

# 美國國家報告

## 一、前言

美國位於北美洲的聯邦制共和國，由 50 個州所組成的國家，為全球最大的經濟體。它擁有來自世界各地的大量移民，融合眾多文化和族群，是世界上民族和文化最多元的國家之一。也是全球第一大進口國和第二大出口國，也是最大的消費市場。其國土的地形與氣候複雜多變，生物多樣性齊全，是多種野生動植物的主要家園。長期以來在全球的經濟、軍事、教育、科學研究和技術創新、航天及醫療技術等方面，皆發揮極大影響力。

### (一) 國家概況

美國是由 50 個州組成國家，其領土包括美國本土、阿拉斯加和夏威夷群島，國土陸地面積約 915 萬平方公里是北美洲的第二大國，全球第四大的國家。根據美國人口普查局（United States Census Bureau）調查，2020 年美國的人口約為 331,449,281 人是僅次於中國和印度，世界第三多國家。另外，美國也是天然資源豐富的國家，境內有儲存豐富的天然資源包含煤礦、稀土、天然氣、石油等，其中天然氣產量占全球總量的近四分之一，以及鋼鐵的產量佔世界的十分之一以上。

根據國際貨幣基金組織（IMF）和世界銀行的統計，美國 2022 年人均 GDP 約為 65,000 至 68,000 美元，占全球經濟的 25.4%。若是按購買力平價計算，是僅次於中國的第二大經濟體，約占全球經濟的 15.6%。美國同時也是世界第二大工業國，在傳統工業上如鋼鐵、汽車、機械、軍火、飛機等技術佔有重要地位，其中汽車產量佔世界五分之一。美國在電子工業也具有領導地位，擁有半導體元件的核心技術，且有完整的設計生產能力，是仍目前高科技晶片的重要出口國。

	人口	人均 GDP	政府教育 經費總額	科研經 費	科研經費 投入 /GDP(%)	高科技出 口值/製 造業產值
數值	331,893,76	63,206	6%	8060 億	3.46	19.89
單位	人	美元	% of GDP	美元	(%)	(%)
年度	2021	2020	2020	2021	2021	2021

資料來源：World Bank, World Development Indicators, IMD World Competitiveness Yearbook, OECD.

### (二) 國家指標

根據瑞士洛桑管理學院(International Institute for Management Development,

IMD)公佈的「2023年IMD世界競爭力年報」(IMD World Competitiveness Yearbook)統計顯示，美國2023年的世界競爭力排行第9名相較於2022年的第10名上升1個名次。其中「經濟表現」仍維持第2名；「政府效能」則為第25名相較於2022提升2名；「基礎建設」和「業務效率」分別是第6、地14名。同樣由瑞士洛桑管理學院(IMD)公佈「2023年IMD世界人才競爭力」排名，美國整體人才競爭力排名15，其中「創新發展」則排名14，對於人才「吸引力」排名9都顯示美國對於人才之重視。根據「2022年IMD世界數位競爭力」，美國排名第二，主要技術因素下降幅度最大，主要是發現、理解和建立新技術所需的專業知識方面還有很大的改進空間。

美國仍是目前世界上經濟和科技的強權國家之一，除了穩健的基礎設施、新興科技具備專業技術、加強人才培育、政府大量資源投入等等，使美國維持世界排名前段班。

報告名稱	名次	年度	說明
IMD 世界競爭力	9	2023	美國2023年的世界競爭力排行第9名，較前一年上升1個名次。四大指標中「經濟表現」排名第2名，其餘三個指標「政府效能」、「基礎建設」和「業務效率」分別是第25名、第6、地14名。
IMD 世界人才競爭力	15	2023	美國整體人才競爭力排名15。其中「創新發展」則排名14，人才「吸引力」排名9
IMD 世界數位競爭力	2	2022	美國排名第二，主要技術因素下降幅度最大，其中針對新技術專業知識，仍有很大的改進空間
數位政府	5	2022	美國在早稻田大學2022年國際數位政府評比的64個經濟體中排名第5，相較前一年下降一名。
全球創新指數	2	2022	美國在2022年GII 81項創新指標中的15項得分全球最高，包括全球企業研發投資者、創投投資者、大學品質、科學出版物的品質和影響力以及企業無形資產價值。

## 二、政府科技治理架構

### (一) 治理體制<sup>1</sup>

美國聯邦政府為立法、行政和司法三權分立制度的國家，採用代議制民主模式。基於憲法將其權力分別授予國會、總統和聯邦法院。國會由眾議院和參議院兩個議院組成，眾議院的議員由各州的人口比例分配，主管制定稅收和財政政策等；參議院為每州兩名，主管審議總統提名的高級官員和國際協議。行政機構由總統領導，總統是國家的最高領袖，負責執行法律和制定政策。政府的各個部門和機構（如內政部、財政部等）負責實施總統和國會的 policy，並管理特定範疇的事務。司法機構由最高法院和其他聯邦法院組成，負責解釋和適用法律。最高法院由總統提名並經參議院確認，負責審理重大的憲法和法律案件，對法律進行解釋。

#### 1. 科技政策規劃單位

此外，美國總統行政辦公室下另設置科技政策辦公室(Office of Science and Technology Policy，簡稱 OSTP)、美國總統科學技術顧問委員會(President's Council of Advisors on Science and Technology，簡稱 PCAST) 及國家科學技術委員會(National Science and Technology Council，簡稱 NSTC)。由 PCAST 提供政策或技術上的建議，NSTC 協助各部會間的協調，OSTP 負責政策的落實與統籌各單位。科技政策相關幕僚組織任務說明如下：

(1) 科技政策辦公室(Office of Science and Technology Policy，簡稱 OSTP)，為美國政府科技政策相關的執行機構。職責包括就涉及科學和技術的問題向總統提供政策制定和預算發展建議。

(2) 國家科學技術委員會(National Science and Technology Council，簡稱 NSTC)，是美國政府協調科學和技術政策的主要機構。職責包括協調美國政府在科學技術領域的工作，以及促進美國政府在科學技術領域的投資和創新。其底下包含下列六個主要的委員會：科學和技術部門、環境、國土安全和國家安全、科學、STEM 教育、技術。

