

出國報告（出國類別：開會）

# 臺荷、臺英、臺丹再生能源交流訪問團 出國報告

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：游振偉局長、陳崇憲組長

派赴國家：荷蘭、英國、丹麥

出國期間：112年06月04日至112年06月17日

報告日期：112年07月10日

## 內容摘要

本訪問團出訪目的係促進與荷蘭、英國、丹麥於離岸風電、氫能等新及再生能源政策、推動規劃與現況之相互瞭解，參訪荷蘭、英國、丹麥再生能源設施、拜會再生能源供應鏈業者及相關政府單位，並辦理「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」。

鑒於荷蘭、英國、丹麥於離岸風電有豐富經驗，且視氫能為實現淨零排放目標的關鍵技術，積極規劃氫能發展與應用，為我國再生能源重要合作夥伴。此行與荷、英、丹方就推動實務面所面臨之狀況與做法充分交流，從中汲取他國經驗與知識，作為未來國內政策規劃與技術研發之參考，並掌握國際再生能源趨勢，對我國產業發展實有助益，同時深化雙邊合作關係，促進本次出訪之利益最大化。

## 目錄

一、 目的及行程紀要 .....	6
(一) 目的 .....	6
(二) 行程紀要 .....	6
二、 訪團行程及工作內容 .....	9
(一) 參訪行程規劃 .....	9
(二) 我方代表團成員 .....	12
(三) 參訪紀要 .....	13
三、 結論與建議 .....	60

## 圖目錄

圖 1、離岸風電專業專心導覽與鳥類監測平台 .....	14
圖 2、參訪離岸風電中心合影.....	14
圖 3、荷方進行離岸風場多元利用簡報分享 .....	15
圖 4、臺方進行離岸風電簡報分享 .....	16
圖 5、參訪 Van Oord 合影 .....	18
圖 6、Van Oord 簡報.....	18
圖 7、參訪 Boskalis 合影 .....	20
圖 8、游振偉局長與 Boskalis 代表合影.....	20
圖 9、水下基座安裝模擬器 .....	20
圖 10、游振偉局長與 Heerema 代表交流.....	21
圖 11、Heerema 說明工程船儀器操作 .....	22
圖 12、TNO 進行簡報分享 .....	25
圖 13、臺方進行簡報說明 .....	29
圖 14、臺荷雙方與會人員合影.....	29
圖 15、臺荷雙方交換禮品及合影 .....	30
圖 16、MARIN 零碳燃料實驗室.....	31
圖 17、MARIN 簡報說明.....	32
圖 18、臺荷浮動風電座談會交流 .....	34
圖 19、鹿特丹港氫生態系統規劃藍圖 .....	35
圖 20、參訪鹿特丹港口合影 .....	36
圖 21、荷方進行簡報說明 .....	39
圖 22、臺方分享臺灣淨零轉型簡報 .....	39
圖 23、參訪 MCA 合影.....	41
圖 24、MCA 說明海上緊急應變機制 .....	41
圖 25、英國氫能專案項目介紹.....	46
圖 26、英國浮動式風電潛力簡報說明 .....	48
圖 27、臺方與 Carbon Trust 進行簡報分享 .....	50
圖 28、參訪 ORE Catapult 攤位.....	52

圖 29、全球離岸風電展會交流盛況 .....	52
圖 31、參訪 SGRE 預組裝基地.....	54
圖 32、SGRE 風機葉片 .....	54
圖 33、塔柱組裝畫面.....	56
圖 34、Fred. Olsen Windcarrier 風機安裝船 .....	56
圖 35、Esbjerg 港務公司進行簡報 .....	57
圖 36、Horns Rev2 離岸風場的海上住宿平台 .....	59
圖 37、參訪沃旭能源運維中心倉庫 .....	59

## 一、目的及行程紀要

### (一) 目的

為延續與荷蘭、英國之合作，本（112）年度於 6 月 4 日至 17 日組團出訪，並舉辦「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」，以及參訪再生能源相關政府單位及供應鏈業者，透過實地參訪交流汲取荷蘭、英國於再生能源政策及產業技術之實務操作經驗，結合國內發展需求，規劃我國相關領域之策略。

此外，鑒於丹麥為全球離岸風電技術之領先者，本案於出訪丹麥時拜會離岸風電開發商及供應鏈業者並參訪再生能源設施，汲取丹麥離岸風電前瞻技術之經驗，以作為國內相關技術推動之參考。

### (二) 行程紀要

此行主要任務包含舉辦「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」、臺荷離岸風場結合水產養殖座談會、浮動式風電座談會、氫能座談會，以及參訪荷蘭、英國、丹麥離岸風電與氫能之產業、政府單位、研究機構等，以增進臺荷、臺英、臺丹雙方於再生能源領域相互瞭解並拓展未來合作機會。行程規劃方面，訪荷、英、丹期間自 6 月 4 日至 6 月 17 日安排參訪單位包含離岸風電專業中心(Offshore Expertise Centre)、離岸風電海事工程商 Van Oord、離岸風電海事工程商 Boskalis、離岸風電海事工程商 Heerema、荷蘭應用科學組織 TNO、荷蘭海事研究所(Maritime Research Institute Netherlands)、鹿特丹港務公司(Rotterdam Port Authority)、英國海事與海岸警衛署(Maritime and Coastguard Agency)之應變中心、英國商業與貿易部(Department for Business and Trade)、英國出口信貸局(UK Export Finance)、英國研究機構 Carbon Trust、丹麥離岸風電開發商沃旭能源、丹麥 Esbjerg 港務公司、離岸風機業者 SGRE。

本次行程與再生能源相關政府及研究單位、業者進行專業領域交流與瞭解其發展現況和展望，探討離岸風電與氫能產業發展，荷方分享内容包含離岸風電與氫能港埠設施規劃、浮動式風電、風場結合水產養殖作法、氫能基礎設施技術等技術與實務經驗；英方分享英國離岸風場緊急應變機制與措施、離岸風電與浮動式離岸風電技術研發與推動經驗、低碳氫標準機制與發展規劃、人才與技能提升等；丹方則分享離岸風電之前瞻技術與經驗、離岸風電港務發展與規劃。本次出國行程規劃如下所示：

日期	行程
06/4 (日)	■ 臺灣出發前往荷蘭
06/5 (一)	■ 抵達荷蘭 ■ 參訪離岸風電專業中心(Offshore Expertise Centre) ■ 舉行離岸風場結合水產養殖座談會
06/6 (二)	■ 參訪 Van Oord ■ 參訪 Boskalos ■ 參訪 Heerema
06/7 (三)	■ 會晤 TNO ■ 舉行第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議
6/8(四)	■ 參訪 MARIN ■ 舉行浮動式離岸風電座談會
6/9(五)	■ 參訪鹿特丹港務公司 ■ 舉行氫能座談會
6/10(六)	■ 內部工作會議
6/11(日)	■ 荷蘭出發前往英國

日期	行程
06/11 (日)	■ 內部工作會議 ■ 荷蘭出發，抵達英國倫敦
06/12 (一)	■ 參訪英國海事與海岸警衛署(Maritime and Coastguard Agency)應變中心
06/13 (二)	■ 舉行第 5 屆臺英能源對話會議 ■ 拜會英國商業與貿易部(Department for Business and Trade) ■ 拜會英國研究機構 Carbon Trust
06/14 (三)	■ 參加 2023 全球離岸風電大會(2023 Global Offshore Wind Conference) ■ 英國出發；抵達丹麥
06/15 (四)	■ 參訪 SGRE 預組裝基地

日期	行程
	■ 參訪 Esbjerg 港務公司 ■ 參訪沃旭能源運維中心
06/16 (五)	■ 丹麥出發返回臺灣
06/17 (六)	■ 抵達臺灣

## 二、訪團行程及工作內容

### (一) 參訪行程規劃

荷蘭、英國、丹麥出訪日期為 6 月 4 日至 6 月 17 日，共計 14 日。行程重點如下表所示：

日期	國家	參訪單位	主要業務	訪談/ 參訪重點
6/5 (一)	荷蘭	上午 參訪離岸風電專業中心	透過監測系統監控風場的海洋生態與海上安全，並收集數據資料。	風場及海洋生態監測
		下午 離岸風場結合水產養殖業者座談	-	風場水產養殖、實踐社群
6/6 (二)	荷蘭	上午 參訪 Van Oord	國際海事承包商	離岸風電 海事工程
		下午 參訪 Boskalis 創新中心	海事工程商，包括專案統包工程、工程設計、採購、製造、運輸與安裝、海床整修、海事測量、風場除役等。	浮式基座模型、多功能定位工作船等
		下午 參訪 Heerema	海事工程商	離岸風電 海事工程
6/7 (三)	荷蘭	上午 會晤應用科學研究組織 TNO	提供專業諮詢服務及產品及服務測試與認證，研究領域包括離岸風電、氫能、浮動式太陽光電、儲能等。	離岸風電、浮動式風電、儲能、浮動式光電、海藻養殖、風機葉片回收
		下午 第 8 屆臺荷能源與	-	風機葉片回收技術、浮動式太陽光電發展、離

日期	國家	參訪單位	主要業務	訪談/ 參訪重點
		創新領域合作會議		岸風場多元利用
6/8 (四)	荷蘭	上午 參訪 MARIN 浮式風場測試場	荷蘭海事研究所，提供客戶支持、第三方驗證和設計優化研究，包括浮動式風場模擬和模型測試的設計驗證。	浮動式平台 測試場
		下午 浮動式風電產業業者座談	-	浮動式風電
6/9 (五)	荷蘭	上午 參訪鹿特丹港綠氫設施	負責管理、運營和開發鹿特丹港，為歐洲最大的港口。	綠氫設施
		下午 氫能產業業者座談	-	綠氫基礎建設
6/12 (一)	英國	全天 參訪英國海事與海岸警衛署 (MCA) 應變中心	負責實施英國及國際海商法的英國政府行政機構，主要協調英國沿岸搜索及拯救工作、管理英國船舶註冊、向國際海事組織提供海事標準發展的意見。	離岸風場緊急 應變設施
6/13 (二)	英國	上午 第 5 屆臺英能源對話會議	-	淨零政策、離岸風電海洋空間 規劃與港口發

日期	國家	參訪單位	主要業務	訪談/ 參訪重點
				展、低碳氫
		<b>下午</b> 參訪英國商業和貿易部	英國政府部門，旨在協助英國企業拓展海外市場及外商投資。	浮動式離岸風電、CfD 等相關機制
		<b>下午</b> 參訪英國政府智庫 Carbon Trust	全球領先的碳足跡獨立認證機構，幫助企業與公共部門實現減碳與降低能源成本，並透過第三方評估提供客戶專業技能與知識。	離岸風電及創新技術
6/14 (三)	英國	<b>上午</b> 全球離岸風電大會	-	離岸風電產業發展
		<b>上午</b> 參訪 SGRE 預組裝基地	風機系統設計與製造商，提供陸域與離岸風電服務。	風機組裝
		<b>上午</b> 參訪 Esbjerg 港務公司	為運送北海離岸風機零組件的重要港口，歐洲大部分的離岸風機都在該港口完成初步組裝。	離岸風電港務規劃
6/15 (四)	丹麥	<b>下午</b> 參訪沃旭能源運維中心	丹麥離岸風電開發商，其在風場開發、建置、運維到除役皆有豐富經驗，曾參與臺灣首座商轉的海洋風電計畫，並在臺灣開發多個離岸風	離岸風場

