

出國報告（出國類別：考察／開會）

參加第 10 屆臺英再生能源圓桌會議

服務機關： 台灣中油公司

探採研究所	丁信修 組長
綠能研究所	利宗冠 機械工程師

派赴國家：英國

出國期間：104 年 6 月 21 日-104 年 6 月 27 日

報告日期：104 年 9 月 1 日

目 錄

壹、目的	1
貳、過程	1
一、行程紀要	1
二、行程及工作內容	3
(一)參訪行程規劃	3
(二)我方代表團成員	4
(三)會談英國官方單位 DECC、Crown Estate、BIS	6
(四)會談 NIRAS	11
(五)會談 DONG Energy	12
(六)會談 Sgurr Energy, Wood Group	14
(七)會談 Fugro	17
(八)會談 RES Offshore	20
(九)參觀 Renewable UK Offshore Wind 2013 Exhibition	22
(十)參訪 Kentish Flats Extension 離岸風場	24
(十一)參訪碼頭 Ramsgate Port	28
(十二)會談 Arup	31
(十三)會談 Lloyd's Register Energy	33
三、第 10 屆臺英再生能源圓桌會議（會議紀要）	36
(一)圓桌會議議程	36
(二)英方圓桌會議出席名單	37
(三)臺英雙方引言	39
(四)會議討論摘要	42
四、附件及參考資料	46
附件一、臺英再生能源圓桌會議英方與會者名片	46
附件二、臺方引言簡報	48

附件三、英方引言簡報.....	54
附件四、國內的海洋風電開發公司.....	58
參、心得及建議.....	61

圖目錄

圖 1、Crown Estate 簡報資料說明英國離岸風電發展規劃現況	6
圖 2、Offshore Wind Programme Board 組織架構	8
圖 3、離岸風電產業策略白皮書封面	9
圖 4、漁業團體與離岸風電業者協調溝通指引封面	10
圖 5、於 UKTI 與英國官方單位 DECC、Crown Estate、BIS 會談 ...	10
圖 6、能源局林局長與 UKTI、DECC、Crown Estate、BIS 代表合影	11
圖 7、拜會 NIRAS，會場還懸掛我國國旗	12
圖 8、Dong Energy 離岸風電事業版圖	13
圖 9、聽取 Dong Energy 代表簡報	14
圖 10、Wood Group 提供離岸風場完整生命週期服務	16
圖 11、聽取 Sgurr Energy 代表簡報	16
圖 12、根據 Fugro 統計不同規模離岸風場所需分析資料量差異	18
圖 13、Fugro EMU's MetOcean，利用衛星漂流浮標來進行海上氣象環 境、波浪以及潮流的資訊蒐集與分析	18
圖 14、參觀 Fugro 地質土壤分析實驗室	19
圖 15、聽取 RES Offshore 代表簡報	21
圖 16、代表團與 RES offshore 同仁合影	21
圖 17、Global Offshore Wind 2015 Exhibition 展場情況	22
圖 18、Global Offshore Wind 2015 Exhibition 展場外合影	23
圖 19、Kentish Flats Extension 新增風機架設位置	25
圖 20、Kentish Flats Extension 基座安裝工程規劃	25
圖 21、Kentish Flats Extension 場址規劃限制考量	26
圖 22、Red Throated Diver	26
圖 23、Kentish Flats Extension 離岸風場	27
圖 24、於 Kentish Flats Extension 離岸風場前在船上合影	27
圖 25、Ramsgate 設施分佈圖	29
圖 26、Ramsgate Port 周邊設施現場拍攝	30
圖 27、參訪團於 London Array 的辦公室前合影	30
圖 28、離岸風電開發五大財務風險：法規變化、供應商的信用、電力 連結、後勤安裝、及技術與零件。	32
圖 29、拜會 Arup	32

圖 30、拜會 Lloyd's Register Energy	34
圖 31、IRIS Web Data information Management System 介面	34
圖 32、IRIS Web Data information Management System 可追蹤船隻路線	35
圖 33、於 Lloyd's Register Energy 百年會議室合影	35
圖 34、工研院綠能所胡耀祖所長代表臺方進行引言簡報	40
圖 35、英方主席 Mr. Huub 代表英方進行引言簡報	41
圖 36、英國海上資源系統圖	42

壹、目的

當今全球綠色能源正欣欣向榮，為了更瞭解離岸風電之發展，及持續臺英雙邊交流成果，經濟部能源局與英國在台辦事處（British Office）共同舉辦了「第 10 屆臺英再生能源圓桌會議」，本公司派員隨團參加此次會議及參觀離岸風電工業發展，並與英方離岸風電相關業者、專家進行離岸風電議題討論，促進技術交流與互惠合作。此行是由經濟部能源局與國內相關單位組團，除了參與圓桌會議及英國離岸風電展覽之年度盛會(Global Offshore Wind 2015 Conference and Exhibition)外，並實際參訪英國再生能源之發展現況。離岸風電展覽之年度盛會計有風電製造商、開發商、銀行業者、政府部會及其它相關單位參與，是尋求國際技術交流的最佳平台。並藉由參訪離岸風力企業與研究單位，以瞭解英國該方面技術之發展現況，作為臺灣推動離岸風力發電的借鏡。居領導地位的英國離岸風電相關業者，擁有離岸風力之最新技術，本次接觸了多家相關的開發商，以研討及參觀方式，進一步瞭解英國離岸風場開發產業的寶貴經驗。台灣中油公司是一家國際性的大型能源公司，長久以來，除了積極找尋化石能源外，對於可再生能源如太陽能、地熱及風力發電等開發機會也相當重視，除了獲利考量外，亦有助提升企業形象，當今離岸風電在台灣正在起萌時，中油公司也相當注意，派員參與此次會議。

貳、過程

一、行程紀要

離岸風場開發，起始於 2012 年經濟部能源局公告「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，至今已有一家業主投入示範離岸風場設置，包括：台電公司、海洋公司、福海公司。此次在經濟部能源局林全能局長的率領之下，國內離岸風電主要開發商及海事工程業者均參與此行，例如：離岸風場業主（台灣電力公司、上緯新能源公司）；開發商含開發、設計、施工、運轉及維護等(中鋼公司集團：中鋼、中鋼機械、中鋼運通)；工程顧問公司(世曦工程公司、中興工程公司)；研發單位(工研院綠能所、金屬工業中心、船舶暨海洋產業研發中心)。

此行主要任務係參加「第 10 屆臺英再生能源圓桌會議」，討論離岸風電相關議題，增進臺英雙方的瞭解，並拓展未來合作機會。行程自 6/21 至 6/27，一週的參訪行程，拜會政府部門如英國能源暨氣候變遷部(Department of

Energy and Climate Change)、英國皇家財產局(Crown Estate)、參加離岸風電展覽會(Global Offshore Wind 2015 Exhibition)、參訪風力發電技術相關公司(如 NIRAS、DONG Energy、Sgurr Energy/ Wood Group、Fugro、RES Offshore、Arup、Lloyd's Register 等)、離岸風場(Kentish Flats Extension)以及維修港口(Ramsgate Port)。這些研討及參訪行程可為專業領域的企業及研究單位提供交流與瞭解的機會、並進一步探討先進的開發技術、增加國際合作的可能性,吸取英國離岸風電推展與技術研發之寶貴經驗。本次出國行程規劃如下所示:

日期	參訪公司 / 會議	地點
6/20~6/21	去程 (臺灣→英國倫敦)	臺灣→英國
6/22(一)	<ul style="list-style-type: none"> • 拜訪英國能源與氣候變遷部 (Department of Energy & Climate Change, DECC)、英國皇家財產局 (Crown Estate)、英國貿工部 (Department for Business Innovation & Skills, BIS)、NIRAS 	倫敦
6/23(二)	<ul style="list-style-type: none"> • 拜訪 Dong Energy、SgurrEnergy、Wood Group、Fugro、RES Offshore 	倫敦
6/24(三)	<ul style="list-style-type: none"> • 參加 2015 年全球離岸風電展覽暨研討會 (Global Offshore Wind 2015 Conference & Exhibition) • 舉辦第 10 屆臺英再生能源圓桌會議 	倫敦
6/25(四)	<ul style="list-style-type: none"> • 參觀 Kentish Flats Extension 離岸風場 • 參觀 Ramsgate Port 	倫敦
6/26(五)	<ul style="list-style-type: none"> • 拜訪 Arup、Lloy's Register 	倫敦
6/27~6/28	回程 (英國倫敦→臺灣台北)	英國→臺灣

二、行程及工作內容

(一)參訪行程規劃

本次我方代表團於 104 年 6 月 21 日抵英，並於 6 月 22 日展開英國參訪行程。於 104 年 6 月 24 日舉辦「第 10 屆臺英再生能源圓桌會議」，訪英行程至 6 月 26 日結束返國。行程重點如下表所示：

日期	參訪單位	主要業務	訪談重點
6/22	英國能源與氣候變遷部 (DECC)	<ul style="list-style-type: none"> 能源開發與節能減碳政策擬定及推動 	英國政府未來綠能與節能減碳各項政策、措施、投入資源、預期效益等。
	英國皇家財產局 (Crown Estate)	<ul style="list-style-type: none"> 英國皇室資產管理與經營 英國離岸風場規劃開發統籌單位 	英國政府離岸風場區塊開發相關施政(含漁業權)、程序、投入資源及未來規劃等
	英國貿工部 (BIS)	<ul style="list-style-type: none"> 協助英國產業在海外的貿易發展和國際合作商機 	英國離岸風力產業的經濟發展和台英貿易合作關係
	NIRAS	<ul style="list-style-type: none"> 離岸風場壽命週期全程服務，包括海洋與地質工程、港口與海事工程、施工管理、申請及審核等 	海事工程 (包含港口建設)、運維、環評以及教育訓練相關議題
6/23	Dong Energy	<ul style="list-style-type: none"> 離岸風場開發、建造與營運 	開發商、離岸風場建造與營運
	Sgurr Energy, Wood Group	<ul style="list-style-type: none"> 離岸風場工程、技術服務 	海事工程、離岸風場風力資源監測技術
	Fugro	<ul style="list-style-type: none"> 離岸風場全生命週期的服務，包括海事工程可行性研究、場址地質調查、規劃和工程、施工以及營運等。 	離岸風場測風塔、風機基礎施工和地質工程探勘、分析、岩心分析

6/24	RES Offshore	<ul style="list-style-type: none"> 離岸風電計畫之場地選擇、資源評估、工程、建造、資產運轉與維護(AO&M)等整合式開發服務 	開發商、離岸風場設計規劃、漁業權、風場場址評估
6/25	IT Power	<ul style="list-style-type: none"> 再生能源專案管理、技術、工程與諮詢服務 	瞭解 Kentish Flats Extension 離岸風場發展現況、風場管理
	DNV GL	<ul style="list-style-type: none"> 能源、海洋、油氣產業提供軟體及獨立之專家顧問服務 各產業顧客提供認證服務 	實地參訪 Ramsgate Port 之離岸風場之相關建設與營運管理
6/26	Arup	<ul style="list-style-type: none"> 離岸風場設計、規劃等工程顧問 	離岸風場基礎建設之設計
	Lloyd's Register	<ul style="list-style-type: none"> 能源供應鏈領域提供訓練、資產整合、檢驗、諮詢等服務 風險基礎管理、風險分析、可靠性及資產表現服務 	離岸風場驗證、系統認證、檢測、風險分析等制度之建立

(二)我方代表團成員

代表團由經濟部能源局林全能局長擔任團長及會議共同主席，產官學研參加團員共 21 位，英國在台辦事處基礎工程處李安鈴處長、駐英國台北代表處經濟組謝志浩秘書亦全程陪同。名單如下：

1. 林全能 / 經濟部能源局 局長
2. 蘇金勝 / 經濟部能源局 能源技術組 組長
3. 胡耀祖 / 工研院綠能所 所長
4. 陳君銓 / 台灣電力公司 營建處 副處長
5. 丁信修 / 台灣中油公司 探採研究所 地球物理組 組長
6. 利宗冠 / 台灣中油公司 綠能科技研究所再生能源組 研究員
7. 林雍堯 / 上緯集團海洋風力發電公司 總經理
8. 賴明德 / 中鋼公司 風電工程處 處長
9. 吳秉晃 / 中鋼公司 風電工程處 專案工程師
10. 吳明利 / 中鋼運通公司 海事工程處 資深經理
11. 王 璣 / 中鋼機械公司 總經理

12. 鄭 鉉 / 中興工程 電力及能源部 計畫副經理
13. 陳啟明 / 中興工程 電力及能源部 計畫經理
14. 林俶寬 / 世曦工程 港灣工程部 副理
15. 張鈺輝 / 世曦工程 港灣工程部 工程師
16. 伏和中 / 金屬工業中心 執行長
17. 呂金原 / 金屬工業中心 處理組 專案經理
18. 鍾承憲 / 船舶暨海洋產業研發中心 工程規劃組 組長
19. 李欣哲 / 工研院綠能所 副組長
20. 呂威賢 / 工研院綠能所 經理
21. 王珮蓉 / 工研院綠能所 副研究

(三)拜會英國官方單位DECC、Crown Estate、BIS及會談

■ 時間：6 月 22 日（星期一）

■ 英方會談人員：

Yuen Cheung, Head of Offshore Wind, DECC

Alastair Dutton, Strategic Programme Manager, Crown Estate

Richard Hall, Senior Offshore Wind Policy Adviser, BIS

■ 會談紀要：

本日上午參訪團前往英國貿易投資署（UK Trade & Investment, UKTI），在 UKTI 協助安排下，與英國能源與氣候變遷部（DECC）、英國皇家財產局（Crown Estate）以及英國貿工部（BIS）等英國官方單位進行會談，重點紀錄如下：

