

出國報告（出國類別：其他）

第 3 屆臺荷能源與創新領域合作  
圓桌會議與第 13 屆臺英再生能源  
圓桌會議暨訪問團出國報告

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：林全能局長、陳崇憲組長

赴派國家：荷蘭、英國

出國期間：107年6月5日至6月16日

報告日期：107年7月10日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：第 3 屆臺荷能源與創新領域合作圓桌會議與第  
13 屆臺英再生能源圓桌會議暨訪問團出國報告

頁數 41 含附件：是 否

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林全能/經濟部能源局/局長/02-27757600

陳崇憲/經濟部能源局/組長/02-27757770

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：107 年 6 月 5 日~ 6 月 16 日

報告期間：107 年 7 月 10 日

出國地區：荷蘭、英國

分類號/關鍵詞：再生能源、臺荷能源與創新領域圓桌會議、臺英能源對話會議、臺英再生能源圓桌會議 (renewable energy;

Taiwan-Netherlands Energy and Innovation Cooperation Meeting;

UK-Taiwan Energy Dialogue Meeting; UK-Taiwan Renewable Energy Roundtable)

內容摘要：

為執行經濟部能源局與荷蘭經濟部企業通訊處（**Netherlands Enterprise Agency, RVO.nl**）於 2015 年 9 月 3 日簽署之「臺荷能源與創新領域合作備忘錄（**MOU on Cooperation Within the Field of Energy and Innovation**）」，經濟部能源局與荷蘭經濟部企業通訊處、荷蘭貿易暨投資辦事處（**Netherlands Trade and Investment Office**）共同舉辦「第 3 屆臺荷能源與創新領域合作圓桌會議（**The 3rd Taiwan-Netherlands Energy and Innovation Cooperation Roundtable Meeting**）」，於會議中進行 MOU 展延之簽署儀式，並與荷方離岸風電、智慧電網等領域相關業者、專家進行討論，以增加技術交流與互惠合作的機會。同時與國內相關單位組團參訪荷蘭再生能源產業之發展，與荷蘭重要離岸風場業者及電網與儲能相關之業者進行技術會談，以瞭解荷蘭領先之技術發展現況，為尋求與荷蘭進行技術交流的最佳平台，並做為臺灣推動離岸風力發電、智慧電網等之參考。

此外，為持續臺英雙邊交流成果，經濟部能源局與英國國際貿易部（**Department for International Trade**）、英國在台辦事處（**British Office**）共同舉辦「第 13 屆臺英再生能源圓桌會議（**The 13th Taiwan-UK Renewable Energy Round Table Meeting**）」，並與英方離岸風電業者及電網與儲能等相關業者、專家進行討論，瞭解其較為先進的研發經驗與技術等，預期將可汲取英國再生能源研發及推動經驗，提升我國技術層次與推廣成效並有效增加技術交流與互惠合作的機會。

為進一步深化臺英雙方能源領域之交流，本次行程同時與英國商業、能源及產業策略部（**Department for Business, Energy & Industrial Strategy, BEIS**）舉辦「第 1 屆臺英能源對話會議（**The 1st Taiwan-UK Energy Dialogue Meeting**）」，透過雙方能源政策之介紹，共同針對電網穩定、儲能發展以及離岸風電產業進行官方之對談，進一步促進雙邊能源政策推動與發展之了解。

## 目 錄

壹、出國行程紀要.....	1
貳、參與活動及工作內容.....	4
參、結論與建議.....	40

## 壹、出國行程紀要

### 一、出國目的

此行主要任務包含舉辦「第 3 屆臺荷能源與創新領域合作圓桌會議」、「第 13 屆臺英再生能源圓桌會議」以及「第 1 屆臺英能源對話會議」，不僅針對離岸風電之產業、電網規劃、招標機制、人才培訓及生態融合等議題進行討論，更含括儲能發展、電網穩定以及綠色金融等主題，以增進臺荷與臺英雙方瞭解並拓展未來合作機會。

### 二、行程紀要

行程規劃方面，訪荷期間自 6 月 5 日至 6 月 9 日，安排參訪單位包含荷蘭皇家殼牌公司 (Royal Dutch Shell plc)、位於北海之能源港埃姆斯哈文港 (Eemshaven Port)、歐洲輸電系統營運商 TenneT 以及荷蘭皇家級海事工程大廠 Royal Boskalis Westminster N.V.等。訪英期間則為 6 月 10 日至 6 月 16 日約一週，安排參訪單位包含英商海德益 (ODE) 公司、英國國家電網公司 National Grid、儲能公司 Highview Power、海底工程解決方案的綜合供應商 DeepOcean、電纜系統公司 JDR、電纜保護公司 Tekmar、離岸風力開發研究單位 Aura、海底挖掘公司 James Fisher 以及 Atkins 集團。本次行程可為專業領域的企業、研究單位提供交流與瞭解的機會，探討較為專精的技術研究，增加國際合作的可能性，並分享荷蘭與英國於離岸風電、儲能與電網發展領先技術研發與推動經驗。本次出國行程規劃及團員名單如表 1 及表 2 所示。

表 1 出國行程

日期	活動主題
107.6.5(二)	啟程
107.6.6(三)	參訪荷蘭皇家殼牌公司 (Royal Dutch Shell plc)
107.6.7(四)	參訪北海能源港埃姆斯哈文港 (Eemshaven Port)
107.6.8(五)	1. 辦理「第 3 屆臺荷能源與創新領域圓桌會議」 2. 參訪歐洲輸電系統營運商 TenneT
107.6.9(六)	參訪荷蘭皇家級海事工程公司 Royal Boskalis Westminster N.V.
107.6.10(日)	抵達英國倫敦
107.6.11(一)	1. 辦理「第 1 屆臺英能源對話會議」 2. 辦理「第 13 屆臺英再生能源圓桌會議」
107.6.12(二)	1. 參訪英國國家電網公司 2. 拜會儲能公司 Highview Power
107.6.13(三)	1. 拜會海底工程解決方案的綜合供應商 Deep Ocean 2. 拜會電纜系統公司 JDR 3. 拜會電纜保護公司 Tekmar
107.6.14(四)	1. 拜會離岸風力開發研究單位 Aura 2. 拜會海底挖掘公司 James Fisher
107.6.15(五)	拜會 Atkins 集團
107.6.16(六)	返程

表 2 行程團員名單

單位	職稱	姓名
經濟部能源局	局長	林全能
	組長	陳崇憲
臺灣港務股份有限公司	管理師	洪久嫻
台灣中油公司	環境保護師	張華宇
台灣電力公司	副處長	范正
	主任	張志聲
工業技術研究院綠能與環境研究所	所長	胡耀祖
	特別助理	李欣哲
	副組長	黃怡碩
	資深工程師	胡斯遠
	副管理師	蔣功文
金屬工業研究發展中心	執行長	林秋豐
	專案經理	郭家良
	產業分析師	陳靖惠
財團法人船舶暨海洋產業研發中心	副執行長	周顯光
臺灣營建研究院	副院長	徐力平
	計畫經理	林新華
中興工程顧問股份有限公司	計畫主管	陳啟明
	技術經理	林智彭
	技術經理	邱毓家
	工程師	李榮瑞
台灣世曦工程顧問股份有限公司	副理	林倣寬
	副理	吳淑珍

