



# 複合式海域能源

- 複合式開發海域再生能源，助力實現我國淨零轉型
- 建構海域能源產業生態系，爭取進軍國際供應鏈

## 推動緣由

因應我國 2050 淨零排放目標，再生能源電力占比須達 60~70%，惟個別再生能源有電力產出不穩定且所需設置空間大的問題，再生能源開發須面對輸出電力的穩定性以及空間利用競合等兩大挑戰。發展複合式海域能源不僅利用多元能源來源互補提高海域能源基載電力輸出，透過共用基礎設施亦可降低整體設置與發電成本並加速產業化進程，更能提升海域空間利用效率，突破我國有限國土限制，提供更穩定的零碳電力系統。當前為我國浮動式離岸風電場域配置與技術應用規劃之關鍵時間點，鑒於國際浮動式風電技術處於驗證階段，複合式開發離岸再生能源亦為重要發展趨勢，應掌握產業發展先機，加速整合浮式風電、波浪發電、洋流發電、離岸太陽光電等海域能源技術，提升我國海域能源技術成熟度，帶動國內產業生態系並形塑產業鏈。

## 國內外發展現況

海域能源開發除固定式離岸風電已較成熟外，其他方式由於發電成本偏高，各國技術進程多為測試階段，在實海域商轉營運的成功案例有限。當前國際朝向推動浮動式風電與波浪發電或離岸光電的組合方案測試，如以荷蘭海洋能源中心 (Dutch Marine Energy Centre, DMEC) 為首的 16 家歐洲能

源公司和研究小組所組成的團隊，啟動一項耗資 4,500 萬歐元 (約新臺幣 14.9 億元) 的專案建置多來源的海上再生能源園區 [1]。其中歐洲可擴展離岸再生能源 (European Scalable Offshore Renewable Energy Sources, EU-SCORES) 專案投入 3,480 萬歐元，目的在於充分運用海域空間，利用浮式

風機與波浪發電複合，或是浮式風機與浮式太陽光電複合，透過互補的型式達到更穩定及彈性輸出電力的好處，亦將評估結合綠氫生產的可行性。EU-SCORES 主要推動兩項有影響力的示範項目，均於 2023-2024 年進行部署，2025 年進入規模化推動階段 [2]。

因應未來低碳電力之需求，我國積極推動各項再生能源設置與技術發展。其中海域再生能源朝向大水深、浮動式離岸風力發電機組發展，並積極拓展浮動式太陽光電與海洋能，惟尚待技術驗證、規模化與環境資料調查。觀諸國內海域能源相關科技計畫投入，各部會近年來在浮式風電、浮式光電、岸基

式 / 點吸收式波浪發電及黑潮發電等逐步投入技術開發，惟技術成熟度介於 TRL 4-5 之間，尚未展開整合性海域能源科技布局，中游海事工程相關技術亦存在技術缺口（詳見圖 1 所示）。我國已具海域調查、水下工程等發展海域能源相關的條件與基礎，產業鏈亦已逐步發展，透過槓桿較成熟或開發中之離岸風電場域，共用近海淺水區域基礎設施，有助於加速離岸海域能源與光電產業化進程。科研端須建立海域空間圖譜，掌握環境條件並評估最適合開發區塊，並針對潛在社會衝突進行社會溝通，降低環境生態與社會衝擊。