- 1.英國規劃 2020 年的能源占比將有 30%來自再生能源，共來自四大項：陸域風電、離岸風電、太陽光電以及生質能。其中以離岸風電發展速度最快，15 年前僅有 2 支風機，如今已裝置 1,000 支風機，發電量約 5GW，在政府政策的支持下，預計 2020 年前另增加的風機之發電量將超過 10GW，而目前已經有 7.4GW 獲得許可（圖 1）。

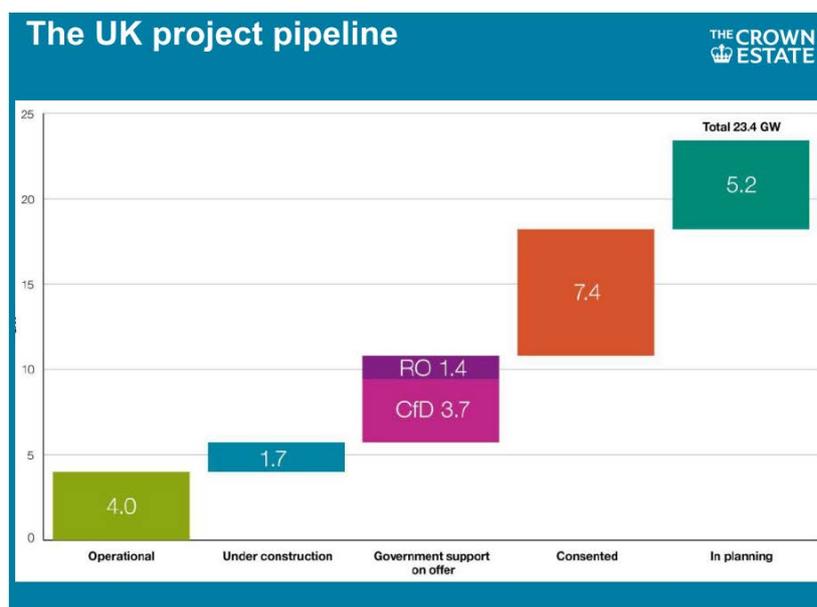


圖 1、Crown Estate 簡報資料說明英國離岸風電發展規劃現況

2. **發展離岸風電的關鍵在於降低成本**，英方表示到了 2020 年，不僅風機尺寸變大(發電量由 3.6MW 提升為 6MW，甚至 7-8MW)，營運規模與速度也會擴張，技術更加精進，預計發電成本將會下降，約 £ 100/kWh。而英國政府亦將透過政策（保證 15 年獲利價格），增加投資者信心，以擁有歐洲最大市場規模為誘因，吸引國際業者進駐建廠，於英國建立產業供應鏈，以加速整體發展並降低成本。另一方面，在英國政府主導下，由產官學共同成立一組織平台（Offshore Wind Programme Board），共同執行離岸風電開發，協助降低成本（圖 2）。
3. **英國政府為建立產業供應鏈，正進行多項策略**，2013 年 8 月已發表離岸風電產業策略白皮書（Offshore Wind Industrial Strategy – Business and Government Action），主要包含五大面向：(1)展現可預見的市場需求以提升投資業者信心指數；(2)建立具競爭力之產業供應鏈；(3) 創新技術支援；(4)財務；(5)建立高值化技術工作能量。2014 年 6 月 Crown Estate 與 Offshore Wind Programme Board 在離岸風電產業委員會（Offshore Wind Industry Council）協助之下，公告離岸風電計畫時程表（Offshore Wind Project Timelines），清楚展現開發商在每一個階段的時程規劃，以吸引更多產業供應鏈加入。在財務支援方面，英國政府也成立綠能投資銀行（Green Investment Bank），協助開發商得到專案融資。此外，英國正創辦風能國家學院（National College for Wind Energy），以培育專業技術人才。根據 2013 年統計，英國投入離岸風電產業的直接人力約有 8,000 人，與間接人力相仿，為 2011 年的兩倍，並帶來 10 億英鎊經濟價值，未來也將持續看漲。

The Offshore Wind Programme Board

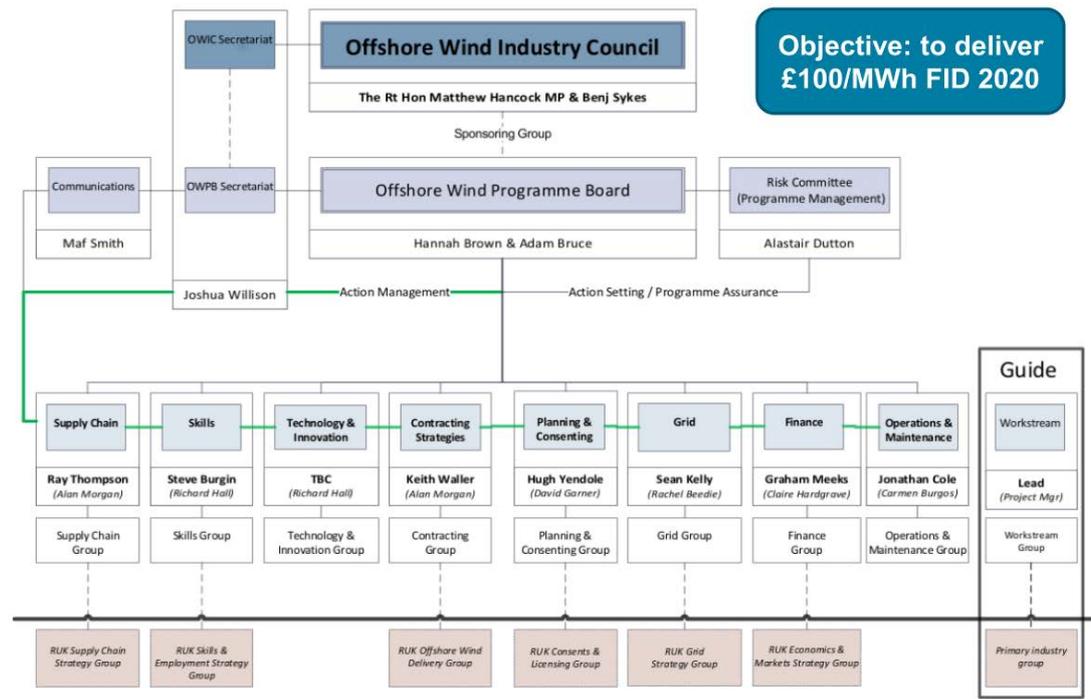


圖 2、Offshore Wind Programme Board 組織架構

4. 在離岸風電開發過程，對於所有利害關係者，英方非常重視協調與溝通；在漁業方面，自 2002 年起，政府已成立相關單位 (The Fishing Liaison with Offshore Wind and Wet Renewables Group, FLOWW) 專責處理漁業與離岸風電之間的競合問題，並提供雙方相關資訊以利溝通協調，甚至建立離岸風電最佳實施方針 (FLOWW Best Practice Guidance for Offshore Renewables Developments: Recommendations for Fisheries Liaison) 協助開發商與漁業團體達成共識，同時亦規範業主執行相關措施，以符合漁業團體需求。由於英國的各漁業團體與臺灣一樣也是分散的，英方採取之作法為找到其中關鍵人物參與居中協調，並成立聯盟與漁業團體定期溝通，再透過蒐集魚群分布等資源調查，讓開發業者得以避開魚群聚集區域。



HM Government

Industrial Strategy: government and industry in partnership



Offshore Wind Industrial Strategy Business and Government Action

August 2013

圖 3、離岸風電產業策略白皮書封面



圖 4、漁業團體與離岸風電業者協調溝通指引封面



圖 5、於 UKTI 與英國官方單位 DECC、Crown Estate、BIS 會談



圖 6、能源局林局長與 UKTI、DECC、Crown Estate、BIS 代表合影

(四)會談NIRAS

- 時間：6 月 22 日（星期一）
- 英方會談人員：
Tim Norman, Managing Director
- 會談紀要：

NIRAS 是一家多領域的國際顧問公司，在世界各地擁有超過 1,300 位員工，在離岸風電產業具有超過 25 年的從業經驗，所參與的離岸風電計畫相當於超過 20GW 的離岸風電裝置量。參訪團在本日下午前往 NIRAS 位於劍橋的辦公室，該團隊主要負責英國海洋空間規劃、顧問諮詢以及環境管理相關技術支援等，從 2011 年起至今與臺灣離岸風電相關業者（如永傳能源、船舶中心等）以及工研院均已陸續展開實務上技術合作。

本次拜會，NIRAS 除介紹公司業務，亦特別說明該團隊在環境數據蒐集方面的專業能力，包含可應用於生態環境影響評估的資料，如海洋保護區、海洋生物與鳥類的保育，並展示利用雷達偵測鳥類撞擊風機影片紀錄。由於英國相當重視鳥類保育，也往往成為開發阻力，過去許多風場計畫均因此取消或減少開發面積。而 NIRAS 主要接受開發商委託進行相關調查，目的在於以風險評估的角度，利用具公信力之專業儀器來進行分析研究，提供可信數據，以降低大眾疑慮。此外，NIRAS 特別提到 2012 年由 DECC、Crown Estate、Marine Scotland 以及 16 個開發商共同成立之 Offshore Renewable Joint Industry Programme (ORJIP)，此專案於 2013 年由 Carbon Trust 主導，其中則由 NIRAS 負責研究避免鳥擊相關議題 (Bird Collision Avoidance Study)，為期兩年半，已從 2014 年 8 月展開鳥類與風機碰撞的調查。



圖 7、拜會 NIRAS，會場還懸掛我國國旗

(五)會談DONG Energy

- 時間：6 月 23 日 (星期二)
- 英方會談人員：
Matthias Bausenwein, Head of Market Development
- 會談紀要：

本日參訪團首先前往 Dong Energy 位於倫敦的辦公室，聽取事業開發部主管 Mr. Matthias Bausenwein 簡報。

Dong Energy 成立於 1972 年的丹麥 Fredericia，當時是 Dansk Naturgas A/S 的國營公司，目前是丹麥最大的能源公司，橫跨丹麥、瑞典、荷蘭、英國、德國及挪威等國家經營公用電業，並在丹麥、德國與英國經營離岸風場，其中又以英國為最主要開發市場，並進行供應鏈垂直整合，包含建置陸上變電所、出口海纜（Export Cable）、海上變電所、陣列海纜（Array Cable）、離岸風機等，自 2004 年起至今已在英國風場投資達 40 億英鎊。

今年 5 月 Dong Energy 的離岸風機裝置總量已達到 3GW，已運轉的風場共有 17 座，其中就有 11 座在英國，目前還有 5 個風場正在建設中，包括英國的 Burbo Bank Extension 和 Westermost Rough，和德國的 Borkum Riffgrund 1、Gode Wind 1 與 Gode Wind 2。而今年他們也把風電事業版圖首度擴張到歐洲以外的美國，將於美國東海岸 Massachusetts 投資發展 1GW 的離岸風場（圖 8）。Dong Energy 目標規劃到 2020 年將擁有 6.5GW。

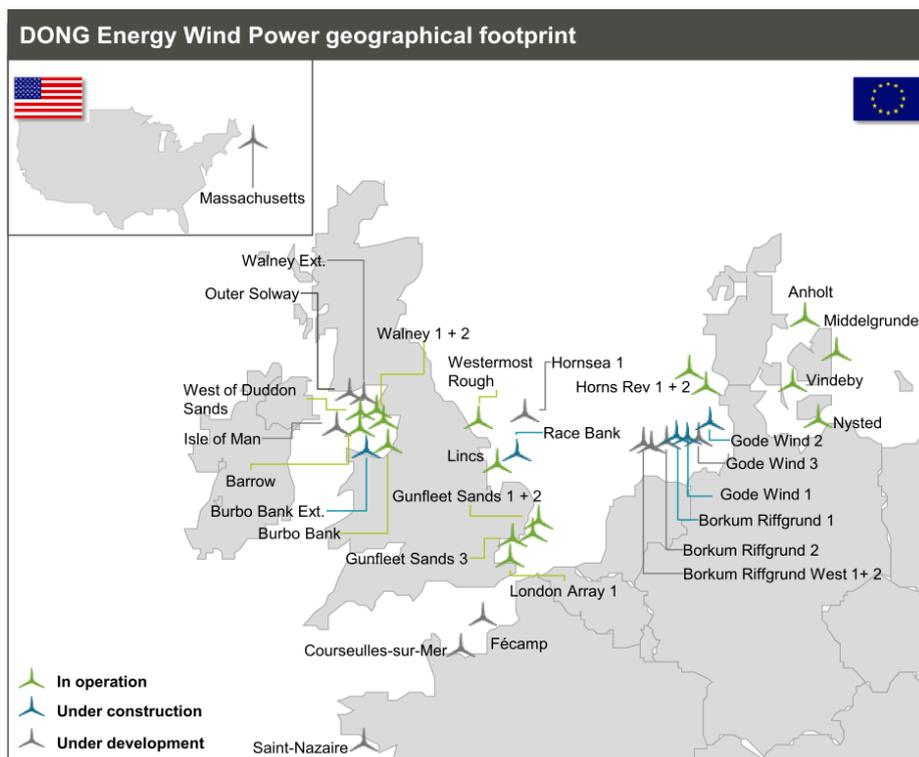


圖 8、Dong Energy 離岸風電事業版圖

在本次會談中，Dong Energy 也針對漁業議題提供寶貴建議：Mr. Matthias 表示，當風場在施工期間必須禁止漁船靠近時，開發商會所提供的補助款將統一由基金組織管理，並透過基金管理單位來分配發放適當的補貼；由於每個漁場狀況不同(如魚種、捕魚期間)，所發放補助款項也不同，此部分將會由第三方單位來進行評估，以減少開發商與漁業團體直接的爭議與衝突。此外，他也強調，建造離岸風場是相當複雜且需要長遠規劃，過程難免發生計畫延遲與各種問題挑戰，建議應瞭解每個階段可能會遇到的問題，以及欲達成的目標，再規劃解決問題的順序，才能有效掌握發展進度。然而，他認為政府的協助也是成功關鍵，英國政府架構下之行政作業流程明確且有一致性，讓開發商能夠清楚掌握相關申請流程與進度。



