

出國報告（出國類別：開會）

# 臺挪臺丹再生能源交流訪問團 出國報告

服務機關：經濟部能源署

姓名職稱：陳崇憲組長

派赴國家：挪威、丹麥

出國期間：113年08月18日至113年09月01日

報告日期：113年10月31日

## 內容摘要

本次行程重點包括參訪歐洲海洋科技研發機構挪威科技工業研究院(SINTEF)、參加臺丹雙邊再生能源發展交流會議及出席挪威2024 ONS北海離岸能源大會暨論壇等重要活動。

SINTEF在挪威成為歐洲海洋科技產業技術研發重鎮的過程中，扮演了重要角色。藉由參與其挪威海洋技術中心實驗室開幕式的機會，與SINTEF深入交流，了解SINTEF海纜分析技術，包含波浪、洋流等海洋環境因子對海纜疲勞壽命影響之模擬分析與相關水工試驗技術等；並在此行見證我國金屬工業中心與SINTEF的合作備忘錄簽署，有助強化臺灣與挪威水下電纜測試驗證分析技術的合作關係。

丹麥在離岸風電領域擁有全球領先的供應鏈及技術，包括離岸風場規劃及再生能源整合系統等技術；挪威亦為離岸風電之海事工程、浮動式離岸風電等技術及供應鏈翹楚。此次除參加臺丹能源論壇、臺丹產業座談會及挪威ONS展之北海離岸能源大會暨論壇等活動，延續臺灣與丹麥、挪威合作，並率團實地參訪再生能源設施、會晤產業與當地業者以及參加再生能源產業座談會，交流彼此在離岸風電推動政策、技術研究及創新應用上的經驗，有效作為我國未來再生能源發展策略之借鑑，同時加強與丹、挪兩國與我國於再生能源領域的夥伴關係，期促進未來產業合作機會。

## 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 .....	8
(一)參訪行程規劃 .....	8
(二)我方代表團成員 .....	11
(三)參訪紀要 .....	12
三、結論與建議 .....	62

## 圖目錄

圖 1、開幕典禮	14
圖 2、開幕典禮花絮	14
圖 3、臺灣代表團合影	15
圖 4、資深研究員 Dag Stenersen 對海洋能源系統實驗室導覽解說	15
圖 5、臺灣駐瑞典辦事處谷瑞生大使以視訊方式加入簽署活動會場致詞	17
圖 6、代表臺灣能源署對雙方合作所帶來的產業發展效益表達期許	17
圖 7、能源與交通研究部主任 Dr. Arne Fredheim 進行 SINTEF 介紹	18
圖 8、金屬工業中心陳維德處長介紹金屬中心與海創專區	18
圖 9、SINTEF Ocean 葉乃全博士說明 MoU 合作項目內容	19
圖 10、完成金屬工業研究中心與挪威 SINTEF MoU 簽署	19
圖 11、Avedøre 發電廠	21
圖 12、歡迎代表團到訪並引言介紹 Avedøre 發電廠	21
圖 13、Ørsted 人員向我方代表團介紹 Avedøre 發電廠	22
圖 14、興建中的丹麥首個全規模碳捕捉項目	22
圖 15、我方代表團參觀發電廠	23
圖 16、臺灣能源署簡報臺灣淨零排放政策	27
圖 17、丹方能源署簡報說明丹麥 One-Stop-Shop 策略	28
圖 18、船舶中心簡報臺灣離岸風電政策	28
圖 19、Man Energy 臺丹產業論壇開幕	32
圖 20、Energinet 簡報丹麥電網規劃	32
圖 21、COWI 簡報該公司參與臺灣市場現況	33
圖 22、Equinor 簡報其全球布局	37
圖 23、Azule 簡報其油氣產能與發展	37
圖 24、介紹臺灣離岸風電政策	41
圖 25、全球離岸風電市場討論環節合影	41
圖 26、Clarksons 人員介紹海事工程服務與挑戰	44
圖 27、東方風能營運長介紹海事工程服務	45
圖 28、Vessel Challenge 座談環節人員合影	45

圖 29、NORWEP 人員說明全球離岸風能潛力 .....	48
圖 30、金工中心陳維德處長介紹我國與挪威產業合作 .....	49
圖 31、SRE 人員簡報該公司亞太市場發展與挑戰 .....	49
圖 32、台亞風能介紹該公司技術 .....	50
圖 33、Karmsund 港務公司人員介紹未來規劃 .....	52
圖 34、Karmsund 港務公司人員介紹港口的發展與挑戰 .....	52
圖 35、能源署人員與 Karmsund 港務公司人員交流 .....	53
圖 36、臺方代表團與 Karmsund 港務公司人員合影 .....	53
圖 37、METCentre 人員介紹該公司測試專案 .....	56
圖 38、Zephyros 介紹其測試設施 .....	56
圖 39、臺方代表團與 METCentre、Zephyros 人員合影 .....	57
圖 40、與 Deep Wind 人員交換名片 .....	59
圖 41、Deep Wind 人員介紹該公司發展現況 .....	60
圖 42、能源署分享臺灣離岸風電概況與目前成果 .....	60
圖 43、臺方代表團與 Deep Wind 人員合影 .....	61

# 一、目的及行程紀要

## (一)目的

此次出國行程分為三部分：參訪挪威 SINTEF 海洋科技研發機構、參加臺丹雙邊論壇交流、以及參加挪威 ONS 大會。

SINTEF 在挪威成為歐洲海洋科技產業技術研發重鎮的過程中，扮演了重要角色。臺灣因應全球能源轉型趨勢，積極布局海事工程、離岸風電與前瞻海域能源等產業。海底電纜是將海上再生能源傳輸到岸上電網的重要構件，設計和測試需考慮環境條件和安裝配置。SINTEF 在海纜分析技術方面有 20 年的經驗，是少數能進行全面性分析的機構。此次參訪包括參加海洋技術中心實驗室開幕式，並完成我國金屬工業中心與 SINTEF 簽署合作備忘錄，建立臺灣水下電纜測試驗證技術的合作關係。

此外為延續臺丹、臺挪歷年合作成果，參加臺丹能源論壇、臺丹產業座談會及 2024 ONS 展之北海離岸能源大會。臺灣積極推動離岸風電，目標於 2035 年達成 20.6 GW 的設置容量。丹麥在離岸風電領域擁有全球領先的供應鏈及技術，挪威則具備頂尖的海事工程和浮動式離岸風電技術。透過論壇與座談會，深入交流雙方在離岸風電推動政策、技術研究及創新應用上的經驗，進一步加強再生能源領域的合作，並鼓勵丹麥、挪威企業參與臺灣離岸風電產業的發展與投資。

## (二)行程紀要

本次出國主要任務係參訪歐洲海洋科技研發機構挪威 SINTEF、參加臺丹雙邊再生能源發展交流會議及挪威舉辦的 2024 ONS 北海離岸能源大會暨論壇。

日期	行程	地點
8/18(日)	臺灣臺北→荷蘭阿姆斯特丹	臺灣臺北→荷蘭阿姆斯特丹→挪威特隆赫姆
8/19(一)	抵達阿姆斯特丹	
8/20(二)	荷蘭阿姆斯特丹→挪威特隆赫姆	
8/21(三)	參訪 SINTEF ● 參觀海洋結構實驗室和海洋能源系統實驗室 ● 參加技術研討會:離岸風電電纜測試和模擬的進展 ● 金屬中心和 SINTEF 簽署 MoU 儀式	挪威 SINTEF

8/22(四)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 挪威特隆赫姆→丹麥哥本哈根</li> <li>● 參訪 Avedøre 發電廠</li> </ul>	丹麥哥本哈根
8/23(五)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 參訪哥本哈根基礎建設基金(CIP)</li> <li>● 參加臺丹能源論壇-能源領域的淨零路徑及臺丹產業座談會</li> </ul>	丹麥哥本哈根
8/24(六)	工作會議	丹麥哥本哈根
8/25(日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 丹麥哥本哈根→挪威史塔萬格</li> <li>● 參訪 Odfjell Technology</li> </ul>	挪威史塔萬格
8/26(一)	參加 2024 ONS 北海離岸能源大會暨論壇	挪威史塔萬格
8/27(二)	參加 2024 ONS 北海離岸能源大會暨論壇	挪威史塔萬格
8/28(三)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 挪威史塔萬格→挪威海於格松</li> <li>● 參訪 Karmsund Port Authority</li> </ul>	挪威海於格松
8/29(四)	參訪 METCentre、Zephyros、Deep Wind Offshore	挪威海於格松
8/30(五)	挪威海於格松→挪威斯塔萬格→荷蘭阿姆斯特丹	荷蘭阿姆斯特丹
8/31(六)	荷蘭阿姆斯特丹→臺灣臺北	荷蘭阿姆斯特丹
9/1(日)	抵達臺灣臺北	臺灣臺北

## 二、訪團行程及工作內容

### (一) 參訪行程規劃

本次行程自 8 月 18 日至 9 月 1 日，共計 15 日，內容包含參訪挪威科技工業研究院 (SINTEF)、參加臺丹雙邊再生能源發展交流會議及挪威舉辦的 2024 ONS 北海離岸能源大會暨論壇，各項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
8/21 (三)	挪威	參訪挪威科技工業研究院 (SINTEF)	SINTEF 是歐洲最大的獨立研究機構之一，設有 6 大研究所。本次參訪的主要對象是 SINTEF Ocean 聚焦在循環生物經濟、沿海基礎設施、全球海洋治理和離岸風電等海洋科技領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 參觀最新落成的挪威海洋技術中心實驗室，了解及交流 SINTEF 海纜分析的技術及能量</li> <li>● 參加技術研討會：離岸風電電纜測試和模擬的進展</li> <li>● 參加金屬工業研究發展中心和挪威科技工業研究院 (SINTEF) 簽署 MoU 儀式</li> </ul>
8/22 (四)	丹麥	參訪 Avedøre 發電廠	主要業務包括發電和供熱。使用多種燃料進行能源生產，包括天然氣、生質能（如木屑和稻殼）、煤炭等。該發電廠通過聯合發電（CHP）技術同時提供電力和區域供熱，優化能源利用效率，減少碳排放。	COWI 碳捕捉計畫及其興建中的第一座丹麥 CCS 示範站

