

全國大專校院研發主管會議

主題論壇一：掌握淨零科技前沿，奠定臺灣綠色發產根基

淨零科技國際情勢與重點科技佈局



周素卿 主任
國立臺灣大學地理環境資源學系教授

2024/10/17



簡報大綱

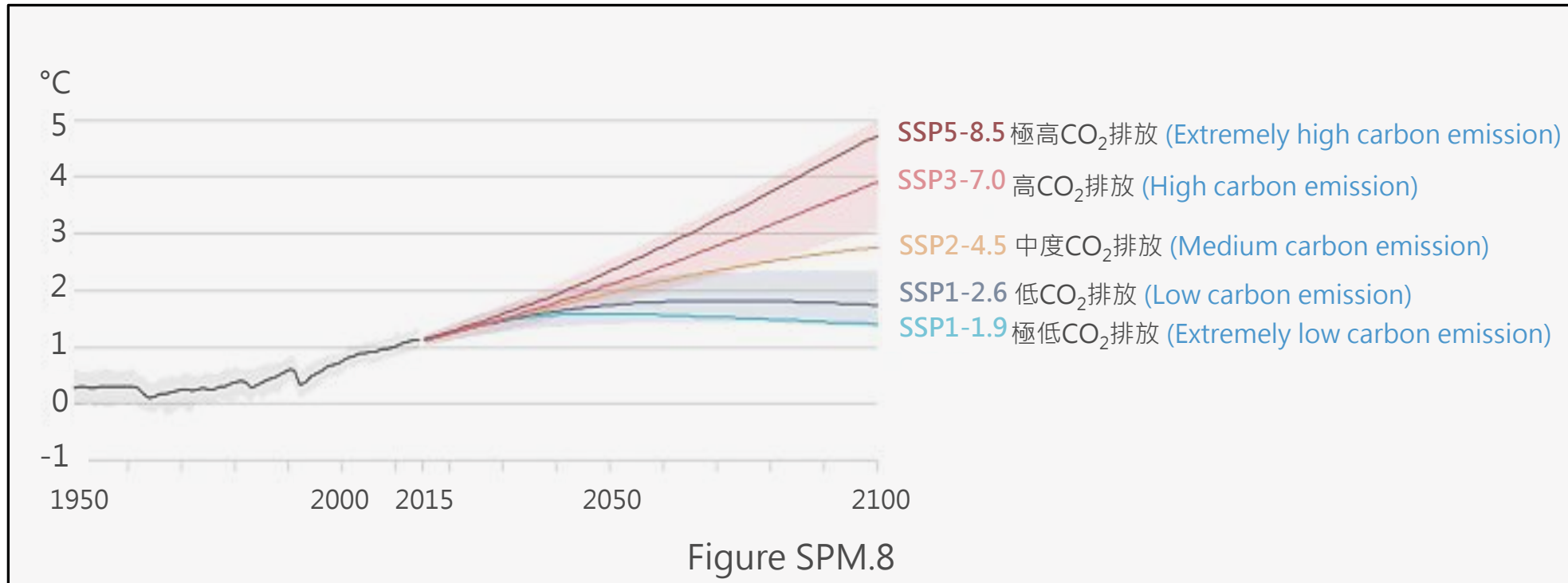
- 前言
- 全球淨零前瞻科技發展趨勢
- 淨零科技方案簡介
- 重點淨零科技布局：複合式議題介紹
- 結語

前言



對抗氣候變遷的全球淨零承諾

全球暖化導致降雨量變異、熱浪和海平面上升，對於生態系統、水土資源與人類社會的永續發展造成重大威脅。



151
個國家



1,020
間公司

已承諾或規
劃淨零目標

- 資料來源：
- IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
 - <https://zerotracker.net/> (2023/11)

臺灣的淨零承諾與五大策略



總統公開響應全球
「2050淨零排放」宣示

2021年04月



國發會發布「淨零轉型
12項關鍵戰略行動計畫」

2022年12月



行政院核定
「淨零科技方案」
成立指導會

2023年03月



520總統就職典禮
宣示「前瞻未來，智
慧永續」等目標，落實
2050淨零轉型，帶動創
新經濟模式

2024年05月

召開「國家氣候變
遷對策委員會」
將涵蓋七大主軸，
首場會議以氣候變
遷調適與電力供需
轉型和挑戰為主題

2022年03月

公布「臺灣2050淨零排
放路徑及策略總說明」，
預計至2030年累計投入
近9千億元

2023年02月

將「溫室氣體減量及管理法」修
正為「氣候變遷因應法」，並納
入2050年淨零排放目標、提升氣
候治理層級、徵收碳費專款專用、
增訂氣候變遷調適專章

2023年05月

「臺灣淨零科技方案推動小組」
正式成立

- 2023.10.16指導會議裁示，各部
會需與推動小組緊密合作，共同
推動淨零科技整合布局
- 2024.05.08指導會議裁示，須重
視淨零法規及環境需求，並持續推
動前瞻科技國際合作交流

08月

臺灣在面對淨零浪潮下的三大挑戰與科研的角色

Taiwan
2050 Net-zero
emissions



A

綠色供應鏈

作為一高度依賴能資源進口且又是出口導向國家，在全球綠色供應鏈的挑戰下，如何驅動產業零碳轉型，以維持經濟的活絡？

B

綠色衝突

在考量有限的自然資源與國土環境限制，如何策略性地創造因應氣候變遷與淨零轉型的機會並同時兼顧公正轉型？

C

地緣政治

俄烏戰爭、以巴戰火、美中貿易戰、台海緊張局勢等，對東亞區域安全帶來風險，如何強化能資源的自主與韌性？

科技研發

《淨零科技方案》的任務：在面對淨零與數位雙轉型的驅動力，如何有效制定前瞻科技政策與資源配置的優先序設定？

112年12月科技顧問會議 總結報告

願景：

利用**知識導向**之路徑規劃，使臺灣成為**淨零轉型典範**，以促成能源使用、工業製程、生活型態及社會之轉型

策略：

- ① 針對臺灣特性制定2030減碳目標，發展具臺灣產業潛力的淨零科技
- ② 利用臺灣淨零科技培養在地綠色供應鏈
- ③ 把握AI轉型契機，加速產業淨零與數位雙轉型