圖 9、聽取 Dong Energy 代表簡報

(六)會談Sgurr Energy, Wood Group

- 時間：6 月 23 日（星期二）
- 英方會談人員：
David Robertson, Director of Business Development, Sgurr Energy

Sylvain Versabeau, Business Manager, Wood Group Kenny

Mark McCarthy, Wood Group Mustang

■ 會談紀要：

SgurrEnergy 公司總部設在蘇格蘭，本次特別與其所屬 Wood Group 集團之 Wood Group Kenny 以及 Wood Group Mustang 於倫敦租借會議場地與我方參訪團會面，並針對該公司集團之主要營運項目進行簡報。

Wood Group 集團為國際能源服務公司，主要業務領域包含工程、石油、天然氣以及渦輪機等服務項目，旗下有 3 家子公司：Wood Group Kenny、Wood Group Mustang 以及 Wood Group PSN，分佈於全球 50 個國家，共有 39,000 名員工，全球服務包括施工、採購和施工管理、設施營運和維護、渦輪機的維修和大修以及其他高速旋轉設備，除了沒有自己的工作船隊，幾乎其他離岸風場生命週期相關工作均囊括在內。其中 Wood Group Kenny 主要投入在電纜、基座、浮動式系統，以及其他基礎設施，SgurrEnergy 則是於 2010 年 9 月加入 Wood Group Kenny 事業處，專長在風場環境數據蒐集與風險分析服務，並開發利用 Galion lidar 進行 3D 風力數據收集，提供全天候掃描能力，且範圍可達 4 公里。而 Wood Group Mustang 主要是承攬風機海底支架（jacket）的設計，針對我方代表團提出關於臺灣海峽的地質狀況該如何選擇適合基座，他們表示仍須視其他不同狀況而定，包含離岸距離、每個零件建造組裝所需時間等，由於支架體積龐大，製造需要很大的廠房，塗裝與移動的問題也要考量，因此除了地質條件限制之外，也要評估整體經濟效應，來決定支架的大小與設計。

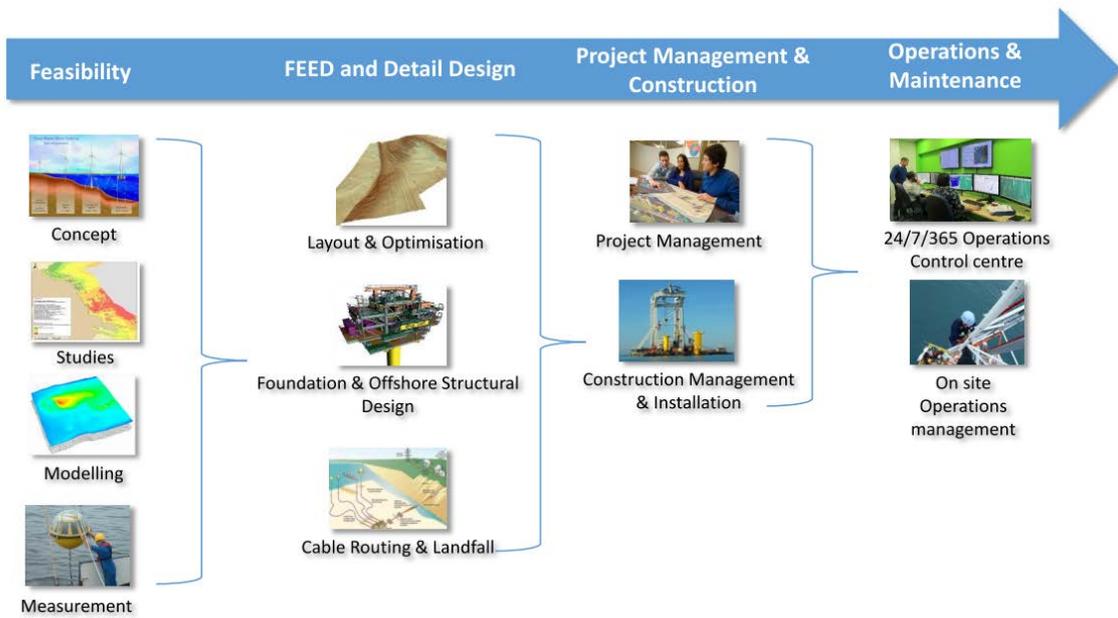


圖 10、Wood Group 提供離岸風場完整生命週期服務



圖 11、聽取 Sgurr Energy 代表簡報

(七)會談Fugro

■ 時間：6 月 23 日（星期二）

■ 英方會談人員：

Tony Hodgson, Global Business Development Manager, Renewable Energy

■ 會談紀要：

本日下午，參訪團前往 Fugro 集團位於 Wallingford 的子公司 Fugro Geoconsulting Ltd 辦公室。現場除了聽取 Fugro 集團代表以及 Fugro Geoconsulting 的業務簡報，專責於再生能源領域的另一個子公司 Fugro EMU 也到此進行簡報介紹，之後再由相關人員帶領參觀 Fugro Geoconsulting 的地質土壤實驗室、倉庫，以及分析設備。

Fugro 集團號稱為世界最大的大地工程技術、探測、海底和地質技術服務公司。分佈全球 70 個國家 225 辦公室，共有 13,537 位員工，43 個實驗室，本身也擁有自己的工作船隊，專門進行海洋環境調查。Fugro 在簡報中特別強調，他們主要針對離岸風場的選址、申請、設計、建造、運作與維護等生命週期過程，提供完善且精確的地質環境調查、資料分析與保存管理等服務。而 Fugro Geoconsulting 主要提供的服務即是地質災害風險分析、地質調查，以及數據整合分析，因此簡報中特別介紹他們運用 GIS（geographic information system）來進行探測的相關技術，並強調未來隨著風場規模擴大，場址增加，需要同時進行分析的數據量與數據種類將會越來越多且複雜（圖 12）。

此外，Fugro EMU 則是專門提供海洋生態環境調查的服務，包含 GIS 進行生態調查，也有專門的實驗室進行海洋生物（包含鳥類）的 DNA 分析，其 MetOcean 部門則利用衛星漂流浮標來進行海上氣象環境、波浪以及潮流的資訊蒐集與分析（圖 13）。

Data Acquisition Method	Jack Up Site for Oil / Gas Well Installation	Round 2 Windfarm (1200 MW development)	Round 3 Windfarm Sub-zone (3000 MW development)
Number of Structures	~1	~25	~150
Seabed CPT (up to 40 m BSF)	1	--	100 (2500 m)
Borehole (over 40 m BSF)	3 (120 m)	11 (605 m)	40 (1500 m)
Samples recovered	39	416	2500
Laboratory tests performed	450	2360	> 4000

資料來源: Fugro Technical Sessions at Global Offshore Wind 2015

圖 12、根據 Fugro 統計不同規模離岸風場所需分析資料量差異



資料來源: Fugro EMU

圖 13、Fugro EMU's MetOcean，利用衛星漂流浮標來進行海上氣象環境、波浪以及潮流的資訊蒐集與分析

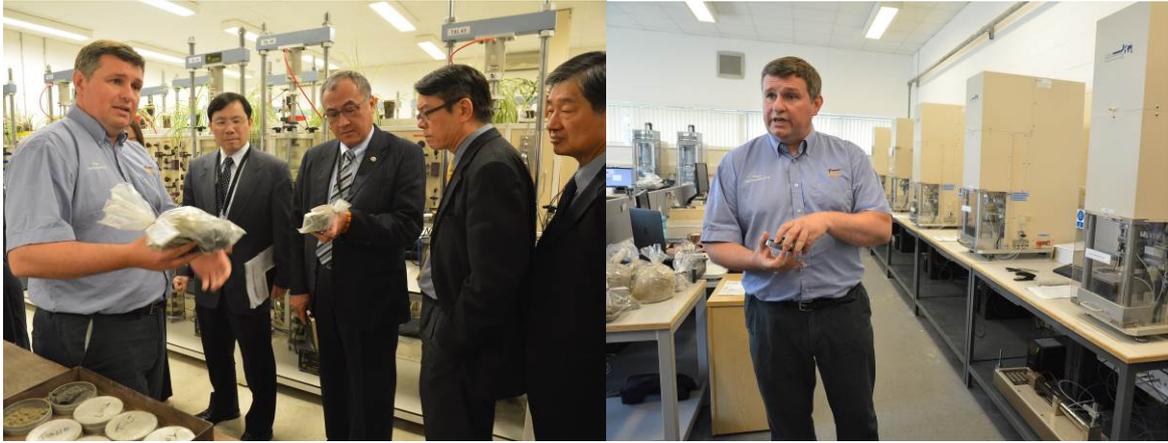


圖 14、參觀 Fugro 地質土壤分析實驗室

(八)會談RES Offshore

■ 時間：6 月 23 日（星期二）

■ 英方會談人員：

Chris Morgan, CEO and the team of RES Offshore

Jim Sandon, COO

David Povall, CEO RES Asia Pacific

Carolyn Heeps, Development Strategy Manager

■ 會談紀要：

本日最後一站前往位在 Hertfordshire 郡的 RES Offshore 的辦公室，又稱 Beaufort Court Low Carbon Office。這裡早期（1930 年起）原本是養雞農場，RES 在 2000 年時買下，不僅保留其原始建築特色，並將此地打造為低碳能源辦公室，所有的電力與冷熱供給系統均來自再生能源，其中包含架設一座 36 公尺高 225 kW 的風機、設置太陽複合電熱系統(photovoltaic/thermal, PVT)、種植 5 公頃的能源作物來進行生質燃燒發電，甚至利用來自當地之地底 75 公尺深的冷水（約 12°C）來製造冷能。

RES 集團為國際再生能源計畫開發商，業務項目涵蓋陸域及離岸風電、太陽光電、電力傳輸系統、儲能系統、以及智慧電網等領域。而 RES Offshore 則是專責於離岸風電的子公司，主要提供整合式開發、工程、建造、運轉與維護(AO&M)服務，不僅具有實地參與英國 Round1-3 離岸風場開發經驗，參與項目包含專案管理、測風塔運維規劃、EPC（統包工程）合約管理、工程管理等。其服務範圍也包含其他歐洲國家與美國。



圖 15、聽取 RES Offshore 代表簡報



圖 16、代表團與 RES offshore 同仁合影

(九)參觀Renewable UK Offshore Wind 2013 Exhibition

- 時間：6 月 24 日（星期三）
- 地點：ExCeL London
- 參觀紀要：

Global Offshore Wind 2015 Exhibition 由英國再生能源協會主辦 (Renewable UK)，今年在 ExCeL London 舉行，展覽主題為離岸風電相關產業，是英國離岸風電展覽之年度盛會，逐年展現離岸風電領域的成長與茁壯。透過這次的展示與討論可反映出現階段的關鍵議題和產業包括：申設(consenting)、營運和維護、融資、供應鏈、創新和併聯。今年有超過 100 家企業參與展出，參展企業包括開發商、海事工程公司、工程顧問公司、元件製造商以及研究單位等；以及來自世界各國包括政府官員、投資者及風能技術方面的專業人士以及行業代表前來參觀及洽談貿易。活動展示包括產品、服務及創新等，提供參觀者與許多業界專業人士面對面會談的機會，及企畫及需求上與供應商交流的平台，以期開拓並擴大歐洲乃至全球的離岸風能等新能源行業市場。

今年參展領域包含能源工程、服務、風力測試、監控系統、電纜系統、風力發電機與其配套設備和相關技術，參展攤位包括有 SIEMENS 風機製造公司、Dong Energy 能源公司、JDR Cable Systems 海纜公司、DNV GL 驗證服務公司、BMT 集團。

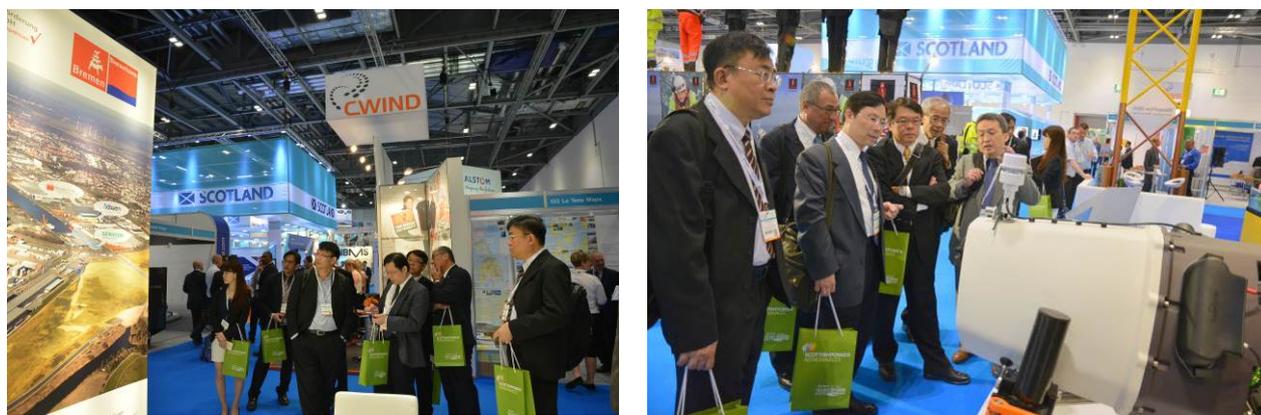


圖 17、Global Offshore Wind 2015 Exhibition 展場情況



圖 18、Global Offshore Wind 2015 Exhibition 展場外合影，能源局林局長（前左三），工研院綠能所胡所長（前右三）、金屬工業中心伏執行長（前右二）