日期	國家	參訪單位	主要業務	訪談/ 參訪重點
8/23 (五)	丹麥	上午 參加臺丹能源論壇-能源領域邁向淨零之路	討論臺丹雙方運用多元策略和技術，達成能源轉型目標。	再生能源政策、離岸風電發展概況、能源效率、Power-2-X
		下午 參加臺丹產業座談會	第一部分：能源轉型對電網的挑戰。 討論推動能源轉型過程中，如何有效地將可再生能源整合到現有電網系統中所面臨的各種挑戰。 第二部分：實現淨零排放的全面解決方案。 產業界如何透過措施和策略減少溫室氣體排放，達到淨零排放的目標。	臺丹雙方分享併網挑戰及產業界的能源轉型和減碳的解決方案
8/25 (日)	挪威	參訪 Odfjell Technology	專注於能源業的技術公司，提供工程設計、鑽井服務和平台運營等解決方案，特別是離岸風電專案。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 參加其 ONS 展開幕式</li> <li>● 參觀了解其技術與設備</li> </ul>
8/26 (一)	挪威	參加 ONS 2024 北海離岸能源大會暨論壇	ONS 大會是歐洲規模最大且歷史最悠久的石油與天然氣展覽之一，聚焦於能源技術、創新及政策的最新發展，並涵蓋從石油、天然氣到再生能源等多元議題	參加 ONS 大會開幕典禮及四場專題演講

日期	國家	參訪單位	主要業務	訪談/ 參訪重點
			參加國際離岸風電產業趨勢座談會，分享該產業未來十年的期望、挑戰和機遇。共有 JERA Nex、RWE、Iberdrola、Equinor、臺灣能源署等講者分享介紹。	於該座談會中報告臺灣離岸風電政策
8/27 (二)	挪威	參加 ONS 2024 北海離岸能源大會暨論壇	ONS 除了歐洲規模最大的展會之一，吸引來自全球的業界領袖、學術專家及政府代表，共同探討能源市場的趨勢、挑戰與機遇。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 參觀及了解能源產業的最新技術及產品</li> <li>● 參加 ONS 工作坊：船舶的挑戰及亞太地區的離岸風電市場概況</li> </ul>
8/28 (三)	挪威	參訪 Karmsund Port Authority	Karmsund 港位於挪威海於格松，是挪威西部最大的交通港口之一，由挪威離岸風電群聚和 METCentre 等使用。主要業務：運輸、物流、倉儲、供應鏈、港口租借、投資開發離岸風電。	浮式港口與設施在發展離岸風電產業中的關鍵挑戰和潛在解決方案
8/29 (四)	挪威	上午 參訪 METCentre Zephyros	METCentre 被認為是北海的世界級領先測試中心，用於測試各種新型海洋可再生能源技術，如浮式風能、太陽能 and 波浪能在不同條件下的表現。  Zephyros 是全球首家在浮式風機上安裝直升機甲板的公司。	海洋再生能源測試技術、關鍵測試基礎設施、浮式風電設計與測試

日期	國家	參訪單位	主要業務	訪談/ 參訪重點
		下午 參訪 Deep Wind Offshore	國際離岸風場開發商，與英國石油 BP 在韓國合作離岸風場開發專案。公司目標是在 2032 年前新建 10 GW 的離岸風電，包括在韓國獨家開發的 2 GW。	浮動式離岸風電、ocean grid/海洋網格。

## (二)我方代表團成員

### 1. 挪威 SINTEF 代表團成員：

序號	單位	姓名	職稱
1	經濟部能源署	陳崇憲	組長
2	金屬工業研究發展中心	陳維德	處長
3	金屬工業研究發展中心	余雅蕙	副處長
4	金屬工業研究發展中心	黃怡慧	工程師

### 2. 臺丹挪再生能源交流訪問團成員：

序號	單位	姓名	職稱
1	經濟部能源署	陳崇憲	組長
2	風睿能源公司	林致真	公共政策長
3	台亞風能公司	何承洲	資深業務開發經理
4	台亞風能公司	鄭功棠	投資分析師
5	玉豐海洋科儀公司	張乃仁	總經理
6	東方風能公司	陳柏霖	執行長
7	東方風能公司	Ben Darrington	營運長
8	船舶暨海洋產業研發中心	鍾承憲	處長
9	船舶暨海洋產業研發中心	楊少華	專案經理
10	工業技術研究院 綠能所	陳冠宇	專案經理
11	工業技術研究院 綠能所	吳悅瑄	專案經理
12	工業技術研究院 綠能所	鄧雅如	副研究員

13	金屬工業研究發展中心	陳維德	處長
14	金屬工業研究發展中心	趙家緯	副處長
15	金屬工業研究發展中心	林子欽	產業分析師
16	金屬工業研究發展中心	馮玉印	專案經理

### (三)參訪紀要

#### 1. 參訪挪威科技工業研究院(SINTEF)

##### (1)參訪單位 SINTEF 主要業務簡介

SINTEF 是歐洲最大的獨立研究機構之一，自 1950 年成立以來一直與產業和公共部門合作互動開展開發和研究任務，透過知識生成和技術解決方案的開發，創造價值和創新，並將結果投入實際應用，如今的 SINTEF 已經成為基礎廣泛的多學科研究機構，研究領域橫跨技術（包括建築和土木工程）、醫學和社會科學，設有 6 大研究所，分別是 (1)SINTEF Community：致力於建築、基礎設施和交通永續發展的研究機構；(2) SINTEF Digital：專注在數位技術和技術導向的社會科學領域進行研究和創新，協助產業數位化和數位轉型；(3) SINTEF Energy Research：致力於創造創新能源解決方案，專注於挪威國內和國際上尖端的、基於研究的知識和基礎設施；(4) SINTEF Industry：結合 SINTEF 多學科知識庫，特別是材料、化學、支援技術和地球科學等，以及先進的物理和數位實驗室為基礎，開發在廣泛的市場和學科中對社會產生巨大影響的技術和多學科解決方案，例如：循環經濟、電池、氫、CCS、材料科學與技術、奈米技術、奈米醫學、太陽能、風能、生物技術、金屬生產、製程技術、石油和天然氣低排放生產以及工業經濟和最佳化等；(5) SINTEF Manufacturing：提供自動化生產、產品和生產開發、精益、價值鏈管理和材料技術、以及實驗室和工程服務的專業知識，同時也提供工業研究和諮詢、各種類型的課程以及從學術界到工業界的知識轉移；(6) SINTEF Ocean：挪威國內和國際產業進行與海洋空間相關的研究和創新，其核心領域包含交通運輸、食品和能源生產等。SINTEF 目前員工數超過 2,200 名，來自 80 個不同的國家，有近 7 成的員工是科學家，近 6 成員工擁有博士學位。

本次參訪的主要對象是 SINTEF Ocean。SINTEF Ocean 是 SINTEF 在 2017 年整併 MARINTEK、SINTEF 漁業和水產養殖、以及 SINTEF 環境技術部所成立的新研究單位，聚焦在水產養殖科技、循環生物經濟、新海生物資源、沿海基礎設施、漁業技術、全球海洋治理、油氣產業、海運、和離岸風電等 9 大海洋科技領域，單位員工約 340 名，擁有國際領先的海洋環境實驗室與技術，投入水下電纜研究近 20 年，除型式試驗外，更具備水下電纜由設計、製造、組裝、施工到應用之數值模擬、水工試驗及全尺度試驗之一站式測試驗證分析技術，在水下管纜的分析技術具有領導地位。SINTEF 透過自行開發軟體及對電纜結構力學的分析，包括從風場環境條件建置，進行電纜截面段及全尺度受力分析，並在極端海洋環境下進行結構分析，作為電纜壽命評估。此外，在動態電纜的測試驗證上亦包含全尺寸驗證測試、材料測試和渦激振動(Vortex Induced Vibration, VIV)分析，以確保動態電纜的安全運行和可靠性。通過結合電氣和結構完整性的研究，SINTEF 能夠為風場開發商或運維商提供全面的解決方案，確保動態電纜在各種海洋環境下的可靠性和耐用性，丹麥 NKT、韓國 LS Cable、法國 Nexans、比利時 Hellenic Cables、及挪威 Kongsberg 和 Equinor 等知名企業都採用 SINTEF 技術進行研發與產品測試評估。

## (2)SINTEF 參訪內容說明：

- 挪威海洋技術中心首批兩個實驗室正式啟用典禮

挪威海洋技術中心總部位於特隆赫姆的蒂霍爾特，是一項對教育和研究基礎設施的重大投資。該中心包含數個由挪威科技大學和 SINTEF 共同運營的實驗室。儘管該專案預計於 2028 年才能完工，首批兩個實驗室：海洋結構實驗室(Marine Structures Laboratory)和海洋能源系統實驗室(Maritime Energy Systems Laboratory) 已準備就緒，並於 8 月 21 日舉行啟用典禮後正式開放。



圖 1、開幕典禮

挪威科技大學校長 Tor Grande、漁業和海洋部長 Marianne Sivertsen Næss、SINTEF 執行長 Alexandra Bech Gjørnv 和特隆赫姆市長 Kent Ranum 以及約 90 位受邀嘉賓出席了開幕典禮。



圖 2、開幕典禮花絮



圖 3、臺灣代表團合影

- 挪威海洋技術中心實驗室導覽

- 海洋能源系統實驗室

未來將專注於燃料和能源系統測試，在試驗技術和實驗室功能性方面可支持對未來船舶機械系統的研究，實驗室配備獨立的燃料供應系統與安全防護設施，能夠在重現船上條件的情況下，使用已知和即將推出的燃料進行試驗，來自挪威和世界各地的海事公司可以運用該實驗室改善當前推進系統，並為所屬船舶尋找新的永續解決方案。



圖 4、資深研究員 Dag Stenersen 對海洋能源系統實驗室導覽解說

- 海洋結構實驗室

海洋結構實驗室將負責各種海洋結構測試，測試範圍包含小尺度的材料規格測試實驗室、中尺度等級的半成品/構件/原型設計模型產品測試實驗室、與全尺度產品壽命測試實驗室，測試項目包括石油天然氣運輸的水下管道、臍帶纜和來自海上風機的電力傳輸電纜等水下管線纜設施，管道和電纜必須能夠承受波浪和洋流不斷變化的節奏和強度，在正式安裝使用前需要經過完整的環境負載耐受強度與壽命管理分析，在海洋結構實驗室可以進行完整的測試驗證。