全球淨零前瞻科技發展趨勢



淨零科技與第六波大轉型

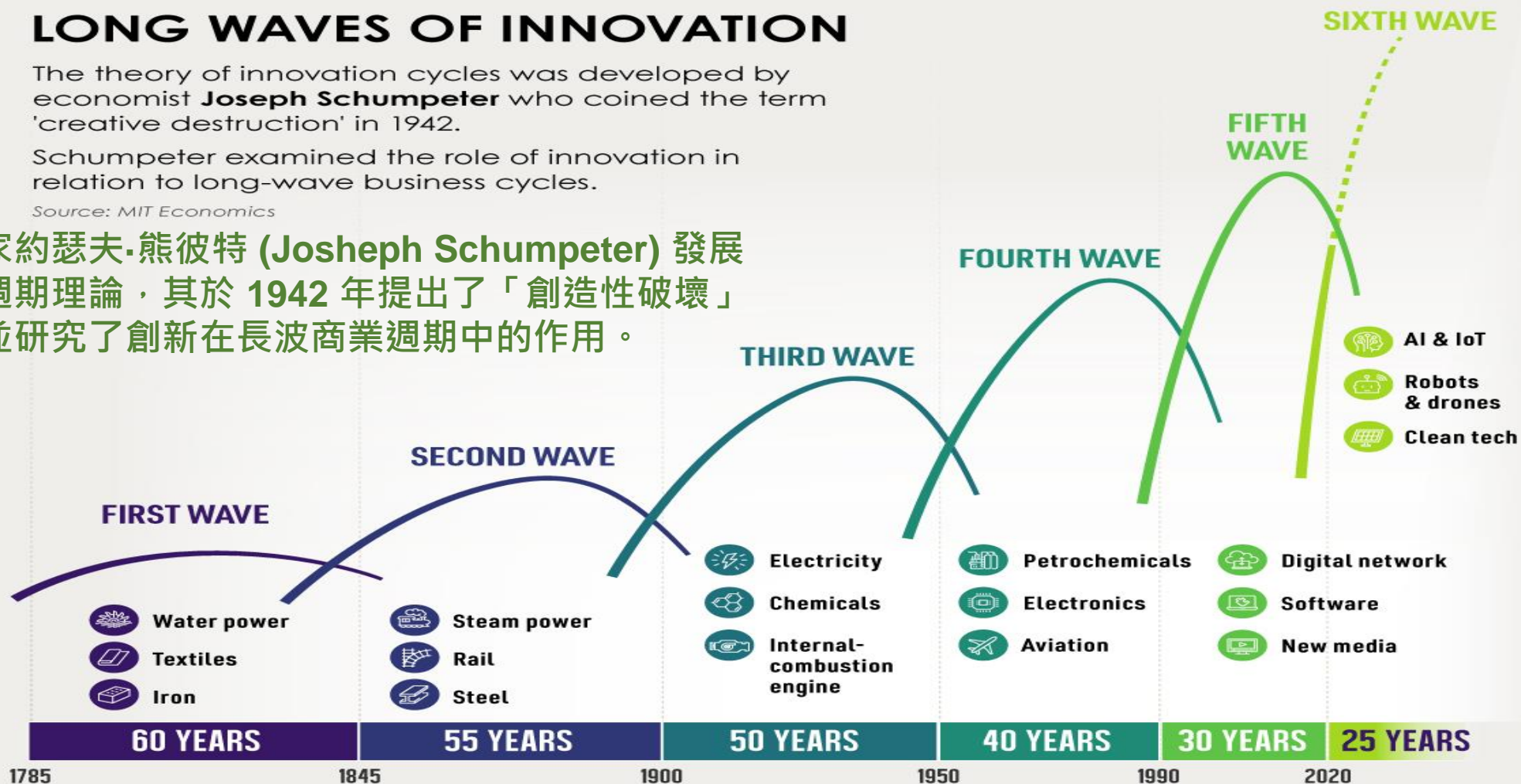
LONG WAVES OF INNOVATION

The theory of innovation cycles was developed by economist **Joseph Schumpeter** who coined the term 'creative destruction' in 1942.

Schumpeter examined the role of innovation in relation to long-wave business cycles.

Source: MIT Economics

經濟學家約瑟夫·熊彼特 (Joseph Schumpeter) 發展出創新週期理論，其於 1942 年提出了「創造性破壞」一詞；並研究了創新在長波商業週期中的作用。



Frost & Sullivan 全球成長50大前瞻科技： 10項聚焦環境永續與能源

資訊與通訊技術

健康與福祉

醫療設備與影像

微電子學

感應器與儀器設備

先進製造
和自動化

化學和
先進材料

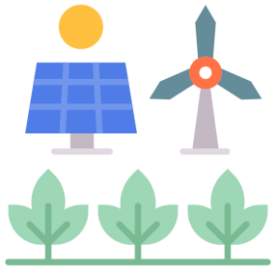
環境與永續 Environment & Sustainability

- 化學氫載體 Chemical Hydrogen Carriers
- 高溫電解 High-Temperature Electrolysis
- 物理化學探捕獲技術 Physicochemical Carbon Capture
- 電轉液化燃料 Power-to-liquid

能源與公用事業 Energy & Utilities

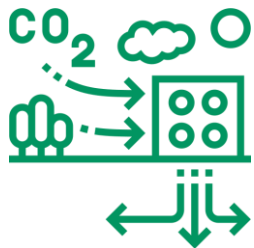
- 次世代酸鐵系鋰電池 Next-Generation Lithium-Iron-Phosphate Batteries
- 粉紅氫(核電產氫) Pink Hydrogen
- 工業製程電氣化 Process Heat Electrification
- 小型模組化核反應爐 Small Modular Reactors
- 鈉離子電池 Sodium-Ion Batteries
- 串聯型太陽能電池 Tandem Solar Cells

