taiwan；善用可穿戴醫療器材與裝置，加速臨床試驗，並擴大臨床試驗場域至醫院外；早日建立相關法制規範，避免智慧醫療產品引發倫理爭議；經由整合驗證的數據與醫療器材軟體（Software as Medical Device, SaMD），優先推廣至全國醫療院所使用，並由醫院成立公司以利商用模式的建置。
- (2) 加速醫療資訊系統革新：建置接軌國際標準之次世代醫療資訊系統（Healthcare/Hospital Information System, HIS）；制訂政策，提供獎勵與誘因，鼓勵醫療院所數位轉型，以利智慧醫療之推動；由政府指定公私協力夥伴（Public Private Partnership, PPP）或公益性平臺統籌，協助各醫療院所雲端病歷系統之數位架構與資訊交換標準化。
- (3) 全面推動遠距通訊醫療：研擬開放虛擬診所，使醫師在非實體醫療院所亦得執業；建置具資安保護規格之遠距醫療平臺標準，以利民間開發各種能保護個人資訊安全的遠距醫療系統。

三、重要國家科技政策分析

根據經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-Operation and Development, OECD）2021年科技創新展望（Science, Technology and Innovation Outlook）報告，科學技術為2019年新冠肺炎疫情提供最佳出口。自疫情發生以來，科學研究及科技發展在各國疫情控管及疫苗政策中扮演重要角色。疫情大流行也擴大了各國研究創新系統的範疇，突顯出原本政策所存在的漏洞及不足之處。為改善原有系統及避免未來可能發生的全球危機，科學與創新技術發展政策必須能輔助政府，並加強學術研究與技術創新能力，以達到提高社會永續性、包容性與韌性的長遠目標。在前述情境下，茲將重要國家科技政策遠景與科技政策相關內容摘錄如下：

（一）重要國家科技政策遠景

各國在制定國家整體科技遠景時，會依據其自身的研發能量、產業特性、經濟結構與前景、自然資源以及主要競爭者戰略作法和自身優劣態勢等內外部條件及國情差異的考量，提出整體科技遠景、目標、重點科技等面向的前瞻需求與布局。

此外，近年全球面臨新冠肺炎疫情的斷鏈缺工、美中貿易戰的經濟民族主義高漲、俄烏戰爭引發地緣政治的能源及糧食危機、氣候變遷造成全球天災頻繁等衝擊不斷，各國因應的科技政策遠景與推動重點，大致可歸成三項遠景類型：「重視基礎科研與創新」、「包容性社會與人本價值」及「減碳永續與提升國家韌性」。

1. 重視基礎科研與創新

近年重要科技國如歐盟、日本、韓國、新加坡以及中國等皆提出前瞻的國家級科研計畫，各國投入重點簡述如下：歐盟將擴大投資在健康、數位工業、氣候以及生物經濟等議題的研發創新，以成為創新市場領導者為遠景；新加坡致力於發展數位經濟及智慧國家，鞏固其全球技術、創新和企業的重要地位；韓國以前瞻展望2040年未來技術及數位轉型等議題，解決未來社會問題，並達到全球科技競爭主導地位；日本提出聚焦下世代通訊系統5G、解決2050年革命性技術研發，發揮日本基礎研究能力以及利用知識解決各種社會問題，實現人類福祉總體遠景；中國在「中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和2035年遠景目標綱要」（簡稱十四五規劃），將加大科研創新投入，著重積體電路、航空航天、船舶與海洋工程裝備、機器人、先進軌道交通裝備以及醫藥醫療設備等創新發展。

2. 包容性社會與人本價值

芬蘭重視包容和永續發展，透過建立法治安全、勞動市場平等，達到

公平、平等和包容的國家治理。瑞典2021年上任的首位女性總理，提出聚焦打破種族隔離及犯罪活動，增加政府對社會福利系統的控制權，使具創新、競爭力企業及高素質勞動力的瑞典，能釋放潛力，以實現更好的瑞典。

3.減碳永續與提升國家韌性

多國重視減碳永續與國家韌性的相關政策，在提升國家韌性方面，美國以強化製造業、供應鏈和國家安全，鞏固本土半導體及未來產業的領導地位為發展遠景。歐盟亦扶植半導體生態系統並強化韌性，確保供應鏈安全與減少外部依賴，以因應關鍵技術、安全性與社會之挑戰。在減碳永續方面，包括芬蘭、瑞典與中國等國家多有提出因應政策，英國提出綠色工業革命，在能源、運輸、減碳、建築、環境和金融等領域提高研發與新技術投入。丹麥提出全面性綠色協議，強調在醫療保健、減碳技術、綠色稅制等議題改革，加速綠色轉型。中國在十四五計畫亦提出綠色發展方向，將催動2060年前實現碳中和的有力措施。

（二）重要國家科技政策

全球主要科技標竿先進國如美國、歐盟、英國，創新小國如瑞典、丹麥、芬蘭、新加坡，以及亞洲國家如中國、日本和韓國等在全球疫情後新常態、氣候變遷、美中科技戰及地緣政治議題等衝擊下，各國因應全球複雜局勢，紛紛提出具前瞻科技布局之重要科技發展策略，包含各國因自身優劣勢所研擬之未來發展遠景、主要策略以及關鍵發展項目，分述如下：

1.美國

美國在前總統歐巴馬任內，即開始大力推行「再工業化」、「製造業回流」，雖效果不明顯卻逐漸形成內部意識。美國前總統川普其任內，提出多項美國科研發展方案，包括2020年的「國家關鍵新興科技發展策略」（National Strategy for Critical and Emerging Technologies），提出全方位強化國安創新基礎，防止敵對國家以非法途徑取得美國關鍵新興科技成果，並積極發展先進技術如量子運算、常規武器、材料、航空引擎、人工智慧、自動駕駛、核生化、通訊網路、資料科學與儲存、區塊鏈、能源、醫療與公共衛生、半導體等關鍵技術。

2021年6月美國參議院通過「創新與競爭法案」（US Innovation and Competition Act of 2021），採包裹式立法，將參議院與美中競爭相關法案如無盡前沿法（Endless Frontier Act）、戰略競爭法（Strategic Competition Act）等納入，涵蓋投入新興關鍵科技領域、科學人才培育、組織改造、產業推動、貿易與安全等內容。

2022年8月9日美國總統拜登簽署了「晶片和科學法案」（CHIPS and Science Act）（全名為「為美國生產半導體創造有利刺激法」，Creating

Helpful Incentives to Produce Semiconductors for America Act），投資在奈米技術、清潔能源、量子運算技術和人工智慧等領域，以強化美國製造業、供應鏈和國家安全，鞏固美國在半導體領域及未來產業的領導地位。「晶片和科學法案」投入近527億美元在半導體的研究、開發、製造和勞動力的發展，相關措施包括：

- (1) 390億美元的製造業激勵措施，其中20億美元用於汽車和國防系統使用的傳統晶片。
- (2) 132億美元用於研發和勞動力的發展。
- (3) 5億美元提供國際資通訊技術安全和半導體供應鏈的活動。
- (4) 針對半導體及相關設備製造業資本支出投資可抵免25%課稅。
- (5) 美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）設置技術、創新和合作夥伴關係理事會，專注於半導體和先進運算、先進通訊技術、先進能源技術、量子資訊技術和生物技術等領域，加強研究和技術的商品化，確保在美國發明的技術能在美國製造。
- (6) 將重新授權和擴大能源部科學辦公室（Department of Energy Office of Science）和國家標準與技術研究院（National Institute of Standards and Technology）的基礎研究和應用啟發研究，以維持美國在科學和工程領域的領導地位，作為美國創新的引擎。

上述激勵措施將確保美國供應與創造高薪和高技能製造業工作機會，並促進數千億美元的私人投資。除了強化美國在地化半導體完整供應鏈外，美國政府另結合盟友的力量，包括2022年3月公布與臺、日、韓提議共組「晶片四方聯盟」（Chip 4）的構想。

2. 歐盟

氣候變遷為本世紀最大挑戰，亦是建立新經濟模式的契機，2019年12月歐盟執委會（European Commission）提出歐洲綠色新政（European Green Deal）為其轉型變革設定了藍圖。

歐盟27個成員國承諾至2050年將歐洲成為世界第一個氣候中和（Climate Neutral）大陸的目標。為實現該目標，亦承諾至2030年碳排放較1990年減少至少55%。2021年6月歐洲氣候法（European Climate Law）已生效，並將前述2030年與2050年目標入法，以強化其約束力。

為達上述減碳目標，歐洲綠色新政提出以下重點：交通永續，貨車減排50%、汽車減排55%；引領第三次工業革命，3.5千萬大樓翻新、創造16萬建築業的綠色工作；清潔能源系統，40%再生能源結構比重、提升最終和一次能源消耗達39%；改造建築打造綠色生活方式，成員國每年翻新3%公共建築總面積、建築物可再生能源佔49%；與大自然合作保護星球和健康，自然碳移除達310公噸；推動全球氣候行動，與第三方國家合作的「睦鄰、發展與國際合作工具」（Neighborhood, Development and International Cooperation Instrument, NDICI）達30%國家支持、1/3世界公

共氣候基金來自歐盟及成員國等。

2021年9月歐盟執委會提出新歐洲包浩斯（New European Bauhaus）的政策行動與資金。該項目旨在加速建築和紡織等各經濟部門的轉型，以便為所有公民提供循環和低碳密集度的商品。新歐洲包浩斯為歐洲綠色新政帶來了文化和創意維度，旨在展示永續創新如何在我們日常生活中提供確實和積極的體驗。2021年至2022年歐盟將約8,500萬歐元用於新歐洲包浩斯項目，許多其他歐盟項目將把新歐洲包浩斯項目，作為背景或優先事項。經費將來自不同的歐盟計劃，包括歐洲研究和創新計劃（尤其是最新的展望歐洲計劃）、環境和氣候行動的LIFE計劃以及歐洲區域發展基金。

歐盟自1983年起，提出每五至七年為一期的科研架構計畫（Framework Programme, FP），以支援歐盟層級的科研及創新政策，目前進行的是2018年6月由歐盟執委會通過提案，自2021年1月1日實施的歐盟科研架構計畫—FP9「展望歐洲（Horizon Europe）計畫（2021-2027）」，其研究經費從上一期的展望2020（Horizon 2020, H2020）計畫的800億歐元，提高至近1,000億歐元。為期七年的Horizon Europe計畫，其目標在投資研究與創新計畫，以歐洲公民為優先塑造歐洲共同的未來，包含強化歐盟的科學與技術基礎、促進歐洲創新能力、競爭力與就業機會，以及永續歐洲社會經濟的模式與價值。

Horizon Europe計畫是全球最大型的多年期科研架構計畫，為了讓歐盟成為創新市場的領導者，此計畫最重視的就是投資研發和創新，例如增強對高科技人員的投資和研究，或透過歐洲創新委員會和歐洲理工學院等來提升歐盟的工業競爭力和創新力。其所能帶來的價值是投資在研究與創新（R&I）的歐元能產生更多GDP、超過35%的支出有助於氣候變遷，並且在2040年前創造三十萬個高技能工作。該計畫分成三大支柱：

(1) 卓越科學

透過歐洲研究理事會、新居里夫人人才培育計畫和研究基礎設施來加強歐盟科學能力。

(2) 全球挑戰與歐洲工業競爭力

分為六個子題：健康；文化、創造力和包容性社會；社會安全、數位工業和空間；氣候、能源和交通；食物、生物經濟、自然資源和農業與環境。

(3) 創新歐洲

透過歐洲創新委員會和歐洲理工學院來幫助歐洲創新生態系統、促進教育和研發。

為提升國際合作及跨歐盟創新能量極大化，該計畫支持跨國科研人才與專家共同處理全球社會挑戰，亦整合歐盟會員國自身之研究與創新潛力，提供其他經費支持研究與創新。另一方面，提升科學開放性，包含

開放資料與科研數據，是Horizon Europe計畫的重要原則，其能刺激、提升研究與創新成果。

鑑於晶片在數位經濟中所扮演的核心角色、地緣政治關係與生產高度集中在特定區域，歐盟應扶植半導體生態系統發展並強化其韌性，以確保供應鏈安全與減少對外部的依賴程度。2020年12月，22個歐盟成員國聯合簽署「歐洲處理器和半導體科技計劃聯合聲明」（Declaration: A European Initiative on Processors and semiconductor technologies），同意強化處理器與半導體的生態系統，並擴大供應鏈的產業影響力，以因應在關鍵技術、安全性與社會所面臨的挑戰。委員會於2021年3月發布「歐洲數位羅盤（Digital Compass）」，訂定2030年達到歐盟尖端與永續半導體的產值至少佔世界總產值20%之目標，並在2030年政策計畫（2030 Policy Programme）中的「邁向數位十年之路（Path to the Digital Decade）」重申此目標。

為實現半導體產業發展願景，歐洲晶片策略著重五項策略方向：

- (1) 應加強其研究與技術領導地位，尤其保護歐洲在突破性技術上的現有資產。
- (2) 應建立與加強在先進、節能與安全晶片的設計、製造與封裝領域的創新能力，並有能整合不同技術以生產完整的產品。
- (3) 應建立適當的框架，並於2030年透過框架大幅提高歐洲半導體晶片生產能力、為私人投資創造有利的條件，並加強供應鏈安全。
- (4) 應解決嚴重的技能短缺問題，吸引更多新人才與支持既有人才。
- (5) 應深入了解全球半導體供應鏈，以監控其運作、了解未來趨勢、預測可能中斷的時機，在更平衡的能力與共同利益的基礎上建立國際夥伴關係。

3. 英國

英國是第一個通過氣候變遷法案的國家，於2020年11月宣布「綠色工業革命十項計畫」，系統性規劃各經濟部門的淨零碳策略，同時利用溫室氣體移除技術，逐步實現2050年淨零排放目標。其擬定未來30年能源轉型規劃，預估將帶動900億英鎊的民間投資及創造44萬個新綠色工作，並提出以下四個關鍵原則處理氣候問題，包括尊重消費者選擇，無需拆除現有鍋爐或汽車；透過公平碳定價機制，確保污染者為零碳轉型付出最大代價；政府以能源帳單折扣、能源效率提升等政策工具，並保護弱勢族群；與企業合作開發先進工具，以持續降低排碳技術成本，亦可減少消費者成本並增加企業利益。

10項計畫重點內容包括：

- (1) 離岸風電與現代化港口：2030年離岸風電達到40GW、1.6億英鎊投資現代化港口與基礎建設。
- (2) 氫能：2030年低碳氫能達到5GW、提供2.4億英鎊淨零氫基金。

- (3) 先進核能技術：投資2.4億英鎊小型核反應爐、1.7億英鎊先進核反應爐研發。
- (4) 交通運輸零排放：2030年起禁售汽油車和柴油車、2035年起禁售油電混合車。
- (5) 綠色公共運輸：擴大投資零排放公車、設計單車和人行空間。
- (6) 航空零排放及綠色船舶：2030年零排放航空上路、投資綠色航運技術如氫能發動船舶。
- (7) 綠色建築：加速「未來家園標準」(Future Home Standard) 推動時程，並擴及非住宅建築。2028年前每年裝設60萬個熱泵。
- (8) 碳捕集、封存及再利用技術：2020年中完成兩個CCUS產業聚落、2030年完成4個CCUS廠，每年捕捉10公噸CO₂。
- (9) 保護自然環境：52億英鎊防洪與海岸防禦、未來四年建立10個長期景觀恢復計畫。
- (10) 綠色金融及創新：承諾2027年提高綠色研發投資佔GDP2.4%。並於2020年7月發布「英國研發路徑」，目標降低淨零排放轉型的成本、刺激新市場模式和產品、影響消費者行為。

4. 瑞典

瑞典於2021年提出以「瑞典可以做得更好 Sweden Can Do Better」為題之新政策，聚焦打破種族隔離所造成的暴力及犯罪活動、綠色轉型與綠色革命、增加政府對於社會福利系統的控制權等面向，希望能夠使本就具有創新、競爭力企業及高端勞動力的瑞典，能夠釋放固有潛力，讓現在的瑞典能夠做的更好。

有關氣候變遷瑞典政府除了宣示淨零碳排及淨零轉型的決心，更制定了相關政策。為呼應歐盟淨零碳排相關政策及新型態法規，2022年瑞典基礎設施部發表「電氣化國家戰略—為歷史性氣候轉型提供安全、有競爭力和可持續的電力供應」，提出五面向十二點戰略：

- (1) 規劃與協作
提前規劃以滿足2045年大幅增加的電力需求，以及建立公部門、企業及其他社會行為者的合作角色和職責。
- (2) 有效利用電力和能源
包含能源效率、電力與資源，以及完善的能源系統，以提高用電的靈活性及存儲。
- (3) 為電網及電動車提供充足的輸電容量和新基礎設施：
清晰的根據需求有效擴張電網及充電基礎設施，同時縮短新電網的建置速度。
- (4) 電力與能源的安全供應
促進安全供電以清除電力生產的障礙，促進發展發達的電力市場。
- (5) 實施及錨定

透過技術供應和知識推廣及創新形成社會契約。

同年，瑞典商務部發表了「未來的行業—綠色和數位化轉型戰略」，提及以數位化轉型運用現有第五代行動通訊技術、物聯網、自動化、人工智慧，及區塊鏈等技術，實現工業智慧化促使中小企業更新並提升適應能力；綠色轉型，達成降低對氣候的影響、減緩生物多樣性消耗的目的，最終藉由綠色轉型及數位轉化兩者結合，使瑞典成為「世界上第一個無化石燃料使用的福利國家」。

5. 丹麥

歷經新冠肺炎疫情動盪時期，能源供應產生限制與不確定性，人口不斷成長將使得化石燃料日益稀缺，全球氣候問題將驅使各國限制燃燒煤炭、石油和天然氣。因應新冠肺炎疫情及能源危機，丹麥政府和議會通過一系列全面的綠色協議，加速綠色轉型。丹麥財政部於 2011 年發表恢復與復甦計畫（Recovery and Resilience Plan），並與國家基金結合提出七個面向戰略：

- (1) 加強醫療保健系統彈性：投資醫療保健數位解決方案、協助弱勢及高齡者醫療諮詢、確保關鍵醫療產品庫存及供應監測、新冠肺炎疫苗大規模臨床研究、提高醫保系統彈性和永續。
- (2) 降低溫室氣體和氮排放的農業與環境綠色轉型：利用新工具降低農業溫室氣體排放、農業部門綠色轉型、修復工業用地和受汙染土地。
- (3) 能源效率、綠色供暖和碳捕獲與儲存（Carbon Capture and Storage, CCS）：擴大投資工業、住屋和公共建築能源效率的措施、減輕疫情對財務影響、提升就業機會，刺激投資和促進數位技術採用，並提高建築存量的彈性和能源效率，以減少消費者、企業和公共部門的能源費用和消耗，透過碳捕獲與儲存實現淨零排放目標。
- (4) 綠色稅制改革：徵收溫室氣體統一稅降低排放量，加速企業綠色生產轉型，提供企業綠色轉型激勵和機會，減免綠色投資稅收。
- (5) 永續道路運輸：降低燃料汽車的溫室氣體排放、補貼報廢舊柴油車、電動車充電低電稅、共享汽車使用、投資自行車道和城市自行車補貼計畫。
- (6) 數位化：建立數位化合作夥伴關係，由丹麥商業界、城市和地區、學術界和社會合作夥伴的高階管理者與專家，以及社會利益相關者，如社會公民和企業的數位戰略建議；透過數位化保障未來數位職業和就業，支持商業和服務的增長和出口；數位化為丹麥復甦計畫核心，透過跨部門數位化轉型，加強福利、平等、增長、就業和綠色轉型。
- (7) 綠色研發：運用投資減少溫室氣體，降低脫碳社會的潛在成本；投資具綠色潛力的新技術，包含用於運輸和工業的 CCS、綠色燃料、

氣候友好型農業和循環經濟，促進綠色與數位化轉型，並維持與創造綠色部門新就業機會。

6. 芬蘭

2019 年芬蘭公布以「包容和稱職的芬蘭—社會、經濟和生態永續發展社會」(Inclusive and Competent Finland - A Socially, Economically and Ecologically Sustainable Society) 的政府計畫，揭示八點戰略議題：保護生物多樣性的碳中和芬蘭；具有全球影響力的芬蘭和歐洲政策；建立在法治基礎上之安全和有保障的芬蘭；充滿活力和繁榮的芬蘭、交通網絡和農業；建立在信任和勞動力市場平等上的芬蘭；公平、平等和包容的芬蘭；促進能力、教育、文化和創新的芬蘭；政府治理。

面對近年來逐漸嚴峻的氣候變遷問題，芬蘭環境部提出了「中期氣候變化政策計畫：邁向 2035 年碳中和的社會」(Medium-term Climate Change Policy Plan: Towards A Carbon-neutral Society 2035) 的中期政策規劃，此規劃乃呼應歐盟委員會提出的 2030 緊縮減排義務 (The Tightened Emissions Reduction Obligation)，並結合芬蘭政府計劃的氣候政策，對於運輸、農業、建築專用供暖設施、非道路之移動式機械、廢物管理、溫室氣體、工業和其他排放等七個面向，提出對現狀的改進措施，爭取 2035 年達成碳中和的終極目標。

除了環境永續外，芬蘭政府於 2021 年提出「芬蘭永續成長計畫：復原力和韌性計畫」(Sustainable Growth Programme for Finland: Recovery and Resilience Plan)，針對國家永續提出計畫，以減少溫室氣體排放、生產力增長、提高就業率、在醫院接受治療與平等方面為主要目標，並提出四個支柱組成計畫：

(1) 綠色轉型將支持經濟結構調整和碳中和福利社會：

加快綠色轉型解決方案，促進芬蘭排放量顯著減少，以支持國家實現碳中和循環經濟的目標，實現未來永續增長，同時使芬蘭成為氫能和循環經濟、高附加值生物產品、零排放能源系統以及氣候環境解決方案領域的全球領導者，另外提高能源效率，以加速向無石化運輸和供暖過渡，最後廣泛進行資產投資，有效促進綠色轉型並為市場帶來全面解決方案。

(2) 數位化和數據經濟將提高生產力並為公眾服務：

私人和公共服務數位化，以提高成本效率和生產力，並為全國每個人提供安全的優質日常生活服務，此外為企業創造競爭力的營運環境，將芬蘭變成世界級的數位社會，提供數據服務的生產商，包含促進交通數位化解決方案。通過加速技術和數據投資的行動來鼓勵整個社會的數位化發展。

(3) 提高就業率和技能將加速永續增長：

以客戶為導向的服務改革，利用數位化促進就業、簡化工作移民、

加強融合來提高就業率並增強工作幸福感；提高就業者技能，引進持續學習機會促進長期增長；促進研發強度以加速增長，利用創意經濟和行業創新與研究成果，使得受疫情影響最嚴重的行業復甦及加速增長。

(4) 改善健康和社會服務的機遇和成本效益：

改革營運模式和引入新數位服務以減少不足問題；引入新操作程序，改善獲得治療機會。實現衛生和社會服務改革目標；提供公眾服務，並從個人角度以具有成本效益方式進行改革。

7. 中國

中國政府以五年為一期，對未來五年立下經濟願景與發展目標，國家經濟轉型與資本市場變化皆受該規劃顯著影響。2021年3月中國第十三屆全國人民代表大會第四次會議通過「十四五規劃」，新增規劃期達15年的2035年遠景目標，包括：經濟總量和城鄉人均收入將再向上升級；實現關鍵核心技術，進入創新型國家前列；實現新型工業化、資訊化、城鎮化、農業現代化的現代化經濟體系；廣泛綠色生產生活方式，碳排放達峰後穩中有降，生態環境根本好轉；形成對外開放新格局，參與國際經濟合作和競爭新優勢明顯增強；人均國內生產總值達到中等發達國家水準，中等收入群體顯著擴大。

另針對十四五時期（2021-2025年）的主要發展目標有10項，包括：國內生產總值每年增長保持在合理區間，各年度視情提出；全員勞動生產率每年增長高於國內生產總值增長；2025年常住人口城鎮化率達65%；每年全社會研發經費投入增長7%，投入強度力爭高於十三五時期實際。2025年數位經濟核心產業增加值佔國內生產總值10%；每年居民人均可支配收入增長與國內生產總值增長基本同步；城鎮調查失業率年均少於5.5%；單位國內生產總值能源消耗及二氧化碳排放5年須分別累計下降13.5%及18%；2025年地級及以上城市空氣質量優良天數比率須達87.5%；2025年糧食及能源綜合生產能力須分別達6.5億噸及46億噸標準煤。

為孕育經濟發展新動力及提升經濟運作流暢度，中國政府提出五個政策方向，包括科研創新、市場改革、綠色發展、人力資源及社會平衡發展。其中科研創新的工作項目包括：基礎研究經費投入佔總研發經費比重提高到8%以上；支持北京、上海、粵港澳大灣區形成國際科技創新中心，建設北京懷柔、上海張江、大灣區、安徽合肥等綜合性國家科學中心；培育先進製造業集群，推動積體電路、航空航天、船舶與海洋工程裝備、機器人、先進軌道交通裝備、先進電力裝備、工程機械、高端數控機床、醫藥及醫療設備等產業創新發展；推動戰略性新興產業融合化、集群化、生態化發展，戰略性新興產業增加值佔GDP比重超過17%；發展技術和數據要素市場。在綠色發展方面，重點工作包括：加快發展

非化石能源，非化石能源佔能源消費總量比重提高到20%左右；制訂2030年，碳排放達峰行動方案；錨定努力爭取2060年前實現碳中和，採取更加有力的政策和措施。

8. 日本

日本政府於2020年6月對「科學技術基本法」進行大幅修訂，包括增列創新、人文與社會科學相關之科技發展目標，並自2021年4月起更名為「科學技術創新基本法」。自1996年起，日本內閣府依據該基本法擬定每五年一期的科學技術基本計畫，鑑於過去五年日本內外情勢變化，第六期科學技術創新基本計畫，將聚焦於應對美中衝突升溫與國際秩序重組、克服氣候變遷等全球性問題，和國內因應疫情進行結構性改革等，藉此為日本與全球人民帶來各種福祉。該計畫推動三大政策方向及重點工作項目整理如下：

- (1) 邁向永續與韌性的社會以確保國民安全與安心，重點推動工作包括：融合網路空間與實體空間創造新價值；促進社會變革與持續創新以克服全球性問題；建設具韌性且安全保障的社會；形成創新生態系統以作為創造新價值產業的基礎；運用資通訊技術等新興科技發展智慧城市以及促進研究開發與社會實踐，利用知識解決各種社會問題。
- (2) 強化研究能力以拓展知識前沿成為價值創造的源泉，推動工作包括：建構多元化與卓越的研究環境；建構新的研究系統以促進開放科學與資料驅動研究；促進大學改革與擴展戰略管理職能。
- (3) 教育與人力資源開發以實現個人福祉並迎接挑戰，推動工作包括：從中小學教育階段開始逐步地加強探索能力；發現問題與解決問題學習；在高等教育階段發展獨特大學系統來滿足個人不同需求學習；提供國民終身學習環境以發展新職業生涯；強化常態性教育及增進人力資源流動性。

鑑於行動通訊系統已從基礎設施，變成人們日常生活不可或缺的服務，日本總務省於2020年6月發布「Beyond 5G推進戰略：邁向6G的藍圖」，提出2030年日本下世代通訊系統 B5G（Beyond 5G，所謂的6G）的中長期推動策略。

B5G推進戰略的目標為提高日本的國際競爭力，包括日本在全球市占率達30%、在設備與B5G平臺使用方面提高國際競爭力。為達到該目標，日本必須持續開發B5G，成為B5G全球開放創新生態系統的基石，因此在總務省設立跨部門的B5G策略性推動工作小組（Beyond 5G Strategic Promotion Task Force），其將與總合科學技術創新委員會（Council for Science, Technology and Innovation, CSTI）、IT總合戰略總部、網路安全策略總部共同合作，以推動策略規劃，每年發布進展報告。同時以全球

優先、建立生態系統驅動創新與強化資源為原則，提出研發、智慧財產權與標準化，部署三大推動策略，加強政府、私人機構與國際間的合作。

為因應日本面臨諸多嚴重社會問題，包括人口高齡少子化、異常氣候變遷等，提出透過開發具破壞性與高影響力的創新技術，來解決上述問題。2018年日本總合科學技術創新委員會首次宣示射月型研發計畫（Moonshot Research and Development Program）的必要性。2019年經計畫規劃與徵求建議後，於2020年確立了射月型研發計畫的七項2050年研究目標，包括：至2050年，實現人們不受身體和大腦、空間和時間限制的社會；實現極早期階段預測和預防疾病的社會；透過人工智慧和機器人技術的共同演進，實現能夠自我學習、行動並與人類和諧相處的機器人；實現永續資源循環以實現地球環境再生恢復；充分利用未善用的生物機能，創建零浪費的永續食料供給產業；實現可容錯的通用量子電腦，大幅改善經濟、產業和安全保障；2040年實現永續醫療和照護系統，以預防和克服重大疾病，並享受百歲人生與健康生活。

射月型研發計畫的特色在針對難以解決卻影響深遠的社會問題，由日本政府包括CSTI與健康醫療戰略推進本部共同制定宏偉目標（射月目標）。在允許失敗的前提下，邀請並匯集世界各地頂尖的研究人員，鼓勵其提出具革命性的研究項目，以最大限度地發揮日本的基礎研究能力，實現射月目標。同時，該計畫將以彈性靈活調整的方式進行管理，可隨著全球研發的發展同步進行滾動修正，以建立領先世界的研發系統。此外，為了使研發成果商業化，該計畫將不同領域包括人文科學和社會科學等研究人員納入，以期在研發階段即可解決道德、法律制度和社會等相關問題。

各項工作已於2020年秋冬兩季啟動，在日本各研究開發機構包括科學技術振興機構（Japan Science and Technology Agency, JST）、新能源產業技術綜合開發機構（New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO）、生物特定產業技術研究支援中心（Bio-oriented Technology Research Advancement Institution, BRAIN）以及日本醫療研究發展機構（Agency for Medical Research and Development, AMED）等，展開為期5年最多10年的研究。日本射月型研發制度的目標立基於確保國家利益和未來的產業競爭力，從技術開創未來可能性之思維確立七個射月目標，以實現「人類福祉（Human Well-being）」為總體願景，解決潛在的社會、環境和經濟問題，進而鞏固發展根基。

9. 韓國

為因應未來變化，韓國自1994年開始提出長期循環性科技前瞻計畫，2017年韓國科學及資通訊部（Ministry of Science and ICT）與韓國科學技術評估暨規劃研究院（Korea Institute of S&T Evaluation and Planning,

KISTEP) 共同發布最新的第五次科技前瞻研究 (The 5th Science and Technology Foresight) 報告，提出未來技術以解決未來社會的主要問題，同時新增了引爆點分析 (Tripping Point Analysis)；引爆點係指技術在社會快速擴散應用的時間點，並跳脫預測功能，直接以任務導向為出發點，提出三大任務目標包括：

- (1) 考量國內外環境變遷來預測未來社會樣貌，同時分析預測未來科技的發展，預測時間軸設定在2040年。
- (2) 為第四次科技基本計畫 (2018-2022年) 在擬定政策時提供基礎資料，包括技術實現的年份、重要性以及實現未來技術的方式，更重要的是反應未來社會的經濟需求。
- (3) 預測技術在社會普及的引爆點，特別是重點創新技術。

計畫針對韓國科學、技術、社會與經濟等產生重大影響的未來技術，提出2040年的267項未來技術名稱與其定義，並歸納成六大群組：社會基礎建設、生態系及友善環境、運輸與機器人、醫療與生命、製造與融合、資通訊等。展望2040年技術及對社會的重要性，盤點了韓國未來技術的競爭力與國際落差，作為建立未來長期發展策略及資源配置的依據，盤點相關技術準備度和及早準備應對未來挑戰，供研發人員參考，並引發市民興趣，共同迎向美好未來。

韓國科學技術情報通信部 (Ministry of Science and ICT, MIST) 於2022年3月8日審議「2023年國家研發投資方向與準則」草案，提出為達到全球科技競爭主導地位，2023年韓國政府投資將聚焦於「關鍵與新興技術發展」、「2050年達到碳中和」以及「數位轉型」等關鍵議題；並且規劃「培育科學家與工程師」、「建立以研究為中心的基礎科研環境」，以及「增進不同地區與中小企業的技術能力」等措施，而其他相關支援措施包括「建立研發支援平臺」和「完善研發投資體系」，以串聯公私部門的創新領導者。

10. 新加坡

為發展知識與創新驅動的經濟社會，自1995年的第一個五年國家技術計畫 (National Technology Plan 1995) 起，即希望透過高科技活動，提升國家經濟價值鏈，建立強大的科學家、工程師與技術人員人才庫，以助新加坡推動經濟與企業轉型。2010年後，研發策略更擴展至研究、創新與企業 (Research, Innovation and Enterprise, RIE)，RIE2015計畫與RIE2020計畫更涵蓋商業化與創新策略，以期能挖掘具發展機會的研究成果，提供企業所需支援。

因應氣候變遷及新冠肺炎疫情，對全球經濟社會帶來前所未有的破壞，2020年12月新加坡國家研究基金會 (National Research Foundation) 提出第七個五年為一期的RIE2025計畫，以解決更廣泛的國家需求，增強

新加坡長期競爭優勢，鞏固星國作在全球技術、創新和企業的重要地位。以過去推動為基礎，聚焦在「製造、貿易與連結性」、「人類健康與潛力」、「城市解決方案與永續性」以及「智慧國家與數位經濟」等四項重點領域。並提出學術研究、人才培育及創新與企業等三項跨領域計畫，以促進卓越學術研究，厚實科研人才資本，發展充滿活力的國家創新體系。

第二節 科技發展資源及成效說明

一、經費投入概況

(一) 中央政府科技預算

我國政府科技預算於 2021 年投入的科技研發之經費總額為 1,140.8 億元，各機關科技預算及其占比如表 2-1 所示，2021 年占比最高為科技部（現為國科會）38.2%，其次為經濟部占 29.8%，中央研究院占 10.23%，其他部會署合計占 21.77%。

表 2-1 2018~2021 年度機關別科技預算（含前瞻特別預算）

單位：新臺幣千元

機關名稱	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
科技部（國科會）	42,765,454	47,716,755	49,021,705	43,583,882
科發基金	3,055,596	2,084,055	2,146,724	1,674,144
經濟部	31,430,364	30,398,493	30,385,070	33,992,968
中研院	11,674,471	11,082,397	11,282,344	11,673,001
衛福部	4,998,637	4,716,853	4,769,501	4,494,895
農委會	4,425,968	4,325,933	4,423,172	4,492,213
教育部	4,750,994	4,482,181	3,991,381	2,243,148
交通部	1,292,497	1,187,431	1,128,484	2,221,009
國發會	996,899	2,009,639	2,099,712	993,097
內政部	2,214,392	977,329	827,529	1,328,017
文化部	1,884,372	2,297,187	2,122,727	952,668
原能會	740,983	501,143	493,238	641,231
通傳會	705,035	771,032	881,931	3,173,799
法務部	289,210	259,662	270,471	232,739
勞動部	223,331	208,598	244,660	242,078
財政部	845,178	249,611	208,051	450,189
環保署	393,268	147,647	163,451	349,550
國防部	176,100	158,900	169,000	143,380
海委會	-	129,820	163,583	112,437
原民會	192,000	105,680	103,917	279,138
人事總處	56,232	57,970	61,982	88,929
運安會（飛安會）	8,479	8,241	38,399	35,177
科技會報	40,293	39,793	39,793	39,293
金管會	15,270	34,239	37,001	24,789
主計總處	15,622	15,072	25,713	-