(十)參訪Kentish Flats Extension離岸風場

■ 時間：6 月 25 日（星期四）

■ 英方會談人員：

Dr Ned Minns, IT Power

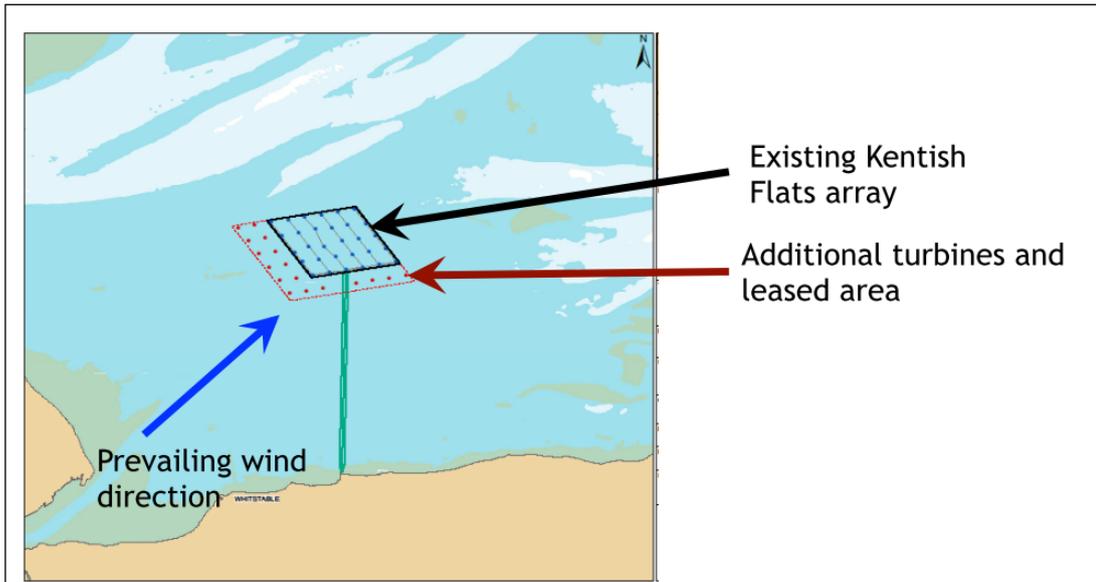
■ 會談紀要：

本日規劃乘船參觀 Kentish Flats Extension 離岸風場，由於船每趟可載運人數有限，故參訪團分為兩組，一組先前往乘船時，另一組先至 Ramsgate 風機維護碼頭參觀。

Kentish Flats 位於 Whitstable 外海最近約 10 公里處，開發商為瑞典 Vattenfall，於 2005 年 8 月完工，共有 30 架風機，總裝置容量為 90 MW。而該風場擴建計畫（Kentish Flats Extension）則是 2015 年 5 月進行基座施工，共 15 架風機（49.5 MW）預計年底前將會完成設置並發電。而 Kentish Flats Extension 是英國於 2015 年唯一啟動建設的離岸風場，相關數據整理如下：

項目	數據單位
新設風力發電機	15 架
單位裝置容量	3.3 MW
高度(至機艙)	約 84 公尺
直徑	112 公尺
總裝置容量	49.5 MW
發電量	173 GWh/年
估計成本	1.65 億英鎊

資料來源：IT power



資料來源：IT power

圖 19、Kentish Flats Extension 新增風機架設位置

Item	2013	2014				2015		
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Foundation	Design	X	X	X				
	Procurement		X	X	X	X		
	Fabrication				X	X	X	
	Transport						X	
	Installation						X	
WTG	Transport							X
	Installation							X

資料來源：IT power 取自 GeoSea

圖 20、Kentish Flats Extension 基座安裝工程規劃

Kentish Flats Extension 在場址規劃過程中，除了考量地質條件（避開海底岩石）、潛在天然氣田位址、安裝船的運行路線（避開淺海區域）、鳥類主要活動區，以及辨識可能有未爆彈的地點，以避開限制區域。甚至施工時程規劃也將鯪魚排卵季節（2015 年 2 月 14 日至 4 月 30 日）納入考

量，停止海上施工作業。而電纜鋪設工作同樣也考量鳥類築巢有季節性限制，為此開發商也針對特定鳥類(ex. Red Throated Diver)展開大規模調查。

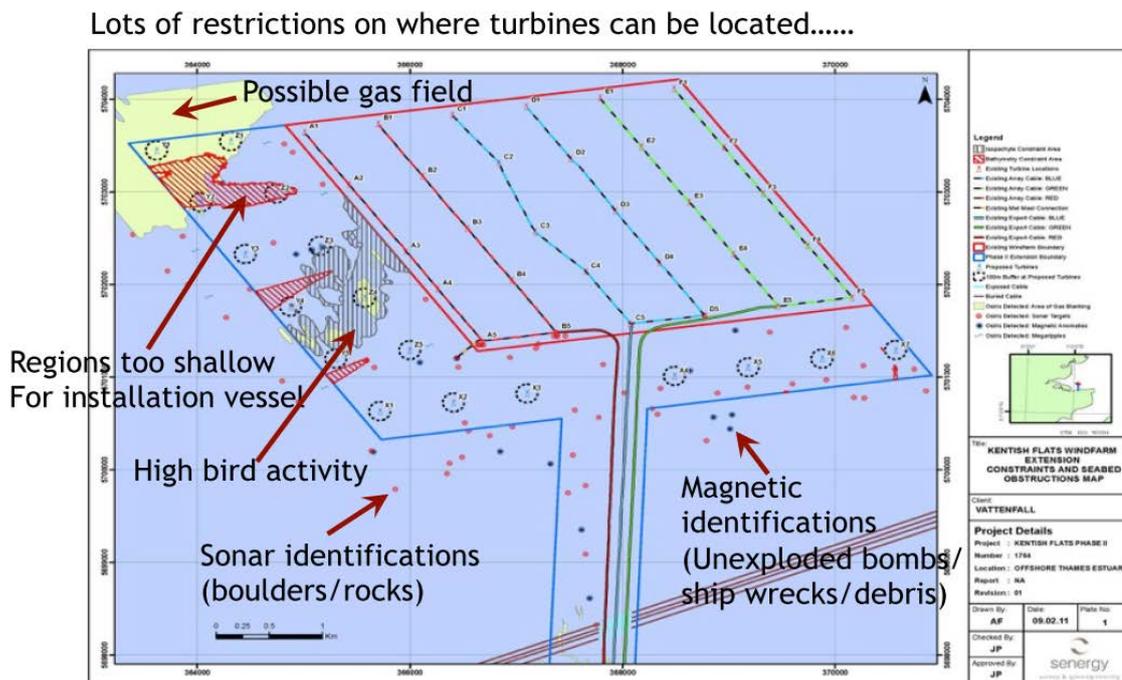


圖 21、Kentish Flats Extension 場址規劃限制考量



圖 22、Red Throated Diver



圖 23、Kentish Flats Extension 離岸風場



圖 24、於 Kentish Flats Extension 離岸風場前在船上合影，背後約一公里遠是
Kentish Flats Extension 離岸風場

(十一)參訪碼頭Ramsgate Port

■ 時間：6 月 25 日（星期四）

■ 英方會談人員：

Dr Jack Giles, Head of Section Offshore Wind APAC, Renewables
Advisory Energy, DNV GL

Robert Brown, Maritime Operations Manager and harbour master, Thanet
District Council

■ 會談紀要：

Ramsgate 隸屬於地方政府單位 Thanet District Council，本次即由該單位的碼頭負責人 Robert Brown 來親自介紹 Ramsgate 的營運與管理。

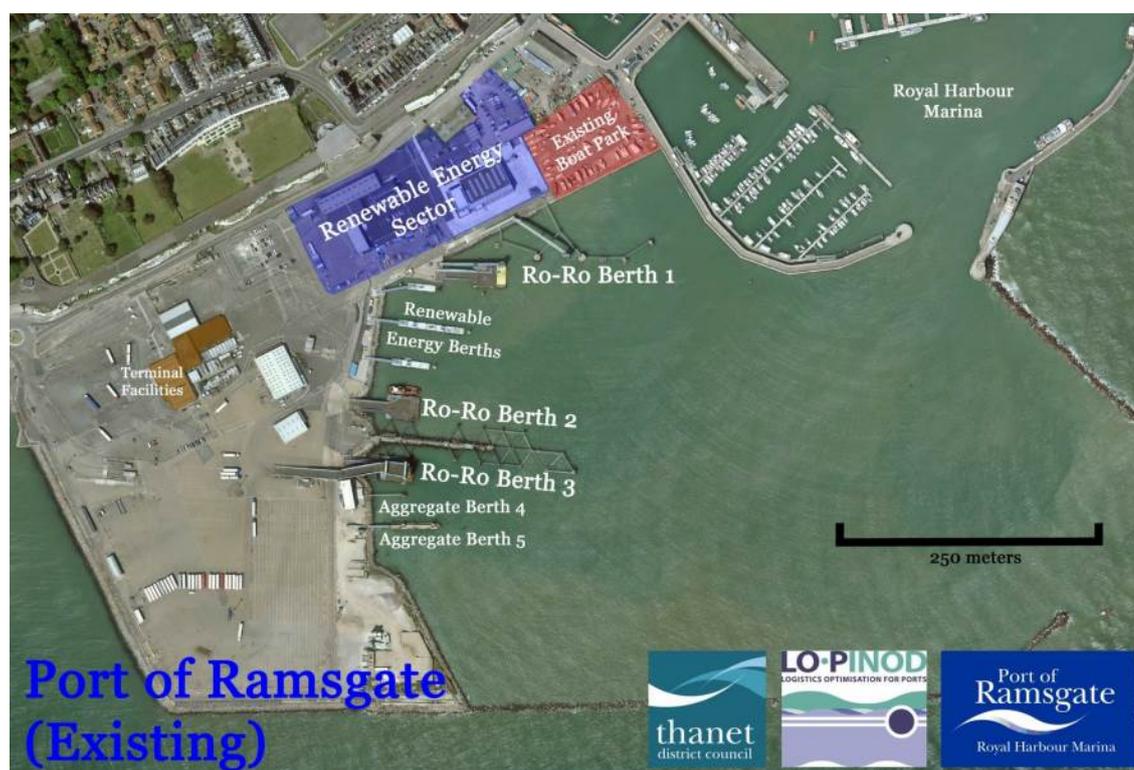
Ramsgate 於英格蘭東南方，是 Thanet 離岸風場（Vattenfall 公司建置）、倫敦陣列離岸風場（London Array）以及 Kentish Flats Extension 的營運與維修基地，該港口也有風場建造公司西門子進駐。由於離岸風場專案牽涉廣泛的專業知識與技能，因此在 Ramsgate 匯集了多元化的團隊，包含土木、機械、電氣、海上貿易、環境、技術與管理技能等方面的專業團隊進駐，因此增加當地更多元的工作機會，提供 25 年工作保證，也增加 4000 萬英鎊的消費量。此外，開發商也與當地漁民合作，讓他們賣油、清理油污、提供船隻維修服務，或人員機具載運服務，創造雙方共存共榮。

在碼頭設計方面，Mr. Robert 特別指出，為了確保船舶進出碼頭效率，零件貨物會先暫存在平底載貨船上，並停泊在港邊，之後再直接送上工作船，藉此也能降低運輸風險。由於 Ramsgate 並非離岸風場專屬碼頭，本身還具有船隻停泊、補給、貿易、漁業、人員及貨物運輸等多元功能，總面積 132,000 m²，港深 7.2 m，承載量 30 tonnes/m²，詳細資料如下：

Port Depth	7.2 m
Entrance Width	160 m
Tidal Range(Springs)	4.6 m
Maximum Vessel Size	LOA:180 m Draught: 6.5 m

	Beam: any
Quay Length	80 m
Quay Loading Capacity	30 tonnes/m ²
Quay Comments	Three RoRo berghs are available with 100T loading on connection infrastructure.
Storage Space Available	101,171 m ²
Suitable Installations Base?	Yes
Suitable Operations and Maintenance Base?	Yes
Can Support manufacturing of..?	Tower, Blades, Foundations, Cables
Supplies..?	Provisions, Water, Fuel Oil, Diesel Oil

資料來源：4C offshore



資料來源：Thanet District Council

圖 25、Ramsgate 設施分佈圖



圖 26、Ramsgate Port 周邊設施現場拍攝



圖 27、參訪團於 London Array 的辦公室前合影

(十二)會談Arup

- 時間：6 月 26 日（星期五）

- 英方會談人員：(圖 29)

Ian Gardner, Global Energy Leader, UKMEA Board

- 會談紀要：

本日前往 Arup 位在倫敦的辦公室，與 Arup 能源部門團隊代表進行會談。Arup 於 1946 年在倫敦由 Mr. Ove Arup 創立，如今在全世界五大區域均設有總部，包含美國、澳洲、亞洲、歐洲以及英國，涉足領域包含能源、水資源、航空、高速公路、鐵路、管理顧問、策略規劃等，其在國際上有名的建設案例為雪梨歌劇院、中國水立方，並為英國建造第一座國際高速鐵路。Arup 能源部門的商業領域包含化石燃料、核能以及再生能源，再生能源方面，則包含陸域風力、離岸風力、海洋能、地熱、廢棄物、生質能等，對於再生能源的可行性與環境調查評估亦具有豐富經驗。