日期	國家	參訪單位	主要業務	訪談/ 參訪重點
			電計畫。	

## (二) 我方代表團成員

代表團由經濟部能源局游振偉局長擔任團長，產官學研參加團員共 20 位。

序號	單位	姓名	職稱
1	經濟部能源局	游振偉	局長
2	經濟部能源局	陳崇憲	能源技術組 組長
3	海洋委員會	林群皓	海洋資源處 科長
4	海洋委員會	陳曉怡	海洋資源處 技正
5	台灣電力公司	吳俊樺	電源開發處 課長
6	金屬工業研究發展中心	林志隆	代理執行長
7	金屬工業研究發展中心	鄭炳國	金屬製程研發處 處長
8	金屬工業研究發展中心	陳維德	海洋科技產業創新服務處 處長
9	金屬工業研究發展中心	陳碩彥	海洋科技產業創新服務處海洋職能科技發展組 組長
10	工業技術研究院	劉子衙	綠能所 能源政策總監
11	工業技術研究院	林福銘	綠能所 太陽光電技術組 組長
12	工業技術研究院	曹立運	綠能所 風力發電推動室 經理
13	工業技術研究院	范安祺	綠能所 再生能源專案推動室 副研究員
14	船舶暨海洋產業研發中心	鍾承憲	海洋產業處 處長
15	船舶暨海洋產業研發中心	林俐	海洋產業處 專案經理

序號	單位	姓名	職稱
16	台灣風能協會	簡連貴	理事長
17	上緯投控	甘蜀嫻	總經理
18	上緯投控	蔡雅穠	業務總監
19	上緯投控	洪玫菁	海外事業處副總
20	上緯投控	盧立哲	研發副理

### (三)參訪紀要

#### 1. 參訪離岸風電專業中心 (Offshore Expertise Centre)

■ 時間：6月5日上午10時45分至12時

■ 荷方會談人員：

- Gerrit Jan van den Toorn, Head of Maritime and Nautical information services
- Patrick Loggen, Programme manager of Maritime Information Service Point (MIVSP)
- Steven Abdoelkhan RE CISM CISA, Programme manager, Offshore Expertise Centre and Digital North Sea
- Diane Dorreboom, Strategic Liason officer MIVSP & Offshore Expertise Centre

■ 會議紀要：

離岸風電專業中心(Offshore Expertise Centre，簡稱 OEC)由荷蘭國家水利局(Rijkswaterstaat，簡稱 RWS)所設立，主要透過感測器及監測系統來監控北海離岸風場的海洋生態與海上安全，並收集鳥類雷達與蝙蝠探測等生態數據、航運監控、氣象水文等數據資料，將原始數據傳輸儲存至雲端，再將數據資料提供給所需要的研究機構及業者。此外，荷蘭國家水利局建立 Maritime Information Service Point (MIVSP)及高科技測量設備平台，並於 OEC 進行測試，有助於對北海海洋生態系統和海上安全等方面的研究。

OEC 介紹北海總面積約 5 萬 7 平方公里，每年約有 26 萬隻船舶在該區域行駛，目前風電約佔 750 平方公里，裝置容量為 4.5 GW。

荷蘭風電產業預計於 2030 年可達到 21 GW 裝置容量，屆時將有相對較少的油氣平台、更多船舶航行與養殖漁業。2050 年北海可作為國際主要供電區域，發展氫能與其他能源運輸中心。

本團參觀 OEC 測試場，多數天線、感測器皆安裝於  $\alpha$  測試柱進行日常的監測與數據反饋，若有預加裝的感測器或新型元件須測試，則多設置於  $\beta$  測試柱上。



圖 1、離岸風電專業專心導覽與鳥類監測平台



圖 2、參訪離岸風電中心合影

## 2. 臺荷離岸風場結合水產養殖座談會

■ 時間：6月5日下午1時至3時30分

■ 荷方會談人員：

- Nico Buytendijk, 荷蘭企業總署 專案經理
- Marcel JC Rozemeijer, Wageningen University & Research
- Jurre Honkoop, Ørsted

■ 會議紀要：

本場座談會由臺方工研院先進行簡報，分享臺灣離岸風電政策與現行狀況，後續由荷蘭企業總署分享歐洲永續藍色經濟(Sustainable Blue Economy)，說明食物、能源及自然生態的轉變皆為未來需面臨的課題，並將帶來新興經濟，期能促進政府單位、研究機構、非營利組織機構及企業等多方合作來規畫相關策略因應。

沃旭能源(Ørsted)分享在確保風場運營的同時，生態與海洋空間共同運用為重要議題，應就未來能源供給規劃足夠空間，減緩負面的生態影響，以確保與其他北海使用者共存的空間，並帶來更多經濟機會與保持公共支持。

瓦赫寧恩大學(Wageningen University & Research)代表則分享風場的養殖漁業與生態，並以海洋生物研究支持海事重測與創新發展。目前瓦赫寧恩大學研究漁業、牡蠣農場、人造藻礁及掏蝕下的保護所培養的動物與植物、海草養殖、遊憩產業、浮動式光電公園，考量空間限制及多方使用的可能性，海洋使用者應相互合作才能維持共同利益。



圖 3、荷方進行離岸風場多元利用簡報分享



圖 4、臺方進行離岸風電簡報分享

### 3. 參訪 Van Oord

■ 時間：6 月 6 日上午 9 時 30 分至 11 時 30 分

■ 荷方會談人員：

- Dirk Katteler, Manager Business Development, Offshore Wind
- Daan Makkink, Project Director, Offshore Wind
- Leo Ho, Business Development Manager, Offshore Wind
- Sybrand Boschma, Regional Manager, Offshore
- Remment ter Hofstede, Environmental Engineering Specialist, Engineering and Estimating

■ 會議紀要：

Van Oord 為荷蘭家族企業，擁有超過 150 年的國際海事承包商經驗，專注於疏浚與海洋建設、離岸風電及海上基礎設施，並長期參與臺灣各項海洋工程案，包含港口填海造陸、天然氣輸配管、離岸風場海纜鋪設與相關保護工程。

Van Oord 擁有 3 艘自升式平台船、1 艘重吊船、1 艘鋪纜船、2 艘疏濬船、3 艘海底鋪石船，由於風機大型化及全球船舶量能緊縮，正在建造海纜鋪設船 Calypse 與自升式平台船 Boreas，Calypse 可裝載 8,000 噸容量的盤纜槽；Boreas 具有 3,200 噸之吊臂，可用於 20 MW 風機安裝使用，並將成為全球最大的自升式平台船。但目前船舶興建和更新落後風機大型化的更新速度，只能透過優化工程流程進行來補足工程能量。浮動式離岸風電為未來趨勢，未來將使用重型拖船來因應建置工程。

該公司說明在臺灣作業面臨的挑戰，包含冬季氣候條件難以施工、需專業設備與人員、港口建設仍有改善空間、施工許可與人員證照取得有執行上的困難。



圖 5、參訪 Van Oord 合影



圖 6、Van Oord 簡報

#### 4. 參訪 Boskalis

■ 時間：6 月 6 日下午 12 時 20 分至 2 時

■ 荷方會談人員：

- Hans Dieteren, Group Director, Offshore Energy
- Stephan Donia, Commercial Manager
- Sander Steenbrink, General Manager, Corporate Research and Development

■ 會議紀要：

Boskalis 為全球領先的疏浚和海事服務供應商，提供船舶專業服務，並以高安全性及永續標準，為全球離岸能源產業提供創新解決方案。該公司擁有船隻種類廣泛且數量多，目前擁有起錨船 15 艘、駁船 2 艘、重吊船 6 艘、多功能鋪纜船 5 艘及半潛式重型運輸船為主。

Boskalis 持續參與臺灣許多離岸風場基樁及水下基處建置工程，包含海洋風電、大彰化離岸風場、彰芳暨西島離岸風場及觀音示範風場等，亦已參與國際浮動式風電工程，例如 Hywind Scotland(2017 年商轉)、WindFloat Atlantic(2020 年商轉)、Kincardine Floating Offshore Wind Farm(2021 年商轉)，未來臺灣推動浮動式風電上，臺荷雙方可持續交流與合作。

此次參訪海事工程船模擬器 Boskalift 1 之應用，作為執行海事工程案研究與創新施工作業的重要基礎。此外，Boskalis 對離岸風電研究人才極為重視，並與臺灣大學進行實習生合作，研究浮動式平台錨鍊與錨錠穩定性，以及提供辦公室實習的機會，幫助學生未來將所學應用於實際工作當中。



圖 7、參訪 Boskalis 合影



圖 8、游振偉局長與 Boskalis 代表合影

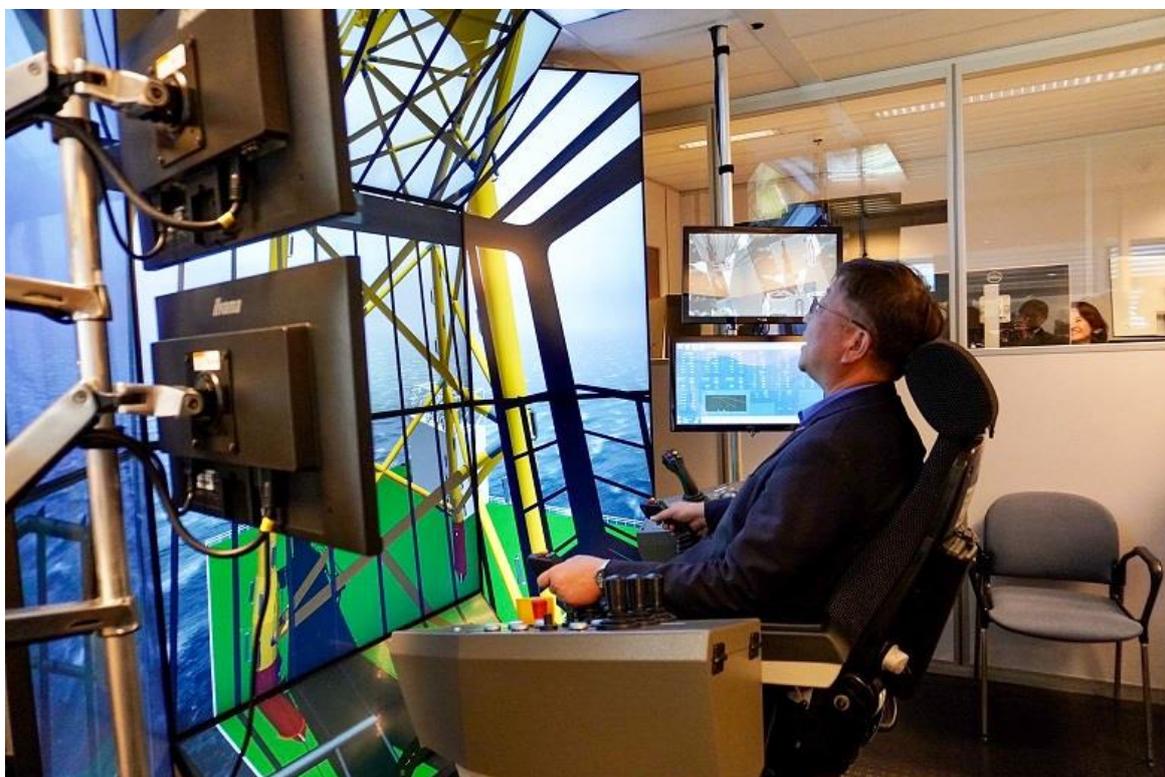


圖 9、水下基座安裝模擬器

## 5. 參訪 Heerema Marine Contractors (HMC)

- 時間：6 月 6 日下午 3 時至 5 時
- 荷方會談人員：
  - Wilko de Jong, Project Director Wind
- 會議紀要：

