

出國報告（出國類別：開會）

參加第 8 屆臺荷能源與創新領域合  
作會議、第 5 屆臺英能源對話會議  
暨參訪荷英再生能源出國報告

服務機關：海洋委員會

姓名職稱：林群皓科長

陳曉怡技正

派赴國家：荷蘭、英國

出國期間：112年06月06日至112年06月15日

報告日期：112年9月7日



## 摘要

為瞭解歐洲等再生能源推動先進國家之海域新興使用發展情形，本次參與經濟部能源局再生能源交流訪問團，與會「第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議」及「第 5 屆臺英能源對話會議」，參訪荷蘭海事研究所、鹿特丹港務公司、英國海事與海岸警衛署(Maritime and Coastguard Agency)、英國非營利組織 Carbon Trust，並與荷蘭企業署、英國在台辦事處、英國環境食品與鄉村事務部(Department for Environment, Food and Rural Affairs)、皇家財產局(The Crown Estate)、環境、漁業和水產養殖科學中心(Centre for Environment, Fisheries, and Aquaculture Science, Cefas)等單位，交流有關海域使用、規劃與發展議題，藉此了解荷蘭及英國於再生能源推動過程，有關單位間之溝通與協調模式，提供為我國海域管理及涉海部會間橫向溝通機制之參考。

## 目錄

一、目的 .....	1
(一) 與會緣起 .....	1
(二) 行程紀要 .....	1
二、過程 .....	2
(一) 荷蘭會議交流過程 .....	2
(二) 英國會議交流過程 .....	9
(三) 機關(構)參訪情形 .....	19
三、心得與建議 .....	28

## 一、目的

### (一) 與會緣起

「海洋基本法」於 108 年 11 月 20 日公布施行，依據海洋基本法第 4 條「因應海洋多目標使用需求，協調海域使用及競合」及第 8 條「有效因應氣候變遷，審慎推動國土規劃，以保護海洋環境」之精神，為建立海事專責機關海域競合協調機制，取得生態永續及產業經濟發展之平衡，本會辦理海域專法之研議及推動。

為借鏡荷蘭與英國於海上再生能源等新興海域使用發展之先進國家經驗，了解有關政府制度及新創技術，故參與經濟部(能源局)辦理「第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議」、「第 5 屆臺英能源對話會議」及參訪相關單位，以擷取相關國際經驗，提供我國推動海域空間規劃制度之策略參考。

### (二) 行程紀要

日期	行程
6 月 6 日(二)	臺灣出發，前往荷蘭(阿姆斯特丹)
6 月 7 日(三)	<b>第 8 屆臺荷能源與創新會議(海牙)</b>
6 月 8 日(四)	參訪荷蘭海事研究所 參與浮式風電產業業者座談
6 月 9 日(五)	參訪鹿特丹港務公司 參與氫能產業業者座談
6 月 10 日(六)	工作會議
6 月 11 日(日)	前往英國倫敦
6 月 12 日(一)	參訪英國海事與海岸警衛署
6 月 13 日(二)	<b>第 5 屆臺英能源對話會議(倫敦)</b> 參訪非營利組織 Carbon Trust
6 月 14 日(三)	返程，離開倫敦
6 月 15 日(四)	返回臺灣

## 二、過程

### (一) 荷蘭會議交流過程

「第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議」分為三場次進行，分述如下：

#### 1. 開幕式

會議由荷蘭企業總署(Netherlands Enterprise Agency)國際計畫處 Tjerk Opmeer 處長及我國經濟部能源局局長游振偉擔任主持人並致開幕詞。Tjerk Opmeer 處長說明本次會議安排議題包含歐洲之離岸風電、氫能、浮式太陽光電之發展，提及受俄烏戰爭影響，因此須透過協調及合作架構來突破仰賴燃料問題，且相當重視創新合作之研究，2022 年荷方亦啟動專案計畫強化臺荷知識經驗之交流。游振偉局長說明與荷蘭合作起始於 2015 年簽署之 MOU，建立能源及創新領域合作夥伴關係，此後每年透過會議方式持續雙方交流，此次為 covid-19 疫情後重新恢復之實體會議，藉此機會說明臺灣目前再生能源推動情形，與荷蘭交流政策及產業技術，促進再生能源發展。

#### 2. 議題一：風機葉片回收技術

(1) 本議題由臺灣上緯投控蔡雅儂總監及荷蘭再生能源工程管理与諮詢機構(IX Renewables) Tom van der Linde 營運長，簡報分享風機技術資訊。

(2) 上緯公司內部分為先進材料、碳纖維複合材料、創新與育成等三個主軸，針對風機葉片、防腐及回收利用，設置有材料研發中心。分享重點如下：

A. 以往廣泛使用之玻璃纖維由於回收困難，僅能透過掩埋與焚化處理。

B. 考慮風電葉片年限屆期後之處理，故運用同樣具有輕量及高強度特性之創新材料-熱固樹脂及碳纖維複合材料(易可收，EzCiclo)，製造風機葉片。

C. 屆期後，藉由觸媒(可立解，CleaVER)將環氧樹脂裂解為低聚物(oligomer)，易於回收再利用，回收處理過程無衍生廢棄物及環境污染，除風機葉片外，目前也應用自行車支架、背包等生活製品，為低處理成本、高附加價值之材料與技術。

(3) IX Renewables 組織內部分為 IX Wind(風電相關)、IX Zon(光電相關)和 AGIX Energy(供電與退役等相關)，為針對工程、採購、施工及安裝(EPCI)提供專業諮詢之機構。分享重點如下：

A. 以基樁式風機之除役為例，歐洲目前研究移除方式可分為截斷至海床底下結構(完全無露出)、截短結構(自海底起算結構高度不超過 5 至 8 米)、截斷海面以上露出結構。一般在風機葉片使用 8 至 15 年後，可選擇出售進行二次使用，提供為其他國家備用件，但就經濟效益上仍不足解決回收問題。

B. 由於風機機艙、塔架及水下基礎等結構材料多為不銹鋼或金屬，較容易回收再使用，相較下葉片回收再利用較為困難，去化方式主要仍為掩埋及焚化，德國亦有小規模藉由水泥協同處置(cement co-processing)之示範活化再用方式。

C. 另荷蘭目前透過示範性計畫發展不同分解技術，並透過法律及行政規則，如推動禁止掩埋之一般性規定，部門透過回收機制、獎勵機制，或在競標過程將回收設計視為加分條件等方式。

(4) 討論小結：風機裝置之循環使用機制中，由於其他基礎循環使用已達約 9 成，現存關鍵議題為風機葉片回收方式及廢棄物問題，若採用新材料作為改善作法，同時須考慮到風機前期設計、生產費用及整體產業供應鏈等問題。