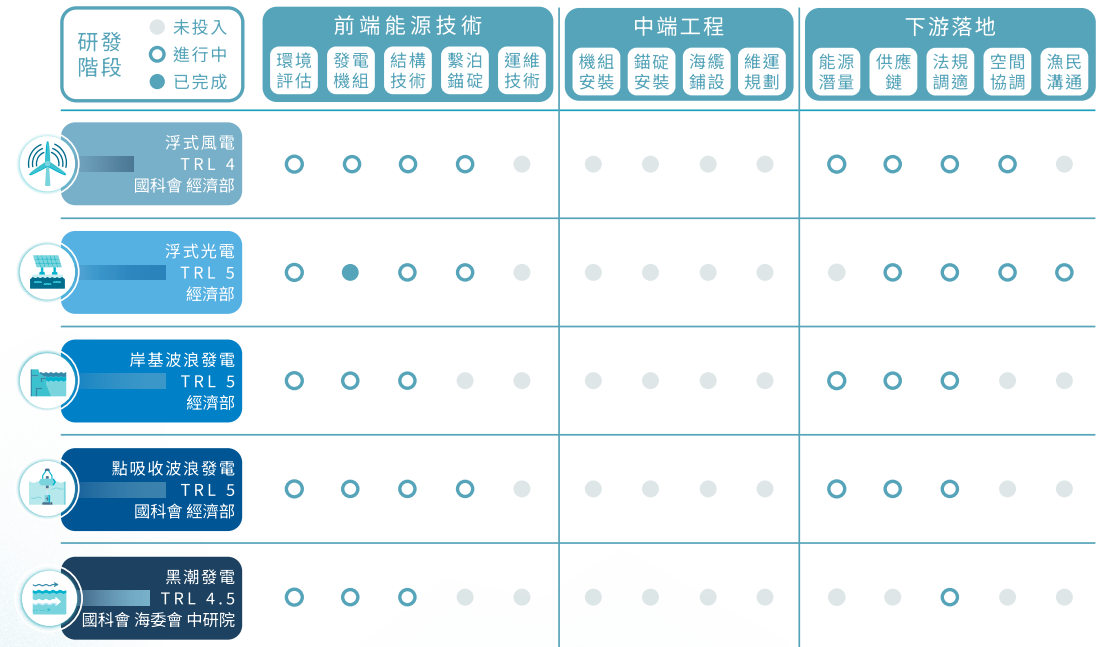


圖 1 複合式海域能源科研投入概況分析  
資料來源：臺灣淨零科技方案推動小組 (2024)。

## 推動策略架構

因應 2050 年淨零轉型，我國應積極開發海域再生能源潛能，調和國土競合需求並建構海域能源產業鏈。循此，本小組依據海域能源技術創新鏈（Innovation Chain）概念提出複合式海域能源科技布局，透過整合推動七項策略，期能提升海域能源技術成熟度

與海域空間利用效率，**實現創新技術驗證（科研面）、海域能源產業鏈形塑（產業面）及支援體系建構（治理面）**等三項構面之核心價值，以系統性減碳路徑規劃協助我國邁向淨零目標（請參見圖 2），各項策略意涵簡述如下。