全球新興前瞻淨零科技



新興綠色能源
科技

new green
energy
technologies



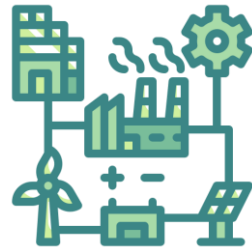
具成本效益的
直接空氣捕捉
技術

cost-effective
direct air capture



碳捕捉再利用
及封存、
負碳技術

carbon capture,
utilization, and
removal
technologies



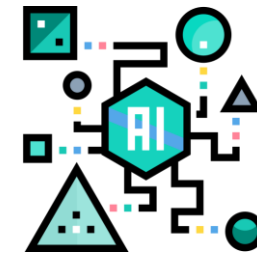
長時儲能技術
與智慧電網

long-duration
energy storage
and smart grids



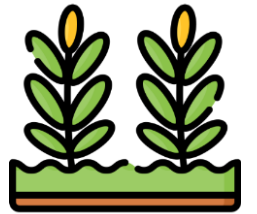
低碳氫能應用
與氫經濟

low-carbon
hydrogen
applications
and economy



創新人工智慧
與智能技術

innovative
artificial
intelligence and
smart
technologies



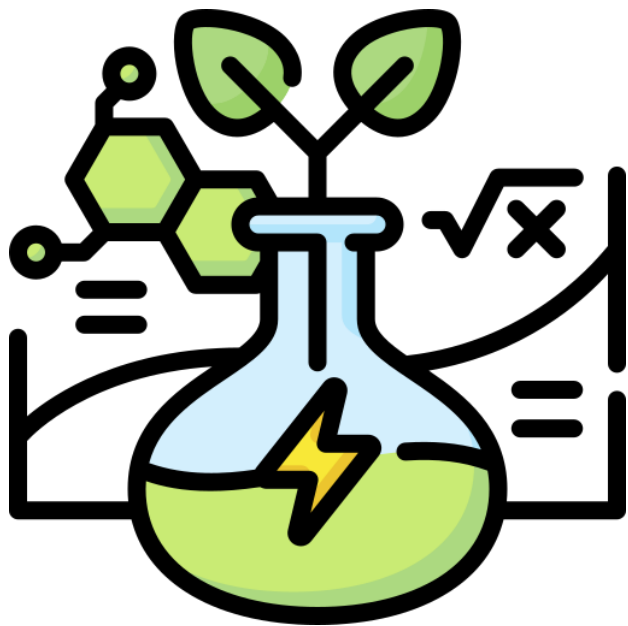
低碳生產
的農業
與糧食系統

transforming
agriculture and
food systems
with low-
carbon
productions

參考資料：

- WEF (2023/06). These new technologies will accelerate the transition to net zero. <https://www.weforum.org/agenda/2023/06/these-new-technologies-will-accelerate-the-transition-to-net-zero/>
- McKinsey (2021/10). Innovating to net zero: An executive's guide to climate technology. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/innovating-to-net-zero-an-executives-guide-to-climate-technology>

全球高等教育/學術研究部門的綠色轉型



Science Europe 匯集歐洲補助機構或進行突破性研究的公共研究組織，共同推動科學研究的前沿發展並為社會帶來重大利益；其提出了 **Greening Research** 的概念。

歐洲大學協會 (European University Association) 提出大學在綠色轉型過程中可將 **綠色公共採購 (green public procurement)** 視為重要工具之一。

德國研究基金會 (DFG) 提出 **Sustainability Guide for Research Processes**，引導研究人員在研究設計過程中同步思考執行過程是否能減少不可再生物品使用、或使用碳排低、能耗低的實驗室設備或材料。

我國的 **高等教育深耕計畫** 鼓勵大學推動校園永續，涵蓋研究、教學、行政和創新行動，並結合 **大學社會責任 (USR)**，與地方社區及公民團體合作，推動跨學科研究和在地實踐。

參考資料：

- <https://scienceeurope.org/our-priorities/greening-research/>
- <https://www.eua.eu/our-work/expert-voices/the-green-transition-at-universities-public-procurement-as-a-powerful-tool.html>
- <https://www.dfg.de/en/basics-topics/developments-within-the-research-system/sustainability-guide-for-research-processes>

淨零科技方案簡介



以科技研發驅動淨零轉型

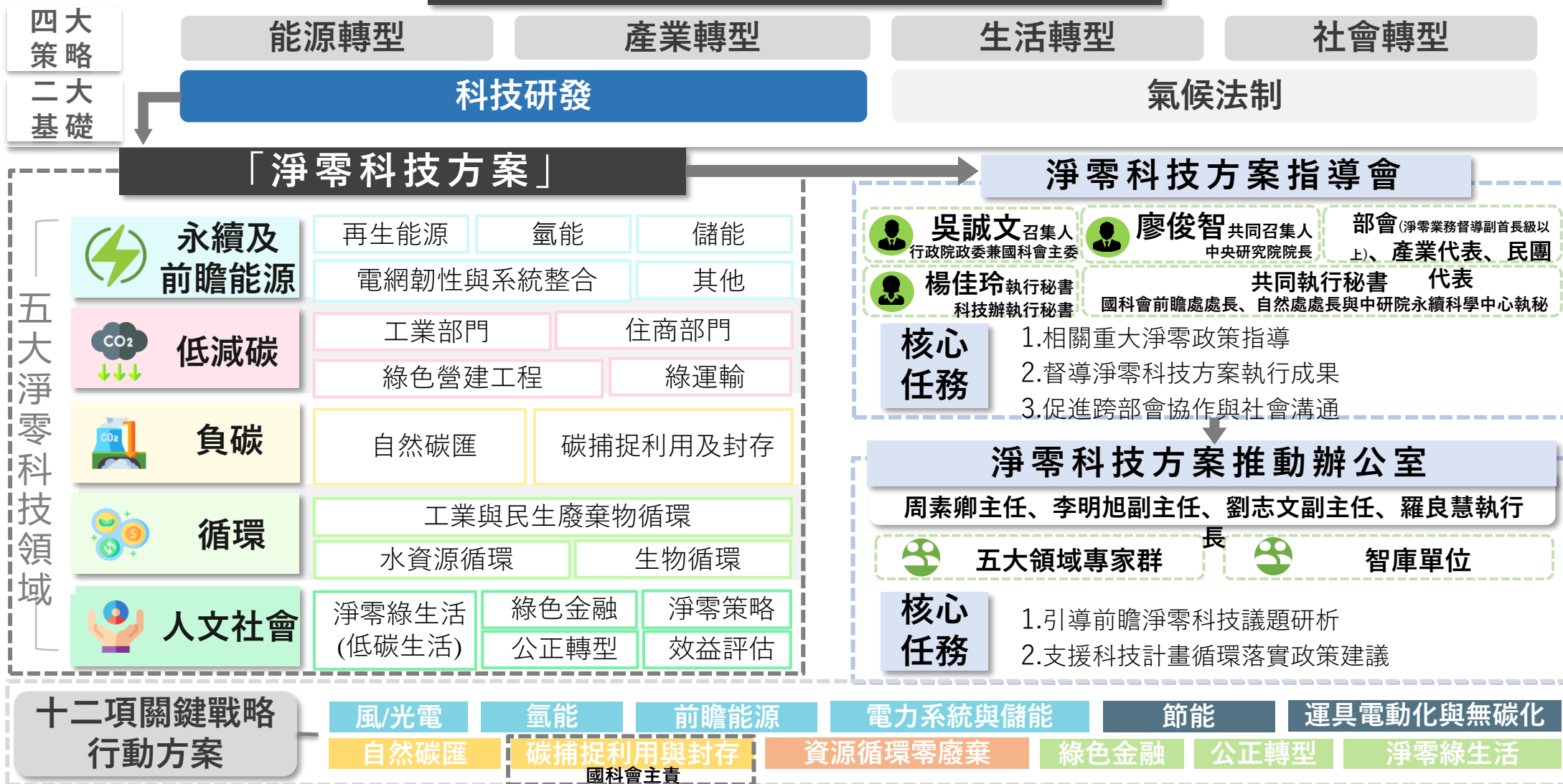
- 「科技研發」與「氣候法治」為淨零四大轉型推動過程的核心工作，科技研發由國科會偕同各部會推動於2023年3月推出淨零科技方案(含五大領域)投入約115億元，占整體科技預算的9%
- 臺灣淨零科技方案推動小組(The Taiwan Science and Technology Office for Net-zero Emission, T-STONE) 於2023年5月31日正式掛牌，協助淨零科技方案指導會