### 3. 議題二：浮動式太陽光電技術與發展

- (1) 本議題由荷蘭 TKI 城市能源(urban energy)再生能源電力部門 John van Veen 經理及臺灣工研院太陽光電技術組林福銘組長，簡報分享浮式光電之發展。
- (2) TKI 為荷蘭創新能源公司，著重於能源創新應用與開發，串聯相關公私單位促成合作研究，以識別具有發展潛力之主題。分享重點如下：
  - A. 荷蘭所訂再生能源目標值為 2050 年達成 70GW(包含風電及光電)，其中浮式光電之目標值為 2030 年達成 3GW。
  - B. 由於荷蘭土地規模有限，為增加再生能源發展比例，主要目標區域以北海，並由建立網絡(ECO system)串聯產學單位，如執行浮式光電研究之研究機構(TNO、Amolf、Marin)、大學(台夫特理工大學、瓦赫寧恩大學) 並協助取得相關經費，例如尋求荷蘭國家成長基金之支持。目前已在內陸水域及北海進行小規模之示範計畫，部分公司也關注此議題，但尚未形成商業規模。
  - C. 浮式光電如透過與現有海上風電系統整合，可提高能源供應密度約 8 倍，但仍須針對電力輸送、風機結構及操作維護等方面進行持續研究。
- (3) 工研院為我國專業及應用研究機構，轄下綠能系統與環境科技研究所則著重於再生能源之相關發展及技術應用範疇，分享重點如下：
  - A. 我國所訂太陽光電目標值為 2050 年達成 40 至 80GW，台灣浮式光電之推動設置在 2020 年具顯著成長，主因來自採取設置於：滯洪池、水庫或內陸靜穩水域之策略，現行區域設置最大量為彰化彰濱範圍，達 181MW。
  - B. 為提高空間利用效能，透過高密度聚乙烯(HDPE)材質設置整合浮動平台，以結合傳統重要牡蠣養殖經濟產業，同時改善牡蠣養殖原有蚵棚廢棄物處理問題，並針對光電系



統環境腐蝕等關鍵議題進行測試研究，目前臺灣已形成浮式光電產業鏈(如台塑、旭東環保科技、安集科技、元晶、聯合再生能源等等)。臺灣浮式光電至 2022 年之設置容量達到 395 MW，持續推動光電政策以落實 2050 年能源淨零轉型之目標。

- (4) 討論小結：浮式風電與浮式光電之技術面都須考慮錨定問題，且對其他使用者產生空間限制，面臨之環境議題雷同，並且須考慮裝置生命週期及回收使用問題。位於開放水域或離岸區域之浮式光電之設置，僅有部分評估基礎，但設置與維護經費相對高昂，且工程技術面須考慮環境腐蝕、風波浪等問題，現行技術在商業方面之選擇，仍屬於早期階段。

#### 4. 議題三：離岸風場多元利用

- (1) 本議題由我方經濟部能源局陳崇憲組長及荷方荷蘭企業總署專案經理 Nico Buytendijk，簡報分享離岸風場之空間運用情形。
- (2) 經濟部(能源局)為我國再生能源主管部門，分享重點如下：
- A. 我國所訂離岸風電目標值為 2035 年達成 20.6GW，預估至 2025 年之設置容量為 5.6GW，並於 2026 年進入第三發展階段。基於離岸風電與漁業之共榮，考慮四項議題：中央與地方政府共同合作以考量區域問題、保障漁民權益、發展海上風場、重視海洋生態保護及永續發展。
- B. 落實措施方面，則透過指定禁止或限制設置風場之區域(如：傳統重要漁場)，建立聯合審查機制，相關法規(環境影響評估法、水下文化資產保存法、中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法、海岸管理法)之監督機制，並針對漁業強化溝通協調，以確認空間之運用。

- C. 另建立漁業補償機制，作為風場發展空間範圍所影響之漁業損失計算基準，透過電力發展援助基金及漁業共榮基金，提供補償之經費支持來源。
- (3) 荷蘭企業總署為荷蘭經濟部轄下機構，負責推動投資獎勵事務，分享重點如下：
- A. 荷蘭北海計畫(North Sea Programme)在歐盟政策如綠色政綱(European Green Deal)、永續藍色經濟(Sustainable Blue Economy)之架構與概念下推動，以促進北海使用，並能因應氣候變遷相關效應。該計畫著重於能源轉型(再生能源發展、永續能源基礎)、食物轉型(低食物鏈階層蛋白質，如貝類或海藻植物蛋白)及自然轉型(海洋保護區，減壓工法)。
- B. 以荷蘭 Borssele 風場為例，係透過政府機關之政策協議，決定風場空間之多元共享方式，包含規範固定航線以確保安全，及風場內特定區域可進行：水產或海藻養殖、其他形式再生能源、促進自然資源恢復(如漁業資源保護、魚礁)、被動漁業等共享使用，並且規劃不同使用之區域範圍及界定合適邊界，作為共享使用實務面之示範。
- C. 另提及更進階之水產養殖園區(Maripark)概念，目的是為提高多元使用之經濟規模，打造新型態之生態系統，以促成藍色經濟成長及永續發展。
- (4) 討論小結：針對漁業與風場之共存，荷蘭藉由收購作業船隻或作業權利，但仍會衍生漁民未來如何營生之問題。臺灣漁業因其發展歷史，且地方漁業組織具有優勢，採取方式為仍許可漁業可穿越風場區域進行作業，建立認定基準及補償金額，並透過提供地方發展經費方式，藉由地方組織發揮溝通協調力量。Maripark 為發展中概念，但如何達成最合適規劃，如養殖密度及空間配置等方式，需持續累積研究經驗。

## 5. 閉幕式

會議由我方經濟部能源局游振偉局長、荷方企業總署國際計畫處 Tjerk Opmeer 處長致閉幕詞。雙方於會議過程，就風電裝置回收、浮動式光電及風場多元使用等議題進行分享與討論，圓滿完成，下次會議將輪由我方主辦。