- 離岸風電電纜測試和模擬的進展：物理訊息神經網路技術的應用

物理訊息神經網路技術（Physics-informed neural network, PINN）是近幾年興起的 AI 技術，是一種深度學習與物理學知識結合的深度學習模型，可以在學習過程中嵌入特定物理定律的信息，無縫地將資料和物理定律融入神經網路學習中，透過物理法則對 AI 模型的進行訓練指導，與傳統數據驅動的神經網絡不同，打破過往 AI 模型需要收集大量實際資料才能學習的限制，PINN 克服系統存在數據稀缺性的問題，加速模型開發及提高精準度。

### (3)金屬中心和 SINTEF 簽署 MoU

水下動態電纜測試驗證技術規劃與 SINTEF 進行技術合作，透過線上交流、實地研習、學者異地交流等方式，深入探討水下動態電纜的力學性能模擬分析及試驗技術，藉以評估水下動態電纜的結構安全性，建置長期合作策略，深耕離岸工程中心，以海洋專區帶動臺灣海洋科技產業發展。因此在挪威海洋技術中心實驗室開幕的同一天，SINTEF Ocean 與金屬工業研究發展中心簽署了合作備忘錄。



圖 5、臺灣駐瑞典辦事處谷瑞生大使以視訊方式加入簽署活動會場致詞



圖 6、代表臺灣能源署對雙方合作所帶來的產業發展效益表達期許



圖 7、能源與交通研究部主任 Dr. Arne Fredheim 進行 SINTEF 介紹



圖 8、金屬工業中心陳維德處長介紹金屬中心與海創專區



圖 9、SINTEF Ocean 葉乃全博士說明 MoU 合作項目內容



圖 10、完成金屬工業研究中心與挪威 SINTEF MoU 簽署

## 2. 參訪 Avedøre 發電廠-COWI 碳捕捉計畫

(1)時間：8 月 22 日下午 14 時至 17 時

(2)丹方會談人員：

- 丹麥商務辦事處 畢尚德 處長 Director Mr. Peter Sand
- 丹麥商務辦事處 許韋婷 商業顧問

(3)會議紀要：

Avedøre 發電廠位於丹麥，由 Ørsted 擁有並運營，是一座結合多種能源來源的現代化發電廠。該電廠主要使用生物質能與天然氣進行發電，具備靈活的能源轉換能力，能根據需求調整不同燃料的使用比例。該發電廠在丹麥的能源結構中扮演重要角色，為區域提供穩定且可持續的電力。

根據聯合國政府間氣候變化專門委員會的報告，若要在 2050 年前達到全球淨零排放，我們每年需從大氣中移除多達 100 億噸的二氧化碳。Ørsted 計劃自 2025 年底開始，每年從兩座電廠捕捉 43 萬噸的二氧化碳，並將其儲存在北海中。

Ørsted 目前正在進行丹麥首個碳捕捉與儲存（CCS）專案的建設，該專案包括在哥本哈根大區的 Avedøre 發電廠（以稻草為燃料）及 Kalundborg 的 Asnæs 發電廠（以木屑為燃料）設置碳捕捉設施，亦是丹麥首個全規模碳捕捉項目，並於 2023 年 5 月獲得丹麥能源局為期 20 年合約，將於 2024 年 12 月在 Avedøre 發電廠舉行開工典禮，預計自 2026 年初起運行。

其中，Avedøre 發電廠的稻草燃燒機組每年將捕捉 15 萬噸的生物質二氧化碳，這些二氧化碳初期將通過卡車運輸至 Asnæs 發電廠，直到建立跨越西蘭島的共享管道基礎設施。Avedøre 發電廠的稻草燃燒機組主要將當地農業副產品——稻草，轉化為電力和區域供熱，本專案將 Avedøre 和 Asnæs 發電廠捕捉的二氧化碳儲存在挪威北海的 Northern Lights 儲存庫中。

COWI 與 Ørsted 合作，致力於推動 Avedøre 發電廠的碳捕捉計畫，運用先進的碳捕捉技術，目標從燃燒過程中捕捉大量的二氧化碳，並將其永久儲存在地下或用於其他工業用途。



圖 11、Avedøre 發電廠



圖 12、歡迎代表團到訪並引言介紹 Avedøre 發電廠



圖 13、Ørsted 人員向我方代表團介紹 Avedøre 發電廠



圖 14、興建中的丹麥首個全規模碳捕捉項目



圖 15、我方代表團參觀發電廠

### 3. 臺丹能源領域淨零路線論壇

(1)時間：8月23日上午9時至下午12時

(2)丹方會談人員：

- Peter Sand, Director, The Trade Council of Denmark/Taipei
- Simon Fløe Nielsen, Deputy Director, Centre for Global Cooperation at the Danish Energy Agency
- Einar Jensen, Head of Global Public Affairs, CIP
- Marina Hsu, Regional Managing Director, CIP
- Rikke Melsen, Senior Public Affairs Manager, Danfoss
- Kenth Hvid Nielsen, Head of Global Marketing, Grundfos
- Kresten Ørnbjerg, Vice President, Global Public Affairs, Vestas

(3)會議紀要：

- 我國能源署-2050淨零碳排策略：

臺灣的2050淨零碳排政策目標是全面轉向再生能源，並實現能源結構多元化，以及引入碳捕集與儲存技術來實現這一目標。到2030年，臺灣將減少20%的溫室氣體排放，並在2050年達到全面淨零排放，形成低碳經濟體系。未來能源轉型的關鍵目標是透過大幅提升再生能源及天然氣的比例，逐步降低燃煤發電。預計到2050年，離岸風電和太陽能將分別增至40-55GW和40-80GW。未來至2050年，透過推廣再生能源及燃料轉換，臺灣將朝著實現60~70%再生能源的發電比例邁進，同時運用碳捕集與儲存技術減少碳排放。

- 丹麥能源署-脫碳策略：

丹麥能源署介紹其減碳策略，其中包括實現2030年100%使用綠電的目標，以及到2045年達到氣候中立(Climate Neutrality)。丹麥目標透過技術創新和產業合作，在2050年實現負碳排。丹麥的電網營運商(TSO)在這一過程中發揮關鍵作用，機制中著重幫助開發商降低投資風險。丹麥能源署作為“One-Stop Shop”，將簡化專案審批流程，以促進再生能源的發展。其中，丹麥最新開標

的離岸風電專案，目標是於 2030 年保證 6GW 併網量，且無補助政策，顯示出市場成熟和自主發展的能力。

- 金工中心-臺灣 Power-2-X 政策：

臺灣的 Power-2-X 政策旨在將多餘的再生能源電力轉化為氫能或綠氨，以實現能源儲存和調度。本政策著重於轉換電力為氫能的安全性，並優化技術方案以減少用地需求，特別是考慮到臺灣地狹人稠的特性，Power-2-X 將成為臺灣實現能源轉型的重要工具，透過促進氫能技術的發展，幫助平衡供需並提升能源安全。

- CIP-對 Power-2-X 政策建議：

CIP 公司建議臺灣應加速 Power-2-X 技術的落地，尤其是針對氫能和綠氨的轉換。氨作為氫能的載體，不僅適合臺灣的產業結構，且其運輸、儲存技術成熟，能夠利用現有的管線，進一步提升成本效益。對於臺灣來說，氨的使用在高溫工業和能源儲存領域具有潛力，也能減少能源進口依賴。此外，CIP 分享丹麥正在進行的能源島計劃，此創新項目是全球首例以離岸風電為基礎的能源集成中心，能源島將不僅僅是風場，而是綜合的能源樞紐，通過電力匯集和轉換技術，將多餘的電力轉化為氫能等形式儲存並輸出到歐洲其他國家。

- 工研院-我國能源效率政策：

臺灣目標通過持續推動能源效率的提升，減少能源消耗並實現可觀的能源節約。具體而言，計劃於 2024-2027 年投入 113.9 億美元的投資，促進節約 206 億度的電力使用，並吸引超過 1053.5 億美元的能源效率投資。透過針對不同使用者的具體策略，包括大型用戶的公共設施管理和用電效率提升、中小企業用戶的設備管理改善以及住宅用戶的節能標準推廣，通過知識傳播、政策輔助和技術支持，逐步實現到 2025 年和 2030 年的各項節能目標，並涵蓋工業、商業、住宅和交通運輸領域。

- Danfoss-能源效率政策建議：

Danfoss 公司認為臺灣應進一步強化能源效率管理，特別是加強工業製造業和建築領域的節能技術應用。Danfoss 展示其在全球的技術佈局，包含在臺灣設立減碳數據中心(dicarbon data center)的作用，並表示其熱能冷卻技術(heat cooling tech)能顯著降低能源消耗。此外，該公司正在開發的熱能解決方案不僅能減少碳排放，還能提升能源使用的整體效率，包含在智慧建築領域有潛力實現廣泛應用。

- Grunfoss-能源效率政策建議：

Grunfoss 公司介紹其水處理解決方案，通過智慧泵浦系統(smart pumping system)進行科學驗證的方法來優化水資源管理，該系統能根據需求調整水流量，從而顯著減少能源使用。這種技術對於工業和市政水處理領域，有助於提高資源利用效率、減少碳足跡，並推動轉型綠色經濟。

- 船舶中心-我國離岸風電政策：

我國參考國際市場初期皆採先固定價格收購，建立產業鏈及基礎設施，形成經濟規模及市場成熟後，再價格競標，以「先示範、次潛力、後區塊」3 階段為推動政策。

- 示範階段 (2012-2021)：於 2012 年公告「離岸風力發電示範獎勵辦法」，並在 2014 年完成選商。海洋示範風場及台電一期示範風場總計 109.2 MW。該階段旨在確認技術、法規與基礎設施的可行性。
- 潛力場址階段 (2015-2025)：臺灣在 2015 年公告了 36 處潛力場址，並於 2018 年展開遴選和競價過程，遴選總裝置容量達 3,836 MW；競價總裝置容量為 1,664 MW，合計達 5,500 MW。此階段旨在實踐商業可行性，並推動國產化，走向市場機制。
- 區塊開發階段 (2026-2035)：區塊開發分為 2 階段、各 3 期，臺灣每年將釋出 1.5 GW 容量，累計至 2035 年共釋出 15 GW。第一期開發已