出處：國發會(2022)「淨零轉型之階段目標及行動」簡報p.3

「淨零科技方案」推動架構

臺灣2050淨零轉型政策架構



推動小組核心任務

淨零科技前瞻布局

淨零科技前瞻布局

從科技路徑、治理策略、產業生態、國際合作、社會推動等面向提出建議以**支援決策過程**。



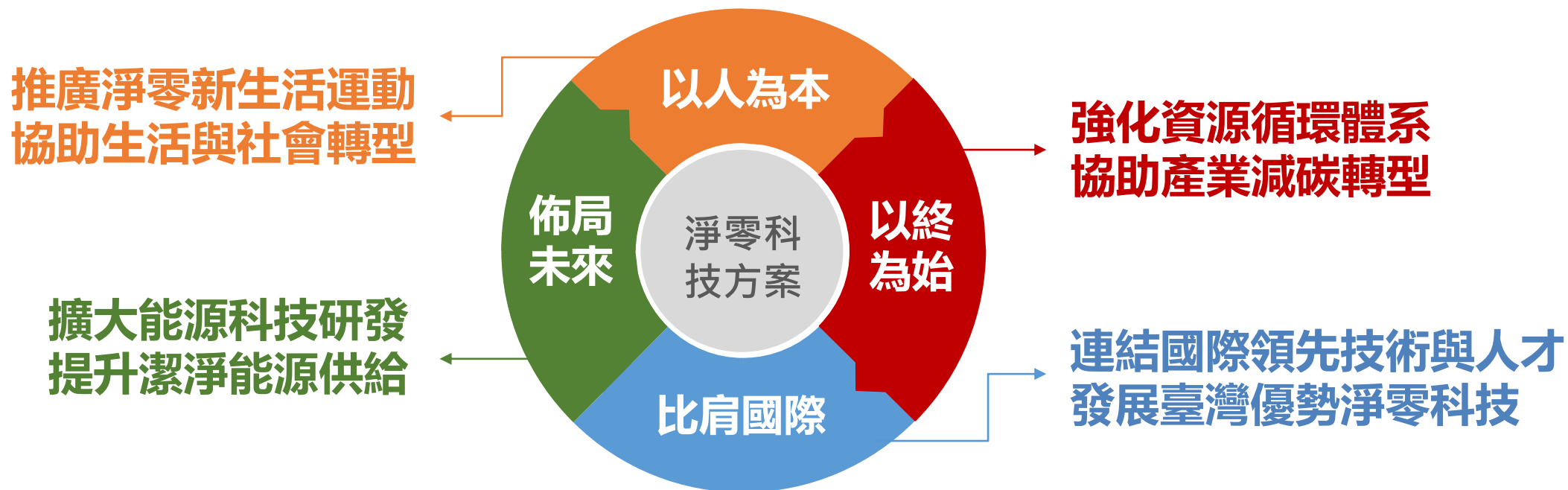
科技計畫循環支援

搭配科技計畫循環期程，建議優先投入項目，並複合專家室與前瞻處**優化科技計畫管考與審議**。

科技計畫循環支援

為落實推動小組兩大核心任務，亦積極與相關部會鏈結，共同規劃科技布局。

集結跨部會協作以落實淨零科技推動



規劃投入每年至少150億元，並依淨零科技發展狀況滾動式檢討

預算來源：

- 現行：科技預算、前瞻基礎建設計畫
- 未來：科技預算、溫室氣體管理基金-碳費等

本簡報來源：國科會於4月6日在行政院報告之「淨零科技方案(2023-2026)」簡報。

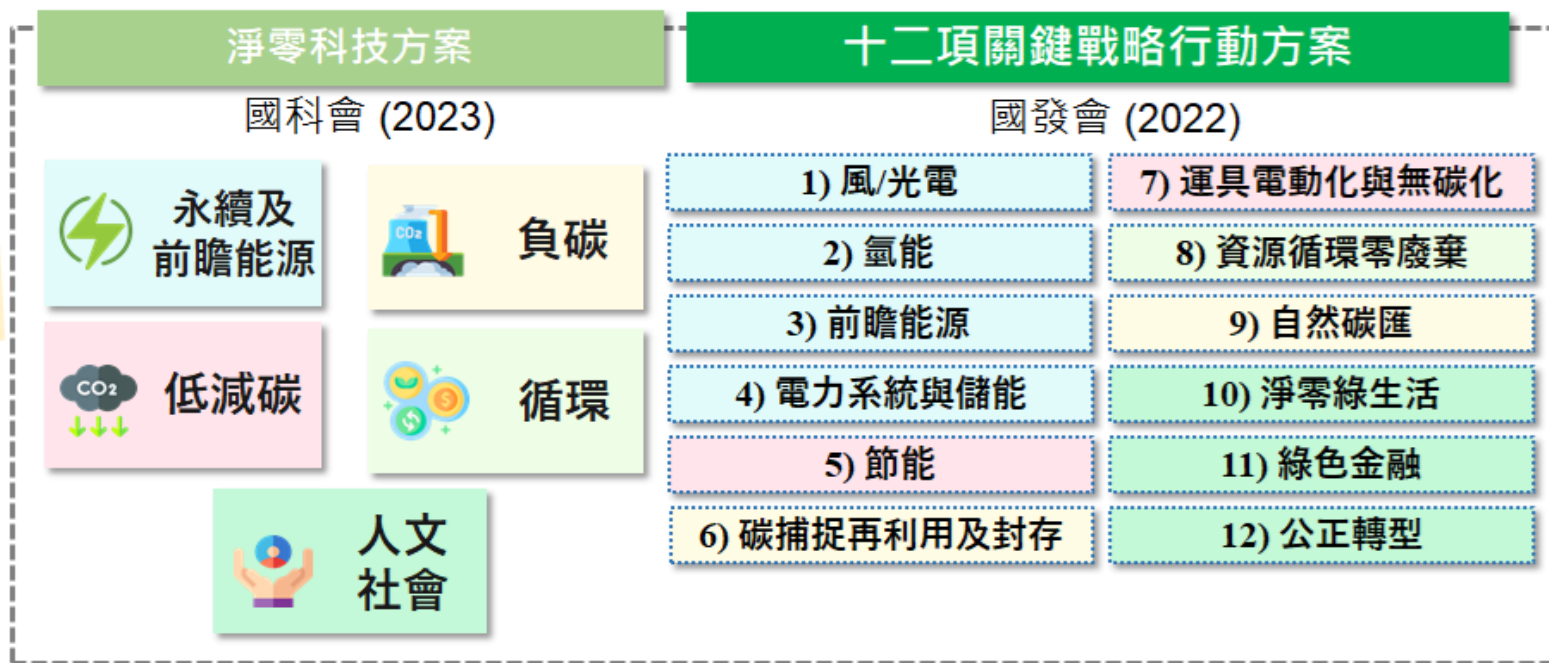
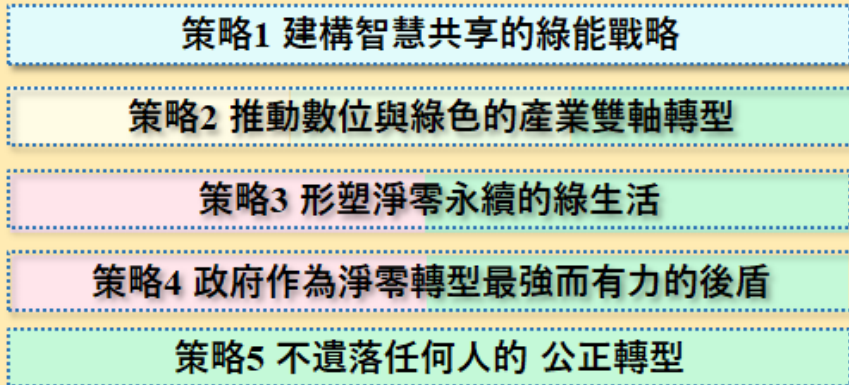
淨零科技研發作為轉型策略的重要槓桿力量