圖 1-第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議-會議開幕過程



圖 2-第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議-雙方人員合影



圖 3-第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議-離岸風場多元使用討論過程



圖 4-本會林科長與荷蘭企業署 Nico Buytendijk 經理於會後交流荷蘭規劃情形及合影

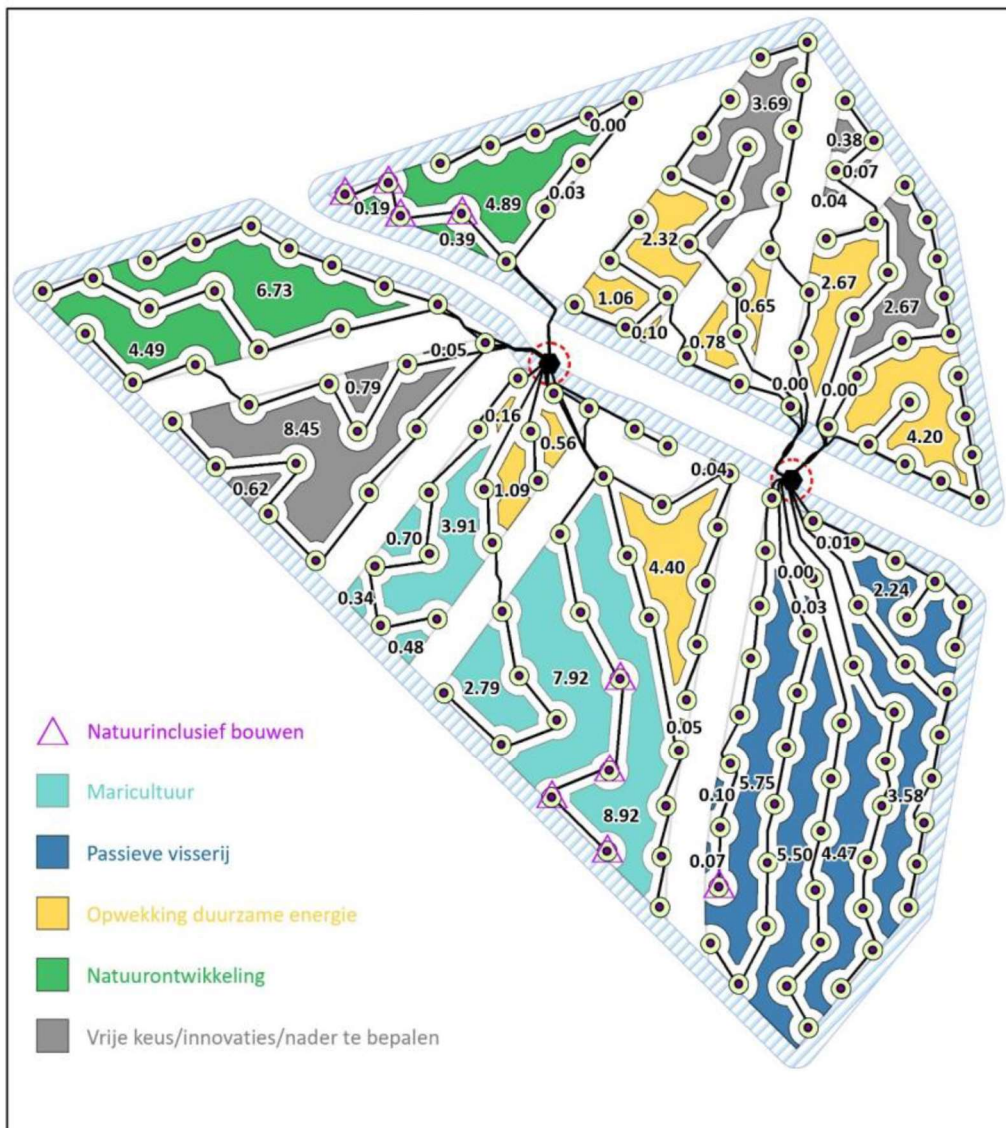


圖 5-荷蘭 Borsselle 風場對於不同使用進行共存區域規劃，包含再生能源複合使用、養殖及資源保護，且風場內之航道範圍明確

## (二) 英國會議交流過程

「第 5 屆臺英能源對話」分為三場次進行，分述如下：

### 1. 開幕式

- (1) 雙方與會人員進行自我介紹，英方與會單位包含：能源安全與淨零部(能源外交處、國際能源政策部門東亞地區、國際能源政策部門印太地區、低碳氫團隊)、國際商業與貿易部(再生能源部離岸風電與出口處、離岸風電部門)、英國在台辦事處(創新科技處、亞太離岸風電與潔淨能源)、環境食品與鄉村事務部(國內海洋策略處、環境漁業與水產養殖科學中心)、蘇格蘭政府(公正轉型委員會)、皇家財產管理署(海洋發展處)。
- (2) 正式會議由英國上議院 Lord Faulkner 副議長、駐英國台北代表處謝武樵大使致開幕詞，表達雙方對於淨零轉型、再生能源等因應氣候變遷挑戰議題及建立對話空間之重視。各項議題則由英國能源安全與淨零部能源外交處 Julie Scott 處長及我國經濟部能源局局長游振偉擔任主持人。

### 2. 專題演講：淨零政策—淨零轉型與能源安全

- (1) 本議題由我方經濟部能源局陳崇憲組長及英方蘇格蘭政府公正轉型委員會 Ameena Camps 委員，簡報分享雙方能源轉型情形。
- (2) 經濟部(能源局)為我國再生能源主管部門，分享重點如下：
  - A. 依臺灣能源使用組成，進口燃料所佔比例達 98%，因此產生三大能源議題：能源安全、化石燃料比例偏高、發展新能源或再生能源。2025 年能源轉型方向為：增氣(LNG)、減煤、展綠及非核。
  - B. 為邁向 2050 淨零排放，以增加去碳電力於電力結構中之佔比為長期推動目標，預計於 2050 年提高再生能源佔比 60%至 70%，提高氫能佔比 9%至 12%。為維持能源穩定，

火力燃氣將維持一定比例(20%至 27%)，此部分將結合碳捕捉、利用與封存技術(CCUS)，並建立 12 項關鍵戰略，包含風光電、氫能、電力系統儲能、碳捕捉利用及封存等等。

- C. 我國太陽光電所訂目標值為 2025 年達成 20GW，其中 8GW 為屋頂型、12GW 為地面型。2050 年光電目標值提升至 80GW，除原有屋頂及地面形式，發展浮動式光電亦為選項。離岸風電分為三階段推動，所訂目標值為 2025 年達成 5.6 GW，2050 年達成 40GW 至 55 GW，即將邁入第三階段，由於臺灣已有固定式風場推動經驗，浮式風電認為是一具有發展潛力之選項，將規劃示範、競標或相關機制來推動。
- D. 氫能發展方面，短期於 2030 年前規劃以進口為原則，以利發電及工業製造等相關應用低碳化，中長期將建構基礎與運輸儲備設施及發展自主供應。碳捕捉及儲存技術(CCS)發展方面，預計推動兩處試驗計畫，藉此了解臺灣位處地震好發環境之影響，採取自陸地至沿岸再至離岸之推動策略。能源轉型及創新技術為淨零轉型之發展關鍵，將持續結合不同領域及國際合作，達成 2050 目標。