於 2022 年完成，總容量 2.35 GW，第二期已於 2024 年完成選商程序。  
此階段重點在於讓離岸風電商業化，並推動大規模產業發展。

● Vestas-離岸風電政策建議：

臺灣的離岸風電發展雖已取得顯著進展，但仍面臨多項挑戰包含國產化政策、CPPA 購售電價格、公股銀行融資支持不足等議題，並且全球市場均面臨市場波動、通膨等因素造成成本提升，臺灣的離岸風電產業關聯政策應更加彈性以提升競爭力；目前臺灣企業對於綠電需求不斷增長，特別是跨國公司需遵循 RE100 等減碳承諾，但企業直接購電協議(CPPA)的價格尚未達到供需平衡，綠電價格對許多企業而言過高，降低了需求端的積極性；離岸風電項目需要大量資本投入，然而市場風險加劇及融資方趨於保守，增加了業者的資金壓力。Vestas 強調，未來尚須發展 3 倍以上的再生能源，因此對目前相關機制及政策的檢討與協助必不可緩。



圖 16、臺灣能源署簡報臺灣淨零排放政策

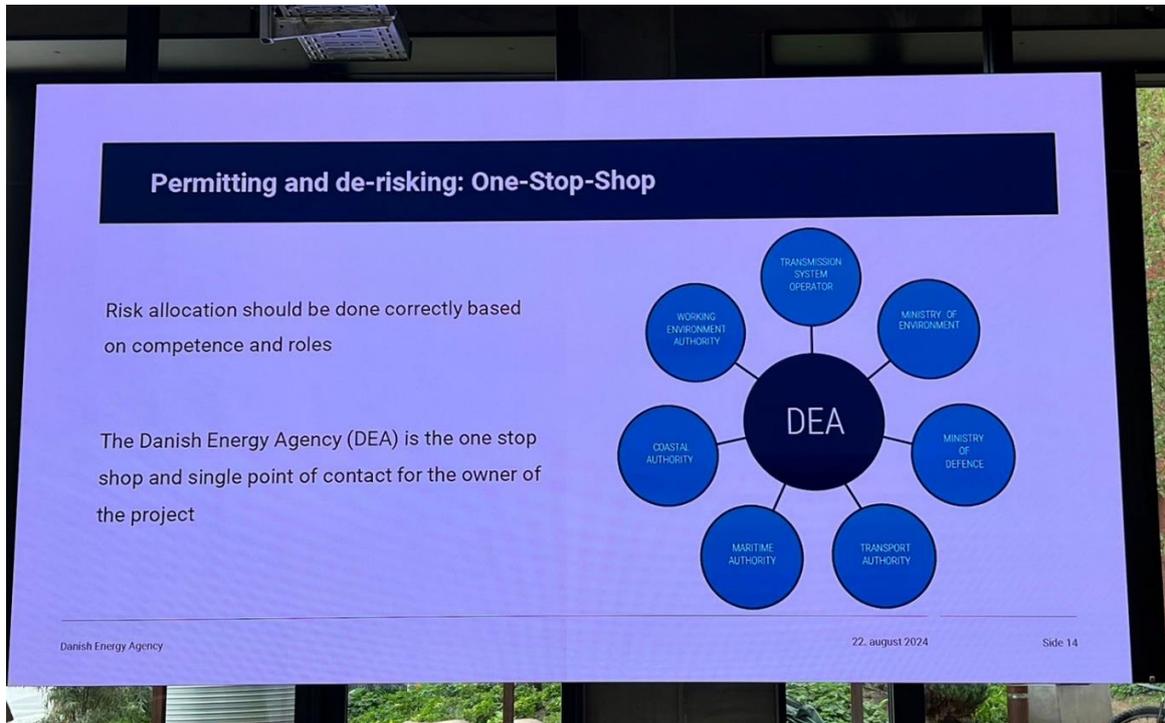


圖 17、丹方能源署簡報說明丹麥 One-Stop-Shop 策略



圖 18、船舶中心簡報臺灣離岸風電政策

#### 4. 臺丹能源產業論壇

(1)時間：8月23日下午2時至5時10分

(2)會談人員：

- Michael Petersen, SVP Head of PrimeServ Denmark
- Peter Sand, Director, The Trade Council of Denmark/Taipei
- Henrik Gunnertoft, Senior Manager, Energinet
- Rene Dittmer, Project Manager CCUS
- Sebastian Flores, Senior Market Director, COWI
- Jens Ole Madsen, Market Director, COWI

(3)會議紀要：

- 工研院-臺灣電網挑戰：

因應再生能源增長及實現 2050 年淨零排放目標的策略，因間歇性能源（再生能源如太陽能、風能）佔比增加，電網穩定性面臨挑戰，因此臺灣擬訂電網韌性策略，主要可分為分散化、升級擴建和數位化。分散化旨在減少集中式電網的風險，通過建立區域電網和直接供應科學園區來提高能源利用效率；升級擴建則包括更新老舊設備、增加儲能系統及建設新變電站和輸電線路，以提升電網承載再生能源的能力。數位化方面，台電計劃推動智慧電表和自動恢復系統，提升再生能源預測準確度和電網反應速度。此外，台電在未來十年將投入 5645 億台幣，執行超過 100 個強化電網韌性項目，並建設 7 條離岸風電輸電線路及靜止同步補償器（STATCOM），以提高電壓穩定性，確保再生能源大規模接入後電網穩定運作。

- Energinet-丹麥電網經驗：

丹麥的電力系統超過 100kV 的電力傳輸網由國家電網運營商 Energinet 負責，Energinet 同時管理電力與天然氣傳輸系統，並推動氫能基礎設施建設，擁有 8,400 公里的電力網與 1,250 公里的天然氣管道。Energinet 強調

電網靈活性管理與市場機制的重要性，透過金融市場、日前市場、即時市場及平衡市場來應對風能等再生能源波動的挑戰。丹麥的電網與鄰國挪威、瑞典、德國、荷蘭和英國緊密相連，跨國電力輸入與輸出對於能源平衡至關重要。展望 2050 年，Energinet 計劃加強電網基礎設施，並重點發展氫能技術，將多餘的風電轉化為氫能儲存，支持丹麥轉型 100% 綠能，顯示電網現代化與國際合作在再生能源接入和穩定供應中的關鍵作用。

- MAN Energy Solutions-淨零碳排策略：

MAN Energy Solutions 是全球領先的碳壓縮技術供應商，專注於碳捕集、利用與封存（CCUS）技術，擁有超過 20 個應用案例，其中以多個成功案例展示其跨國專業能力，包括 Shell Quest 專案，自 2015 年已捕集超過 600 萬噸 CO<sub>2</sub>、挪威 Northern Lights 計劃結合蒸汽回收技術進行碳壓縮與海上封存，並在荷蘭 Porthos 專案中負責 CO<sub>2</sub> 的運輸和離岸儲存。此外，該公司亦說明 CCUS 減碳價值鏈，從碳源捕集、壓縮、運輸到儲存或利用，強調其技術在各環節中扮演的關鍵角色。

- COWI-淨零碳排策略：

COWI 是國際知名的工程顧問公司，專注於能源轉型及淨零碳排技術，涵蓋離岸風電、綠氫、碳捕集與封存（CCUS）等領域。該公司說明在綠氫生產、氫能運輸管線設計以及跨境能源合作中的專業經驗，並強調在碳捕集技術全流程中的應用能力。COWI 亦介紹其在臺灣實際參與項目，如高鐵和離岸風電多個專案，展示在臺灣於能源轉型的高度參與，未來亦將持續推動全球及臺灣的綠色發展與能源自主。

- Vestas-淨零碳排策略：

Vestas 的長期發展策略，透過放慢新產品推出速度，聚焦於技術穩定性與供應鏈強化，以確保產品品質和可靠性。Vestas 的離岸風力機 V236-15.0 MW 為其最新產品，旨在提高發電效率。此外，Vestas 指出離岸風電項目的資本密集特性，LCOE（平均發電成本）對資本成本高度敏感，資本控制是確

保專案經濟性的關鍵。未來市場增長將依賴於技術優化、浮動式風電發展及「非價格標準」的競爭力，如可持續性和能源安全。

- CIP-淨零碳排策略：

CIP 在臺灣積極推動可再生能源發展，特別是在離岸風電和 Power-to-X 技術方面。CIP 領導的多個重大風場開發案，如彰芳及西島風場、中能風場等，不僅提前或按時完成，亦促進本土供應鏈的發展，CIP 也著力推廣綠氫技術，並與臺灣政府及產業界合作推動氫能基礎設施建設。透過這些投資，CIP 不僅推動臺灣的能源轉型，同時創造大量高價值的工作機會，每年能減少約 1700 萬噸的碳排放。

- 沃旭-淨零碳排策略：

沃旭強調其在能源轉型中的領導地位，承諾到 2025 年減少 98%的碳排放，並於 2040 年達成全價值鏈淨零排放目標。沃旭計劃在 2030 年實現所有再生能源專案具淨正面的生物多樣性影響，並分享多項環境永續專案，包括安裝人工魚礁以保護海洋生態，以及與 WWF 合作保護候鳥棲息地。此外，沃旭說明離岸風電專案除減少碳排放外，社會接受度和生態影響也至關重要。