Heerema Marine Contractors (HMC) 為再生能源、天然氣及海上石油產業的海事承包商，專業服務包含離岸運輸、設計、安裝及除役作業，並負責國際專案管理、物流、工程等執行，目前擁有 1,500 艘船舶，包含 4 艘頂尖重吊船 Thialf、Sleipnir、Balder、Aegir，其中 Aegir 有來臺協助大彰化風場建置作業。

HMC 使用雙吊臂浮吊船為基礎，發展出不同的施工模式，並參與大型風機創新組裝的研究。由於單樁式水下基礎的長度與重量須因應大型風機尺寸，故採創新式施工夾制具設計來提升施工效率，但船舶更新速度與風機更新速度很難匹配，因此改變及優化施工流與多船舶協作是解決方案之一。此外，該公司展示船隻模擬器應用，對於未來浮動式平台、大型單樁水下基礎及專案數位化至關重要。



圖 10、游振偉局長與 Heerema 代表交流



圖 11、Heerema 說明工程船儀器操作

## 6. 會談 TNO

■ 時間：6 月 7 日上午 9 時至 12 時

■ 荷方會談人員：

- Piet Warnaar, Senior Consultant, Wind Energy
- J.A. Vitulli, Wind Energy Scientist
- Wiep Folkerts, Senior Business Developer Solar Energy
- Jaap W. van Hal, Innovation Manager Biorefinery
- Chen Yung, Wind Energy Researcher

■ 會議紀要：

此次與荷蘭應用科學組織 TNO 交流議題包含離岸風電系統整合、風機葉片回收、浮動式離岸風電、海藻養殖以及浮動式太陽光電，掌握荷方再生能源技術發展與未來規劃方向，各議題重點摘述如下：

• 離岸風電系統整合：

TNO 透過創新建置技術、採用大型化風機及調整運維策略等方式，荷蘭離岸風場整體的資本支出與營運費用持續降低。此外，離岸風場結合數位監控系統與整合能源轉換系統模式，將不同即時生產的綠電透過儲能、轉氫或船舶應用等方式持續實現海洋場域的多元使用。為妥善運用場域資源，荷蘭也推動海洋場域探測資料公共化機制。

• 風機葉片回收：

目前風機葉片回收技術遇到的挑戰包含：(1)風機無法 100%回收、(2)預計 2025 年後每年全球將有多達 6 萬噸葉片廢棄物、2050 年後每年將有 80 萬噸葉片廢棄物、(3)歐洲地區垃圾掩埋禁令預計於 2025 年起正式實施。目前歐洲國家主要透過掩埋與焚化方式處理葉片廢棄物，其成本較低，其他解決方案包含：(1)熱化學(例如熱分解、水泥共製、氣化、高壓脈衝破碎)、(2)化學溶解、(3)機械磨碎。TNO 使用可回收玻璃纖維製作成熱塑膠複合材料，透過 470 度高溫將葉片分解成可回收的玻璃纖維及碳纖維，再加固成熱塑性塑膠粒後，製作成其他產品。熱分解比起使用焚化所需的 850 度高溫來說消耗能源較少，而被高溫分解的樹脂可被用於工業製程。

• 浮動式離岸風電：

TNO 說明伴隨風機大型化、製造原物料變多、安裝船隻有限，加上發展新機型需先投入約 5 億歐元(約新台幣 166 億元)的研發費用等考量，當務之急應穩定單支風機體積來提升風機發電量，並建議改善整體風機製造鏈的收益，增加現有

風機與安裝船的年限。此外，配合浮動式風電的風機組裝與浮台，需要水深夠深、大面積的港口，以及濕式儲放區域。配合大型風機趨勢，TNO 將著重於後續所需的營運成本，包含增加運維船維護的面積、提升母子船及無人載具應用(如巡檢葉片及確認塗層腐蝕情形)及創新技術研發(如廣泛運用 SCADA 系統以預測檢修、水下無人載具巡邏水下基礎與海纜)。

- 海藻養殖：

TNO 說明伴隨不同季節時間不同海藻所產生的糖分量也不同，因此評估特定環境條件中養殖合適的海藻相當重要。每間公司擁有不同養殖方式與技術，當海藻養殖結合風場及浮式光電場時，需要採集技術及堅固的船隻來進行系統作業。目前 TNO 正參與 AlgaeDemo 計畫，該計畫位於荷蘭 Oosterschelde，由 Dutch Seaweed Group、Sioen 負責開發與養殖示範，並使用 2 種 Novel 2D 結構的繩索，相較於傳統養殖使用的 1D 繩索有助於增加海藻產量，每平方公尺可生產 2~6 公斤的產量，並同時使用網狀結構生產每平方公尺 10~14 公斤。TNO 則負責開發及評估無人水下監測系統來降低海底檢測和環境監測的成本，並結合聲納和影像感測器進行水下無人載具的遠端操作與評估。

- 浮動式太陽光電：

TNO 說明該機構在荷蘭浮式光電發展的角色包含進行試驗計畫及監測、評估技術、思考整體系統(與風能、氫能的電纜共享)、適合於海上的光電模組與零組件、商業模式、環境影響與循環性。

目前浮式光電建置場域主要分為四種包含淡水(池塘、盆地、淺水區域)、內陸水域(1 至 10 平方公里面積的湖泊)、大面積內陸水域(約 10 至 500 平方公里)、離岸(近海及遠海)，設置場域目前定位在近岸浪高不超過 4 公尺、離岸浪高不超過 10 公尺。截至 2023 年 1 月，荷蘭浮式光電累計裝置容量共有 230 MWp，主要由荷蘭再生能源公司 GroenLeven 及德國再生能源開發商 BayWa r.e. 所擁有，建置地點為抽砂湖泊及水庫。目前荷蘭 Oostvoornse Meer 湖泊有浮式光電試驗計畫，並已於 2020 年 12 月進入商轉；另 Shell 與 Eneco 的合資公司 CrossWind 規劃在北海 Hollandse Kust Noord 建置浮式光電(約 0.5 MW 裝置容量)。

荷蘭浮式光電技術發展仍屬試驗階段並有許多挑戰，包含海洋環境條件、開發空間及提升電纜能量，荷蘭公司(例如 Bluewater、SolarDuck 及 Oceans of Energy)正在研究浮式光電解決方案及開發試驗計畫，並結合離岸風場與浮式光電技術，以提升再生能源發電效率。



圖 12、TNO 進行簡報分享

## 7. 第 8 屆臺荷能源與創新領域合作會議

■ 時間：6 月 7 日下午 1 時至 4 時

■ 荷方會談人員：

- Tjerk Opmeer，荷蘭企業總署 國際計畫處 處長
- Nico Buytendijk，荷蘭企業總署 專案經理
- Tom van der Linde，IX Renewables 營運長
- John van Veen，TKI Urban Energy 再生能源電力部門 經理

■ 會議紀要：

本屆會議由荷蘭企業總署(Netherlands Enterprise Agency)國際計畫處處長 Tjerk Opmeer、經濟部能源局局長游振偉進行開幕致詞，由上緯投控業務總監蔡雅儂、IX Renewables 營運長 Tom van der Linde 就風機葉片回收技術議題進行分享，共同探討未來相關技術發展規劃。

### (1) 議題一：風機葉片回收技術

#### A. 臺方簡報

我方由上緯投控業務總監蔡雅儂進行簡報，介紹可回收熱固樹脂及碳纖維複合材料降解回收過程。複合材料的關鍵特性為重量輕且强度高，因此被廣泛應用於風機葉片及其他生活用品當中，然而組成複合材料的纖維和熱固樹脂之間的牢固結構特性使其難以被回收，只能透過掩埋與焚化方式處理，對環境造成污染。

上緯的可回收熱固樹脂一易可收(EzCiclo)透過創新化學方式所開發出的環氧官能基團樹脂，可應用於纖維增強複合材料中，並在廢棄時加入上緯開發的可立解(CleaVER)裂解液進行回收處理。回收後的樹脂與 CleaVER 裂解液可重新調製樹脂；回收後的碳纖維則可用於射出成型塑膠粒、碳纖維氈等原料。相較於目前市面上的複材回收方法，EzCiclo 與 CleaVER 的加工成本較低、不會製造額外的廢棄物，還可減少碳足跡。

#### B. 荷方簡報

荷方由 IX Renewables 營運長 Tom van der Linde 進行簡報，說明風機除役、回收與再利用。風機屬大型設備因此除役過程有許多安全問題，且單樁式水下基礎在除樁過程中會製造許多震動和噪音，會對海洋生物造成負面影響。離岸風機相較於陸域風機(壽命約 8 至 15 年)生命週期較長，無法重新維修作為二次使用。雖然海纜、塔架、轉階段等鋼鐵除役後可直接給回收公司，但葉片的合成材料難以重新改造，目前歐洲國家主要採用掩埋(成本最低)與焚化方式來處理葉片，其

他處理方式則透過水泥共製(cement co-processing)將葉片拆解成碎粒作為水泥製作原料之用途，目前德國有開發此項技術，但依舊無法回收葉片。葉片回收技術上，荷蘭現在有許多相關示範項目，但尚不具有規模及商業化。荷蘭新的離岸風電標案中把使用 100%可回收風機葉片列為加分項目，而針對現有風機除役後重新改造與加工等環保處理方式也有被納為加分項目。

## (2) 議題二：浮動式太陽光電技術與發展

### A. 荷方簡報

荷方由 TKI Urban Energy 再生能源電力部門經理 John van Veen 進行簡報，說明荷蘭政府已訂定浮動式光電目標於 2030 年達成 3 GW，由於浮動式光電屬於新的領域，因此需要各界攜手合作共同推進，而荷蘭創新技術研究機構(如 TNO)及台夫特理工大學(Technische Universiteit Delft)、瓦赫寧恩大學(Wageningen Universiteit)等學術機構正在做浮式光電相關研究並與產業合作(如 SolarDuck)。目前 TNO 在荷蘭內陸水域已有進行浮式光電項目，而荷蘭離岸風電標案中也有納入浮式光電技術，促使風電開發商與當地浮式光電公司共同合作。荷蘭有本地自製太陽能模板協助加速能源轉型，TKI 也正在研究國家浮式光電成長以及所需要的技術，包含建造工程、海洋技術、光電技術。浮式光電發展的好處是不會占到土地面積，其能源密度比離岸風電來得更高，當海上沒有風時可以用日照來補足電力供應，但同時需要進行電力輸送之可行性等大量研究，並且找到解決方案。此外，浮動式裝置還會面臨海浪、海水腐蝕、繫泊系統等挑戰。

### B. 臺方簡報

我方由工研院綠能所太陽光電技術組組長林福銘進行簡報，分享臺灣浮動式太陽光電發展。我國太陽光電短中長期設置目標量分別為 2025 年達到 20 GW、2030 年 31 GW 及 2050 年 40~80 GW，近期推動策略主要包含：1. 在國土規劃上藉由跨部會協調發展出合適的設置地點，推動漁電共生及不利於耕作的土地達成土地複合利用、創造價值、2. 加快提升模組效能開發以降低土地需求壓力、3. 整合發電、儲能與智慧電網來提高電網彈性、4. 為檢查技術員進行培訓並建立 O&M 回報機制以增加系統可靠性，同時增加模組回收再利用比例，並降低加工成本。截至 2022 年底，我國浮動式光電累計設置容量達 395 MW，主要設置地點包含滯洪池、水庫及內陸水域。