(3) 蘇格蘭政府公正轉型委員會之任務，係為蘇格蘭政府提供公正轉型之計畫制定、建議與監督，分享重點如下：

- A. 蘇格蘭公正委員會於 2019 年成立，是世界首個成立 JTC(just transition commission)委員會的國家，緣自 2009 年工會提出低碳經濟轉型倡議，2015 年巴黎協定亦呼籲實現勞動力公正轉型及創造就業機會等優先事項。JTC 透過與政府簽署備忘錄方式合作，負責制訂蘇格蘭之公正轉

- 型政策，並收集各界聲音、經驗與專業知識，以對政府提出建議，並管理額度達 5 億英鎊之公正過渡基金計畫。
- B. 2022 年至 2026 年啟動第 2 屆委員會，並以第 1 屆成果(提出創造機會、培力、賦權等建言)為基礎持續推動相關工作，包含對能源、建築、施工及農業運輸等類型之公正轉型計畫進行審查，聽取基層、商業、年輕人等受影響對象意見，每年度提出報告來反映蘇格蘭推動公正轉型的進展，內容亦包含跨領域及特定部分之優先事項。
- C. 鄰近風力發電場域且取得相關回饋收益之社區，相關效益收入較一般行業標準超出 34 倍，獲得利益如 100%用於重新分配當地經濟建設及社區賦權，可為社區帶來機會，例如參與式方案設計(co-design)，使成員在方案設計過程有平等參與機會，藉此建立信任減少障礙。運用案例方面，如蘇格蘭弱勢住戶暖氣仰賴固體燃料、氣候變遷產生之電力成本上升及電網脆弱。另在環境部分，藉由磋商使地方了解及導入高度海洋保護區域至少 10%，減緩社區或團體於溝通過程中，面臨漁業壓力及限制之反彈與衝突。
- (4) 討論小結：分享蘇格蘭社區實務，因面臨英國能源市場天然氣供應短缺問題，社區部門關注在地能源供應，透過與風場協商提供社區較便宜電力等福利。蘇格蘭公正轉型委員會之預算來自政府，但事務透過會議進行，並建立與利害關係人及專家之關係；挹注至社區的經費主要透過協議決定，社區代表可在協議過程或產業計畫中擔任成員，參與使用及補助之決定過程。英方 Julie Scott 處長回饋英國政府去年回顧國內電力情形，未來須因應之三大挑戰為：提供消費者優惠電價費率、顧慮能源承載量及低碳、尋求更低價之再生能源。我方陳崇憲組

長亦回饋臺灣就電價問題採取 1 年開 2 次費率委員會，討論決定電價費率之作法。

### 3. 議題一：離岸風電海洋空間規劃與發展

(1) 本議題依序由英方環境食品與鄉村事務部(Department for Environment, Food and Rural Affairs,簡稱 Defra)國內海洋策略處負責人 Joanna Higgins、皇家財產管理局(The Crown Estate)海洋發展處負責人 William Apps、環境漁業與水產養殖科學中心(Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, 簡稱 Cefas)Dr. Andrew Gill、我方本會海洋資源處林群皓科長、英國在台辦事處離岸風電及潔淨能源負責人 Richard Bruch，簡報分享雙方有關海洋空間規劃之推動情形。

(2) 英國海洋政策由 Defra 及轄下組織負責，分享重點為：

- A. 英國國家海洋計畫之規劃工作，範圍分為：英格蘭海域(再分為 6 大區域：東部、東北、東南、南部、西南、西北)、蘇格蘭、威爾斯及北愛爾蘭海域，每 3 年應向國務卿提出報告，此為英國既有之海洋規劃架構，且有相應財務預算。
- B. 英國海洋環境預估每年提供生態服務功能價值超過 2,000 億英鎊，因應離岸風場發展，產生能源安全及淨零、生物多樣性及環境保護等需求彼此競爭，因此調整架構，建立跨部門「海洋空間優先計畫」，並由 Defra 整合，以協調政策間之優先順序政策，取得海洋空間使用最佳化、不同使用間之最大共存。無法共存情形，則著重於如何利用與其緩解措施。

(3) 皇家財產管理局根據 1961 年皇家財產法(The Crown Estate Act)設立，為對政府(議會)負責之獨立商業組織，負責海域國家資產管理，分享重點為：



- A. 負責英國離岸風電於海域(包含海床)之管理，但不包含規劃。2050 年預估再生能源如離岸風電所需設置量之最高情境達 140GW，海洋空間擁擠且系統壓力增加，管理局投入相當預算進行調查以強化基礎證據，此為政府決策、引導風場、理解海域使用影響及識別未來挑戰之關鍵。
  - B. 海洋空間規劃並非僅為海洋計畫，而為理解海洋發展機會及權衡運用之工具，英國認為浮式風電具有發展潛力，關鍵前提為解決海洋空間之優先順序，特別是漁業、航運及生物(如鳥類)之共存，因此建立線上資訊整合系統 ([www.futureoffshorewindscenarios.co.uk](http://www.futureoffshorewindscenarios.co.uk))，以有利於一覽使用，並可呈現風場分布區域所需電力系統及累積效應等相關資料及模擬結果。
  - C. 面臨風機大型化，未來挑戰為可釋出何處空間，建議思考優先組織及使用共存可行性，有助於理解使用在空間層面之影響。例如海纜位於海床使用，不視為單獨使用，可透過技術協助，得以共存其他使用。
- (4) Cefas 為 Defra 轄下之研究機構，任務為提供海洋相關研究、監測及評估等決策所需支持證據，探討科學主題包含近海及海洋可再生能源，機構內涉略領域多元，包含環境化學、地質學、魚類及底棲生態學、生態系統、海洋學等專業人員，透過收集基線資料(baseline data)及模擬，包含自然、社會及經濟等不同面向之科學證據，進行時空分析，提供為海洋空間規劃之建議。
- (5) 我方由本會林群皓科長分享臺灣海洋空間規劃推動情形，因應海域新興使用需求增加，為完善海域多元使用空間秩序，臺灣 2019 年啟動海域管理制度研究及相關法規盤點作業，並規劃制定海域空間與使用管理規劃相關法案，機制面包括增加

跨部會先期協調及制定海洋空間計畫，劃設海域功能區，並建立「國家海洋資料庫及共享平台 (NODASS)」以強化海域調查資料管理等事項。由於新訂法案涉及既有法規之修改，目前仍處於跨部會協調階段。