(3) 美國總統科學技術顧問委員會(President's Council of Advisors on Science and Technology，簡稱 PCAST)，成員由美國總統自產業界、學術界和非營利組織等傑出人士中指派。PCAST 以實證科學為基礎，就經濟、勞工權利、教育、環境、公共衛生、和國土安全等領域的向總統提供政策上的建議。

---

<sup>1</sup> The white house. (2023.10.23 查詢). <https://www.whitehouse.gov/about-the-white-house/our-government/>

## 2. 歷年科研經費總額(2012-2021)

	2012-13	2014-15	2016-17	2018-19	2020-21
科研經費	20,686	30,398	32,220	59,815	75,684

單位：百萬美元

資料來源：OECD

### (二) 科技政策

在第 117 屆美國國會通過一系列重要法案，包括基礎設施投資和就業法案、晶片和科學法案以及降低通膨法案，並提供數千億美元資金的研發支持，特別是在潔淨能源和半導體等產業發展方面。此外，美國 2022 年發表「人工智慧權利法案藍圖」，檢視對 AI 領域發展之規範，以及不當使用 AI 所造成危害之保護措施相關的法令與政策未完善之處，作為指引未來政策之制訂方向。

#### 1. 兩黨基礎建設法案(Bipartisan Infrastructure Law, BIL) <sup>2</sup>

2021 年 11 月 8 日通過兩黨基礎建設法案(Bipartisan Infrastructure Deal)，以強化美國對極端天氣和氣候變化的抵禦能力，同時減少溫室氣體排放，擴大對潔淨飲用水的供應，建立潔淨能源與電網等。以實現拜登總統的目標，包括 2035 年實現 100% 零碳電力，2050 年實現零碳經濟等，同時創造就業機會，降低成本，以促進經濟發展及環境正義。此外，還包含在交通、電動車基礎設施、潔淨校車等方面的具體投資和舉措，以應對氣候變化和環境挑戰。主要投資項目如下：

(1) 交通運輸：斥資 660 億美元來現代化和擴建全國的交通和鐵路網絡，通過修復、升級和現代化的方式來減少溫室氣體排放，包含更換為潔淨、零排放的車輛，同時也將惠及有色人種社區，提供更多公共交通選擇。

(2) 電動車基礎設施：投資 75 億美元建設電動車充電網絡，並將特別關注偏遠、弱勢的社區，以加速電動車普及與強化應對氣候變化能力，並支持國內製造業就業。

(3) 潔淨能源校車：提供超過 50 億美元採購低碳或零碳公車及校車，同時帶動對美國製造的電池和車輛的需求，創造就業機會並支持國內製造業。此外，也幫助超過 2500 萬名孩子和成千上萬名校車司機免於空氣汙染禍害。

(4) 現代化基礎設施：分別投資 170 億美元與 250 億美元於港口及機場基礎設施

---

<sup>2</sup> The white house, FACT SHEET: The Bipartisan Infrastructure Deal Boosts Clean Energy Jobs, Strengthens Resilience, and Advances Environmental Justice. (2021.11.08). <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/11/08/fact-sheet-the-bipartisan-infrastructure-deal-boosts-clean-energy-jobs-strengthens-resilience-and-advances-environmental-justice/>

現代化，以解決維修和維護問題，並推動電氣化和其他低碳技術，以減少港口和機場附近的擁擠和溫室氣體排放。

(5) 災後復原力：投資超過 500 億美元來保護免受乾旱、高溫和洪水等氣候變化和網絡攻擊的影響，以確保美國社區的安全，強化基礎設施對氣候變化和網絡攻擊的抵禦能力。

(6) 潔淨飲用水：投資 550 億美元，擴大對所有美國家庭的潔淨飲用水的供應，汰換含鉛管線，並協助清理危險化學物質 PFAS（全氟/多氟烷基物質），將促進高達 1000 萬美國家庭和 40 萬所學校和兒童護理中心獲得安全飲用水的機會。

(7) 歷史殘留污染：投資 210 億美元，清除超級基金(Superfund)和棕地(Brownfield)遺址、回收廢棄礦井，以及封堵廢棄油氣井，以修復環境損害，解決危害社區公共健康的殘留污染問題，創造高薪工作機會，推進環境公平正義。

(8) 潔淨能源傳輸和電網：投資超過 650 億美元，升級美國能源基礎設施，包括建設數千英里的新型、具有彈性的傳輸線路，以便擴大可再生能源的應用。此外，創建新的電網部署機構（Grid Deployment Authority），投資於先進輸配電技術的研發，以提供靈活韌性的智慧電網技術。同時，法案還將投資於先進核能、碳捕獲和潔淨氫能等下一代潔淨技術的示範項目和研究中心。

## 2. 2022 晶片和科學法案(The CHIPS and Science Act of 2022 )<sup>3</sup>

2022 年 8 月通過 2800 億美元的「2022 晶片和科學法案」(The CHIPS and Science Act of 2022)，以促進美國半導體的研究、開發和生產，並確保美國在汽車、家電到國防系統等應用技術的領先地位。法案主要分為「半導體製造、研發與人才培育」及「國防與技術安全」，其中「半導體製造、研發與人才培育」領域的投資金額高達 527 億美元，同時也提供半導體製造和相關設備資本 25%投資稅收抵免的優惠措施，並促進科技創新、區域經濟發展以及全民參與 STEM 教育的機會與平等。

在「國防與技術安全」領域則主要投入 15 億美元發展先進通訊技術，以提升美國在無線技術及其供應鏈方面的領導地位。為擴大基礎和應用研究，美國國家科學基金會(NSF)將設立一個技術、創新和合作夥伴關係指導委員會，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，並加強研究和技術的商業化，及確保美國製造。另授權商務部 100 億美元投資與建立 20 個區域創新和技術中心，以促進區域經濟增長和發展。