圖 19、Man Energy 臺丹產業論壇開幕



圖 20、Energinet 簡報丹麥電網規劃

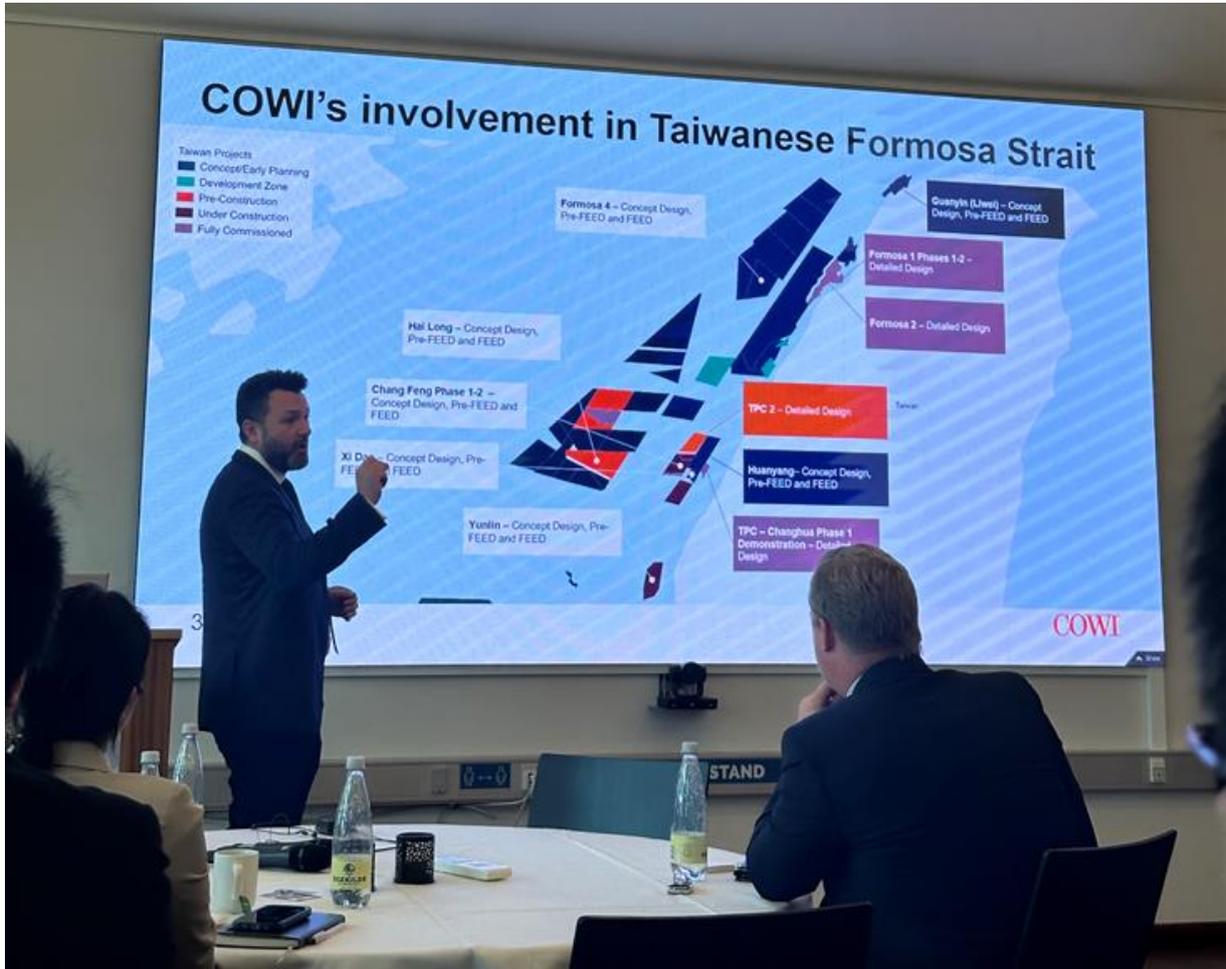


圖 21、COWI 簡報該公司參與臺灣市場現況

## 5. ONS 大會開幕式

(1)時間：8月26日上午10時至11時30分

(2)會談人員：

- Dr. Fatih Birol, Executive Director, International Energy Agency (IEA)
- Tore Loseth, Senior Vice President, Equinor
- Adriano Mongini, CEO, Azule Energy
- Marcel JC Rozemeijer, Wageningen University & Research
- Nathalie Oosterlinck, CEO, Jera Nex

(3)會議紀要：

- Equinor 分享其全球布局：
  - Equinor 是全球領先的能源公司之一，總部位於挪威，前身為 Statoil。公司業務涵蓋石油、天然氣、再生能源和低碳解決方案，致力於推動全球能源轉型，實現淨零排放目標。Equinor 在海上能源開發領域有著豐富經驗，尤其是離岸風電技術方面，已成為全球離岸風電市場的重要參與者。在 ONS 會議上，Equinor 說明其未來發展戰略，強調公司在能源轉型過程中的領導地位以及在再生能源、碳捕捉與儲存 (CCS) 及氫能技術方面的最新進展。
  - 再生能源：Equinor 宣布，將繼續擴大在離岸風電領域的投資，尤其是在北海和其他國際市場的離岸風電專案。該公司目前已在英國、德國、美國等地進行多個大型風場的開發，其中 Hywind 是全球首個浮動式離岸風場，該技術將有助於進一步開發深海風能資源。該公司目標是到 2030 年，將其離岸風電的裝置容量大幅提升，成為全球離岸風電的領導者。
  - 碳捕捉與儲存 (CCS) 項目：會中分享 Northern Lights CCS 專案的最新進展，該計畫為多方合作的一個重大碳捕捉與儲存計畫，預計將

成為歐洲減少二氧化碳排放的關鍵措施。Equinor 強調 CCS 技術對全球減排目標的重要性，並指出該技術的廣泛應用將有助於應對氣候變化。

- 氫能技術：Equinor 說明氫能發展路線圖，並表示氫氣將在全球能源轉型中發揮關鍵作用。該公司正在研發藍氫和綠氫技術，計劃利用海上風能和 CCS 技術生產氫氣，實現能源供應的去碳化。
- 國際合作：Equinor 強調跨國合作的重要性，尤其是在推動全球能源轉型的過程中，各國政府應與企業加強合作，共同推動技術創新和市場發展，以實現淨零排放目標。
- 未來展望：Equinor 表示，隨著能源市場的不斷變化，公司將繼續在全球範圍內尋求新的投資機會，並致力於成為全球能源轉型的領導者。

- Azure Energy：

- Azure Energy 由意大利 Eni 與英國 BP 在安哥拉的上游業務合併而成，專注於石油與天然氣的勘探與生產，並致力於推動低碳能源解決方案。作為安哥拉和非洲能源轉型的關鍵角色，Azure Energy 目標是平衡傳統油氣業務與能源轉型的永續發展。
- Azure Energy 說明未來增長策略與 2023-2027 年的規劃，包含其在非洲油氣行業的領導地位，以及推動非洲在地化發展和綠色能源轉型的努力。Azure Energy 設定從目前的 22 萬桶每日油當量 (boed) 增長至 2027 年 25 萬桶的目標，包含 2023-2027 年的五年發展計劃，核心包括：生產優化(重點放在成熟油田的再開發及邊際油田的優化)、探勘與許可(更新探勘戰略，提升非洲的油氣資源開發潛力)、天然氣開發(完成天然氣總體規劃，將供應化肥、鋼鐵及發電用途)、下游增長(推動燃和潤滑油自給自足，提升產品分配能力)、能源轉型(推動綠

色氫能計劃及將油氣行業納入國家脫碳進程)、本地發展(加強本地化發展，並促進人才培訓和社會責任履行)

- Azul Energy 說明將通過油氣生產優化、天然氣開發以及探索低碳能源來達成其未來目標，並繼續支持本地社區發展與全球能源需求的轉變。

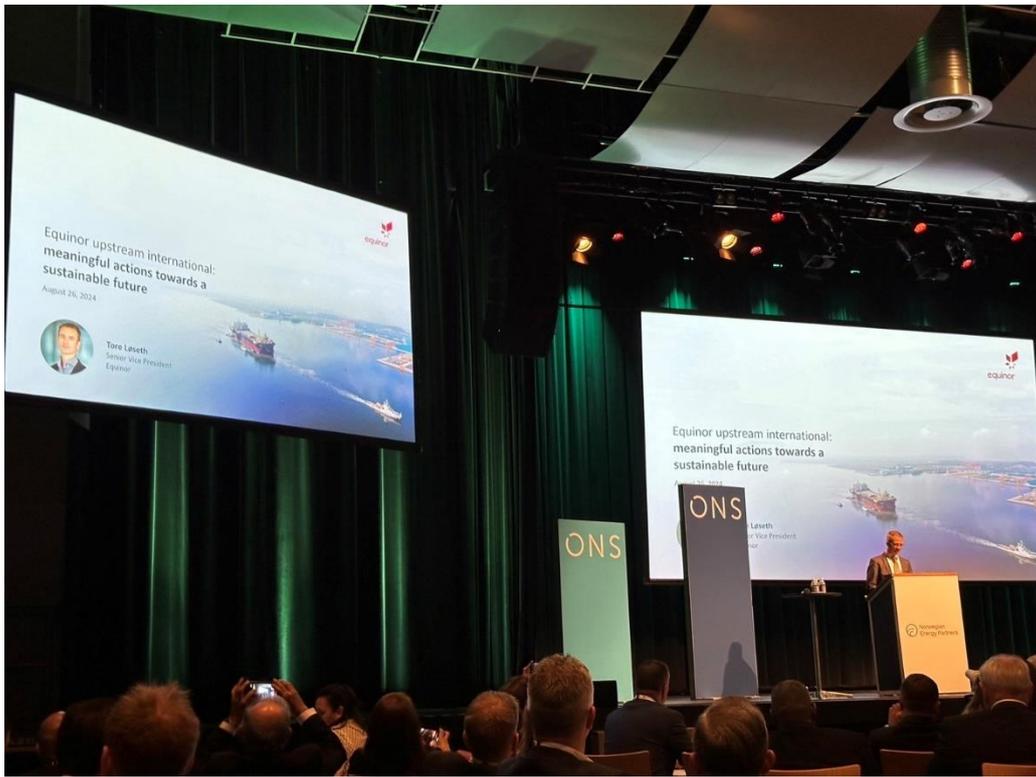


圖 22、Equinor 簡報其全球布局



圖 23、Azule 簡報其油氣產能與發展

## 6. ONS 國際市場：離岸風電發產業現況與趨勢研討會

(1)時間：8月26日下午1時至2時30分

(2)講者：

- Alexander Flotre, Rystad Energy
- Nathalie Oosterlinck, Jera Nex
- Pál Coldevin, RWE Renewables
- Javier Garcia Perez, Iberdrola
- Jens Okland, Equinor
- 陳崇憲，經濟部能源署

(3)會議紀要：

- Jera Nex：

Jera Nex 是日本領先的能源公司，專注於再生能源與永續能源解決方案的創新與發展，作為全球最大的液化天然氣(LNG)買家之一，致力於推動能源轉型，擁有廣泛的國際市場布局，涵蓋亞太地區、歐洲及美洲，並積極擴展其在再生能源領域的投資與業務發展。Jera 布局於多個國際市場，主要集中在以下幾個領域：

- 液化天然氣（LNG）供應鏈：Jera 為全球領先的 LNG 買家和供應商，擁有龐大的天然氣運輸和儲存能力，覆蓋亞太市場的主要國家，如日本、韓國和臺灣，同時也進入歐洲和美洲市場，為全球能源需求提供關鍵支持。
- 離岸風電：在歐洲和亞洲市場，Jera 積極參與離岸風力發電項目的投資與建設，特別是在臺灣和英國等地。
- 氫能與儲能技術：Jera 在美國和歐洲市場投入大量資源，開發氫能和儲能技術，旨在打造低碳未來能源結構，並計劃成為全球氫能市場的重要業者。