由於牡蠣養殖為西南沿海地區居民重要的經濟收入來源之一，有些傳統牡蠣養殖場使用大量竹子和一次性塑料材料，衍生廢棄物處理問題，因此工研院於 2022 年展示利用高密度聚乙烯(High Density Polyethylene，簡稱 HDPE)浮式平台整合太陽光電來確保牡蠣養殖並同時解決廢棄物處理問題。在浮動式光電的研

究資源上，工研院擁有防腐蝕、環境、光電系統等測試能力，並與國內學術機構合作進行風洞、液壓、戶外試驗場地等測試。

### (3) 議題三：離岸風場多元利用

#### A. 臺方簡報

我方由經濟部能源局組長陳崇憲分享離岸風場與漁業共榮，說明我國離岸風電發展政策與設置目標量。在推動離岸風電目標的同時必須考量漁業發展，透過中央與地方政府攜手合作將各地特點與在地議題納入考量、配合能源轉型政策推動離岸風電、保障漁民的權益，以及保護海洋生態與永續發展，進而實現離岸風場與漁業共贏共榮之願景。為保護漁業權益，我國政府將重要傳統漁場與其他地區劃定為高度敏感地區，並邀請相關單位建立聯合審查機制，以確保這些區域不會受到離岸風場開發的影響。此外，透過漁業協調、環境影響評估、水下文化資產保存法(Underwater Cultural Heritage Preservation Act)、大陸礁層法(Law on Continental Shelf)、海岸管理法(Coastal Zone Management Act)等監督機制，以及主政機關、漁業相關單位、協會等溝通平台之討論，確保開發商在風場施工前已與在地漁民協會達成協議後，再發放開發的相關許可證和文件。漁政單位則將風場、電纜及電纜經過專用漁業權之潮間帶納入漁業補償金計算公式，並透過電力發展援助基金、漁業共榮基金等機制來補償並回饋在地漁民。

#### B. 荷方簡報

荷方由荷蘭企業總署專案經理 Nico Buytendijk 進行簡報，介紹歐洲綠色政綱(European Green Deal)政策目的旨在實現綠色永續經濟，其策略包含循環經濟轉型、建立永續經營的糧食系統、實踐公正轉型、提供轉型所需要的資金、發展潔淨可靠且負擔得起的能源、實現氣候中和、永續交通、保存歐洲自然資產等。為此，歐洲提出永續藍色經濟(Sustainable Blue Economy)計畫，旨在促進北海海洋的多元使用及實現社會永續性，並著重於能源轉型(Energy Transition)推動再生能源發展及永續能源基礎建設；食物轉型(Food Transition)透過海洋生態系統來獲取食物及營養；以及自然轉型(Nature Transition)設立海洋保護區域，例如透過技術等解決方案將風場施工噪音對海洋生物的影響降到最低。目前歐洲已在北海規畫特定專區作為自然發展、水產養殖、再生能源(波浪能、浮式光電、離岸風電等)、漁業使用，針對剩餘區域尚在規劃中，以實現北海多元使用。此外，歐洲提出 Maripark 概念，旨在增加水產養殖的潛力並努力實現藍色增長，為歐洲綠色政綱做出貢獻。Maripark 的建置和管理職責規劃由公、私部門進行實際劃分，公部門可確保 Maripark 園區基礎設施的品質及標準，私部門則可以以較低的價格推進。

荷方於會議中提議雙方未來可共同成立臺荷能源與創新領域合作小組，促進雙方於浮動式風電、浮動式光電、海洋多元使用(例如海洋空間規劃)等實質合作。本次會議由經濟部能源局局長游振偉、荷蘭企業總署(Netherlands Enterprise Agency)國際計畫處處長 Tjerk Opmeer 進行閉幕致詞。



圖 13、臺方進行簡報說明



圖 14、臺荷雙方與會人員合影



圖 15、臺荷雙方交換禮品及合影

## 8. 參訪 Maritime Research Institute Netherlands (MARIN)

■ 時間：6 月 8 日上午 10 時 30 分至 12 時

■ 荷方會談人員：

- Marnix Bockstael, Project Manager, Offshore

■ 會議紀要：

荷蘭海事研究所(MARIN)為國際頂尖航海動力研究機構，致力於潔淨智能航運安全、航運自動駕駛、浮動式設施及海洋永續發展，是從資料蒐集計算、概念設計、產品開發、驗證到運營的整合機構，為客戶提供綜合解決方案，其客戶包含政府、造船業、石油與液化天然氣公司及離岸服務商等。此外，MARIN 透過聯合產業開發計畫的合作方式，與企業建立研發、測試、優化、改良及驗證工作藉由共用研發成果加速整體產業發展。

MARIN 說明荷蘭目前在推動研究外海大型浮動式平台，應用於風機組裝、光電、轉氫設備、儲能設施與海洋養殖共用，並研究在北海周邊國家持續使用海洋資源情境下，如何多重使用場域。設計人工島礁、浮台及基樁設施將會是 MARIN 的研發重點。

該機構將於 2025 年建置完成大型模擬研究中心，開發海上模擬場景，以利更有效評估各種情境，並加速研究時程。此外，由於全球航運碳排放占 2.9%，該機構為配合淨零轉型開發零排放船舶及零碳燃料實驗室 (Zero Emission Lab)，研究燃氣、電力、混合動力裝置，同時衡量碳排放量、載貨空間及船舶效率。

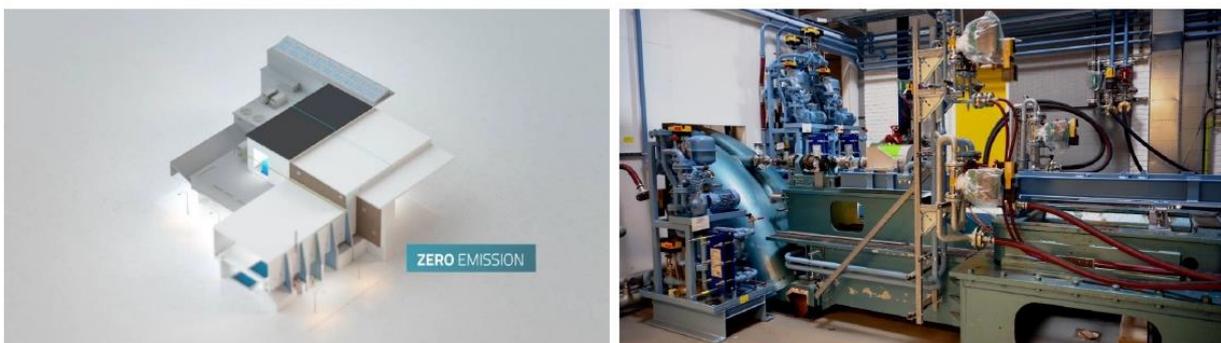


圖 16、MARIN 零碳燃料實驗室



圖 17、MARIN 簡報說明

## 9. 臺荷浮動式離岸風電座談會

■ 時間：6月8日下午1時至4時30分

■ 荷方會談人員：

- Marnix Bockstael, Project Manager, Offshore
- Erik-Jan de Ridder, MARIN
- Désirée Plenker, Senior Adviser, Deltares
- Jeroen Lusthof, Maridea
- Herm Bussemaker, Technical Director, MonoBase Wind
- Dirk Pulles, Touchwind
- Rikus van de klippe, Touchwind
- Arjen Schutten, HHWE
- Ebert Vlasveld, Gusto MSC

■ 會議紀要：

本場會議由臺方工研院先進行簡報，分享臺灣浮動式離岸風電規劃，說明臺灣離岸風電開發潛能、再生能源發展條例修正案擴大離岸風電可設置範圍至領海外、離岸風電三階段政策及浮動式示範計畫草案。接續由荷方研究機構及業者各自進行簡報說明。

荷蘭海事研究所(MARIN)及海事工程與設計商 GustoMSC 聯合說明浮動式風場如何從示範計劃發展為具有商業規模，並分享風電設計及海事工程經驗。目前國際已有 215 MW 浮動式風場正在運作中，其中包含 Hywind pilot (30 MW)、Kincardine (48 MW)、Hywind Tampen (88 MW)。由於浮動式風機相較於固定式具更複雜的結構及鋼料構件，建置費用相對更高，並推測浮動式錨繫系統設計最佳深度應落在 100 公尺、風機最適尺寸則位於 25~30 MW 之間。浮動式建置的鋼鐵需利用原船舶製造的生產鏈，多數都在亞洲，現有最大船廠每年最多只能生產約 20 個浮台，因此未來商業化浮動式風場需要多個船廠配合製造。

Deltares 為荷蘭獨立研究與諮詢機構，主要從事模型建立、實地實驗、實驗性設備，包含水下基樁海氣象條件的預測模型、廠址實驗與監控、最佳化的防淘沙設計。Deltares 分享離岸風電基礎及防護設施的開發經驗，並著重風場設施設計的整合以節省成本，例如基礎設計荷載、生態影響、電纜動態行為，並進行相關試驗。為解決浮動式風電使用及相關風險，除取得歐盟 H2020 資金支持，同時透過國際合作方式，進行海上聯合工程計畫方式進行開發及試驗，並提供未來發展路徑。

Maridea 為海事工程機構，說明風機基礎設施大型化的過程及固定式基礎設施發展，可作為浮動式風電基礎結構開發參考。並介紹該機構所設計的以金屬鋼管組

成的浮式基礎 Moray Base，可裝載 16 MW 風機，浮台重達約 5,000 噸，管線直徑約 9~12 公尺，因結構簡單且方便大量製造，具有安裝、運輸及成本之優勢，目前已獲得概念設計驗證，並已與中國永福電力簽署浮動式基礎概念與基本設計協議之合作。

MonoBase Wind 為海事基礎設計及工程顧問公司，在離岸油氣平台具豐富經驗，現已有 Integrated GBF 及 MSPAR Floater 共 2 個水下基礎設計取得專利。其中，MSPAR Floater 浮台管柱上方之設計，可利用港邊組裝完成後拖至場址，啟動後管柱向下擠壓，同時調整壓艙水浮起，好處是具高穩定性，可安裝在大於 70 公尺水深之場地，不需要主動壓艙系統，可使用水泥與鋼鐵混合結構。

Touchwind 為浮動式風電技術開發商，設計傾斜一體式渦輪機，具最佳化風機運轉角度，並以水平式葉片運轉，是最有力產生電流的方式，有助於在惡劣氣候環境中穩定發電，且容易維修。

荷蘭風能協會(Holland Home of Wind Energy，簡稱 HHWE)分享臺荷機構間的合作相當活躍，並提到國際專案補助資金資訊，建議臺荷雙方可於後續年度尋求更多合作機會。



圖 18、臺荷浮動風電座談會交流

## 10. 參訪鹿特丹港務局(Rotterdam Port Authority)

■ 時間：6月9日上午10時至12時

■ 荷方會談人員：

- Hanna Stelzel, Head of Port & Supply Chain Performance
- Mark-Simon Benjamins, Business Manager

■ 會議紀要：

鹿特丹港務局(Rotterdam Port Authority)介紹鹿特丹港(Port of Rotterdam)總長42公里，最大深度為24公尺，整體面積約12,500公頃，不僅是歐洲最大港口，亦是全球最大綠能與數位運輸中樞。該港規劃興建轉換園區(conversion park)，利用再生能源產製氫能，並規劃於2030年氫能裝置容量達2.5GW之目標，同時規劃進口、製造、基礎設施及終端使用，實質發展港口氫能應用，並預估2050年荷蘭氫來源將有90%進口、10%自產。瑞士公司H2 Energy AG規劃在該港設廠，使用離岸風電產製綠氫。