\*共 23 位團員

## 貳、參與活動及工作內容

### 一、參訪荷蘭皇家殼牌公司（**Royal Dutch Shell plc**）

(一)時間：6月6日(星期三)

(二)會談/接待人員

Mark Gainsborough, Executive Vice President of New Energy

Hessel de Jong, Commercial Director of OWP

Pim Fischer, Business Development Manager of OWP

Almira Brahim, Commercial Advisor of OWP

Roberto Jimenez, Business Development Manager of Solar

Anne-Sjoerd Brouwer, Senior Analyst Integrated Energy System

Ingmar Ploemen, Manager of Energy System Technical Support

(三)參訪紀要

- 1.殼牌為全球能源和石化公司集團，上游組織負責管理原油，天然氣和天然氣液體的勘探和開採。銷售和運輸石油和天然氣。
- 2.該公司近年正積極轉型，未來將加強太陽光電、風力發電、天然氣、儲能、需量反應之業務。其表示對於投資我國太陽光電、離岸風力發電具高度興趣，認為我國具備清楚的政策目標與獎勵措施，並已與國內相關業者、開發商等接觸。
- 3.在與港口端合作之經驗部分，該公司初步建議：**(1)** 港口持續積極與能源產業合作，例如 **Shell** 公司長期與阿姆斯特丹港務局合作，可派一組專家定期與台灣港務公司討論再生能源之發展願景及合作方式，會議內容涵蓋策略層級及工作層級。**(2)** 港口可依自身所處之環境及條件，適當扮演媒合平台的角色，例如將 **PPA**（購電合約）及 **data center** 串聯，**Google** 在荷蘭風電港 **Eemshaven** 設置 **data center** 即為一例。**(3)** 依港口當地氣候條件適度促進及推動港區建築物（如



倉庫屋頂)設置太陽能板。(4) 提供風機測試場地(如荷蘭之鹿特丹港、Eemshaven 港等)。

- 4.在員工培育方面，該公司雖有自己的訓練中心，但在能源產業多角化經營的狀況下，特別在風能及太陽能方面，其員工訓練多採與學校及其他訓練機構合作。因此，台灣港務公司所轉投資成立之臺灣風能訓練公司，朝多方與風場開發商、風機製造商及相關產業合作，為必要之發展趨勢。在離岸風電可能面臨人力短缺議題方面，Shell 公司在歐洲發展油氣產業已久，現因離岸風電產業較為興盛，產業人力已轉至離岸風電產業；該公司表示其甚至與同行競爭對手共同討論如何吸引更多年輕人投入再生能源產業，擴大大力來源。



圖 1 臺荷雙方進行議題討論

## 二、Eemshaven Port

(一)時間：6月7日(星期四)

(二)會談/接待人員

Erik Bertholet, Business Manager Logistics & Offshore  
Wind, Eemshaven Port

E. J. Doornbos, Chairman, NNOW

Mr. Gerde, Windea

Mr. Schulz, Windea

(三)會談/參訪紀要

1. 荷蘭約有三分之一生產的能源來自 Eemshaven，裝置容量達 8,000 MW，足夠供給荷蘭一半之電力，使得 Eemshaven 成為荷蘭之能源港。Eemshaven 擁有多個大型發電站以及幾個高壓和中壓站，可保證能源供應。三個運營電站包含：燃氣發電站 Engie 及 Nuon / Vattenfall，以及粉煤和生物質發電站 RWE / Essent。此外；Eemshaven 為荷蘭最大之風能園區(wind park)，同時也北海的重要離岸風力船舶組裝與運維服務港口；而 google 亦於 Eemshaven 成立數據中心顯示了 Eemshaven 多元化能源港之角色。
2. 荷蘭政府規劃再生能源佔全國發電比例為：2020 年 14%、2023 年 16%、2050 年 100%，其中在離岸風電方面的規劃，荷蘭現有離岸風電裝置容量約 1GW，預計短期於 2023 年前新增 3.5GW、中期於 2030 年新增 7~10GW 容量、長期於 2050 年前新增 70~100GW 之裝置容量。另 Eemshaven 港鄰近之北海德國灣(German Bight North Sea)預計於 2020 年前達成約 6.5GW、2030 年前約 15GW 之累計裝置容量，受惠於其離岸風電開發契機，預估至 2030 年，在距離該港 70 海浬內約有 35 座風場、2,500 架風機及約當 12.2GW 之裝置容量；而在距離該港 48 海浬內約有 12 座風場、975 架風機及約當

4750MW 之容量(其中 1 座名為 **Gemini** 的風場是荷蘭風場，有 150 架風機及 600MW 容量)。

3. **Eemshaven** 港只進行風機的安裝、運維等，不進行風力發電機等的製造，因此不與任何開發商、風機廠商產生衝突。該港口與鄰近其他國家的港口屬於既競爭、又合作的關係。**Eemshaven** 港有一 **NNOW(Northern Netherlands Offshore Wind)**組織，係一鏈結中小企業之非營利專業機構，提供中小企業開發案的相關資訊使其有機會參與，並鼓勵中小企業創新，以投入離岸風電產業。
4. 此外，港口區域一由相關業者投資組成之平台型公司 **WINDEA**，係作為股東、合作夥伴的對外單一窗口，當有開發商、**EPC** 公司等需要離岸風機的安裝、運維等服務時，該公司就旗下合作夥伴的技術能量提供一條龍的服務規劃，使開發商、**EPC** 公司等不需個別公司洽談，大幅提升商業安排上的效率。
5. 據悉該港離岸風電碼頭及相關基礎設施之整體規劃期長達 8 年期間，獲致今日的發展成果。
6. 在供應鏈、鼓勵風電創新及人才培育方面，北荷蘭區域於 2010 年創始成立非營利組織 **NNOW**。目前 **NNOW** 擁有超過一百家來自企業、學術機構及當地政府之會員。
7. **NNOW** 主要目標為協助中小型企業跨入風電市場，透過舉辦企業對話及研討會，了解風電產業要角對於當地風電服務供應鏈及港口服務的需求，進而協助中小型企業辦理商機說明會及媒合轉介，使得供應鏈上下游能互相了解及合作；**Eemshaven** 港若接到風電產業服務方面的詢問，就會直接轉請 **NNOW** 協助媒合。**NNOW** 同時致力於鼓勵風電創新及人才培育的活動，例如設計風電產業 **MBA** 套裝課程並與學校合作，主要培育目標為技術工程師、新進主管及特殊技能員工