機關名稱	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
院資訊處	31,400	27,866	22,082	11,100
故宮	121,538	7,222	12,230	108,100
資安處	378,423	1,035,000	985,599	409,000
審計部	-	3,053	3,150	-
外交部	-	1,900	1,856	-
工程會	5,126	-	-	12,100
客委會		-	-	42,500
保訓會	2,600	-	-	-
國史館	45,850	-	-	39,200
合計	113,775,582	115,040,702	116,124,456	114,083,771

資料來源：國科會

（二）全球研發投入分析

因應全球新局勢（氣候變遷、地緣政治、美中角力、俄烏戰爭等大環境因素）的挑戰與未來新興科技崛起，欲取得科技領先地位，須持續投入資金支持研發創新，並透過分析各國從事新興技術性活動的勞動力，以及研發資金投入，藉以了解各國的創新程度和研發能量概況。

不斷研發與創造、發展與累積新知識、新方法與新產品，可使產業能夠獲得更多創新能量，並帶動國家經濟的成長與價值，同時也讓國民所得與福利隨之提升，使國家的競爭優勢能持續提升。因此研發創新不只攸關產業經濟發展，也影響國家的國際競爭力與國際地位能見度，尤其在新冠肺炎疫情爆發、區域地緣政治紛擾與大國間科技角力之際，各國無不在研發創新方面大力投入資金以支持創新技術研發，致力在各項科技領域成為創新領導者。

因此，研發投資在國際上受到高度關切，其中最令人關注的便是歐盟 2020 策略（Europe 2020）訂定研發支出占國內生產總值（Gross Domestic Product, GDP）比例至少 3%之目標。

依據 2022 年經濟合作暨發展組織（OECD）的科學與工程指標（Science and Engineering Indicators）指標指出，儘管新冠肺炎疫情大流行導致經濟活動急遽下降，OECD 經濟體依然在 2020 年持續增加對研發的投入。2020 年 OECD 經濟體的 GDP 實質增長率主要是受到美國 5% 的增長所致，而在德國的研發支出下降了 1.5%。此外，2020 年中國的研發支出增加了 11%（如圖 2-1）。當研發支出經費以購買力平價（Purchasing Power Parity, PPP）折算，不同國家及地區呈現差異性，中國與美國的研發支出差距維持著穩定的情況，其研發支出接近美國的 81%。

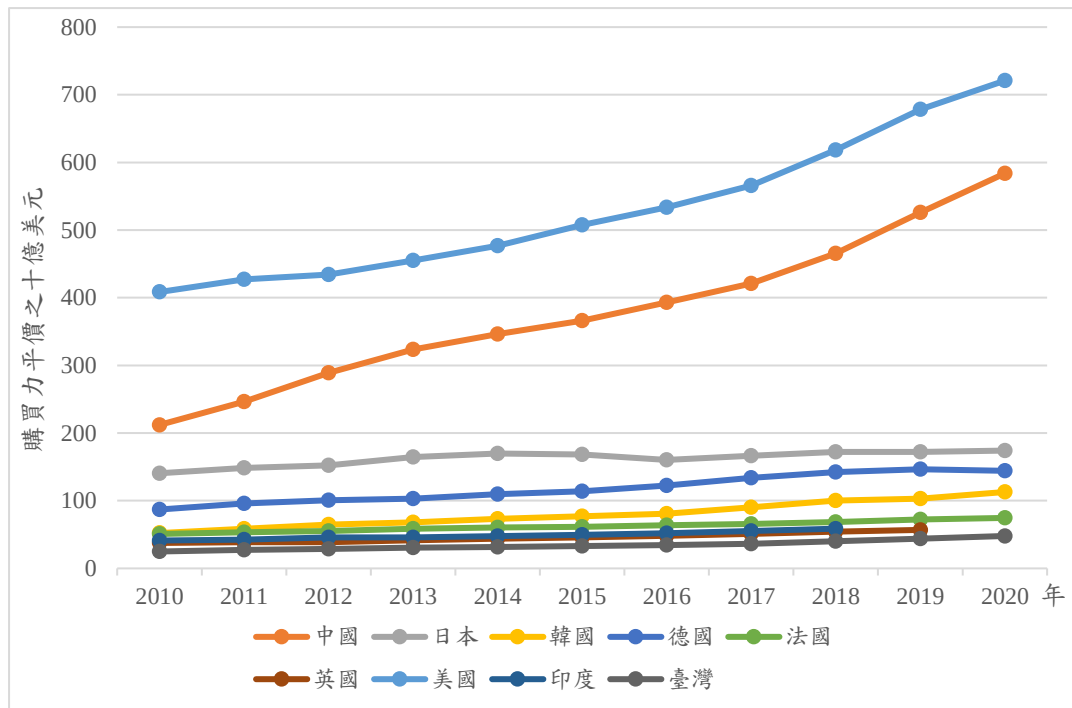


圖 2-1 2010-2020 年各國國內研發總支出

資料來源：OECD: Main Science and Technology Indicators 2022（2022/12 下載），國研院科政中心繪製

由於各經濟體的經濟規模與研發重心不同，因此國際上亦以研發密度（R&D Intensity）來衡量一國的創新能量。根據美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）2022 年報告指出，一些經濟規模較小的國家，包含以色列、韓國及臺灣的研發密度都高於美國，如圖 2-2 所示。上述美國的研發投資金額龐大，但近年的研發密度大致介於在 2.7% 與 3.45%，而中國則有顯著的成長，從 2010 年 1.7% 成長至 2020 年 2.4%。此外，韓國亦積極加強研發投資，近十年的研發密度已由 3.3% 提升至 4.8%。我國近年也有持續成長的趨勢（2.8% 提升至 3.6%）。圖 2-3 所示政府出資之研發支出占全國研發支出比例，則由 2010 年的 27.5%，下降至 2020 年的 16.8%，我國在政府研發支出上持續低於經濟合作暨發展組織國家平均水準。

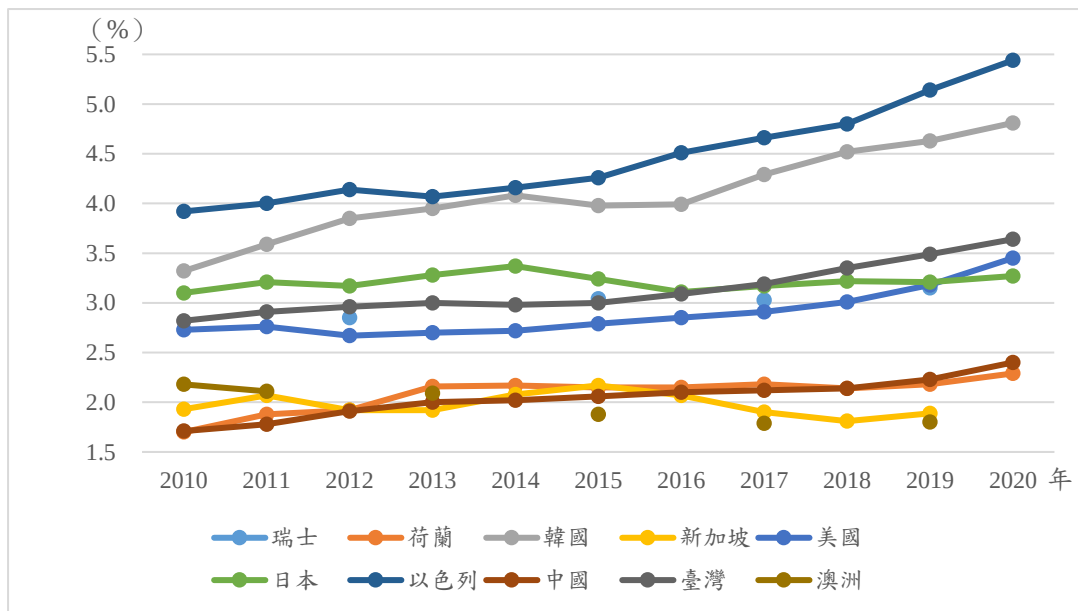


圖 2-2 2010-2020 年重要國家之研發密度

資料來源：OECD: Main Science and Technology Indicators 2022（2022/12 下載），國研院科政中心繪製

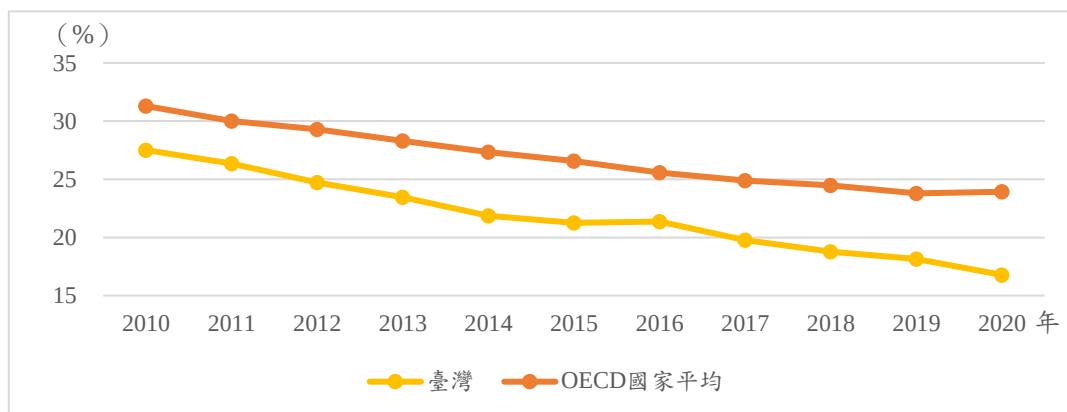


圖 2-3 2010-2020 年我國與 OECD 國家之全國研發支出來自政府之比例
(Percentage of GERD financed by government)

資料來源：OECD: Main Science and Technology Indicators 2022（2022/12 下載），國研院科政中心繪製

進一步細究各國研發支出的發展重點（如圖 2-4 所示），我國近 10 年基礎研究研發支出占全國研發支出之比例逐漸下滑，2020 年僅占 7%，大幅低於美國（15%）、韓國（14.45%）、日本（12.29%）等國家，顯示我國在基礎研究之投資仍有強化之空間，此現象最主要原因在於我國主要研發投入主力—企業的研發投資重心並不在基礎研究。如圖 2-5 所示，相較於其他國家，2020 年我國非政府部門在基礎研究投入占該部門研發投

入僅 1.7%，遠低於美國（10.7%）、以及 2019 年的荷蘭（16.2%）、以色列（5.6%）等國家，但我國政府基礎研發投入占整體研發投入之比例（33.3%）仍高於許多國家（如圖 2-6 所示）。

檢視我國非政府部門對基礎研發投入低的原因，來自於我國產業特性係以中小型企業及授權代工為主，企業對於有限的資金運用難有餘力與遠見以支持基礎研究。因此，在當前數位轉型潮流的過程中，產業尚未完全轉型成功前，政府仍須擔負起各項產業與國家基礎研究之重責，以彌補民間部門投資不足之地方。

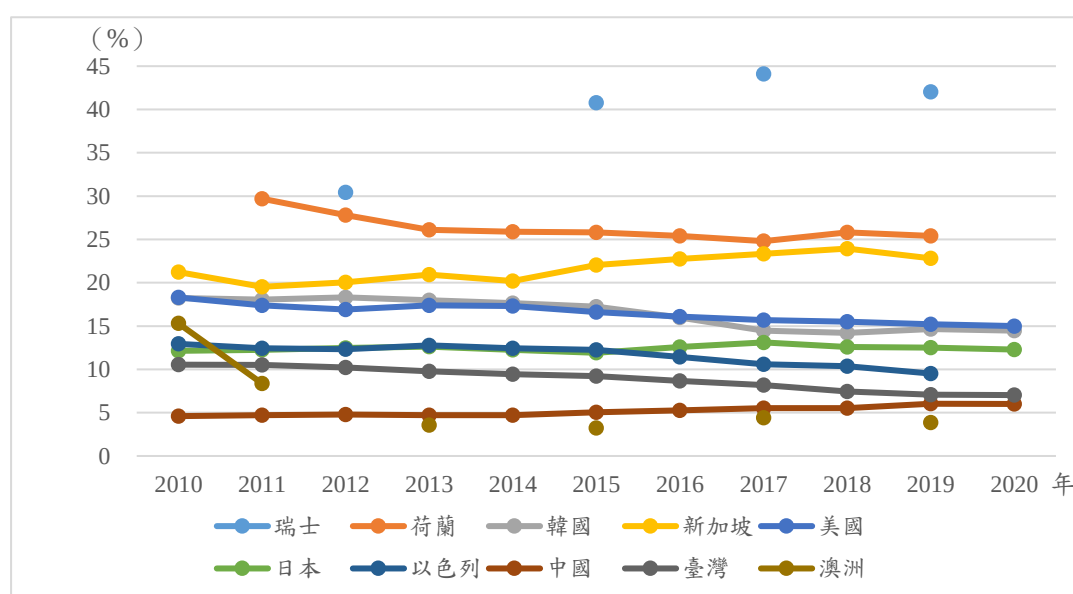


圖 2-4 2010-2020 年重要國家基礎研究研發支出占全國總研發支出比例
資料來源：OECD: Main Science and Technology Indicators 2022（2022/12 下載），
國研院科政中心繪製

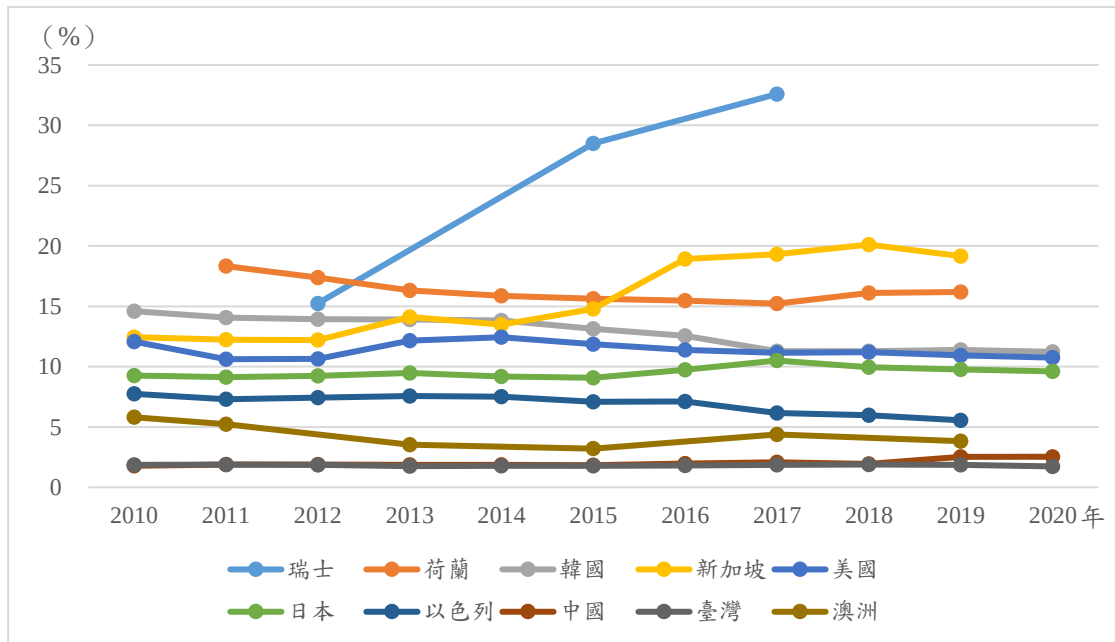


圖 2-5 2010-2020 年重要國家非政府部門基礎研究投入占該部門研發投入比例
 資料來源：OECD: Main Science and Technology Indicators 2022（2022/12 下載），
 國研院科政中心推估

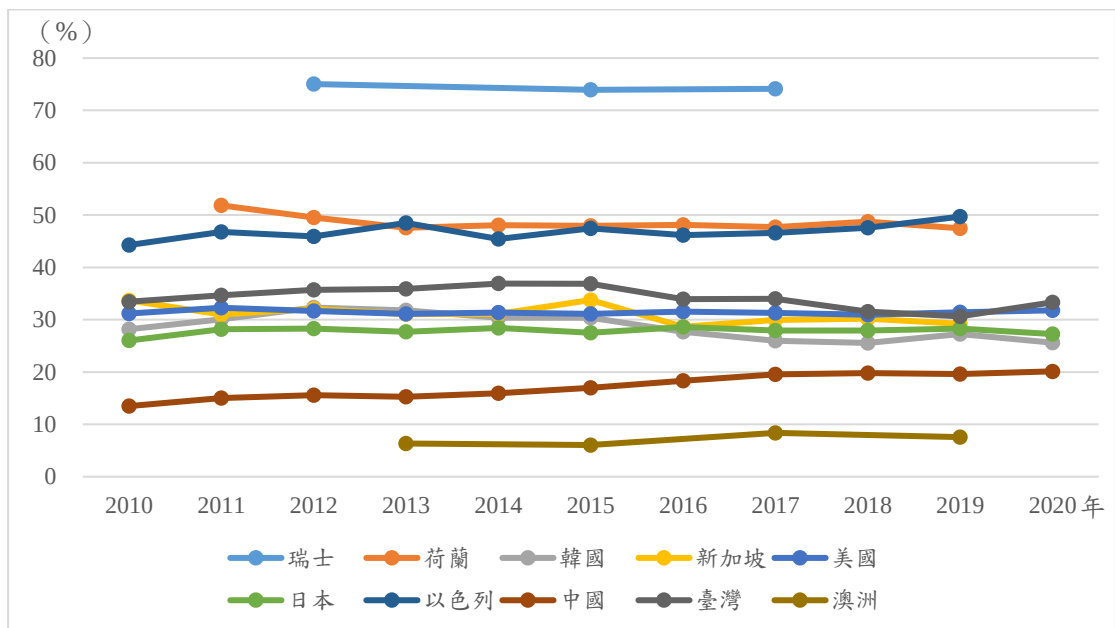


圖 2-6 2010-2020 年重要國家政府基礎研究投入占政府研發投入比例
 資料來源：OECD: Main Science and Technology Indicators 2022（2022/12 下載），
 國研院科政中心推估

二、人力資源狀況

近年來，我國大學在校學生就讀人數呈現快速減少的趨勢，然而碩士生及博士生就讀人數則有逐漸增加的趨勢，至民國 110 學年達 1,112,161 人，學歷類別以就讀科技類人數為最多（如表 2-2 所示）。

表 2-2 我國近四年在校學生就讀類科之比例

單位：人					
學歷	類別	107 學年度	108 學年度	109 學年度	110 學年度
博士生	人文	22.07%	22.15%	21.67%	21.49%
	社會	18.76%	18.74%	18.97%	18.91%
	科技	59.17%	59.11%	59.36%	59.59%
	人數合計	28,167	28,510	28,555	28,907
碩士生	人文	20.61%	20.53%	20.64%	20.71%
	社會	34.19%	34.16%	33.91%	33.52%
	科技	45.20%	45.31%	45.44%	45.77%
	人數合計	168,092	168,203	168,974	171,779
大學生	人文	20.26%	20.38%	20.28%	20.97%
	社會	38.85%	38.35%	38.03%	36.96%
	科技	40.89%	41.28%	41.70%	42.07%
	人數合計	961,905	932,518	917,197	911,475
	人數總計	1,158,164	1,129,231	1,114,726	1,112,161

資料來源：教育部統計處

註：1. 人文類別包含教育、藝術、人文、其他（含體育）等學類。2. 社會類別包含經社心理、商業及管理、法律、觀光服務、大眾傳播、家政（不含食品營養學類）。3. 科技類別包含自然科學、數學及電算、醫藥衛生、工業技藝、工程、建築都市規劃、農林漁牧、運輸通信、食品營養。

我國高等教育畢業生總人數，從 107 學年的 286,687 人，至 109 學年減少為 266,696 人，如表 2-3 所示。因臺灣面臨高齡少子化的人口趨勢變化，109 學年因學士畢業生人數為負成長，整體畢業生人數較 108 學年人數減少了 1.0%，然而博士學歷畢業生則有增加的趨勢，較 108 學年成長 5.3%。

表 2-3 我國近三年高等教育畢業人數

單位：人				
學歷	類別	107 學年度	108 學年度	109 學年度
博士生	人文	627	659	670
	社會	529	549	591
	科技	2,150	2,160	2,296
	人數合計	3,306	3,368	3,557
碩士生	人文	7,837	7,571	7,633
	社會	18,587	18,602	18,545
	科技	27,824	27,257	28,220
	人數合計	54,248	53,430	54,398
大學生	人文	43,972	41,827	41,418
	社會	92,099	84,316	81,618
	科技	93,062	86,720	85,705
	人數合計	229,133	212,863	208,741
人數總計		286,687	269,661	266,696

資料來源：教育部統計處

註：1. 人文類別包含教育、藝術、人文、其他（含體育）等學類。2. 社會類別包含經社心理、商業及管理、法律、觀光服務、大眾傳播、家政（不含食品營養學類）。3. 科技類別包含自然科學、數學及電算、醫藥衛生、工業技藝、工程、建築都市規劃、農林漁牧、運輸通信、食品營養。

（一）全國研發人力

研發人力包含研究人員、技術人員及支援人員，近三年人數均有逐年成長之趨勢，其中以技術人員的成長幅度最高，2020 年約占整體研發人力的 36.5%，而研究人員及支援人員的比例則為穩定的現象，如表 2-4 所示。

我國近三年來之研發人力密度均呈現上升之趨勢，2020 年達到 14.2 人年。另外，我國每千就業人口中之研究人員全時約當數，低於芬蘭、瑞典、韓國，但高於美國、法國、加拿大、日本、德國、俄羅斯、英國、中國，如圖 2-7 所示。女性研究人員從 2018 年的 33,087 人年增加到 2020 年的 35,663 人年，呈現穩定成長之趨勢，占研究人員數的比例並無明顯改變（如表 2-4 所示）。

表 2-4 我國近三年研發人力

單位：全時約當數，%			
項目	2018 年	2019 年	2020 年
研發人力	262,307	271,579	279,647
研究人員	153,998	159,160	163,536
佔研發人力比例	58.7%	58.6%	58.5%
技術人員	94,862	98,725	101,981
佔研發人力比例	36.2%	36.4%	36.5%
支援人員	13,446	13,694	14,130
佔研發人力比例	5.1%	5.0%	5.1%
每千就業人口研究人員數	13.5	13.8	14.2
全國女性研究人員占研究人員比例	33,087 21.49%	34,269 21.53%	35,663 21.81%

資料來源：科學技術統計要覽，2021 年版，國科會（原科技部）

註：研發人力是採全時約當數（Full-time Equivalents, FTE），指的是將從事研發工作的人數折算為全時間從事該項工作的人數，單位為人年。

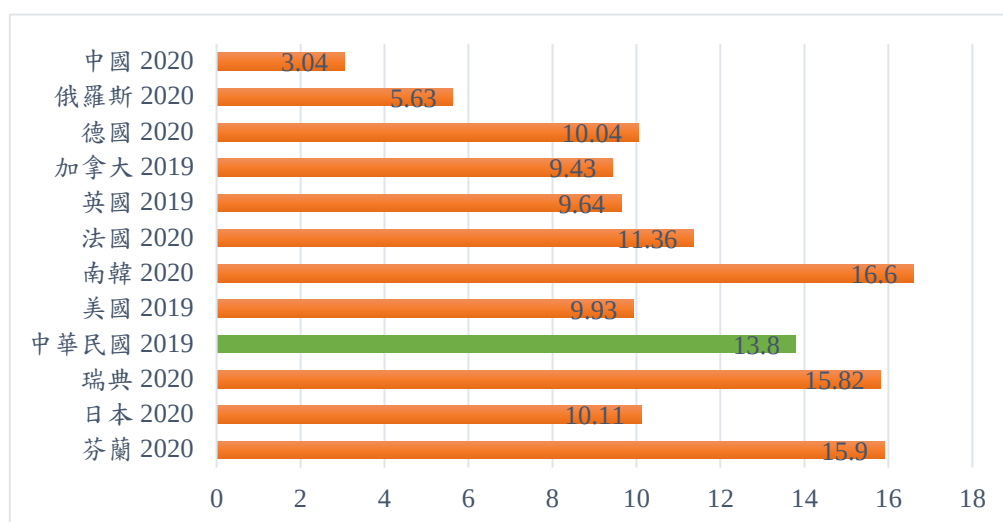


圖 2-7 各國每千就業人口中研究人員數

資料來源：

1. 臺灣：科學技術統計要覽，2021 年版，國科會（原科技部）。
2. 其他國家：Main Science and Technology Indicators（Total researchers per thousand total employment），2022/10, OECD。

執行部門研發人力：歷年來的研發人力於企業部門的比例為最高，其次為高等教育部門及政府部門。研發人力於企業部門的人數由 2018 年的 203,456 人增加至 2020 年的 291,112 人，增長率為 7.15%；研發人力於高等教育部門的人數由 2018 年的 31,896 人增加至 2020 年的 32,107 人，增長率為 0.66%；研發人力於政府部門的人數由 2018 年的 26,411 人增加至 2019 年的 27,928 人，增長率為 5.43%；研發人力於私人非營利部門的人數則由 2018 年的 544 人減少至 2020 年的 501 人。歷年來均以研究人員所

占比例最高，其次為技術人員支援人員最少，如表 2-5 所示。2020 年高等教育部門研究人員占研發人力的比例為 90.3%，比例最高；技術人員占研發人力比例以企業部門的 41.6%為最高，各部門支援人員的比例均在 22% 以下。

表 2-5 我國近三年研發人力（依執行部門的比例）

執行部門	人力別	2018 年	2019 年	2020 年
企業部門	研究人員	53.7%	53.8%	53.9%
	技術人員	41.5%	41.6%	41.6%
	支援人員	4.7%	4.6%	4.5%
	人數合計	203,456	210,576	219,112
政府部門	研究人員	59.4%	58.8%	57.8%
	技術人員	30.8%	31.3%	31.2%
	支援人員	9.8%	9.9%	11.0%
	人數合計	26,411	28,612	27,928
高等教育部門	研究人員	90.2%	90.3%	90.3%
	技術人員	6.4%	6.4%	6.4%
	支援人員	3.4%	3.3%	3.3%
	人數合計	31,896	31,871	32,107
私人非營利部門	研究人員	49.2%	46.7%	44.5%
	技術人員	31.2%	35.3%	34.0%
	支援人員	19.6%	18.0%	21.4%
	人數合計	544	520	501

資料來源：科學技術統計要覽，2021 年版，國科會（原科技部）

全國研究人員之學歷分布：我國研究人員人數近三年來均呈現增加的趨勢，其中以學士級人力呈現小幅的增長，占我國研究人員約 27%，其次為碩士級人力，呈現穩定的比例，占我國研究人員一半以上；而博士級人力則呈現小幅較少的情形（如表 2-6 所示）。

表 2-6 我國近三年研究人員學歷分布

學歷別	2018 年	2019 年	2020 年
博士（人數）	27,096	27,349	27,870
佔研究人力比例	17.6%	17.2%	17.0%
碩士（人數）	85,892	88,864	91,256
佔研究人力比例	55.8%	55.8%	55.8%
學士（人數）	41,010	42,947	44,410
佔研究人力比例	26.6%	27.0%	27.2%
研究人員合計	153,998	159,160	163,536

資料來源：科學技術統計要覽，2021 年版，國科會（原科技部）

三、競爭力分析

由瑞士洛桑管理學院（International Institute for Management Development, IMD）所出版之「2022 年世界競爭力年報」（World Competitiveness Yearbook, 2022），共有 63 個經濟體受評比，臺灣排名第 7。評比項目分四大類，包括「經濟表現」（Economic Performance）、「政府效能」（Government Efficiency）、「企業效能」（Business Efficiency）及「基礎建設」（Infrastructure），項下分為 20 個中項及 255 個細項指標。

2022 年主要國家於四大類指標及基礎建設項下各中項指標的排名，請見表 2-7 所示（括號內為臺灣於 2021 年之排名，以茲對照）。

表 2-7 主要國家於 2022 年 IMD 世界競爭力年報之排名

評比項目	美國	香港	新加坡	荷蘭	瑞士	中國	德國	臺灣	英國	以色列	日本	韓國
整體排名	10	5	3	6	2	17	15	7 (8)	23	25	34	27
1. 經濟表現	3	15	2	19	30	4	5	11 (6)	23	36	20	22
2. 政府效能	27	2	4	12	1	29	21	8 (8)	26	32	39	36
3. 企業效能	12	7	9	3	4	15	21	6 (7)	28	27	51	33
4. 基礎建設	7	14	12	5	1	21	9	13 (14)	18	17	22	16
(1) 基本建設	18	11	43	10	5	14	24	37 (38)	31	35	38	16
(2) 技術建設	11	7	1	4	6	12	33	9 (10)	18	10	42	19
(3) 科學建設	1	23	16	11	4	9	2	6 (6)	14	5	8	3
(4) 醫療與環境	22	18	25	15	1	35	6	26 (24)	12	33	9	31
(5) 教育	14	13	6	11	1	28	23	16 (16)	21	22	38	29

資料來源：IMD World Competitiveness Yearbook 2022，國研院科政中心整理

在瑞士洛桑管理學院（IMD）公布的「2022 年 IMD 世界競爭力年報」（IMD World Competitiveness Yearbook）中評比結果顯示，臺灣在 63 個受評比的國家中，排名第 7 名，整體排名連續第 4 年進步，且為 2013 年以來最佳表現¹。我國在「企業效能」與「基礎建設」兩大類指標中皆較去年進步，在「政府效能」中與去年排名持平，而在「經濟表現」因受到 2021 年本土疫情實施「三級警戒」影響，因此排名較去年的第 6 名滑落到第 11 名。

在 20 項中類評比項目中以 7 項較去年進步，其中以 5 個中類評比項

¹ World Competitiveness Yearbook (2022)，網址：<https://imd.cld.bz/IMD-World-Competitiveness-Booklet-2022/34/>

目位居世界前十名，分別為「政府效能」之「租稅政策」(Tax Policy) (第 6 名) 及「政府效能」之「體制架構」(Institutional Framework) (第 8 名)，IMD 認為這是反映了政府致力營造友善經商環境成效獲得認可；「企業效能」之「生產力與績效」(Productivity & Efficiency) (第 8 名)，較去年提升了 5 個名次，IMD 認為係因受僱員工 GDP (PPP) 成長率進步；「企業效能」之「金融」(Finance) (第 8 名)，較去年提升了 3 個名次，IMD 認為係因疫情加速民眾使用電子及線上交易取代現金交易的速度；「基礎建設」之「技術建設」(Technological Infrastructure) (第 9 名)，較去年提升了 1 個名次，IMD 認為是我國研發人力及數位普及程度較高的原因。

以科技研發價值鏈角度來觀察 IMD 世界競爭力年報的細項指標表現 (如圖 2-8 所示)，可發現我國高科技商品占總出口比率 (第 3 名) 表現傑出，但資訊與通信科技服務輸出占比排名相對落後 (第 25 名)，數位科技技能可用性及吸引國外專業人員至我國的指標亦有待改進，顯示臺灣具備優質的研究人力及創新能量，但高階科研人才吸納力有待改善。

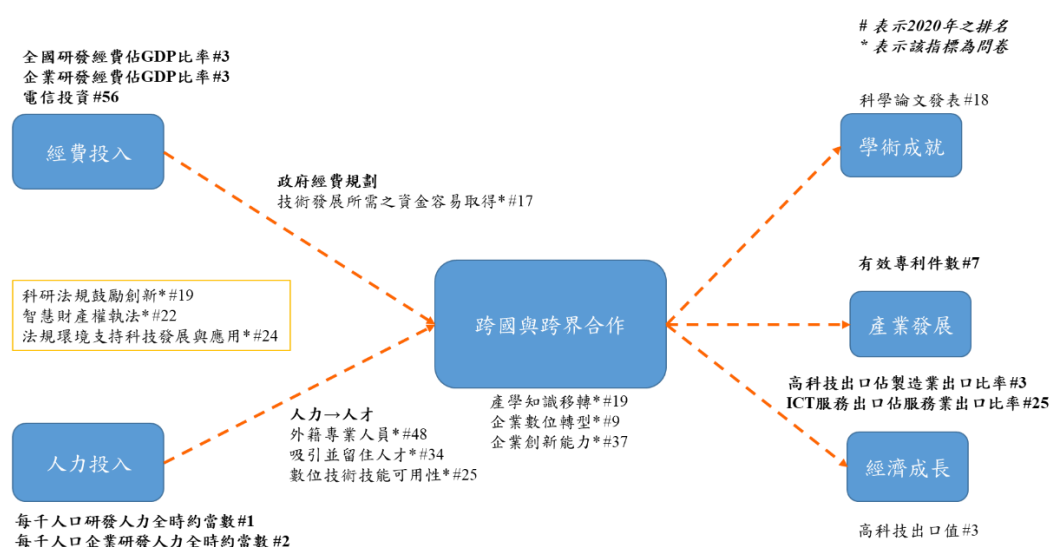


圖 2-8 2022 年 IMD 世界競爭力年報中臺灣於科技研發價值鏈之排名 (以 2020 年指標為主)

資料來源：IMD World Competitiveness Yearbook 2022，國研院科政中心繪製

在我國智慧化及數位化發展相關競爭力評比方面，2022 年由 IMD 發布之「世界數位競爭力評比」(World Digital Competitiveness Ranking, 2022) 報告，目的在於評估各經濟體採用與探索數位科技的程度，從而實現社會與經濟轉型的能力及準備情形 (王皓怡，2021/12/15)，臺灣在 63 個經濟體中排名第十一。此報告主要分為三大構面進行評比 (如表 2-8 所示)，以評估世界各國對於適應、探索與充分運用「數位轉變」的能量及整備度。臺灣的排名分別為「知識」(Knowledge) 第十八名、「技術」

(Technology) 第六名、「未來準備度」(Future Readiness) 第八名，各構面項下共有九個中項及 54 細項指標。報告中也指出臺灣共有八個細項指標為世界排名前三並將其列為優勢指標，其中在「知識」構面之「全國每千人口研發人力」(Total R&D Personnel Per Capita)、「科技」構面之「行動寬頻用戶」(Mobile Broadband Subscribers) 以及「資訊科技與媒體股票市場資本額占 GDP 的比率」(IT & Media Stock Market Capitalization) 3 項指標全球居冠。其次，「未來準備度」構面之「商業大數據應用與分析」(Use of Big Data and Analytics) 排名第二；「知識」構面之「高等教育成就 (Higher Education Achievement)」、「研發占總支出的百分比 (Total Expenditure on R&D)」、「科技」構面之「高科技出口百分比 (High-Tech Exports)」及「未來準備度」構面之「公司敏捷度 (Agility of Companies)」則排名第三名，顯見臺灣推動數位轉型過程中在基礎建設及研發應用的努力成果。

表 2-8 2022 年 IMD 數位競爭力評比中臺灣於各中項指標之排名

評比指標	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	21-22 排名變化
總體競爭力	16	12	16	13	11	8	11	-3
1. 知識	19	16	19	18	18	16	18	-2
(1) 人才	19	18	25	21	18	17	21	-4
(2) 培訓與教育	23	28	25	20	21	12	11	+1
(3) 科學集中度	19	17	13	15	18	19	21	-2
2. 科技	8	7	11	9	5	2	6	-4
(1) 法規框架	25	24	21	23	16	16	14	+2
(2) 資本	6	8	13	12	8	2	9	-7
(3) 科技框架	6	4	10	4	4	4	4	-
3. 未來準備度	22	16	22	12	8	7	8	-1
(1) 適應態度	19	19	28	14	14	13	13	-
(2) 商業敏捷度	24	6	13	3	1	2	5	-3
(3) 資訊科技整合	24	22	23	24	17	15	13	+2

資料來源：IMD World Digital Competitiveness Ranking 2022，國研院科政中心整理

第三節 重要科技施政與成就

一、政府重要施政與計畫

本節盤點行政院重要政策方案，包括「數位國家・創新經濟發展方案（2017-2025 年）」、前瞻基礎建設計畫等，按照計畫核定時間，依序分別說明各項計畫的推動重點，以作為本期科學技術白皮書（民國 112 年至 115 年）」策略規劃基礎。

