

中央研究院就科技發展及社會重要議題，遴聘院士、國內外相關領域之專家學者組成研議小組，針對選定議題共同研議相關策略，並公布政策建議書。就學術角度提供具前瞻性、挑戰性的思維予相關單位參考，期待引發社會對此問題的多元思辨，以利政府決策及研擬執行方案。

本政策建議書研議期間，諮詢委員及參與討論之專家多次參與政府許多單位淨零排放政策規劃之討論會議，本政策建議書中多項想法與建議並已納入我國淨零政策規劃中。

執行摘要

面對全球暖化的氣候挑戰，多國已承諾將在 2050 年前達到淨零排放的目標，身為全球重要經濟活動成員，我國須立即因應此一挑戰。臺灣地狹人稠，能源需求多依賴進口，另電網獨立，經濟上亦以能源密集之製造業為主，使得淨零轉型更加不易。

國內外多項研究顯示，若僅賴現有科技，將難以達成 2050 年淨零排放的目標。故本政策建議書以探討我國新興淨零科技研發選項的合適性為核心，希望藉由淨零科技的成功研發，來帶動我國能源轉型以及產業轉型，並紓緩社會調適的壓力。然淨零科技的發展與落實，亦需社會科學面向的配套，包括政策誘因、經濟工具、社會溝通、法制環境、及治理機制的優化等。此外，人類不可能無限制地使用地球資源，因此，亦應檢視整體需求並做合理的調整與控管，以尋求一個與環境共存的永續生活方式。這些社會科學面向已由多組團隊在不同著作中討論，本政策建議書僅簡述其中與淨零科技推動相關者於後，其餘請見原著。

本政策建議書認為淨零科技研發應植基於科學，但不應受限於目前工程技術的瓶頸。如何在科學定律的限制下，設定未來工程技術可達成之目標，及克服實際商業化的挑戰，便是研發策略的重點。此外，淨零科技研發必須考量布建成功後在臺灣的減碳效益，及研發的速度(speed)與布建的規模(scale)。再者，能源的多元性、本土性，及分散性亦是考量的重點，以期突破局限少數能源選項的思維。

我國目前溫室氣體排放量主要來自能源需求(>90%)，能源部門又以發電排放為大宗(>48%)。由於電力具方便、易管理、高效率之優點，臺灣未來能源供給預期將大量電氣化。因此，開發零碳電力為淨零科技研發之首重。不易電氣化之部門則需以氫能、生質能、及負碳技術來協助達成淨零之目標。此外，亦應積極關注突破性新科技，同時配合經濟與社會面向的促成手段，強化科研面的管理架構，以科技發展融合社會、經濟、治理等面向，共同達成我國淨零排放目標。

主要建議綜整如下：

- 儘速推動：去碳燃氫、地熱、海洋能、生質碳匯、高效太陽光電系統
- 擴大推動：風力發電、新興生質能、電力系統配套（智慧電網、儲能）、社會、經濟措施
- 持續推動：傳統生質能、水力發電、傳統碳捕捉利用及封存(CCUS)、自然碳匯（農林）
- 密切追蹤：未來核技術、新興 CCUS 技術

主要論點簡述如下：

1. 積極開發去碳燃氫技術。此技術與天然氣電廠相容，且由於歐盟近期通過在 2035 年之前低碳排天然氣發電($< 270 \text{ g/kWh}$)可納入永續能源投資選項，去碳燃氫技術若能持續降低碳排，甚可能成為「準綠電」來源，有助解決我國目前綠電嚴重不足之問題。所產生之固態碳亦在緊急時做為備用能源，紓緩我國儲備能源不足之窘境，代價為依賴進口天然氣，且僅利用天然氣熱值的 55%。須研發的技術項目包括天然氣無氧裂解(Pyrolysis)、混氫發電技術、全氫發電技術，並同時發展固態碳利用技術。此項技術將能突破傳統二氧化碳捕捉、利用與封存的思維，開發更適合臺灣的零碳電力技術。
2. 太陽光電雖技術相對成熟，但我國地狹人稠，無足夠場域裝設太陽能板，應積極發展下世代高效率光電模組（效率 $> 30\%$ ），以科技換取土地。其中又以鈣鈦礦疊層式矽基接面太陽能板為主要發展方向，另亦須強化經濟及政策誘因，以提高裝設意願。
3. 臺灣位於「太平洋火環帶」，蘊藏大量地熱，應強化探勘並積極拓展深層地熱之開發。地熱能為少數我國可自產之能源，又可作為基載電力穩定電網，為必須積極發展的再生能源。地熱成功開發的關鍵因素在於精細探測(Mapping)及探勘取熱(Drilling)技術，相關技術近年皆有長足發展，須加速投入研發與布建，除了地下三公里內的淺層地熱之外，更應積極開發深層地熱，同時亦應完善法