等。我國因應離岸風電產業發展，可逐步參考地方特色鼓勵建立地區性之非營利組織，有利於推動企業媒合、產業創新及人才培育等之落地生根，更有利於地方經濟之整體發展。



圖 2 參訪 Eemshaven Port



圖 3 於 Eemshaven Port 進行訪談會議

### 三、第 3 屆臺荷能源與創新領域合作圓桌會議

(一)時間：6 月 8 日(星期五) 09:00~11:50

(二)會議地點：RVO HQ Rooms10/11, Beatrixlaan 2, The Hague

(三)會議主席：經濟部能源局林全能局長

Barto Piersma/ Director International Affairs  
RVO

(四)會議紀要

本次會議討論議題主要包含：離岸風電電網發展 (Offshore Grid Development)、離岸風電政策與招標機制及挑戰(Wind Farm Auction Mechanism and Policy and Challenges of Offshore Wind)、離岸風電之知識交流與人才培訓合作(Knowledge to Knowledge and Talent Training Cooperation of Offshore Wind)、離岸風電之生態與環境融合(Ecology and Environment Integration of Offshore Wind)討論內容重點如下：

#### 1. 離岸風電電網發展

由電網營運商 TenneT 針對荷蘭目前離岸風電發展之目標與挑戰進行分享，其目標可分為短中長期三階段。短期目標為至 2023 年達成 3.5 GW 裝置容量，目前已於近海處進行開發；中期目標為至 2030 年達成 7~10 GW 裝置容量；長期目標為至 2050 年達成 70~100 GW 裝置容量。

短期目標正在建設的包含位於 Borssele 及 Hollandse Kust 的離岸風場，TenneT 將透過 66 KV 之電纜傳輸至海上變電站，在透過 220KV 之電纜傳輸並連結至陸上變電站。中期目標預計將額外增加 7 GW 的裝置容量，目前尚處於調查階段，在電網連結上可能面臨之挑戰包含沿海地區裝置容量之限制、陸上電網之阻塞、

成本之增加、直流（DC）電與交流（AC）電之技術問題以及電力傳輸之限制等。針對日益遽增的離岸風電裝置容量，TenneT 表示未來將強化儲能、電轉氣（P2G）、電轉熱（P2H）之技術，並針對陸上電網進行擴張。

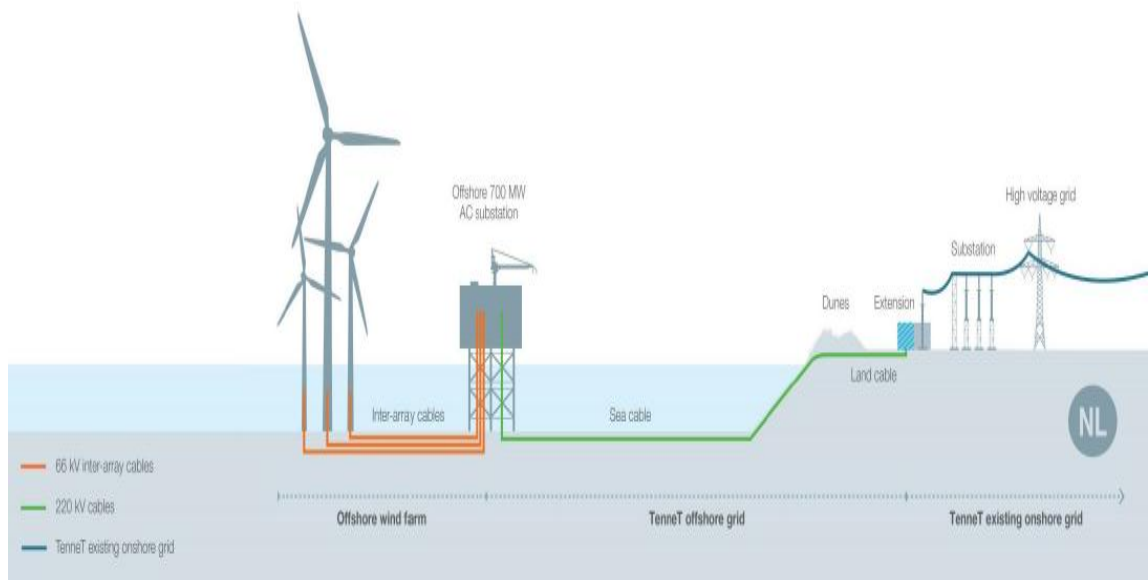


圖 4 荷蘭離岸風電電網計畫

## 2. 離岸風電之招標機制離岸風電電網發展

在荷蘭過去之離岸風電政策中，主要的特點包含場址間的競爭、同時發展風場以及電網連結以及風場開發商需負責場址調查等。過去政策並沒有成功的促進荷蘭離岸風電產業之發展，在總共 80 個申請案件中，有 12 案獲得許可，而最終僅有 3 個風場完成開發，並且有著高風險與高成本之問題。

荷蘭政府於 2013 年重新制定相關政策，目標於 2015~2019 年間招標 3,450 MW，並降低 40% 之成本。在新的政策中，政府頒佈了專門的法律架構、訂定風場區塊、提供場址調查資訊，辦理 EIA 漁業補償，並由電網公司 TenneT 進行電網連接；此外，政府亦將視情況進行相關補貼。在新的標案設計中，政府對於品質嚴格

要求，並對於相關技術之使用保有彈性，更提供得標者銀行保證以利其進行建設。

### 3. 離岸風電之知識交流與人才培訓

由荷蘭研究單位 TKI Wind Op Zee 針對知識交流與創新合作進行分享，TKI Wind Op Zee 致力於促進離岸風電相關技術之研究、知識轉讓、國際合作、教育和市場開發等，推動以最大限度降低海上風電相關之成本及經濟影響。針對荷蘭離岸風電政策之發展，TKI Wind Op Zee 提出 3 大成功之關鍵因素，分別為持續的成本降低與優化、大量離岸風力發電與能源系統之整合以及與環境生態系同之融合，若是無法實踐前述之條件，能源轉型之推動將難以成功。

### 4. 離岸風電之與環境生態之融合

荷蘭基礎設施與水務工程部門針對荷蘭面對環境生態議題之經驗進行分享。在面對離岸風電發展與環境生態之融合，荷蘭之作法可分為三階段，分別為環境衝擊評估、風場選址以及監控。在對於生態影響之部分主要針對鳥類、海洋哺乳類以及蝙蝠等進行研究，以降低所帶來之衝擊。