- (6) 討論小結：英國對於海洋保護區域，更關注該範圍內之生物棲地、物種或環境條件，並透過數據檢視該範圍之生態功能是否良好，著重於有效保護管理，而非海洋保護區域之比例。海域空間如何多元使用及位址選擇，例如浮式風機需要繫纜及錨錠系統，如何與漁業等其他使用共存，需建立相關指引。因海域空間競爭需求增加，英方以碳捕獲、利用及儲存(CCUS)同為快速發展技術為例，由皇家財產管理局建立離岸風電及CCUS 共址評估平台，匯集相關機關、團體及專業人員，藉由收集大量資料瞭解環境情形，並發展共存策略，並強調關鍵為風電場址之規劃初期，即應有不同領域如漁業或產業之參與及意見，避免僅由能源工程角度規劃設計而造成策略誤差。
- (7) 英國在台辦事處就亞太地區之離岸風電與潔淨能源發展，分享與台灣港務公司交流合作情形，及說明英國離岸風電人才技能發展情形，重點如下：
  - A. 港口設施之使用需排定相關計畫與時程，若有離岸風電開發專案如有延遲情形，2020 年至 2029 年間台灣港務公司之港口量能可能出現緊繃情形，此為減緩風電專案開發速度之因素。下一階段風電港務開發涉及浮式風電議題，建議需確認結構製造及整合場域、制定儲存策略及對碼頭就零組件負載能力進行評估。
  - B. 2000 年至 2015 年為風電發展初期，未明確技能策略導致產業成長緩慢，後續透過差價合約(CFD)機制發揮引導支持效果，形成穩定專案開發管道。國際巴黎協定及英國淨

零願景承諾亦促成多項關鍵發展，另英國於 2019 年發布離岸風電產業協議所定目標為 2030 年實現 30GW，為實現目標故催生一系列輔助措施，包含人力與技能制定目標值，及提出年度調查報告。根據英國發展經驗，建議我方整合中央政策，建立官方、產業及培訓機構之對話管道，與資料共享、分類系統及標準架構，以利開展產業人才之培育及轉型。

#### 4. 議題二：低碳氫

- (1) 本議題由英方能源安全與淨零部 Henry Irvine 資深政策顧問及我方臺電公司電源開發處吳俊樺課長，簡報分享雙方就低碳氫之發展情形。
- (2) 能源安全與淨零部負責英國之能源供應安全、提高效率及引領綠色新興產業，分享重點如下：
  - A. 低碳氫可整合於不同能源系統，由於英國部份工業部門存在難以電氣化情形，因此在電力、運輸其暖氣供應等能源運用方面可提供彈性。英國希望 2030 年實現 10GW 低碳氫之生產，重點在於與其他能源及設施建立網絡，並與相關專案計畫彼此連結，包含 CCUS 或電力之發展、儲存與分佈。
  - B. 建立低碳氫標準，作為相關產業取得政府資助經費之認定基準，用以協助英國落實能源安全戰略及淨零目標。發展過程透過與外部主要利害關係人進行磋商，包含生產點、電力證據、排放值、溫室氣體認定方法等技術監管事項，藉以建立低碳氫之生產驗證及追蹤機制，協助減碳，並有利英國低碳氫取得國際貿易認可，預計於 2025 年前提出相關制度。

- (3) 臺電公司電源開發處負責配合政府能源政策及整體環境條件，辦理長期電源開發之規劃，分享重點如下：
- A. 氫能發電之關鍵課題為氫氣之儲存方式，透過零下約 253°C 儲存液態氫氣，可改善運輸及儲存量體過大之效益問題，但相較於液化天然氣(LNG)更為耗能，目前全球僅由日本具有運輸液態氫及卸載作業能力。
  - B. 為推動替代燃料共燒發電及確保相關安全，預計在高雄興達電廠進行 5%燃氣混氫共燒試驗，預定於 2025 年前達成混氫 5%發電目標，並於 2028 年至 2030 年間推動桃園林口電廠 5%燃煤混氫發電試驗及達成目標。基於氫能技術仍在快速發展，短期規劃以進口氫氣為主，並於能源安全前提進行以餘裕再生能源產氫之推動發展。
- (4) 討論小結：臺灣目前對於氫能發展主要考量重點為供應，傾向為現場或其他國家。英方回饋英國研究及創新署投入約 1 千萬英鎊研究海域海上再生能源發展前景，另英國政府亦透過淨零資金資助氫能生產基地、發展氫能商業生產模式等方式，評估整體獎勵輔導過程約需 15 年，目標為達成氫能生產 10GW 及出口他國。生產氫能需耗能且水電解氫法於不同水域情形之能源轉換效率不同，尚需持續進行技術及機制優化之研究。

## 5. 閉幕式：

本次會議地點安排於英國外交及國協事務部，會議由我方經濟部能源局游振偉局長、英方能源安全與淨零部能源外交處 Julie Scott 處長致閉幕詞，面臨氣候變化及國際俄烏情勢等挑戰，國際共同目標為淨零轉型，雙方就再生能源及新能源、公正轉型、海洋空間規劃等議題進行分享與討論。我方將在臺英