由於 Arup 也提供客戶資產穩定性管理服務，因此本次會談亦特別分享財務管理經驗，提到離岸風場開發 5 大財務風險：法規變化、供應商信用、電纜連接與運作、海上安裝與物流、風機技術與零件（圖 28），而 Arup 不僅提供財務規劃，亦協助申請貸款與融資，並強調關鍵在於借款的策略與如何規劃還錢。

此外，由於 Arup 擅長基礎建設，因此能協助開發商瞭解開發過程那些部分需要補強與維修，以提高風場壽命。另一方面，由於再生能源供電不穩，除了儲電系統外，他們也建議透過建立區域小型電廠，在尖峰時段提供支援，而各種再生能源之間也可以共同規劃互相搭配。

由於此次拜會有時間限制，現場 Arup 難以完整回覆團員提出的問題，故承諾後續將會透過英國在台辦事處與臺灣保持聯繫，期待雙方後續有更進一步的交流。

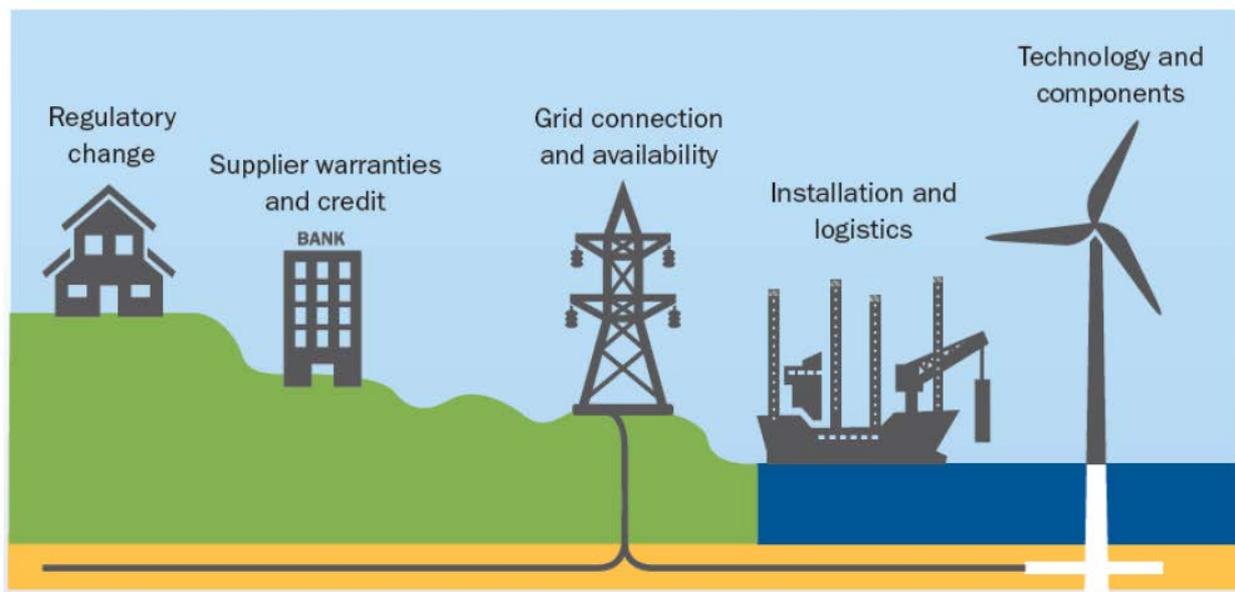


圖 28、離岸風電開發五大財務風險：法規變化、供應商的信用、電力連結、後勤安裝、及技術與零件。



圖 29、拜會 Arup

(十三)會談Lloyd's Register Energy

- 時間：6 月 26 日（星期五）
- 英方會談人員：
Ross Wigg, Vice President Renewables
- 會談紀要：

參訪團最後一間拜訪單位為 Lloyd's Register Energy (圖 30)，對方特別安排在建立於 19 世紀末的歷史建築 (The Colcutt building) 會面。勞氏集團成立於 1760 年，是一家提供工程、技術和商業服務的公司，總部設於英國，於全世界超過 100 個國家都有分部，在臺灣的高雄與台北均設有辦公室，超過 50 位員工。Lloyd's 在能源領域主要提供人員訓練、資產整合、法規驗證和諮詢等服務，也提供環境資源調查與地質工程的服務。目前 Lloyd's Register Energy 即與 Dong Energy 合作進行海洋哺乳類的研究調查。而有關離岸風場認證的討論，Lloyd's 表示英國過去在 Round 1 階段較少進行第三方認證，然而到了 Round 2 與 Round 3 階段則是多數都有進行認證。至於風場開發過程必須進行認證的部分，一般是由第三方先進行風險評估建議，再由風場擁有者或主要開發商來做決定，通常選擇風險最高部分來進行認證。

此外，Lloyd's 也特別介紹他們開發的離岸風場資訊管理系統 IRIS Web Data information Management System，其特色在於讓使用者可以即時透過數據分析每一支風機，甚至包含船隻的數據分析(圖 31、圖 32)。目前 London Array 已經開始使用這套系統。而這種資訊管理除了有助於風場建造，對於後續營運管理也非常重要，可透過其瞭解風場的現況。

會議結束後，Lloyd's 特別邀請參訪團參觀此棟建築的百年會議室，並拍攝團體照 (圖 33)，為本週參訪行程劃下完美句點。



圖 30、拜會 Lloyd's Register Energy

IRIS Web Data and Information Management System

File Edit View Favorites Tools Help

abouttabs IRIS Login (2) 1Derrick. Bringing News, ... IRIS Login Live Ships Map - AIS - Ves... salesforce.com - Enterpris... Offshore Energy Today T... Offshore Magazine Oil an... Subsea World News - The ... SubSeaQ.com Newsletters

Access Files, Documents, Reports, Images, Video

Associated with each asset (via push-pin)

File Explorer

D1 - Surveys & Operations / D1 - Wind Farm Development 2014

Name	Description	Modified
00 - Project Documentation	Procedures, SOW...	4 months
01 - DPR	Daily Reports	3 months
02 - Metocean	Weather, Tides...	3 months
03 - Field Data	QC, Data, Reports...	3 months
04 - Final Report	Reports, Charts, Data...	3 months

Turbines

Installer: OTHER
 Existing (m): 328447.01
 Northing (m): 6042280.43

2 Array Cables

Cable Type: 150
 Cable ID: WFG44-WFG51
 1st Pass Trens: N
 Remedial Com: -116
 2nd Pass Trens: N

Project Overview

User

Data

File Explorer

About

It incorporates four core areas of functionality:

Project Planning

Project Management

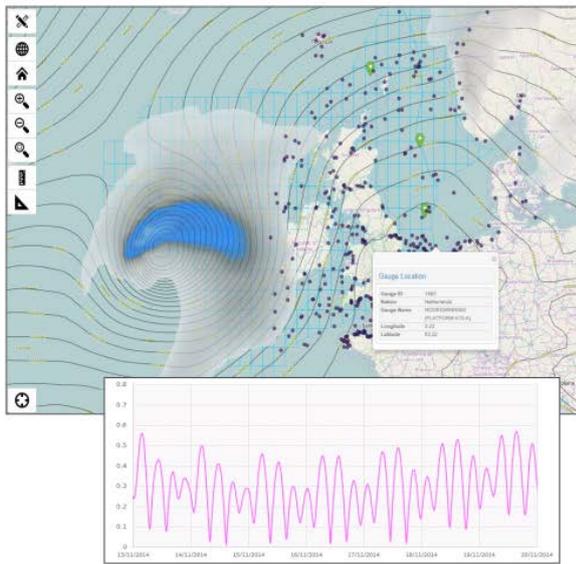
Vessel Tracking

Data Management

Lloyd's Register Energy

圖 31、IRIS Web Data information Management System 介面

Metocean, vessel tracking



Lloyd's Register Energy

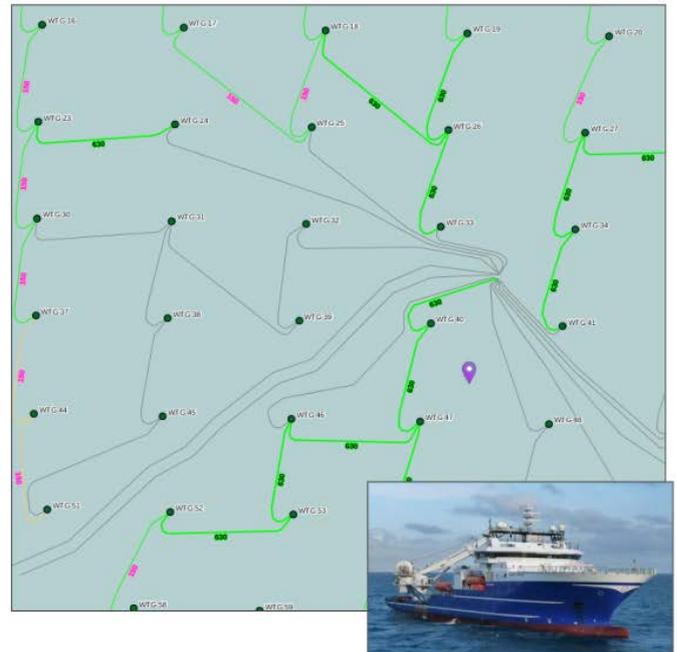


圖 32、IRIS Web Data information Management System 可追蹤船隻路線



圖 33、於 Lloyd's Register Energy 百年會議室合影

三、第 10 屆臺英再生能源圓桌會議（會議紀要）

（一）圓桌會議議程

- 會議時間：6 月 24 日（星期三）13：15～16：30
- 會議地點：Meeting Room 14, ExCel London
- 共同主席：經濟部能源局林全能局長 & Mr. Huub den Rooijen, Head of Offshore Wind, Crown Estate

第 10 屆臺英再生能源圓桌會議議程 The 10th Taiwan-UK Renewable Energy Roundtable Meeting			
13：15	來賓報到		
13：30	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">會議開始 臺英雙方主席開幕致詞 介紹雙方代表</td> <td style="width: 50%;">林全能局長/ 經濟部能源局 Mr. Huub den Rooijen, Head of Offshore Wind, Crown Estate</td> </tr> </table>	會議開始 臺英雙方主席開幕致詞 介紹雙方代表	林全能局長/ 經濟部能源局 Mr. Huub den Rooijen, Head of Offshore Wind, Crown Estate
會議開始 臺英雙方主席開幕致詞 介紹雙方代表	林全能局長/ 經濟部能源局 Mr. Huub den Rooijen, Head of Offshore Wind, Crown Estate		
13：40	播放臺英再生能源圓桌會議十週年紀念影片		
13：45	臺方引言：胡耀祖所長/工研院綠能所 Taiwan Offshore Policy Implementation and Marine Engineering Industrial Planning 英方引言：Mr. Huub den Rooijen, Head of Offshore Wind, Crown Estate Offshore Wind – A Natural Resource		
14：05	討論議題： ◆ 議題一：區塊開發 ◆ 議題二：EPC(包含工程管理與系統認證)□ ◆ 議題三：漁業權		
15：00	休息		
15：20	◆ 議題四：碼頭施工及運維 ◆ 議題五：人才培訓		
16：20	臺英雙方主席閉幕致詞		
16：30	會議結束、拍攝團體照		

(二)英方圓桌會議出席名單

#	Company	Name	Title
1	The Crown Estate	Huub den Rooijen	Head of Offshore Wind
2	Arup	Ian Gardner	Global Energy Leader
3	BMT Group Ltd	Michael Starling	Business Development - Renewable Energy
4	BVG	Kate Freeman	Junior Associate
5	DNV GL	Tim Camp	Head of Turbine Engineering Support & Software
6	DNV GL	Jack Giles	Head of Section Offshore Wind Asia Pacific, Renewables Advisory
7	Fugro	Tony Hodgson	Global Business Development Manager Renewable Energy
8	IT Power Consulting Ltd	Mark Leybourne	Senior Engineer
9	Lloyd's Register	Melvin Zhang	Area General Manager of Greater China
10	Lloyd's Register Energy	Ross Wigg	Vice President Renewables
11	Mott MacDonald	Caedmon Shayer	Renewable Energy Advisor
12	NIRAS Consulting Ltd	Tim Norman	Managing Director
13	Oldbaum Services	Andy Oldroyd	Technical Director
14	PMSS www.tuv-sud.com	Nigel Crowe	International Business Director - Wind - Asia
15	RES Offshore	Peter Stratford	Head of Engineering
16	RES Offshore	Carolyn Heeps	Development Strategy Manager
17	Romax	Ella Lou	Project Manager, Turbine Drivetrain Consulting

#	Company	Name	Title
18	Romax	Alex Pucacco	Project Manager, Offshore O&M
19	Romax	Fraser Morris	Sales Manager, Offshore O&M
20	SgurrEnergy	David Robertson	Director of Business Development
21	SgurrEnergy	Jennifer Jiang	Renewable Energy Consultant
22	Wood Group Kenny	Sylvain Versabeau	Bussiness Manager

(三)臺英雙方引言

1.臺方引言

臺方引言代表：胡耀祖所長/工研院綠能所

臺方引言簡報：Taiwan Offshore Policy Implementation and Marine Engineering Industrial Planning