圖 5 第 3 屆臺荷能源與創新領域合作圓桌會議



圖 6 圓桌會議 MOU 展延簽署合照



圖 7 圓桌會議會後合照



#### 四、會談 **TenneT**

(一)時間：6月8日(星期五)下午

(二)會談/接待人員：Jan Vorrink

(三)會談/參訪紀要

1. **TenneT** 為歐洲領先的電力傳輸系統運營商 (TSO)，主要在荷蘭和德國開展業務，總部位於荷蘭的 **Arnhem**。透過約 22,000 公里的高壓連接，確保為 4,100 萬最終用戶提供安全的電力供應。至 2023 年，**TenneT** 預計將設置 17.1 GW 的離岸風電裝置容量。
2. **TenneT** 主要之營運任務涵蓋提供電力傳輸服務、系統服務以及促進市場運作。在電力傳輸服務之部分包含規劃、建設並維護高壓及特高壓電網；系統服務之部分包含維持電力供應與需求之平衡；促進市場運作部分則包含建立並維繫穩定並具有高效率之電力市場。
3. 近年來隨著再生能源之發展，其電力傳輸系統運營商之任務與角色也有所變化，如何因應再生能源發電之波動性、大規模的建設需求以及制定符合歐洲層級的電網規劃與規範成為系統運營商之重要任務。
4. **TenneT** 控制中心包含 **National Control Centre Arnhem (NCC)** 及 **Control Centre Regions Ede (CCR)** 兩座；**NCC** 負責系統營運之任務，並負責提供其國內 380kV~220kV 電網傳輸之服務；**CCR** 則負責提供區域性 150kV~110kV 電網傳輸之服務，兩者使用相關之能源管理系統，可互相支援。此外，亦設有 **Security Service Centre Rommerskirchen**，與 **Amprion** 以及德國與荷蘭之 **TenneT** 進行合作，並負責電力供應之安全



圖 8 拜訪 TenneT



圖 9 於 TenneT 進行訪談會議

## 五、會談 **Royal Boskalis Westminster N.V**

(一)時間：6月9日(星期六)

(二)會談/接待人員：

Theo Westgeest, Business Manager

Andre Zimnik, Business Unit Manager

Arjan Smit, Senior Project Manager

Elvin Sng, Sales Manager

(三)會談/參訪紀要

1. **Royal Boskalis Westminster N.V.**係一疏浚、離岸承包商及海事服務供應商，提供專業知識，船舶和服務，為世界各地的海上能源行業，港口以及沿海和三角洲地區的客戶提供解決方案。
2. 針對我國離岸風電市場之發展，**Boskalis** 表示其可利用於歐洲市場累積之技術協助基座、電纜以及相關數據之追蹤紀錄。並與在地供應商交流基座設計與設計管理之相關知識；此外，在知識交流之部分，**Boskalis** 提供部分臺灣大學實習之機會、提供大學離岸風電訓練之相關課程、與臺灣風能協會共同辦理研討會並與在地業者進行合作並提供相關訓練
3. 此外，**Boskalis** 海上作業人員皆須接受 **GWO** 或 **OPITO** 之安全訓練(**GWO** 為風電產業而 **OPITO** 為油氣產業)，而專門技術人員如重吊操作人員則接受 **IMCA** 的重吊訓練，**ROV** 人員接受 **IMCA** 的 **ROV** 訓練，合格後方可上場作業。荷蘭政府直接承認上揭訓練單位所核發的證照。未來我國離岸風電相關之勞動證照可酌參此例，直接採認國際證照，並就我特殊情況(如颱風、地震)增設課程模組予以從業人員完整之訓練。



圖 10 Boskalis 鋪纜船施工



圖 11 拜訪 Boskalis 進行訪談會議

## 六、第 1 屆臺英能源對話會議

(一)時間：6 月 11 日(星期一)上午

(二)會議地點：BEIS, 1 Victoria Street, SW1H 0ET

(三)會議主席：經濟部能源局林全能局長

Dan Dorner/ Head of the International Energy Unit

### (四)會議紀要

本次會議討論議題主要包含：電網穩定性(Grid Stability)、電網與儲能發展(Grid and Energy Storage Development)，討論內容重點：

1. 英國之電力系統刻正進行結構性轉變，新的系統將更加注重於更有效率的傳輸、智慧電網以及需量反應。
2. 英國太陽能與風能之成長速度超乎預期，因為再生能源產生的電力增加，英國之電網於 2018 年面臨了許多前所未有的狀況，包含近幾周出現的 3 天無煤炭發電的狀況。這顯示出再生能源的發展性，但同時也為電網的穩定性帶來挑戰，主要包含：(1) 相較於火力發電，再生能源之發電更加分散；(2) 須大型發電廠為電網提供輔助服務；(3) 再生能源發電之可靠度相對較低。
3. 英國著手處理前述問題，由 BEIS 於 2017 年 7 月公布將透過「Smart Systems and Flexibility Plan」進行能源系統升級，該計畫主要分為三個領域，包含：(1) 移除智慧科技的障礙 (Removing barriers to smart technology)；(2) 智慧家庭與商業 (Smart homes and businesses)；(3) 以彈性為導向的市場 (Markets that work for flexibility)，將進行儲能的定義與研究，並針對儲能結合再生能源的態樣進行研究。

4. 英方對話會議主席根據歐盟等相關研究與經驗，說明當再生能源低於 **30%**時對於電力系統影響有限，但超過 **30%**後可能需要較多的措施以平衡再生能源與火力電廠的發展。未來的電力市場態樣將會有很大的變化，可創造很多的機會；但由於技術發展快速，相關政策研擬時需要考量市場發展與風險。英國將持續投入發展不同的儲能技術研發，如鋰電池、液流電池等，因不同儲能技術將會有其不同的應用機會。
5. 目前英國離岸風電之裝置容量為 **7.1 GW**，絕大部分設置於英格蘭東岸淺水海域，深水海域亦有許多場址正在進行開發。英國在發展離岸風電產業的過程中，非常重視與具有離岸油氣開發經驗業者之合作關係，帶動離岸風電產業之發展。此外，英國政府相當注重健康與安全層面，政府將產業和監管機構聚集在一起制定相關標準，並分享最佳做法同時產出共同公開報告，有助於建立公眾和投資者對該行業的信任。