規以提供政策誘因，布建合適饋線系統以有效發揮零碳基載電源功能。

4. 臺灣東海岸緊鄰大洋深海，又為黑潮洋流流速最快最穩定的區域之一，為洋流發電及海洋溫差發電潛能極佳之區域。應儘速進行海洋能潛能區位水文及地質的精密調查與探勘，投入海流與海洋溫差發電及電網併接技術研發，並應發展海洋工程技術以建構海洋能發電設施。
5. 建議推動生質碳匯，此乃運用我國不適耕作土地種植短期收成之生質作物，以無氧裂解技術將生質料源製成氫發電及固態碳再利用或封存，一方面有效利用生質能，另一方面增大碳匯。此外，也須進行計畫性的森林疏伐，提升國產木材產量，協助增大碳匯外，也可擴大生質料源。亦建議投入研發生物技術及生物製程技術(Bio-based processing)，可增進碳源利用，生產生質化學品及能源產品（如生質燃料/航空燃油），並促成生物經濟(Bioeconomy)的發展。
6. 其他再生能源選項（如：風能、生質能），亦應尋求創新技術開發，擴大該項能源的貢獻量。然而間歇性再生能源的貢獻增加後，電力補償則應除了傳統抽水水力與民間電廠調度外，再強化建置 GW 級的儲能基礎設施以為配套，期提供足夠的電網級電池儲能系統以配合高比例之風、光再生能源電力供應。
7. 積極關注各項具潛力技術的發展，包括未來核融合技術，及可將二氧化碳(CO₂)轉換為可再利用化學品之技術，特別是生物製程及綠色化學製程，以減少石化原料之使用。
8. 工業部門應促進製造業製程電氣化及燃料取代，開發低碳及零碳製程技術。在運輸部門須加強推動運具電氣化，採用比燃油載具更有效率的電動載具；在汽機車等交通運具全面電氣化之前，進口生質酒精混入汽油做為運具燃料以為過渡，此一作為可同時兼顧淨零轉型之社會公平性，但須確認生質酒精生產過程碳足跡在可接受範圍。住商部門則須採用節能設備及綠建材，並強化誘導政策。其中所需之新科技，則可為國內研發之標的，而非僅等待自國外引進。
9. 在經濟/金融之誘因機制設計上，應與國際接軌完善各項政策工具(如碳稅費)

的布建，並建構收取碳稅費後資金之有效運用與分配機制，來促進淨零科技發展。於整體經濟轉型中植入循環經濟為核心的思維，以降低對資源能源的總需求。另亦應重新設計電價計算公式以使電價合理反應發電成本。

10. 在社會面向的作為上，建構完善治理框架以促成公私協力，並將淨零永續理念扎根於教育，提升社會對永續價值觀的認同；建立公民參與及社會溝通機制，使決策過程可納入社會需求與利害關係人聲音，以利後續相關減碳政策制定與推動；此外，亦應盤點釐清我國受轉型影響的可能群體和範疇，以建立公正轉型機制與相應資源配置。
11. 在科研面管理架構上，建議參考國際上任務型計畫（如：美國能源部能源先進研究計畫署 ARPA-E）之推動精神，以專業科技管理人才，結合產學研能量，積極投入目標導向的創新科技研發，以系統化科研平臺，提升專案管理效率。另外，在攬才留才上，建議各單位設置合宜的獎勵制度，以強化淨零科技關鍵人才的長期培養。
12. 整體願景發展上，期許發揮科技優勢，超越現有科技的想像，以突破新科技來創造淨零機會，實質貢獻於全球淨零排放的共同目標，並翻轉能資源過度利用的現況，推動「循環永續」為臺灣各產業轉型的模板，更以創新經濟金融技術活化淨零經濟，發展循環新經濟發展模式。此外，集結社會各界的力量與不同族群理性對話與相互理解包容，以社會公平正義為前提，透過社會溝通機制創造多元且和諧的社會，也呼籲國人接受永續新價值能成為大家的共同信念，一起實踐淨零新生活的種種行為轉變，最終達成幸福新臺灣的國家目標。