該局說明未來再生能源發展趨勢需考量數位化發展，增加運輸處理效率；另一個考量則是永續發展，持續評估因應國際趨勢變遷對環境造成的影響，將有助於鹿特丹港成為運輸無阻礙、永續又安全的港口，並透過智慧管理機制，提升港區使用率，同時記錄碳足跡，幫助航運產業追蹤碳排放，有助於降低碳足跡。

該局未來將根據使用需求持續擴建碼頭，並結合駁船、火車、重型運輸車等不同交通工具運輸方式，需規劃各種工具皆能順利且快速運輸的供應鏈。



6 | 15 juni 2023

Port of Rotterdam

圖 19、鹿特丹港氫生態系統規劃藍圖



圖 20、參訪鹿特丹港口合影

## 11. 臺荷氫能座談會

■ 時間：6月9日下午1時至4時30分

■ 荷方會談人員：

- Haasdijk, S.M. (Susan), Energy Infrastructure, TNO
- Floris Blonk, HEROW
- Marcus Rolloos, Senior Consultant Hydrogen, Arcadis
- Tje Wei, C-Cube
- Julia Wu, Business Developer, C-Cube

■ 會議紀要：

本場座談會由臺方工研院先進行簡報，分享臺灣淨零轉型與氫能發展策略。臺灣已訂定目標於2025年實現淨零排放，並於2022年3月30日公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略」，將氫能、風能、太陽光電、地熱等新及再生能源納入12項關鍵戰略。

氫能規劃方面，臺灣2050年淨零排放路徑中，氫能於整體電力結構占比達9~12%、再生能源占比60~70%之目標。經濟部已於2021年成立氫能推動小組，以減碳為目標，其成員包含相關政府單位與國營事業，共同規劃及推動氫能發展。目前氫能應用著重於發電及工業製程，由台電進行燃氣渦輪機導入5%氫氣混燒示範計畫試驗；另中油與中鋼則進行氫氣煉鋼製程示範計畫。氫來源方面，短中期規劃進口綠氫及藍氫(搭配CCS技術)，長期當再生能源充足穩定且有餘裕時，將自產綠氫。基礎設施方面，短期評估氫氣儲存設施建置地點；中長期則配合應用場域建構氫氣基礎設施。

接續由荷方研究機構及業者各自進行簡報說明。

荷蘭應用科學組織TNO代表分享氫運輸及儲存，考量工業對綠氫需求及未來大規模儲能需求下，荷蘭政府將原訂2030年電解槽產能3~4GW容量目標調整為2032年8GW，並訂定目標於2050年前增設50個氫儲罐站、2030年離岸風電裝置容量達21GW目標。荷蘭規劃氫來源未來將透過風電產氫及進口方式，再利用管線系統輸送無碳氫，目前有多個管線在開發建置中，完工後可連接並供應荷蘭境內及其他歐洲國家。

氫氣儲存方面，荷蘭規劃地下儲存及氫罐儲存，目前荷蘭天然氣設施與運輸公司Gasunie持有的Hystock試驗計畫正在進行一個大規模氫氣地下儲存計畫，規劃將氫氣儲存在地下鹽洞；此外，Gasunie與歐洲最大貨物裝卸公司HES International、石油與天然氣儲罐公司Vopak參與鹿特丹港(Port of Rotterdam)氫氣進口接收站的開發計畫，將進口氫氣儲存於儲罐中。為滿足2050年氫儲存需

求，每個地面及地下儲存地點有容納限制，因此需儲存於鹽洞、水庫、內襯岩洞等不同區域。TNO 代表說明氫能運輸設施從規劃到實踐上有安全、法規及風險問題，因此需關注國際氫能基礎設施發展、規劃發展多元儲存選項、提升電網容量及間歇性平衡，以及評估 2030 年後電網連接對離岸風電增長的影響及限制。

HEROW 代表介紹 HROW 是由 TNO 與 TKI Wind op zee 合作共同成立的海上氫能知識交流平台，旨在發展與共享永續能源產氫的知識與專業能力，幫助加速海上氫能發展。荷蘭目前已訂定 2050 年離岸風電裝置容量達 70 GW 目標，相較於 2021 年 2.5 GW 將增長 30 倍。然而在實現海上氫能的過程需克服許多挑戰包含如何平衡供應面及需求面、將能源輸送至岸上及確保能源安全等。HEROW 透過定期舉辦知識分享活動促進知識交流、推動教育計畫及合作夥伴課程向學術機構分享海上氫能知識，並透過創新計劃鼓勵新創公司參與。

荷蘭能源工程設計顧問公司 Arcadis 代表說明液態氫、液態有機氫載體(Liquid Organic Hydrogen Carrier, 簡稱 LOHC)、氨、甲醇、氫氣管線的氫能密度與運輸進行優劣比較。氫的成本價格取決於電力成本和距離，液態氫比起電力成本更高的 LOHC 及氨來說較為可行，LOHC 在 10,000 公里運輸範圍內則為較合適的選項。Arcadis 亦提及海運的能源需求高，可能伴隨財務風險，船運費用對於氨與 LOHC 的電價影響高。歐盟目標為 2030 年進口 1,000 萬噸綠氫及自產 1,000 萬噸綠氫，並已與埃及、摩洛哥等國家簽署綠氫合作協議，為歐盟供應氫氣。這些大規模綠氫生產據點包含埃及 BenBan 太陽能園區總裝置容量 1.65 MW，每年可生產 3.795 GWh 發電量、67,768 噸氫氣。另一個地點則位於摩洛哥境內，總裝置容量達 318,363 GW，預估每年可生產 560,000 GWh 發電量、1,000 萬噸氫氣。

C-Cube 為荷蘭鋼鐵塗料商，提供腐蝕、磨損的塗料保護技術服務，並說明腐蝕問題存在於一項資產(如水下基礎、儲槽)的整個生命週期，由於鋼鐵的保護塗層會讓輕微的腐蝕情形不容易用肉眼察覺，等到發現腐蝕情況時鋼鐵內部腐蝕情況通常已相當嚴重，造成維修成本高，且還有安全風險問題，因此最好的預防方式是開發腐蝕監測系統，做好保護預防腐蝕，當出現輕微腐蝕或磨損情形時即時維修，有助於避免更大的維修成本。目前 C-Cube 也有開發可攜式的腐蝕監測裝置，並執行相關計畫應用於戰鬥機、儲槽及高鐵橋。



圖 21、荷方進行簡報說明

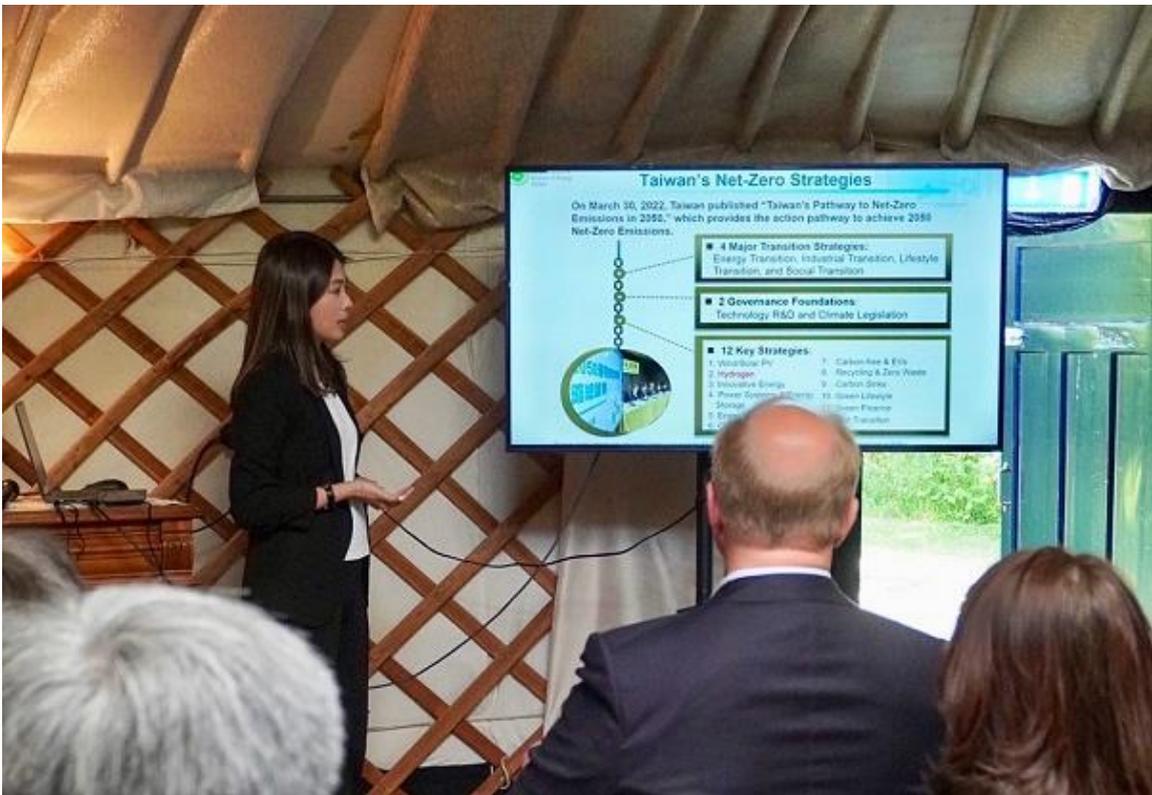


圖 22、臺方分享臺灣淨零轉型簡報

## 12. 參訪 Maritime and Coastguard Agency (MCA)

■ 時間：6 月 12 日上午 12 時 30 分至 16 時

■ 英方會談人員：

- James Ketchell, Head of Communication & Marketing, IMCA
- Rhys Jones, Technical Advisor, Marine Renewable Energy, IMCA

■ 會議紀要：

英國海事與海岸警衛署(Maritime and Coastguard Agency, 簡稱 MCA)位於倫敦近郊，負責整合空勤資源，以機動性應變英國周遭海域相關搜索及拯救行動。此次參訪 MCA 緊急應變中心，內部控制中心約有 8 至 10 個人員，各位人員分派不同搜救任務性質，負責擔任接收通報訊息的工作窗口，需要將通報時間、內容詳實記錄，來判斷該案件及通知主管機關，並蒐集資源予以協助。為提高海域搜索及拯救效率，沿海地區依事件發生規模、類型、頻率等背景蒐集資訊，區分為 41 個搜救責任分區，以利提升搜救行動之效率。

MCA 自 2020 年 5 月起所受理離岸風電相關緊急事件達 211 件，包含 77 起商業救援、63 起工業事故、71 起醫療協助。協助救援範圍自英國海岸邊、海上及風場之陸海空，以往處理過的案件則如人員的不慎墜海、受傷，至海上船舶碰撞等。MCA 針對風場緊急事件應變原則包含：明確的指揮系統、應變升級、提供即時相關資訊、系統支持及因應措施，相關原則是依循國際有關航空、海上搜救及海上人命安全等公約及國內政策，並協助開發商進行緊急應變預先規劃，此被視為開發商應協助之義務，相關須準備事項包含：事件生命週期、參與角色、醫療、搜尋程序、污染控制方式及陸地相關活動等。