國家氣候變遷對策委員會 總統府 (2024)



國家希望工程-綠色成長與2050淨零轉型

行政院 (2024)



淨零科技布局之研議流程

統籌協調
推動小組運作

掌握各組與整體
計畫執行進度

促進跨組協作
與整合成果產出

搭配科技計畫循環機制，並兼顧政策布局高度、專家群技術共識會議結論與部會協商共識，針對淨零科技五大領域提出目前尚未投入、量能待提升之具體科技項目優先投入建議共 65 項。

上位政策
方案與建議



- ✓ 臺灣淨零科技研發政策建議書
- ✓ 12項關鍵戰略
- ✓ 淨零科技方案

國際淨零趨勢
與前瞻科技



- ✓ 主要國家淨零路徑規劃
- ✓ 技術發展藍圖
- ✓ 法規與政策配套

投入與執行
現況盤點



- ✓ 112年科技綱要計畫書文本
- ✓ 12項關鍵戰略進度報告

目標對應
與缺口討論



- ✓ 減碳目標
- ✓ 技術準備度
- ✓ 社會準備度
- ✓ 適地性評估
- ✓ 淨零產業
- ✓ 國際合作

淨零科技項目
建議

內外平台鏈結與溝通



- ✓ 五大領域專家群會議
- ✓ 科研聯席會議
- ✓ 跨單位交流會議
- ✓ 跨部會溝通與校準

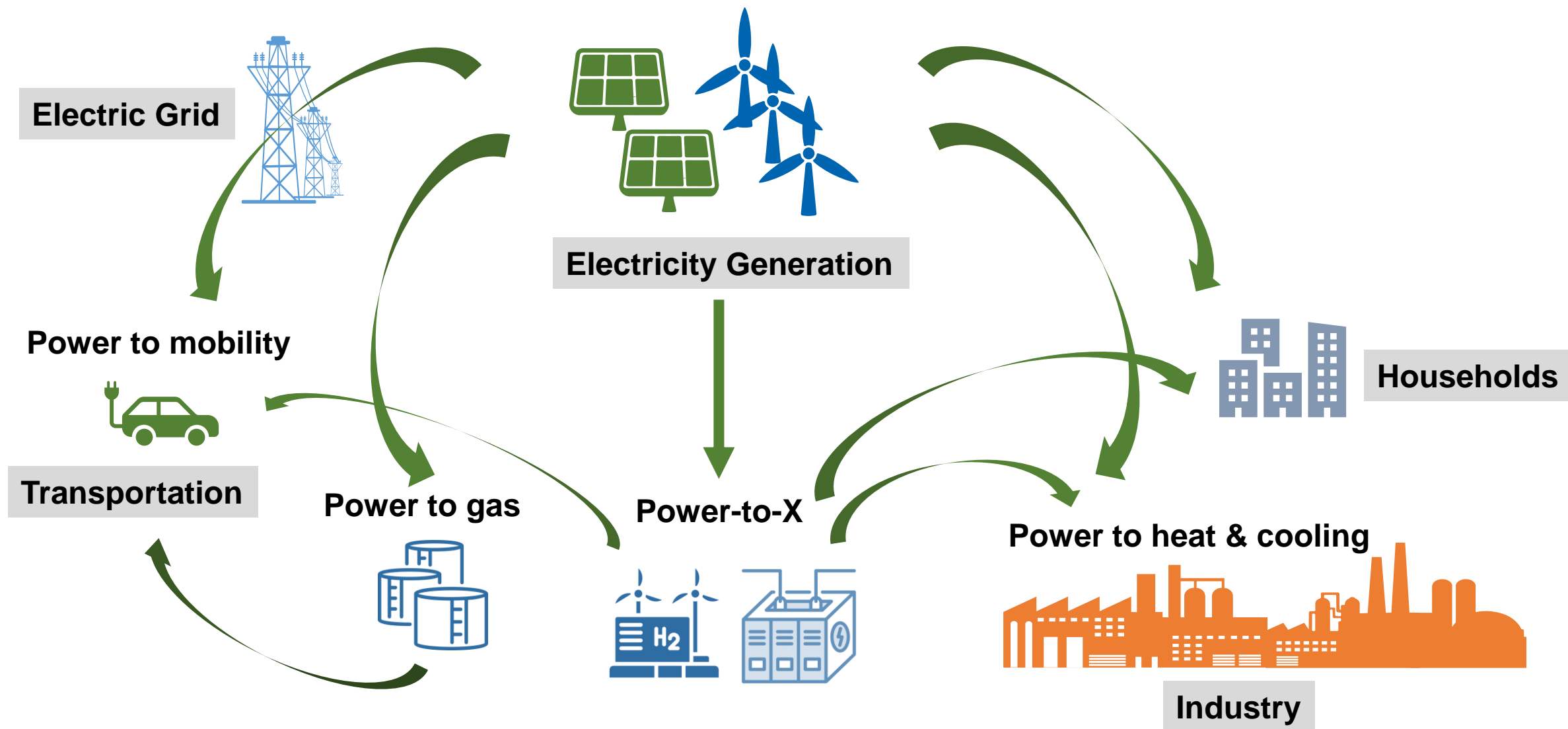
部分已獲部會採參
納入114年度規劃

回饋至科技計畫
提案機制與部會溝

研議淨零跨部門
與跨層級治理策
略與機制規劃

鏈結五大科技領域
專家群與科技政策
諮詢專家室專家群

從單一領域科技布局轉型為複合式議題

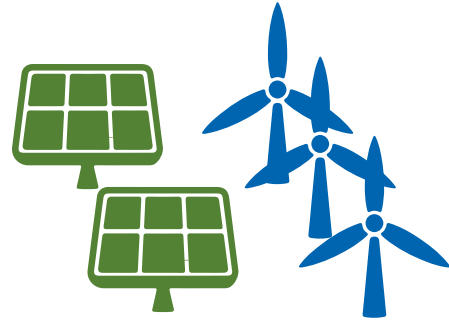


從單一領域科技布局轉型為複合式議題

運輸部門

- ① 概況：2023年綠電使用為43千度，占該部門年用電量小於0.01%。
- ② 2030年目標：市區公車及公務車全面電動化，電動車市售比30%，電動機車市售比35%。
- ③ 關鍵技術：電動載具與電網整合、智慧充/放電管理以及公共運輸交通系統淨零轉型。