備忘錄之架構下，廣續拓展能源對話平台，持續交流相關議題及發展雙方合作。

## Marine management needs multi-agency input

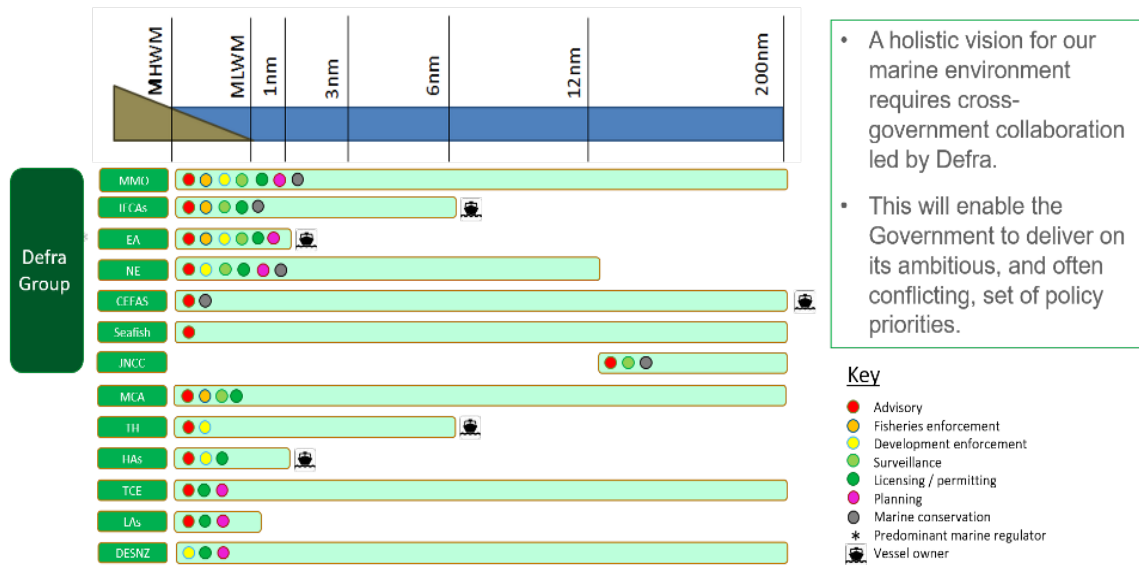


圖 6-英國海洋管理由多機關分工，因海洋空間逐漸擁擠，由環境食品與鄉村事務部(國內海洋策略處)建立海洋空間優先計畫，整合及協調海洋政策以利實現。

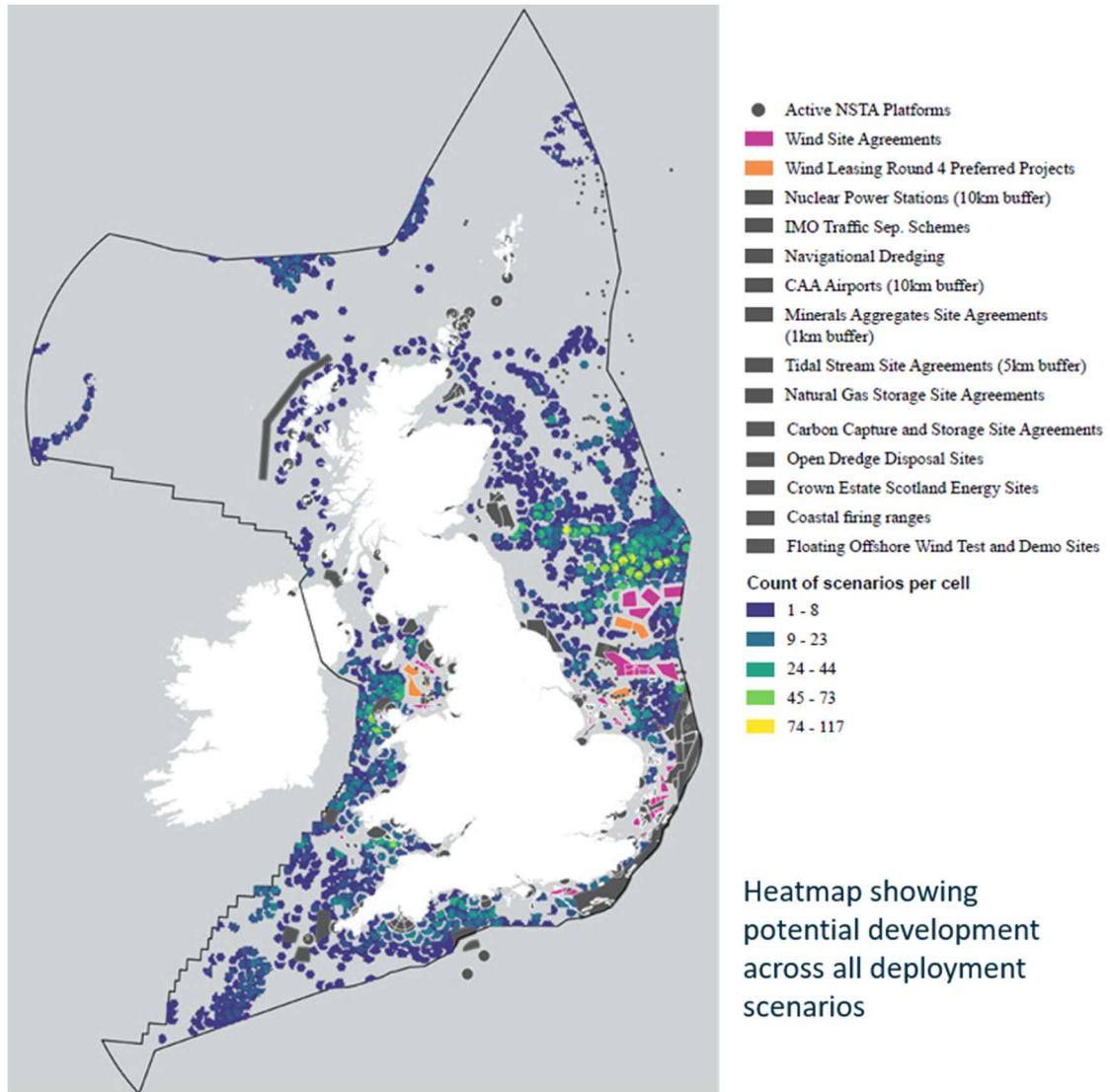


圖 7-英國皇家財產管理局所提出之海域具有發展潛力之熱點地圖

### (三) 機關(構)參訪、座談會參與情形

1. 荷蘭海事研究所(Maritime Research Institute Netherlands, MARIN)
  - (1) MARIN 成立自 1932 年，發展歷史已超過 90 年，為獨立海事研究機構，專業領域包含海洋生物、油氣探勘、船舶航運、防衛、再生能源、遊艇、海洋基礎建設、海洋系統等。MARIN 具有蒐集資料、運算、設計及開發產品、驗證及運營之技術及整合專業能力，因此營運觸角國際化，與 39 個國家有相關研究或產業合作，客戶端包含政府、造船業、石油與液化天然氣公司及離岸服務商等。
  - (2) 負責離岸風電計畫 Marnix Bockstael 經理表示，MARIN 目前研發重點包含大型浮動平台，此可應用於風光電、氫能或儲能等設備基礎，並可應用於結合養殖以多重使用。另開發零碳燃料實驗室、零排放船舶及大型模擬中心，以研究船舶裝置、航運效率及碳排變化，並藉由 1:1 駕駛艙及周遭海域視野之模擬，以更真實評估不同情形，協助風場建置過程所需規劃。



圖 8-MARIN 代表介紹中因應海上在生離風場船舶研究內容

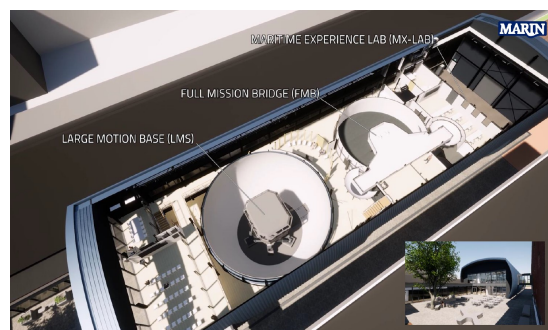


圖 9-MARIN 建立大型模擬中心，協助評估海上任務之設計

## 2. 浮式風電業者座談會

- (1) 座談由臺方工研院、荷方海事研究所(MARIN)、海事工程設計商(GustoMSC)、海事專業諮詢機構(Deltares)、海事工程機構(Maridea)、海事基礎設計公司(MonoBase Wind)、風能協會(Holland Home of Wind Energy)，就雙方浮式風電規劃情形，進行簡報分享。
- (2) 荷方依浮式風電安裝規模、浮台設計及全尺寸示範試點情形，探討如何發展商業規模，但因浮式風機結構較固定式複雜，設計面著重於整合以節省成本，必須就基礎設計荷載、生態影響、電纜動態行為進行試驗，另須考慮生產結構廠址、基地港及其生產量能等供應面問題。
- (3) 面臨風機基礎設施大型化，海事機構多藉由國際聯合計畫方式進行設備開發與驗證，其中 Maridea 所開發之 Moray Base(以金屬鋼管組成浮式基礎)，具有結構簡單且易於製造、安裝與運輸之優勢，目前已與中國永福電力公司簽署相關合作協議。
- (4) 此次座談荷蘭風能協會(HHWE)亦到場關心，表達樂見臺荷機構間之活躍合作，建議可藉由國際專案補助資金方式，尋求更多合作機會。