內容重點摘錄如下：

- (1)臺灣擁有豐富的離岸風力資源，淺海區域（5-20 公尺）約有潛能 9 GW，20-50 公尺深海區域約有 48 GW，大於 50 公尺之深海區域則高達 90 GW，然而實際可開發量共約 15.2 GW（淺海 1.2 GW、深海 5 GW、9 GW）。
- (2)統計至 2015 年 4 月，臺灣共裝置 321 架陸域風機，總裝置容量 637 MW，而 2014 年陸域風電的發電量為 1500 GWh，約占總再生能源發電量 15.2 %。由於臺灣地狹人稠，陸域風電早已趨近飽和，目前已展開離岸風電示範計畫，透過 2012 年 7 月公告之「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，規劃預計 2016 年將會安裝 4 支示範風機，2020 年將會建置 3 座示範風場，共 520 MW。另根據 2015 年 5 月經濟部擴大再生能源推廣目標，2030 年離岸風電預計將達到 4,000 MW。
- (3)在離岸風電示範獎勵補助方面，示範機組補貼上限為當年度風力發電離岸系統躉購費率每瓩裝置容量期初設置成本 50% 為上限，且不得超過示範機組設置總費用之 50%；示範風場則以補助 2.5 億為上限。在躉購費率費率方面，2015 年公告離岸風電躉購電價為每度電 5.7405 元。此外，臺灣今年也將加速離岸風電區塊開發，類似於英國 Round 3，由政府公布可開發潛力場址，以及區塊開發方案，目標是建立可降低開發成本之商業範圍。
- (4)儘管臺灣已針對離岸風電發展完成至 2030 年的時程規劃，但仍有諸多難關尚待克服，除了氣候條件限制、海洋環境與生態保育議題，如今亦特別關切基礎設施、政策支援，以及海洋工程等相關議題。臺灣除了向歐洲國家借鏡，也希望能透過與英方的合作交流，吸取寶貴經驗，以順利朝發展目標邁進。



圖 34、工研院綠能所胡耀祖所長代表臺方進行引言簡報

2. 英方引言

英方引言代表：Mr. Huub den Rooijen, Head of Offshore Wind, Crown Estate

3. 臺方引言簡報：Offshore Wind – A Natural Resource

引言內容重點摘錄如下：

- (1) Crown Estate 負責蒐集匯整所有風場相關資料，包含各種海上活動區域範圍，以建構海洋資源系統（**Marine Resource System, MaRS**），藉此可判定合適之風場開發區域（圖）。然而這些劃定的離岸風場開發區域，並非代表已准許可直接插滿風機，僅是提供一個參考範圍，開發商仍必須依據更詳細的環境資料，來決定風機的設置點。
- (2) 有關離岸風電相關法規訂定，英國主要分為四個面向：海洋空間利用、建造與營運申請、電力傳輸，以及財務支援。其中，Crown Estate 就是負責建立海洋空間利用的相關規定，必須考量選址、利害關係者，以及國土租用區塊。在建造與營運申請方面，則是由政府負責訂定規則，如蘇格蘭外海的風場開發申請，就是由蘇格蘭政府負責制訂。此外，由於開發商必須確保風電能夠順利併聯電網，因此往往會自行建造電纜，以確保風場建好後可以隨時併聯，

然而依照規定發電業者不能擁有電纜，因此交由政府單位 Ofgem 進行拍賣，來決定最終的離岸風電傳輸商（Offshore Transmission Owners, OFTOs），競標管理規則亦是由 Ofgem 來負責訂定，確保降低電力傳輸成本，並具有最高傳輸效益與服務品質。最後有關財務支援的部分，根據 2014 年所推出之價差合約制（Contract for Difference, CfD）即是提供風電投資者有利的誘因而願意投入開發，20 年的合約保障，讓開發商可有效掌握其財務規劃。

- (3)離岸風電在英國已經是相當成熟的技術產業，裝置容量也是世界第一，並為英國產業帶來多重經濟效益。預計 2015 年離岸風電之電力供應比例可達 5%，2020 年將可達到 10%。Mr. Huub 在簡報最後強調達成目標的三大關鍵因素：一、透過政府政策支援讓相關產業能夠有效整合；二、讓利害關係者參與並瞭解每個階段；三、降低成本並讓產業持續成長，而方法包含透過產官學研來研擬策略、進行計畫監測以準確掌握每個階段的資訊，以及產業間的相互合作。



圖 35、英方主席 Mr. Huub 代表英方進行引言簡報

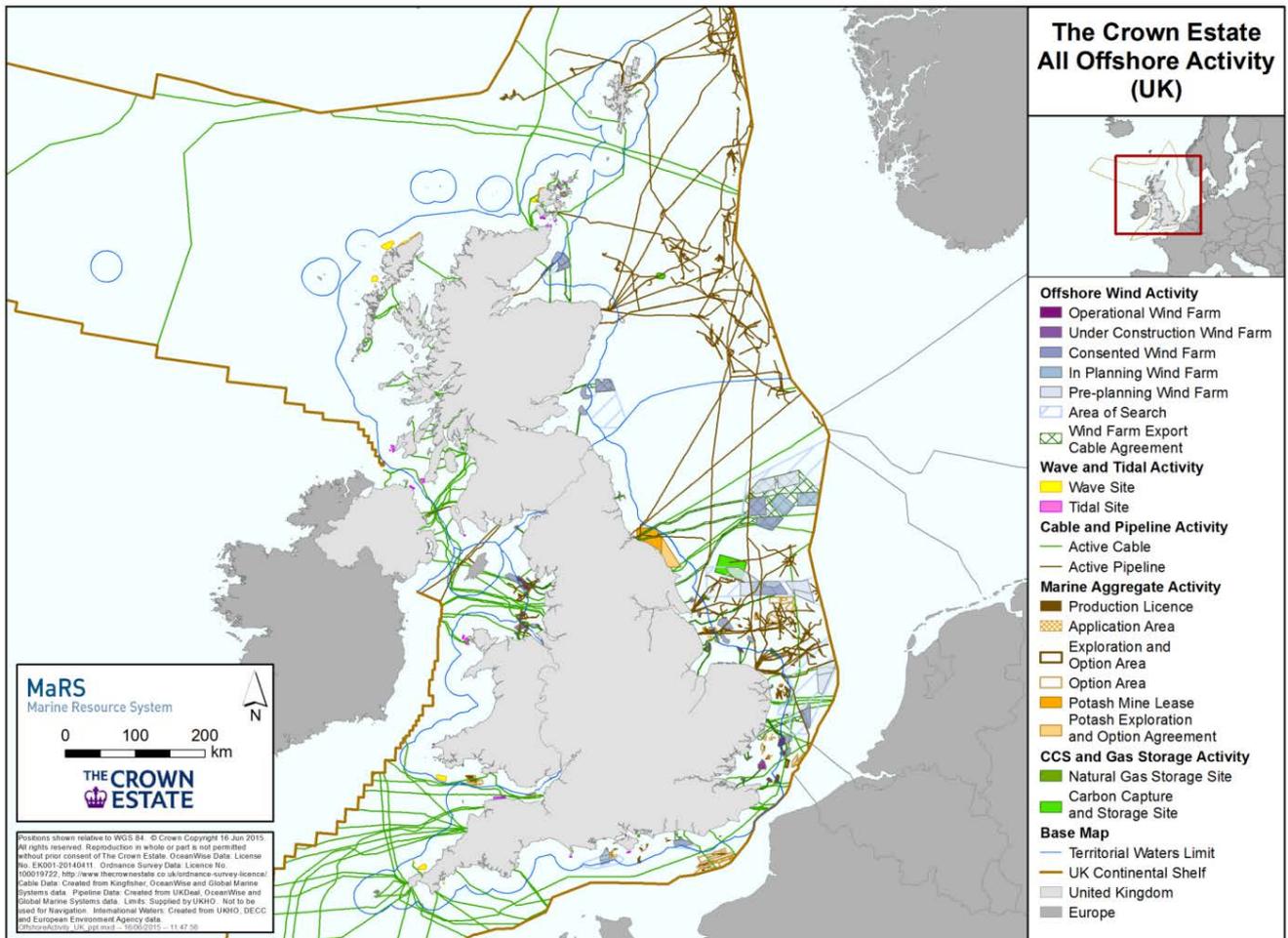


圖 36、英國海上資源系統圖

(四)會議討論摘要

今年討論議題主要包含區塊開發、海洋工程管理、漁業權、碼頭施工與運維，以及人才培訓，討論重點內容如下：

■ 區塊開發

- (1) 應由政府主導決定區塊劃分，決定過程中應與所有利害關係人之進行協商討論，並負責協調排除主要限制條件。決定區塊範圍並公告開放廠商申請開發時，應有明確規定開發商後續展開調查項目，以決定風機安裝場址，避免在過程中任意要求開發商額外進行調查項目，導致嚴重影響廠商原先規劃期程，且難以估算所需投入成本。然而，政府也必須選擇合適的開發商，條件在於其工作團隊必須擁有豐富的風場開發與管理經

驗，並有能力蒐集足夠的環境與生態資訊。

- (2) 英方強調，他們也是透過 Round 1 至 Round 3 的經驗過程來學習且不斷精進。根據英國區塊開發經驗，Round 1 (2000 年) 公告時為示範性質，並未劃定開發區域，僅規定必須於 12 海里之領海範圍以內，每個風場必須間隔 10 公里以上，案子不大，進行速度雖快，但原承接的廠商規模小，往往發生中途產權移轉的狀況。2003 年公告 Round 2，則由政府先選擇三個主要海域區塊，已先排除生態敏感及環境影響區域，再進行可開發區域之公告，徵求有投資意願業者提出開發計畫，此階段案子相對較多且規模較大，然而由於當時沒有進行供應鏈與利害關係者整合，導致開發過程浪費許多時間與金錢。有鑑於此，在 2008 年公告 Round 3 後，除了承襲 Round 2 作法：由政府劃定區域並完成策略環評 (Strategic Environmental Assessment, SEA) 後再公告可開發區域徵選合適開發商，也開始進行供應鏈與利害關係者協商，並將風險管理、降低時間與金錢成本列為目前最重要的策略目標。

■ 海洋工程管理

- (1) 在工程管理方面，英方表示工程成本 (Construction cost) 和風險 (Construction risk) 是相對的，兩者一定要同時考量。然而，所有風險考量中，氣候條件往往會造成很大的影響，卻也是最難以估算的。此外，地質條件的影響也很大，Round 3 就有開發商已投入 2000 萬英鎊後才發現海床不適合安裝而被迫中斷，造成極大損失。但英方也表示，應由政府主導地質勘查工作，而 Crown Estate 即設立地質勘查委員會。
- (2) 開發商進行工程發包，若不採行統包，雖然對各分包商可以擁有直接控制權，但其內部則需要有較多人力來分別進行管理，而過程中往往也需要第三方來協助界定與釐清各專業項目。然而，當選擇統包商時，關鍵則必須確保其能有效協助管理所有下包商可能產生的風險，包含勞安風險，以及所有臨時支出 (包含原本沒有估算的部分)。

■ 漁業權

- (1) 英方建議在與漁民進行溝通前，應先準備完整的研究數據資料，且該資

料必須是透過具公信力之設備儀器蒐集量測的結果，如此一來，大家才有機會可單純針對數據面來進行理性的溝通討論。英方也表示，目前已有開發商利用高科技儀器或追蹤器來偵測魚群，以瞭解風機設置對於魚群數量的影響（也可能有聚魚效果）。

- (2) 英國政府於 2002 年即成立相關單位（The Fishing Liaison with Offshore Wind and Wet Renewables Group, FLOWW）專責處理漁業與離岸風電之間的競合問題，並提供雙方相關資訊以利溝通協，甚至建立指引（FLOWW Best Practice Guidance for Offshore Renewables Developments: Recommendations for Fisheries Liaison）協助開發商與漁業團體達成共識，同時亦規範業主執行相關措施，以符合漁業團體需求。而此透過成立專門單位來解決漁民問題的作法，較能讓漁民覺得其意見受到尊重（相關討論於 6 月 22 日與 Crown Estate 會談時也有提到）。

■ 碼頭施工與運維

- (1) 英國規定開發商必須先提出供應鏈計畫(Supply chain plan)，其中必須說明含有多少比例的本土供應商，再經由政府認可。然而要求開發商在短時間內組成當地供應鏈並建立其專業能力是相當困難的，因此規範中並無強制要求一定比例之本土供應商。英方表示，在此供應鏈計畫中，碼頭也是重要關鍵，畢竟目前沒有國家僅為了離岸風電而建立新的碼頭（成本太高）。現有的碼頭往往具有多種用途，必須事先與其他單位協調使用相關人力與設備，包含施工船舶的進出管理，甚至於碼頭建立核心團隊，以確保能有效分工。
- (2) 關於離岸風電碼頭的選擇，在國外往往是漁港轉型，而臺灣合適的碼頭原本都是商港，因此使用彈性較低。對此英方的建議是，其實後續風場運維階段需要的港口不大，雖然前期建造工程需要較大的港口，但工期有限，畢竟工程時間有成本考量，往往不會拖太長，因此還是可試著與其他單位進行溝通協調。
- (3) 英方建議應用策略來解決港口狀況，在德國漢堡（Hamburg），西門子就與碼頭所有單位進行策略協商，合資擴建港口。若碼頭是私人擁有，談判協調較為單純，但若是政府單位擁有，則必須由政府提早出面與其

他相關單位進行協商。

- (4) 英方分享一相關資訊：國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 已於 2015 年 6 月公告離岸風電碼頭維運相關標準『ISO 29400:2015, Ships and marine technology – Offshore wind energy – Port and marine operations』，其中針對碼頭維運的規劃與工程設計提供全面性的指引，該文件內容包含相關設備系統與流程的設計與細部規範，以保障作業的安全性。

■ 人才培訓

關於人才培訓，各企業有不同的品質要求與規定，如西門子的要求就特別高。英國則有指引提供業者參考，如 RenewableUK 於 2014 年針對大型風電計畫所出版之指引：Health & Safety Training。由於英國企業相當重視勞工安全問題，因此都會建立內部的要求與規範。