（一）數位國家・創新經濟發展方案（2017-2025 年）－智慧國家方案（2021-2025 年）

行政院於 2016 年 11 月提出「數位國家・創新經濟發展方案（2017-2025 年）」，推動 4 年期間，在各界努力下，臺灣連續 2 年與德國、美國、瑞士並列為世界 4 大超級創新國、2020 年世界數位競爭力評比第 11 名，為臺灣打造數位沃土支持 5+2 產業創新，邁向智慧國家，現已完成第一階段（2017-2020 年）推動任務。

因應未來智慧國家發展願景，第 2 階段精進更名為「智慧國家方案（2021-2025 年）」，將納入臺灣資安卓越深耕、Beyond 5G 衛星通訊、Å 世代半導體、雲世代產業數位轉型及先進網路建設等前瞻數位科技，以促進國家、社會、產業整體數位轉型，提升數位國力，在後疫情時代為臺灣把握發展先機，站在現有創新基礎上，以「2030 實現創新、包容、永續的智慧國家」為願景，支持 5+2 產業創新，完備六大核心戰略產業發展，將整合聚焦於四個主軸：「數位基盤」、「數位創新」、「數位治理」及「數位包容」，規劃在 2025 年達到總體指標包含：

- (1) 創新數位經濟：數位經濟規模達 6.5 兆元、占 GDP 比率成長至 29.9%。
以及數位服務（軟性）經濟產值成長至 2.9 兆元。
- (2) 活躍網路社會：民眾數位生活服務使用普及率達 80%、民眾具備個人數位競爭力人口占比達 60%。
- (3) 優勢寬頻環境：高速網路寬頻服務達 2Gbps（涵蓋率達 90%）、第五代行動通訊技術網路非偏鄉人口涵蓋率達 85%。

（二）前瞻基礎建設計畫

前瞻未來臺灣發展需求，為因應國內外新產業、新技術、新生活關鍵趨勢，行政院核定自 2017 年 9 月至 2025 年 8 月推動「前瞻基礎建設計畫」，以打造未來 30 年國家與產業發展需要的基礎建設、兼顧生態與區域均衡為願景。優先納入有助區域平衡及聯合治理的跨縣市建設，以及過去成長動能不足地區之重要基礎設施，以加速國家經濟轉型、衡平發展及區域融合，需擴增預算加速辦理，達成下列八大建設主軸目標：建構安全便捷之軌道建設、因應氣候變遷之水環境建設、促進環境永續之綠

能建設、營造智慧國土之數位建設、加強區域均衡之城鄉建設、因應少子化友善育兒空間建設、食品安全建設，以及人才培育促進就業建設。

推動前四年（2017年9月至2021年8月），透過積極盤點地方建設需求，優先推動可配合區域聯合治理之跨縣市建設，以及過去投入不足、發展相對落後地區之重要基礎設施，藉以促進地方整體發展以及區域平衡，大幅提升相關交通、環境整備、數位、綠能、教育社福等基礎水準。接下來4年（2021年9月至2025年8月），除前4年推動計畫項目若有延續必要者支持賡續推動，並優先支應2025年可完成之重大建設外，配合後疫情時代數位發展建設，大幅增加第五代行動通訊技術、人工智慧及企業數位轉型等計畫經費，提高六大核心戰略產業基礎建設、產業振興發展建設、均衡區域發展強化偏鄉建設等相關經費比率，同時要求建設計畫納入永續轉型、綠色振興及生態檢核的概念，兼顧國家永續發展目標。

（三）科技發展策略藍圖（民國108年至111年）

依據「科學技術基本法」第9條，政府應每二年提出科學技術發展之遠景、策略及現況說明。「科技發展策略藍圖（民國108年至111年）」在第十次全國科學技術會議的共識基礎上，秉持承先啟後精神，以人為本的核心價值，為迎接未來挑戰預作準備，經由國際掃描與分析，盤點國內重要議題，就「健康與社會安全」、「產業經濟」、「能資源與環境」、「教育文化」與「基礎設施」等五大面向，研提因應策略與科研布局。為實現這遠景，我國的科學技術發展將依循鞏固基礎研究、鼓勵科研應用、創業家精神以及科技人文共融四項指導方針，將以科技創新帶動產業轉型，推升國家經濟成長，回應社會發展的各種需求，展現科技的經濟與社會效益，打造國家競爭優勢，維持全球創新領先，實現科技立國。

（四）國家科學技術發展計畫（民國110年至113年）

依據「科學技術基本法」第10條，政府每四年應考量國家發展方向、社會需求情形及區域均衡發展，同時依據全國科學技術會議之共識與結論，訂定國家科學技術發展計畫，作為我國擬訂科學技術政策與推動科學技術研究發展之準繩。爰此，行政院於2020年12月召開第十一次全國科學技術會議，對焦「創新、包容、永續」的臺灣2030願景，以創新思維，導入科技解決各界問題，前瞻重點科技戰略，對接六大核心戰略產業，邁向卓越創新國家。以包容為核心價值，回應不同世代、族群與領域的需求，深化在地社會關懷，豐富在地文化的多元面貌，營造安心安全、多元包容的社會。並以順應聯合國的永續發展目標，推動兼顧經濟成長、社會進步與環境保護的科技發展策略，實現共生共榮的循環永續社會。

為加強區域均衡發展，政府除了在 5+2 產業創新的基礎上，升級推動六大核心戰略產業外，並結合科學園區的優勢，形塑北、中、南各具特色的產業聚落，強化鏈結在地需求、整合產學研量能，同時協助園區培養產業科技專業人才及促進在地就業，發揮群聚效應，以帶動發展區域經濟。未來科學園區將持續連結在地企業，強化區域產業優勢，並與地方政府密切合作，共同促進區域經濟及產業發展，帶動地方繁榮。

對焦未來國家需求，透過多元虛實管道廣納各界聲音，盤點當前行動，請益各界先進代表，凝聚科技發展共識，再透過跨部會協作，制定關鍵策略措施，提出以下四大目標：「精進育才環境，創造競才優勢」、「完善科研體系，布局前瞻科技」、「共創經濟動能，營造創新沃土」、「升級智慧生活，實現安心社會」。透過四大目標工作，引領人才、科研、產業、以及社會發展，並提早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，不只達到國內民眾期待，且扣合聯合國永續發展目標，致力實現創新、包容與永續之臺灣 2030 願景。

（五）六大核心戰略產業推動方案

行政院於 2021 年 5 月 21 日核定「六大核心戰略產業推動方案」，將在 5+2 產業創新的既有基礎上，透過產業超前部署，期使臺灣在後疫情時代，掌握全球供應鏈重組先機，成為未來全球經濟的關鍵力量。六大核心戰略產業包括資訊及數位、資安卓越、臺灣精準健康、綠電及再生能源、國防及戰略、民生及戰備等，由經濟部、國科會（原科技部）、交通部、衛福部、國發會等機關積極推動，以加速我國產業升級轉型，讓臺灣成為未來全球經濟的關鍵力量，各產業詳細推動策略如下：

1. 資訊及數位產業

為掌握資通訊、半導體等產業商機，促使臺灣成為下世代資通訊科技的重要基地，以推動臺灣成為貢獻全球繁榮與安全的數位基地。政府已將「高端半導體製程技術」、「與國內外業者合作開發半導體設備及材料」、「開發符合國際標準之第五代行動通訊技術技術」、「發展 Edge AI 智慧終端邊際運算產業」、「發展 Micro LED 及次世代車電技術，掌握智慧面板及智慧車輛應用商機」、「篩選優質廠商輸出 AIoT 解決方案」、「以第五代行動通訊技術、跨機關資料傳輸平臺等技術發展交通、醫療、零售餐飲等應用」與「國際合作發展第五代行動通訊技術開放網路應用」等 8 項具體措施納入重點工作，以掌握資訊及數位產業重點發展。

2. 資安卓越產業

為因應第五代行動通訊技術、人工智慧與物聯網（Internet of Things, IoT）技術，帶動的數位轉型及智慧化需求不斷提升，國內必須有強大的資安產業做後盾，帶動整體數位經濟發展，並以打造世界信賴資安系統為願景。政府已將「以科專計畫研發 IC 設計檢測、第五代行動通訊技術

等防護技術與人工智慧輔助偵防」、「建立第五代行動通訊技術網路及軟體資通安全檢測、管理機制」、「由資安業者與第五代行動通訊技術、物聯網及醫療等新興產業組成團隊，開發防護產品」、「成立資安攻防機構，進行前瞻資安研究、國際合作及人才培育」等四項具體措施納入重點工作，以掌握資安卓越產業重點發展。

3. 臺灣精準健康產業

精準健康係指基於個人基因組、環境、生活型態以及疾病之分子基礎差異，而能準確預測、預防、診斷與治療疾病。過去生醫發展，多聚焦於疾病發生後的「精準醫療」，包含精準診斷以及精準治療。「精準健康」涵蓋範圍更廣，擴及疾病發生前之風險評估、預防與健康促進。鑑於精準健康之全球趨勢與臺灣發展現況，將以建構臺灣成為全球精準健康及科技防疫標竿為願景。政府已將「建構基因及健保巨量資料庫」、「開發精準預防、診斷、治療照護系統」、「開發精準防疫產品」、「拓展國際生醫商機」、「精準健康導入資安」等五項具體措施納入重點工作，以掌握臺灣精準健康產業重點發展。

4. 國防及戰略產業

鑒於太空科技為我國尖端技術產業，具高附加價值特性，其關鍵元件受各國輸出管制，由此可見自主研發能量是國力象徵。臺灣半導體、資通訊電子與精密機械產業鏈完整且表現卓越，且有福衛五號、七號開發經驗，可作為臺灣發展太空產業之基礎，將推動國防自主，使臺灣成為全球太空及航空船艦產業重要供應鏈為願景。

政府已將「成立 F-16 型機維修中心」、「輔導廠商升級轉型，以完備航空及船艦供應鏈體系」、「建立航空及船艦關鍵核心技術」、「設立國防科技學研中心，培育專業人才」、「推動軍民技術移轉及協助業者取得國際證認」、「強化遙測衛星本體/酬載與地面設備技術」、「研製 B5G 通訊衛星及強化地面設備技術」、「建立太空零件檢測平臺及進行國產元件飛試驗證」、「行銷臺灣太空國家品牌」、「資安導入國防及戰略產業」等 10 項具體措施納入重點工作，以掌握國防及戰略產業重點發展。

5. 綠電及再生能源產業

溫室氣體排放造成氣候變遷課題，減少溫室氣體排放已成為全球各國具高度共識的環境政策，紛紛投入風力發電、太陽光電等再生能源開發與推廣，當前為「清潔能源」轉型的關鍵時刻。為達我國 2025 年再生能源發電量占比達 20% 目標，並帶動新興綠能產業發展，政府於 5+2 產業創新架構下推動「綠能科技產業創新方案」，以國內綠色需求為基礎，引進國內外大型投資，在此基礎上，臺灣將廣續推動綠電及再生能源產業，除確保 2025 年能源轉型能夠順利達標，滿足企業綠電使用需求外，更將透過組建風電產業國家隊，經由國產化練兵實績，切入亞太風電產

業鏈，打造臺灣成為亞太綠能中心。政府已將「建構產業專區及研發基地」、「高雄海洋科技專區導入水下基礎能量」、「健全綠電制度及國家融資保證機制」、「打造離岸風電風力機系統國家隊」、「打造離岸風電水下基礎及海事工程國家隊」、「聯手國際廠商切入亞太風電產業鏈」與「資安導入綠電及再生能源產業」等 7 項具體措施納入重點工作，以掌握綠電及再生能源產業重點發展。

6. 民生及戰備產業

2020 年新冠肺炎疫情導致全球供應斷鏈，防疫與民生物資緊急需求顯現，然因貿易全球化缺乏供應韌性，多國面臨重要物資匱乏，為因應斷鏈與物資缺乏風險，未來各國將更重視關鍵物資供應的穩定性，提升國家戰略物資儲備及生產能力，強化國際合作，打造更具韌性、可持續、不易受衝擊的關鍵物資供應鏈。政府已將「能源進口多元化，提升天然氣安全存量」、「輔導廠商藥品研發並取得藥證，輔導醫材業者取得認證以進軍國際市場」、「建置醫療戰略物資共同採購平臺」、「強化農產品冷鏈升級」、「強化民生用品關鍵物資供應」、「砂石供需自給自足」、「多元砂石料源調配」與「民生及戰備產業導入資安措施」等 8 項具體措施納入重點工作，以掌握民生及戰備產業重點發展。

（六）亞洲 矽谷推動方案（亞洲·矽谷 2.0）

自 2016 年 9 月起國發會、經濟部、國科會（原科技部）、交通部等跨部會共同執行「亞洲·矽谷推動方案」，以「推動物聯網發展」及「健全創新創業生態系」為兩大主軸，並獲具體成果，包括我國物聯網產值破新臺幣兆元，成為新兆元產業、協助新創業者獲資金及參與國際展會等，為我國產業數位轉型奠定良好基礎。

隨著人工智慧、第五代行動通訊技術快速發展，物聯網應用廣泛，誘發各類創新服務，臺灣新創生態環境日益活絡，須加速推動新創事業成長及出場，以亞洲·矽谷 1.0 推動基礎下，於 2021 年 8 月奉行政院核定，協調各相關部會共同規劃「亞洲·矽谷 2.0 推動方案」。本方案之願景為「打造臺灣成為亞洲數位創新的關鍵力量」。提出兩大推動主軸：智慧物聯加速產業進化、創新創業驅動產業未來，以及三大策略：擴大人工智慧物聯網科技應用、精進新創發展環境、匯聚系統輸出能量。本方案期程為 2021 年至 2024 年，透過積極落實推動，預期效益達成：培育 3 家國際級系統整合公司；提升我國物聯網產值占全球比重於 2025 年達 5%；輸出人工智慧物聯網解決方案 20 案；促成創新多元出場 40 案；協助新創事業成功 200 家。

（七）臺灣 2050 淨零排放路徑

我國於 2022 年 3 月正式公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，提供至 2050 年淨零之軌跡與行動路徑，以促進關鍵領域之技術、研

究與創新，引導產業綠色轉型，帶動新一波經濟成長，並期盼在不同關鍵里程碑下，促進綠色融資與增加投資，確保公平與銜接過渡時期。

我國 2050 淨零排放路徑將會以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」四大轉型，及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，輔以「十二項關鍵戰略」，就能源、產業、生活、社會轉型政策預期成長的重要領域制定行動計畫，落實淨零轉型目標。

透過打造具競爭力、循環永續、韌性且安全之各項轉型策略及治理基礎，以促進經濟成長、帶動民間投資、創造綠色就業、達成能源自主並提升社會福祉之願景。「2050 淨零轉型」不僅攸關競爭力，也關係環境永續，必須打下長治久安的基礎，留下一個更好的國家給年輕人。

二、學術研究成果

（一）國科會專題計畫的補助核定情形

為提升我國科技研發水準，國科會（原科技部）透過補助專題研究計畫，鼓勵大專校院及研究機構的研究人員從事學術研究，每年固定補助自然科學研究、工程及應用科學、生物科學、人文及社會科學及科學教育等類別相關研究計畫。在整體國科會補助專題研究計畫中，2021 年各處補助件數分別為：自然處補助 1,637 件；工程處補助 3,737 件；生科處補助 2,534 件；人文處補助 3,758 件；其他補助 204 件。國科會補助專題研究計畫情形如表 2-9 所示。

表 2-9 國科會補助專題研究計畫核定情形統計（依處別區分）

單位：新臺幣百萬元

處別	2018 年		2019 年		2020 年		2021 年	
	件數	金額	件數	金額	件數	金額	件數	金額
自然處	1,899	5,425.38	1,774	5,440.29	1,605	5,341.23	1,637	5,681.40
工程處	4,038	8,144.70	3,729	7,827.97	3,876	7,851.29	3,737	7,484.56
生科處	2,630	6,976.67	2,574	7,432.24	2,610	7,528.09	2,534	7,200.81
人文處	3,669	4,233.83	3,736	4,370.37	3,641	4,446.11	3,758	4,433.99
其他	351	4,705.70	335	4,676.97	212	4,469.48	204	3,248.67
合計	12,587	29,486.27	12,148	29,747.84	11,944	29,636.19	11,870	28,049.42

資料來源：國科會（原科技部）統計資料庫，國研院科政中心整理

註：自 2018 年度起科教領域併入人文處

（二）學術論文與專利表現

本節以全球及臺灣學術論文發表與美國專利暨商標局（United States Patent and Trademark Office, USPTO）專利核准情形，進行競爭力指標之分析比較，以解析我國各學術領域及技術領域之發展趨勢與國際競爭力，發掘具優勢及潛力之領域。

在學術論文發表情形與趨勢方面，統計 2017-2021 年間各國論文發表數量，全球前三名分別為美國、中國和英國，臺灣名列全球第 21 名，亞洲地區排名第 7，近年我國於 SCI（科學引文索引，Science Citation Index）及 EI（工程索引，Engineering Index）發表論文篇數及排名如表 2-10 所示。

表 2-10 臺灣近年 SCI 論文發表及排名

年度	2017 年		2018 年		2019 年		2020 年		2021 年	
學術期刊論文	篇數	排名	篇數	排名	篇數	排名	篇數	排名	篇數	排名
SCI 論文	26,062	21	26,093	22	29,178	21	32,821	21	37,690	22
EI 論文	20,049	19	20,317	19	19,925	20	20,441	20	21,113	20

資料來源：InCites, Clarivate Analytics (2022)、Compendex (2022) 國研院科政中心整理

根據基本科學指標 (Essential Science Indicators, ESI) 資料庫的 22 個學科領域分類，統計 2017-2021 年臺灣各學科領域的論文發表數量趨勢，可發現臺灣的論文發表集中在臨床醫學、工程、化學、材料科學、物理等學科領域，近年的論文發表數每年平均在 2,000 篇以上，為我國學術論文產出較多的學科領域。而環境及生態學、社會科學、電腦科學、數學、生物及生物化學領域的論文發表數有逐年增加的趨勢，太空科學、神經科學及行為學等學科領域的學術論文發表量則呈現穩定狀態。

在學術論文被引用情形方面，以五年為區間分析我國發表 SCI 論文的被引用次數及每篇平均被引用次數 (如表 2-11 所示)，可發現近年來我國論文發表篇數略有上升的趨勢，且被引用次數則呈現成長情形，SCI 論文每篇平均被引用次數由 2014-2018 年間的 6.44 次，成長至 2017-2021 年的 7.98 次，被引用總次數排名在全球第 26 名。

表 2-11 臺灣近年 SCI 論文被引用情形

年度區間	2014-2018 年		2015-2019 年		2016-2020 年		2017-2021 年	
學術期刊論文	篇數	排名	篇數	排名	篇數	排名	篇數	排名
SCI 論文被引用	866,156	22	925,901	24	1,028,189	26	1,293,531	26
SCI 論文每篇平均被引用	6.44	-	6.83	-	7.28	-	7.98	-

資料來源：InCites, Clarivate Analytics (2022)，國研院科政中心整理

在各學科領域之競爭力分析方面，採用「論文占全球百分比」及「相對影響力」指標進行評比，並以全球平均做為比較基準。論文占全球百分比為該國各領域論文量占全球該領域論文量的百分比，百分比越高時，則表示該領域的論文數量在全球占比中較高；相對影響力指標則採用學科正規化的引文影響力 (Category Normalized Citation Impact, CNCI) 指標，該數值定義為論文被引用次數除以同文獻類型、同出版年、同學科領域論文的平均被引次數而得，若 CNCI 大於 1 時，表示其相對影響力超過全球平均水準。

綜觀我國 2017-2021 年間各學科領域學術論文的競爭力表現 (如圖 2-9 所示)，在全球論文占比上，電腦科學、經濟與商業、太空科學領域具有相對優勢。論文相對影響力表現則以太空科學、物理、數學、植物及

動物學和臨床醫學等領域較佳。尤其，太空科學領域在相對影響力及全球占比都具有優勢，為我國最具學術競爭力的領域。而化學、環境與生態學、材料科學及工程學等 4 個領域在全球占比或相對影響力中，屬於穩定發展的領域；植物及動物學雖然在全球占比略低，但相對影響力高，屬於量少質精的學科領域。

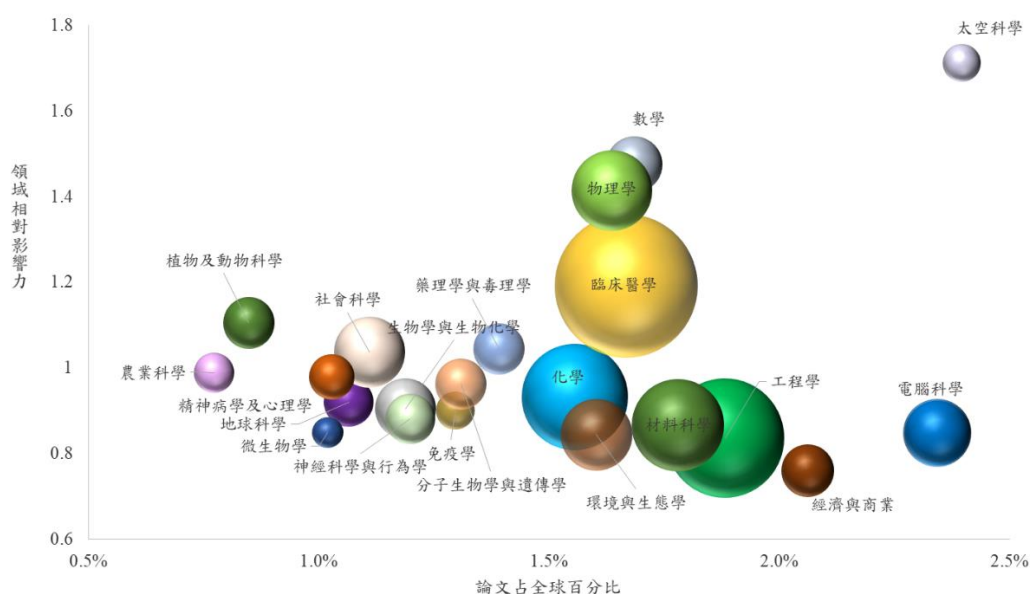


圖 2-9 臺灣各學科領域的競爭力分析

資料來源：InCites, Clarivate Analytics（2022；分析範圍 2017-2021）；國科會（原科技部），科政中心整理

在國際專利發表情形方面，2016 年以前我國在美國專利及商標局（United States Patent and Trademark Office, USPTO）核准發明專利數排名維持在全球第 5 名，但 2017 年微幅下降至第 6 名，並持續至 2021 年。核准專利件數則由 2017 年的 12,535 件至 2019 年微幅下降為 11,857 件，但至 2020 年開始上升，並在 2021 年微幅上升至 12,648 件。其中 2020 年核准件數增加至 13,390 件（如表 2-12 所示），顯見我國在新冠肺炎疫情爆發及持續影響下，產業科技發展仍重視智慧財產權的申請與保護，因此全球領先的專利權數量顯示我國在國際創新競爭力評比中仍具相當優勢，但仍需持續積極鼓勵專利權申請及產出優質發明專利方能維持我國科技研發的競爭優勢。

表 2-12 各國於 USPTO 核准發明專利數及排名

國家	2017		2018		2019		2020		2021	
	數量	排名	數量	排名	數量	排名	數量	排名	數量	排名
美國	167,367	1	161,965	1	177,050	1	188,344	1	170,059	1
日本	51,741	2	50,012	2	53,172	2	55,899	2	48,909	2
韓國	22,689	3	22,054	3	22,427	3	24,218	4	29,469	3
中國	14,154	5	16,315	5	20,836	4	26,176	3	23,128	4
德國	17,994	4	17,434	4	18,758	5	19,799	5	17,971	5
臺灣	12,535	6	11,424	6	11,857	6	13,390	6	12,648	6
英國	7,636	7	7,549	7	8,494	7	8,834	7	8,215	7
加拿大	7,539	8	7,225	8	7,790	8	8,179	8	7,669	8
法國	7,365	9	6,991	9	7,532	9	7,981	9	6,960	9
印度	4,207	11	4,248	10	5,075	10	5,888	10	6,114	10

資料來源：USPTO, Performance and Accountability Report, 2021；國科會（原科技部），科政中心整理，檢視時間：2022

在技術領域表現分析部分，依照世界智慧財產權組織（World Intellectual Property Organization, WIPO）制定的 5 大技術領域與 35 個子技術領域，利用技術領域科學依存度和技術領域活動性指數，分析臺灣在各領域的專利，對於科學的依存關係與技術領域的活躍表現，如圖 2-10 與圖 2-11 所示。技術領域科學依存度指數，係為我國專利於該技術領域引用文獻（Nature Language Process, NPL）比率，與全球該技術領域引用文獻（NPL）比率的相對比值，大於 1 表示我國在某一技術領域對科學依存度高於全球平均值。根據統計，臺灣技術領域對科學依存度高之技術領域包括視聽技術、基礎通訊處理、微結構與奈米科技、光學及半導體等領域（如圖 2-10 所示），顯示我國在這些相關技術領域的發展與科研高度相關。技術領域活動性指數係為我國專利於該技術領域比率與全球該技術領域比率的相對比值，大於 1 表示我國在某一技術領域的活躍程度高於全球平均。如圖 2-11 所示，臺灣在視聽技術、基礎通訊處理、運算科技、微結構與奈米科技、光學及半導體等領域之活躍程度高於全球平均，顯示我國在相關技術領域上具有優勢並高於全球表現。

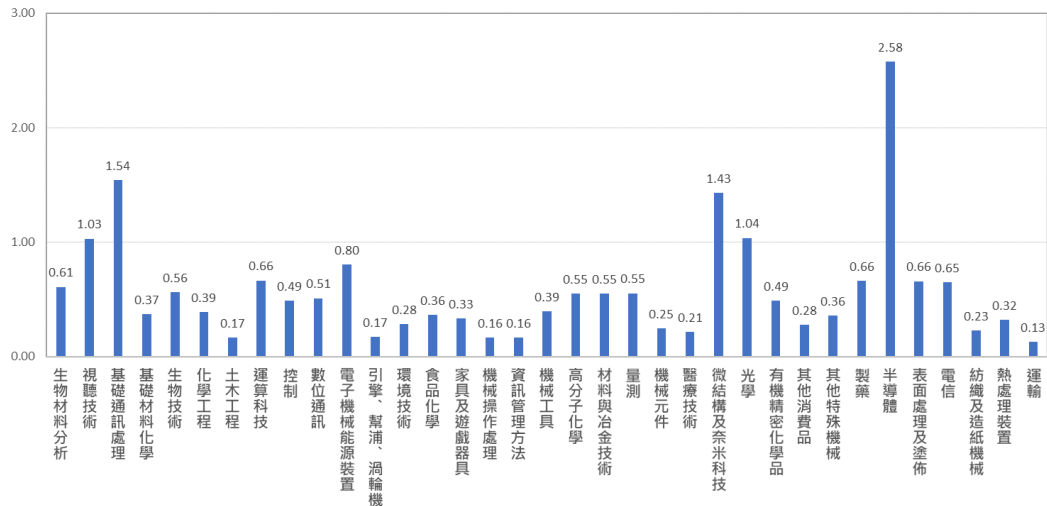


圖 2-10 臺灣各領域專利對科學依存度

資料來源：國科會（原科技部），國研院科政中心整理繪製

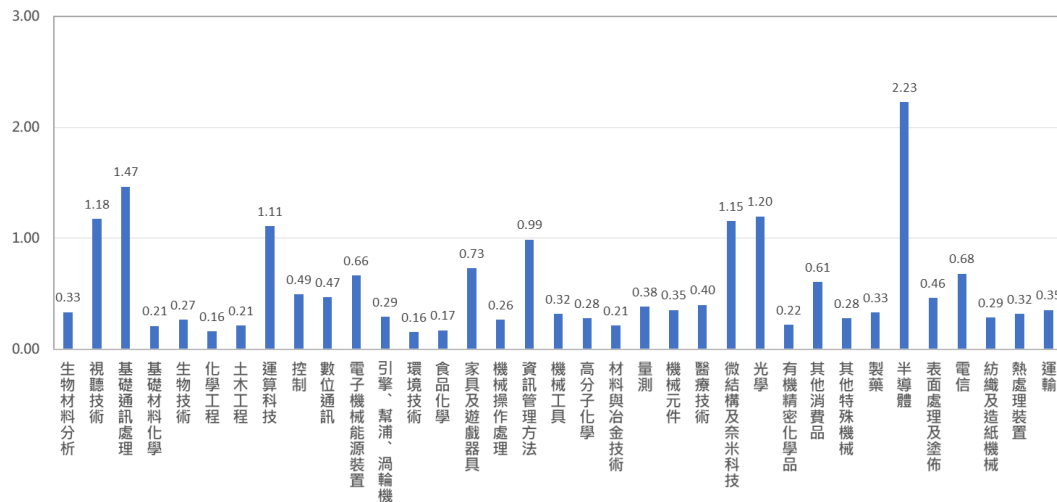


圖 2-11 臺灣各技術領域活動性指數

資料來源：國科會（原科技部），國研院科政中心整理繪製

總體而言，我國學術領域競爭力與技術領域的表現分析，可知我國在科研與產業科技能量上，具備相關技術競爭優勢，且在多個領域具備發展潛力。在面對疫情、地緣政治與全球氣候變遷等重大挑戰，且國際的科技發展日益更新與突破創新，我國應集中資源挹注具潛力、優勢及符合未來需求的利基技術領域，藉由優勢科技領域發展延伸至新興科技領域，並形塑友善包容的科研環境與豐沛跨域科研人才資本。同時，藉由產學研跨域協力及國際民主價值合作，深厚我國科研基礎與產業科技能量，並將具有國際影響力及利於人類民主價值和福祉之科研種子轉化為實際民生應用，幫助我國在科研能量與國際間發揮影響力，進而取得國際價值同盟信賴。

三、科學園區發展概況

科學園區是高科技產業與科技人才之重要發展基地，能促進產業升級、區域平衡、累積標竿示範及技術擴散。為配合國家產業政策布局，於北、中、南適當區域設置核心園區。目前我國科學園區依地緣形成三大產業聚落（如表 2-13 所示），北部以竹科為中心，發展出新竹、竹南、銅鑼、龍潭、宜蘭及新竹生醫園區等六個園區；中部以中科為中心，發展出臺中、虎尾、后里、二林、中興等五個園區；南部以南科為中心，包含臺南、高雄及橋頭三個園區，另政府為串連南臺灣科技廊帶，已於 2022 年初核定設置嘉義和屏東科學園區。截至 2022 年 8 月底止，竹科、中科、南科的入駐廠家分別為 615 家、235 家及 264 家；從業人員數分別為 168,215 人、53,206 人及 90,971 人，各園區均有不同的發展目標與重點。年營業額方面，自 2012 年至 2021 年園區總年營業額成長近 2 倍（如圖 2-12 所示）。

表 2-13 竹科、中科、南科背景資料一覽表

	新竹科學園區	中部科學園區	南部科學園區
所屬 園區	新竹、竹南、銅鑼、龍潭、新竹生醫、宜蘭 6 個園區	臺中、虎尾、后里、二林及中興新村高等研究園區 5 個園區	臺南、高雄、橋頭 3 個園區
面積	1,376 公頃	1,485 公頃	1,873 公頃
產業 聚落	積體電路、電腦及周邊、通訊、光電、精密機械、生物科技等產業	光電、精密機械等產業	半導體、生技醫材、精密機械、光電綠能等產業
進駐 廠商 數	615 家	235 家	264 家
從業 人員	168,215 人	53,206 人	90,971 人

	新竹科學園區	中部科學園區	南部科學園區
發展目標與重點	訂定「傳承創新」施政目標，並擬定二大策略： （一）優化投資環境產業永續發展：新竹園區寶山用地第 2 期擴建計畫、竹科 X 基地籌設計畫、生醫園區第三生技大樓興建及銅鑼園區污水廠功能提昇等方案，提供園區產業永續發展。 （二）精進創新服務激發多元創意：推動園區公司創投（Corporate Venture Capital, CVC）與新創團隊對接，引進新投資案，促進國際合作交流、數位科技媒合、人力需求平臺，打造園區智慧應用試驗場域，挹注園區產業創新能量。	以「創新導向、環境保護、地方友善、放眼國際」為最高目標，提出四大發展目標： （一）激勵高科技產業再創高峰。 （二）建構永續經營與優質投資環境。 （三）發揮產業群聚效應：結合區域資源及週邊產業，強化中科特色產業群聚效應。 （四）建構創新創業基地。	發展重點： （一）開創園區動能，壯大產業聚落：補足半導體、醫材、航太等產業供應鏈缺口，鎖定招商目標，強化園區產業群聚競爭力。 （二）精實優質服務，確保永續營運：確保用地及水電供應，達成長短期供電策略，吸引高科技產業進駐，創造經濟產值及就業。 （三）營造友善環境，重視四生（生產、生活、生態、生命）價值：推動節水、節電、綠電、植樹等環境政策，降低生產開發對生態環境衝擊。
備註（擴增計畫）	行政院於 2020 年陸續核定了推動新竹園區寶山擴建、興建生醫園區第 3 生技大樓、以及開發竹科 X 基地 3 棟軟體大樓。	2022 年 1 月奉行政院核定中科臺中園區擴建二期籌設計畫。	（一）行政院 2020 年 4 月核定「南部科學園區臺南園區擴建計畫」 （二）2022 年 1 月行政院核定推動屏東及嘉義科學園區籌設計畫建構南臺灣科技廊帶

資料來源：新竹科學園區（<http://www.sipa.gov.tw/>）；中部科學園區（<http://www.ctsp.gov.tw>）；南部科學園區（<https://www.stsp.gov.tw>）；國科會（原科技部）科技基本統計（2022 年 8 月）。國研院科政中心整理

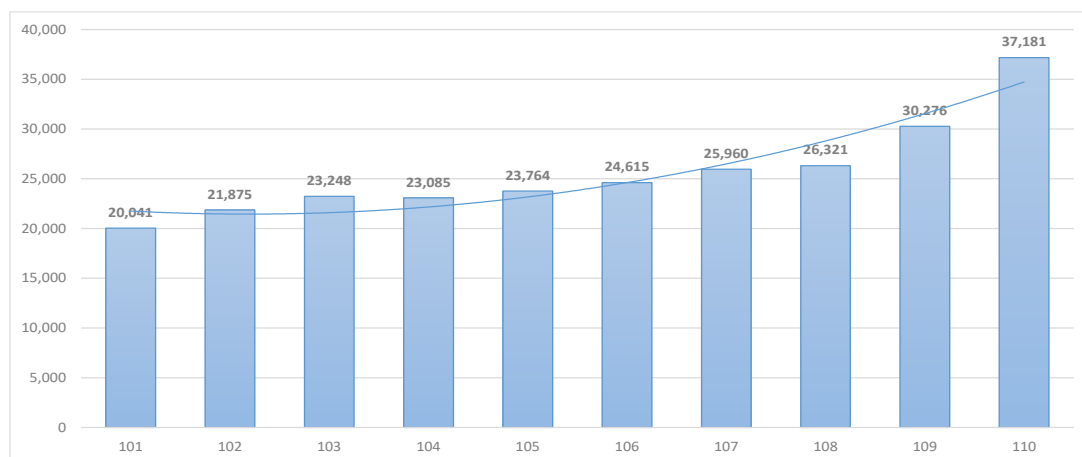


圖 2-12 近十年三大科學園區總營業額表現（單位：新臺幣億元）

資料來源：國科會（原科技部）科技基本統計（2022 年 8 月），國研院科政中心整理繪製

政府為展現決心，以公私協力帶頭加速投資臺灣，依 2018 年 07 月 03 日行政院「加速投資臺灣專案會議」第 12 次會議，指示高雄新市鎮開發為科學園區與南部科學園區之擴充有其必要性。爰「南部科學園區高雄第二（橋頭）園區籌設計畫」及「南部科學園區臺南園區擴建計畫」分別於 2019 年 12 月 06 日及 2020 年 04 月 24 日經行政院核定。另為擴散南科既有產業聚落效應，帶動地區發展，屏東及嘉義科學園區籌設計畫已於 2022 年 01 月 03 日經行政院核定積極推動，以完善建構南臺灣科技廊帶，強化區域經濟韌性。