圖 10- Deltares 代表介紹該機構之不同試驗場地設施

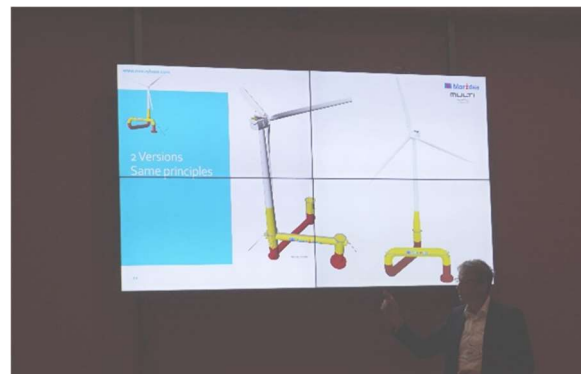


圖 11- Maridea 代表介紹 Moray Base 之結構設計



### 3. 鹿特丹港務公司(Rotterdam Port Authority)

- (1) 鹿特丹港為歐洲最大港口，總長約 42 公里，最大深度 24 公尺，腹地面積約 12,500 公頃，亦為全球最大綠能運輸中心，荷蘭規劃利用再生能源生產氫能，目標於 2030 年達成生產 2.5 GW。港務公司因應相關基礎設施、製造、進出口使用需求，鹿特丹港區範圍規劃興建轉換園區(conversion park)。預估荷蘭至 2050 年之對氫能發展目標為 90%進口，10%自產。
- (2) Mark-Simon Benjamins 顧問說明，透過建立鹿特丹港智慧管理機制，藉由數位技術增加港口運輸處理效率，記錄船舶碳足跡以追蹤碳排，以評估國際情勢變化對環境影響，支持鹿特丹港之國際領先地位。



圖 12-因應荷蘭氫能發展政策，鹿特丹港進行相應藍圖規劃



圖 13-鹿特丹港口及沿岸



圖 14-供應鏈部門主管 Hanna Stelzel 介紹鹿特丹港之發展歷程

#### 4. 荷蘭氫能業者座談會

- (1) 座談由我方工研院、荷方應用科學組織 TNO、氫能智庫平台 HEROW、能源工程顧問公司 Arcadis、金屬塗料商 C-Cube，就雙方氫能發展情形，進行簡報分享。我方說明臺灣 2050 淨零排放目標及有關放路徑及策略，其中 2050 年目標氫能佔比達 9%至 12%，著重於發電與工業應用。
- (2) 荷蘭對於氫氣儲存及運輸，分享發展如下：
  - A. TNO 代表分享荷蘭規劃發展多元儲存方式及管線開發計畫，目標為 2050 年前增設 50 處氫儲槽，並透過管線運送氫氣，以連結荷蘭境內及鄰近國家。氫儲存方式包含地下鹽穴(Salt caverns)儲存及氫儲槽。由於運輸及儲存有潛在安全及風險，因此由荷蘭天然氣設施及運輸公司 Gasunie 進行地下儲氫之大規模試驗，另由 Gasunie 與歐洲貨物裝卸公司 HES International 及油氣儲存公司 Vopak 於鹿特丹港協力執行氫儲槽試點計畫。
  - B. 成本控制方面，Arcadis 公司分享氫於不同狀態(液態、液態有機氫載體、氨、甲醇、氫氣)之運輸優劣比較分析。長距離運輸以液態氫所耗電力較低，如運輸範圍短於 1 萬公里，則可採液態有機氫載體。另歐盟目標 2030 年進口及自產各 1 千萬噸氫，已與埃及、摩洛哥等藉由光電大規模產氫之國家簽署合作協議，其中摩洛哥每年生產氫量預估可達達 1 千萬噸。
  - C. 氫能管線運輸考慮管線生命週期及其腐蝕問題，C-Cube 代表分享荷蘭之塗料保護技術服務，以因應維修成本及安全風險等問題，並開發可攜式腐蝕監測裝置，已在戰機、儲槽及高鐵橋等相關案例運用。
  - D. 透過離岸風能創新計畫(TKI Wind op ze)，建立 HEROW 氫能智庫平台，建構知識分享交流機制、教育計畫或課程，並促成新創公司參與。

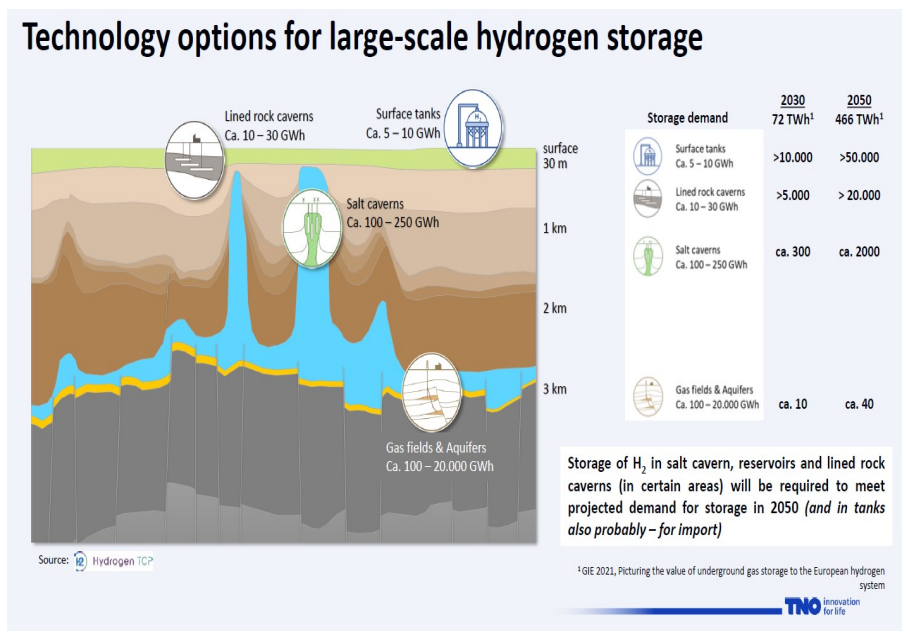


圖 15- 荷蘭規劃地下鹽穴儲氫並進行試驗計畫



圖 16-TNO 代表分享荷蘭氫能運輸及儲存研究情形

5. 英國海事與海岸警衛署(Maritime and Coastguard Agency)