- 碳捕集與儲存 (CCS)：在全球能源轉型背景下，Jera 也積極參與碳捕集與儲存技術的開發，並在全球多個地區推動減碳項目，為實現全球淨零排放目標作出貢獻。

- RWE：

RWE 在歐洲、北美和亞洲擁有大規模的再生能源項目，特別是在離岸風電領域，積極參與歐洲風電市場的擴展，並進一步將業務拓展至美國和亞太地區，同時也在推動氫能技術的開發。RWE 強調，公司將持續投資於離岸風電技術，並加強與全球合作夥伴合作，特別是在電網連接和儲能技術上，並積極開發多個綠氫生產項目，並計劃將風電產出的再生能源轉化為綠氫，用於工業和交通運輸領域以降低碳排放。

- 歐洲市場：RWE 是歐洲最大的離岸風電發電公司之一，已在英國、德國和荷蘭等國建立了多個大型風電專案，同時也積極投資於太陽能及其他再生能源領域，並逐步擴大其在南歐和東歐市場的影響力。
- 北美市場：在美國和加拿大，RWE 持續投資並發展多個離岸風電和太陽能發電項目，並且是美國東岸離岸風電市場的主要參與者之一。隨著美國政府推動再生能源的政策，RWE 計劃進一步擴展其業務。
- 亞太市場：RWE 著重於日本的離岸風電發展，並積極探索中國市場。

- Iberdrola：

總部位於西班牙，專注於電力生產及再生能源開發，尤其是在風電、太陽能、以及電網現代化領域。Iberdrola 的業務覆蓋全球多個地區，尤其是在歐洲、美國及拉丁美洲等市場中占有重要地位。該公司在離岸風電和太陽能領域持續擴展，並積極開發綠氫技術和儲能系統，以支援全球能源轉型。

- 歐洲市場：歐洲最大且最重要的再生能源開發商之一，已在西班牙、英國、德國和法國等國家建設大型離岸風電和太陽能案場，並且持續增加在歐洲各國投資。

- 北美市場：積極參與美國東岸離岸風電市場的競標，並已在墨西哥和巴西等地啟動多個再生能源項目。
- 亞太市場：Iberdrola 在亞洲市場逐漸擴展業務，特別是在日本的離岸風電開發市場。
- 經濟部能源署：
  - 分享臺灣離岸風電開發潛能及我國發展離岸風電三階段政策。
  - 說明三階段推動成果，示範獎勵階段成果為海洋示範風場 128 MW、台電示範風場 109.2 MW；潛力場址階段推動成果為海能風場 376 MW、大彰化風場 900 MW、彰芳暨西島風場 595 MW，其餘風場尚建置中，預計今年底以前會陸續有進一步成果；目前離岸風電推動已邁入第三階段區塊開發，也在 2024 年 8 月完成第二期選商。
  - 說明我國浮動式示範計畫草案，朝法規、科技、基礎建設等三面向推動，包含規模上限 6-12 座浮台、獲選申請案 2+1 案、FIT 等相關機制與各界意見。



圖 24、介紹臺灣離岸風電政策



圖 25、全球離岸風電市場討論環節合影

## 7. ONS 國際市場:船隻的挑戰

(1)時間：8月27日上午11時15分至12時

(2)會談人員：

- Frederik Andersen, Clarksons
- Richard den Hollander, Seaway 7
- Jeff van Hout, DEME Offshore
- Ben Darrington, Dong Fang Offshore

(3)會議紀要：

Clarksons、Seaway 7、DEME Offshore 和 Dong Fang Offshore 各代表就當前國際船舶市場所面臨的挑戰與發展機遇進行研討，以下為各家公司簡介及其提出的主要市場挑戰與解決方案：

- Clarksons：
  - Clarksons 為全球領先的船舶經紀與海事服務公司，專注於提供船舶經紀、財務及諮詢服務，業務重點為船舶交易和物流方案。
  - 挑戰與發展：至 2030 年，離岸風電資本支出中約 14%將會用於船舶和物流基礎建設，將需安裝 13,500 台風力發電機組、13,500 個水下基礎以及 20,000 公里的電纜，亦需要約 140 座海上變電站（OSS）來進行安裝，並將 50 萬噸的貨物運輸到各個風場。這將需要港口、價值約 130 億美元的新船隻投資，以及浮動風電和 Power-2-X 技術作為支持。
- Seaway 7：
  - Seaway 7 是 Subsea 7 集團的一部分，專注於提供海上風電的安裝和施工服務，在離岸風電市場中具有領先地位，專長於運輸和海底電纜安裝。

- 挑戰與發展：Seaway 7 提到由於市場需求波動和專案推進不確定性，可能在本世紀末出現船舶短缺，其中面臨的挑戰包含對於更大容量船舶的需求、新法規的變化，以及新船舶設計的投資壓力，另外新船隻需求增加使資本短期內需大量投入，亦有不確定船舶使用壽命等風險。
- DEME Offshore：
  - DEME Offshore 是比利時離岸工程領導者，為全球風場建設和維護提供解決方案，專注於提供創新的船舶和技術來加快離岸風電的建設過程。
  - 挑戰與發展：DEME Offshore 提出供應鏈的複雜性以及船舶資源不足問題，尤其是在面臨大量離岸風電工程時，可能導致瓶頸，該公司現正積極投資新型高效船舶以應對這些需求。另外，隨著國際市場對綠色能源需求增加，船舶升級和綠能轉型也成為發展重點。
- 東方風能：
  - 東方風能是臺灣領先的離岸風電海事工程服務提供商，專注於支持臺灣和亞太地區的離岸風電專案，臺灣正快速推進離岸風電發展，該公司將提高在地化技術能力、培育本地人才並因應在地需求提供相應的船舶。
  - 挑戰與發展：東方風能指出，國際船舶短缺及開發商面臨供應鏈瓶頸及資金籌措是當前最大的挑戰，公司計劃擴展其船隊規模，以滿足未來對大型項目的需求，將以客製化需求來拓展全球化業務。



圖 26、Clarksons 人員介紹海事工程服務與挑戰



圖 27、東方風能營運長介紹海事工程服務

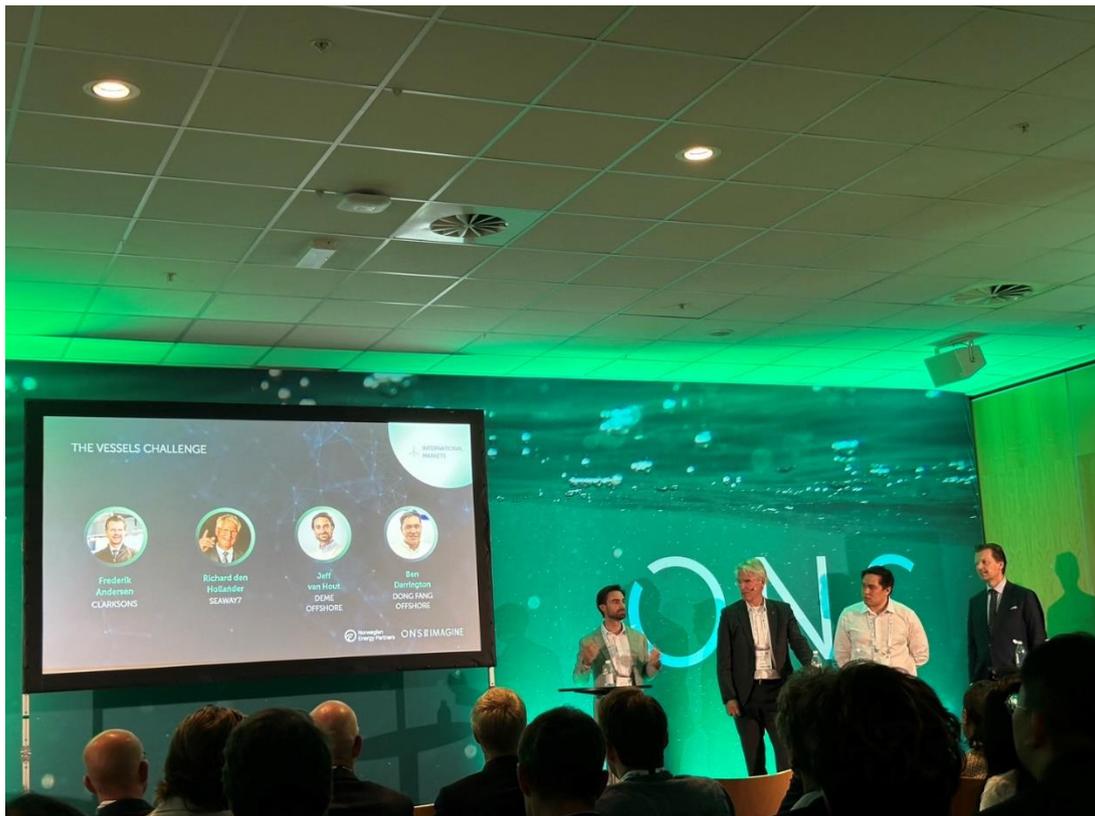


圖 28、Vessel Challenge 座談環節人員合影

## 8. ONS 國際市場：亞太地區離岸風電市場最新動態交流會

(1)時間：8月27日下午14時30分至15時30分

(2)會談人員：

- Eirik Ellingsen, NORWEP
- Vidar Skjaeveland, Equinor
- Wei Te Chen, MIDRC Taiwan
- CC Lin, Synera Renewable Energy
- Andy Ho, Taiya Renewable Energy

(3)會議紀要：

在 ONS 會議的「Offshore Wind Market Update: APAC Markets」座談會中，挪威能源合作伙伴（NORWEP）與 Equinor、MIDRC、Synera Energy 和台亞風能就亞太市場所面臨的挑戰與發展機遇進行說明，以下為各簡報內容：

- NORWEP：

挪威能源合作伙伴（NORWEP）說明亞太區浮動風電市場的潛力與發展，至 2050 年總共尚有建置 416GW 發展潛能（其中 90GW 為浮動式），並指出 2023 年至 2033 年期間，韓國、臺灣、日本和澳洲將成為該區域浮動風電的主要市場。這些國家正在積極探索和發展浮動風電技術，並且各自有其獨特的需求和機會。