---

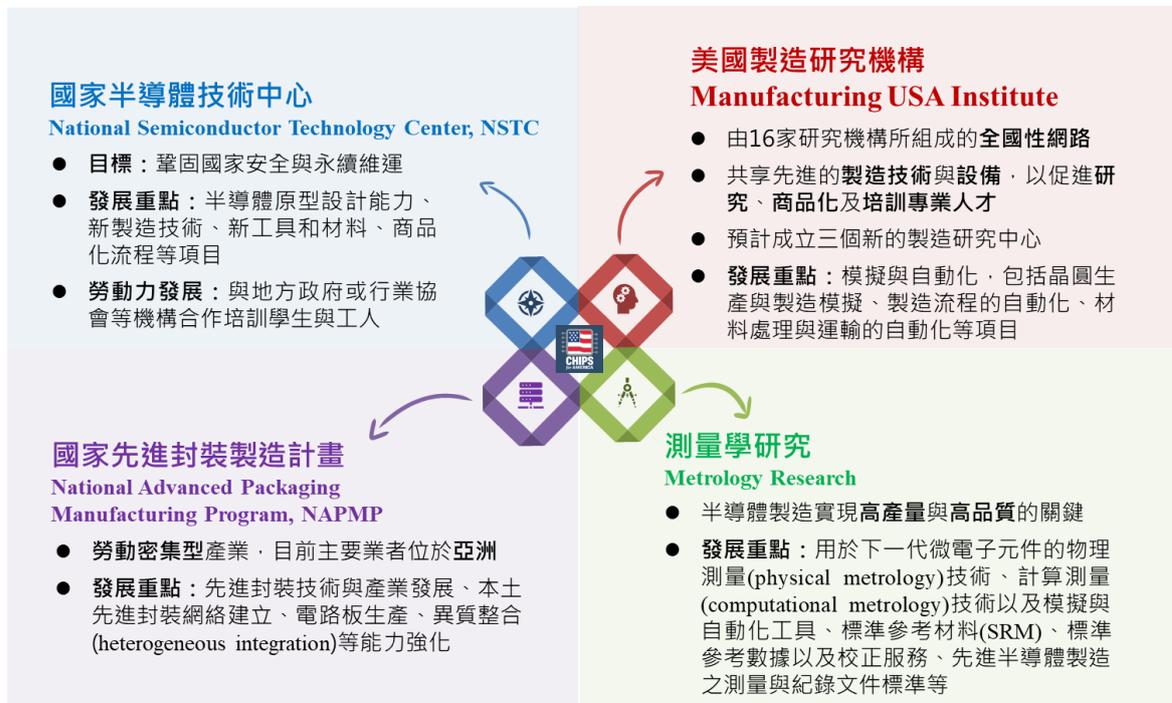
<sup>3</sup> The white house, FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China. (2022.08.09). <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>

2022年9月，美國商務部發布了 A Strategy for the CHIPS for America Fund 策略文件，制定 CHIPS 計畫的實施細節以及 500 億美元資金的投入規劃與策略目標。其中策略目標分別為：投資美國本土生產且具有戰略價值之半導體晶片；確保關鍵領域以及與國家安全相關之成熟製程晶片供應充足；強化美國半導體研發的領導地位；培育多元化的勞動力並建立繁榮的半導體聚落。

CHIPS 計畫主要有三項協議，分別為：

- (1) 大規模投資先進邏輯和記憶體製造集群：該項目規劃投入 280 億美元，支持先進邏輯與儲存晶片在美國生產，並且協助業者利用全球最複雜且先進的技術，製造、組裝、封裝與測試晶片；
- (2) 擴增成熟以及當前主流晶片之產能，並且強化供應鏈業者之製造能力：規劃投入 100 億美元擴大成熟製程晶片產能，包括用於國防、汽車、資通訊、醫療設備等關鍵領域之晶片，支持對象包括：生產特殊或先進技術(如化合物半導體)之設備、晶圓廠設備升級等；
- (3) 強化美國研發領導地位：此協議預計投入 110 億美元支持半導體技術的研發，並為美國半導體建立具活力之創新生態體系。

以下針對強化美國研發的領導地位之相關規劃，進一步介紹其參與單位與具體作為：



圖一、研發領域投入重點

資料來源：U.S. Department of Commerce，科技發展觀測平台整理

### 3. 降低通膨法案(Inflation Reduction Act, IRA)<sup>4</sup>

2022年8月通過降低通膨法(Inflation Reduction Act, IRA)，總投資金額高達4,370億美元，約3,690億美元將用於減少二氧化碳的排放以及實現環境永續的目標。法案重點聚焦於潔淨能源、醫療保健以及稅賦改革三大面向，以改善美國通膨危機：

(1) 醫療保健：投資640億美元以縮小美國醫療保健的差異，並抑制飆漲的處方藥價，讓年長者降低取得藥物的價格，受惠於聯邦醫療保險的人，自付額上限為2000美元，並將平價醫療法的補助措施延長至2025年。

(2) 氣候：投入約3690億美元對抗能源安全和全球暖化，讓美國在2030年前達到減碳40%。這也是美國有史以來最大的氣候投資法案。法案中將提供電動車、節能家電以及安裝住宅太陽能發電系統等購買補助或稅收抵免，以提倡綠色環保。法案同時推動潔淨能源經濟產業的發展，預測至2030年之前，將增設9.5億塊太陽能板、12萬台風力發電機以及2300家電池儲能廠。此外，超過600億美元的投資，將為國內潔淨能源產業創造數百萬個就業機會。

(3) 稅制改革：通過美國最低稅負(AMT)，2023年起針對連續三年收入超過10億美元的大型企業課徵15%最低稅賦、對實施庫藏股的企業課徵1%特別稅，預估10年內可為美國政府增加2,222.5億美元的稅收。

### 4. 人工智慧權利法案藍圖

美國OSTP於2022年10月發布《美國人工智慧權利法案藍圖》，旨在促進人工智慧與其自動化系統的設計、發展和部署的同時，亦可維護民主價值與公民權利，保護美國民眾免受威脅。法案說明以下五項原則，以在利用AI推動科技發展與保護人民權益中取得平衡。

(1) 安全有效的系統(Safe and Effective Systems)：雖然科技被使用來解決問題，但在某些情況下是會造成重大傷害的，不論是有意還是無意的。然而，這些損害可以被防範，部分民間企業藉由道德審查，降低關鍵技術開發或新產品之風險，有些則是透過測試或持續監測降低損害，而政府則有公共諮詢程序可供使用。

(2) 演算法歧視保護(Algorithmic Discrimination Protections)：自動化系統可能產生一系列不公平的結果，並加劇現有的不平等。因此，由人工智慧或其他自動化系統中之具歧視性的演算法，需有預防措施，該功能應內建於自動化系統。部分企業透過測試產品品質，並制定審查程序以幫助識別潛在的歧視演算法，政府則