由於海域環境的特殊，每個人都需擁有自救的能力，因此需要培訓緊急應變之能力。個人能力需透過相關基礎能力、專業知識等訓練加強；團體能力之建構，則透過緊急事件演練、績效評估及事件後之結構報告與經驗分享等方式；另也透過聯合演練行動，與開發商(西門子、RWE、沃旭能源等)、健康安全執行局及有關警方等支持組織一同參與演練，以利面臨緊急事件時，順利啟動緊急應變計畫(ERP)。配合措施部分，則出版有關緊急應變文書(emergency response cooperation plan)，以彙整提供相關緊急應變所需資訊。



圖 23、參訪 MCA 合影



圖 24、MCA 說明海上緊急應變機制

### 13. 第 5 屆臺英能源對話會議

■ 時間：6 月 13 日上午 9 時至 12 時 30 分

■ 英方會談人員：

- Lord Faulkner，英國上議院 副議長
- Julie Scott，英國能源安全與淨零部 能源外交處 處長
- John Harper，英國能源安全與淨零部 國際能源政策部門東亞地區主任
- Joseph Mansour，英國能源安全與淨零部 國際能源政策部門印太地區與礦物配送主任
- Henry Irvine，英國能源安全與淨零部 低碳氫標準團隊 政策顧問
- Sandra Li，英國國際商業與貿易部 再生能源部離岸風電與出口處 處長
- Bruce Clement，英國國際商業與貿易部 離岸風電部門專家
- Shyam Desai，英國在台辦事處 創新科技處 處長
- Richard Burch，英國在台辦事處 亞太離岸風電與潔淨能源 主任
- Stephanie Ashmore，英國在台辦事處 貿易與投資署長署長
- Milan Chen，英國在台辦事處 氣候變遷暨能源 組長（線上與會）
- Cindy Hsu，英國在台辦事處 市場准入處 處長（線上與會）
- Ameena Camps，蘇格蘭政府 公正轉型委員會 委員（線上與會）
- Lauren Begbie，蘇格蘭政府 公正轉型委員會（線上與會）
- Chloe Meacher，英國環境食品與鄉村事務部 國內海洋策略處 處長
- Zeni Tekeli，英國環境食品與鄉村事務部—英國環境、漁業與水產養殖科學中心 商務發展與國際事務部門 組長
- Andrew Gill，英國環境食品與鄉村事務部—英國環境、漁業與水產養殖科學中心 首席科學家
- William Apps，英國皇家財產管理署 海洋發展處 處長

■ 會議紀要：

本屆會議由英國上議院副議長 Lord Faulkner、駐英國台北代表處大使謝武樵致詞揭開序幕，由經濟部能源局陳崇憲組長介紹我國淨零轉型與新及再生能源發展現況，以利英方瞭解我國之淨零政策與能源發展背景資訊。

#### (1) 議題一：淨零政策—淨零轉型與能源安全

##### A. 臺方簡報

我方由經濟部能源局陳崇憲組長進行簡報，說明我國淨零轉型與新及再生能源發展。能源安全、高占比的進口化石燃料能源及擴大再生能源比

例為我國能源三大課題。經濟部已訂定 2025 年能源轉型目標，以減煤、增氣、展綠、非核之發展方向為規劃原則。

我國已於 2022 年公布臺灣 2050 淨零排放路徑，預計於 2050 年再生能源占整體電力結構 60~70%；氫能占 9~12%；天然氣結合 CCUS 占 20~27%，並將風能/光電、氫能、創新能源(如地熱)等納入淨零轉型關鍵戰略。

再生能源方面，我國已訂定 2025 年太陽光電累計設置量達 20 GW 之目標，考量國土面積有限，未來將視浮動式太陽光電為發展選項之一。離岸風電設置目標量將於 2025 年達 5.6 GW、2050 年達 40~55 GW，並採「示範獎勵、潛力場址、區塊開發」三階段來推動，第三階段區塊開發開放投入浮動式離岸風電技術，並刻正規劃相關機制(如躉購費率)推動浮動式離岸風電。

氫能發展規劃著重在應用面、供應面及基礎設施三大面向。其中，氫能應用著重於發電與工業製程；氫能供應來源於 2030 年前規劃自國外進口綠氫、藍氫；長期當國內擁有充足且穩定的再生能源時規劃自產氫氣；基礎設施則評估應用場域所需建設氫能相關設施，並評估輸儲設施。CCS 技術規劃將採前期實驗，中期為示範項目與基礎設施，長期將執行能源與工業部門部署，並擴大至離岸運作。

## B. 英方簡報

英方由蘇格蘭政府公正轉型委員會(Just Transition Committee)委員 Aameena Camps 進行簡報，說明公正轉型旨在解決淨零與氣候適應經濟下的不公平，並強調淨零轉型過程必須和受淨零轉型影響的相關利益者共同合作。

Aameena 說明蘇格蘭政府第一公正轉型委員會 (Just Transition Commission I)於 2019 年成立，屬於 2 年任務型委員會(2019 至 2021 年)，透過與蘇格蘭政府簽署合作備忘錄，為蘇格蘭政府的公正轉型計畫及架構提供意見與建議。蘇格蘭政府於 2022 年調整委員結構，成立第二公正轉型委員會(Just Transition Commission II)，其任期為 2022 至 2026 年，透過聽取各界聲音、經驗與專業知識，持續為蘇格蘭政府推動公正轉型的計畫進行審查與提供諮詢意見，並發布年度報告來反映蘇格蘭推動公正轉型的進展。

然而，蘇格蘭公正轉型推動下面臨供暖系統脫碳的挑戰，包括蘇格蘭許多家庭依賴固體燃料供暖、偏遠地區電網不穩定容易停電，以及燃料匱乏導致電力成本提高。另一挑戰為確保海洋生物多樣性，包括如何與在地

利益相關者協商引進受高度保護的海洋區域(Highly Protected Marine Areas, HPMAs)，以及面對漁業團體的反對聲浪時如何因應與避免，因此共同設計解決方案(Co-designing)為重要關鍵。設計解決方案的參與方式包括認識集體需求、建立當地知識、激發集體意識、建立信任進而消除障礙。此外，公正轉型也為社區能源發展帶來機會，舉例風場運作為周遭社區提供更高的福利收入，而風場獲得利潤 100%投入在建立與支持當地經濟，並透過社區為當地開發、建造和運營方式來賦予社區權力，加強社區與能源生產的連結。

## (2) 議題二：離岸風電海洋空間規劃與發展

### A. 英方簡報

英方由英國環境食品與鄉村事務部(Department for Environment, Food and Rural Affairs)國內海洋策略處處長 Chloe Meacher 進行簡報，介紹英國海洋空間規劃，英格蘭海洋規劃分為東部、東北、東南、南部、西南、西北共 6 大區域；蘇格蘭、威爾斯及北愛爾蘭的水域則被涵蓋在國家海洋計畫內，並依照法律規定每 3 年針對海洋計畫進行報告。

Chloe 說明海洋管理是透過相關跨部會合作，針對開發許可、漁業執行、監督、海洋保育、船隻、諮詢等項目共同協商討論。DEFRA 正在領導海洋空間優先順序(Marine Spatial Prioritisation)的跨部門計畫，旨在優化海洋空間使用(例如風電基礎設施地點)、促進海洋使用者共存最大化、針對無法共存的空間進行規劃、規劃潛在影響的減緩措施。

皇家財產管理署(The Crown Estate)海洋發展處處長 William Apps 分享英國離岸風電租賃管理。目前英國離岸風電已訂定 2030 年部署高達 50 GW 之設置量，但將面臨電網穩定與電力市場改革造成能源成本增加之挑戰，同時離岸風電的擴張將需要新的基礎設施來支持，並需評估對生態棲息地的衝擊影響。目前英國固定式離岸風電海域租賃已開放第 4 輪招標，共計 6 個專案項目(合計高達 8 GW)；並已提出浮動式離岸風電海域租賃，可新增 4 GW 之設置量。

英國環境、漁業與水產養殖科學中心(Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, 簡稱 Cefas) Andrew Gill 首席科學家介紹 Cefas 旨在為英國政府提供海洋、生態環境、空間管理相關數據、證據及策略建議等諮詢服務，並擁有環境化學、魚類生物、環評噪音、地質學、海洋等各類專家。

### B. 臺方簡報

我方由海洋委員會海洋資源處科長林群皓分享臺灣海洋空間規劃推動情形。為完善海域多元使用空間秩序，我國自 2019 年起推動海域管理制度研究，並進行法規關係盤點。為達到海域整合管理需求，刻正針對海域空間與使用管理規劃相關法案，包括規劃增加跨部會前期協調、海洋空間計畫、海域功能區及海域調查資料管理等機制。由於新訂法案會修改既有法規，目前仍在進行跨部會協調，並將配合協調決定來推動。

### C. 英方簡報

英國在台辦事處亞太離岸風電與潔淨能源主任 Richard Burch 分享臺英港務規劃合作成果，說明臺灣港務規劃的潛在短期障礙包括 2030 年前倘離岸風電專案有延遲情形，將導致港口量能緊繃，影響專案建置速度，直至港口基礎設施量能得以補足。此外，國內現有港口高度發展，缺乏自然避風港，浮動式儲存空間有限，可能減緩浮動式風電建置，進而促使臺灣更加依賴國際製造商。負責執行該案的英國能源工程顧問公司 Arup 將持續研究臺灣浮動式離岸風電整體規劃，包括浮動式水下結構儲存解決方案、碼頭的零組件承載能力調查等。

此外，Richard Burch 分享英國離岸風電人才與技能發展報告，說明差價合約(CfD)機制給予投資人信心並穩健支持英國離岸風電專案開發，進而提升各界體認專業人才與技能的重要性。並希望透過英國經驗提供我方政策與策略上之建議，並表示後續擬針對人才與技能提升向我方提出合作，建立官方、產業及培訓機構的共同對話。

## (3) 議題三：低碳氫

### A. 英方簡報

英方由英國能源安全與淨零部資深政策顧問 Henry Irvine 分享英國低碳氫標準，說明低碳氫對於英國能源安全、經濟增長及實現淨零排放至關重要，特別是在難以電氣化的工業部門，低碳氫具備高度應用彈性與可整合各能源系統之特性，可在電力、運輸及供暖方面提供靈活的能源部署。英國政府盼於 2030 年前實現 10 GW 低碳氫生產力，其中至少 50%來自電解氫。直至 2050 年低碳氫的規模將與英國現有的電力使用相當，但目前幾乎沒有低碳氫的生產或使用。英國目前有許多電解氫專案項目，其主要應用在運輸與工業部門。此外，英國政府正在研擬全球認可的低碳氫標準審查及認證制度，並與產業進行洽商，預計於 2025 年前推出低碳氫憑證制度，以建立進口氫排放透明度，並提升氫技術，鼓勵全國氫生產、投資與使用。

### B. 臺方簡報

我方由台電公司電源開發處課長吳俊樺分享台電氫能發電規劃，說明氫能發電的首要課題為需要大規模氫氣儲存，雖然液態氫可被視為選項之一，但因需要儲存在非常低的溫度(-252.8°C)，因此還需要更突破性的技術。目前台電在興達電廠進行氣渦輪機結合 5%氫氣混燒試驗，預計於 2025 年前達成混氫 5%之發電目標，但因氫氣不足導致氫氣混燒時間有限。此外，台電也將在林口發電廠進行燃煤混氫(5%)發電試驗，預計於 2030 年前達成混氫 5%發電目標。由於氫能技術在國際上仍在持續發展，且仍需有突破性的技術，台電將持續關注氫能技術發展並視國際市場情況進行調整。為實現淨零排放目標，我國短期規劃進口氫氣，未來在國家用電安全及再生能源有餘裕的前提下，將規劃使用再生能源富餘電力產氫。