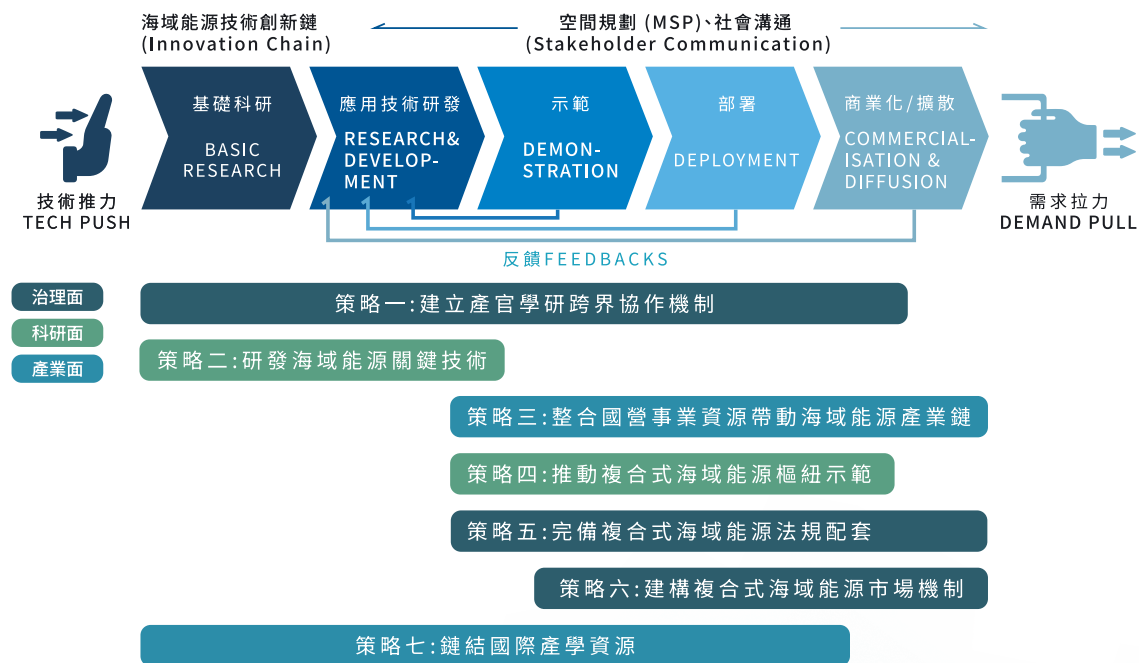


圖 2 基於技術創新鏈進行複合式海域能源科技布局

資料來源：臺灣淨零科技方案推動小組 (2024)。

### 策略 1：建立產官學研跨界協作機制

以「克服前瞻技術瓶頸」、「整合跨部門資源」、「切入藍海產業市場」、「活化市場機制」等為核心議題，透過產官學研共同協作建立價值鏈，強化公私協作機制與社會溝通。

### 策略 2：研發海域能源關鍵技術

關鍵技術涵蓋發電 / 能源轉換技術與系統設計、海事工程及電力傳輸、基礎設施及支援體系三大類別，研發目標為提高機組效率、可靠度及穩定性，共構 / 共置發電進行實場域驗證，提高運維效率並監測環境生態影響。



### 策略 3：整合國營事業資源帶動海域能源產業鏈

整合國營事業（如台電、中油）資源，透過實海域示範推升技術成熟度，以典範案例強化產業與金融機構投資信心，帶動產業鏈多元全面發展。

### 策略 4：推動複合式海域能源樞紐示範

擬於國營事業既有離岸風電場域進行海域能源發電技術檢測與系統整合評估，提供關鍵技術標準驗證的場域與服務，建立長期環境監測與海域資料治理機制並導入營運模式概念規劃，以完善技術落地部署與商轉前的準備，逐步建構海域能源產業生態系。

### 策略 5：完備複合式海域能源法規配套

海域能源相關法規範涉及跨部會主管機關主責業務，海域之使用或限制各有其管理目的，可能造成海域利用的排他性或同一海域涉及多部法規之競合關係，亟待透過完善法規配套以協調並調和海域使用。

### 策略 6：建構複合式海域能源市場機制

海域能源發展初期應建構商業生態系及投融资市場機制，中長期強化複合式海域能源在地產業鏈及市場的健全發展，提升國內金融業者投融资意願並促進國家融資保證進場。

### 策略 7：鏈結國際產學資源

優先透過我國既有的國際合作交流平台並鏈結國內產業公協會之潛力廠商，建立與標竿國家間的研究交流及合作機會。

## 推動效益

「複合式海域能源」分就科研、產業與治理三大構面提出七項策略，預期可達成的效益包括：利用海域風、光、波之再生能源互補特性**提高容量因數及發電穩定性**，增加綠電供給並提高併網穩定度；**共用基礎設施降低成本**，有助於加速海域能源技術商業化進程；以我國風場開發經驗、海事工程與浮式平台技術為基礎，掌握產業鏈發展先機，**形塑海域能源產業生態系**；以多元化應用有

**效利用海域空間**，調和海域空間競合及兼顧海洋生態保育；**協力多元利害關係人建立夥伴關係**。呼應政府推動國家希望工程、啟動第二次能源轉型等政策方向，基於整合資源規劃 (Integrated Resource Planning, IRP) 概念，配合浮動式離岸風場開發進程加速推動複合式海域能源開發，以助於實現我國淨零轉型願景。

### 參考文獻

- [1] CorPower Ocean (2022). The rise of hybrid marine energy parks: An interview with Dutch Marine Energy Centre (DMEC). <https://corpowerocean.com/the-rise-of-hybrid-marine-energy-parks-an-interview-with-dutch-marine-energy-centre-dmec-project-coordinator-benjamin-lehner/>
- [2] EU-SCORES (2023). EU-SCORES: European Scalable Offshore Renewable Energy Source. EU-SCORES website. Retrieved July 9, 2023, from <https://euscores.eu/>