---

<sup>4</sup> The white house, BY THE NUMBERS: The Inflation Reduction Act. (2022.08.15)  
<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/15/by-the-numbers-the-inflation-reduction-act/>

透過制定自動化系統標準指南以防止歧視。

(3) 數據隱私(Data Privacy)：美國聯邦法律尚未規範有關數據蒐集不斷擴大的問題，亦即美國在個人數據方面缺乏全面的法律與監管框架。資料仲介在消費者不知情或不同意的情況下蒐集數據，甚至數據可能不準確或錯誤，進而增加生活風險(是否有資格獲得貸款或工作)與造成心理健康問題；或是集結個人資料，以有害的方式分析組織團體。

(4) 通知與解釋(Notice and Explanation)：民眾無法獲得自動化系統對生活所造成影響的相關知識，因此系統需要對人們提供「通知」與「解釋」，讓民眾知道現在是否有在使用自動化系統與系統決策的依據。

(5) 人類替代方案、考量與取消(Human Alternatives, Consideration, and Fallback)：人們可能不方便或無法使用自動化系統，民眾應該要有「方便選擇退出自動化系統的權利」，且不會因此處於不利地位。除此之外，因應系統故障或可能造成的傷害，人們也應該要有「替代方案」，如人工審查。

### (三) 創新方案

#### 1. 生物技術和生物製造研發戰略計畫

2022年9月拜登政府頒布了行政命令-「推進生物技術和生物製造之創新以實現永續、安全和有保障的美國生物經濟(Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation for a Sustainable, Safe, and Secure American Bioeconomy)」。2023年3月，白宮科技政策辦公室(The White House Office of Science and Technology Policy, OSTP)公佈「美國生物技術和生物製造的宏偉目標(Bold Goals for U.S. Biotechnology and Biomanufacturing)」報告，設定了美國生物技術和生物製造研發戰略目標與優先事項，以下針對氣候變遷、供應鏈韌性、人類健康之促進、推動跨領域發展等領域進行說明。

#### 氣候變遷解決方案

##### 運輸與定置型(Stationary)燃料

###### 目標 1：擴大原料供應

20年內，收集和處理 12 億噸原料(如植物)，並將超過 6000 萬噸二氧化碳轉化為燃料與產品

###### 目標 2：生產永續航空燃料(SAF)

7年內，生產 30 億加侖 SAF，2050 年增至 350 億加侖

###### 目標 3：開發其他戰略性燃料

20年內，開發低溫室氣體排放燃料，並替代50%的船用、越野車與鐵路燃料

##### 以氣候為中心的農業系統和植物

###### 目標 1：開發原料生產系統的測量工具

5年內，開發新工具測量生物經濟原料的碳與營養鹽通量

###### 目標 2：設計更優異的原料作物

5年內，開發能夠在未充分利用的土地上生長的耐旱原料作物，其氮和磷的利用效率提高 20% 以上

###### 目標 3：設計循環蛋白質食物生產系統

5年內，展示利用生物質、廢物和二氧化碳生產食品蛋白質的可行途徑，並可減少50% 以上的溫室氣體排放

##### 化學與材料

###### 目標 1：開發低碳化學製品與材料

5年內，生產超過 20 種商業上可行的生物技術產品，且產品生命週期的溫室氣體排放量減少 70% 以上

###### 目標 2：促進材料循環經濟

20年內，發展與部屬可將生物基原料轉化為可回收聚合物之技術，該技術具備成本效益與永續性，能大規模取代當今 90% 以上的塑料和其他聚合物

##### 二氧化碳移除

###### 目標 1：開發地景規模(landscape-scale)生物技術解決方案

10年內，開發能在數千萬英畝土地上實施地景規模土壤碳封存與管理之技術，改善土壤健康與提升抗旱能力

###### 目標 2：實現碳清除和儲存生物質(BiCRS)

在 9 年內，開發具備清除十億噸二氧化碳潛力的二氧化碳移除技術，且每噸二氧化碳移除成本低於 100 美元

## 跨領域創新

### 利用生物多樣性為生物經濟提供動力

目標 1：5 年內，對 100 萬種微生物的基因體定序，並了解至少 80% 新發現基因的功能

目標 2：20 年內，所有類型生物體新基因序列、代謝和功能發現速度比當前快 100 倍

### 強化生物系統模擬預測與工程設計

目標 1：5 年內，提高小分子以及酵素與任何標靶物選擇性結合的預測設計能力，且前述流程所需的時間縮短至 3 週

目標 2：20 年內，實現從分子到生態系統任何層級之生物系統設計，且設計具備高度可信度 (high-confidence)

### 拓展構建與測試生物系統性能與品質的能力

目標 1：5 年內，開發能讀取和寫入基因體、轉錄體和蛋白質體等體學的能力

目標 2：20 年內，利用合成生物學技術，建立可作為食品、原料、化學製品或藥品生產的細胞工廠

### 改進生物系統放大與控制

目標 1：5 年內，改進生物製造之設計、優化和控制，並且能在 3 個月內擴大到量產，成功率 >90%

目標 2：20 年內，將原料使用、有機體設計、製程設計等各方面與技術與經濟分析結合，使 85% 以上的新生物製造技術能在一年內實現部完成商業部署

### 創新生物製造方法

目標 1：5 年內，可重複生產製造結合生命和非生命零組件的設備，如器官晶片或人機界面，且細胞活力 (viability) 與連接性 (connectivity) 可達到 90% 以上，以加速健康老化相關輔助設備之發展