本場會議由經濟部能源局局長游振偉、英國能源安全與淨零部能源外交處長 Julie Scott 進行閉幕致詞。Julie Scott 表示，淨零轉型影響社會各層面，因此確保轉型的公平和多元包容至關重要。臺英雙方在離岸風電已有豐富合作，藉由能源對話平台邀請雙方專家共同交流海洋空間規劃和低碳氫議題，相信未來臺英在這些議題有很大的合作發展空間。

### There is a strong pipeline of projects across the UK

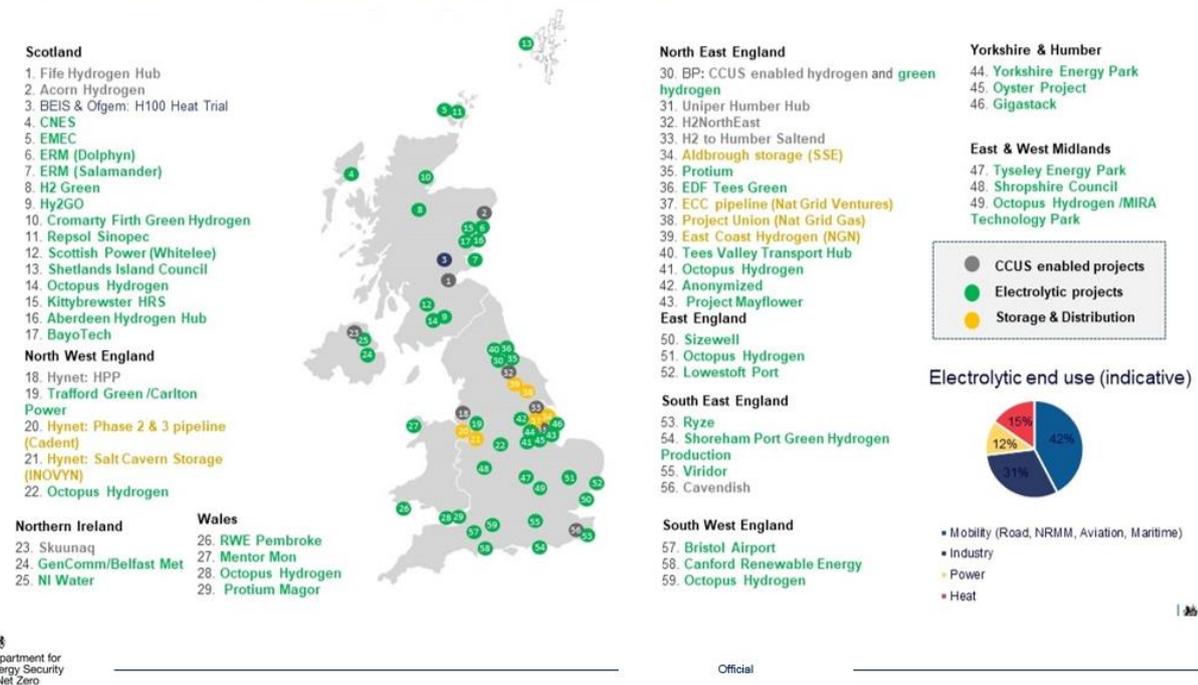


圖 25、英國氫能專案項目介紹

## 14. 會談英國商業與貿易部

■ 時間：6 月 13 日下午 2 時至 3 時 30 分

■ 英方會談人員：

- Sandra Li，英國國際商業與貿易部 再生能源部離岸風電與出口處 處長
- Bruce Clement，英國國際商業與貿易部 離岸風電部門專家
- Shyam Desai，英國在台辦事處 創新科技處 處長

■ 會議紀要：

介紹英國浮動式發電發展概況，目前正在營運的浮動式風場裝置容量總計 13.9 GW，並訂定目標於 2030 年離岸風電達 50 GW，其中 5 GW 將來自浮動式風電。氣候變遷委員會(Climate Change Committee)表示，預估 2050 年離岸風電總裝置容量須達到 125 GW，以幫助英國實踐淨零轉型。資金方面，英國浮動式風電發展預計於 2030 年前需要 25 至 40 億英鎊(約新台幣 975 至 1,560 億元)的投資，預估 2050 年英國浮動式投資將達 430 億英鎊(約新台幣 16,770 億元)。

差價合約(CfD)是由開發商與政府擁有的低碳合約公司(Low Carbon Contracts Company)簽訂 15 年的私有合約，不僅為風電專案 25 至 35 年生命週期保障 15 年的穩定收入，同時在政府保障下降低風險，並藉由競爭方式提高效率。

英方說明，英國浮動式離岸風電政策，預計於 2023 年以前釋出 4 GW 浮動式裝置容量，並於 2045 年以前於 Celtic Sea 再釋出 20 GW 裝置容量。目前 Hexicon 的 TwinHub 專案(32 MW)已經在第 4 輪競標中獲得第一個浮動式差價合約，以每兆瓦時 87.3 英鎊(約新台幣 3,400 元)的價格。另蘇格蘭擁有全球首座浮動式風場 Hywind Scotland(30 MW)以及全球最大的浮動式風場 Kincardine(48 MW)。蘇格蘭的 ScotWind 離岸風電開發競標釋出裝置容量高達 15 GW，並於清算(Clearing)時再釋出 2.8 GW。

英方評估浮動式風電發展需高達 1.6 億英鎊(約新台幣 62.4 億元)投入港口基礎建設發展，目前英國政府正尋求英國各地港口透過正式申請方式支持浮動式風電發展，包括浮動式基礎與風機整合、浮動式基礎製造與組裝。

## Floating Wind Potential in the UK

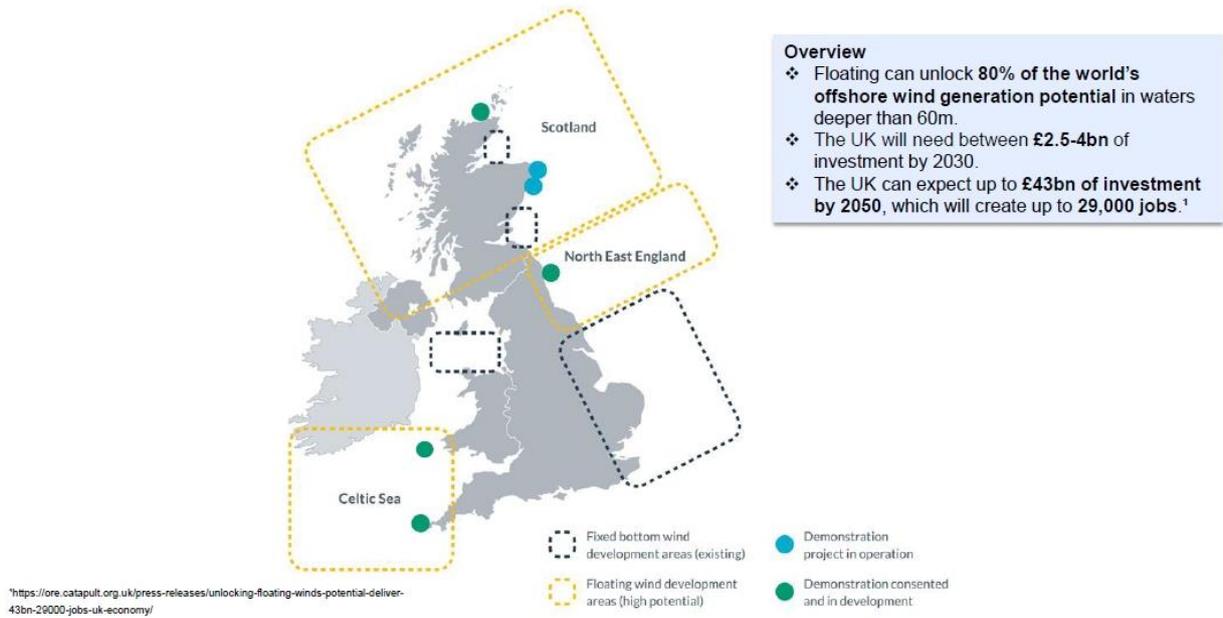


圖 26、英國浮動式風電潛力簡報說明

## 15. 會談 Carbon Trust

■ 時間：6 月 13 日下午 4 時至 5 時 30 分

■ 英方會談人員：

- Jan Matthiesen, Director, Offshore Wind & Maritime Decarbonisation
- Adam Bates, Senior Associate, Offshore Wind & Maritime Decarbonisation
- Megan Smith, Head of Offshore Wind Advisory

■ 會議紀要：

本場會議由臺方工研院先進行簡報，說明臺灣離岸風電開發潛能、再生能源發展條例修正案擴大離岸風電可設置範圍至領海外、離岸風電三階段政策及浮動式示範計畫草案。後由 Carbon Trust 進行簡報介紹機構業務內容、浮動式風電及氫能計畫。

Carbon Trust 為英國政府智庫，為政府、企業等機構提供低碳轉型相關服務，服務涵蓋策略擬定、風險監測、目標設定、碳排放追蹤，提供獨立公正的第三方碳認證與碳標籤服務，並參與編寫產業標準與政策，在低碳、零排放、碳足跡及政策建議有 20 多年經驗，擁有超過 480 名專家與顧問。與產業合作的風電研究項目，包含風機穩定度、浮式平台設計、離岸再生能源應用研究及能源整合技術等，並針對不同國家市場發展，進行產業前期評估，包含法規分析、場域評估與再生能源技術研發。

Carbon Trust 自 2016 年起投入浮動式風電發展，投資超過 700 萬歐元(約新台幣 2.37 億元)，與 17 個國家合作、參與過 47 個相關研究計畫，計畫類型從政策制定、成本分析、關鍵技術、概念設計、至近期的技術可行性分析、加速生產皆有涉略。在協助離岸風電創新上，Carbon Trust 啟動許多前瞻性研究計畫，主要分為通用型計畫(技術通用)及市場適用型(場址專用)計畫兩類，通用型計畫如永續發展計畫(進行中)、技術整合計畫；市場專用型計畫如北大西洋緬因灣風能研究(進行中)。

英方說明其研究計畫成案的資金組成，除了規劃計畫主題向政府申請研究資金外，產業資金支持亦相當重要，透過聯合產業開發機制(Joint Industry Project，簡稱 JIP)，可將每個研究的成果在團隊中互相共享進而調整策略。Carbon Trust 在不同地區 Carbon Trust 皆設有據點，亞洲地區發展亦是關注重點，包含浮動式、風場規劃與氫能發展，未來雙方可就相關議題合作，期促成雙方廠商共同加入 JIP 計畫模式，加速臺灣再生能源發展與實現淨零碳排目標。

氫能方面，在英國能源安全與淨零部(Department for Energy Security and Net Zero)支持下，Carbon Trust 於 2022 年宣布一項「潔淨氫創新計畫(Clean Hydrogen Innovation Programme，簡稱 CHIP)」，旨在透過技術創新降低端到端的成本，使