四、附件及參考資料

附件一、臺英再生能源圓桌會議英方與會者名片





TUV SUD
8 Latimer Walk
Romsey SO51 8LA
United Kingdom
Telephone: +44 1794 527 500
Mobile: +44 7787 156 923
nigel.crowe@tuv-sud.co.uk
www.tuv-sud.com

Nigel Crowe
International Business Director -
Wind - Asia

TUV®



Michael Starling
Offshore Renewable Energy

Tel: +44 (0)20 8943 5544
Mob: +44 (0)780 3925110
mstarling@bmtmail.com
Skype: michael.starling
www.bmt.org

BMT Group Ltd
Goodrich House
1 Waldegrave Road
Teddington, TW11 8LZ
United Kingdom



David Robertson
MBA, BEng (Hons), CEng, MIET
Director of Business Development

Direct: +44 (0) 141 227 1413
Office: +44 (0) 141 227 1700
Mobile: +44 (0) 7500 602 236
Email: david.robertson@sgurrenergy.com

SgurrEnergy Ltd
225 Bath Street
Glasgow
G2 4GZ, UK



Sustainable Engineering Worldwide

www.sgurrenergy.com

RAPHAZL. RAGGATT@SGURRENERGY.COM

姜雪
可再生能源顾问

+44 (0) 141 227 1413

(40)
峰能斯格爾(北京)
可再生能源科技有限公司

公司: +86 (0) 10 6539 2191 ext. 140
手机: +86 (0) 159 0102 3505
电邮: jennifer.jiang@sgurrenergy.com

中国北京市朝阳区
工体北路甲2号
嘉利中心A座809室
邮编 100027



英国·中国·印度·爱尔兰·加拿大·法国·美国·挪威·巴西·德国



RENEWABLE STRATEGY LIMITED

Elias Dencker FIMechE MIOd CEng
Director

120 Pall Mall, London, SW1Y 5EA
tel +44 207 1010 779 mob +44 755 777 1117
email elias@renewablestrategy.com web www.renewablestrategy.com



Incorporating:
• 3sun
• Dawson Energy
• 3sun Academy
• RPC Controls
• AID Industrial

Our core values:
• We are safe
• We are encouraging
• We are honest
• We are fair

Willie Dawson
Technical Authority

Sandviksveien 62
Bergen
5087
Norway

t: +44 (0)1493 666266
f: +44 (0)1631 567427
m: +47 97433789 / 07810 798745
e: Willie.Dawson@3sungroup.com

www.3sungroup.com

www.nirasconsulting.co.uk

P: +44 (0) 1223 803 749

United Kingdom

Cambridge CB3 0AU

51 Giles Court, 24 Castle Street

NIRAS Consulting Ltd

E: dss@niras.com

M: +44 (0) 7714 101 840

N: +44 (0) 7714 101 840

Dr Damon Stanwell-Smith
Marine Environment Team Leader

NIRAS COPY PLEASE!

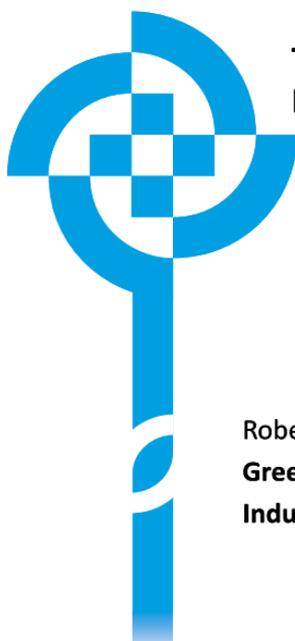
kgf@bvassociates.co.uk
www.bvassociates.com
follow us @bvassociates

tel +44 1793 752 308
tel +44 1793 799 064
m +44 7720 598 700

Dr Kate Freeman
MPhy PhD
Junior Associate



BVG associates



Taiwan Offshore Policy Implementation and Marine Engineering Industrial Planning

Thousand Wind Turbines Project

Robert Yie-Zu Hu / Vice President and General Director
Green Energy and Environment Research Laboratories
Industrial Technology Research Institute

Overview

-  Wind Resource in Taiwan
-  Promotion Targets & Strategies
-  Marine Industrial Planning
-  Focus of Cooperation

Taiwan Offshore Wind Potential

Shallow Water (5-20 m)

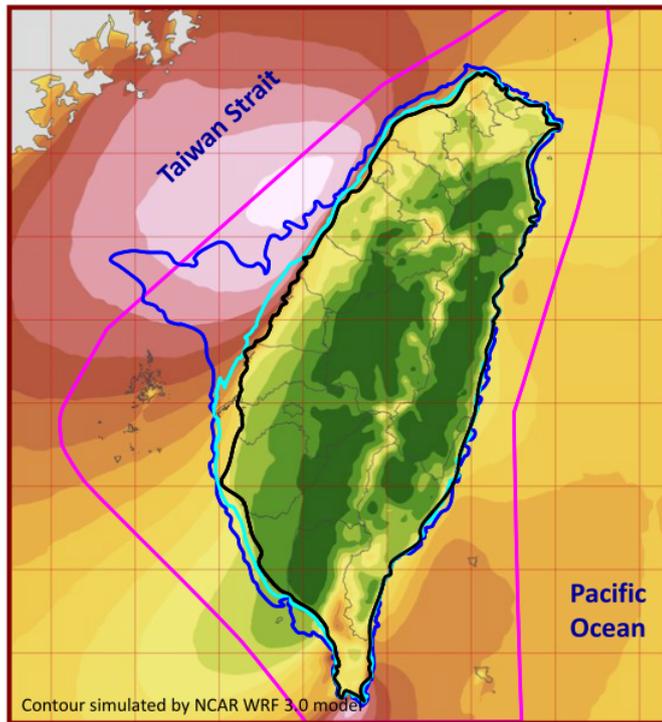
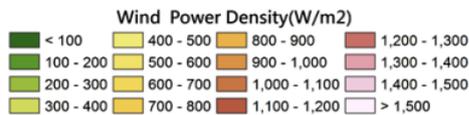
- Area: 1,779.2 km²
- Potential: 9 GW
- Feasible: 1.2 GW

Deep Water (20-50 m)

- Area: 6,547 km²
- Potential: 48 GW
- Feasible: 5 GW

Deeper Water (> 50 m)

- Potential: 90 GW
- Feasible: 9 GW



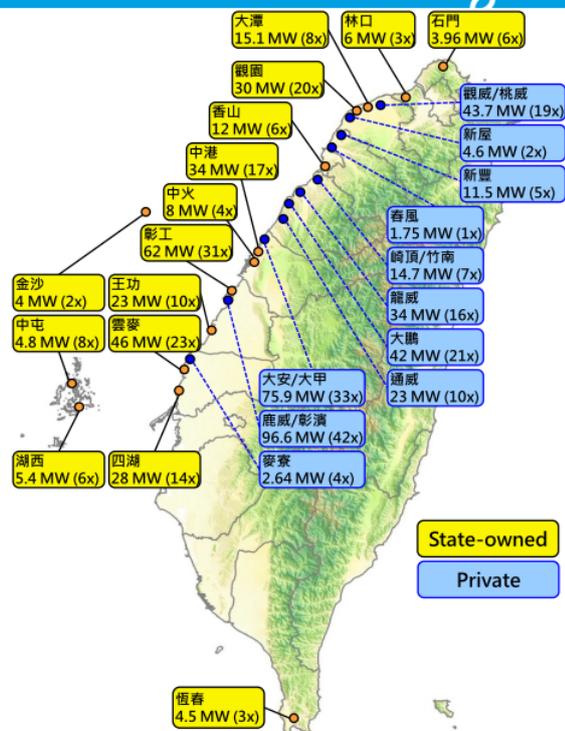
Current Status of Wind Development

Onshore (by the end of Apr 2015)

- State-owned: 161 WTs / 287 MW
- Private: 160 WTs / 350 MW
- Total: 321 WTs / 637 MW
(15.6 % of all RE)
- 2014 Production: ≈ 1,500 GWh
(15.2 % of all RE)

Offshore

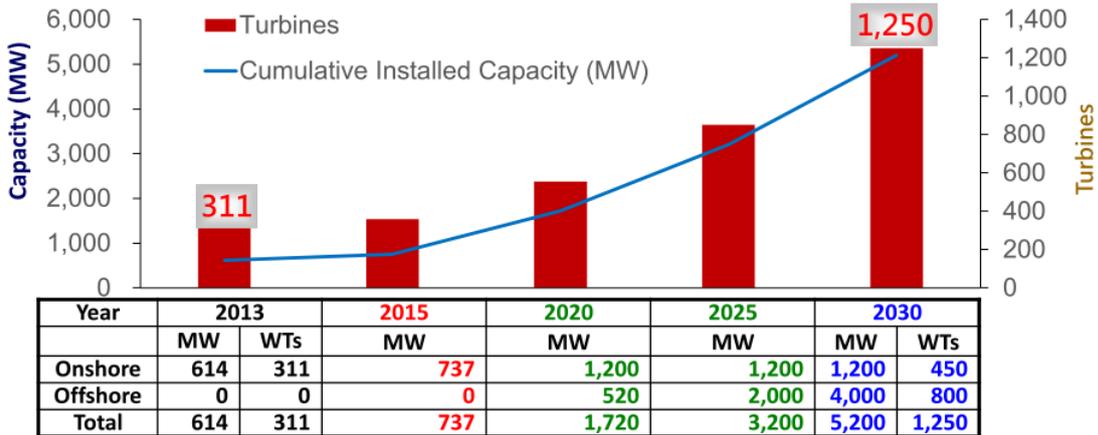
- No offshore wind turbine has been installed yet.



Targets for Wind Power

■ Thousand Wind Turbines Project 千架海陸風力機計畫

- **Short-term Target:** 4 demonstration offshore wind turbines by **2016** (originally 2015)
 - **Mid-term Target:** Offshore **520 MW** (originally 320 MW), total 1,720 MW by 2020
 - **Long-term Target:** Offshore **4,000 MW** (originally 3,000 MW), total 5,200 MW by 2030
- MOEA has raised the long-term offshore target to 4,000 MW on 28th May, 2015**



Strategies for Offshore Wind

■ Feed-in Tariff (FIT) 躉購電價

- Onshore: NT\$2.7229 / kWh during 2015
- Offshore: NT\$5.7405 / kWh during 2015

■ Offshore Demonstration Incentive Program (DIP)

風力發電離岸系統示範獎勵辦法

- Officially announced on 3rd July, 2012
- 4 Demonstration Turbines by 2016, 3 Demonstration Wind Farms by 2020
- Government provides subsidy for both equipment & developing processes

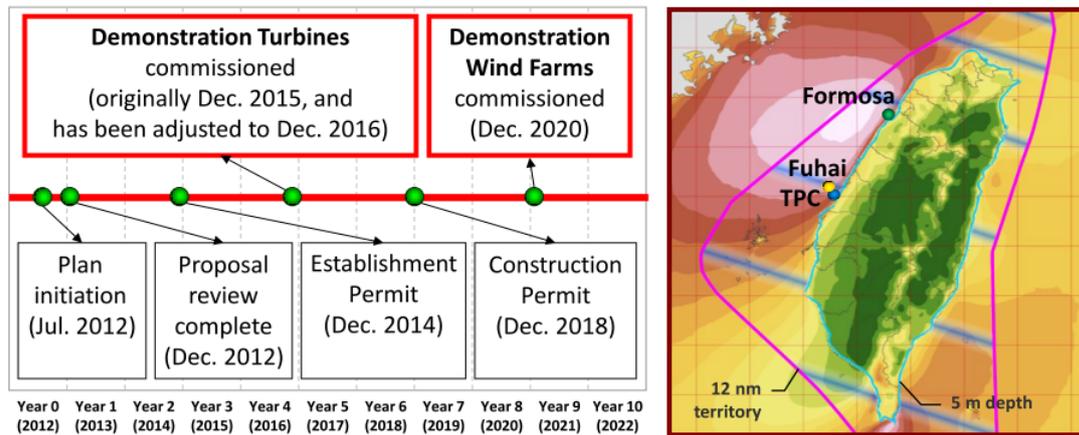
■ Zonal Development (similar to Round 3 of UK) 區塊開發

- Revealing of potential Zones 公開可開發場址
- Announcement of application procedure for Zonal Development 公布區塊開發方案
- Commercial scale for cost down

Offshore Demonstration Incentive Program

3 Demonstration Wind Farms

- Winners (Fuhai, Formosa & TPC) officially announced on 9th January 2013
- Subsidize 50 % cost of the Demonstration Turbines (FIT advances/interest-free loan)
- Subsidize NT\$250M for preparatory (wind mast, EIA, etc.) expense



Specifications & Requirement of DIP

Met Mast 海氣象觀測塔

- Water depth: 10 m or more
- Height: 70 m or more

Demonstration Turbines 示範機組

- Capacity: at least 3 MW each
- Commissioned by 2016

Demonstration Wind Farm 示範風場

- Water depth: 5 m or more
- Capacity: 100-200 MW each
- Commissioned by 2020

Awarded Demonstration Projects

★ Fuhai (福海) @Changhua

- Capacity: 120 MW (30 turbines)
- Distance from Shore: 8-12 km
- Water Depth: 20-45 m

★ Formosa (海洋) @Miaoli

- Capacity: 128 MW (32 turbines)
- Distance from Shore: 2-6 km
- Water Depth: 15-35 m