### 實現合乎道德、安全和公平的生物技術產品

目標 1：5 年內實現包括：民眾與使用者可參與技術開發與部署；將生物技術結合社會、經濟和社會科學；所有生物技術和生物製造計畫從一開始就能展開正式評估

## 強化供應鏈韌性

### 主題一

#### 利用生物技術與生物製造建立替代供應鏈以促進經濟安全

##### 目標 1.1 改善關鍵藥物供應鏈

5 年內，提升合成生物學和生物製造能力，至少 25% 小分子藥物的活性藥物成分 (API) 於美國本土生產

##### 目標 1.2 更加永續的化學製品生產

20 年內，永續且具成本效益的生物製造能生產至少 30% 美國所需之化學製品

##### 目標 1.3 加速生物製造產品的開發

20 年內，將新生物技術應用到生物製造流程中，且於至少 3 個有供應鏈瓶頸的產業中，分別生產 10 項新生物製造產品

### 主題二

#### 生物製造創新提升供應鏈韌性

##### 目標 2.1 預測能力

5 年內，能夠預測至少 50% 的供應鏈弱點，並確保生物製造能調整方向以解決瓶頸

##### 目標 2.2 即時生物製造流程調整

5 年內，運行監控系統以即時測量/調整製造參數

##### 目標 2.3 可調整式 (Adaptive) 供應鏈

20 年內，部署一套先進的生物製造平台，並可在識別供應鏈瓶頸的一周內展開應對

##### 目標 2.4 供應鏈靈活性

20 年內，實施 80% 可行的生物製造技術，以滿足國內生產製造需求

### 主題三

#### 支持生物技術與生物製造商品化以及貿易的標準與數據基礎設施

##### 目標 3.1 數據基礎設施

5 年內，透過先進的數據標準、數據工具、數據能力，建構數據基礎設施 (涵蓋有效且安全的數據共享機制)

##### 目標 3.2 標準基礎設施

20 年內，建立強大的標準基礎設施，以快速開發和部署新生物製造技術與產品

## 促進人類健康

### 主題一 無障礙健康監測 (accessible health monitoring)

##### 目標 1.1 識別健康生物指標

5 年內，利用新型感測器識別至少 10 項下一代健康生物指標，如微生物相

##### 目標 1.2 綜合健康診斷

20 年內，開發一種易於使用、價格實惠的家用健康檢測測試劑盒，能滿足不同人群需求，降低 50% 健康不平等

### 主題二 精準多體學醫學

##### 目標 2.1 蒐集多體學數據

5 年內，收集不同族群的大規模多體學數據，前述數據與至少 50 種重要疾病之診斷與管理相關

##### 目標 2.2 實現個人多體學

20 年內，開發售價僅需 1000 美元的多體學分析技術，以診斷、預防與治療疾病

### 主題三 細胞療法生物製造

##### 目標 3.1 提高治療效果

5 年內，擴大開發細胞療法技術，使患者細胞存活率至少達到 75%

##### 目標 3.2 擴大規模

20 年內，提升細胞療法製造規模，擴大可及性、減少健康不平等，並將製造成本降低 10 倍

### 主題四 人工智慧驅動治療藥物生物製造

##### 目標 4.1 提升製造速度

5 年內，組建國家生物製造資源網絡克服生物製劑生產的阻礙，將 10 種常用藥物生產速度提高 10 倍

##### 目標 4.2 提升製造多樣性

20 年內，將 AI 導入至國家生物製造資源網絡中，設計新型治療藥物，將新藥發現與生產速度提升 10 倍

### 主題五 先進基因編輯技術

##### 目標 5.1 提升編輯效率

5 年內，開發臨床可用的基因編輯系統，以在幾乎無副作用的情況下治愈十種已知的遺傳疾病

##### 目標 5.2 實現規模化生產

20 年內，強化生物製造生態體系，每年可生產至少 500 萬劑基因編輯藥物

圖二、美國生物技術和生物製造戰略目標

資料來源：Bold Goals for U.S. Biotechnology and Biomanufacturing，科技發展觀測平台整理

## 2. 潔淨氫能戰略計畫

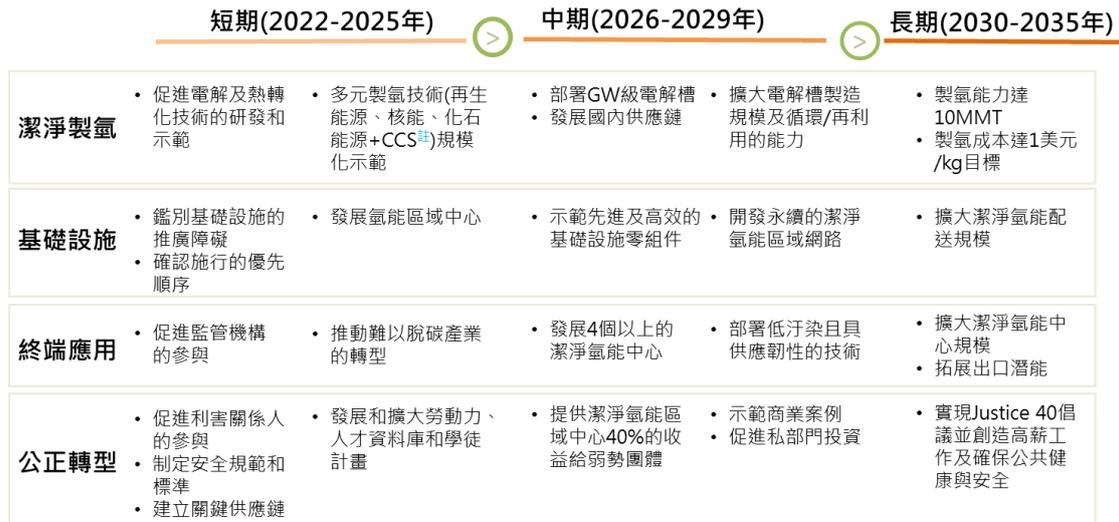
美國於 2021 年 11 月通過兩黨基礎建設法案(Bipartisan Infrastructure Law, BIL)，提供美國能源部（Department of Energy, DOE）95 億美元發展潔淨氫能，並在 2022 年 8 月通過的降低通膨法(Inflation Reduction Act, IRA)中制定氫能的生產稅收抵免等政策及激勵措施，進一步推動美國氫能市場發展。預計 2030 年至 2050 年美國對潔淨氫能的需求分別為：2030 年每年達 10 MMT(Million Metric Tonnes)；2040 年每年達 20 MMT；2050 年每年達 50 MMT。以下簡述 DOE 潔淨氫能策略草案主要聚焦 3 個關鍵策略方向，以及短、中、長期行動方案。

(1) 聚焦最具效益的終端應用：DOE 潔淨氫能策略主要聚焦於缺乏替代方案的終端應用，並避免與低成本的高效脫碳技術（例如：電氣化）競爭，以協助相關產業建立氫能應用市場、實現規模化，並同時提升效益及降低成本。