新竹科學園區亦針對既有優勢之 IC 產業推動新竹園區寶山擴建，辦理新竹園區舊有標準廠房更新活化，確保產業發展動能，再藉由生醫園區第三生技大樓興建強化生技產業聚落利基，並開發竹科 X 基地三棟軟體大樓引進軟硬跨域整合人才，布局以軟扶硬的產業基礎，期以維持臺灣高科技產業競爭力不墜，間接促進產業升級，再創臺灣的高科技產業傳奇。

四、國際合作現況

2020 年國科會（原科技部）已與 41 國及 3 個國際組織簽署 118 項有效之合作協定、協議或備忘錄文件，以進行雙邊或多邊國際合作；其中當年度已與法國國家癌症研究所（Institut National du Cancer, INCa）、英國經濟與社會研究委員會（Economic and Social Research Council, ESRC）、蒙古教育文化科學暨體育部（Ministry of Education, Culture, Sciences and Sports of Mongolia, MECSS）、澳洲原子核科學與技術組織（Australian Nuclear Science and Technology Organization, ANSTO）及美國在臺協會（American Institute in Taiwan, AIT），共 5 個國際機構完成合作協定及備忘錄之簽署，以加快我國國際合作的相關推動工作與連結。

2021 年國際交流補助項目核定數最多的前三項分別為國內舉辦國際學術研討會 279 件；國內研究生出席國際會議 154 件；以及雙邊協議合作研究計畫 117 件。2018 年至 2021 年國際交流補助業務相關統計如表 2-14 所示。

表 2-14 2018 年至 2021 年國際交流補助業務申請數、核定數統計表

補助項目名稱	2018		2019		2020		2021	
	申請數	核定數	申請數	核定數	申請數	核定數	申請數	核定數
博士生赴國外研究	126	104	123	99	127	104	85	70
博士後赴國外研究	164	52	126	43	115	34	76	34
國內研究生出席國際會議	4,851	2,466	4,427	2,619	1,144	688	209	154
國內舉辦國際學術研討會	430	318	434	317	342	278	354	279
國內專家學者出席國際會議	2,221	970	1,970	898	501	240	85	51
團隊參與國際學術組織會議	51	42	44	36	5	5	1	1
科技人員赴國外短期研究	284	165	268	181	220	194	108	99
邀請國際科技人士短期訪問	814	532	739	559	246	177	37	23
國際培訓研習活動*	33	14	19	4	7	4	-	-
雙邊協議合作研究計畫**	444	123	291	110	369	113	367	117

資料來源：國科會（原科技部）科技基本統計（2022 年 8 月），國研院科政中心整理

註：*國際培訓研習活動：受新冠肺炎疫情影響，2021 年度停止徵求，待全球疫情趨緩及我國邊境管制開放後再度開辦。2022 年度是否徵求仍視疫情評估中。

**數據僅計算該年度新核定計畫（不含預核多年期計畫）。

綜上所述，國際科技合作之要務，在於針對重點領域搭建國際合作的機會與橋樑，並藉此增進與各國研究人員的互動及交流，如共同辦理主題型研討會、媒合雙邊國際合作研究計畫等，而藉此強化國際鏈結，進而提升研發能量與促進人才培育，以扣合國家前瞻產業布局新興技術研發，增進創新創業新動能。

第三章 總體目標

本期科學技術白皮書，訂立十大總體目標，茲分述如下。

總體目標 1. 推動性別平權、普惠及適當科技，提升不同群體社會福祉，促進社會共融與共好

對不同社會群體需求，政府在科技研發中融入性別觀點及導入多元群體參與式設計，透過適當科技協助減少社會群體與性別差異化，尊重不同性別者推動性別主流化，達到公平正義與性別友善之社會生活。相關的推動方向包含：

1-1. 打造性別平權環境 建構性別平權的科研環境，強化性別觀點於科技領域的落實，發展並提供具性別觀點的環境空間，以推動性別化創新途徑發展科研。此外打造對女性友善的生涯環境，藉由提供妥適托育、托老機構等方式，在充分保障勞動權益的規範與環境下，運用平臺經濟模式媒合婦女彈性就業，並提供網路課程之彈性學習與認證，改善女性就業問題，以強化女性經濟權力與獨立，落實經濟資源配置公平。

1-2. 鼓勵女性投入科研活動 為支持女性從事 STEM (Science, Tecnology, Engineering, Math, STEM) 領域學習與研究，培育科技政策規劃的女性人才，將 STEM 教育延伸至幼兒及基礎教育，透過開設 STEM 領域社團活動，促進女性參與並長期追蹤成效；同時鼓勵 STEM 領域企業，聘用女性人員及晉升管理職位（期待 4 年女性主管人數可提升 10%，8 年內女性主管須佔全體主管人數 1/3），建立代表女性科研模範，以強化女性於此領域歸屬感，並透過有效增加 STEM 領域女性人數，預期縮短 STEM 領域企業與科研從業人員之性別差距 5% 以上，提升我國科技發展與競爭力。

1-3. 全民健康與照護 面對急速高齡化社會的長照需求，同時促進健康及照顧工作之性別平等，導入可負擔且人性化的照顧輔助科技（照顧機器人室內/室外智慧定位設定、穿戴式以及非穿戴式智慧移動輔具），降低照顧服務員（約 9 萬名）²職業傷害，使其得以延長執業服務年限，並提升失能長者照顧品質；為個人健康及運動情形建構主動提醒與誘因機制，提升全民健康水準，以使全民每年健康平均餘命提升 0.5 年。

1-4. 文化平權 積極開放公部門數位典藏資料，並鼓勵不同社會背景族群和公民團體，多加利用門檻低且友善的公民策展軟體，以達到資料使用率每年預期增加 10%，同時提高公眾數位文化內容的近用性；並建置數

² 衛生福利部（2020），長照 2.0 執行現況及檢討專案報告。立法院第 10 屆第 2 會期社會福利及衛生環境委員會第 10 次全體委員會議。

位策展平臺與數位文化入口網站，展現不同社會群體的生命經驗和文化。

1-5. 改善偏鄉交通 導入載具定位和車輛接送科技平臺，採用對偏鄉居民及年長者較為友善的使用模式，透過交通部法規修訂增加彈性，並結合創新的合作經濟組織，建立點對點的全方位接送服務，解決 67 個偏遠地區交通運輸的最後一哩路困難，³以保障偏鄉居民移動基本權利。

1-6. 縮短教育落差 建立學生個人學習支持系統（Individual Learning Support Program, ILSP）及數位學伴課後支持，運用科技輔助學習落後學生進步。

1-7. 群眾參與智慧 建構社會創新觀測平臺，以公民科技主動蒐集與推播社群方案與進展，並整合即時資料以提供民眾更多開放資源與資料，促進大眾熟悉各種資通訊技術與適當科技，同時使全國性公民團體具資料應用能力，而具備數位職能的成員，可應用數位與數據科技診斷群眾需求，利用適當科技普惠公眾。

總體目標 2. 深耕基礎科學、布局以社會需求為導向的技術研發，並妥善配置科技資源，落實跨部會協作，兼顧中長期關鍵科技發展與迫切需求

為平衡科技資源配置，在穩定推動中長期科技發展的同時，政府需強化對重要且具備自主性、社會公益及長程高價值之科技投入，並建立明確科技預算分配與管考機制，以回應產業與社會迫切需求。相關的推動方向包含：

2-1. 科技與社會研究發展 為促使數位、生醫和淨零轉型科技應用，能夠落實公平正義原則，並促進社會經濟發展，政府每年有投入與深化科技與社會跨領域研究之必要，建立科技與社會研究中心，並由中心串連分散在各大學的研究網，以強化科技生活與文化藝術之結合，培育跨世代研究人才和研究團隊。對於重要科技應用所造成的可能倫理衝擊，政府應進行相關法規制度擬定，以健全產業發展生態體系，同時建置社會經濟政治影響評估與社會安全制度，進行系統性前瞻研究，並以證據為基礎提出具有創新性，且發揮實質效益的政策規劃建議。

2-2. 國家級科技國際合作戰略 建立科技國際合作跨部會協作平臺，校準各部會國際合作戰略目標及整合各部會資源，從國家中長期發展戰略角度出發，擇定關鍵且重要的國際合作研究主題，妥適配置資源，並以對

³ 行政院（2018），行政院公報。參考備註對偏遠地區定義：人口密度低於全國平均人口密度五分之一之鄉鎮市；或距離直轄市、縣市政府所在地七點五公里以上之離島。檢索日期：2022 年 12 月 8 日，網址：<https://law.moea.gov.tw/Download.ashx?FileID=94921>。

我國友善之民主國家為合作對象，例如美、日及歐盟等，積極推動跨國科研合作計畫。

2-3. 科技預算可回應整體社會發展共識 政府預期以至少 5%科技預算來回應，並動員社會各界參與研議科技發展方向，藉此發掘社會迫切需求及研發所需關鍵科技。藉由跨部會合作建立多元需求對話機制，公開徵集以科技協助回應當前社會需求的應用，包括少子化、高齡化、提高資源與能源自主率、大規模災害因應等。同時以社會效益重於經濟效益之科技計畫補助方案，提供以達成度為指標的獎勵誘因鼓勵業界投入，並納入公民參與的機制，解決國民生活重大課題。

2-4. 科技預算中長期配置 預期配置 20-30%（約 250 億至 400 億元）的跨部會中長期科技預算，並採用目標導向及階段達成度的管考，搭配計畫退場機制，來活化科技預算的使用效率，確保國家中長期關鍵科技發展獲得適當的資源配置。並以嚴謹循證分析為基礎，建立選題與執行能力評估機制，篩選出未來 10-15 年最能符合國家發展利益的前瞻科技為目標，其中至少包括半導體、資安、太空科技、人工智慧及生醫及腦科學等領域。

2-5. 投資長程先進高價值科研 預計針對高價值的科研領域，以投資研發取代補助研發，並納入利潤分享機制。同時，提供吸引友善及互信之國際團隊或資金的誘因，共同參與具臺灣戰略需求之長程高價值科技，如衛星、量子電腦及精準健康等研發，支持具發展潛力技術快速啟動驗證，以引導國內外資金活化高價值科研成果投入與應用。

總體目標 3. 建構軍民通用的科研體制，整合公私科研量能，發展尖端戰略科技及自主國防產業

面對內外部多樣化威脅需善用政府資源，透過引入民間新創技術與效能，擴大發展自主戰略科技。政府透過盤點科技發展現況，界定重點發展科技，以強化公私部門在需求、研發與製造之機制平臺，建構「不對稱」軍力，並促進國防產業競爭力。相關的推動方向包含：

3-1. 提升自主國防科技能力 善用軍民通用科技合作平臺，促進軍民產學技術合作，加強關鍵技術研究以提升自主科技能力，並協助產業取得國際認證機制，以利整合進入國防產業供應鏈。

3-2. 提升政府應對認知作戰能力 促進公私協力事實查核機制，發展軍民通用人工智慧導向網通技術，並賦權民眾強化數位媒體識讀（Media Literacy）能力，即時應對不實訊息滲透及輿論攻勢，確保民主防衛意志。

3-3. 能資源科技創新 研發去碳技術以發展低碳電力供給系統，開發新興再生能源及低碳能源利用先導技術；完善科技布局，利用無法調度的綠電生產本土綠氫，發展前瞻氫氣生產運輸及儲存科技，並強化氫氣供應鏈與能源供應安全。

3-4. 發展高科技與新興通訊技術 規劃無人載具技術與應用發展路線圖，並擴大無人載具（含航空、水上、水下、陸上）技術與產業布局，以結合產官學研創新與製造技術，同時加強研發補助、沙盒（Sandbox）、產學研中心、政府採購等機制，促進無人載具產業發展。

3-5. 國防產業自主 構築「智慧國防」能力及產業發展，加強人工智慧技術研究、人才布局，並藉軍民通用科技合作機制，整合民間大數據、物聯網、第五代行動通訊技術及資通等技術及製造能量，鼓勵產業投入發展及擴大運用。

總體目標 4. 開放、安全及可信賴的資料治理體制，推動以人為本的跨域科學與技術研究

為促成以人為本的資料生態系發展，加速資料驅動創新與科學研究，透過完備開放與安全並重的資料治理制度，建構可信賴資料驅動創新環境。相關的推動方向包含：

4-1. 確立國家資料治理體制 制訂國家層級資料戰略政策，明確揭示資料開放、利用與監管之目標、實踐路徑及推動方式，並擇定例如：淨零、綠色、教育、醫療等重要主題，作為階段性的資料治理重點發展領域；建構資料治理相關制度，以有效發揮資料在公共治理及社會發展過程中的關鍵價值。

4-2. 可信賴的研究資料管理 以開放科學為目標建立研究資料平臺，透過政府預算資助之研究計畫，研究計畫相關資料預期需回饋超過 50% 給政府，並透過研究資料開放與再利用之機制建構，促使研究資料符合可近用、可相互操作和可再利用的原則，避免研究資源重複浪費，使政府預算資助的研究成果與資料能再利用，以充分回饋給國民與社會福祉。

4-3. 完善健康資料運用法制 目前臺灣健康相關資料庫之運用機制，以及法源仍待明確化，將建立健康資料運用機制與法規體系，讓健康資料能夠被安心利用，進而發揮臺灣健康數據之優勢，建立生醫韌性家園並成為精準健康連結國際樞紐。

4-4 永續的人工智慧發展 建構人工智慧之資料治理與管理規範，打造人工智慧技術研發與應用之資料治理基礎環境，強化資料應用法遵與合規機制，以達成信任、公平與可解釋性的人工智慧資料治理，拓展人工智慧

所需之資料生態系，形成人工智慧整體發展的良好循環。

總體目標 5. 全產業加速數位、淨零雙轉型，打造具連結新創生態系的新型態科技產業體系，促進區域發展平衡及國際競爭力

推動產業數位與淨零雙轉型，是政府長期科技政策的一環。科學園區已成為國內重要科技創新匯集核心，園區不僅推動科學產業成為重要國際貿易對象，也成為鏈結所在區域人力資源、產業活動、創新應用的核心。未來科學園區將具備更多元的鏈結能力，整合周圍地區的產業科技園區、創新發展基地，帶動週邊體系的數位與淨零轉型，採用新型態循環經濟模式運作，並且與周邊居民形成共好生活體系。相關的推動方向包含：

5-1. 鏈結周邊新創生態系 以園區為起點，發展產業數位與淨零體系，打造相關產業生態系，並引入創新軟體服務，加強數位及前瞻創新能力，期待未來關鍵科技研發成果得以成為各園區創新事業，以協助解決未來園區營運的低碳運輸、資安管理、綠能供應等議題。

5-2. 加速雙轉型策略 從關鍵企業到中小企業，逐步推動數位與淨零雙轉型，確保關鍵企業及其體系能在數位與淨零雙轉型趨勢下持續成長。例如建立分散式綠色能源數位管理系統，以園區等級儲能、再生能源系統為核心，打造園區的虛擬電廠，確保重要科技產業生產不中斷。

5-3. 加速循環科技發展 於產品設計端導入綠色設計及循環回收概念，以實現可拆解、易回收、可重複使用、減少浪費等目的，妥善利用生產過程產生的剩餘能資源（包括副產物或廢棄物），透過再生或資源化技術循環利用，同時考慮未來能資源供給受限情境，以研發結合替代性材料或使用替代資源製程之綠能科技、產品或設備。

5-4. 參與在地智慧化需求 推動科學園區積極參與所在地智慧化計畫，促進區域平衡發展，並透過智慧城鄉計畫交流機會，拓展科學園區的智慧城鄉國際鏈結，增加園區廠商參與國際先導運行計畫的機會。

總體目標 6. 兼顧軟體與硬體的韌性社會基礎設施建置、維運及研發，強化敏捷應變體系，因應未來風險管理

未來臺灣在社會與經濟安全等領域面臨高度不確定風險，需及早透過科技投資因應可能升高的衝擊風險，藉由投資前瞻軟硬體科技，強化各類重要基礎設施的穩定運作能力，提高社會運作韌性，確保我國未來能

夠因應各類風險議題。相關的推動方向包含：

6-1. 強化經濟與供應鏈韌性環境 建立跨國地緣政治風險數據評估資料庫，同時追蹤各類關鍵產業的生產原料與零組件供需變化情形，進行即時供應鏈風險評估與建議；並建立智慧化關鍵基礎設施，及強化國內產業自主生產關鍵材料的技術能量，建立回收再利用的循環經濟體系，減少對於國際重要原物料的供應依賴，增強我國供應鏈自主發展的韌性。

6-2. 提高能源系統韌性 開闢新能源自主能力，投入儲能與氫氣轉換系統開發研究工作，使未來我國氫能在能源佔比預期至少達 10%；並研究創新儲能材料，因應未來我國大量能源的存儲需求。

6-3. 建立公民生活風險地圖 建立公民生活風險地圖，透過資料平臺彙整各地區的生活風險資訊，例如噪音、空汙、水汙染、海洋汙染、犯罪熱點、意外事件頻率等資訊，呈現整合式風險評估，強化不同地區的民眾因應風險的能力，減少生活風險與意外的發生機率。

6-4. 建立前瞻備援網路科技 持續擴增國際通訊網路備援系統，透過非同步通訊衛星及光纜技術為骨幹的備援通訊網路系統，強化網路攻擊辨識與防禦能力，維持社會各部門之間的聯繫品質以及動員能力，促成我國策略性產業間之合作創新，形成未來重要的新興科技產業基礎。

6-5. 海洋空間維護管理與研究 建立跨部會臺灣海域環境戰略地圖（水文地貌、地質、生態等），並發展海域空間環境復原能力，協助我國維持離岸風電、海底電纜等重要系統的持續運作，以減少災害因素造成的電力以及對外國際通訊中斷等風險。另外積極發展海洋能源、海底礦物、海水氫能等領域研究調查，因應重要資源封鎖於外的風險。

6-6. 智慧巡檢、感測及物聯網科技的融合運用 建構分散式智慧生活情境即時反應系統，形成感知融合環境，並整合現有各類感測器與物聯網等技術，強化各類交通號誌與管線系統等之自主決策能力；配合人工智慧科技進行資源調度管理，預期提前 50% 的災害防護預警時間，並利用感測融合分析技術整合無人載具科技，發展精準配送之能力。

總體目標 7. 推動軟體、服務業技術創新轉型，引領產業進入國際市場，確立產業領先地位

2019 年臺灣整體數位經濟產業產值約佔 GDP 比重 19.2%，⁴高於美國的 10.6%及韓國的 10.6%；數位製造業產值占我國整體 GDP 約 16%，而數位服務業僅占 GDP 約 3.2%。可見相較於數位製造，目前數位服務業發

⁴ 中華民國軟體協會（2022），2022 資訊服務產業白皮書。網址：
<https://www.cisanet.org.tw/News/Detail/5589>。

展規模仍顯不足。為強化數位服務業發展對臺灣社會與經濟的貢獻，除了資安這項必要的投入與發展重點外，未來宜加強新興軟體技術（如人工智慧、XR⁵、區塊鏈等）及人才的投資，並持續推動數位平臺的育成與營運，進一步加強擴大智慧製造出口服務、觀光、零售、醫療及新興技術平臺等多元數位軟體應用服務商機，以帶動臺灣軟體及服務業創新發展，進而引領數位服務及軟體業進軍國際市場，同時帶動臺灣相關產業的薪資成長。相關的推動方向包含：

7-1. 智慧製造服務出口 強化軟體及資訊服務能量，協助製造業分析和預測客戶需求動態，以掌握海外利基市場的顧客需求，並促成製造業與數位服務業者，共創智慧製造服務進軍國際的商業模式，進而提高相關產業之薪資水準。希冀四年內促成出口服務涵蓋相關製造業預期產值五成以上，進而使國內製造服務業實質薪資預期提升 10% 以上。

7-2. 強化產業軟硬體資安防護 建立具國際水準的資安認證架構，同時發展資訊安全查核符合資安認證的軟體，輔以具專業技術的第三方稽核，作為國內資安業者國際發展的基準；並持續完備目前科技計畫已建置之相關平臺，針對特定服務項目與內容引進外國資金，共同設立資安創業投資基金，同時搭建國際合作平臺，用以主導投資及輔導符合國際水準，且具備資安認證的國內資安業者，藉此在四年內預期有三家以上，具國際認可的資安服務業者，以強化資安韌性與產業軟硬體資安防護，進而提升臺灣資安產業，並促其具備出口能力的服務能量。

7-3. 推動國際觀光帶動各地零售服務業，提高其就業人員薪資 建立展現旅遊場域差異化、特色化的線上體驗場景，吸引及引導國際觀光客來臺實地觀光體驗，如自行車、登山、賞鳥、美食、生物多樣化及在地文化等；並提升各區域零售商及觀光服務業者，掌握國際觀光客的數位科技能力（例如：智慧翻譯與虛擬導覽服務），以提高國際觀光客來臺消費、線上線下服務品質及回流消費比重。期待在兩年內恢復疫前的國際觀光客數量（2019 年為 1,100 萬人次），⁶四年內能提升相關服務業從業人員實質薪資預期達 5% 以上。

總體目標 8. 善用數位科技，落實創新研發，促進製造業升級，開發尖端科技，發展高階製造中心及下世代製造業

為加速產業創新發展，持續應用數位科技與臺灣快速整合優勢，並優

⁵ XR 包含擴增實境（AR）、虛擬實境（VR）與混合實境（MR）

⁶ 交通部觀光局（2022），觀光統計資料庫。網址：
<https://stat.taiwan.net.tw/statistics/year/inbound/purpose>。

化與升級尖端科技發展所需之核心設施及服務平臺，以半導體產業既有能量為核心，推動臺灣產業邁向下世代高階製造發展。相關的推動方向包含：

8-1. 擴散半導體產業效益 以半導體產業既有能量為核心，擴散至食、衣、住、行、育、樂等生活產業，並推動半導體與新興產業合作機制，發展智慧農業、精準健康、元宇宙、智慧電動運具、次世代通訊、智慧製造等領域產業鏈，加速半導體與應用產業垂直整合，協助新興產業藉由半導體產業優勢與能量快速成長。

8-2. 強化次世代科研國際領導力 成立國際級次世代戰略科技實用化基地，提供世界級基礎設施，槓桿優勢產業資源，吸引國際研發人才來臺進行半導體、量子科技等開發與應用加值，以提升臺灣在次世代戰略科技之自主性與國際地位。

8-3. 鏈結國際數位能量 從單點引進轉化為國家整體性布局，促成國際大廠研發能量及其數位營運平臺在臺扎根，吸引其在臺灣進行研發整合與人才培訓，並引導臺灣上下游供應商平臺串連或系統聯網，以臺灣為試驗基地及供應鏈整合的起點，讓臺灣成為民主國家前瞻製造業供應鏈的整合聚落。

8-4. 導入新世代智慧製造模式 協助中小企業導入實體與虛擬工廠之智慧製造與數位雙生（Digital Twins），透過建立數位平臺等措施，讓企業得以快速學習，達成「智慧化營運預測與決策」、「遠距即時協作」、「全球不間斷營運」及「全連結生產與全球供應鏈調度」，以落實關燈工廠之世界智慧製造新模式，具體目標為促成預期約 1.5 萬家（約 10%）製造業進入高階製造，協助產業升級及提升國際競爭力。

總體目標 9. 開創民主與科技驅動的總體外交戰略

未來地緣政治格局朝向民主與威權兩大陣營的競爭，臺灣成為民主陣營內受信任且不可或缺的夥伴。政府透過統整國家發展經驗與科研優勢能量，提出總體科技外交戰略，將民主價值作為國際鏈結的基礎，以科技優勢創造合作的利益，爭取友盟的支持與合作。相關的推動方向包含：

9-1. 規劃科技地緣政治總體戰略 全球地緣政治遽變，科技的角色與重要性越加凸顯，為強化科技發展對於國家安全、民主深化與鞏固以及世界和平的貢獻，政府透過科技與民主驅動總體外交戰略，規劃科技地緣政治國家戰略。

9-2. 以科技發展強化國家安全 強化法律和公民社會，保障臺灣關鍵科技的機制，並應用科技鞏固與深化民主制度開啟科技驅動的外交，建構發展關鍵科技與國家安全策略地圖。

9-3. 善用科技外交強化國際鏈結 爭取於民主國家設立研究機構，鼓勵臺灣學人赴外合作交流，並吸引外籍專業人士來臺，透過檢討移民及就業政策，建構友善生活環境，進而促進人員雙向流動。

9-4. 打造科技安全治理機制 協助產業建立網路安全認證機制，例如美國國防部提出的「網路安全成熟度模型認證（Cybersecurity Maturity Model Certification, CMMC）」計畫，以及科技產品的標準化、安全認證與監管系統，並善用國際信任，藉由加入美國「乾淨網路」（Clean Network）與簽署「臺美 21 世紀貿易倡議」的契機，積極參與民主國家科技倡議與聯盟。

總體目標 10. 開放創新人才培育、職業技術培訓制度，以因應全球多面向的公正轉型

科技帶動經濟社會轉型發展的同時，民眾可能因產業轉型、智慧機械取代人工，而失去工作機會或必須提升謀生技能，因此政府需在數位學習、技術教育、職業訓練方面加以輔導與協助，應用科技搭配人才培育和職業技術培訓制度的開放創新，建立涵蓋全生命週期且全面串接的動態學習體系，引導人才與產業雙向成長達到社會公正轉型，相關的推動方向包含：

10-1. 提升延續人才價值 為協助人才持續於勞動市場發揮價值，透過學習歷程分析，建立人才全生命週期紀錄。在人工智慧及淨零政策導入相關產業後，我國中高齡藍領勞工 149 萬人將可能受影響，因此透過主動提供客製就業銜接，藉由培訓取得數位技能認證，或透過人機協作提高生產力，以連結相應產業需求，並建立勞動供需開放及個人化資料自主運用（My Data）平臺，創造友善工作環境。另外以時間銀行或虛擬貨幣等機制形成誘因，鼓勵退休人力持續參與，媒合專業人才投入教學指導，延續人才專業價值，減緩缺工影響。

10-2. 提供海外人才就業管道 國人赴海外工作計 50 萬人，⁷其中 25.2 萬人為 30-49 歲主要工作人力，39 萬人為大專以上學歷，學生赴海外留學亦有 2 萬人，因此面對國內專業人才短缺，⁸藉由提供海外人才回臺就業管道，及國內企業遠端工作之機會，吸引與連結人才並提高回臺貢獻之意願；

⁷ 行政院主計總處（2022），中華民國統計資訊網。網址：<https://reurl.cc/LXaaEK>。

⁸ 教育部國教司（2022），2011-2020 年我國學生赴主要留學國家留學簽證人數統計表。網址：<https://reurl.cc/ERMmVv>。

建立全生命週期人才流動觀測機制，培養人才社群積極提供回臺就業與生活協助，同時健全我國生活及育兒環境，以完善攬才留才之機制。

第四章 科學技術發展的策略與措施

第一節 普惠公平社會

科技發展應秉持「以人為本」精神，促進國民健康、幸福生活，並尊重、包容各個文化、族群，使其都能夠對社會有所貢獻。透過社會科學研究展現科技之前瞻價值，開創不同族群的發展環境，讓每個人獲得充分發揮能力與學習機會，發展彈性多元且共同參與能力培養的教育制度，落實國家安全保障。面對淨零轉型，必須透過制度創新進行需求面分析與管理，落實普惠共享成本共同負擔，透過公眾或社會團體共同參與、共同創造，建立面對能源轉型與數位轉型的韌性社會。

以下說明本面向三項議題分別為「社會安全及性別、族群平等」、「淨零生活與公正轉型」以及「跨域多元人才培育、勞動市場轉型與經濟平權」，以及各議題的問題挑戰與相關因應策略，詳加說明。

一、社會安全及性別、族群平等

(一) 問題與挑戰

1. 女性因社會文化價值觀與成年後面臨家庭照護等因素，影響其投入科研等勞動市場意願與升遷機會

因社會文化價值觀的影響，STEM 領域學習與工作女性的選擇意願低於男性。根據聯合國教科文組織⁹（United Nations Education Scientific and Cultural Organization, UNESCO）統計 2014-2016 年高等教育學生主修領域與教育部¹⁰104 學年（2015 年 8 月-2016 年 7 月）大專院校統計數據顯示，全球在「自然科學、數學及統計」領域女性占整體 55%、臺灣女性占臺灣整體 35%；全球「資訊通訊科技」領域女性占整體 28%、臺灣女性占臺灣整體 32%；全球「工程、製造及營建」領域女性占整體為 27%、臺灣女性占臺灣整體 15%；若比較臺灣 110 學年度¹¹（2021 年 8 月-2022 年 7 月）在 STEM 領域中的大專校院男女學生比例差異，「自然科學、數學及統計」、「資通訊科技」、「工程、製造及營建」等領域的男女比例相差分別為 15%、44%、60%。由此可見，臺灣大專院校的男女學生在 STEM 領域的學習意願上有明顯差異。

女性在婚育後由於傳統家庭分工，賦予家庭照護責任，而提早或暫時離開職場，致使近年來女性於 45-49 歲後的勞參率大幅下降，整體勞動人口呈現負成長。依據美國勞工統計局 2022 年 9 月的預估¹²，2031 年 STEM

9 聯合國教科文組織 UNESCO（2017）. Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics（STEM），網址：<https://reurl.cc/LXKd0y>。

10 教育部統計處，性別統計指標彙總性資料，網址：<https://reurl.cc/Ayvgjd>。

11 同上。

12 美國勞工統計局，網址：<https://www.bls.gov/emp/tables/stem-employment.htm>。

領域職業勞動需求將成長 10.8%，相較於其他非 STEM 職業的 4.9%高出超過 2 倍。若女性勞動率持續下降，未來 STEM 領域將面臨勞動力缺乏問題，影響社會與經濟發展。

此外，曾任百人以上公司高階主管性別占比，男女比為 9:1。依「產業」來看，電子資訊/軟體/半導體業、一般製造業、運輸物流及倉儲，男性主管高達 95%。若以「研發類」職務來看，男性主管將近達 100%。根據研究，醫學系女學生預期結婚和生育事件對「擔任主管」可能會有負面影響，而男學生卻不因婚育而有明顯改變¹³，顯然女性面臨工作職場升遷存在差異。因此，女性科研人才在職涯發展過程中，可能因教育、家庭照護責任、薪資、升遷的落差及缺乏領域歸屬感等因素，限制其專業領域之職涯發展，將導致女性科研人才由科學研究體系流失。

2. 急速高齡化與少子化趨勢，長者長照與幼兒照護人力缺乏問題加劇

隨著老年人口快速成長，長者與幼兒的長期照護需求日益增多。內政部 2022 年 1 月 10 日公布「2021 年人口統計」，截至 2021 年 12 月的人口統計數據，2021 年新生兒 15 萬 3,820 人，較 2020 年減少 1 萬 1,429 名新生兒成長-6.92%，創歷史新低。因此持續嚴重的少子化問題，需提出幼兒照護之協助，以鼓勵生育；就長期照護而言，我國老年人口年齡結構快速高齡化，2020 年超高齡（85 歲以上）人口占老年人口 10.7%，預計 2070 年將增長至 27.4%。而我國長期照護需要人數在 2017 年約 57.7 萬人，預計 2026 年將增加至 77 萬人以上。衛生福利統計處公布 2020 年我國平均每萬人口執業西醫師數 21.7 人（加計中醫師為 31.3 人）¹⁴，低於經濟合作暨發展組織國家的中位數 34.3 人，顯示我國未來將面臨照護人力及醫療資源不足的問題。此外，因長期照顧長者造成照護員之職業傷害，導致照護員缺口擴大，衛生福利部推估我國護理人力缺口在 2024 年將達到 1.5 至 2.4 萬人。

3. 各種族群文化與語言面臨斷層及語言逐漸流失危機

臺灣屬多元文化社會，存在多種族群與語言，然而臺灣原住民卻正面對著文化凋零危機，對本土文化（傳統、語言與習俗等）的認同快速消逝，其中尤以母語為甚。根據聯合國教科文組織（UNESCO）2011 年列出「世界瀕危語言地圖」（Atlas of the World's Languages in Danger），其中臺灣共 7 個原住民族語被評為瀕危語言，8 個族語已經滅絕。因此，落實文化平權與文化近用，使各群體（新住民、客家族群與原住民等）文化足以保存，皆享有均等的文化權利，避免受到不合理的差別對待，讓

¹³ 高雄醫學大學醫學社會學與社會工作學系陳建州教授於 2017 年 10 月發表之論文「性別進入醫學之道：建構醫學、人文與性別教育的跨領域教學與教學創新研究——醫學系男女學生的職業生涯想像差異與影響因素」。

¹⁴ 衛生福利部（2021），醫師節衛生福利統計通報。網址：<https://www.mohw.gov.tw/dl-72644-98674809-7c6d-475d-8cb7-2fb1638a6b2b.html>。

不同的文化脈絡並存與共築，保障多元文化及促進多樣性發展，為我國文化發展的重要關鍵。

4. 偏遠地區由於交通不易與地理人文特殊性，導致就醫、生活、就業與教育受限等資源分配不均問題，影響社會長期發展

臺灣偏鄉地區由於道路條件不佳，加上人口稀少，傳統客運難以營運，造成當地民眾就醫、工作、就學、通勤與生活上諸多不便，產生移動權不平等。尤其，以偏鄉地區居民老年人口占比較高，就醫需求相對較高，但因醫療資源差距大，長者更需要方便的交通前往市區看診。根據醫師公會全聯會統計，¹⁵2021 年各縣市醫師數量以人口數來看，金門每萬人僅 6.7 名醫師最少，臺北市每萬人則有 45.9 名醫師為最多；以面積來看，臺東縣每平方公里只有 0.09 名醫師，臺北市每平方公里則有 42.6 名醫師，兩者相差了 473 倍。同時，就醫時間也因偏鄉交通不易，單趟前往市區就醫時間需超過 1 個小時，更增添了偏遠地區民眾就醫的困難性。

偏鄉看病、生活與購物等受到地理位置、距離等因素，造成生活、教育、就業與就醫等機能不佳，以及資源分配不均問題，將容易引發人口外移、社會經濟、治安等問題，長期將影響社會發展。

5. 重大疾病通報需更即時整合，以及藥物供應不穩定

新冠肺炎疫情短期仍將難以根除並持續蔓延，重大傳染病之確診通報、就醫、物資與疫苗接種等防疫相關需求，有待透過科技整合即時資訊系統與預先監測傳染病疫情及風險警示。近年的新冠肺炎、猴痘等疫情爆發皆顯示傳染病難以預測的特性，再加上國際旅遊逐步開放以及商務往來的頻繁，疫苗和藥物研發應不僅限於少數重要疾病，需要再擴大與精進研究範疇。

此外，藥品供應鏈全球化，任何環節的變動皆牽動全球藥品供應的布局，我國藥品或原料仰賴進口，易受疫情、航運與戰爭等外在因素影響供應鏈供給，使得我國面臨缺藥危機。藥品資訊方面，目前藥品使用安全庫存是醫療院所內自行使用，因此，針對國內藥品供應資訊系統、資訊安全系統及相關行動資訊技術則有待導入與整合。