其與傳統替代技術相比具競爭力，進而加速潔淨氫部署，目前正透過 JIP 方式與產業進行合作。英方說潔淨氫端到端的高成本是主要障礙之一，而 CHIP 將著重於透過技術創新降低相關零組件的成本及風險。此外，由於氫的角色在各地區的脫碳策略中並不一致，Carbon Trust 與相關利益者共同設計 RHPP 計畫，建立提案項目與區域脫碳/經濟目標之間的連接，支持產業潔淨燃料轉型，並開發專案流程模板以確保規範專案項目的一致性，降低專案項目的風險與成本。



圖 27、臺方與 Carbon Trust 進行簡報分享

## 16. 參訪全球離岸風電展 (Global Offshore Wind 2023)

■ 時間：6 月 14 日上午 10 時至下午 1 時 30 分

■ 英方與國際參展業者：（共超過 200 家業者，包含下列廠商）

- RenewableUK
- ORE Catapult
- bp & EnBW
- Corio
- Sonardyne
- Equinor
- Siemens Energy
- Ørsted
- Boskalis
- SSR Renewables
- Vestas

■ 會議紀要：

全球離岸風電展(Global Offshore Wind)自 2002 年起由英國再生能源貿易協會(RenewableUK)所主辦，今(2023)年擁有超過 200 家離岸風電業者及供應商參展，並有超過 5000 人參觀。現場聚集國內外再生能源開發商及供應鏈業者、專家及相關政府單位，針對全球風電創新技術及解決方案進行交流，包含討論風、氣象及海洋條件的最新研究、浮動式風場成本模擬、商業規模專案、浮動系統的共享錨錠、渦輪機檢測、機器人技術、開放數據、海底電纜安裝等各種主題，其他交流範圍則涵蓋電力市場發展、勞動力投資及離岸風電永續發展。

RenewableUK 於此次活動中提及，目前離岸風電產業正處於能源結構的核心重點，在整個脫碳與轉型計畫上主要以離岸風電為中心，而在許多年前人們就知道這將成為一種可拓展的技術，且具有競爭力。英國正處於能源轉型，在供應鏈方面，RenewableUK 致力於建立其為英國產業所帶來之效益及支持英國就業的戰略，為英國創造經濟與機會。

此次亦參觀訪問英國創新研究中心 ORE Catapult 之攤位，其為英國創新機構 Innovate UK 所資助，專業領域著重在離岸再生能源技術，包含離岸風電、波浪能與潮汐能等，成立目的旨在加速海上再生能源技術的部署和商業化，並與國際學研單位、企業、政府合作，促進新技術和解決方案的開發及測試。在 Innovate UK 的資金支持下，ORE Catapult 正在規劃一個數位化運維環境(Digital Operation and Maintenance Environment，簡稱 DOME)，並在這個虛擬環境中建立模型、數據集資

料，推進、演示、測試及加速解決方案的試驗，有效幫助渦輪機零組件更換、機器系統整合、雷達減輕技術以及縮短技術開發的時間，以更好地方式規劃與維護離岸風場。



圖 28、參訪 ORE Catapult 攤位



圖 29、全球離岸風電展會交流盛況

## 17. 參訪 Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE)

■ 時間：6 月 15 日上午 8 時至 10 時 30 分

■ 丹方會談人員：

- Anders Midskov, Port & Operations Manager
- David Hsiao, Port Operations Manager, Taiwan Region

■ 會議紀要：

Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE)為全球最大風電設備供應商，負責設計和製造陸域和離岸風力發電機及相關設備，並提供維護和修復服務。

此次參訪 SGRE 於丹麥 Esbjerg 港口預組裝基地，除有塔柱、機艙、葉片與周邊夾治具設備之外，也有儲放區及兩塊預組裝基地，分別為 17.86 公頃與 13.4 公頃，場地將會視需求彈性調整及擴大。其中，風機葉片儲放時將進行例行性檢查，如防雷擊接地系統；機艙也會進行運維檢查，包含直驅式發電機、轉向系統及油壓設備。值得一提的是，場內新型葉片上具有鋸齒狀的減噪設計，藉由增加鋸齒使葉片轉動時產生渦流氣流，減少噪音，適用於各種風速。

SGRE 說明在丹麥 Esbjerg 港口執行計畫的業者與廠商也是港務推動的董事會成員，與 Esbjerg 港務公司保持密切合作，就港口發展及未來規劃共同討論，透過實質需求建議港口後續發展規劃，例如歐洲風場大量建置，港區區要更大的腹地、基礎建設及廠房等。同時，廠商成為董事會成員有助於 Esbjerg 港務公司參與並掌握各家業者的新計畫，理解港口使用者的未來需求並有助於提升港口規劃及能量，共同投資研發新領域並降低風險。



圖 30、參訪 SGRE 預組裝基地



圖 31、SGRE 風機葉片

## 18. 會談 Esbjerg 港務公司

■ 時間：6 月 15 日上午 10 時 40 分至 12 時 50 分

■ 丹方會談人員：

- Jesper Bank, Chief Commercial Officer, Port of Esbjerg

■ 會議紀要：

Esbjerg 港於 1972 年轉為油氣業主要服務港，並於 2000 年後成為北海地區離岸風場組裝港及歐洲離岸風機之航運中心，除了運輸丹麥 65%風機，也運輸歐洲超過 75%的風機，是目前全球最大的風電專用港。Esbjerg 營運長 Jesper Bank 分享，截至 2020 年，該港每年運輸量達 430 萬噸，其中風電零組件占 10%。

Esbjerg 港口面積達 450 萬平方公尺，碼頭長度 14 公里、深度 10.5 公尺。根據該港的船隻進出港記錄，每年平均有 100 艘運輸安裝船、2,000 艘人員運輸船(Crew Transfer Vessel，簡稱 CTV)。該港至今已累積參與 59 個計畫、安裝逾 4,150 支風機，裝置容量達 23.6 GW。目前約有 10 個風電計畫正同時進行。

Esbjerg 港規劃擴建 75 萬平方公尺，新增氫能及其他再生能源使用區域，並增加港邊零排放的施工設備，例如陸上電力供應設施、電動車、電動起重機及其他綠色建築。透過港口疏浚的砂石填海造陸、移除煤炭推置場域，皆為擴大港區應用的作法。

本團參觀 Esbjerg 港口使用情形，包含預組裝及安裝區域、轉接段、單樁式基礎儲放區、人員訓練區及船舶，並見到 Fred. Olsen Windcarrier 公司的風機安裝船 Blue Tern 正在此地服役。

考量氫能需求為港口長遠發展策略之一，該港正在規劃特定區域發展氫能儲存與轉運。



圖 32、塔柱組裝畫面

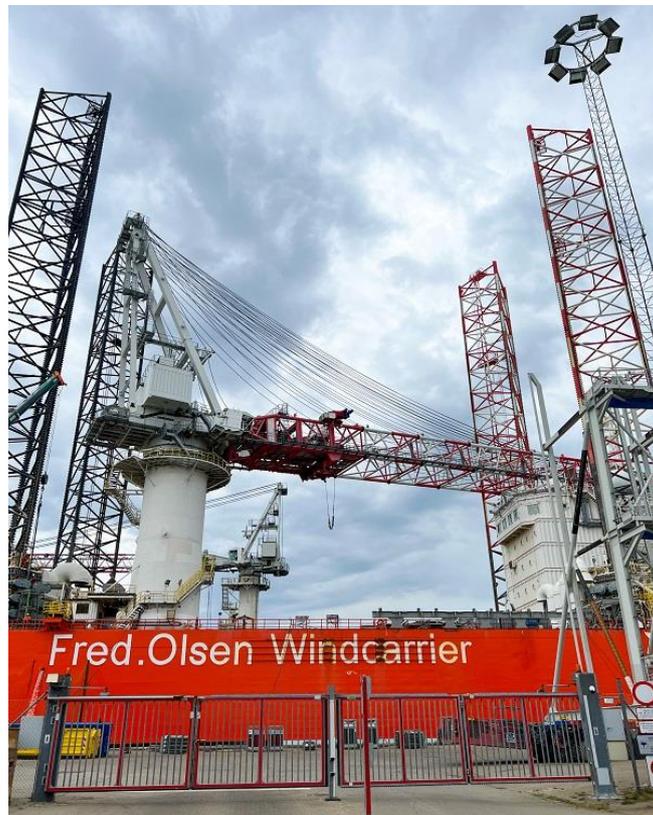


圖 33、Fred. Olsen Windcarrier 風機安裝船



圖 34、Esbjerg 港務公司進行簡報

## 19. 參訪 Ørsted 運維中心

■ 時間：6 月 15 日下午 1 時至 2 時 30 分

■ 丹方會談人員：

- Jens Nybo Jensen, Senior Communication Advisor
- 李之安，企業永續資深經理(臺灣區域)

■ 會議紀要：

沃旭能源(Ørsted)為丹麥離岸風電開發商，投入陸域及離岸風電、氫能、生質能等綠色能源開發，並訂定目標於 2030 年陸域風電開發達 17.5 GW、離岸風電達 30 GW，以及開發生質能生產及廢料轉換能源等技術。沃旭能源在離岸風電建造及運營擁有 30 多年豐富經驗，包含位於歐洲、亞太地區、美國共 33 個風場，其中 28 個風場處於營運階段，已安裝的裝置容量達 8.9 GW。

沃旭能源評估，近年離岸風電產業的積極發展，意指更大的風場場址、風機大型化、零組件成本降低、安裝時間成本減少、運維成本降低等原因，離岸風電成本已大幅降低，與化石燃料相比已具市場競爭性。

丹方介紹位於北海開發的離岸風場 Horns Rev2，該風場擁有 91 支風機，並安裝第一個海上住宿平台提供技術人員居住，並在需要時直接前往風場維修，減少港口與風場之間的往返時間(約 4 小時)，同減少船舶使用時間、降低能源使用，可更有效率的營運風場。

此次參觀沃旭能源運維中心，包含即時監測風場情況的觀測室，中心內配有風機組件、機具、工作服等大型倉庫，以及人員吊掛及吊裝之練習機具等。



圖 35、Horns Rev2 離岸風場的海上住宿平台



圖 36、參訪沃旭能源運維中心倉庫

### 三、 結論與建議

本次考察活動係參訪荷蘭、英國、丹麥離岸風電設施與拜會相關業者、政府單位，並於期間舉辦「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」及臺荷離岸風場結合水產養殖、臺荷浮動式風電、臺荷氫能共三場座談會，就廣泛之再生能源領域議題分享知識與經驗，促進未來與荷、英、丹互惠合作機會。

荷方於浮動式太陽光電的使用壽命與提升發電效率展開多項研究，考量我國國土面積有限，浮動式太陽光電可視為未來發展選項之一；另離岸風場除役之風機葉片回收議題，臺荷雙方持續朝相關議題交流，並評估與荷方成立臺荷能源與創新領域合作小組之可行性，拓展雙方再生能源合作機會。

訪英行程，臺英雙方各自分享再生能源、離岸風電推動情形與發展現況，英方分享差價合約(CfD)機制等各項政策給予投資人信心並穩健支持英國離岸風電開發，進而提升各界體認專業人才與技能的重要性，並盼後續針對人才與技能發展與我方進行合作，建立官方、產業及培訓機構的共同對話，建議未來雙方可持續討論就人才與技能發展方面可合作之項目，並汲取英國經驗作為國內政策與策略上之參考。

此行實地參訪丹方離岸風電業者在 Esbjerg 港口之運維中心及預組裝基地，並瞭解該港口之離岸風電港務空間規劃與未來布局，汲取丹麥推動離岸風電經驗，有助於我國港務設施與空間規劃之參考，以支持未來離岸風電與浮式風電零組件組裝與存放等使用。