(2) 開發永續及韌性的供應鏈：2021 年美國開始推動 Hydrogen Shot 計畫，旨在促進潔淨氫能創新和規模化（包括解決關鍵材料和供應鏈漏洞，並針對效率、耐用性和可回收性進行設計），以帶動私部門投資支持整個氫能供應鏈發展，進而大幅降低潔淨氫能成本，預計在 10 年內降低 80%潔淨氫能成本(成本降至 1 美元/公斤)。

(3) 建立大規模的區域性氫能網路：初期需先建立大規模的關鍵基礎設施(包括建置區域性的潔淨氫能中心)，以擴大潔淨氫能規模和終端應用，促進市場發展並創造就業機會。

美國潔淨氫能路線圖分為潔淨製氫、基礎設施、終端應用、公正轉型，並制定 2022 年至 2035 年短、中、長期行動方案。



註：碳捕集與封存(Carbon Capture and Storage, CCS)

圖三、2022-2035 年潔淨氫能發展路線圖

資料來源：U.S. Department of Energy (DOE)，科技發展觀測平台整理

### 3. 先進製造國家戰略計畫

2022 年 9 月美國國家標準與技術研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)在經過一系列研討會、意見徵詢等流程後，發布了美國半導體製造之策略機會報告(Strategic Opportunities for U.S. Semiconductor Manufacturing)，文中指出測量學(Metrology)為確保美國半導體製造位居全球領先地位之關鍵技術。

測量學能確保產品品質、良率與性能，且有高達 50%的半導體製程步驟需要使用測量學相關技術。隨著微電子元件(Microelectronic，指利用半導體材料與相關設備生產而成的積體電子元件與系統)的體積愈趨縮小，功能與結構日趨複雜，確保產品品質之能力將更加重要，例如：目前先進的單一晶片上，可能包含著超過千億個奈米元件，且每個奈米元件的尺寸不超過 50 顆原子。因此，需透過先進的測量學技術，確保製造的每一個元件特性皆能符合規格，晶片才得以正常運作。NIST 提出了以七大挑戰為重點的發展策略

發展項目	發展策略	重點投入
材料純度、特性和來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 發展針對缺陷和污染物檢測的測量工具</li> <li>● 建立材料特性數據與標準</li> <li>● 支持供應鏈的材料品質一致性和可追溯性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 發展具高靈敏度和可提高產量之新測量技術</li> <li>● 開發測量微電子材料物理特性之創新高通量(high throughput)技術等</li> </ul>
先進微電子製程	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 發展先進的物理測量和計算測量工具</li> <li>● 支持下一世代的先進製程技術與系統</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開發新材料和先進元件之測量技術</li> <li>● 開發具更高解析度、靈敏度、準確度之元件物理特性測量技術</li> <li>● 開發快速且非破壞性之缺陷/雜質測量技術</li> <li>● 建置產品設計、開發和生產控制的標準等</li> </ul>
半導體製程建模與模擬	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開發先進的計算模型、方法與工具等</li> <li>● 提高美國國內半導體產量</li> <li>● 縮短美國國內半導體上市時程並且強化競爭力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 發展模擬、數據分析和驗證工具</li> <li>● 建立自動化和虛擬化之標準</li> <li>● 支持數位孿生系統開發</li> <li>● 利用人工智慧技術優化製程等</li> </ul>
標準化新材料、製造技術與設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 為下一代材料、製造技術和設備制定標準、協議與驗證工具</li> <li>● 促進美國工業創新和提升產業競爭力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提供標準參考材料(SMRs)、產品開發套組、校準與測量服務</li> <li>● 開發新的檢驗方法</li> <li>● 完善軟/硬體互操作性標準等</li> <li>● 建立材料溯源標準等</li> </ul>
半導體材料、設計和零組件建模與模擬	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用多重物理量模型(multi-physics models)、人工智慧、數位孿生等新興技術開發設計模擬器</li> <li>● 提升美國微電子工程師之設計開發能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用人工智慧技術將材料分析、電路設計等系統進行建模並優化</li> <li>● 建立能模擬物化特性、可靠性等參數之多重物理量測模型等</li> </ul>
先進封裝	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 發展適用於精密元件和新材料整合的測量學</li> <li>● 支持美國國內之先進微電子封裝產業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開發3D封裝結構與物理特性之測量與驗證方法</li> <li>● 開發適用於小晶片(chiplets)、系統單晶片(SoC)等晶片封裝之測量方法</li> <li>● 建立先進封裝標準等</li> </ul>
元件與產品安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 追求全面的硬體安全保護方法</li> <li>● 建立標準、協議、測試步驟和發展先進計算技術</li> <li>● 為供應鏈與產品建立認證與溯源機制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開發安全性分析的方法、參考設計套件(reference design kit)和指引</li> <li>● 強化產品生命週期之安全管理，如獨立的產品測試與驗證流程</li> <li>● 制定硬體安全標準</li> <li>● 開發適用於半導體價值鏈中之新興安全技術等</li> </ul>