- Equinor：

- Equinor 是全球領先的浮動風電開發商之一，該公司說明與韓國合作的成功經驗，並表示韓國是目前其亞太區市場中合作最多、最成熟的國家。此外，Equinor 已決定退出越南市場，主要原因在於越南市場的挑戰與不確定性。

- Equinor 提及未來的市場發展趨勢，並將利用該公司在油氣方面經驗於亞太地區建立產業供應鏈與發展，並規劃在韓國與日本發展浮動風電計劃。
- 金屬工業研究發展中心：
  - 金屬中心（MIDRC）分享臺灣離岸風電市場如何協助輔導國內業者融入風電供應鏈中以及與挪威相關業者合作，並指出臺灣的風電建置需求規模持續增加，政府亦積極支持離岸風電發展，惟臺灣的學習曲線仍在進行中，將透過提升產業競爭力，更積極參與國際市場，並期望未來臺灣的供應鏈能更走向全球化。
  - 金屬中心就臺灣公司是否會像日本一樣積極參與歐洲市場之議題回應說明，臺灣的風電需求巨大、市場開放，政府亦支持產業發展，將有助於臺灣在未來全球的市場中取得更大的參與度。
- Synera Renewable Energy：
  - SRE 是亞太地區領先的再生能源公司，專注於離岸風電發展，目前已成功交付 504MW 營運中離岸風電裝置容量，並在亞太地區擁有超過 6GW 的離岸風電開發 / 規劃中專案，自 2012 年開始領導離岸風電發展，擁有超過 180 名離岸風電專業人才。
  - SRE 說明臺灣市場面臨固定式風場可發展的海域空間有限、陸地與電網連接能力不足、浮動基礎設施建設困難以及市場碎片化等問題，這些挑戰對企業在亞太地區的擴展構成一定障礙，此外 SRE 亦提及船舶進出不同國家的挑戰，以 Green Jade 為例，該船由於各國的不同法規在試圖進入臺灣市場以外的區域時遇到了不少障礙，因此如何解決這些市場間的法規差異，讓船舶可以在臺灣、日本、韓國之間自由運作，將成為未來的挑戰與機會。

- 台亞風能：

台亞風能分享臺灣本土風能公司在亞太市場中的定位和策略，強調臺灣不僅是亞太地區的重要風電市場，也是全球供應鏈的重要環節，隨著臺灣逐步推進浮動風電技術的發展，本土企業將有更多的機會參與全球風電市場，並在其中占據更大的份額。



圖 29、NORWEP 人員說明全球離岸風能潛力

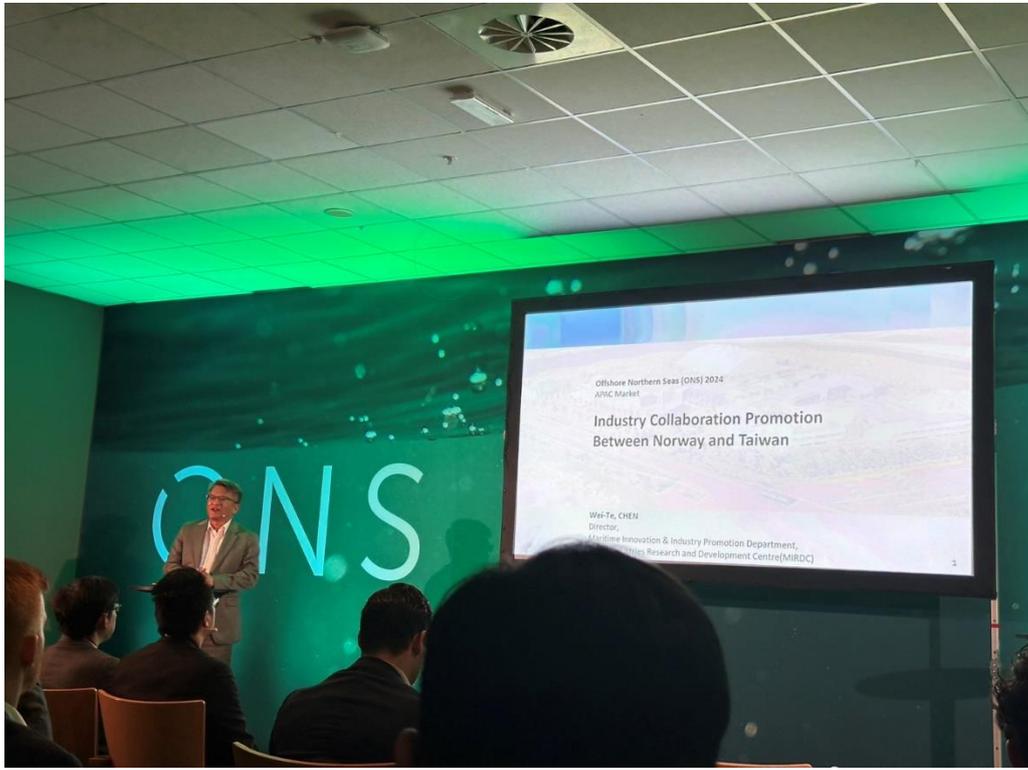


圖 30、金工中心陳維德處長介紹我國與挪威產業合作



圖 31、SRE 人員簡報該公司亞太市場發展與挑戰



圖 32、台亞風能介紹該公司技術

## 9. 參訪 Karmsund Port Authority

(1) 時間：8 月 28 日下午 2 時 30 分至 4 時 30 分

(2) 挪方會談人員：

- Tommy Sandtorv, CCO

(3) 會議紀要：

Karmsund Port 是挪威西部最大的交通港口之一，位於離岸風電發展的核心地區，鄰近北海的大型風場，該港口以規劃為離岸風電主要基地，並與多個離岸風電開發商及供應鏈合作，包括 METCentre 等組織，本次參訪港務公司管理人員介紹其目前的發展計劃及未來挑戰，並詳細說明如何適應離岸風電產業的需求：

- 港口基本資料：總面積達 80 萬平方公尺，港務公司預計在 2023 至 2033 年間投入 3 億歐元，重點包括港口基礎設施的擴建與現代化，由於 Karmsund Port 具備多功能碼頭區域，涵蓋運輸、漁業、離岸與海域工程，並已規劃將部分區域作為運維及浮台濕儲存基地。碼頭及穩定的水域條件使其特別適合浮動式風機的維修和組裝作業。
- 離岸風電發展：Karmsund Port 位於北海附近，這使其成為挪威未來離岸風電的重要樞紐。挪威北海的離岸風場規劃龐大，該港口的地理優勢明顯、港口設施包括長達 1.6 公里的碼頭區、靜穩度高且潮差僅 50 公分，可以用於浮動式風機的組裝和維護，該港口已被納入挪威政府規劃的 Utsira Nord 和 Sørlige Nordsjø II 大型離岸風電專案，作為未來運維與組裝的基地。
- 供應鏈和基礎設施挑戰：如何為浮台提供足夠的存儲空間，並處理相關設備的進出港問題是主要挑戰之一，且目前政府尚未提供足夠的補助，Karmsund Port 正在爭取更多來自奧斯陸的資金支持，以便更因應風電市場的長期需求和基礎設施的擴建。
- 未來計劃與技術創新：Karmsund Port 正逐步採用數位孿生 (Digital Twin) 和人工智慧 (AI) 技術，以提高港口管理的效率。



圖 33、Karmsund 港務公司人員介紹未來規劃



圖 34、Karmsund 港務公司人員介紹港口的發展與挑戰



圖 35、能源署人員與 Karmsund 港務公司人員交流



圖 36、臺方代表團與 Karmsund 港務公司人員合影

## 10. 參訪 METCentre、Zephyros

(1)時間：8 月 29 日上午 10 時 30 分至 12 時

(2)荷方會談人員：

- Hanne Tvedt, Project Manager, METCentre
- Linn Therese Erve, Director Business development and public affairs, Zephyros

(3)會議紀要：

- METCentre：為海洋再生能源技術測試中心，成立於 2009 年，專注於浮式風能、太陽能、波浪能等技術在深水環境中的測試。該中心不僅提供測試所需的特許權和基礎設施，還是統籌挪威離岸風電產業合作的機構之一，擁有超過 370 家成員公司。本次參訪 METCentre 介紹其相關測試平台的運作、當前的業務發展以及未來技術需求，詳細說明略以：
  - 主要業務與測試能力：METCentre 為海洋再生能源技術提供測試平台，不僅限於浮式風能，還包括離岸太陽能和波浪能技術的測試。該中心提供深水測試場地（200 公尺以上），能模擬真實海洋環境，並且與電網相連，為技術測試提供更多實驗條件，並協助建設完整的離岸風電供應鏈，並為企業提供實驗平台，測試新的技術和設備。
  - 離岸風電發展：TetraSpar Demonstrator 為在水下 66 公尺進行的測試，具備靈活的結構，可在淺水和深水區域測試，成為全球浮式風電技術的關鍵示範項目之一，另外，METCentre 在其測試場地使用高解析度相機監測鳥類活動，該技術能夠辨識鳥種，並追蹤鳥類的飛行路徑，這些數據可協助風電對生態環境影響減輕對策，其中至今尚未發現鳥擊事件亦可說明相關鳥類迴避行為。
  - 當前挑戰與未來發展：該中心現無政府資助，正積極尋求私營部門和其他投資來源支持，目前 METCentre 每週都接收到新的技術測試需求，

反映全球對於離岸再生能源技術測試的巨大需求，目前挑戰為擴展其測試能力滿足市場需求，並且開發海底電網分配系統的測試，這項技術被視為下一步離岸風電發展的重要部分。

- Zephyros：全球首家在浮式風機上安裝直升機甲板的公司，並在 2019 年收購了全球首台海上浮式風機 Unitech Zephyros-One（原「Hywind demo」），該公司自 2009 年以來持續推動浮式風電技術的發展，並在浮式風機的設計、電纜技術及風機組裝領域具備專業知識，並與 METCentre 緊密合作，成為全球浮式風電技術測試與驗證的重要平台
  - 主要業務與測試能力：Zephyros 在浮式風電技術上擁有領先地位，尤其是成功收購和運營全球首台浮式風機 Zephyros-One。該風機自 2009 年投入運行以來，保持了平均 99%的正常運行時間，展示了其技術的穩定性和可靠性，Zephyros 在風機的電纜鋪設與風機組裝港建設方面具有專業技術，為挪威和全球浮式風電項目提供支持
  - 技術發展：Zephyros 正在開發現場運維技術，以減少風機拖回港口進行維修的需求，這項技術已經過驗證，未來將進行更多測試，以確認其在浮動風場的可行性，此技術的應用將大幅降低運維成本並提高運營效率。
  - 未來發展：Zephyros 與 Norwegian Catapult Energy (SIVA) 合作，致力於將學術研究成果轉化為具體的產業應用並促進創新，並為新技術提供測試與商業化的機會。