圖 12 能源對話會議臺方簡報

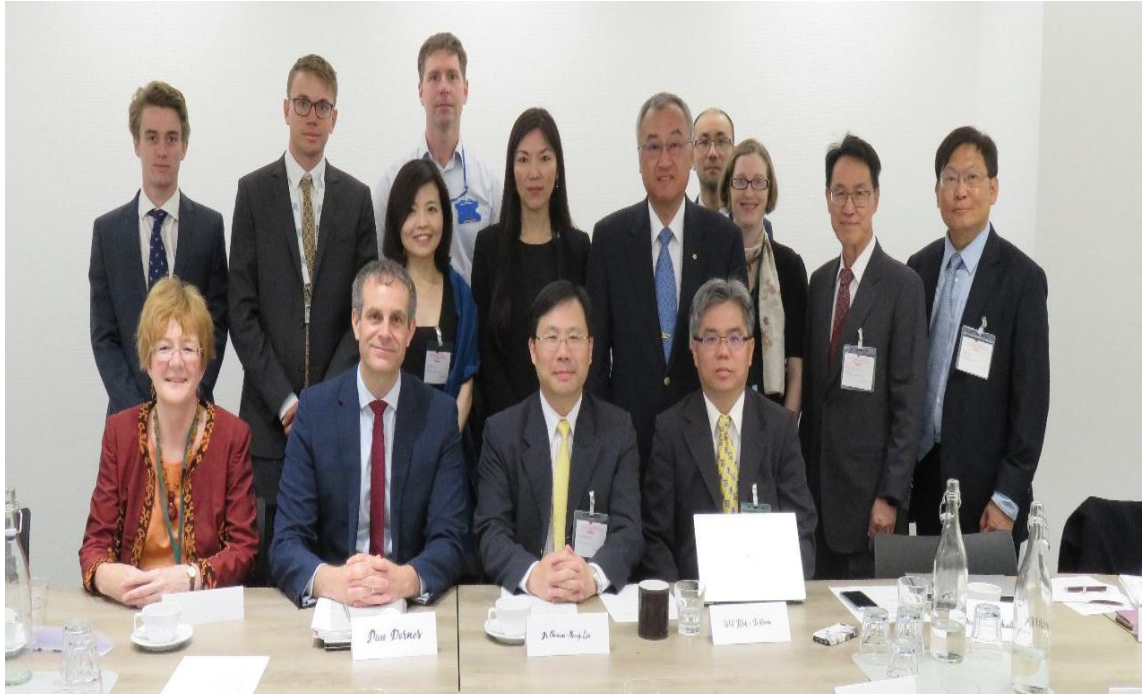


圖 13 能源對話會議會後合照

## 七、第 13 屆臺英再生能源圓桌會議

(一)時間：6 月 11 日(星期一)下午

(二)會議地點：BEIS, 1 Victoria Street, Room C13

(三)會議主席：

經濟部能源局林全能局長

Campbell Keir, Director of Energy & Infrastructure, DIT

(四)會議紀要

本次會議討論議題主要包含：臺英再生能源產業供應鏈之媒合、綠色金融體制與政策、電網穩定與儲能之發展與應用，討論內容重點如下：

### 1.臺英再生能源產業供應鏈之媒合

臺方表示台中港為眾多風場之所在地，因此如何在建設工程船以及貨運船於港口行駛過程中進行管理並確保航道之安全為台中港所面臨之挑戰。此外，相較於北海，臺灣海峽之土壤質地相關鬆軟，在建設離岸風電之基座時可能導致風險，故在此部分之技術盼多與英方進行交流。

此外，台中港將成為離岸風電建設以及運維之基地，並且在地之產業供應鏈將於台中港設立。就本身為商務港口之台中港而言，如何管理貨物進口船隻以及風電零組件運輸船隻為台中港迫切需要學習之經驗。在人才培訓之部分，臺灣港務公司目前已主導成立台灣風能訓練公司並營運風能訓練中心，此中心將辦理一系列訓練課程，包含安全性訓練以及其他專業技能之訓練，盼與英方探討在人才培訓上之課程規劃。



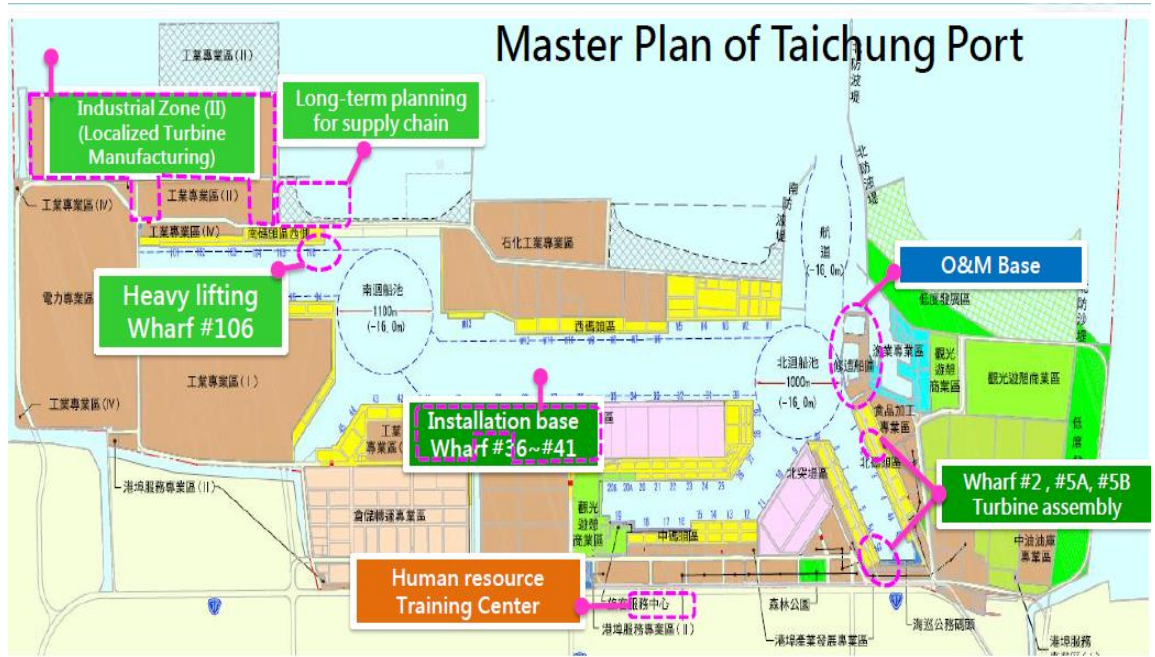


圖 14 臺中港離岸風電整體規劃示意圖

## 2. 綠色金融體制與政策

綠色金融體制之部分由綠色投資集團（Green Investment Group, GIG）進行分享，GIG 原為英國政府於 2012 年 10 月成立之英國綠色投資銀行（UK Green Investment Bank, UK GIB），2017 年英國政府決定將該銀行出售給澳洲麥格理集團（Macquarie Group），並更名為 GIG。GIG 之投資領域包含離岸風電、能源解決方案、廢棄物與生質能源、其他陸域再生能源等。此外，GIG 已承諾投入 34 億英鎊於 100 個再生能源專案中，所投入之計畫涉及多達 12 種綠色能源技術，預估總價值達 120 億英鎊。

GIG（當時為 UK GIB）之基金組成可分為英國氣候投資有限公司及離岸風電基金。英國氣候投資有限公司為 GIG 與英國商業、能源及產業策略部門（BEIS）共同成立，共計投入 2 億英鎊於開發中國家之再生能源與能源效率專案，目前所聚焦之地區為印度及撒哈拉以南之非洲地區。