6. 極端氣候導致面臨缺水危機、電力供需穩定與海底電纜布建挑戰

極端天氣與災害愈發頻仍，儘管政府在災害風險管理方面已著力甚深，仍有問題與挑戰需克服與解決。經濟部預估如未儘速採取妥善因應作為，2031 年全國供水缺口可能會達到每日 116 萬噸。¹⁶供電部分，2021 年 3 月 3 日跳電牽連科技業廠務設備及機台生產進度，造成科技業損失恐達百億元。對於總體經濟損失更是難以評估。通訊電纜部分，目前臺灣海纜站集中於北部，存在海纜過度集中風險，海纜資源分配不均，對臺

¹⁵ 中華民國醫師公會全國聯合會（2022），各縣市執業醫師數、人口數、面積、每位醫師服務人口數、每平方公里醫師數。網址：<https://reurl.cc/mZxxa1>。

¹⁶ 經濟部（2018），產業穩定供水策略行動方案。網址：<https://www.wra.gov.tw/cl.aspx?n=113>。

灣海纜安全通訊具有威脅性。

(二) 因應策略

1. 推動性別平權，打造性別友善環境，提升女性投入職場與科研發展意願

在環境、能源及科技領域，營造有利於女性進入、升遷及發展的職場環境，推動融入性別觀點的科學研究、技術研發及通用設計研究。促進女性在STEM領域，參與教育與計劃、聘用及專家審查小組，或其他各項代表性活動等權益。針對氣候調適與減緩措施、基礎設施、居住空間及城鄉環境規劃納入性別觀點，以回應不同性別者的基本需求。在科技的研發過程中，納入生理性別（Sex）與社會性別（Gender）的分析視角，促成科學技術的知識革新。

在充分保障勞動權益的規範與環境下，打造對女性友善生涯環境，運用平臺經濟模式進行媒合，提供未就業婦女彈性就業機會，並利用線上平臺教導女性建立內容、技術使用與經營行銷產品等，及提供網路課程之彈性學習與認證機會，改善女性就業問題，強化女性經濟權力與獨立，落實經濟資源配置公平。同時，擴大提供托育、公教保等福利資源，打造對女性友善的生涯環境；並透過法規制度使不同性別有平等的工作待遇，提升女性領導職位比例，使性別達到實質平權。此外，將STEM教育延伸至幼兒及基礎教育，開設STEM領域社團活動，鼓勵女性參與並長期追蹤成效，透過辦理鼓勵女性研究人員投入科研等獎補助措施，以支持女性研究人員於科學領域的發展，培育更多未來的女性科學人才，提升我國科技發展與競爭力。

2. 以科技驅動高齡與兒少照護，開啟醫護智慧新時代，提升全民健康與照護

促進健康及照顧工作之性別平等，導入可負擔且人性化的照顧輔助科技（照顧機器人、智慧定位設定、穿戴式與非穿戴式智慧移動輔具），降低照顧服務員（約9萬名）職業傷害，延長執業服務年限，以提升失能長者照顧品質。另透過適當科技的發展，面對社會需求，建立融入性別觀點且符合社會發展之科技工具，如：導入人工智慧技術，推動新看診模式，如虛擬（遠距）諮詢、嬰幼兒智慧照護裝置等新興技術，改善醫護人力不足問題。此外，針對亞健康族群，個人健康手環手機及各地運動場域設置運動量感測設備等，建構個人運動及健康情形主動提醒機制，引導各方公民自主地注重運動及身體健康情形，長期實施則可提升全民健康降低健保支出。

3. 推廣在地文化資產並平衡城鄉資源，落實文化平權

積極開放公部門數位典藏資料，建立友善的資料使用界面和應用軟體，提高公眾數位文化內容的近用權；建置數位策展平臺，鼓勵不同社

會背景（原住民族、新住民、青少年與女性等）的公眾和公民團體，利用門檻低且友善的公民策展軟體，展現不同社會群體的生命經驗和文化特色；組織並活化一個進入臺灣的數位入口網站，讓全世界了解臺灣精采多元文化的特色。

以科技促進產製本土原生文化內容，並讓文化使大眾所近用，如自 2011 至 2020 年全球已有超過 500 間藝術博物館與 Google 合作，建立 Google Arts & Culture 線上博物館，利用 Google 街景技術拍攝博物館內部實景及展示品，供用戶於線上觀看。打破傳統文化與現代能力知識的對立，於教學時也同時融入文化內容，如建造知識、環境教育知識等，促進在地傳統文化和現代能力融合。

4. 強化偏鄉交通建設，建構數位與包容社會

導入載具定位和車輛接送的科技平臺，方便偏鄉居民及年長者使用的模式，提高交通部法規修訂彈性，結合創新的合作經濟組織，建立點對點的全方位接送服務，解決 67 個偏遠地區交通運輸問題的最後一哩路，保障偏鄉居民移動基本權利。

5. 強化生技醫藥技術與研發機制，提升國家公衛健康防疫量能

整合跨部會資源完善防疫平臺，構築完整國家防疫決策輔助系統，運用政府相關智庫的專長，分析各種國內外疫情資料，協助政策的靈活調整，同時進行跨國比較，吸取別國有效經驗；維持新興病毒技術支援平臺及感染性生物材料庫運作，共同鏈結學研、產業之檢體需求確認與協調機制，加速我國檢驗產品之授權與試量產流程，協助國內各項抗病毒藥物、疫苗、快篩等產品開發，以達成及早預備並擴充防疫能量之目標。

此外，透過設立「藥品使用」監控平臺，以提供更便捷、透明之短缺通報及查詢平臺。積極投入新疫苗、藥物和生醫科技研究與開發，開發精準健康診療藥物與拓展生物技術應用範疇，廣泛支持創新研究及吸引產業投入，以及完善產學研醫業界供應鏈，加速我國新穎藥物商品化速度。並積極爭取加入國際平臺，合作開發及研發重點藥品、替代藥品與生技產品，提升我國藥品與生醫研發能力與效率，解決藥物供給問題與產業發展需求。

6. 透過科技加強基礎設施之韌性，以增強應變靈活度

應用第五代行動通訊技術、資訊與通信科技、人工智慧與物聯網等數位科技技術，持續加強水情監測、水源調度及用水管控等，達到開源、節流、調度、備援準備，提升用水效率及調度備援能力，以因應氣候變遷影響及確保供水。電力系統方面，透過科技建立健全的電網與智慧電表，設立分散式電網與區域調度中心，可透過區域備援發電系統並及時調度，使我國具更彈性應對極端風險與快速恢復電力的能力。電力系統之韌性強化方面，藉助電網與能源供應設施量化風險評估技術之科學客

觀量化結果，作為供電穩定與風險控管及經濟資源分配最優化之基準。避免過度集中光纖骨幹科技強化區域網路效能，並成立國家級海纜維修船隊，以增強災害應變能力。

二、淨零生活與公正轉型

（一）問題與挑戰

1. 低碳、淨零生活轉型過程，能源成本和綠色消費可能增加民眾生活支出，須積極規劃協助調適生活的政策及溝通策略

依據我國家庭消費支出調查，¹⁷全國最低 20%收入家庭之淨零生活相關支出占其家庭消費總支出的 62.33%，高於全國整體平均值 54.48%。未來推行淨零生活，日常能源、交通支出及新增替換智慧節能設備支出提高，低收入人群受政策衝擊最大。此外，未來若整體電價提升，加上電動車價格及維修成本提高，將加重民眾生活成本負擔。

2. 諸多產品的市場運作模式為刺激消費，不利於淨零生活、低碳飲食之實踐

企業供給端和製造端為衝高利潤創造假性需求，不斷地重新塑造消費方式和品味，刺激大量購買和消費。連鎖超商鼓勵加盟主提高進貨量以創造母公司營收，然而生鮮食品進貨量太大時常導致許多食物浪費。服飾業者走向快時尚風潮，引導消費者形成更頻繁更換衣著的消費習慣，導致生產和供應過多的物資，造成資源浪費、能源消耗以及高碳足跡。

3. 在淨零碳排與能源轉型過程中，內需產業如運輸、建築及電力等須轉型，尤其相關產業勞工之就業與技能升級

在淨零轉型過程中，我國受衝擊之產業主要包括：電力、鋼鐵、石化、水泥、公路運輸等產業，其中公路運輸產業集中度較低，可能受影響從業者較為廣泛；再就公路運輸產業所受衝擊而言，隨著電動機車滲透率持續攀升（至 2022 年 5 月底已達 4%）¹⁸，對傳統機車行（約 2.6 萬家）就業衝擊擴大，故在 2040 年前電動車普及率上升，業者面臨轉型，從業人員須朝新技能轉型。此外，淨零建築將影響新建築，而老舊建築的智慧化亦不可忽視，特別是需更新既有電器，如空調、冰箱等，以提升能源效率。

4. 高碳排產業受歐盟等國課徵碳稅影響，出口將受到衝擊，耗電量產業所受影響最大

未來各國實施碳邊境稅制度，我國主要受衝擊的產業包括非金屬礦物製品、化學材料與製品、基本金屬及電子電機等，其影響為 757 億元新臺

¹⁷ 行政院主計總處（2022），109 年家庭收支調查報告。網址：
<https://win.dgbas.gov.tw/fies/doc/result/109.pdf>。

¹⁸ 交通部公路總局（2022），統計查詢網。網址：<https://reurl.cc/gQReIV>。

幣，並流失約 6,000 個就業機會。而未來綠色能源發電占比提高，工業電價可能調漲，受碳邊境稅影響之產業亦都屬高耗電量（每千元產值耗電量 10 度以上）的類組，意味著將受到雙重打擊，預期將影響相關產業就業人口達約 115 萬人。因此，在淨零轉型過程中，必須協助從事既有工作的人進行技能升級、轉職與再就業之輔導。

5. 綠電市場有待增加綠電供應及來源管道，並提升電網韌性

我國自 2020 年綠電轉供機制實施以來，綠電憑證發行總數為 106 萬張，台積電占交易憑證近 99%，¹⁹顯示大企業具備財務實力而取得絕大多數綠電，中小企業則難以取得而有綠電分配不均之虞。考量 2050 年，我國再生能源發電占比將超過 60%，勢必擴大綠電供應，增加綠電來源管道並提升電網韌性。故未來工業用電大戶宜朝向自建發電廠與電網發展，除了增加綠電供應解決分配問題之外，亦有利建構分散式電網路徑提升電網韌性。而對社區公民而言，宜引導其擔負起淨零減碳責任，參與再生能源的開發，如社區電廠、公民電廠，藉此可自主發電、分配與共享。惟目前分散式及智慧電網推進仍然緩慢，其原因包括：輸配電建設難度高；電價仍然過低；居民反對；建築物老舊不利分散式電網建置；相關法令尚待調整，以擴大鼓勵並化解阻力。

6. 我國社會尚缺乏結合公民力量形成集體動能，以促進在地永續發展的機制

在淨零排放的國際趨勢下，各國企業均被要求在營運上採取減碳、低碳措施，並鼓勵進入綠色及循環經濟利基市場；而英國近年則倡議引用行為經濟概念，並形成政策工具，引導消費者改變行為。面對低碳淨零轉型議題，當前國際趨勢不僅強調消費者行為改變，也重視公民力量的集體動能，以及區域社會創新或區域綠色生活，投入更多科技能量以加速推動，逐步讓低碳生產與消費成為一種責任。

（二）因應策略

1. 促進公民參與及倡議低碳生產消費體系，建立推廣低碳生活與消費策略

在政策調適方面，由專業集中系統轉為開放與公私協力模式。在淨零轉型方面，主動組織社區共同研擬消費規範，並產生具共識的消費行為準則，對大型企業產生監督及制衡的力量，透過產業引導，提升民眾行為改變素養。

建立易操作適讀的風險揭露平臺、低碳生活儀表板、生活碳足跡資訊，並透過民調方式，使公民了解所處環境、行為所造成的影響。導入行為科學模式，引導民眾負責任地承擔使用低碳的成本。要求商家提供

¹⁹ 國家再生能源憑證中心，網址：<https://www.trec.org.tw/>。

產品可維修率資訊，並針對產品包裝進行規範，提升消費資訊透明度，使公民能充分了解消費行為。此外，生活轉型策略需要考量在地社會文化脈絡，集結群眾智慧以公私協力展開多元創新，促進公民加入行動，形成在地發起的創新方案，如維修咖啡館（Repair Café）、都市菜園、公民電廠等，以逐步收攏並導入更多科研能量。

2. 以科技應用和政策調適，加強淨零生活環境建設，讓民眾實踐可負擔的淨零生活

加強有利於推動淨零生活之環境建設，包括：盤點民眾及社區淨零綠色生活的瓶頸；建立低碳節能建築管制標準；建立建構低碳社區、低碳智慧城市及再生能源生活圈榮譽感。

以科技應用和政策調適，加強淨零生活環境建設，協助民眾實踐可負擔的淨零生活，如國外已有個人化的碳足跡紀錄或碳中和 App，如 Wren、Joro。國內如綠色公民行動聯盟則有「掃了再買」App、ESG 檢測儀，以資訊公開為主。同時，運用新科技逐步建構智慧綠色交通運輸網絡及基礎建設，並建立政策評估工具，掌握減碳成效。

3. 建立完善綠色工業技職培訓制度，以培力淨零人才與脆弱族群

針對淨零轉型導致工作受影響的族群，建立開放多元的學習和技能訓練管道，以落實淨零人才培育之工作。

在高教端重視淨零人才培養，透過多元學習與訓練管道如開放辦學，促進公民智慧養成，參考丹麥完全整合訓練制度，以強化大學、技職等多元教育體系之連結。並參照 Google IT Certificates（IT 支持專業證書）及丹麥政府建立之「彈性安全就業（Flexicurity）」機制，設立數位教育、職業訓練及終身訓練平臺，在低碳轉型期間輔導轉業過程中扮演重要角色。

4. 發展綠色能源相關技術產業，創造綠色就業機會

推動 2050 淨零排放，在離岸風電、低碳氫能、零碳排車輛、綠色運輸、零排放航空海運、綠色建築、碳捕存再利用等領域，強化相關技術與產業發展，涵蓋綠色金融及創新領域，創造更多綠色就業機會。積極導入價格機制，引導能源及綠色產業朝合乎影響使用環境成本效益的資源配置與分攤，進而發展相關產業，創造就業機會。

5. 建立分散式智慧電網，鼓勵設置社區公民電廠，促成能源生產多元化

在基礎建設端，發展區域分散型公共設備，以建立分散式韌性社會系統，提升整體社會風險承擔的彈性與韌性。另建立分散式電網、區域電力調度中心，以分散式再生能源生產，有利廣泛分配，並建立電力基礎設施韌性。此外，積極推動科技應用實現分散式的能源生產與電網，對用電大戶課以生產綠電的責任，尤其是投入資金以研發有助綠電開發與

應用之設施；自集中式電網朝「分散式智慧電網」發展，提高電源供應系統之韌性，並落實家戶智慧電表之普及；在社區層面鼓勵設置公民電廠，藉由社區培力讓更多人共同參與再生能源設置，強化地方與再生能源之鏈結。綠電發展需跨越使用者和生產者的界線，使社區和民眾變成產銷者，如公民電廠的形式，除以在地居民優先參與或以地方政府建立平臺方式號召公民入股外，亦鼓勵結合相關利害關係人，透過創新營運模式，以專業技術協力與設備供應等方式，共同打造再生能源公民電廠。

6. 形成公民參與的機制，以促進在地永續發展並保障受影響群體

鼓勵以淨零科技為主題的公私協作治理，提升淨零科技的社會接受度以及創新應用的擴散。進行整體財政規劃及相關配套措施，使資源轉移至不同區域、部門及族群，相關策略包含建立嫌惡設施公積金回饋制度、將漁電共生電力移轉給當地漁民等。同時，強化環境評估納入碳排放、氣候變遷等直接、間接影響評估。

建立分級概念的淨零責任及資源分配機制，因應不同對象與社會階層，進行策略及費用規劃，例如駕駛汽車的轉型責任大於駕駛機車。同時進行使用者分類，例如將綠電廠區依使用者分為高經濟實力產業用戶及中小企業民生部門，並透過政策工具保障中小企業及民生用戶的使用權益。

三、跨域多元人才培育、勞動市場轉型與經濟平權

(一) 問題與挑戰

1. 教育落差及青年失業增長，跨域多元人才培育至為關鍵

根據 2018 年的 PISA 測驗顯示，²⁰臺灣有超過 1.7 成的學生未能達到基本學力，且前 10%與後 10%學生間的閱讀測驗表現，約有 6 年的學力差距，顯現出同齡學生學習落差之情形，相較於經濟合作暨發展組織國家，臺灣教育均等指標仍有改善空間。在進入職場後，30 歲以下青年失業率遠高於其他年齡工作人口，年齡層以 20-24 歲失業率最高，為整體失業率 3 倍，教育程度則為大學失業率 5.49%，高於其他學歷 1.5 倍以上，顯示教育體制與人才培育策略應予調整。

數位科技發展帶動全球產業急速變化，新興科技及新型態產業人才需求漸增。依國家發展委員會對 2022 至 2024 年重點產業人才供需調查及推估顯示，²¹醫療生技產業因疫情及未來照護需求，大量導入人工智慧技

²⁰ F. Avvisati, A. Echazarra, P. Givord and M. Schwabe (2019). Programme For International Student Assessment, URL: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_TAP.pdf。

²¹ 國家發展委員會 (2012)，111-113 年重點產業人才供需調查及推估 (110 年辦理成果彙整報告)。網址：
<https://ws.ndc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9hZG1pbmlzdHJhdG9yLzE4L3JlbGZpbGUvNjAz>

術，人工智慧應用服務產業人才新增需求人數佔比 21.7%，高於其他業別；而智慧製造為產業數位轉型及邁向高階製造之重點，智慧機械產業新增需求人數佔比 11.9%次之。面對日益增加之跨域及多元的人才需求，政策與教育制度將難以及時調整，須著重於培養人才彈性適應及自主學習能力，以因應快速轉變之國際與產業趨勢。

2. 社會經濟轉型對就業者帶來衝擊與機會，勞動制度需引導人才與產業成長

推動數位及淨零雙轉型下，人工智慧等數位科技之導入與應用，對於重複性勞動工作之取代性較強，但科技應用亦帶來新型態工作機會，重點在於如何訓練或應用人工智慧，帶領人才轉型從事高附加價值工作。另一方面，產業自動化趨勢下，在工業機器人導入產業自動化後，勞動人口受影響族群以中高齡藍領勞工為主。依主計總處 110 年人力資源調查統計，²²我國 45 歲至 64 歲之藍領就業者人數為 149 萬，未來如何協助人才技能培訓與就業銜接至為關鍵，工作年齡人口逐年減少，應協助提升中高齡及怯志工作者（Discouraged Workers）等族群的勞動參與率。

依國家發展委員會公布之中華民國人口推估（2020-2070 年），²³我國 15 歲至 64 歲工作年齡人口於 2015 年 1,737 萬人已達最高峰，後續逐年減少，預估至 2064 年將佔總人口比例 50% 以下，對於我國人才供給將有顯著影響。工作年齡人口中包含勞動力及非勞動力族群，後者包括未找工作的中高齡族群、身心障礙族群、女性、新住民、原住民以及怯志工作者，依主計總處人力資源調查統計，²⁴ 110 年我國 50 歲以上之勞動參與率低於主要國家，且差距隨年齡增長而擴大，包含 50 至 54 歲勞參率 75.4%，低於韓國（79.3%）、新加坡（84.8%）、日本（87.5%）及美國（79.2%）等國，55-59 歲勞參率進一步降至 58.9%。怯志工作者為想工作，因認為無合適工作機會而未找工作者，過去 5 年大專以上怯志工作者成長 14%，從 106 年 2.9 萬人至 110 年 3.3 萬人，²⁵為因應人口紅利減少之人才供給問題，需進一步掌握此族群求職時所遇困境，以引導進入勞動市場貢獻所長。

Ny85NjIzLzI3ZmViN2I5LTdmZmUtNGQyYy1iNTU4LTUyY2NhNDFiMDM4OS5wZGYY%3D&n=MTEeLTExM%2BW5tOmHjem7nueUoualreS6uuaJjeS%2Bm%2BmcgOiqv%2BafpeWPiuaOqOS8sOW9meaVtOWgseWRiijlrpnqL8pLnBkZg%3D%3D&icon=..pdf。

²² 行政院主計總處（2022），人力資源調查統計年報（2021 年）。網址：<https://www.stat.gov.tw/News.aspx?n=4001&sms=11516>。

²³ 國家發展委員會（2022），中華民國人口推估（2022 年至 2070 年）。網址：<https://pop-proj.ndc.gov.tw/download.aspx?uid=70&pid=70>。

²⁴ 勞動部（2022），110 年中高齡及高齡（45 歲以上）勞動狀況。網址：<https://reurl.cc/oZ8Koq> 況.pdf?mediaDL=true。

²⁵ 行政院主計總處（2017），人力運用調查報告（2017 年）。網址：https://www.stat.gov.tw/News_Content.aspx?n=2798&s=88361。

3. 國內勞動人口逐年減少，國際及海外人才延攬需有制度化機制，留才亦需建構友善包容之社會環境

依主計總處及教育部統計，國人赴海外工作計 50 萬人，其中 25.2 萬人為 30-49 歲主要工作人力，39 萬人為大專以上學歷，學生赴海外留學亦有 2 萬人。另，面對少子化之勞動人口趨減，各國無不透過人才延攬政策，主動追蹤及媒合在國外之重點領域畢業生，提供國外同等薪資水準等具競爭力之工作環境，以吸引國際及海外高科技人才。

(二) 因應策略

1. 縮短教育落差，建立鬆綁教育制度與漸進式開放辦學，培養高適應力與自主學習人才

依國民教育學習場域建立學生個人學習支持系統，運用科技輔助學習落後學生學習。在課程學習部分，學生可以依照自身條件和特質，在教室透過數位載具運用數位教材個別化/差異化學習，教師則能從個別化/差異化學習的成效回饋結果，在課堂上進行協助和輔導；在課後支持部分，建立數位學伴，提供課餘時間學習支持，以縮小教育落差，提升學習成效。

此外，透過開放教育資源，推動普及化的數位學習，包含培養種子人才團隊至國際大規模開放線上課堂（Massive Open Online Course, MOOC）學習軟體及大數據分析能力，開發我國社會及產業所需之專業課程模組，分享於 Coursera、edX 等平臺。逐步開創國際性知識技能虛擬學院，正式認可國際專業遠距學程及學分，藉漸進式開放辦學及數位混成教學，提供全生命週期適用且具認證之專業課程，以建構全齡自主學習環境及能力，培育高度適應挑戰及變化之專業人才。

2. 導入企業資源共同承擔人才培育責任，強化產學合作及職業訓練，推動彈性安全勞動市場制度，引導人才與產業雙向成長

鼓勵企業連結大專校院學程及學分認證制度，開放與大專校院共同開課，廣泛提供學習機會，並導入個人化自主資料運用（My Data）機制，整合學程、學分及學習歷程資料平臺，以協助產業快速媒合人才，同時回饋在職表現，以動態調整學程，符合人才發展需求。

開放企業參與職業訓練並提供政策誘因，促使數位科技相關訓練課程更快推進；推動去中心化職業訓練，將科技應用於就業媒合、職業興趣輔導，配合職業訓練中心之實體互動，提升工作內容及產業趨勢透明度，以協助人才順利接軌勞動市場並充分發揮所長。並建構時間銀行或虛擬貨幣等誘因機制，鼓勵退休人力投入教學指導，參考可汗學院非營利模式，延續人才專業價值，減緩缺工影響。

借鏡丹麥彈性安全模式（Flexicurity Model），透過全生命週期學習歷程紀錄，提供就業及失業人士終身學習課程與認證機制，對於受產業轉

型影響之勞動族群，由政府及產業主動提供客製化就業銜接措施，包含培訓取得數位技能認證或於工作現場導入人機協作，以開放多元的學習和技能訓練管道，協助人才與產業在全球多面向公正轉型中持續發揮價值，獲得成長機會。

對於再訓練及就業安置政策，同時給予失業者收入補貼及積極求職要求，並以政策試點，降低聘僱與解僱之法規限制，引導人才與產業彈性適應快速變動之勞動環境，打造研發與工作者友善與能力充分發揮的職場環境。

3. 建立全生命週期人才流動觀測機制，健全我國生活與育兒環境，完善攬才留才機制

調整勞動、經濟、科技等相關法規，透過整合外交部、主計總處、教育部、勞動部及國發會等相關部會人才資料，建立全生命週期的人才流動觀測機制，提供海外人才回臺就業管道，以及提供與國內企業合作的遠端工作機會，健全我國留才與攬才制度，發展國內外雙向人才循環。

第二節 前瞻跨域科研

美中科技角力下，各國紛紛強化敏感產業供應鏈自主，影響臺灣產業布局。為了在未來新興技術發展中爭取一席之地，我國需要以 2035 科技發展遠景為方向，透過前瞻跨域科研探索，建立優先議題篩選準則。

考量國家安全與全球挑戰、我國優勢科技領域、國家經濟效益、促進社會包容等面向，將著重於新世代關鍵科技自主、衛星與次世代通訊科技、淨零相關新興能源科技、科研成果產業化體系等四項議題內涵，包含問題挑戰及相關因應策略，詳加說明。

一、新世代關鍵科技自主

(一) 次世代半導體

1. 問題與挑戰

(1) 各國紛紛投入次世代半導體，臺灣關鍵材料及設備仰賴國外進口，臺灣半導體研發的領先角色如何維繫

目前國際地緣政治對立氛圍濃厚，美、中、歐、日與韓等國紛紛加強投入次世代半導體發展，加上美日歐等先進國家對半導體關鍵材料，及設備之長期技術發展依然掌握度較高，如何維持臺灣於國際半導體研發的領先角色，將影響臺灣在半導體產業的定位。

我國材料及設備廠如何搭配次世代半導體的發展配合投入研發，需要從未來經濟效益、產業安全等層面規劃，提前部署前瞻的技術與相關新材料。

(2) 如何從未來應用的產業體系，重新定義臺灣次世代半導體的產業鏈

臺灣半導體製造業領先全球，但次世代半導體設計等環節較弱，需提前布局電動車、次世代通訊等未來新應用市場需求。為了持續增進電子系統的效能、功耗、成本等表現，未來電子系統設計趨勢必然會走向軟硬體協同設計，而半導體晶片本身更會朝向異質整合、小晶片整合等方向發展。唯此一發展方向將大幅增加電子系統設計驗證與架構優化的複雜度與困難度，需要與車廠等相關應用領域共同設計 (Co-design)，才能達到最佳效果。²⁶

²⁶王逸芯 (2022)，工研院攜手投入次世代 AI SoC 研發。網址：
<https://wantrich.chinatimes.com/news/20221020900734-420501>。

2. 因應策略

(1) 鞏固既有優勢，以國際合作接軌創新資源，共創我國次世代半導體發展優勢

成立國際級半導體開發與應用加值中心，讓我國材料及設備廠搭配次世代半導體的發展投入研發，專注於技術創新，相當於提供一個平臺，藉由強化相關自主技術或關鍵零組件之專精研發能力，透過與可信賴夥伴策略性國際科研合作，讓國際知名大廠參與和投資下世代半導體的開發計畫，藉此一國際級研發中心，吸引國際人才，在特定技術、材料、儀器、設備等領域，增加與國際設備商之依存度，並強化人才供給韌性，提高臺灣之自主性與國際影響力。

(2) 依未來新應用發展需求，重新定義次世代半導體的產業鏈，協助我國半導體產業持續掌握未來市場商機

掌握未來新應用如電動車、次世代通訊、下世代人工智慧與高速運算等發展特性，依其產業體系及規格重新定義次世代半導體的產業鏈，在其研發階段即嵌入相關價值鏈，掌握未來應用市場。利用製造優勢與 IC 設計業合作，激勵業者掌握未來應用特性，滿足高速運算、高能效比、即時資訊處理與超低延遲特性，朝智慧化、提升附加價值的模組和產品開發。

(二) 精準健康

1. 問題與挑戰

(1) 亟需整合多元利益關係者，共同建構健康資料落地應用之商業模式

健康資料具有敏感性，目前相關資料可以讓研究使用，但在商業應用上將面臨資料治理問題。因此，未來精準健康產業發展從概念研發到產品上市，都需要整合多元利益關係者，並建立友善且安全的資料治理與資料共享機制，同時探索成功的商業模式建立分潤機制，亦需保留部分回饋公益，訴求提升全民健康水準，以弭平健康資料運用疑慮，為精準健康發展創造長期發展空間與參與誘因。

(2) 資訊與通信科技與醫療整合機會高，但精準醫療產品發展環境、法規調合仍有改善空間

目前在應用人體基因與病歷資料做為研究資料之作法仍有待優化。為加速推動精準健康與人工智慧整合驗證，及精準醫療產品落地之友善環境，應建立彈性的創新試驗機制，探索政府、醫學界、產業界等三方可運用空間，加快法規調合速度，以完備生醫領域資料治理機制。

2. 因應策略

(1) 建立醫療數據應用之原則，釋放我國健康大數據資料價值

建立醫療數據應用之原則，放寬資料使用限制，釋放資料價值，開發更多創新應用。建立數據使用原則，例如：資料合法性（獲取病患知情同意書及用途，並取得同意）；多元機制原則（除公益性質外，也能用於營利）；給予中途退出權力，以及隱私安全。

參考國際標準規範（如國際著名的資料治理原則，The FAIR Guiding Principles，簡稱FAIR原則），建立資料共享原則與運作機制，以減少資料流通障礙。另外，在尊重醫院運作制度前提下，創造臺灣自有精準健康整合模式，加速建立長期有效運用我國相關資料庫之機制，例如運用聯合學習（Federated Learning）方式，突破高敏感隱私數據的運用與整合之限制。

(2) 透過先導計畫建立示範案例，開創以人為本的數位健康新未來

參考美國資料共享平臺之作法，透過先導計畫建立示範案例，展現在保障資料安全性的同時，資料共享能帶來的效益，提高民眾對資料開放的信心。

透過先導計畫，針對數個國人特有的疾病資料，建立測試資料庫與向研究者開放的雲端平臺，展示資料如何做到透明性與互通性，以及保障病人資料安全性下，挖掘資料價值。讓數據資料與醫療及健康照護之結合，引領現有醫療照護體系與服務模式進行轉變，協助找出以負擔得起的成本，提供更多價值、功效及更優質的照護解決方案，開創以人為本的數位健康新未來。

(三) 量子科技

1. 問題與挑戰

(1) 國際間量子科技發展路徑不確定性仍高，臺灣需慎選可切入的關鍵技術領域

國際間量子科技發展路徑不確定性仍高，目前國際大廠（IBM）選擇超導體量子元件，但矽基量子元件、光量子元件等亦有突破性發展空間，未來哪種量子元件可成為主流核心運算還未知。臺灣需要了解不同元件發展的關鍵技術，並慎選可切入的關鍵技術領域。

(2) 臺灣發展量子科技人才不足，需培育臺灣未來量子科技人才，並吸引國際人才

全球量子領域均缺乏相關人才。臺灣量子科技人才較少，需要擴大培育未來量子科技人才，並吸引國際人才。但目前量子科技被各國視為敏感科技，臺灣需要有相關優勢領域，才有機會吸引國際上重要的量子科技人才團隊來臺，以槓桿其經驗，提升臺灣研發能力。

(3) 臺灣需吸引國內產業、國際大廠、學研界共同研發，發展核心零組件與關鍵設備

全球都在加碼投資量子科技，國際大廠正各自建立量子科技全球研發網絡，以擴大研發能量，爭取在量子路線中的領先位置。例如 IBM 和韓國延世大學（Yonsei University）合作，計劃將韓國的產學研機構整合在一起，建立一個本地生態系統，推進量子運算並擴大量子人才庫²⁷，使韓國成為繼美國、德國和日本之後全球第四個擁有本地 IBM Quantum System One 的國家。目前量子電腦與量子通訊關鍵問題在材料及製程，要控制量子狀態，材料與製程需要精準。臺灣在資源有限下，需要即早促成國內產業、國際大廠、學研界等共同研發，加速技術開發與產業應用，發展核心零組件與關鍵設備，才能在全球量子競局中占有一席之地。

2. 因應策略

(1) 選擇具最大效益之關鍵零組件，切入國際量子電腦產業鏈關鍵節點

發揮臺灣控制 IC 和高階半導體製程之產業和技術的優勢，加速投入超低溫量子次系統 IC 發展，切入量子電腦國際產業鏈。

(2) 發展量子電腦零組件及周邊關鍵設備，吸引國際重要量子人才來臺

突顯我國在量子領域之發展特色，吸引國際人才來臺合作試驗，提升臺灣研發能量。即以過往電子代工基礎，促成國內產學研共同研發量子電腦零組件及周邊關鍵設備，展現國內研究能量，並以此吸引國際人才來臺進行研發與試驗。

(3) 鏈結國際大廠為策略夥伴，建立我國量子通訊或量子電腦的系統能力

利基我國半導體產業基礎及對於管理、材料、檢測或是對基礎架構的熟悉度，槓桿既有資源，積極與友善國家之國際大廠合作，發展可以成形的系統，建立臺灣於系統上的能量。

二、衛星與次世代通訊

(一) 問題與挑戰

衛星與次世代通訊產業生態系，大致可分為兩大部分製造端與服務端（如圖 4-1 所示），製造端又可分為：零組件製造、次系統製造、衛星製造/系統整合、地面設備製造等四項，服務端則可分為衛星服務運營商、火箭發射、加值應用服務業者等三項。

²⁷ IBM 與延世大學合作助力落戶韓國建立量子產業（2022），網址：
<https://www.fromgeek.com/telecom/450926.html>。

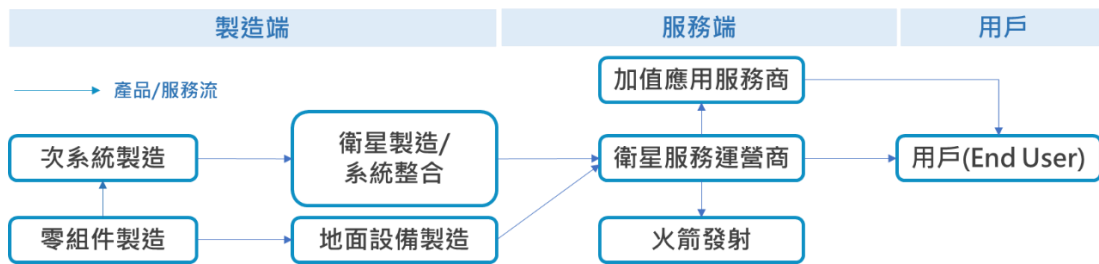


圖 4-1 衛星及次世代通訊產業生態系簡圖

資料來源：工研院產科國際所

儘管我國積極推動衛星與次世代通訊的相關政策，仍然面臨以下問題與挑戰：

1. 技術層次以零組件為主，核心技術仍在內部開發階段

目前臺灣廠商布局集中於製造端，在衛星天線、相關前端模組或零組件、衛星機上盒、導航終端等產品已拓展至國際市場，然而低軌衛星地面設備所需之核心接收技術仍處於內部開發，尚未推出商用產品。

2. 廠商欠缺系統整合能力，且自製衛星與零組件需倚賴國外火箭發射

目前國內衛星廠商多為中小企業，較欠缺系統整合能力，在系統整合、軟體，尚無國際大廠等級之主導廠商。觀察衛星與次世代通訊發展，未來應用涵蓋元宇宙、工業自動化與自駕車等，系統整合複雜度更高，國際已朝向網絡化布局，臺灣在此環節投入尚待加強。