圖 37、METCentre 人員介紹該公司測試專案

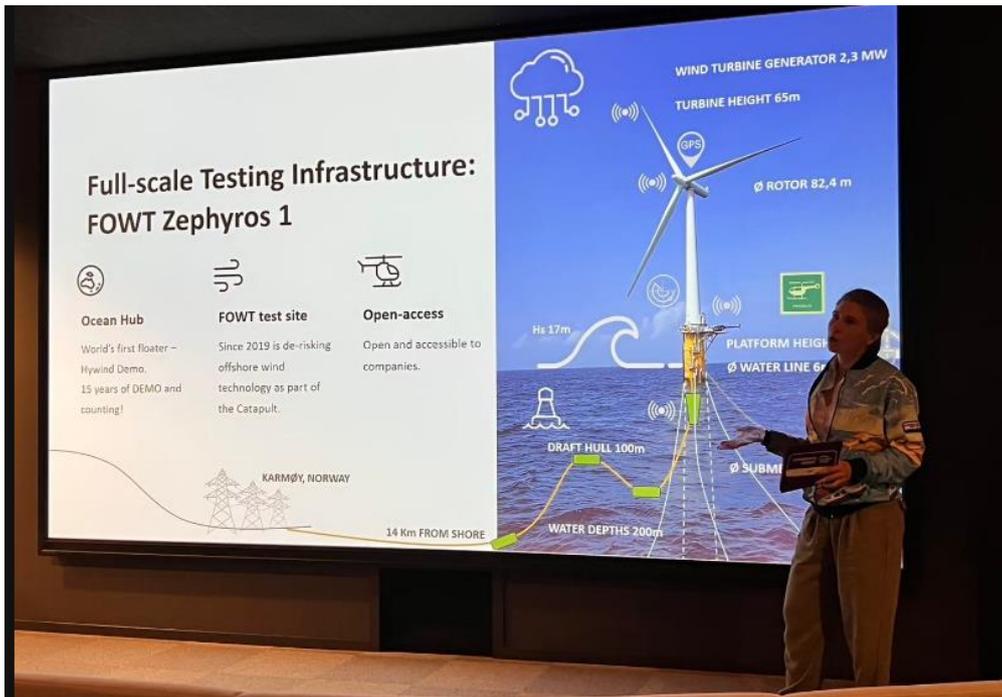


圖 38、Zephyros 介紹其測試設施



圖 39、臺方代表團與 METCentre、Zephyros 人員合影

## 11. 參訪 Deep Wind Offshore

(1)時間：8 月 29 日下午 1 時至 4 時 30 分

(2)荷方會談人員：

- Hanne Steensnæs, Communications and Public Affairs Director

(3)會議紀要：

Deep Wind Offshore 是國際知名的浮動式離岸風電開發商，目標是在 2032 年前開發 10 GW 的離岸風電容量，並與 BP 在韓國共同開發 2 GW 的專案，並與多方合作研發海洋電網（ocean grid），推動離岸風電場與陸地電網的連接，本次參訪 Deep Wind Offshore 分享其在全球浮動式風電場開發的經驗，以及在歐洲和亞太市場面臨的挑戰：

- 公司簡介與業務現況：

- 專注於浮動式離岸風電場的開發，並積極參與海洋電網的技術研發，為風場與陸地電網的連接提供必要的技術支援，目前公司在瑞典和韓國均有風場開發專案，並通過與挪威研究機構 SINTEF 及供應鏈合作夥伴，推動技術創新。
- 目前擴展至瑞典、韓國及其他國際市場，在韓國與 BP 合作開發風場，在瑞典則擁有獨家開發專案，規劃未來在愛沙尼亞及挪威進行更多政府規劃的離岸風場。

- 浮動式技術：

- Deep Wind Offshore 表示未來將在挪威的 Karmsund 港口進行浮台組裝與濕儲存，並且可能在歐洲或亞洲製造各浮台部件，再運送至挪威進行最終組裝，其中 Utsira Nord 專案將為重點開發，預計由挪威 TSO 負責與陸地電網的連接。

- 預計到 2031 年，Deep Wind Offshore 將使用 20MW 級別的風機，並從 Hywind Scotland 專案中學習技術失敗的教訓，以確保在浮動式風機技術方面的成功應用。

- **法規與市場挑戰：**

- 風場開發中，與漁業競合將成為一大挑戰，特別是在浮動式風場，挪威政府已提供溝通平台，並正調整相關法規，以便浮動風電能參考固定式風電的法規經驗來解決漁業衝突。



圖 40、與 Deep Wind 人員交換名片



圖 41、Deep Wind 人員介紹該公司發展現況

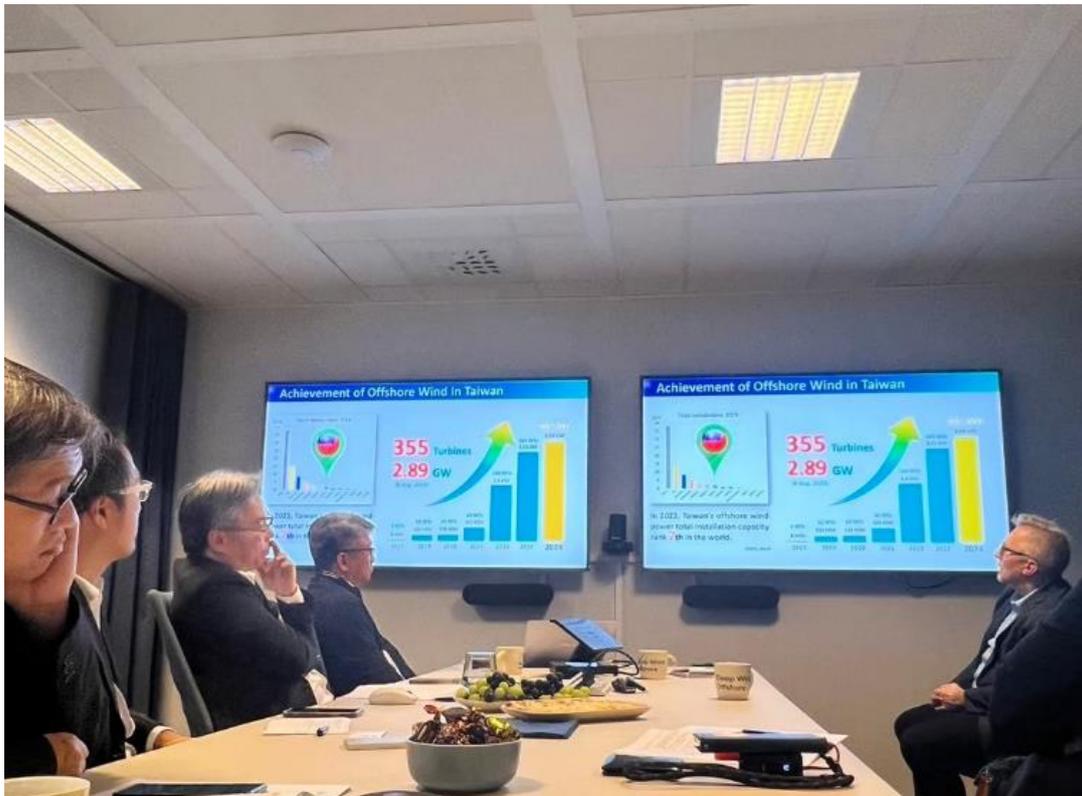


圖 42、能源署分享臺灣離岸風電概況與目前成果



圖 43、臺方代表團與 Deep Wind 人員合影

### 三、結論與建議

本交流訪問團於 2024 年 8 月 18 日至 9 月 1 日至挪威及丹麥參訪，期間重要行程包括於挪威部分主要參訪挪威科技工業研究院 (SINTEF) 之海洋技術中心，以及由金工中心與該海洋技術研究中心完成 MoU 簽署，與參與 2024 ONS 大會等活動；以及於丹麥部分主要辦理臺丹能源論壇(官方)及臺丹產業座談會等活動。

此外，於本次訪問挪威及丹麥主要針對離岸風電、再生能源基礎建設、海事工程、淨零政策機制和技術創新等議題進行深入交流與討論，有助促進臺灣與挪威及丹麥在再生能源領域的合作機會。

鑒於挪威擁有全球領先的浮動式風電技術，具備政策支持與產業鏈合作、浮動式風電技術應用與發展、配套港埠基礎設施規劃等豐富經驗，進行開發全球最大之浮動式風場 Hywind Tampen，藉由本次機會參觀挪威 SINTEF 的海洋技術中心，了解其研發及測試的技術量能，並洽談水下電纜技術的合作，以及完成臺挪雙方簽署合作備忘錄 (MoU)，進一步啟動兩國專業研究機構的合作交流。期待未來兩國能持續擴展合作，增加互惠交流的渠道。此外，經由參與挪威 ONS 大會，就離岸風電、浮動式風電、船舶等產業發展機遇與挑戰等關鍵議題，與現場相關開發業者、港務公司及相關研究機構務實探討交流。

另於丹麥期間所辦理之臺丹能源論壇及臺丹產業論壇，聚焦於跨能源結合推廣再生能源之多元利用，與丹麥官方交流分享臺丹雙邊再生能源發展現況，並有助了解兩國產業技術發展。借重丹麥於能源去碳化與電網管理策略之靈活應對措施等方面之經驗，將對我國推動 2050 年淨零碳排具體實踐方法及未來大規模引進再生能源時，提供寶貴參考依據。

藉由國際訪問交流之方式，實有助深化我國與挪威及丹麥於再生能源領域之夥伴關係，並為未來我國與國際間之政策、技術等合作面向建立良好作法。期未來能透過與更多再生能源先進國家之合作機會，擴大促進我國再生能源技術及產業發展契機。