Transportation



Electricity Generation

電力部門

- ① 概況：2022年再生能源占8.3%，電力排碳係數為0.495。
- ② 2030年目標：風/光電累積裝置容量達40GW。
- ③ 關鍵技術：複合式海域能源、浮式風/光電技術及固態型智慧電網。

住商部門

- ① 概況：2023年綠電使用達1.5億度，占該部門年用電量約0.3%。
- ② 2030年目標：營業場域燈具100%採用LED燈、空調最佳化操作達60%，智慧電表佈建率則於2035年達100%。
- ③ 關鍵技術：空調及照明系統汰換以及智慧電表普及。

工業部門

- ① 概況：2023年綠電使用達13.5億度，占該部門年用電量約0.8%。
- ② 2030年目標：2030年目標為製造產業電力消費15%使用綠電。
- ③ 關鍵技術：低碳燃料、創新製程技術以及製程管理系統

氫能

- ① 概況：針對氫能供給、應用及基礎設施三大面向挹注科技研發資源，並研擬跨部會之永續低碳氫能科技布局。
- ② 2030目標：燃氣混氫發電累積裝置量 91 MW，燃煤混氫發電累積裝置量 800MW，總計減碳量 6,877 公噸。
- ③ 關鍵技術：次世代海水電解槽技術、甲烷熱解產氫技術、混/專燒氫能渦輪發電機技術、高效能燃料電池技術以及綠氫標準/檢測/認證等。

複合式議題介紹



以複合式議題為主軸 布局前瞻淨零科技

- 臺灣國土空間有限，需盡可能在淨零科技布局過程中，同時考量如何使空間利用極大化、成本極小化，並妥善處理議題間資源競合的問題。
- 淨零科技議題具有高度跨域特性，單一科技投入並無法因應淨零轉型所需之複雜挑戰，且各領域議題需要與其他科技領域複合討論，以利科研系統性整合布局以發揮綜效。

能源轉型科技

提升淨零能源調度彈性與單位生產效益，因應電力穩定性/韌性及空間利用競合兩大挑戰。



永續低碳氫能



複合式海域能源

去碳產業建構

透過去碳/循環技術直接降低碳排，並於工業應用端導入數位化及人工智慧技術以強化節能成效。



碳封存整合社會治理



生物質永續能資源化



工業馬達整合AIoT技術
節電政策

淨零基礎建設

就基盤設施整合性導入循環經濟、低碳智慧運輸及低碳營建工法以形塑永續、宜居、智慧的生活場域。



淨零智慧電網



基盤設施與建成環境

複合式議題推動策略建議

永續低碳氫能

為發展可靠且穩定的低碳能源系統，且降低能源進口依賴，擬推動低碳氫科技布局，跨部會整合規劃，並藉樞紐示範帶動技術與產業生態系。



碳封存整合社會治理

為加速碳封存推動進程，擬推動評估潛力場址並推動具量體的碳封存模場，發展國內CCS技術及相關產業鏈，並提升碳封存社會準備度，落實淨零目標。



淨零智慧電網

因應再生能源及分散式電網發展趨勢，擬推動「固態型智慧電網系統布局」，由國營事業先行建置示範場域，協助提高未來智慧電網可靠性。



複合式海域能源

為緩解再生能源土地競合，且充分開發我國再生能源潛能，推動複合海域共置/共構能源布局，提升單位面積能源生產效益。



生物質永續能資源化

為加速創造淨零產業新商機，擬推動建立BECCUS技術系統，驗證國內具效益之負排放量能，並建立料源循環再利用機制，最大化整體經濟效益。



基盤設施與建成環境淨零轉型

為實現2050淨零願景，擬推動關鍵基礎設施之整備與新建，確保各項淨零轉型措施之可行性，並由政府帶動社會共同落實淨零措施及展開淨零行動。



工業馬達整合AIoT技術節電政策

以工業馬達作為關鍵切入點，經由導入AIoT智慧驅動技術，提升工業部門能源使用效率和降低製程耗能與生產成本，降低產業面對碳稅的衝擊，提升產業競爭力，進軍國際供應鏈，創造產業淨零數位雙轉型。



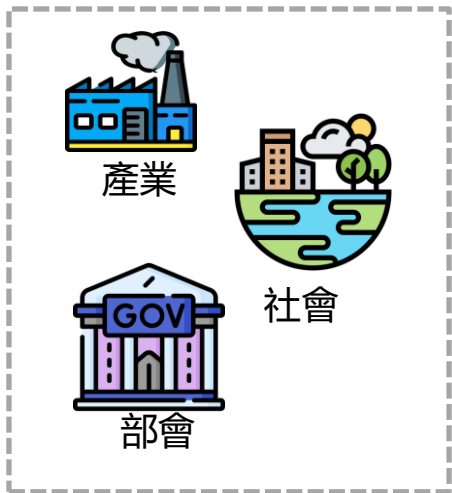
複合式議題之建議項目主題分布

為落實淨零轉型科研挹注，淨零推動小組以跨域複合式議題為主軸，研提達成2030年淨零排放短期目標所需之關鍵科技項目，以推動系統性整合布局及強化跨界協作，優化科技研發布局與支持體系建構。

氫能	<ul style="list-style-type: none">■ 次世代氫/氨能技術研究及國際合作■ 低碳氫氨能區域中心 - 場域示範及驗證■ 低碳氫/氨產業生態系與制度建構	城市淨零轉型	<ul style="list-style-type: none">■ 發展2040城市低碳交通區■ 都市電力韌性測試場域建構■ 推動綠色數位城市發展
海域能源	<ul style="list-style-type: none">■ 前瞻海域能源及海事工程技術整合研發■ 複合式海域示範樞紐及維運技術■ 高精度海域環境評估、監測及資源整合規劃	產業低碳轉型	<ul style="list-style-type: none">■ 前瞻工業節電/節能技術開發■ 高性價比碳捕捉技術研發及示範驗證
電網韌性	<ul style="list-style-type: none">■ 固態電力電子變壓設備與系統研發■ 強化整合資源規劃能力(IRP)■ 配電等級淨零微電網布建與試運行■ 區域多元虛擬電廠開發、驗證與運營	生物循環	<ul style="list-style-type: none">■ 次世代低碳永續航空燃料之料源與前瞻技術■ 永續航空燃料之碳足跡方法學與法規調適■ 在地優先永續航空燃料示範專區■ 多元料源之高效生質沼氣前瞻生產技術及甲烷化應用
支持體系建構	<ul style="list-style-type: none">■ 建構全時(24/7)電網去碳化市場機制■ 無碳電力憑證機制研析■ 淨零科技法規調適與配套措施研析■ 淨零科技人才培育■ 以科研驅動社會治理及支持體系建構■ 淨零產業推動與政策工具■ 碳足跡方法學		