盼透過專案之執行，協助發展中國家因應氣候變遷，並發展其國內清潔與綠色能源。此外，GIG 針對離岸風電產業成立之離岸風電基金（UK Green Investment Bank Offshore Wind Fund）為全球第一個離岸風電基金，且為歐洲最大之再生能源基金。此基金目前之籌資金額達 11.2 億英鎊，已投入 6 大風場營運（Sheringham Shoal、Rhyl Flats、Gwynty Môr、Lynn、Inner Dowsing、Lincs），前述風場建置之裝置容量達 1.45 GW，每年生產超過 4.5 TWh 之再生能源電力，並每年減少 2 百萬噸溫室氣體排放。



圖 15 綠色金融議題討論

### 3.電網穩定與儲能之發展與應用

英方儲能公司 **Cumulus Energy Storage** 進行分享，**Cumulus** 致力於發展儲能技術並促進其商業化，更提供低成本的方式促使再生能源電力得以供應符合需求層面。其針對全球儲能市場進行研析，指出全球儲能市場將於 2018 年的 10 GWh 成長至 2030 年達超過 300 GWh，由此可見其未來發展之潛力

## 八、會談 National Grid

(一)時間：6月12日(星期二)

(二)會談/接待人員：Gemma Pead, Innovations Stakeholder and Communications Officers

(三)會談/參訪紀要

1. **National Grid** (英國國家電網) 總部位於英國，是世界上最大之「投資者擁有的公用事業 (Investor-owned utilities, IOU)」公司之一，於美國馬薩諸塞、紐約及羅得島皆有分公司。英國國家電網主要進行輸電及天然氣系統營運，其成立目的是致力於將能源帶入生活，為住宅和社會企業提供能量且使客戶能仰賴能源。
2. 英國國家電網擁有及營運英格蘭 (England) 及威爾士 (Wales) 的輸電網絡系統，並負責調節每日能源供需平衡，英國國家電網營運但未擁有蘇格蘭 (Scottish) 的輸電網絡系統，其輸電網絡系統由約 7,200 公里 (4,474 英哩) 高架線和大約 1,500 公里 (932 英哩) 之地下電纜及 342 個變電站所組成。
3. 英國國家電網亦擁有及營運英國的天然氣國家輸送系統 (NTS)，其輸氣網絡系統由約 7,660 公里 (4,760 英哩) 的高壓管線及 618 個地上設施所組成。英國國家電網正逐漸減少對大型火力發電的仰賴，將於未來能源結構中提供更加多元及穩定的電力供應來源。作為電力系統營運商 (ESO)，英國國家電網支持能源轉型並開發低碳電力系統，並於 2018 年 3 月 27 日出版前瞻電力系統營運計畫 (ESO Forward Plan 2018-2019)，精進國家電力系統及電力市場平衡度。



圖 16 參訪 National Grid

## 九、會談 Highview Power

(一)時間：6月12日(星期二)

(二)會談/接待人員：David Kaye

(三)會談/參訪紀要

1. Highview Power 提供針對公用事業及分散式電力系統的大規模儲能系統解決方案，通過提供長時間儲能幫助電網供電，該公司開發之液化空氣儲能(LAES)解決方案，其儲能容量及發電量範圍從 5MW/20MWh 至 100MW/1,000MWh 以上，以鋰離子電池成本一半的價格調度電力，可供給超過 20 萬戶家庭連續兩週每日供電 12 小時，並在過程中釋放零碳排，評估該儲能系統壽命約可使用超過 30 年。

2. Highview Power 是全球唯一發展此技術的公司且具有於英國建置和營運工廠的經驗，透過與全球的工程公司合作，提供容量及發電量大小、建置及營運等方案規劃。上揭其專有的空氣液化技術，可儲存氣體並利用低階廢熱及廢冷，進而提升能效，提供更加廣泛的應用範圍，如火力發電廠、鋼廠及液化天然氣接收站。

3. 液化空氣儲能(LAES)係透過將離峰或多餘之電力用於為空氣液體提供動力以產生液態空氣，再將液態空氣用低壓之方式儲存於氣槽中，最終透過高壓的方式使液態空氣蒸發加熱，並產出電力。



圖 17 液化空氣儲能(LAES)解決方案



圖 18 Highview Power 參訪

## 十、會談 DeepOcean

(一)時間：6月13日(星期三)

(二)會談/接待人員：

Jonathan Edwards, Business Development Director

(三)會談/參訪紀要

1. DeepOcean 集團於 2011 年成立，旗下 DeepOcean AS 負責海底服務，DO 1 UK 負責海纜鋪建及挖溝。主要的服務包含：(1) 檢查、維護及修復、(2) 床協調(含挖溝)、(3) 海底設置、(4) 調查與海床繪製、(5) 設備退役。
2. DeepOcean 可為離岸風力、海浪及潮汐能開發計畫提供設計、路徑規劃與調查，亦為淺水區之離岸風力進行設置規劃。另外亦為遠距離之區域間電力傳輸進行線路設置與掩埋。該集團亦擁有重要的電信追蹤紀錄，可為光纖電纜 (FOC) 及海底通訊系統維護提供資訊。
3. 本身具研發及設計能力，現階段的能力一天可佈纜 3~4 條 inter-array cable，每條約 1 公里，埋 2 米深。目前正規劃於臺灣設立辦公室並有機會至港口設立營運據點；該公司並有意在臺訓練工程師，亦可協助設計電纜相關課程。





圖 19 參訪 DeepOcean



圖 20 與 DeepOcean 進行參訪會議

## 十一、會談 JDR

(一)時間：6月13日(星期三)

(二)會談/接待人員：

Gary Howland, Sales Manager, Renewables

Mark Doble, Plant Manager

Andy Cook, HSE Manager

Mike Wells, Sales Manager, Renewables

(三)會談/參訪紀要

1. JDR 纜線系統公司是英國海底電纜製造廠商，為離岸風電計畫內陣列電纜發展的先驅。他們在多座世界最大離岸風場計畫中，所展現對技術開發與客戶導向的服務，已為他們贏得領先業界的聲譽。JDR 的產品開發聚焦於創新，以改進長期產品性能表現，並支援產業的未來成長。從服役電纜的零失效率到高壓內陣列佈線研究，JDR 的產品將使得離岸風電成為更具競爭力的電力來源
2. 此外，JDR 與我國獲得離岸風機示範獎勵公司已有合作經驗，未來 JDR 希望能在臺灣訓練自身的電纜工程師，並表示若有機會樂意與我國業者合作開辦課程。另 JDR 表示鑑於臺灣市場需求，有意來臺設立電纜製造廠，並找尋臺灣夥伴。

## 十二、會談 Tekmar

(一)時間：6月13日(星期三)

(二)會談/接待人員：Jack Simpson, Head of Sales & Strategy

(三)會談/參訪紀要

1. Tekmar Energy 提供海底電纜防護系統，其市佔率達 80%。

所有風場計畫均需要電纜防護系統，以便在安裝時和使用壽命期間，保護連至基樁處的電纜。Tekmar 已為南韓和中國的計畫，以及臺灣的海洋離岸風場一期計畫供應電纜防護系統