另一方面，臺灣廠商在服務端布局較寡：在火箭發射領域，目前我國欠缺自主大型火箭發射能力，自行研製衛星與零組件必須委託其他國家進行火箭發射，在衛星及相關零組件開發與試驗上，無法充分掌握時效與主導權，落於被動。因衛星本體零組件及系統必須經過嚴格的航太相關認證，例如能否承受火箭發射時的劇烈震動、外太空的輻射與高溫差等，雖然部分檢測可在實驗室中進行，但實地測試更具可信度。臺灣需要完整的自主火箭技術與本土發射場域，以利臺灣廠商開發零組件在國內完成實地測試，縮短開發時程與降低成本。

3. 產業投入意願偏低，衛星領域專業人才規模有限

為強化我國衛星與次世代通訊產業生態系之建置，除了加速發展相關關鍵核心技術，並填補我國欠缺之產業環節（如火箭發射）外，增加民間投入誘因與培育專業領域人才，亦為發展關鍵。當前我國衛星開發與製造多由太空中心與大學院校主導，民間參與度偏低。舉例來說，太空環境嚴苛，太空裝置所需晶片必須在高輻射太空環境下正常運作，透過 IC 設計手法強化抗輻射能力以升級晶片為太空規格之重點，但因抗輻射 IC 屬少量多樣產品，產業目前投入規模有限，加上大學系所人員編制及預算有限，臺灣衛星及次世代通訊領域人才規模與國外仍有差距。

4. 欠缺有效的軍民科研成果交流機制

衛星與次世代通訊技術屬軍民兩用技術，特別在火箭發射相關領域，軍系研究機構已具備相當研究能量與成果。惟因軍系研究機構成果僅供軍方使用，並無軍民交流機制與管道，致使民間無法有效槓桿其成果，加快衛星與次世代通訊領域之技術發展。

(二) 因應策略

1. 建立立方衛星、微衛星、低軌實驗衛星至低軌星系的完整階段發展，以提升我國於衛星產業核心技術優勢

擴充我國衛星產業發展之規模，朝向立方衛星、微衛星、低軌實驗衛星至低軌星系的完整階段發展，以擴大我國太空元件早期應用市場。

2. 建立衛星、火箭、次世代通訊之量產與系統優化能力，促使領導廠商提供系統性解決方案並布局國際市場

以國家層級建立官民協同創新平臺，參考國內外發展需求與我國產學研技術能量，透過長期旗艦型計畫，建構從衛星、地面設備、火箭與相關服務等完整生態系，開發符合我國衛星與次世代通訊核心技術，扶植產業建立量產製造實力與系統整合能力。

透過大型衛星系統自主開發計畫，協助指標性衛星廠商自零組件供應商升級為系統整合商，建立我國衛星、火箭、次世代通訊之量產與系統優化能力，使指標性臺灣廠商有能力提供元宇宙、工業自動化、自駕車等系統解決方案，切入國際市場。

3. 計畫性長期培育衛星通訊與次世代通訊之產業能量與人才，提升我國太空產業發展能量

透過大型星系計畫、學研單位訓練、槓桿國際人才等，厚植科研能量並培育衛星與次世代通訊科研人才，提升年輕學子對衛星與太空領域發展之重視度與相關技能，以充實我國衛星與次世代通訊領域發展所需人才庫。

逐步將現有法人、學研之衛星技術轉移至重點企業，並完備零組件太空環境測試；同時，以大型旗艦計畫協同數民間企業共同開發自主火箭等，並提供財政補助，鼓勵太空領域新創企業發展，另擴大辦理太空中心「太空學苑」，讓產業人士可透過在職進修，以實戰養成系統整合能量，另一方面鼓勵大學校院開設太空相關院、系、所、學位學程，以培育基礎及高階人才。

4. 建立軍轉民、民轉軍之雙向科技合作機制，以利軍民槓桿彼此研究資源，加速相關技術發展

強化民間科技跟軍事科技之間的連結，建立國防等軍用科技對外合作平臺，鼓勵國防科研機構與學研科研機構、企業進行技術授權合作，並參考美國國防部高等研究計畫署（Defense Advanced Research Projects

Agency, DARPA) 之作法，成立 TOOLBOX 計畫，以此為平臺，制定標準化的法律條款與採購/技轉程序，大量簡化軍系研究單位與民間廠商彼此技術授權之協議與談判流程。

三、淨零相關新興能源科技

(一) 問題與挑戰

1. 各國投入新興能源研究，我國需要發展中長期能源科技新制高點，但科技資源有限

未來減碳之關鍵新興能源科技，目前仍處於早期研發或學術示範階段。面對各國均積極投入新興能源研究，我國需要發展中長期能源科技新制高點，但我國科研資源有限，如何選擇適合臺灣地理發展之新興能源，並鏈結產學研資源共同投入，將影響我國未來產業競爭力。

目前雖有淨零排放預算，惟由部會各自申請，除了申請項目可能重疊外，亦較難產生有系統的上下游串接，使長程科技布局落實至部會計畫為片段執行，較難整合各部會之執行成效。

2. 新興能源發展必須創造產業投入誘因並擴大民眾溝通，減少發展阻力

新興科技布局需要有創造新市場的思維，但新市場的發展極具挑戰性。新興科技從研發到產業落地是一種長期的布局，例如未來隨著再生能源規模擴大，將同時處理電網調度問題，因此儲能、電池等發展將是關鍵。但產業容易因為投資時間過長，加上考量他國成本優勢的競爭壓力，因此不願意投資。需要設計機制帶動廠商投入，讓產業研發量能得以發揮。

除此之外，為使淨零轉型順利推動，新興能源科技研發與試驗所造成之社會影響，需有必要的配套與調適方案，以化解民眾對新興科技之疑慮。因此，新興科技發展除了加速技術投入外，亦需擴大與民眾溝通，並即早對民眾展開知識推廣，建立民眾低碳意識及生活型態，以創造產業發展的有利環境。

(二) 因應策略

1. 整合淨零預算資源，加速開發適合臺灣環境特色的新興能源科技

透過多年期院級科技方案整合淨零預算資源，改變過去部會競爭模式，並建立統合協調單位以統籌規劃運用，提出具體研究方向與分工，整合各部會相關法人研究能量，開發出適合臺灣環境的新興能源科技，加速其產業化進程。

2. 強化產業參與誘因並擴大民眾溝通，順利推進新興能源科技之在地試驗

配合「氣候變遷因應法」修法，以碳費支用為誘因，設立產業自願性減碳實質獎勵機制；運用產創條例，對減碳相關研發給予補助等，引導

產業投入淨零科技相關研發。積極與民眾對話溝通，取得社會之共識及支持，有利於新興能源科技如氫能等之試驗場域建立。

四、科研成果產業化體系

(一) 問題與挑戰

1. 政府已推出創業天使基金，但民間投資量能仍不足

科技發展除了政府資源的投入，業界與資本市場亦可扮演重要角色。我國政府雖然推出了創業天使基金，早期投資情形已略顯改善，但整體而言，民間投資量能仍屬不足，特別是對於早期投資規模仍低於國際水準。全球新創獲得之投資以早期資金（包含：Seed /Angel、A 輪）為大宗，約占總投資金額的 60%，而募資金額的中位數從 2015 年的 110 萬美元，到 2021 年上升至 260 萬美元²⁸。反觀臺灣募資狀況，臺灣新創在 2015 年到 2021 年期間，以交易件數來看，所募集的資金規模中占比最高的是 100 萬美金以下，低於全球早期募資金額 260 萬美元的水準，顯示臺灣早期投資規模有待提升²⁹。

2. 國內市場成長機會有限，須強化國際鏈結與投資量能

國內市場成長機會有限，科技新創需強化國際市場布局，但目前國內欠缺相關管理人才。因此，必須協助新創企業建立國際鏈結管道，例如讓新創團隊參與國外加速器，吸引國際人才加入團隊，加速國際化發展。同時，需要強化新創之國際資金鏈結。惟現行法令為避免圖利國外資金、避免發生陸資投資風險等，在行政流程上有所限制。例如國際創投對臺灣企業進行股權投資，需經過投審會審查，將使行政作業時間增加 1 至 3 個月。因此，需要調整相關法令限制，並以積極作法鼓勵國際資金來臺投資。

3. 社會需求日趨複雜，需要跨域合作才能有效回應社會挑戰

社會需求日趨複雜，需要跨域合作，以公私協力布局重點領域，才能有效回應社會挑戰。但目前許多迫切或重要的社會需求，因技術解方準備度較低、學研單位投入意願不高，加上跨部會科技計畫合作誘因仍待強化，較難推動以問題為導向的研究合作。

²⁸ CB insight. (2021). State of Venture: Global data and analysis on dealmaking, funding, and exits by private market companies. Retrieved from https://www.cbinsights.com/reports/CB-Insights_Venture-Report-2021.pdf

²⁹ 臺經院，2022 年臺灣早期投資專題-總覽篇。網址：
<https://findit.org.tw/researchPageV2.aspx?pageId=2117>。

(二) 因應策略

1. 提供優惠投資條件，吸引國內與國際創投參與我國早期新創募資

加速鏈結國內與國際創投，藉助其資金、人才、國際市場發展等經驗，扶持我國新創發展，提供資本投資作為鼓勵，吸引國內與國際創投，參與我國早期新創募資。例如在國際創投部分，能吸引其承諾來臺設立分據點，並協助我國新創鏈結海外市場者，政府則投資國際創投一定持股比例或金額上限；抑或是國內或國際創投參與我國新創募資者，政府則補助一定比例或金額上限的募資經費。

2. 補助跨國企業與我國新創合作研發經費，鏈結其經驗加速我國新創國際化發展

鼓勵跨國企業與新創合作計畫，吸引跨國企業與新創、研究機構合作，例如跨國企業聯合我國新創投入共同研發，開拓國際市場，並承諾新創股權投資，預期支持至少五年的營運資金者，政府補助一定比例或金額上限的研發經費；或提供每年一定比例或金額上限的營運資金，並挹注業師、法人機構相關技術資源。

3. 以我國科技發展優先需求為主題式計畫，鼓勵產學研共組團隊以凝聚研發共識

投入一定比例的科技預算於發掘迫切社會需求及研發所需關鍵科技。跨部會合作建立多元需求對話機制，公開徵集科技協助社會的應用，包括少子高齡化、提高資源與能源自主率、大規模災害因應等。透過社會效益重於經濟效益之科技計畫補助方案，提供以達成度為指標的獎勵誘因鼓勵業界投入，並納入公民參與的機制，解決國民生活重大議題。

第三節 韌性創新經濟

由於全球政經環境變化迅速，牽動全球產業供應鏈重新結構，影響我國未來產業發展。因此，如何提升我國產業發展韌性與經濟創新能力，成為未來產業發展的重要課題。全球化供應鏈模式逐漸轉變為在地化短鏈供應型態，改寫未來產業的合作型態，廠商面臨全球布局的調整與轉變；產業發展創新模式以及包容在地城鄉發展需求的趨勢，帶動科學園區轉型以及功能升級；數位經濟發展模式進入新階段，資料經濟與信任科技的興起成為虛擬經濟的發展基礎；國際間強化溫室氣體管制所帶來的減碳需求，推動未來產業科技創新的方向，為新興科技產業發展提供新的路徑。

展望未來臺灣 2050 年的社會經濟樣貌，深化國際交流內容、強化跨界合作綜效、加速園區升級與新興科技發展、朝向數位與綠色經濟的產業轉型是未來我國經濟發展重要的議題。因此經濟面向聚焦於未來的重要關鍵議題，包含如何建構供應鏈韌性布局；加速科學園區轉型；建構數位經濟發展環境；以及因應綠色經濟產業需求等議題，以科技應用、人才培育、法規調整等措施，促使前瞻科技成為產業重要的解決方案，以強化我國在經濟方面的競爭能力，以下就此四項議題之內涵，包含問題挑戰，及相關因應策略，詳加說明。

一、供應鏈韌性布局與經濟安全

（一）問題與挑戰

1. 政策法規因素限制創新成果，妨礙產業韌性發展

供應鏈韌性發展的議題涉及產業與國家之間的合作關係，也涉及不同部會主管政策之間的協調。以製造業為例，主管部門雖然在經濟部，但是產業創新與生態體系的發展，主要是來自於科技與教育部門的資源與政策挹注。所以如何讓創新成果，可以透過產業生態系的整合以及延伸，達到強化產業供應鏈之目的，是未來科技政策的挑戰。

在服務業方面，部會間的溝通協調也會造成產業供應鏈韌性的變化，以疫情發展與醫療服務業為例，醫事人員需要親自到場進行問診與給藥服務，但是在科技創新概念之下，科技創新可以完成遠距醫療與無人藥物配送服務，若非疫情造成醫療體系負荷過重，促使主管部會開放遠距看診服務與藥物配送，我國仍不易利用科技創新達成強化產業韌性的目標。

以供應對象做區分，我國的供應鏈體系大致可分為以內需為主的安全物資供應鏈、具有全球獨特能力的高科技產業供應鏈、以傳統製造活動為主的一般產業供應鏈，產業之間各自有不同的運作機制，也需要利用

多元政策與科技提高未來的生存韌性。我國的法規體制如何協助各類產業體系提升韌性能力，也成為未來的重要產業發展議題。

2. 社會環境因素影響供應鏈韌性的發展

供應鏈的運作韌性與社會環境是否能穩定運作有重要關係，包含穩定的勞動市場運作、人力品質與成本等問題也息息相關。受到淨零碳排要求的關係，未來的供應鏈運作也要求產業提升再生能源運用、減少生產過程之碳足跡等要求，牽動供應鏈運作的發展韌性。如何建立友善產業發展的社會環境也是提升供應鏈韌性的重要因素，能夠達成穩定的產業人力供應、友善整體社會環境的產業發展模式，是供應鏈能夠持續維持生存韌性的重要特徵，未來臺灣如何塑造更為有利的合作機制，增加產業供應鏈與社會生存韌性，已是重要的發展課題。

3. 缺乏新興科技的技術支援，產業難以提升供應鏈韌性

新興科技的發展成果有助於強化臺灣的供應鏈韌性能力，例如以 3D 列印方式配合新材料技術，形成新的生產運作模式，以短鏈供應形態供應全球終端市場的需要，改變原有以全球化結構、輸出完成品的方式，成為新的供應鏈模式。大量應用 3D 列印技術涉及到新材料、數位雙生、新列印設備等科研成果的落地與應用，如果沒有基礎技術的搭配，產業難以應用 3D 列印科技發展出更有韌性的產業供應鏈模式。產業本身由於現有技術的限制或設備更換的困難，通常難以大量引入新興科技，造成產業無法因應新模式的到來，使產業供應鏈的韌性受到挑戰。而新興科技在發展初期通常具有技術相對不成熟與投入成本高昂的問題，也造成既有廠商不願投資新興科技取代老舊技術的現象，如何促使產業利用新興科技因應未來新營運模式，避免對於典範轉移所產生的衝擊效果，減少因新模式帶來的營運衝擊，有助於提高產業供應鏈的韌性。

4. 產業面對外在政治經濟風險的保護準備不足，產業自主性有加強空間

除台積電之外，我國也有許多全球領先的關鍵產業，這些產業未來面臨全球競爭與供應鏈結構的變革之下，是否能夠持續維持現有的競爭力，提供臺灣重要的經濟安全保護機制，也是未來需要探討的關鍵問題。因此，未來的產業圖像應是從臺灣製造模式轉向為臺籍企業控制主要產業鏈型態發展，國際投資併購模式成為重要的產業擴張工具，產業持續因應未來風險的能力是影響未來我國經濟安全發展的議題。在科技規劃方面，目前除半導體產業之外，我國並未如歐洲規劃關鍵促成技術（Key Enabling Technologies），以保護產業科技的自主性，因此我國也可能面臨新世代科技投資不足，造成經濟安全保護機制的風險。

5. 糧食自給能力牽動經濟發展安全

在糧食安全議題上，屬於全球尺度糧食的大挑戰，主要原因是因為全球人口仍在增加，但農地大幅縮減，主要國家農業人口快速老化，且出現氣候變遷挑戰；地緣政治衝突也將間接影響糧食供應安全。糧食安全的議題包括海洋資源中長期枯竭問題，如何從捕撈轉型為養殖模式，亦為各國研究方向。種植戶養殖模式的轉變涉及多技術領域的整合與企業投資意願，而改善農業生產過程耗用關鍵資源的情形（淡水、能源）、提升各種蛋白質來源的可能性，都是未來糧食安全方面的重要議題。2021年臺灣糧食自給率為31.27%³⁰，其餘多仰賴進口，主要原因在於雜糧作物並非我國農業主要生產作物，而且本地生產成本過高，難以與進口產品競爭，過去相關政策也無法達成預期目標，因此未來如何提升雜糧作物自給能力，以因應潛在國際糧食價格危機，是影響臺灣經濟發展安全的重要問題。

（二）因應策略

1. 運用科技創新沙盒監理機制，預擬創新科技與產業的對接規劃與投資

善用監理沙盒機制，促進創新科技落地成為產業韌性元素，在推動科技創新應用的過程中，加速科技進入市場路徑與發展時間，同時加大策略性前瞻科技的投資，為未來的科技競爭與產業韌性的發展預作準備。監理沙盒機制運作模式多元化，可以因應不同科技發展特性與產業韌性的需求，例如在能源科技監理沙盒機制涉及眾多的軟硬體與使用者，提供運作的介面鏈接是必要關鍵；現有的監理沙盒機制，以場域驗證測試為主要功能，將延伸作為概念性技術以及商業模式測試的方法，例如金融監理沙盒與無人車監理沙盒機制，本身即有類似的功能規劃。

2. 善用創新科技營造友善產業環境與風險評估，並透過跨部會協商整合，提供產業更多協助

強化產業人力供應，提升我國勞動參與率，營造更友善的職場環境。透過創新科技提供更多元的工作型態以及職場友善的環境。透過現有對於企業的協助機制，促使我國企業規模穩定成長以因應產業不確定性的衝擊，強化整體產業發展韌性，並且協助廠商進行供應鏈風險評估以及預警，以國家力量強化與各國之間產業供應鏈的合作，減少我國產業在面臨風險時的衝擊，並形成友善產業發展韌性的環境。

透過跨部會協商，協調中央與地方資源，提高供應鏈韌性，以較少資源發展出具有強大供應鏈韌性的產業結構。建立跨國地緣政治風險數據評估資料庫，追蹤各類關鍵產業的生產原料與零組件供需變化情形，進行即時供應鏈風險評估與建議。建立智慧化關鍵基礎設施，及強化國內

³⁰行政院農業委員會，農業統計資料查詢，網址：
<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/indicator/Indicator.aspx>。

產業自主生產關鍵材料的技術能量，建立回收再利用的循環經濟體系，減少對於國際重要原物料的供應依賴，增強我國供應鏈自主發展的韌性。

推動科技服務結合國際觀光帶動在地零售服務業的新模式，建立展現旅遊場域差異化特色化的體驗場景，吸引及導引國際觀光客來臺實地觀光體驗。強化在地特色零售商及觀光服務業者掌握國際觀光客的數位科技能力，運用科技進行智慧翻譯與虛擬導覽服務，以提高國際觀光客來臺消費、線上線下服務品質及回流消費比重，同時也將臺灣國際觀光提升至新的發展層次。

3. 強化科技研發體系成果與產業韌性的鏈結

在現有科技創新與創業計畫的發展基礎之下，強化科研體系為企業解題的能力，解決我國企業未來所面臨的供應鏈模式改變、全球淨零碳排壓力、地緣政治風險等對供應鏈運作會產生重大負面影響的因素，建構臺灣成為全球最具韌性能力的產業結構。

除原創性的研究工作之外，科研體系亦須協助產業端試量產，提供產業界進行概念性或小批量生產的能力，驗證廠商概念是否可行並且協助發展相對的製造能量與科技，讓產業面臨生存韌性調整的過程中，不僅創新研發活動獲得科研體系支持，也可以利用小型設備或是量產設備進行規模化量產之前的準備工作，減少後續大規模投資可能產生的風險。

協助中小企業導入實體與虛擬工廠之智慧製造與數位雙生，透過建立數位平臺等措施，讓企業得以快速學習，達成「智慧化營運預測與決策」、「遠距即時協作」、「全球不間斷營運」及「全連結生產與全球供應鏈調度」，落實關燈工廠之世界智慧製造新模式，促成製造業進入高階製造，協助產業升級及提升國際競爭力。

4. 建置重點產業保護機制，形成關鍵科技產業的護國群山

以半導體產業既有能量為核心，擴散至各類生活產業，推動半導體與新興產業合作機制，發展智慧農業、精準健康、元宇宙、智慧電動運具、次世代通訊、智慧製造等領域產業鏈，加速半導體與應用產業垂直整合，協助新興產業藉由半導體產業優勢與能量快速成長。

發展關鍵中堅產業的護國群山策略，在技術規劃與資源配置面，強化科研體制運作與控制，掌控科研預算的項目與成果，建立客觀評價機制，規劃預算的分配使用，以足夠的經費長期規劃具戰略價值的跨部會科研計畫；在市場與產業發展風險面，建立資料整合機制，定期評估特定國家惡意傾銷與限制我國企業銷售的產業風險；在國家人力資源面，整合人口移民與產業政策，確保產業經濟發展所需人力資本；在維持社會韌性發展與國際鏈結面，發展第二條國際通訊網路，以非同步通訊衛星及光纜技術為骨幹的備援通訊網路系統，強化網路攻擊辨識與防禦能

力，維持社會各部門之間的聯繫品質以及動員能力，促成我國策略性產業之間合作創新，形成未來重要的新興科技產業來源。

5. 推動農業生產工業化及智慧化，提升糧食自給率，建立永續生態環境

提升非稻米類糧食作物的生產與進口能力，發展創新的蛋白質生產來源。推動農業自動化與智慧化，透過對產業之合作促成與輔導，加速將智慧農業相關知識與技術能量導入產業，促成「農民」與「農企業」的夥伴關係，並促成產業規模化，降低農業經營風險，提升農業整體生產效率與量能。除此之外，為預防未來糧食短缺的問題，發展能因應臺灣環境條件的糧食與蛋白質生產科技，建立我國糧食自主環境。

加強海洋方面的科技投資與資源開發，依據「30-by-30」政策精神，於 2030 年之前將 30% 的陸地和海洋區域指定為保護區，建立永續發展的生態環境，針對未來海洋周邊環境進行探勘，建立海洋戰略發展地圖，因應永續環境發展目標。

二、新興科技產業發展與轉型

(一) 問題與挑戰

1. 國際新興科技產業發展路徑，影響科學產業園區資源規劃

從臺灣的經濟產業結構與發展歷程而言，臺灣產業都需要與國際發展合作接軌。因此，科學園區轉型須以臺灣 2050 年的社會經濟樣貌作為遠景，結合各國的未來遠景藍圖，作為臺灣規劃下世代新興產業的發展策略基準。目前各國的中長期產業轉型策略之下，未來產業發展樣貌將有不同路徑結果，例如元宇宙環境被視為具有發展潛力的新興科技，臺灣若要與國際接軌元宇宙產業，需要思考我國在相關領域上的優劣勢與發展環境，並且利用科學園區的資源吸引各類新創企業進駐，開發以國際市場為主的技術與服務，從軟硬體整合的角色提升為內容服務與應用的提供者。

2. 現階段高階專業人才培育與新興科技產業需求落差

因應下世代新興科技發展策略，臺灣未來需要建構友善產業環境，供下世代新興科技產業孵化。未來中高階人力將會影響下世代新興科技產業能否在臺灣落地，因此如何培養具有新興科技產業發展能力的人才，並提供國際人才流動進駐的環境，也將是科學園區轉型升級過程中必須面臨的問題。在虛實整合的產業環境之下，如何設立「他鄉變故鄉」的人才計畫，吸引高階國際人士進駐也是關鍵的發展議題。

另一方面，由於人力資源的訓練需要較長的時間養成，過去的做法是透過產業人力資源需求盤點、高教體系科系調整、提供在職轉換訓練機制等方式滿足產業未來的人力需求。由政策主導的人力培育模式容易受到時間因素的影響，造成人力市場的供需不平衡，也排擠高階人力培育的資源，如何改善現有科學園區高階人力的培養與供應機制，影響未來

科學園區能否轉型升級，科學園區如何結合所在地的教育資源與人力培訓機制，為進駐企業提供更多高階人力來源也考驗科學園區的治理能力。

3. 面對全球化新興科技產業競爭，臺灣業者經營能力備受挑戰

從產業發展角度來看，新興科技產業本身具備全球市場屬性的產業特性，亦即該項產業一開始所面臨的競爭即是全球化的規格，本地市場的保護及經營特性，對於業者經營全球市場的助益較為有限，尤其是在新興數位科技的市場發展更是如此。未來我國如何強化本國新興科技產業的業者具備全球經營能力、協助業者以臺灣為跳板進軍全球市場的基礎，也是我國未來在新興科技產業發展上可能遭遇的潛在障礙。若以全球尺度的角度來觀察，所面臨的問題不僅包含市場如何經營，同時也面臨國際人才流動與資本如何協助我國新興科技產業快速成長的議題。

4. 強化產業園區創新樞紐功能，引領產業加速升級轉型

臺灣三大科學園區為全球化專業分工趨勢下的高科技產業聚落，科學園區制度與政策對我國經濟與就業有助益，然而面對氣候變遷、地緣政治、數位變革與新冠肺炎疫情等全球挑戰，下世代科學園區必須強化創新樞紐（Innovation Hub）的角色，以加速全產業「創新」驅動社會變革，如推動創新社群、強化包含大型企業和新創企業之間的合作夥伴關係等。產業園區在過去已經扮演我國科技櫥窗的功能，未來更應該融入創新樞紐的功能，不僅成為臺灣重要的產業園區運作原型，也要成為融合多元創新服務以及創意技術的原生基地。面對未來新的全球競爭模式，能夠鏈結在地與國際需求，快速孵育創新企業是我國產業園區在國際競爭勝出的關鍵，未來應思考如何善用園區基礎建設，導引各界創新研發能量挹注，作為區域創新及帶動產業淨零及數位轉型的重要驅動者。

5. 需強化現行科學園區與區域鏈結深廣度，參與在地智慧化概念是未來努力的方向

如何將公私立研究機構的科技研發成果移轉至產業，協助其創新與生產，是現今知識經濟時代的課題。移轉過程中，資訊流通方式、人與人的接觸、制度與地理疆界均是重要考量³¹，產業集群效應在技術移轉與創新中都扮演重要的角色，區域集群有利於新興廠商的創新，甚至成熟的創新者也可經由聚落內的知識移轉而獲利³²，科學園區廠商則扮演上述角色，促進臺灣的產業聚落效應。

³¹ Hendry, C., Brown, J., DeFillippi, R., 'Regional clustering of high technology-based firms: Opto-electronics in three countries', *Regional Studies*, Vol 34, No 2, 2000, pp 129-144.

³² 吳濟華、李亭林、陳協勝、何柏正（2012），產業群聚與區域創新：聚集經濟理論與實證。新北市：前程文化。

另一方面，全球經濟逐漸由實體經濟移轉至數位經濟，原有許多的實體經濟環境特性在數位經濟條件之下都將面臨革命性的轉變，現行的產學合作制度大多還是依循實體經濟及製造研發的需求，以專利或技術移轉為目的，較少著墨於科技服務的體驗與測試、商業經濟模式實驗等軟性體驗的經濟活動。從國際發展趨勢來看，除了原有的硬體合作項目之外，產學合作的內容與結構也出現調整的現象，因此對於我國現行的產學運作機制也應參考國際發展趨勢，適度調整內容與機制，使更多的商業創新能夠透過先期測試，逐步發展成為具有經濟效益的服務模式。

對照美國矽谷的發展經驗，以軟體與服務為核心的科學園區發展形態正逐漸改變未來科學園區的發展軌跡；而從歐洲智慧城市與科學園區之間的鏈結關係來看，可以發現科學園區已經成為發展智慧城市重要的支柱，無論是智慧運輸、智慧製造與創新應用等智慧城市所需要的發展元素，都可以看到科學園區扮演相當重要的角色，因此下一個世代的臺灣科學園區如何與周圍的產業園區合作，以及與城市發展、前瞻技術應用、建構循環經濟體系等議題相互結合，也成為我國未來科學園區發展上的重要議題。

（二）因應策略

1. 重新檢視臺灣產業結構，扶植下世代新興產業

重新檢視臺灣的產業結構，扶植培養具備相關技術的企業，或投入產業規劃研究引領創新研發，帶動下世代新興科技的萌芽起步，再讓新興科技產業回歸市場機制。從關鍵企業到中小企業，逐步推動數位與淨零雙轉型，確保關鍵企業及其體系，能在數位與淨零雙轉型趨勢下持續成長，如建立分散式綠色能源數位管理系統，以園區等級儲能、再生能源系統為核心，打造園區虛擬電廠，確保重要科技產業生產不中斷，同時透過新能源管理架構提供進駐廠商在取得碳權等方面的需求。

2. 擴大國際交流，培育國際下世代新興科技產業人才

透過客製化的技術支援，鼓勵國際新創產業在臺灣設立研究中心進行新技術的研究、原型打造、以及測試等階段任務，成為產業供應鏈的一環。同時提供政策支援，協助新興科技產業制定國際標準，將臺灣作為亞洲新興科技產品檢測的重要基地。

透過各國新創與大型企業之間的交流平臺，培養高階人力資源，並借用國際園區交流平臺的機會，爭取更多國際下世代新興產業的人力資源為臺灣所用。在國際科學園區的體系架構下，透過民間企業以及政府政策的方式，與策略性國際園區達成合作，以各類新興科技產業為合作標的，強化園區之間的技術與人才流動，提升臺灣科學園區在國際體系的重要性。

3. 加強國內研發能量，開創臺灣特色新興科技產業

即時掌握各國技術與產業動態，在對臺灣有影響的狀況發生時，立即能對其做出應變對策。建立臺灣專屬的新興科技產業能力，因應未來多變的地緣政治與國際經濟情勢，例如成立國際級次世代戰略科技實用化基地，提供世界級基礎設施，槓桿優勢產業資源，吸引國際研發人才來臺進行半導體、量子科技等開發與應用加值，提升臺灣在次世代戰略科技之自主性與國際地位；透過我國投資的創新技術，強化臺灣科技研發模式對於國際產業的貢獻，發展具有我國特色的新興科技產業。

4. 加強產研合作，鼓勵提高「原創性發明」比重，厚實我國創新能量

加強研究機構原創性發明的商業化階段，建立新型態的產研合作制度，強化產業科學園區與高等教育新創成果之間的連結，透過獎勵補助新創公司落地與各類的產業科技園區，同時提供合作平臺與機會，加速原創性發明的新創公司及早進入商業化階段，使得我國的產研合作逐漸轉型追求原創性發明為主，提高技術研發的附加價值；如此一來，臺灣科研體系所開發的原創性發明，可更進一步落地成為市場化的技術與商品，發揮科學園區促進原創研究的角色。

5. 強化周邊新創生態系鏈結，發展包容、共融的科學園區

透過優化園區創新生態系統，共創產業、城市、社會創新整體解決方案，提升園區創新資源合作網絡，營造開放式創新環境及氛圍，完善園區引進多元創新事業，建立系統化區域創新能力調查，以及推動科學園區積極參與所在地智慧城鄉計畫，促進區域平衡發展，透過智慧城鄉計畫交流機會，拓展科學園區的智慧城鄉國際鏈結，增加園區廠商參與國際先導運行計畫的機會，使科學園區相容於所在地的智慧城鄉規劃，同時也成為重要的技術解決方案來源。

科學園區為智慧專業化區域螺旋模式（政府、學研機構、產業界、公民社會）的關鍵行動者，需串聯不同參與者，凝聚區域內成員的共識進行政策規劃和實施，並向園區外機構提供服務，深化園區多元創新發展和合作模式，吸引新產業和優秀人才群聚。科學園區亦為與外部鏈結的角色，例如以園區為起點，發展產業數位與淨零體系，打造相關生態系；建構跨越園區邊界、跨區域、跨國界的開放創新服務平臺，扮演高科技產業跨領域合作的領航者；引入創新軟體服務，加強數位及前瞻創新能力，以更為彈性開放的教育體系培養未來高階產業人力，同時也提供園區外的教育系統參照與改進的參考；強化與區外產業的鏈結關係，透過企業之間的合作機制、不同園區之間的官民協作方式，促成未來關鍵科技研發成果，成為各園區創新事業，協助解決科學園區以及產業園區營運所面臨的低碳運輸、資安管理、綠能供應等挑戰。

三、數位經濟

(一) 問題與挑戰

1. 數位資產主管機關尚未確立，相關配套法規亦不完善，尚需部會投入，思考跨產業應用場景

臺灣發展信賴科技與數位資產的障礙，其中有監管法源與機構定位不明，例如金融科技業者被納入數位部管轄，而非傳統的金管會所管轄，未來金融科技產業發展的輔導與協助由數位部統籌，因此金融科技產業監理主管機關之間的合作方式也成為未來發展上的灰色地帶。目前數位經濟相關業者需政府協助處理項目主要為資料使用與監理機制。對金融科技業者而言，過往申請使用各類資料時並不順利，其主因在於主管機關與管制法令相對模糊，業者面臨複雜且高昂的資料取得成本。

其次，另一個發展障礙在於主管部會政策能否積極吸引金融科技業者進入監理沙盒機制，提供業者更寬廣之試驗與發展空間。金管會監理沙盒機制與創新概念驗證機制已相當成熟，或可考慮進一步擴大適用範圍與降低門檻，容納更多的數位資產管理與信賴科技的落地使用，鼓勵更多創新數位資產應用以及服務模式的發展。

相較於傳統資產與會計法規而言，目前各國對於數位資產尚無明確定位與配套法規。由於資產的使用與出售等行為與稅務、會計法規修訂等議題相關，除金管會外，亦應有其他部會角色，亦宜及早確認主管機關，加速數位產業的發展。

參照各國對於個人資料隱私保護與使用的限制，我國也應重新思考現有個人化資料去識別化的改進作法，同時配合歐盟等國際法規的設計規範，探討國際人士個人資料的保護與使用原則，提供創新法規環境，加速產業效益的發生。

除金融監理沙盒之外，我國其他產業科技監理沙盒機制的使用度低，我國應盡力思考新興科技發展的確切發展目標，促使業者規劃應用場景與監理沙盒的需求，並需檢視數位經濟模式走向國際的可能性，以投入關鍵資源來推動相關發展。

2. 數位資產的儲存管理制度不明，可參考他國作法

企業對於科技風險的處置能力差異會造成產業發展的問題，例如生物辨識在不同的金融體系有可能產生不同錯誤，如接受誤差率及拒絕誤差率，將延伸出新的科技風險；且每家銀行體質不一，風險承擔能力亦不同，造成相關發展出現潛在差異性。金融交易資料的定義、範圍與儲存管理方式也影響產業經濟發展，例如各金融機構或第三方服務業者蒐集客戶重大個人資料後，資料的管理機制與運用限制需要公部門介入治理。以國外為例，英國在脫離歐洲之後，部分歐洲金融業的資料中心從倫敦移轉至法蘭克福、紐約等地，以符合歐洲監理規範；中國則是強制

限定資料落地管理，不得出境，形成另一種保護本國產業機制。而歐盟於一般資料保護規範（General Data Protection Regulation, GDPR）施行後，針對自動化決策，亦有歐洲數據戰略與人工智慧白皮書等作為最高指導原則，雖就合理利用與符合現行技術角度，略有過於嚴格或難以施行之困難，然就相關議題而言，仍有相當之參考價值。

3. 面臨未來高度不確定風險，韌性社會基礎設施不足

未來臺灣在社會與經濟安全等領域面臨高度不確定風險，需及早透過科技投資因應風險提高的影響，我國應思考如何兼顧軟體與硬體的韌性社會基礎設施建置、維運及研發，強化敏捷應變體系及各類重要基礎設施的運行能力，以因應未來風險管理，提高社會運作韌性，確保我國未來能夠因應各類風險。