透過複合式議題形成淨零科技研發生態圈

從上游科技研發到
下游落地實踐



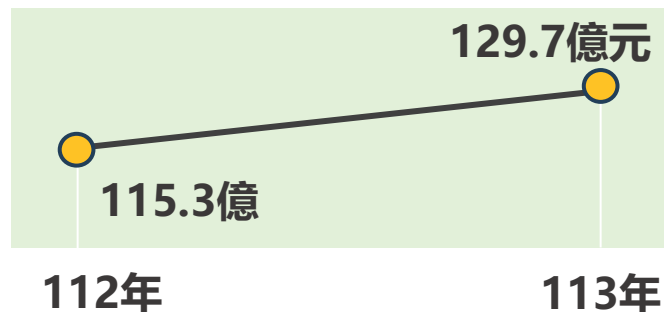
追求學術卓越並
回應社會需求



註：各複合式議題的關鍵科研項目為列舉

淨零科技方案- 113年度主題分布

科技預算投入經費



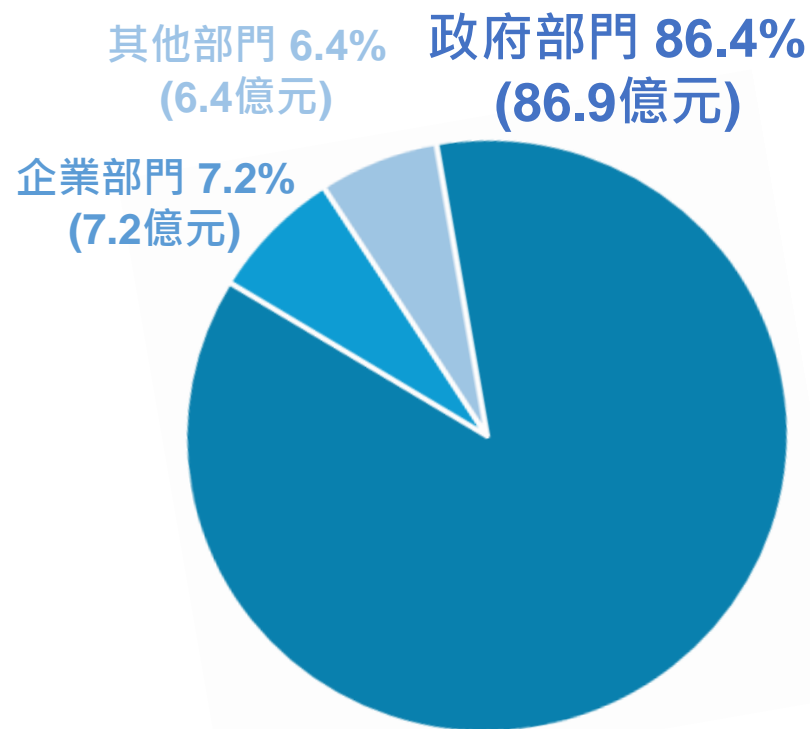
113年五大領域投入經費分布

領域	百分比	投入經費 (億元)
永續及前瞻能源	16.6%	21.5億元
低(減)碳	53.2%	69.0億元
負碳	8.3%	10.8億元
循環	15.4%	20.0億元
人文社會科學	6.5%	8.4億元

部會	投入經費 (億元)	113年度相關主題
經濟部	94.7	水資源淨零科技、地熱潛力場域、離岸風電地質調查、氫能應用、海洋科技、電動載具暨微電網、儲能、智慧電網、綠色製程、工業部門減碳、產業特用暨循環材料、高分子材料、循環經濟、再生能源憑證
國科會	8.9	碳捕捉再利用、碳封存、生物科技、海洋能、氫能、儲能、電網、前瞻能源、淨零社會科學
環境部	7.1	碳費暨碳交易、淨零綠生活、淨零路徑減量評估、循環資源、淨零轉型法規調適、廢水氨氮資源化
農業部	9.2	循環農業減碳、自然碳匯
中研院	4.1	去碳燃氫、地熱、海洋能、生質碳匯、太陽光電、區域儲能
核安會	2.1	儲能、電網、智慧管理
國研院	1.5	離岸風電災防
文化部	0.8	文化產業減碳
海委會	0.7	海洋能洋流發電
教育部	0.5	能源人才培育
交通部運研所	0.1	運輸部門減碳

大學端來自 目的事業主管機關的科技研發需求與經費支持

以台大(111年度)為例，主要研發經費來自政府部門。



學門下的基礎研究(包含好奇探索型、目標導向型基礎研究) 或者配合行政院或國科會施政重點所推動的階段性專案研究計畫



高等教育深耕計畫
主冊計畫、全校型計畫、特色領域研究中心計畫、落實大學社會責任實踐計畫(USR)



科技研究發展專案計畫



農業科技計畫



環保科技計畫

國科會徵件主題分布

基於 2050 淨零減碳之前瞻性科技開發與實踐規劃研究計畫



波浪&洋流發電

(海域環境特性、能量擷取器、電力傳輸方案)

關鍵技術

其他前瞻性科技研發

(高功率毫米波鑽探、慣性約束核融合、磁約束高溫電漿研究)

淨零科技社會科學

(公正轉型、再生能源政策與國土計畫、高碳排產業淨零路徑與政策組合、整合性評估、社會生活轉型願景及政策研擬)

氫生產

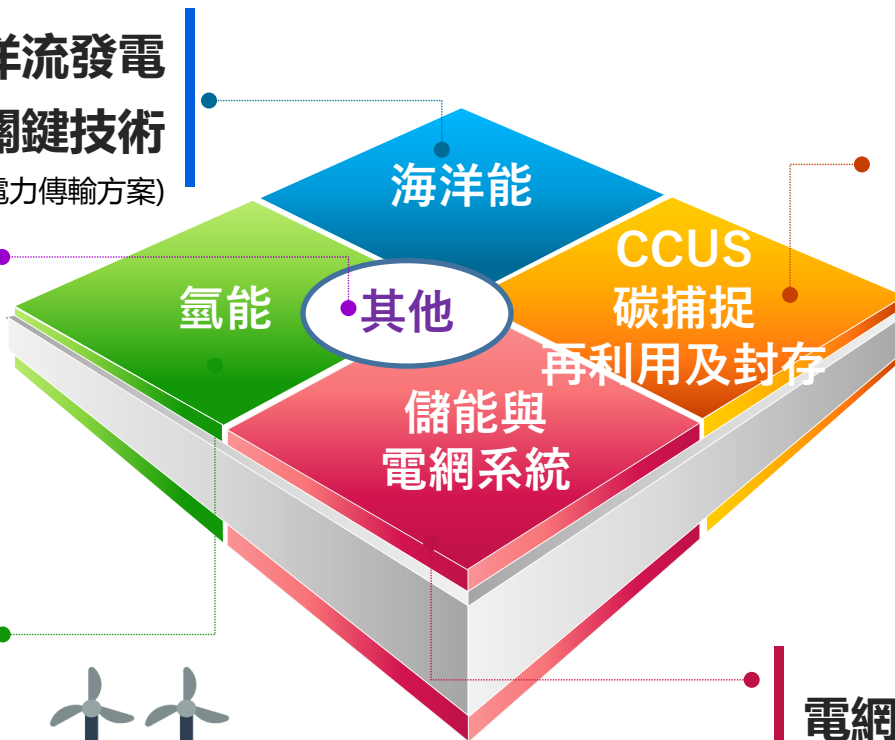
(質子交換膜電解水觸媒、電解海水產氫關鍵材料、鹼性膜電解產氫)