2. 電纜保護系統之作用在於保護所有未被掩埋的電纜部分，特別是位在風機基礎和海床之間過渡階段的電纜提供物理保護。根據 Tekmar 之估計，電纜項目大約占整體工程總成本支出之 8%，而電纜保護系統約占電纜項目之 3%，因此就成本來說，電纜保護系統所占總體成本之比重甚小。然而，在歐洲之案例中，電纜占理賠花費比重之 80%，即使是單一電纜故障之費用也相當昂貴，甚至可能是整個專案電纜保護系統雙倍之價格。每次理賠之費用將包含新電纜之花費、拆除舊電纜與安裝新電纜之成本以及發電收益之減少，由此可見電纜保護系統之重要性

3. 外露的電纜將在風場的使用壽命內損壞，並最終導致不能導電。過度彎折、牽引力、磨損、撞擊、使用疲勞等因人皆會造成電纜之損壞，也使得電纜保護系統未必要。Tekmar 表示電纜保護系統之設計須考量開發需求、底價設計、電纜設計、環境影響以及安裝整層面，才能打造出符合每一個個案所需之系統。



圖 21 Tekmar 電纜保護系統施工



圖 22 與 Tekmar 進行參訪會議

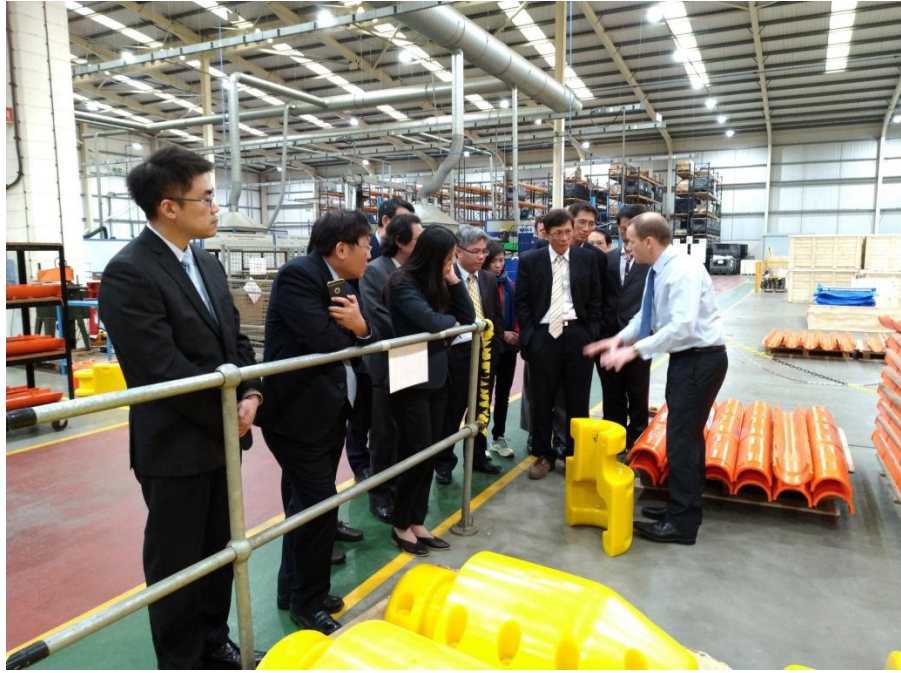


圖 23 參訪 Tekmar 製造工廠

### 十三、University of Hull、AURA、Team Humber Marine Alliance

(一)時間：6月14日(星期四)

(二)會談/接待人員：

Louise Smith, Aura Stakeholder Engagement

Jim Gillbert, Aura RDI Lead

Fiona Cox, University of Hull and Aura PhD Student

(三)會談/參訪紀要

- 1.Hull 地區是英國第一風場運維重鎮，全英國約 25%運維發生於此鄰近區域，Aura 由英國 University of Hull 創立，其願景為成為世界領先之離岸風力研發中心，該機構之主要任務為提供離岸風力開發之研究，並與產業界、學術界、國家、地方和區域政府合作，分析離岸風力技術、運作及經濟障礙，以降低離岸風力發電之成本，帶動英國經濟發展。
- 2.其在研發方面主攻三大領域:零組件及材料、供應鏈物流及資產管理、海洋資訊及海床環境，各種專案如改善海上作業人員由船轉移至風機上的身心狀態、自動化代替人工作業等，都是希望能減少出海維修的機率，降低資本支出。
- 3.Team Humber Marine Alliance 為當地最大的港口相關 NPO 組織，專注於 Humber 地區的藍色經濟，會員主要來自船舶、海事、風電相關業者、學校及 WindEurope 此類單位，結合政府單位、產業、港口、學校，是推動人才培育及產業媒合的平台組織。



圖 24 與 AURA 進行訪談會議



圖 25 拜訪 AURA

#### 十四、會談 **James Fisher Marine Service, JFMS**

(一)時間：6月14日(星期四)

(二)會談/接待人員：

John Best, Special Project

Corrine Barry, Business Development Manager

(三)會談/參訪紀要

1. **James Fisher** 海底挖掘公司(**JFSE**)專注的領域是能源市場，包括油氣、再生能源和核能。**JFSE** 的團隊已在世界各地成功完成 460 項計畫。**JFSE** 在質量控制流挖掘領域，是世界一流的服務提供商，也是唯一能在全球同時服務多項計畫的廠商。
2. 針對台灣離岸風電之發展，**James Fisher** 表示將聚焦於本土供應鏈之合作，其發展方向包含以下：
  - (1) 於 2 年內提供全面的技能與服務，並含括高比重的本土自製率。
  - (2) 於臺北成立新公司 **James Fisher Taiwan**。於 2018~2019 年提供 6 位以上臺灣技術人員至其營運中之離岸風場實習
  - (3) 提供 2 名獎學金名額予臺灣畢業生赴英學習管理營運。
  - (4) 建立海事營運控制中心與通訊樞紐。
3. **James Fisher** 透過集團整合提供具有價值並降低成本之解決方案，包含整合風機機體、電纜、基座、電力系統、變電站及離岸維運服務等項目，以達成降低風險、強化供應鏈夥伴關係、提升營運透明度及降低成本等目標。此外，其所開發的 **Offshore Wind Management** 資訊系統，提供儀表板、港務、船舶、海氣象、人員追蹤、庫存管理、環安衛、報告等功能，讓開發商的運維控制中心能搭配其風



機控制系統，進行每日的運維調度及配置。目前部分開發商如 EON 及 MHI Vestas 於 Grimsby 之運維中心即採用此系統。



圖 26 參訪 James Fisher Marine Service



圖 27 於 JFSE 進行討論會議

## 十五、會談 **Atkins**

(一)時間：6 月 15 日(星期五)