數位經濟的運作高度仰賴基礎設施系統運行良好，因此如何管理各類基礎設施，其運作的可靠性成為我國韌性社會發展的重要基石，因應未來各類可能出現的系統性風險，是我國推動數位經濟的重要措施。未來我國應該強化各類有關社會韌性之基礎設施的管理運作，例如水電管線、海底電纜系統、醫療與社會照護系統等，讓各類重要基礎設施的運作可靠度能與國際水準相當，成為我國維持社會基本運作的重要保護角色。

（二）因應策略

1. 規劃完善數位管理制度及法規，建立信賴科技及數位資產應用環境

強化政府部會之間的共治合作機制，以及加強數位轉型變革來建立監理職能，增進政府與人民的信任關係。培養人民了解自身數據的重要性、價值，並建立自身數據的主控權，建立交易主體之間對彼此的直接信賴，促成去中心化交易架構產生，提高數位經濟環境參與者之間的信任、降低交易成本。

配合產業發展與時並進強化科技風險治理規範，提供資安、資訊服務外包、數位金融監控、稽核等各情境的治理範疇，例如制定前瞻數位資產、分散式帳本技術相關的法律規範等。

優先建立數位身分系統，借鏡英國的數位管理作法，將 ESG 與數位管理政策合併發展，鼓勵並支持本土、中小型、特定領域創投發展，成立創投事業，提供中小新創企業發展契機。因應本身監理需求，擬定與確立相關配套法令，同時確立主管機關及相關的監管架構與規則。

2. 爭取國際頂尖數位經濟企業在臺設立研發中心，強化軟體服務與資安防護能量

爭取頂尖科技公司在臺灣設立研發中心，提高整體臺灣軟體技術的水平，透過市場機制提高國際企業對臺灣軟體公司的認同，由政策鼓勵國際頂尖公司與本土企業之間的合作，打造世界一流服務平臺與軟體為主

要目標。參考德國高教體系與產業之間的互動模式，吸納德國系統的優點，重建我國未來高等技職人力系統。

建立國際化、跨領域、高專業且具市場發展前景的場景應用規劃團隊，促進軟體與資安產業的發展。因應臺灣的經濟型態，提高特殊科技應用設備，進行推廣應用，投入初始資金，協助產業發展，導入可行的國際化應用場景。發揮軟硬整合的優勢，快速拓展市場，帶動臺灣軟體業及相關科技應用產業。鏈結國際數位能量，從單點引進轉化為國家整體性布局，促成國際大廠研發能量及其數位營運平臺在臺扎根，吸引其在臺灣進行研發整合與人才培訓，並引導臺灣上下游供應商平臺串連或系統聯網，以臺灣為試驗基地及供應鏈整合的起點，讓臺灣成為民主國家前瞻製造業供應鏈的整合聚落。

促進智慧製造服務出口，強化軟體及資訊服務能量，協助製造業分析和預測客戶需求動態，以掌握海外利基市場顧客需求，促成製造業與數位服務業者共創智慧製造服務進軍國際的商業模式，進而提高相關產業之薪資水準。促成出口服務涵蓋相關製造業產值，提升國內製造服務業實質薪資；強化產業軟硬體資安防護，建立具國際水準的資安認證架構，發展資訊安全查核符合資安認證的軟體，輔以具專業技術的第三方稽核，作為國內資安業者國際發展的基準；持續完備目前科技計畫已建置之相關平臺的服務項目與內容。引進國際友好資金來源，設立資安創業投資基金，搭建國際合作平臺，主導投資及輔導符合國際水準資安認證的國內資安業者。培育具國際認可的資安服務業者，以強化資安韌性與產業軟硬體資安防護，進而提升臺灣資安產業成為具出口能力的服務能量。

3. 建構分散式智慧生活情境即時反應系統，落實智慧巡檢、感測及物聯網科技的融合運用，運用人工智慧發展前兆分析技術，以降低地震、風災等天然災害風險

整合現有各類感測器與物聯網等技術，形成感知融合環境，強化各類交通號誌與管線系統等自主決策能力；配合人工智慧科技進行資源調度管理，縮短災害防護預警時間，利用感測融合分析技術並整合無人載具科技，發展最後一哩精準配送能力，並強化智慧賦能，進行基礎設施的升級與改造。

整合各個不同裝置與系統之間的資訊，強化我國各類系統對於風險災害的反應能力，並且延伸發展臺灣特色的敏捷因應體系，維護我國各類社會經濟活動的運行。透過科技力量讓決策單位下放到現場指揮層級，迅速地解決各類災害所帶來的生活不便，提高社會持續運作的能力。

四、綠色經濟

(一) 問題與挑戰

1. 減碳技術組合有待盤整，並應及早擘劃相關政策工具的細節

早期的綠色經濟議題主要處理在地污染與環境保護的問題，現在已是跨越地理疆界、涉及國際經貿、供應鏈的複雜議題，我國未來有待整合各界資源，聚焦發展節能減碳技術，透過科技創新協助我國業者投入減碳工作。另一方面，我國中小企業因應國際減碳議題的能力不如大企業，需要政府協助發展相關輔導機制，因此如何發展輔導機制，協助業者導入相關科技也是重要的政策方向。目前我國尚待制定明確的綠色經濟政策綱領，而且碳費、碳稅等可以操作的政策工具操作經驗亦有待加強，因此需要及早擘劃相對因應措施。除了管制措施的設計之外，如何利用金融科技促進企業行為改變也是重要的方法之一，如何透過更多的政策工具提高企業加入減碳的誘因，讓我國的綠色經濟不僅以製造業減少溫室氣體排放為主，同時也能夠促進綠色金融、綠色技術服務等新興科技服務產業的發展，是我國未來面臨綠色經濟挑戰與產業轉型的重要議題。

2. 臺灣缺乏具備碳足跡盤查機制、稽核技能與知識的人才，ESG 相關認證配套尚未完備

臺灣需要一套能夠檢視追蹤作為投入產出的機制，可以提供滾動式檢討之基準的監測指標，目前我們缺乏具備碳足跡盤查、稽核技能與知識的人才。在全球淨零排放浪潮與碳邊境調整機制趨勢，淨零轉型已經不只是環保課題，更是攸關我國產業國際競爭力之經濟課題。金管會於2022年起強化公開發行公司年報揭露 ESG 相關資訊，並擴大上市櫃公司永續報告書取得第三方驗證之範圍，可以預見越來越多臺灣公司將更加重視 ESG 相關的治理議題。

未來我國應該加速企業會計相關公報以及建立官方認可碳足跡的查核方式，鏈接碳足跡查核技術、人力培訓、監管需求、企業營運等面向，全力轉型為零碳經濟體系，因應全球商業環境對於溫室氣體碳足跡管制的要求。目前相關人才在國際間屬於高度稀缺的人力資源，如何在短時間內滿足龐大產業需求，也將是我國發展綠色經濟所需要克服的重要問題。

(二) 因應策略

1. 增加新興能源技術投資，建立淨零排碳產研合作與綠能查核服務等平臺，滿足綠能轉型目標

積極開發其他的新興再生能源技術，滿足國際與國內能源轉型的目標。推動技術應用發展面為主的能源技術策略，設立氫能相關的基礎設施，促進氫能使用常態化，結合氫氣儲能等技術以滿足我國再生能源的結構特性。促進各項節能製程與技術應用，使我國產業的能源使用效率能夠成為全球領先國家，在總體電力供給方面達到有效節能效果。擴大研究投資具有發展潛力但尚未開發的再生能源，如氫/氫能、海洋能、地熱等技術，以臺灣的特有環境條件創造自有再生能源體系。

建立淨零排碳相關技術研發與產業應用綜合性平臺，發揮以大帶小的作用，產業攜手合作共創發展，降低企業因應國際趨勢的壓力與風險。建立產業利用數位科技進行綠能轉型以及政府需求之間的對接模式，擴大產業對於數位工具、淨零科技的採用意願與比例。利用平臺模式強化技術發展與產業應用之間的連結。由具有一定規模的企業帶領中小企業導入應用，強化臺灣於淨零排碳相關作為。參考國際採用人工智慧物聯網、區塊鏈等技術的能源資訊查核服務，建構跨部會科技化綠能查核服務平臺，作為因應國內與國際法規要求的資訊提供來源。採用相關技術導入溫室氣體與碳足跡查核，作為服務中小企業綠能轉型需求的平臺，減少綠能轉型過程中的企業採用成本問題，並收集各企業生產過程中的相關資訊，作為未來推動新一代綠能產業與政策的參考基礎，以公共平臺模式建立產業共享與應用的科技化綠能查核服務。

2. 增加培訓機制，提供綠領人才

增加各級教育體系與職業訓練系統對於綠色人才的培訓以及國際認證的機制，對接承認國際通行的綠色產業職業證照，以充足人力資源作為發展綠色經濟的基礎。短期透過顧問公司、產業學院、法人機構開設培訓班應急，中長程鼓勵大學校院增設綠色產業相關院、系、所、學位學程培育所需人才，並強化在職進修，以及給予受到負面衝擊的影響族群協助，避免未來的結構性失業。

打造區域型綠色產業的國際人才培訓基地，鏈結國際，例如結合我國廠商在綠能科技的產業經驗與優勢配合國內高等教育資源的使用，成為服務新興國家綠色經濟轉型的重要人才基地。透過國內企業爭取東南亞國家綠色轉型商機，例如成為亞洲離岸風電人才訓練中心、東南亞光電整合應用訓練中心等國際性的產業人才訓練基地，提供臺灣與亞洲區域綠領人才的訓練能量。

第四節 循環零碳環境

氣候變遷引致極端氣候頻繁發生，能資源急速耗用產生的廢棄物與污染，嚴重衝擊人類生命財產與地球生態環境，威脅人類的健康及生存。全球對抗氣候變遷及環保意識提升，至 2022 年底，全球已有超過 130 個國家宣示將達成淨零排放或碳中和的目標³³，歐盟推動「歐洲綠色政綱」（European Green Deal, EGD）以達成 2050 年「零排放、零廢棄、零污染」長程目標以及 2030 年減碳 55%的中程目標，陸續推動碳交易市場（市場機制）、碳邊境調整機制（貿易手段）、永續投資架構（金融工具）等關鍵政策。在此國際局勢之下，各大經濟體擬於近年開始收取碳關稅，國際供應鏈對減碳要求愈趨嚴格，經濟活動必須符合永續分類標準，需考量氣候變遷的減緩、調適及降低對環境衝擊。我國為因應氣候風險、綠色供應鏈要求與關鍵能資源供給瓶頸等挑戰，必須加強部署去碳科技，促進能資源循環利用，發揮資通訊及數位科技優勢，強化氣候治理並提升防減災量能，建構穩健、可靠與可負擔之能源供給韌性體系，打造有利國民健康的綠色生活環境。

為達淨零排放願景，展望 2035 年我國環境面的發展需求，需聚焦於五項關鍵議題，分別為循環經濟、能源轉型、關鍵能資源供應與管理、氣候變遷風險與調適、環境資源治理與生態復育，期望能於 2035 年達到強化能源韌性與氣候治理，善用循環經濟、淨零科技與數位永續，邁向永續發展及共享健康環境。以下就此五項議題之內涵，包含問題挑戰及相關因應策略，詳加說明。

一、循環經濟

（一）問題與挑戰

1. 線性生產與消費思維未變，鄰避設施成循環經濟政策挑戰

我國環保法規過去參考國際相對嚴格標準，致使許多高價值副產物無法資源化再利用，為了符合法規而提高處理成本，導致廠商失去循環利用的經濟誘因，須將成本轉嫁給消費者。如臺灣曾為海砂屋事件而修法，導致循環利用資材所製的水泥很難符合 CNS 3090 規定標準。又如環保法規沒有規定追訴時效，若依廢棄物清理法第 30 條規定，當上游業者未能做好廢棄物有害物質的把關，使用該廢棄物的產業鏈中下游業者將可能受到影響。法規限制也使具有研發能力的大企業卻步，而小廠採用傳統方法難以有效且合法處置。例如鋼鐵業的製程副產物轉爐石，若用於公共工程堅固耐用，卻受限於法規與環境氛圍而無法有效利用。

2. 能資源自主性不足，提高產業鏈穩定性受衝擊風險，科研與產業需求

³³ Net Zero Tracker, URL: <https://zerotracker.net/>

仍存在落差

我國能資源多數仰賴進口，自主性不足，且因地緣政治因素造成涉及外交之進口協商等事務推展不便，與他國雙邊貿易及產業交流合作期程變數高，致使產業鏈穩定性備受挑戰，需促進能資源循環利用以提升能資源供給之掌握度。學研單位的貴重儀器等資源往往分散，於產業端之試驗樣品在量測前的運輸過程中易受汙染而影響實驗再現性，不符業界標準，學研單位亦難有效分析與修正。循環經濟科技產出成果的智慧財產保護與保密也相當重要，產學共同培育的學生如何能夠既獲得學位，又不影響企業智慧財產保護，需要提高教育制度的彈性。

3. 產品外部成本內部化，應納入對環境及對人類健康影響成本

企業除了傳統維運成本，還有過往不被重視與採計的環境和健康等外部成本。產品製程副產物視為廢棄物處理而未能妥善資源化，不僅增加處理成本、增加能資源耗損與碳排、可能影響生態或人類健康，且不利於循環經濟之推動。廢棄物相關新聞事件帶來負面印象，導致民眾抗拒廢棄物處置場所，循環經濟產業推動受阻。

(二) 因應策略

1. 強調永續生產與消費，充分落實循環經濟於產業與社會體系

調適產業高價值副產物循環利用條件之法規，按科學證據訂定有害物質含量合理範圍；由環境保護主管機關研議，在有害物質超標時，是否在一定條件下，可免除下游廢棄物利用廠商之連帶責任。提高企業協助國家推動循環經濟的意願，例如提供合理利潤、對環境友善的作法，提升企業聲譽，加速永續生產及能資源循環利用。相關重點科技包括：物質有害濃度即時分析技術、廢棄物衍生燃料、生質材料、廢棄物資源化及高值化、二次原料應用領域開發、二次原料用量提升技術、剩料回收機制等，便於回收再利用之建材，都市廢熱回收。

2. 開發利於材料有效循環之技術、永續設計及新商業模式，產學攜手培育人才，推動產業淨零轉型

透過國營事業綠能研究所、循環材料國際學院及循環材料創新研發中心，串起產業鏈技術成熟度（Technology Readiness Level, TRL）各階段，推動成為全球循環經濟典範中心。以循環經濟科研成果進行科技外交，對具有技術與市場需求的國家進行技術輸出與經貿合作協商。持續推動科學園區實驗教育，並鼓勵產業直接投資高教機構。進一步拓展與深化「教育部補助大學校院產學合作培育博士級研發人才計畫」之相關措施，強化人才與產業鏈結。相關重點科技包括：減碳計量方法學，原料替代技術，零廢閉循環產品設計，材料生命週期管理，農業循環利用與

減碳技術，碳捕獲與儲存及再利用（Carbon Capture Utilise and Storage, CCUS）。

3. 循環經濟政策結合資金激勵措施，健全循環經濟市場機制

利用法規及政策推動、提供誘因及資金激勵措施，導引業者循環利用製程副產物或廢棄物。透過法規調適，賦予水泥、鋼鐵、造紙及石化業重要任務，讓重視 ESG 與名聲的企業樂意公開廢棄物資訊，帶動新創團隊投入廢棄物創新利用產業，加強人工林經營與生產等官民宣傳與鼓勵地方創生，以形塑良性互動的創新生態體系。採取永續投資概念，透過直接（資金協助）、間接（金融措施）兼備模式，帶動資源整合發展。

二、能源轉型

（一）問題與挑戰

1. 我國高度仰賴進口化石能源，造成能源安全及碳排問題，亟需發展低碳能源技術，開發供給穩定的再生能源，推動能源供給結構轉型

2021 年我國能源進口依存度高達 97.44%，以化石燃料為主的發電及能源消費結構，造成高溫室氣體排放量的難題，必須藉由能源技術精進與新興能源技術導入，積極開發新興再生能源及低碳能源利用方式，推動能源供給結構轉型。科研體制亦需透過跨域整合及產學研夥伴關係強化研發成果落地應用。

2. 高再生能源滲透率將使電網穩定度及電力調度成為綠能發展新難題

目前電力供給系統的轉型方向將以高占比的風光發電為主，惟我國電網為獨立集中式供電，易因電壓平衡等問題造成大規模跳電事件，導入能源供給不穩定的高占比再生能源可能加遽電力穩定度問題，系統慣量不足亦會使電力調度瞬間吃緊，因應高再生能源滲透率，必須提升電網彈性及韌性。

3. 為達成 2050 年淨零排放目標，面對綠色供應鏈及碳關稅的挑戰，我國各部門減排目標極具挑戰性且時程緊迫

考慮直接排放及外購電力排放，溫室氣體排放集中於工業、住商及運輸部門。必須導入新科技以提升能源利用效率，開發低成本能源管理系統及監測與量測方法，降低能源需求成長幅度。

(二) 因應策略

1. 開發新興再生能源及低碳能源利用先導技術，打造低碳能源供給系統

研發去碳技術以發展低碳電力供給系統，開發新興再生能源及低碳能源利用先導技術；完善科技布局，利用無法調度的綠電生產本土綠氫，發展前瞻氫氣生產運輸及儲存科技，並完善氫氣供應鏈，強化能源供應安全。

相關重點科技包括：開發供給穩定的前瞻再生能源技術或零碳技術，例如深層地熱、海洋溫差發電技術，透過國際合作開發核融合及相關技術；氫氣及氨氣供應鏈相關技術及應用，如高效能綠電產氫技術、氫氣/氨氣運輸技術、儲氫複合材料、天然氣混氫燃燒、天然氣裂解產氫技術、生物能源與碳捕獲和儲存（Bio-Energy with Carbon Capture and Storage, BECCS）等。

2. 優化電力系統韌性與彈性，發展電力管理數位化及儲能設備，並強化防災能力

提高能源系統韌性以因應未來高綠能滲透率的電力結構，以及提升新能源自主能力，投入儲能與氫氣轉換系統開發研究工作，使未來我國氫能在能源占比預期至少達 10%；並研究創新儲能材料，因應未來我國大量能源存儲的需求。發展電網穩壓與穩頻之彈性交流系統電力電子技術，強化調度綠電所需之智慧電網技術，開發高效能電網級儲能設備及安全提升技術，導入具誘因的電力市場機制，解決綠能高滲透率下因慣量不足或極端氣候事件影響供電穩定性問題，提供各產業穩定的低碳電力以符合國際供應鏈減碳要求，提升產業競爭力。於「再生能源發展條例」及「電業法」等相關法令應提升儲能適用性，推動相關配套措施使儲能業者得與再生能源發電業者合作或獨立售電，使儲能業者或用電大戶設置的儲能系統可加入電力交易市場。

相關重點科技包括：智慧固態變電所技術；先進智慧電網技術，如分散式微電網、資通訊技術賦能的智慧電網技術及分散式電力供給系統；再生能源電力智慧調度技術、彈性交流系統；電網韌性強化技術與防災能力提升；先導性電網儲能技術，如前瞻性電網儲能系統、電池芯優化技術、電池安全性提升技術、固態電池技術、高安全性車用電池、燃料電池、液流電池等。

3. 提升能資源利用效率，降低能源及電力需求成長幅度

發揮我國資通訊技術優勢，運用人工智慧、人工智慧物聯網、數位化技術及大數據資料分析與預測，發展高效率能源與電力管理系統，配合輔助服務平衡能源供需，平滑電力需求曲線，推廣精準用電，降低能源及電力需求成長幅度，並開發低成本能源管理系統及監測與量測方法。相關重

點科技包括：需求面減碳技術，如氫氣還原煉鋼、低碳隔熱建築材料、燃料電池載具、氫能載具、載具用安全儲能技術等。

三、關鍵能資源供應與管理

(一) 問題與挑戰

1. 疫情、戰爭等國際事件加劇供應鏈中斷風險

國際能源總署警告因應氣候變遷相關技術所需的原材料面臨供應挑戰，比起基於化石燃料的同類技術，關鍵礦物在潔淨能源技術需求更多，加上新冠肺炎疫情、俄烏戰爭與地緣政治等諸多因素影響下，對供應鏈安全造成巨大衝擊並產生供給中斷的風險。

2. 我國能資源仰賴進口，易受外在環境及國際事件衝擊國內產業

我國能源如天然氣等多為進口，若進口能源依存度持續攀升，更容易受到外在環境、國際事件與地緣政治衝擊影響而使供給風險提高。依「2021 臺灣 CEO 前瞻大調查」影響臺灣企業的五大風險中，供應鏈風險為第一大風險。另外，受到氣候變遷影響，導致旱澇的規模加劇及頻率增加，更需要做好水資源管理。

3. 缺乏關鍵礦產循環再利用機制，須加強能資源管理以確保關鍵能資源自主能力

臺灣對稀土原材料需求高居全球前 5 位，國內每年進口稀土主要用在永磁馬達之稀土磁性材料、拋光粉、螢光劑、金屬冶金與電池合金零組件等，應用範圍多在能源、電子、汽車、國防與生醫等產業，直接或間接影響新臺幣百億元的產值。加上臺灣半導體與高科技產業大量使用稀土，半導體、資訊與通信科技產品每年需要一千多噸稀土元素，多從中國與日本進口，高度集中在特定國家，地緣政治因素可能對臺灣資訊與通信科技產業產生劇烈衝擊。目前我國缺乏完整的稀土自主資源化產業，缺乏關鍵礦產的供應控制能力。

(二) 因應策略

1. 建構供應鏈安全管理法規架構，完備關鍵能資源供應機制

參考先進國家作法，強化關鍵能資源的供應鏈安全，例如：美國以「國防生產法」支持對潔淨能源發展至關重要的關鍵礦物供應鏈，並宣布官方政策以「加強美國供應鏈的韌性」，成立供應鏈中斷跨部會工作組，解決短期供應鏈中斷問題；科技巨擘蘋果公司開發一系列機器人（Daisy、Dave、Taz）拆解與回收材料再製造（產品外殼採用 100%回收鋁），並建立完全回收材料的黃金供應鏈，以確保關鍵材料管理，使供應鏈更穩定、更彈性並且更符合經濟效益。相關重點科技包括：深度學習（Deep Learning）自動辨識演算法與區塊鏈（Blockchain），協助掌握與

追蹤原材料之存量、回收、再利用成效確保供應鏈安全、資料數據分析技術結合雲端平臺掌控關鍵材料。

2. 開發能資源及材料替代技術，促進產業關鍵能資源循環再利用

產品設計端導入綠色設計及循環回收概念，以實現可拆解、易回收、可重複使用、減少浪費等目的，妥善利用生產過程產生的剩餘能資源（包括副產物或廢棄物），透過再生或資源化技術循環利用。研發結合替代性材料或使用替代資源製程之綠能科技、產品或設備，促進產業轉型，積極發展創新技術與設計，更好地循環再利用關鍵能資源。

3. 發展創新技術、創新設計與培育人才，深化關鍵能資源供應安全，加強產業關鍵能資源自主性

確保關鍵礦物於國內的永續供應，關鍵礦物採購來源多元化並強化儲存機制。發展技術密集二次加工中間產品（關鍵材料），以及高附加價值或成長性應用產品。強化關鍵能資源管理的預應與即時調適能力，例如美國能源部關鍵材料研究所（Critical Materials Institute, CMI）培育人才並發展出二甘醇胺（DGA）配體之新萃取劑，優於目前稀土回收技術。

其次，對材料回收業者提供研發補助、減稅或更大誘因，投入資源研發技術並扶植回收產業，在關鍵能資源供應鏈中實現原物料供給自給自足，促使產業發展、提升產業自主性，並真正落實循環經濟。

此外，以多元面向管理水資源，增加水資源取得來源（海淡水、再生水、伏流水等）、增加水庫蓄水量與智慧節水等。澈底實施逕流分擔與出流管制、建築物設置儲水滯洪設施，以落實保水與節水，都市發展亦從工程與國土規劃面加強水韌性。

相關重點科技包括：非稀土永磁材料與技術；電沉積（Electrodeposition）回收稀土技術；海水淡化節能新技術使效率更好並降低成本，如下一代高壓膜泵；海水淡化配合水庫的枯水期使供水更有效率且節能；發展人工造雨新種雲技術搭配無人機；生活汙水處理為再生水連接供水管（供水調度）；節水方面可以利用物聯網科技管理用水，採用精緻農業用水、修復老舊管線減少漏水狀況，以及偵測用水量以防未知漏水而無法立即處理。

四、氣候變遷風險與調適

（一）問題與挑戰

1. 淨零排放進度緊迫，氣候治理機制需進一步強化

我國刻正將「溫室氣體減量及管理法」修正為「氣候變遷因應法」；然，2050 淨零排放進度緊迫，需提升層級強化氣候治理、增訂氣候變遷調適專章、強化排放管制及誘因機制、促進減量及徵收碳費專款專用等，但仍須積極展開相關法規制度研議，以完善氣候法制體系，作為我國氣候治理（Climate Governance）的發展根基。

2. 氣候與防災相關資訊與策略欠缺整合性，整體調適和預應機制難以在地化

2050 年達到淨零排放為全球共同目標，也是我國目標，目前氣候科學數據及資訊與氣候變遷監控、調適等策略缺乏整合性，不易透過科技與資訊整合運用建立預應機制、強化韌性並引領生活型態轉型。此外，氣候資料與情境模擬模型，常因統計尺度而必須經過結果分析、偏差校正、不確定性分析等品管過程，換言之，需有效轉譯，方能導入臺灣以符合在地需求，進而提供科研發展、防災應變等運用。

3. 極端氣候事件頻繁發生導致氣候風險上升，對人體健康帶來威脅

近年異常氣候發生頻率及強度逐漸上升，不僅導致災害與損失，極端氣候亦對人體健康帶來威脅。因此，面對更加嚴峻的公共衛生挑戰，亟需探討氣候變遷對於健康衝擊相關政策，研議將科技力導入空間規劃、醫療與社會福利等政策，強化防災整備與災後應變量能，全面提升臺灣面對氣候變遷的韌性能力。

4. 氣候相關之數據治理體系需精進，以降低對社會與生活環境之衝擊

新興技術與氣候變遷等挑戰來勢洶洶，以科學與數據為基礎的氣候變遷減緩、調適與永續發展策略涉及監測、預應及大量數據的分析與整合運用，須借力數位科技開展兼備創新、包容與永續之轉型策略。同時須積極推動資料近用，運用大數據分析，協助中央、地方研議有效調適策略及行動方案，優化生活環境，以降低健康及社會整體衝擊。

(二) 因應策略

1. 淨零轉型融入科技發展，以跨域氣候服務驅動氣候治理跨域能量

將淨零轉型概念植基於科技相關法規政策，作為氣候治理發展根基，並以系統性思考，研議跨部門氣候服務需求與整合機制，促進跨域整合協調，提升國家事前減災與防災應變能力。同時，氣候科研發展兼顧在地需求、國際趨勢，確保國家整體科研競爭力。

2. 導入「以自然為本的解決方案 (Nature-based Solutions, NBS)」概念，啟動法規調適與擴充，驅動跨域創新發展，形塑多元治理生態系

加速現行氣候暨能源相關法規調適，並針對未來發展趨勢，積極探討、新增擴充並完備國家氣候法制體系，進行農林碳匯及海洋碳匯之評估、調查、保育及復育行動。同時，以減緩與調適兼備思維，開展行動方案，攜手自然共創解方。

3. 適切科技運用，串連中央地方，優化人居空間，確保國人生命健康，落實生活轉型

運用科技串連各部門需求，推動整合型空間發展策略計畫及氣候健康政策。精進評估與監測技術，減輕災害誘發與影響，提升國家坡地環境安

全。同時，厚植國內永續發展與氣候變遷調適相關學研人才培育，推動淨零永續意識主流化，加速低碳生活轉型，建構永續臺灣。

4. 運用數據驅動，放大我國科研能量與影響力，帶動新興產業發展

創造數位誘因，推動國家基礎設施全面數位化，落實資料近用，強化決策支援與跨域協作，促進國際交流合作。

五、環境資源治理與生態復育

(一) 問題與挑戰

1. 相關環境資訊系統需整合，仍有環境資源或監測資訊缺口

應利用布建的監測點形成監測網，使環境調查與監測資料以較完整且即時方式回傳至資料庫，提升環境相關因應措施採行與管控效率。但環境資源資料庫種類眾多，需建立資訊整合平臺，納入相關的環境調查與監測資料，以得到全面且詳細的環境資訊。

2. 生態環境問題，須儘速進行保育或復育

需進行生態多樣性完整調查，儘速建立國家生物種原庫，進行生態資源的研究、保育與利用。同時，外來物種的侵略對於破壞我國生態形成重大問題，應以教育或是資訊工具辨識等方式，減少外來物種入侵。生態環境遭受外力，例如土地開發需求而破壞，需以法規機制與監控技術進行保護。

3. 高科技產業蓬勃發展，各類新興污染物或化學物質排放對環境造成衝擊

從現在遠眺至 2035 年，新興科技應用發展除滿足民眾和產業需求外，也會產生許多新興污染物，例如衣物材料內之螢光劑、電子元件之阻燃劑等，這些都會造成環境嚴重的污染。此外，我國化學物質由主管機關依使用目的分別訂定法規管理，整合性及完整性應持續強化，對於環境有害化學物質之管理、危害控制與預防，亦需跨部會整合以提高管理效率。

(二) 因應策略

1. 提升資源調查與監測技術，整合資料庫以加強應用效益，並發展海域空間海洋大氣環境及時復原能力

強化環境資訊調查與監測量能，提高對臺灣國土環境資訊與變遷的掌握，並介接國土資訊系統，共用基礎與核心圖資，加速環境資料流通，提高異質資料之整合應用，運用大數據分析方法，加強分析運用。建構資料整合平臺，提升資訊流通效率，完善資料交換與共享。

建立跨部會臺灣海域環境戰略地圖（如海洋大氣、水文地貌、地質、生態與放射性等觀測能量），深入了解海洋與大氣相互影響，發展海域空間海洋大氣環境復原能力，協助我國維持離岸風電、海底電纜等重要系統的持續運作，減少災害因素造成的電力、對外國際通訊中斷等風險。另外

積極發展海洋能源、海底礦物與海水氫能等領域研究調查，因應重要資源封鎖於外的風險。

2. 投入生態保育與復育技術，建構我國生態多樣性資料庫

推動有益生物多樣性的科技研究，發展適用於本土生物的生物技術，投入我國重要生態系相關之復育及保育方法，並評估自然生態工程及其成效，強化生態資源調查、監測、保育及復育。建立生物多樣性資料庫及生態系健康監測評估方式，進行資料管理、保護與建立公開機制。調查並掌握環境害蟲抗藥性變化，監測環境衛生用藥對非目標生物及生態系統的影響，以採用適當防治方法。

3. 運用雲端科技整合環境監測資料，應用智慧化平臺進行系統性的環境監控與管理

運用人工智慧科技、萬物聯網與雲端科技等，發展數位化環境監測、災害防救與監控管理平臺，強化氣候災害預警系統之相關科技研發與服務運用，透過監測數據、申報資料與模擬預測評估災害或污染物的影響範圍，作為緊急疏散的依據，結合具時間序列的監控數據，優化製程或環境管理參數的可能性，並降低環境污染及安全風險。透過跨部會合作，導入智慧化科技有效管理新興污染物及對環境有害化學物質，輔導業者採納可行替代方案。以實際監測分析、排放推估及模式模擬等方式，探討氣候變遷減緩與空氣污染改善措施，對空氣污染排放物種與排放量之交互影響，據以推動兩者之共利措施。建立公民生活風險地圖，透過資料平臺彙整各地區的生活風險數據為整合性風險評估資訊，如噪音、空汙、水污染、海洋污染、游離輻射、犯罪熱點與意外事件頻率等風險數據，強化不同地區的民眾因應風險的能力，減少生活風險與意外的發生機率。

第五節 民主科技體制

國際政治局勢自 2018 年以來，漸朝兩極化的方向發展，不同陣營之間制度與價值分歧日益明顯，儘管內部尚有互賴與分工，惟各國仍競逐科技突破以確保自身的安全與發展。在此局勢下，我國要成為受民主國家信任的重要夥伴，在軍事國防上必須有足以憑恃的「不對稱作戰」能力；在國家安全關鍵產業與技術上佔有不可取代之地位；對外關係要在能「自助」的基礎上得到「他助」，也要積極參與國際活動、協助他國。另外在目前的國際局勢下，主要國家的資料治理模式係由美國、歐盟與中國主導，我國需要在其中取得平衡，達成資料驅動國家整體進步的目標。

為實現上述目標，需從軍民兩用科技、國家安全相關科技布局、資料治理與法制、民主國家科技合作等四項議題，提出因應策略。

一、軍民兩用科技

（一）問題與挑戰

1. 資源不足以投注所有關鍵科技

在我國資源有限條件下，面對當前問題與挑戰，需識別應發展的項目與訂定優先度。例如，由於我國地緣條件不變，隨著地緣政治變化，科技發展方向應強化防衛概念，以布局 2035 年國防科技，並依此探討有助於我國未來國防發展的重點項目。

2. 關鍵新興科技造成的國安弱點

前述關鍵科技雖可成為我國優勢，然也需注意部分國家的優勢領域發展，評估是否成為我國在未來戰場或整體國安上的致命弱點。此外，部分技術在承平時亦能造成危害，如美軍認為小型無人機，就可能因特務人員、罪犯，甚至操作不當造成國安危害。故此，在灰色地帶行動與混合威脅（Hybrid Threats）下，應進一步評估相關問題。

3. 公私部門整合不足

近年，臺灣國防報告書所展示的兩用科技發展成果，主要集中在中科院對民間廠商的技術轉移，為了強化前瞻技術的作為，須與民間強大科技產業合作引入成果甚或相互協助提攜。

(二) 因應策略

1. 善用軍民通用科技合作平臺，提升自主國防科技能力

善用民間資源與能力，發展軍民通用科技合作平臺、促進軍民產學技術合作、加強關鍵技術研究，以提升自主的國防科技能力。此外，應協助產業取得國際認證機制，以利國防產業供應鏈的整合。同時，為強化民間資源及能量的引入，應改變原本的採購、供應與合作模式，尤其需研發合作模式，使我國強大資訊科技產業技術，能回饋至軍事運用上；此方面的努力需要公部門能強化創新能量，因此在傳統的大供應商外，需增加與較小規模的新創公司之合作，且進一步簡化行政程序以強化效率。

臺灣擅長的資通產業、正致力發展之無人載具，以及目前略有基礎的太空領域等，對未來至關重要，是建立公私部門合作模式之重要場域。利用高科技與新興通訊技術規劃無人載具技術與應用發展路線圖，擴大無人載具（含航空、水上、水下、陸上）技術與產業布局，結合產官學研創新與製造技術，加強研發補助、沙盒（Sandbox）、產學研中心與政府採購等機制，促進無人載具產業發展並增進國家安全。

2. 盤點與擬定技術發展的優先順序及國際合作策略

在國家資源有限的情況下，全面盤點與識別關鍵技術的優勢、弱點，以及取得的優先程度。評估相關技術的自行發展能力，將有限資源集中於我國已有優勢、具發展潛力，或至關重要的科技項目；促進公私部門的合作，強化人才的跨領域整合，以及培育人才的學術養成及實務參與等能力；就我國擁有而他國欠缺的關鍵科技，則透過用科技的國際合作，強化友盟國家與我國合作的誘因。

3. 完善公私協力事實查核機制，提升政府應對認知作戰能力

發展「全體社會」（Whole-of-the-society）途徑因應敵對勢力的科技優勢挑戰，以及灰色地帶衝突與混合威脅。面對小型無人機的「武器化」，結合民間企業發展反制系統；面對假訊息與資訊戰的威脅，完善公私協力事實查核機制，發展軍民通用人工智慧導向網通技術，並提升民眾強化數位媒體識讀（Media Literacy）能力，即時應對不實訊息滲透及輿論攻勢，確保民主防衛意志。