氫輸儲

(儲氫材料)

氫應用

(固態氧化物燃料電池、鍋爐混氫)



碳捕捉&再利用技術

(高效低能耗化學吸收劑、新穎物理吸收劑開發、化學迴路、藻類固碳、CO₂ 轉化技術)

直接空氣碳捕捉 (DAC)

(空氣捕獲負碳技術)



生質能與碳捕捉及儲存(BECCS)

(生物型負碳機轉研究、生物型負碳育成場域驗證、生技產業低碳原料與生物低碳製程)

碳封存(CCS)

(整合監測系統建置先期研究、潮間帶地質探勘技術之研發)

電網防衛強韌化

電能資源永續化系統規劃

(智慧電網技術於系統狀態檢知及應變調度應用、區域分散式資源整合在系統擾動抑低和復電調度與應用、電網運轉及設備韌性)



其他案例：農業部科技專案計畫

農業部自93年起規劃推動整合型農業科專計畫，包含**學界科專**、**業界科專**及**法人科專**，積極培養我國農業產、學、研各界創新研發能力，推動我國農業產業升級。

01.學界科專

運用學界累積之基礎研發能量及設施，採取整合性或跨領域之研發團隊模式，進行目標或任務導向之產業發展研發。

■ **申請資格**：國內公私立大學校院；近三年需通過農業部或經濟部辦理之相關評鑑。

計畫徵件主題
淨零相關

促成農業剩餘資源循環化利用，達零廢棄與淨零目標。

- ① 減碳及農業減廢利用技術評估與開發
- ② 建構減碳及循環農業產業價值鏈
- ③ 農業剩餘資源循環利用減碳零廢棄
- ④ 促成減碳循環農業產業鏈結與社會認知提升

自99年迄今
績效成果

研發補助金額	通過件數	技術移轉金額	促成產學研合作金額
549,857 千元	53 件	67,181 千元	867,422 千元

02.業界科專

鼓勵企業主動投入經費於自行研發，或將已有初步研發成果之技術與產品商品化，以加速農業科技之產業化及提升農業產業競爭力。

■ **申請資格**：國內依法規登記成立之獨資、合夥、有限合夥事業、農業產銷班、法人或公司(以下簡稱申請人)，且非屬銀行拒絕往來戶。

03.法人科專

以研發產業化為目標之農業技術/產品，或建構農業基礎設施、提高農業生產效率，完善生產環境系統等相關技術研發之跨域、整合型、延續性大型科技計畫。

■ **申請資格**：具有農業科技研究發展及產業化推動能力之財團法人、行政法人或政府研究機關(構)；近三年需通過農業部或經濟部辦理之相關評鑑。

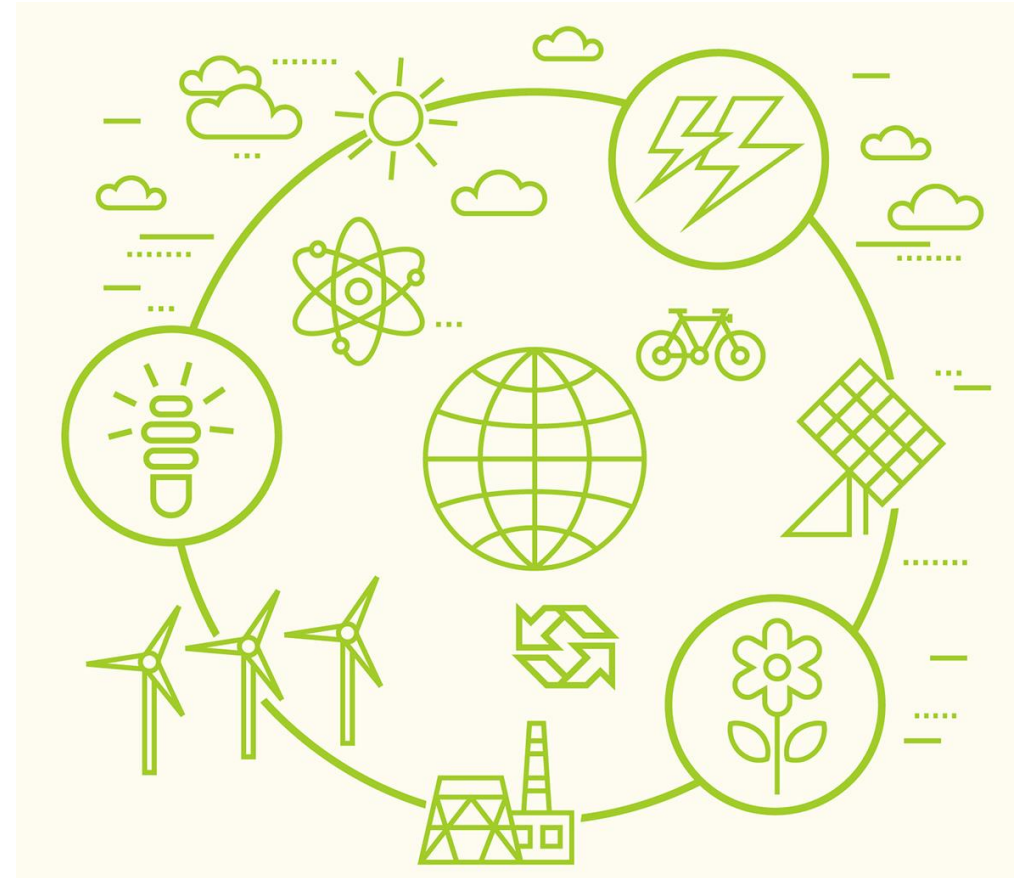
結語



基礎科研的重要性

淨零排放短期目標的達成需要
仰賴政策誘因與相關配套措施

長期目標則需要基礎科學投入
相關技術的開發



圖片出處：<https://english.ey.gov.tw/News3/9E5540D592A5FECD/6e6f7ff9-cc15-4078-b94c-efe4528b5e2a>

大學科技研發在淨零轉型的重要使命

1. 學術研究對於解決氣候變遷與淨零數位雙軸轉型所帶來的環境挑戰具有關鍵意義。
2. 建立以科學為基礎的決策過程，是支持綠色轉型的必要途徑。
3. 在淨零科技布局策略中，大學研發端可根據不同技術成熟度階段，結合自身核心能力，尋找適當定位，發展獨特的技術優勢。
4. 鼓勵並促進研究人員與政策制定者之間的密切合作，將科研成果轉化為實際行動。

感謝聆聽 期待後續交流