(二)會談/接待人員：

**Chris Cowland, Market Lead Offshore Wind**

(三)會談/參訪紀要

1. **Atkins** 設計、工程及專案管理顧問公司從其全球事業中心為油氣、再生能源、核能及傳統電力產業，提供顧問、工程與設計、和專案管理服務。
2. **Atkins** 在海上工程顧問部分已有 45 年經驗，主要在油氣產業，近 15 年則重點在離岸風電。其所提供完整生命週期之顧問服務包含概念設計、工程設計、財務評估、施工規劃、運維規劃、除役規劃等領域。至今已進行過 250 支水下基礎的設計，包括單樁式、套管（桁架）式、浮動式基礎。針對離岸風機的水下基礎、塔架、葉片等，該公司可透過掃瞄儀器進行結構安全的檢測，並協助一些業者進行有瑕疵的水下基礎之管理。
3. **Atkins** 表示，於海上設置構造物，需考量結構體可能面臨預期外的負荷，例如大浪、船隻撞擊等因素。此外，臺灣的地震亦為工程上的挑戰，該公司已就套管（桁架）式水下基礎進行地震的分析。針對臺灣發展離岸風電的挑戰，**Atkins** 提出需考量供應鏈是否成熟、地震、颱風、製造與安裝能力；同時也可透過從他國的開發案吸取經驗、吸引國外業者積極參與等方面取得機會。

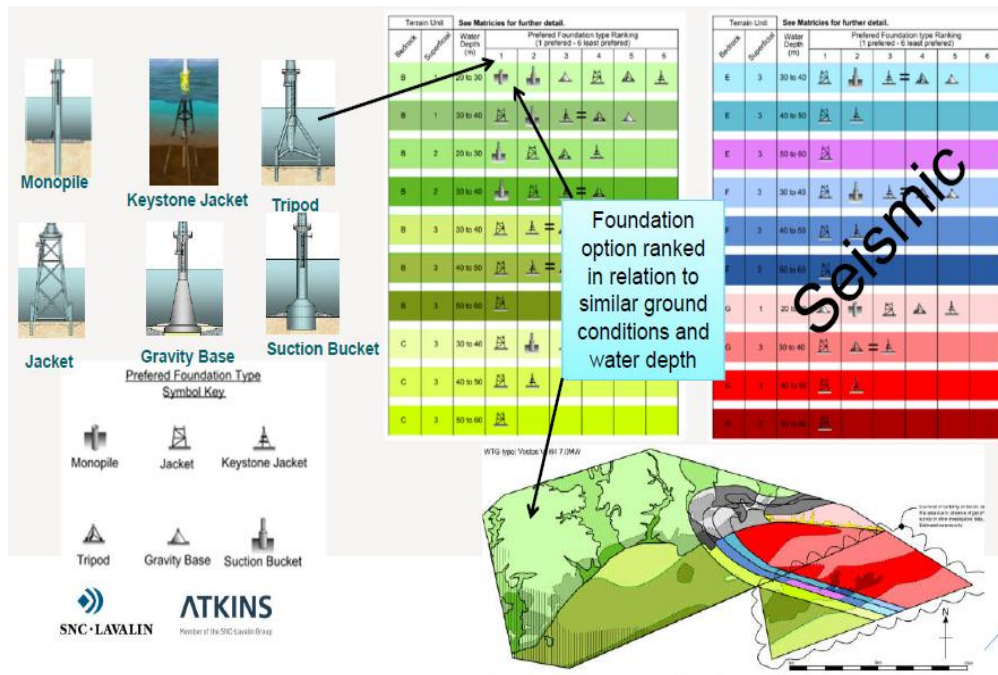


圖 28 Atkins 水下基座之模擬測試



圖 29 與 Atkins 進行議題討論

## 參、結論與建議

- 一、荷蘭離岸風電政策之發展 3 大成功之關鍵因素分別為持續的成本降低與優化、大量離岸風力發電與能源系統之整合以及與環境生態系同之融合，荷方人員指出，若是無法實踐前述之條件，能源轉型之推動將難以成功。我國未來於研擬相關政策之際，將全面考量成本、系統整合及環境生態等議題，並且針對相關議題與產、學、研各界之合作與交流進行分享，以促進政策擬定之實務性與完整性。
- 二、在離岸風電之健康與安全層面，英國政府將工業和監管機構聚集在一起制定相關標準，並分享最佳做法同時產出共同公開報告。我國可研析此作法深化與產業和相關權責單位之協調與合作，強化各單位對於健康與安全層面之認知，並建立相關標準法則與作業程序，藉此建立公眾和投資者對該行業的信任。
- 三、在人才培訓之部分，目前荷蘭學校甚少專門開辦離岸風電的專屬學科，而是專注於基礎學門如機械工程及電子技術工程等。在環安衛(HSE)方面的課程如 GWO 基礎安全訓練，則多由私人公司開辦，如 Flack Safety 及 FMTC 等，荷方認為該環安衛的課程費用對於學生的實習是不小的負擔，因此正在思考設立獎助學金的可能性。而目前我國離岸風電勞動安全法規及訓練規定刻正評估規劃中，未來考量相關產業訓練提供適當的補助方案，可減輕從業人員或送訓企業之經濟負擔，增加投入意願及整體產業競爭力。同時為因應離岸風電產業發展，逐步參考地方特色鼓勵建立地區性之非營利組織，有利於推動企業媒合、產業創新及人才培育等之落地生根，更有利於地方經濟之整體發展。
- 四、英方表示根據歐盟等相關研究與經驗，當再生能源低於 30%時對於電力系統影響有限，但超過 30%後可能需要較多的措施以平衡再生能源與火力發電的發展。目前我國再生能源之占比有限，然而考量長期之發展趨勢，未來的電力市場態樣將會有很大的變化，因此相關政策研擬時需要考量相關市場發展與風險，並持續投入

發展不同的儲能技術研發。

五、本次行程中所參訪的儲能相關單位包含 **Eemshaven Port**、**Highview Power** 等，各公司皆有其不同的儲能技術與應用範疇，如 **Highview Power** 所開發之液化空氣儲能(LAES)解決方案。我國刻正針對需求與應用層面進行評估，並從供應端與需求端整合思考，以深入了解最符合國內需求之技術與應用。

六、綠色投資集團 (**Green Investment Group, GIG**) 針對綠色金融體制進行分享，其原為英國政府於 2012 年成立之英國綠色投資銀行 (**UK Green Investment Bank, UK GIB**)。GIG 針對離岸風電產業成立之離岸風電基金 (**UK Green Investment Bank Offshore Wind Fund**) 為全球第一個離岸風電基金，且為歐洲最大之再生能源基金。我國刻正積極推動綠色能源，並規劃 2025 年再生能源發電量占比達 20 %之目標。綠色能源之發展需仰賴國內金融體系支持，刻積極與 **GIG** 建立長期且穩定之交流合作機制，透過主管機關與 **GIG** 研議簽訂相關合作備忘錄之模式，建立綠色金融機制之雙方溝通平台，期借鏡 **GIG** 之發展經驗及營運作法，進一步協助我國加速再生能源之設置推動以及綠能產業之發展。