二、國家安全相關科技布局（含核心關鍵技術保護）

(一) 問題與挑戰

1. 國家安全相關科技資源應優化配置

政府機關與企業應重視投資研發及開創性技術，積極擴展開發投資的方向。在政府運作機制上，行政院 2019 年執行「非高機敏性國防科技推動計畫」，以跨部會模式進行預算規劃、協調、監督等事務；在跨部會協

調平臺上，國防部、經濟部與國科會共同設置「國防科技發展推行會」，負責「國防科技工業發展方案」研訂、科技工業產能調查、人才培育及運用等任務，其中國科會與國防部共同召集「學術配合發展會報」，經濟部亦與國防部共同召集「產業合作發展會報」。然而，「國防科技發展推行會設置要點」業經國防部於2020年2月28日停止適用，後續可參考美國1993年於白宮設立國家科學技術委員會（National Science and Technology Council），或日本在內閣府成立總合科學技術創新會議（総合科学技術・イノベーション会議）等經驗，持續優化相關機制與任務運作之成效，深化國家安全科技政策決策布局。

2. 國家安全相關科技自主能力可進一步強化

國科會科技小組公告之「政府資助國家核心科技研究計畫安全管制作業手冊」，有農業科技、製造業關鍵技術、航太及衛星科技、海洋科技、先進積體電路設計及製程技術、網路安全關鍵技術等六類³⁴。然特定科技項目之發展路線圖，現行軍民合作、產官學研合作、「國防產業發展條例」有關開發補助、資金（技術）投資等獎勵措施尚須相關單位共同合作，以激勵投資先進科技研發意願，克服國防產業面臨「市場小、外銷少」、不願投資研發等困境，進而促進「科技自主」能力。

3. 國家核心科技之安全治理須強化合作機制

由於中國等其他外部勢力積極透過商業投資、學術合作、「軍民融合」、「千人計畫」等手段，加強取得境外技術，解決關鍵技術發展難題，顯見臺灣有必要建立更為完備的科技安全治理更形急迫。科技安全分布於「國家安全法」、「科學技術基本法」、「營業秘密法」、「國家機密保護法」、「國家情報工作法」等，其中政府於2022年6月修正公布「國家安全法」修正案新增經濟間諜罪，加重竊取國家核心關鍵技術的營業秘密者刑責；「兩岸人民關係條例」修正案，對參與國家核心關鍵技術研究者，亦規範現職及離職未滿3年赴中國須經審查許可；在國防產業安全機制方面，「國防產業發展條例」亦建立評鑑機制、強化人員、設施及資訊等安全管控等機制。惟相關機制各部會須強化上下、平行協調與合作。

（二）因應策略

1. 強化政府於國家安全相關科技資源機制上的配置角色

在國家安全相關科技布局上，建立有效的統合協調機制，涵蓋國家安全相關科技人才、資源與預算等，包含「非高機敏性國防科技推動計畫」及高機敏性國家安全相關科技等，透過跨部會協調平臺，強化國防部、經濟部與國科會共同設置之「國防科技發展推行會」等機制，負責

³⁴國科會（2023），政府資助國家核心科技研究計畫安全管制作業手冊，網址：<https://www.nstc.gov.tw/nstc/attachments/10632523-c3de-41c8-b0b6-ae1fd8fdce>。

跨部會預算規劃、協調與監督等事務，以及科技研訂、科技工業產能調查、人才培育及運用等任務，強化國家決策視野，施展科技發展布局。

2. 投注資源促進國家安全相關科技自主能力發展

建立完備的自主科技研究與發展能量，持續提升國家安全相關科技水準，並積極促進國際合作及人才交流，確保成國際科技產業供應鏈不可或缺的一員。運用統合協調機制，建立國家安全相關科技發展路線圖，整合產官學研創新能量，將科技資源投資在具有發展潛力的項目，例如航太、資訊通訊產業等。善用契機厚植科研能量並培育跨域科研人才，促進國家自主科技發展及強化科技產業優勢。

構築「智慧國防」能力及產業發展，加強人工智慧技術研究、人才布局，並藉軍民通用科技合作機制，整合民間大數據、物聯網、第五代行動通訊技術及資通等技術及製造能量，鼓勵產業投入發展及擴大運用，強化國防產業自主能力。

3. 建立「國家核心關鍵技術」之安全治理機制

建立跨部會、上下整合、容納公民社會參與，符合國際合作所要求的國家核心科技之安全治理機制；科研機構須落實內部管理作為與法規要求，確保科研成果不致外流，關鍵科技的保護亦須受到公民的支持；完善「國家核心關鍵技術層級化保護體系」，強化臺灣產業及技術之保護，爭取國際科技合作的跨國信賴，促進國內科技產業成熟發展，提升臺灣企業競爭優勢，鞏固國家經濟命脈。

三、資料治理法制（含科技產業資安認知）

（一）問題與挑戰

1. 資料治理政策尚需釐清整體理念並接軌國際

資料治理發展應建立整體理念或目標，始能提出相應之策略，同時應確立優先推行或投入資源之主題領域，並且釐清政府、產業市場、社會三方面各自的功能與需要扮演的角色。再者，資料治理政策仍須關注國際因素。目前主要國家的資料治理模式，伴隨國際政治版圖，主要由美國、歐盟與中國主導。中國基本上採取控制資料流通並嚴格限制資料跨境傳輸的作法；歐盟與美國近年雖然在許多數位議題上意見相左，然而近年則有合作對抗中國的趨勢，未來美國的資料跨境流通主張如何與歐盟個人資料保護為主的原則做出平衡同樣是我國必須關注的課題。再者，資料共享利用的關鍵之一即是資料格式與標準，資料標準為資料流通交換之基礎，其發展勢必需要與國際合作，然而目前我國在資料標準的建置與發展上仍在發展中，主要應用領域的資料標準尚未有明確的國際合作措施。

2. 資料共享與利用需統籌機關及更完善的法規指引

我國歷來在資料政策的推動上，係以國家發展委員會之開放資料政策為主。惟資料治理範疇遠大於開放資料，尚包括資料蒐集與產製、處理、分析、保存、近用以及再利用等資料生命週期階段中，對資料定義、應用、監控、規則和權限等事項設下規範，且需確保資料蒐用組織的問責制度，讓公、私部門可在合宜的法規體制下進行資料利用與共享。

然而，目前資料治理所涉及之法規僅著眼於資料保護層面，並無緩解資料共享障礙，以及明確資料治理規範的作法。目前資料共享障礙包括：產製的資料之近用權利與分配不明、缺乏可信賴的資料中介機制、組織議價能力不平等、資料持有者擔心資料遭濫用而缺乏保障、緊急情況下政府缺乏法源依據可要求組織提供資料。另外政府間仍然握有許多有價值的資料，但同樣缺乏明確的規則與措施以供依循。在面臨前述共享障礙的情況下，致使資料生產者、持有者或資料主體無法安心，對於共享資料興趣缺缺，僅做為組織內部使用，造成資料閉鎖於持有者手中，持有資料的組織或個人不會願意釋出更多資料讓業者再利用。

3. 為發揮資料發展效益，尚需精進組織資料治理能量

根據調查³⁵，許多員工在工作上不熟悉資料的處理和使用，對資料的理解以及將資料有效轉化為有用資訊之間存在差距。其次，由於疫情加速產業整體數位轉型，資安風險卻也更甚以往，多元的服務使得資訊安全與風險管控成為許多企業的當務之急，人力市場上資安人才短缺，無法及時因應資安需求。

由於並非所有資料提供者（如資料生產者、資料持有者、資料主體）都有足夠的資料處理、分析與應用的能力，多半仍須仰賴資料服務提供者（如資料中介服務、資料平臺等），才能利用資料並盡可能發揮價值。因此，資料服務提供者的蓬勃發展連帶成為資料生態的重點。然而我國資料服務產業在提供服務時仍有許多挑戰，包括如何確定資料品質、資料交易或交換機制中的權利與義務、如何促成可信賴的資料中介服務生態並確保於資料共享活動中的信任與公平性。綜合言之，資料服務產業因為缺乏相應的治理架構，發展過程中充滿挑戰但尚無明確可遵循的共識，致使發展前景仍未明朗，難以真正成為未來資料治理落實的堅實支柱。

³⁵ Data Literacy Project (2022), Data Literacy: The Upskilling Evolution, URL : <https://www.qlik.com/us/-/media/files/resource-library/global-us/direct/datasheets/ds-data-literacy-the-upskilling-evolution-en.pdf>。

（二）因應策略

1. 發展國家層級資料戰略，確立國家長期願景與推動策略

制訂國家層級資料戰略政策，說明每階段的執行目標及策略，並且定期檢視與滾動修正，透過明確揭示資料治理目標的路徑及推動方式，建構資料治理相關制度，進而落實發展目標。定期擇定重要主題，例如淨零、綠色、教育與醫療等，作為階段性的資料治理重點發展領域，有效發揮資料在公共治理與社會發展過程中的關鍵價值。

透過組織「賦能」共同推動資料治理，促進政府組織、社會組織或企業進行數位轉型，並培育相關人才及完善組織流程，強化資料能力與落實資料治理。

2. 鼓勵社會公益主題的資料治理實作，並發展資料治理最佳實務指引，協助資料生態系累積足夠踐行經驗與作法

以科學研究資料為優先主題，鼓勵社會公益主題的資料治理實作，並發展資料治理最佳實務指引。逐步建立研究資料平臺，推動政府預算資助超過一定比例之研究計畫資料回饋給政府，並透過研究資料開放與再利用之機制建構，促使研究資料符合可近用、可相互操作和可再利用的原則，避免研究資源重複浪費，並使政府預算資助的研究成果與資料能再利用，以充分回饋給國民與社會福祉。

3. 建立可信賴的資料服務治理模式，進而帶動資料生態蓬勃發展

逐步建構資料服務提供者應遵循的原則，並建立管理機制與政策，建構對資料服務提供之治理框架，強化資料生態系發展的信心。

以健康資料為先導主題，立基於憲判字第 13 號判決意旨，建立健康資料運用機制與法規體系，讓健康資料能夠被安心利用，進而發揮臺灣健康數據之優勢，建立生醫韌性家園並成為精準健康連結國際樞紐，並帶動資料生態蓬勃發展。

透過可信賴的資料治理服務，建構人工智慧之資料治理與管理規範，提供高品質資料以供人工智慧發展，打造人工智慧技術研發與應用之資料治理基礎環境，強化資料應用法遵與合規機制，以達成人工智慧發展的資料信任、公平與可解釋性，形成人工智慧整體發展的良性循環。

四、民主國家科技合作

（一）問題與挑戰

1. 須提高國際社會與臺合作之誘因

臺灣迄今尚無法加入重要的國際組織或制度性安排如世界衛生大會（World Health Assembly, WHA）、國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）與區域全面經濟夥伴協定（Regional Comprehensive Economic Partnership, RCEP）等。至於由美國主導的國際合作機制如「印太經濟架構」（Indo-Pacific Economic Framework for

Prosperity, IPEF)，我國仍持續爭取加入，這顯示即使價值與理念相近，在地緣政治越趨對立的情勢下，臺灣仍需更積極地創造與其他國家合作的機會。

2. 民主國家以合作降低對臺倚賴

臺灣在特定產業與技術特別是半導體與電子業，具備相當的優勢甚至不可替代性，台積電更被譽為「護國神山」，在 2022 年 6 月的全球市占率高達 53.6%³⁶。儘管如此，由於兩岸發生武裝衝突甚或戰爭的可能性無法排除，美國與其他民主國家因此試圖減少對臺灣產業的依賴以降低地緣政治風險。易言之，臺灣在特定產業的不可替代，成為美國希望降低對臺依賴的原因。2022 年 8 月 9 日，美國總統拜登簽署規模高達 2800 億美元的「晶片法案」(CHIPS & Science Act)，其中 527 億美元用於補貼在美國境內的半導體製造商從事建設，餘則用於鼓勵新的製造業與科研活動的進行，其目的之一即在降低對臺灣的依賴，分散風險。臺灣在推動國際科技合作時，亦需關注自身優勢與利益的維持。

3. 臺灣國防產業難以投入國際市場

與民主國家進行科技合作之重要目的是確保臺灣的安全與繁榮，而本土國防產業的發展是其中重要環節。在這方面，臺灣部分產業與企業雖具技術優勢，但因國內市場規模不足而又無法投入國際市場，難以進一步發展。臺灣為發展自主的國防能力，需使相關產業可在國際市場佔有一席之地，從而提供持續研發與投入的誘因。在美中科技「分治」的前景下，和先進民主國家在標準上的相互銜接，更是科技合作的前提。

(二) 因應策略

1. 建立符合國際規範之科技安全治理機制，凸顯在不同領域的科研優勢，創造參與民主科技合作之機會

加強參與國際合作的主動與被動條件，主動條件是彰顯自身的科研優勢，被動條件為能和民主國家銜接的制度規章。制定符合國際規範的科技安全治理機制，以利加入民主國家科技倡議與聯盟。參考美國「網路安全成熟度模型認證」(Cybersecurity Maturity Model Certification, CMMC) 要求競標國防合約的企業，需取得一定層級的網路安全認證。此一機制可望擴大應用至其他產業甚至國家，政府將預作準備，推動數位或科技產品的標準化、安全認證與監管系統等。

妥適研修「國家核心關鍵技術」的認定程序與遵行事項辦法，並適度容納公民社會意見，以兼顧國家安全與產業的國際競爭力。我國要凸顯自身在防疫、公衛、對抗中國之網路攻擊與假訊息等領域的成就，善用國際信任，透過加入美國「乾淨網路」與簽署「臺美 21 世紀貿易倡議」

³⁶ 張建中 (2022)，全球晶圓代工前 10 大廠營收連 11 季創新高台積電稱霸。網站：<https://www.cna.com.tw/news/afe/202206200186.aspx>。

的契機，積極參與民主國家科技倡議與聯盟，擴大國際科技合作的面向。

透過法制的強化和公民社會的參與落實關鍵科技的保護、應用科技鞏固與深化民主制度、開啟科技驅動的外交，建構以關鍵科技確保與增進國家安全的策略，進而將科技融入臺灣的地緣戰略。

2. 推動科技外交，提供有利科研人才雙向流動之誘因與機制

建構有利於跨國科技合作的環境，提高其他國家的合作意願。首先盤點核心戰略產業的產業結構與技術能力，制定發展藍圖，並由此釐清具優勢以及仍欠缺的科技。其次，在關鍵領域上保有科技優勢，藉由在供應鏈扮演不可替代的角色，創造他國和臺灣合作可得的利益。第三是以科技外交強化國際鏈結，如爭取於民主國家設立研究機構，鼓勵臺灣學人赴外合作交流，並檢討移民及就業政策，建構友善生活環境，吸引外籍專業人士來臺。

3. 維持戰略產業之技術優勢，建構參與國際合作之實力與環境

建立軍機適航認證制度，聯合法人單位共同發展驗證規範提升驗證產業能力。並針對具潛力且適合臺灣發展的無人機產業，積極建立可與國際接軌的無人機分類、認證與管理等相關制度。

第六節 共通性策略

一、科研體制

建構一個兼具整合資源與包容精神的科研體制，協助減少社會群體與性別差異化，實現公平正義與性別友善之社會生活。落實「跨部會」溝通做為推動政策的核心架構，將產業發展納入政策規劃，建立科研發展的正向循環。透過部會合作跨越政策缺口，協調國家及民間資源的有效分配，建立超前部署前瞻科技之共識及資源投入。本面向共涵蓋以下三大策略：

（一）創新科研體制治理模式

1. 建構性別平權與多元包容的科研環境

強化培育科技女力，支持女性從事 STEM 領域學習與研究。建立代表性女性科研模範，強化女性於此領域歸屬感，以有效增加 STEM 領域女性人數，提升我國科技發展與競爭力。跨部會合作建立對話，納入公民參與的機制，解決國民生活重大議題。公開徵集科技協助社會的應用計畫，透過社會效益重於經濟效益之科技計畫補助方案，改變評估指標以鼓勵業界投入。配置固定科技預算，用於解決迫切社會需求及研發所需之普惠科技。如健康與照護、文化平權、縮短教育落差、提高資源與能源自主率、大規模災害因應等。

2. 加強部會協作共創，提高科研效率的靈活體制

建立跨部會科技政策溝通平臺，以國家宏觀視角，研擬科技策略布局，強化國家科技政策與社會、經濟、產業與環境等面向的關聯，妥善融合部會任務，共商規劃國家科技策略、整合資源、協調跨域科技計畫目標及研議相關法規。面對各項複雜議題，以科技為體、跨部整合為用，建立跨部會、上下整合模式，提出創新與敏捷的行動方案。

（二）深化科研體制的基礎架構

1. 善用公共科研機構，支持前瞻技術發展

以國家層級科研平臺支持早期階段的科技發展，自計畫概念階段即納入產學研界意見，以當前產業遭遇之技術瓶頸與需求做為研究構想，透過產學研夥伴合作，強化技術成果落地，將產官學研共同發展科研產業化聚落，形成區域創新樞紐。

2. 推動資料治理指引，堅實產業應用基礎

以資料做為驅動科技發展的核心，制訂國家層級資料戰略政策，揭示資料開放、利用與監管之目標、實踐路徑及推動方式。推動政府預算資助超過一定比例之研究的資料回饋給政府，並透過資料開放與再利用之機制，使國家科研成果與資料能再利用，以回饋社會並創造福祉。

3. 深化跨域對話與溝通，強化產學研合作模式

加強科技政策與產業及社會需求的連結，以落實科技普惠的核心理念。重視各方利害關係人的對話，如落實公民參與及深化產業協會溝通與交流，以完善重點科技發展策略。開展各類公私協力模式，邀請民間企業加入，讓公私資源整合得以敏捷組隊與快速試錯，以推動臺灣科技轉型，落實科技創新。

(三) 妥善配置國家資源，轉化國家科研成果

1. 規劃長程科研政策指引，完善前瞻科研計畫管考

建立以嚴謹循證分析為基礎的選題與執行能力評估機制，篩選出未來10-15年最能符合國家發展利益的前瞻科技，確保國家中長期關鍵科技發展獲得適當的資源配置。妥適規劃政策長期指引，帶動多項科技與產業進行長期研發，例如可配置一定比例的跨部會中長期科技預算，採用目標導向及階段達成度的管考，搭配計畫退場機制，完善計畫管考流程。

2. 投資研發長程高價值科研領域

可由投資研發取代補助研發，並納入利潤分享機制，藉此穩定國家中長期科研發展資源。另一方面可提高吸引國際友善及互信之團隊或資金參與之誘因，共同參與符合我國戰略需求的高價值科技研發；且引導國內外資金，以活化高價值科研成果投入與應用。

二、創新能量及創新生態系

受到全球政經環境的快速變化，去全球化趨勢加劇，未來須立基臺灣競爭優勢，以國產自製為優先，累積科研創新能量，在特定技術上發展短鏈優勢，同時要以人為本並搭配適當科技，回應社會、經濟與環境的需求，建立彈性資源整合的創新生態系，以及強化科學園區與在地的融合，加速數位與淨零雙轉型，並促進產業多元化。本面向共涵蓋以下三大策略：

(一) 健全產業供應鏈

1. 立基臺灣科研優勢，扶植下世代新興產業

對焦國內外發展需求與我國產學研技術能量，並落實產業盤點，識別未來可發展的科技項目，制定科技項目發展路線圖，透過長期旗艦型計畫，扶植具備發展潛力之新興產業，或投入產業規畫研究引領創新研發，帶動下世代新興科技的萌芽起步，再讓新興科技產業回歸市場機制。例如建構衛星、地面設備、火箭、相關服務等完整生態系，開發符合我國衛星與次世代通訊核心技術，扶植產業建立量產製造實力與系統整合能力。

2. 鏈結國際創新能量，強化我國供應鏈韌性

從單點引進轉化為國家整體性布局，促成國際大廠研發能量及其數位營運平臺在臺扎根，吸引其在臺灣進行研發整合與人才培訓，並引導臺灣上下游供應商平臺串連或系統聯網，以臺灣為試驗基地及供應鏈整合的起點，讓臺灣成為民主國家前瞻製造業供應鏈的整合聚落。成立國際級次世代戰略科技實用化基地，提供世界級基礎設施，槓桿優勢產業資源，吸引國際研發人才來臺進行半導體、量子科技等開發與應用加值，並提升臺灣在次世代戰略科技之自主性與國際地位。

3. 優化跨域協作機制，發揮資源整合綜效

透過跨域合作機制及平臺，加強公私部門的橫向整合，簡化行政流程以強化效率，促進中小企業及新創的合作，例如可參考美國資料共享平臺之作法，透過先導計畫建立示範案例，展現在保障資料安全性的同時，透過資料共享帶來的效益，提高民眾對資料開放的信心。

(二) 穩定科技預算，落實社會公益需求

1. 投入長期科研經費，預應未來國家需求

使數位、生醫和淨零轉型等科技應用，能夠落實公平正義原則與促進社會經濟發展，每年度投入必要擴大與深化科技與社會跨領域研究，培育跨世代研究人才和研究團隊，建立科技與社會研究中心，並由中心串連各大學的研究網，對於重要科技應用的倫理衝擊與法規制度擬定、健全產業發展生態體系、社會經濟與政治影響評估，以及社會安全制度建置，進行系統性前瞻研究，提出以證據為基礎、具有創新性、且能發揮實質效益之政策規劃建議。

國防部所策定的「國防科技發展指導」，依近、中、遠程研發目標建案，穩定投入科研預算，選定如航太載具、精準導引、雷達、通訊、水下偵資及資安防護等先進關鍵技術進行發展，並掌握美國、日本與歐盟加強國安有關科技發展布局的契機。研議至少一定比例的經費，動員社會各界參與科技發展方向的制定，發掘迫切社會需求及研發所需關鍵科技，公開徵集科技協助社會的應用，並納入公民參與的機制，解決國民

生活重大議題，例如透過科技建立在地老化的服務系統，由一對一照護改成一對多，以有效運用照顧服務者的資源。

2. 提升公民參與意願，增進公私協力關係

透過公民參與了解社會需求，以我國科技發展優先議題為公私合作夥伴計畫主題，鼓勵產業代表或學研機構等具專業領域領導地位的組織參與。例如：設立轉型基金或提供經濟誘因，使能源轉型過程兼顧公平正義原則（譬如協助中小企業得以合理價格購得綠電憑證），有效溝通以助於達成共識，促進公正的能源轉型；強化溫室氣體減量誘因，提高產業參與意願，取得社會之共識及支持，以實現 2050 淨零轉型；推動區域淨零轉型聯盟，建立公私協力夥伴關係，鼓勵資訊共享，啟發和促進公眾認知氣候變遷和環境劣化的威脅、挑戰及因應方式。

（三）加速科學園區轉型

1. 發揮創新樞紐角色，帶動產業升級轉型

推估次世代新興科技產業的市場人力需求與技能，並配合新興科技產業的發展進行動態調整，以優化園區創新生態系統，共創產業、城市與社會創新的整體解決方案。從既有優勢配合未來重要趨勢，發展下世代科學園區，並帶動其他類型園區協力推動前瞻產業，營造創新生態系統，加速創新驅動社會變革。

2. 順應全球淨零趨勢，建立綠色永續生態系

對焦 2050 淨零排放目標，建立分散式綠色能源數位管理系統，以園區等級儲能、再生能源系統為核心，打造園區虛擬電廠，確保重要科技產業生產不中斷。

三、人才培育

面對地緣政治與國際對抗風險成形，淨零碳排與環境永續已成全球趨勢，以及高齡少子化與高階人才需求，須加強創新人才培育，來因應科技產業趨勢需求，形塑跨域整合與高專業素養之人才，藉由公私協力投入多元學習與訓練管道，培育國家經濟轉型重要人才，並透過國際合作與國際人才延攬，以布局前瞻科技能量與人才發展，提升我國在次世代戰略科技之自主性與國際地位。本面向共涵蓋以下三大策略：

（一）創新賦能跨域人才培育

1. 運用數位化資訊工具，縮短教育落差

針對不同族群、性別、世代與學習能力的學生提供客製化教育，依照學習條件和特質，透過數位載具運用數位教材個別化差異化學習，教師能依成效回饋結果進行協助和輔導，並藉由數位學習方式開放教育資源，以進行遠端教育學程，縮短教育落差，例如：建立學生個人學習支持系統和大規模線上課堂。

2. 厚植科研能量與培育基礎科研人才，強化人才的跨領域整合

透過大型星系計畫、學研單位訓練與槓桿國際人才等厚植科研能量，並培育新興科技相關基礎科研人才，提升年輕學子對基礎科學研究與技術研發創新的熱情，以充實我國科技領域發展所需人才庫，並強化人才跨領域整合，例如：培育我國量子、太空、衛星、次世代通訊、數位、能源轉型與淨零轉型等領域發展所需人才。

3. 透過公民科技，增進群眾參與智慧

建構社會創新觀測平臺，透過公民科技主動蒐集與推播社群方案與進展，整合即時資料，提供民眾更多開放資源與資料，使大眾熟悉各種資通訊技術與適當科技，使全國性公民團體具資料應用能力且具數位職能的成員，可應用數位與數據科技診斷群眾需求，並利用適當科技普惠公眾。

(二) 公私合作投入彈性多元人力資本投資

1. 設立教育訓練平臺，延續人才專業價值

藉由公私合作，設立數位教育、職業訓練及終身訓練平臺，連結相應產業需求，提供就業銜接，延續相關人才專業價值，並透過培訓與相關技能認證，提高人員專業能力與生產力。

2. 成立產業國際人才培訓基地，協助國家產業轉型

檢視臺灣的產業結構，扶植培養企業相關技術人才，並促成國際大廠研發能量及其數位營運平臺，在臺成立研發整合與人才培訓，並結合我國相關科技優勢與配合高等教育資源運用，成為我國與服務新興國家產業經濟轉型的重要人才基地。

(三) 強化國際合作與人才延攬留用

1. 策略性國際科研合作，吸引國際人才知識交流

透過與可信賴夥伴策略性國際科研合作，參與和投資新科技研發計畫，並提供世界級基礎設施，吸引國際人才進行經驗傳承與專業知識交流，提升臺灣新興科技研發能量。

2. 建立海外人才服務平臺，創造完善環境與攬才機制

建立海外人才服務平臺，與國內產業合作創造工作機會，緊密吸引與連結人才，並提供就業與生活協助，同時健全我國生活及育兒環境，完善攬才與留才機制。

四、國際合作

於美中戰略競合、地緣政治風險下，盤點我國優勢科技領域，接軌國際法規與標準，針對可信賴的國際夥伴建立長期合作關係，並提高我國關鍵能資源自主性，以及減少國際資源供應波動影響，本面向涵蓋以下三大策略：

(一) 積極鏈結國際市場與資源

1. 立基優勢科技領域，尋求策略性國際科研合作

持續關注國際間的經濟合作倡議，例如印太經濟架構或臺美日韓的「Chip 4」晶片聯盟，在此基礎上槓桿資源且深化發展，透過與可信賴夥伴策略性國際科研合作，共同掌握全球商機。

2. 吸引國際資金來臺，協助新創開拓國際市場

補助一定比例或金額的研發經費或股權資金，促進跨國企業聯合我國新創投入共同研發，開拓國際市場，以及吸引國際創投參與我國初期新創募資，並協助我國新創鏈結海外市場。

(二) 建立國家級科技國際合作戰略

1. 建立跨部會科技國際合作平臺，妥適配置資源

建立科技國際合作跨部會協作平臺，校準各部會國際合作戰略目標及整合資源，從國家中長期發展戰略角度出發，擇定關鍵國際合作研究課題，妥適配置資源。

2. 培養科技自主能量，減少地緣政治風險

辨識關鍵技術的重要及優先程度，透過國際合作方式強化我國較具發展能量的科技項目，並促進民間企業投入發展，以建立培養科技自主的基礎能量。

(三) 接軌國際法規與標準

1. 協助新興產業接軌國際，提升產業與科研發展規模

協助新興科技產業接軌國際標準，將臺灣作為亞洲新興科技產品檢測的重要基地。同時透過如數位或科技產品的標準化、安全認證與監管系統等作為，建立進入國際安全供應鏈的基礎。

2. 接軌國際資料標準，提升經貿安全穩定

推動我國資料標準接軌國際，以利跨域資料的交換及整合，以作為後續的資料分析及應用。梳理我國資料治理中與資料跨境傳輸有關之政策選項，從民主體制、社會發展與經濟貿易等面向釐清我國所涉利害權衡，確保我國相關政策選項與友盟國家接軌，並以我國利益為優先的前提下發展相關政策。

五、法規架構

面對科技創新的快速發展，傳統法規架構形成阻礙科技快速突破的框架。因此，邁向 2035 科技發展遠景的科技法規架構，必須兼具包容彈性與科技安全。要廣納公民參與，提高社會接受度以及民眾對於科技發展的支持。同時，針對既有法規進行檢視與調整，增加配套措施，實現公正轉型。此外，還要建構以資料經濟為主體的完整資料法制，透過資料的開放與共享，加速科技發展。

(一) 調整既有法規來減低新科技衝擊

1. 推動現有的法規配套措施，驅動產業升級轉型

對焦淨零目標從「廢棄物脫鈎」的角度調適相關法令，給予廢棄物新的價值；於「再生能源發展條例」及「電業法」等相關法令推動配套措施，驅動國內儲能產業發展，並制定氫能及氨能等之運輸、儲存規範與標準。

2. 賦予法規適用彈性，鼓勵處新科技落地應用

因應新興科技帶來的社會衝擊，以新觀點審視勞動、經濟與科技等相關法規作用，適時進行調整，同時賦予新興科技更多的產業韌性來對抗發展風險，例如創新科技帶來的創新服務模式落地應用。

(二) 建構創新科技法規架構

1. 透過資料治理立法，提供社會轉型指引

透過資料治理的立法建立信任基礎，建立社會的信任，促進社會討論共識。以法規緩解資料共享障礙，包括明確產製的資料之近用權利與分配、衡平組織議價與競爭能力、賦予組織與商業利益有關之資料一定法律權利保障、緊急情況下政府可要求組織提供資料之法源依據等。針對科學研究計畫的資料，建立明確的規則與流程措施以供依循，在一定的保障措施下讓更多政府資料與科研資料可以被再利用。

2. 透過立法推動資料賦權，釋放資料價值

推動資料賦權之法律治理工程，包含數位金融科技、智慧醫療數據等，透過完整的資料治理法規架構，放寬資料使用限制，釋放資料價值，開發更多創新應用。

第五章 結語

邁向「前瞻創新、民主包容、韌性永續」的 2035 科技發展遠景，需要善用科技的力量，引導臺灣克服各種艱困挑戰，一步步完成經濟、社會、環境與政治的深度轉型。除了繼續維持現有優勢科技的穩定投入外，更要針對足以改變未來的前瞻科技超前部署，厚植臺灣的科研基磐並帶動經濟轉型，並針對具有人本價值與包容精神的適當科技，加以重視以實現臺灣社會的公正轉型，同時積極投入永續發展的環境科技，進而大步邁向 2050 的淨零轉型，加速國家安全科技的發展步調，確保民主價值的鞏固與延續。

為了具體落實「推動性別平權、普惠及適當科技」、「深耕基礎科學、布局以社會需求為導向的技術研發」、「尖端戰略科技及自主國防產業」、「開放、安全、可信賴的資料治理體制」、「全產業加速數位、淨零雙轉型」、「韌性社會基礎設施建置維運及研發」、「軟體、服務業技術創新轉型」、「發展高階製造中心及下世代製造業」、「開創民主與科技驅動的總體外交戰略」、「開放創新人才培育、職業技術培訓制度」等十大總體目標，前文已分別在社會、科研、經濟、環境、政治及戰略面的 STEEP 架構下，提出具有在地思維的因應策略，在此再次簡述如下。

一、社會面

透過社會科學研究展現科技之前瞻價值，開創不同族群的友善發展環境，讓每個人獲得充分的學習機會與能力，同時發展彈性多元，且共同參與能力培養的教育制度，落實國家安全保障。透過民眾需求面的分析與管理，進行各項制度創新，實現文化平權，進而推動普惠共享、成本共同負擔的社會公正轉型。

二、科研面

強化次世代半導體、精準健康與量子科技等關鍵技術的自主研發能力；將衛星及次世代通訊的技術優勢轉化成為產業優勢，並前進國際市場；加速開發適合在地環境特色的新興能源科技。

三、經濟面

增強我國產業發展韌性與經濟創新能力，面對在地化短鏈供應型態，推動科學園區數位及淨零雙轉型，帶動在地城鄉發展需求；發展以資料驅動的經濟及信任科技，作為數位經濟與虛擬經濟的發展基礎；投入淨零科技產業創新，因應國際間強化溫室氣體管制所帶來的減碳需求。

四、環境面

我國因應氣候風險、綠色供應鏈要求，以及關鍵能資源供給瓶頸等挑戰，需加強部署去碳科技，促進能資源循環利用，並發揮資通訊及數

位科技優勢，強化氣候治理、提升防災之量能，進而建構穩健、可靠與可負擔之能源供給韌性體系。

五、政治及戰略面

我國要成為受民主國家信任的重要夥伴，在軍事國防上必須有足以憑恃的「不對稱作戰」能力，因此國家安全關鍵產業與技術實有不可取代之地位，另外需積極參與國際事務，接軌民主國家陣營的資料治理模式及標準，進而在對外關係上能在「自助」的基礎上得到「他助」。

此外，還要透過五項共通性策略，厚植國家的整體科研基盤。

一、科研體制

有效運用民間科研潛力，推動系統性跨部會合作，提升資料分析能力與資料透明性，以促進公民及產業參與科研體系，並依據我國在地特色與優勢重點推動淨零產業、能源科技與量子科技，建立超前部署前瞻科技之共識並積極投入資源。

二、創新能量及創新生態系

打造具開放精神的創新生態系，厚植科技研發的創新能量，以自製為優先目標，在特定技術上發展短鏈優勢，同時要以人為本並搭配適當科技，解決應用瓶頸，建立彈性資源整合的創新生態系，以及強化園區聚落差異性，建立園區內循環經濟生態系及促進產業多元化，建構出科技自主的產業環境。

三、人才布局

透過長期科技政策培育我國相關科技跨域人才，將我國科技優勢延續至新興科技領域，以應對各種轉型機會，並以此強化多元彈性人才職能，在有限的人力資源下，提升與國際社群的技術合作，打造完善且具競爭力之環境，同時吸引國際優秀人才。

四、國際合作

多方開展能夠維持科研優勢與自主性的國際合作，考量美中戰略競爭、地緣政治風險，應盤點我國優勢科技領域，以及接軌國際法規與標準，針對可信賴的國際夥伴建立長期合作關係，並提高我國關鍵能資源自主性，減少國際資源供應波動，透過鏈結國際市場與資源來壯大臺灣。

五、法規架構

建立對創新科技具有彈性適應力的法規架構，針對既有法規進行檢視與調整，並且增加配套措施，同時需建構以資料經濟為主體的完整資料法制，透過資料的開放與共享推動開放科學。另外提升公務人員的法律職能，讓科技發展與落地應用不會受制於既有的法規框架，使科技發

展充滿無限的可能。

在科技發展的路徑上，我們需要建立一個具開放精神的社會來支持創新，維持穩定的民主體制來落實包容，推動跨域共融來實踐環境永續，要以前瞻的視野來布局科技，領航臺灣持續進步。未來政府將以本期白皮書作為推動科技政策之基礎，整合並妥適配置資源，透過跨部會協作，逐步落實各項策略，引導科技發展，克服各項困難與關鍵挑戰，讓科技驅使臺灣深度轉型，實現「國家安全、社會安定、人民安心」的理想生活，邁向「前瞻創新、民主包容、韌性永續」的未來遠景。