- (1) 此次參訪位於倫敦近郊之 MCA 控制中心，以每 4 至 6 張工作長桌為 1 工作單元，中心內部空間約有 8 至 10 個工作單元，各自負責不同任務，包含訊息接收、紀錄、空勤資源通知及整合，以迅速分辨任務搜救性質，並傳遞至有關負責單位，藉以提供英國周遭海域之搜救應變機動性。另為提高搜救之有效性，建立負責單位及其責任分區，並依事件發生類型、規模及頻率等條件差異進行劃分，共有 41 處。
- (2) 國際海事協會 (International Marine Contractors Association) Rhys Jones 顧問說明，近 3 年有關離岸風電之緊急事務達 211 件，類型包含施工及醫療後送等意外事件，因此銜接國際相關公約(航空、海上搜救及海上人命安全等事項)或發展策略，建立風場緊急事件應變原則為：確立指揮系統、應變升級原則、資訊通報系統、回應措施。離岸風電開發過程，海上緊急事件應變相關設施、配備及能力建構，開發商仍應為主要責任單位，IMCA 任務立場為「輔導協助開發商」，預先規劃緊急應變計畫，確立以下事項：緊急事件規模及處理流程、參與單位、醫療資源、搜尋機制、污染控制方式等。另出版緊急應變文書 (emergency response cooperation plan)，彙整相關緊急應變所需資訊，提供使用者參考。
- (3) 基於海域環境之特殊性，緊急應變之優先目標為培訓每個人擁有自救及應變能力，包含水面基礎能力、加強專業知識。另透過緊急事件模擬、開發商與主管機關聯合之大規模演練等方式，建構團體應變能力，並以事件成果報告進行交流分享，傳承經驗。



圖 17- IMCA 顧問 Rhys Jones 說明風場緊急應變及培訓作法



圖 18- 與會參訪人員合影

## 6. 非營利組織 Carbon Trust

- (1) Carbon Trust 屬於專業諮詢機構，關注低碳、零碳、碳足跡發展等議題，提供相關分析、路徑規劃及策略評估等專業諮詢，性質上屬於英國政府智庫，並提供公私部門相關服務。目前所參與之重點計畫範疇包含：加速海上風電、碳足跡標籤、設定碳中和等事項。
- (2) 說明邁向淨零之路徑，初始概念及整合階段發展快，但進入商業規模階段時必須依賴供應鏈配合，發展速度因此減緩。Carbon Trust 自 2008 年開始參與離岸風電發展，2016 年參與有關浮式風電計畫，自可行性評估、技術發展分為三階段(2016 年至 2017 年, 2017 年至 2022 年, 2022 年至 2026 年)共 10 年推動，以評估可行性及降低成本。2021 年起，為英國淨零部提供技術服務，進行海上浮式風電示範計畫(FOW)，預算經費為 3,160 萬英鎊，進行繫纜、錨定、電纜動態及浮台等有關研發。
- (3) 氫能由於價格高昂且供應仍有技術困難，2023 年開始推動氫能創新計畫(Clean Hydrogen Innovation Programme, CHIP)，尋求創新技術支持供應鏈發展，並透過聯合產業開發(Joint Industry Project, JIP)之方式，以提高競爭力。但 Carbon Trust 研發總監 Jan Matthiesen 說明，近 2 至 3 年尚未觀察到更多有關氫能聯合發展提案，意味市場端態度更傾向於等待政策明朗化，目前進行之大型計畫如荷蘭 200MW 等級示範計畫，運用既有離岸風電及鑽油平台為基礎，以尋求合適應用場地、方式及設計。又因各區域低碳或零碳戰略有關氫之應用方式不同，為因應專案開發過程之不確定性致使成本變動過大，亦有透過如再生能源溢價支付機制(Renewable Heat Premium payment scheme, RHPP)之方式因應風險。



圖 19- Carbon Trust 研發總監 Jan Matthiesen 簡報介紹



圖 20- Carbon Trust 人員介紹氫能相關計畫及進展

### 三、心得與建議

#### (一)心得：

1. 本次參與「第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議」、「第 5 屆臺英能源對話會議」及參訪相關單位，有賴經濟部能源局、英國在台辦事處之協助與安排，得以理解荷蘭及英國等海上再生能源發展及空間規劃之發展情形。
2. 全球面臨氣候變遷挑戰，各國陸續制定 2030 年、2050 年之環境政策及目標，以逐步減少對化石燃料之依賴，並積極推展再生能源發展，包含推動海上再生能源，尋求新能源如氫能之複合新興使用，藉此達成國家低碳及零碳發展願景。會議交流過程，荷蘭及英國與會人員均表達為達成再生能源發展目標，海洋相較於陸地，為更具發展潛力之空間，相關技術處於快速發展階段，分別建立國家層級之規劃機制或指南，以協助海洋政策、環境與產業共伴前進。
3. 荷蘭設定 2050 年所需達成之再生能源發展目標為 70GW，英國則依不同發展情境預估為 60GW 至 140GW 間，分別針對海洋空間建立整合機制，如下：
  - (1) 荷蘭：建立「北海計畫」架構，並由基礎設施及水資源部引領跨部門之政策及資訊整合，藉此預為規劃明確之海洋空間分區，並透過示範計畫尋求不同海域使用之最佳共存方式，包含複合型再生能源(固定式風電、浮式風電、氫)，及與漁撈、養殖及保護等等之共同使用，再由計畫結果回饋政策之調整。
  - (2) 英國：在原有海洋政策規劃框架下，由環境食品與鄉村事務部引領跨部門之「海洋空間優先計畫」，藉此協調政策間之優先順序以取得海洋空間之最佳使用，過程須藉由不同機關共同合作，如環境食品與鄉村事務部建立國家整體規劃及檢討機制；轄下環境漁業與水產養殖科學中心進行廣泛且長期之海



洋環境基礎調查與策略分析；皇家財產局進行未來釋出海床區域之初步評估，並以線上系統促成有關單位橫向溝通，透過科學證據為基礎提高規劃、判斷及協商之有效性。

(二) 建議：

1. 荷蘭及英國為海上再生能源發展先進國家，再生能源及新能源均為技術快速發展階段，因此建立國家層級之規劃機制或指南，持續關注有關政策發展情形，有助於我國海洋政策及管理機制之規劃與借鏡。
2. 海域管理涉及機關眾多，持續與有關機關單位聯繫，以進一步瞭解海域規劃管理、基礎資料蒐集及利害關係人溝通等有關資訊，建立互動窗口，並配合業務發展情形，推動雙方交流。