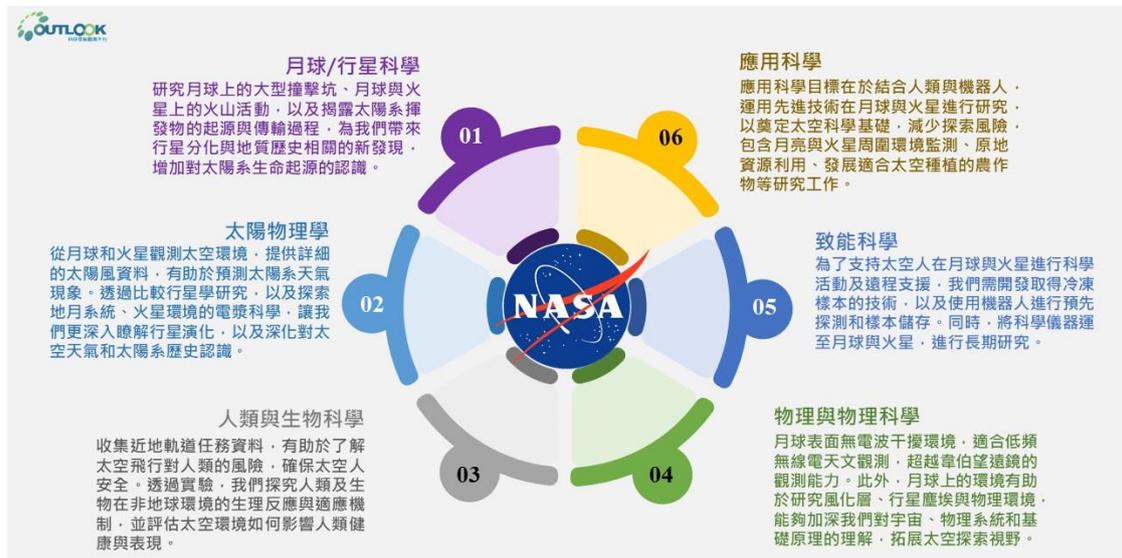
圖四、測量學發展策略與重點投入

資料來源：U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST)，科技發展觀測平台整理

#### 4. 阿提米絲計畫(Artemis)

美國太空總署 NASA 為太空科技制定發展策略，策略目標包含 (1)透過新的科學發現擴展人類知識；(2)將人類的存在擴展到月球和火星，以進行永續的長期探索、開發、利用；(3)促進經濟成長並推動創新，應對國家挑戰；(4)增強能力與運營，促進當前與未來任務的成功。美國太空總署 NASA 的研究評估月球到火星(Moon to Mars, M2M)行動將為美國帶來超過 93,700 個工作機會，在 2021 年，M2M 為聯邦、州和地方政府增加約 22 億美元的稅收。

未來，美國太空總署 NASA 將太空科技聚焦於月球資源的開發，在 2021 年 11 月，開始啟動「月球到火星」項目，為整個太陽系的人類生存與探索制定藍圖(圖五)；同時，美國太空總署 NASA 也持續進行低軌道(Low Earth Orbit)的太空活動。



圖五、NASA 月球到火星行動探索之科學主題

資料來源：NASA，科技發展觀測平台整理

#### 5. 人工智慧研究機構

美國白宮於 2023 年 5 月宣布透過美國國家科學基金會(National Science Foundation, NSF)投入 1.4 億美元資金，成立七個新的國家人工智慧研究機構。新人工智慧研究機構將以合乎道德、值得信賴、負責任以及符合公眾利益等原則追求人工智慧(AI)技術的創新與突破，協助美國應對氣候變遷、網絡安全、教育和公共衛生等面向的挑戰。除了技術創新之外，此項投資將同時強化美國人工智慧研究的基礎設施，促進高等教育機構、聯邦機構、產業與其他單位之間的合作，支持多元化人工智慧勞動力的發展，並且解決人工智慧帶來的潛在風險。新人工智慧研究機構聚焦的研究領域與應用如圖六。



圖六、2023 年美國 NSF 聚焦之人工智慧技術與應用

資料來源：NSF，科技發展觀測平台整理

## 6. 2022-2026 年農業戰略計畫

美國農業部 (United States Department of Agriculture, USDA) 於 2022 年 3 月發布了 2022-2026 年戰略計畫，六大戰略計畫目標如下：

- (1) 支持美國農地、自然資源及社區以對抗氣候變遷的衝擊：制定全面性的氣候智慧型策略，以滿足生產者、土地所有者及社區的需求。
- (2) 確保美國農業系統之公平性、恢復力及繁榮：協助農民和畜牧業者建立合作社與企業，以保障其獲利，並提供天然災害之補助。此外，將持續引進優質動植物種類，提供綜合管理方案。
- (3) 為所有農業生產者建立一個公平及有競爭力的市場：透過辦理活動、制定國際標準、執行現有貿易協定以消除貿易壁壘，並進行有利於美國農業經濟的貿易談判。此外，與開發中國家合作發展經濟並促進貿易，為國內所有生產商開發未來市場。
- (4) 為所有美國人提供安全且營養的糧食：維持食品供應鏈安全，並減少糧食不安全性、優先考慮營養不安全的風險。另一方面，將持續加強其食品檢驗系統，並推動食品安全的法規；加強研究、教育和推廣計畫，以減少食源性疾病的發病率。
- (5) 擴大經濟發展機會，提高農村和部落地區的生活品質：提供農村水、電力、住房等各項基礎設施、以及農村企業和合作社之技術援助及融資，以促進農村的繁榮和經濟發展。
- (6) 吸引、鼓勵與留住 USDA 敬業且積極進取的員工：建立混合型的工作環境，並持續評估 USDA 未來的工作形式，在組織內培養創新理念。

## 7. 高等衛生研究機構

2022 年美國政府投入 10 億美元於美國國家衛生研究院(National Institutes of Health, NIH)下成立新的研究機構-高等衛生研究計畫局(Advanced Research Projects Agency for Health, ARPA-H)，旨在加速生醫領域的研究，以徹底改變前述疾病的預防與治療模式，進而改善所有美國人的健康。目前美國生醫領域研究主要透過兩條路徑推動。在基礎研究方面，藉由 NIH 等單位提供支持；在醫藥產品方面，則由業界(如生物製藥業者)開發適合患者的療法、藥物或裝置。然而，一些具突破性的創新研究項目並不適用於現有的研究支持機制，例如：高風險、高成本或市場規模不大之創新；需要多方協調且非單一業者能克服之創新醫療照護模式。

儘管 ARPA-H 尚未公布其研究主軸與項目，但 2021 年中，白宮科學技術政策辦公室(Office of Science and Technology Policy, OSTP)和 NIH 與生醫領域之利益關係人(包括生醫業者、創投、病人權益促進團體代表)舉行了一系列聽證會，且在其發布的結論報告中綜整了各界對 ARPA-H 研發主軸之建議如下：

- (1) 數據共享平台以及通用數據標準與系統
- (2) 快速且易於使用的早期檢測、診斷和治療平台
- (3) 開發人工智慧演算法優化與分析不同患者之健康數據
- (4) 開發穿戴式裝置與數位科技蒐集縱向數據(longitudinal data)，包括生長發育過程、疾病過程或生命週期等數據
- (5) 優先支持考量個人整體健康之計劃
- (6) 創新治療技術

## 三、結論

美國為全球最大經濟體，在面臨近幾年美中科技戰、COVID-19 與俄烏衝突的挑戰，綜整美國的因應措施如下：

### 1. 氣候和能源安全

美國透過《降低通膨法案》(The Inflation Reduction Act, IRA) 對清潔能源的轉型進行了前所未有的鉅額投資，同時創造了數以百萬計的高薪職缺，也強化了美國的整體產業。與此同時，美國也積極協助各國實現並提升其國家在該議題的貢獻，例如減少排放，處理甲烷和其他超級污染物，促進二氧化碳清除，適應嚴峻氣候變化所帶來的影響，以及在未來十年內終止森林砍伐。甚者，利用經濟實力來推動脫碳，例如美國與歐盟為解決鋼鐵和鋁工業的碳濃度(Carbon Intensity)和全球產能過剩等問題所達成之協議，都被視為以氣候為重點的貿易(Climate-focused Trade)機制的典範。此外，俄羅斯對烏克蘭的侵略事件導致全球石化燃料供應短缺，也凸顯了能源轉型的重要性。因此，仍需仰賴國際間的互助合作，來

維持能源的安全性、可及性乃至於供應鏈的穩定性。

## 2. 流行病和生物防禦

為預防生物性風險(Biological Risks)所帶來的災害，美國擬定改善早期預警系統和疾病監測、數據共享和預測，加速國內相關發展及製造，並提交醫療對策；同時推動安全的生物技術開發和製造，並且促進醫療品質及資源取得的公平性。美國擬將持續深化與夥伴國家的合作關係，針對大流行(Pandemic)的防範推動改革，並制定其他國家也可適用的嚴謹標準。美國亦透過建立生物安全相關之國際性規範，降低技術與研究開發過程中可能的生物風險。

## 3. 糧食安全

美國正在實施的全球糧食安全戰略，主要透過廣泛且永續的農業發展帶動經濟成長，以解決全球貧困、飢餓和營養不良等問題；同時，提升糧食系統的韌性，以及整體國民(尤其婦女和兒童)的營養健康狀況。

## 4. 保護美國在太空領域的領導地位

未來美國將持續在航太領域引領全球，並與國際社會共同確保該領域的永續、安全、穩定以及不被侵略。因此，美國持續修正外太空(Outer Space)的監督管理，維護太空環境，尤其避免軍備競賽所帶來的平衡破壞。同時，為使商業航空產業能夠角逐國際地位，美國也將與合作夥伴共同制定政策和法規，以強化航空系統的韌性。

## 5. 關鍵與新興基礎科技

美國啟動現代產業戰略，大舉投資清潔能源、微電子元件(Microelectronics)的研發、製造以及生物技術；同時，美國積極利用長期以來不對稱戰略上的優勢，以期擁有頂尖的人才，不斷吸引更多的全球優秀人力(尤其 STEM 領域)，並將之視為確保國家安全和供應鏈安全的首要任務。透過上述戰略，美國將與其夥伴國建立聯合的科技產業基礎，透過共同開發的新技術及強大而廣泛的供應鏈，針對 21 世紀的基礎科技，特別是微電子元件、尖端運算和量子科技、人工智慧、生物科技/製造、高階通訊設備(Advanced Telecommunications)和清潔能源等進行提升。另外一方面，亦強化 5G 和其他先進通訊技術等網路基礎設施的韌性，以及促進供應商多樣性和保護供應鏈，為中、低收入國家提供先進的數位基礎設施，以消弭數位落差。

## 參考資料

1. IMD World Competitiveness Center (2023), IMD World Competitiveness Yearbook 2023, Lausanne, Switzerland: IMD.  
<https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/2023/>
2. US observation Key STI Indicators. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/tdop/4b1141008b5640e6018b5bccade2066e>
3. 世界智慧財產權組織 (The World Intellectual Property Organization ,WIPO )  
[https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2022/article\\_0011.html](https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2022/article_0011.html)
4. 美國經濟分析局 (Bureau of Economic Analysis , BEA ) <https://www.bea.gov/>
5. 世界銀行 (World Bank ) <https://www.worldbank.org/en/home>
6. 美國經濟維基百科: <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E7%B6%93%E6%BF%9F>
7. 美國維基百科: <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%BE%8E%E5%9B%BD>.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b11410082b1172501830c57766563d5>
8. Pride 政策研究指標資料庫, <https://pride.stpi.narl.org.tw/index/dashboard/list>
9. The white house. <https://www.whitehouse.gov/>
10. 美國白宮科技政策辦公室(OSTP)生物技術和生物製造研發戰略(一): 強化供應鏈韌性與促進人類健康. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b1141008a8452ef018aab2112822ad7>
11. 美國白宮科技政策辦公室(OSTP)生物技術和生物製造研發戰略(二): 氣候變遷解決方案與跨域創新. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b1141008a8452ef018ace3e5fc27afc>
12. 美國太空總署 NASA 從月球到火星(Moon to Mars)行動計畫. 科技發展觀測平台. <https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b1141008a25be71018a830821824b6d>
13. 美國關鍵與新興科技國家標準戰略. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b11410088c8c0590189669cf31b07c4>
14. 美國國家科學基金會(NSF)資助七個新成立之國家人工智慧研究中心. 科技發展觀測平台. <https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b11410088212dac01882dd451491b27>
15. 美國潔淨氫能策略草案. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus->

- [news/4b114100862c599b018671576b2f37b3](https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b114100862c599b018671576b2f37b3)
16. 美國農業部 2022-2026 年戰略計畫. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b11410085baaa010185bea11e2b06b2>
  17. 強化美國半導體研發創新生態. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b114100850be3ed01859aec0a923d6d>
  18. 美國 2022 年國家安全戰略. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b1141008485f8d30184886b0361023d>
  19. 美國高等衛生研究計畫局(ARPA-H)介紹. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b1141008683960b0186bfbb05c93f51>
  20. 美國 CHIPS 計畫執行規劃與研發投入介紹. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b11410082b117250183d07c16694098>
  21. 美國半導體製造技術領先之戰略性機會. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b11410082b1172501835f1a1e6d0855>
  22. 美國人工智慧權利法案藍圖. 科技發展觀測平台.  
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/tdop/4b11410082b117250183a5d5bfd020e5>