★ TPC (台電) @Changhua

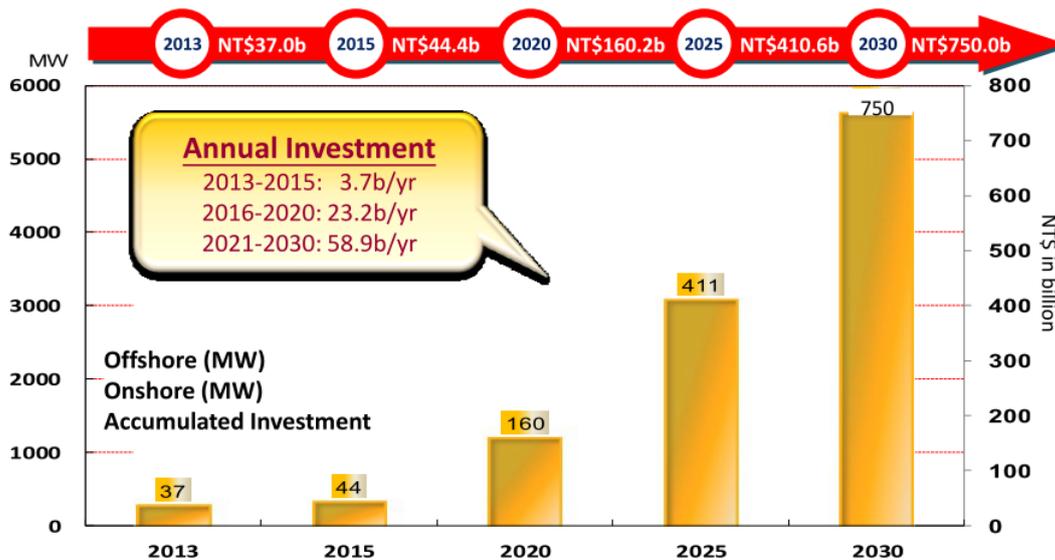
- Capacity: approx. 108 MW (22-36 turbines)
- Distance from Shore: 6-8 km
- Water Depth: 15-25 m



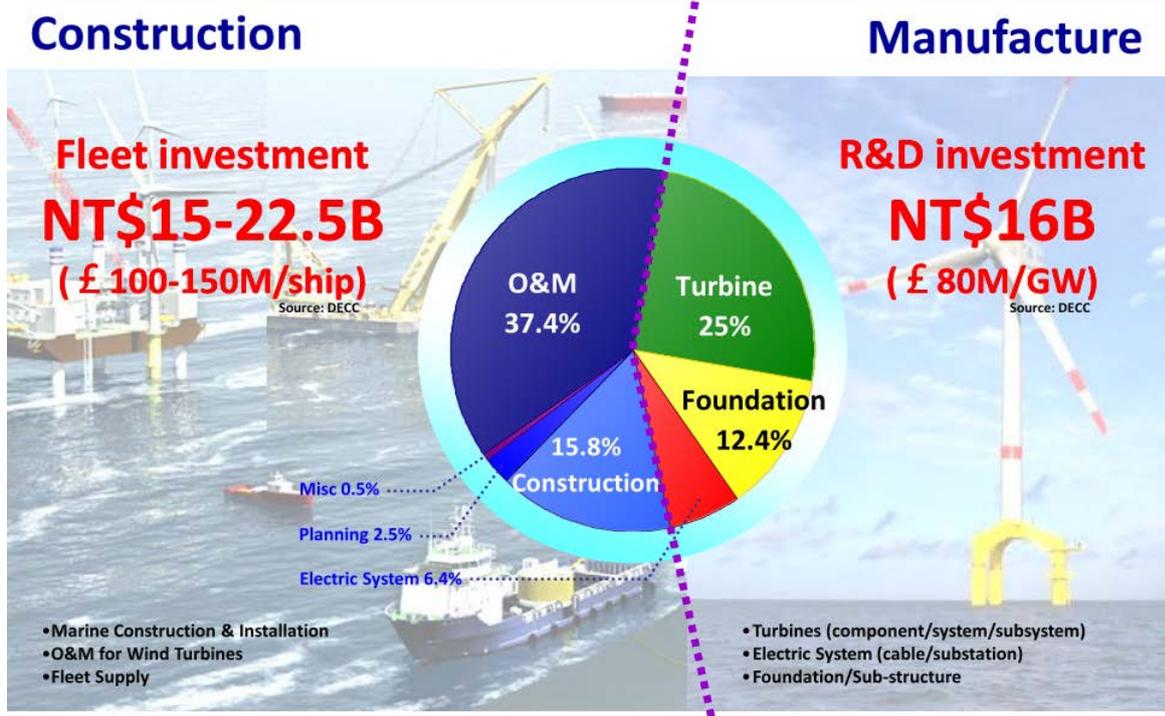
Investment by Developers

■ Offshore **4,000 MW** by 2030 → NT\$750 billion investment

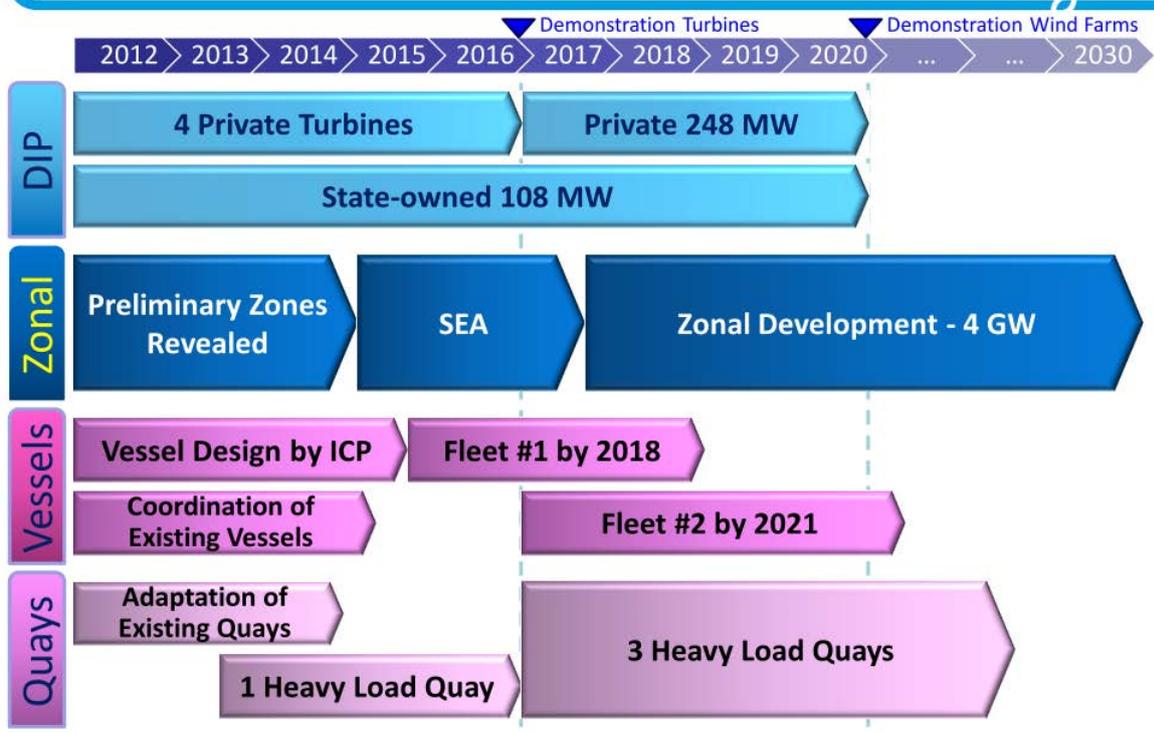
■ Policy → Developers → Service Providers → Manufacturers



Investment by Service Providers



Marine Industrial Planning



Major Challenges

■ Asian Environment

- Turbine design resistant to typhoons
- Foundation design resistant to earthquakes

■ Environmental Impact

- Migrating birds & marine mammals
- Local fishery, navigation safety, and harbor development

■ Infrastructure & Supporting Measures

- Quays, harbor, and offshore wind industrial park
- Consenting processes & inter-department negotiation

■ Marine Construction

- Contract strategies & project management
- Vessel coordination & risk management



附件三、英方引言簡報

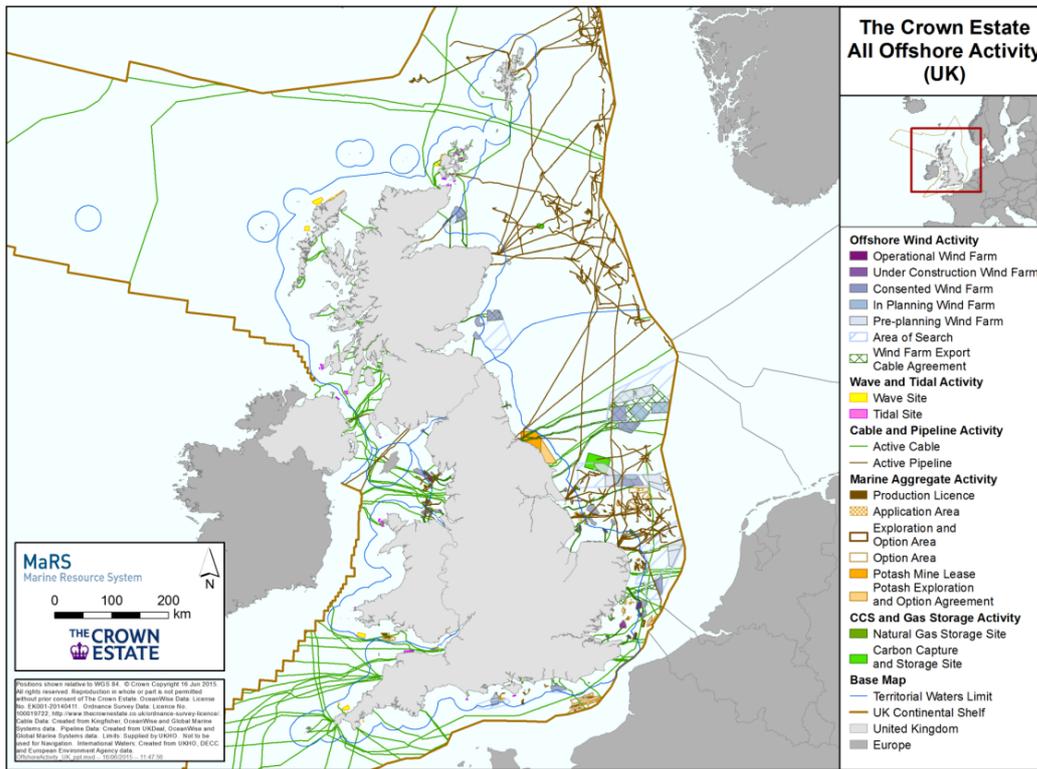
International Interactions of Offshore Wind

■ Successful Experiences of Wind Farm Development

- **Strategy:** demonstration project vs commercial scale
- **EIA solutions:** navigation, fishery, environmental activists
- **Onshore infrastructure:** design of onshore base for offshore wind farm industry
- **Finance & insurance:** project finance and risk management

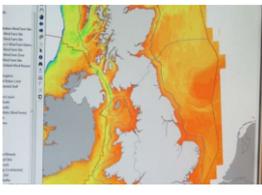
■ Taiwan Offshore Demonstration Wind Farm Project

- **Developers:** general consulting, project management and financial advice
- **Service Providers:** marine construction and O&M
- **Manufacturers:** typhoon-proof design technology



UK regulatory setting



Land rights	Building and operating consents	Transmission	Financial support (CfD)
			
<p>The Crown Estate Site selection Stakeholder interests Leasing rounds</p>	<p>Government Planning authorities</p>	<p>OFTO / Ofgem Electrical infrastructure Developer or Generator build OFTO auctions</p>	<p>Government Energy Policy objectives Competitive tender</p>

Conclusions

- Offshore wind is a successful power technology in the UK.
 - 5% of electricity supply over 2015 (est)
 - Creating economic opportunities
 - Growing to 10% by 2020 (est)
- Government “rolling the pitch”, so the private sector can engage effectively.
- Stakeholder interests should be integrated at every stage of the process.
- Strategic agenda to drive cost reduction and sector growth
 - Government, academia, industry
 - Monitoring programs
 - International collaboration

Further info: <http://www.thecrownestate.co.uk/>



附件四、國內的海洋風電開發公司

一、 上緯集團海洋風電公司簡介

海洋風電公司成立緣於公司發起人上緯企業擬定之「海洋竹南離岸式風力發電計畫」於 2013 年年初獲經濟部能源局認可，評選為「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」之受獎勵開發商，且「海洋竹南離岸式風力發電計畫 21 及 28 號示範機組」於 2014 年 12 月 30 日獲經濟部籌設許可，乃轉投資成立此特殊目的公司，執行示範機組與示範風場開發與經營之後續相關作業。海洋風電公司於 2015 年 1 月 14 日已完成公司之設立登記，實收資本額 NT\$6 億元，前股權由上緯企業 100% 持有。

海洋風電公司計畫開發之離岸風力發電廠位於苗栗縣竹南鎮外海，離岸約 2~6 公里，水深約 15~35 公尺，規劃總裝置容量為 128MWh，且分兩階段進行開發：第一階段示範機組開發，將設立 2 部示範風機，發電容量 8MW，預計於 2016 年年底商業運轉；第二階段示範風場之開發，將增設 30 部風機，總發電容量 128MW，預計於 2019 年年底商業運轉。整體風場開發成本約 NT\$216 億元，規劃資本結構為 30% 來自股東投資與 70% 來自銀行融資。

二、 投資評估考量

(1) 風場場址具地點優勢

海洋風場場址離海岸線距離約為 2~6 公里之間，對比歐洲近期興建中或通過開發許可之離岸風電場，離岸距離多在 20 公里以外，甚至達 100 公里外。海洋風場離岸距離近，不但可免除海上變電站之興建，減少海纜佈置，降低施工難度，並且降低控管運轉維護費用與風險。海洋風場之水深 15~35 公尺，與歐洲大部份風場相當，對於專業施工團隊來說，此水深條件之施工技術已相對成熟與可靠。

(2) 風場之風力資源豐富

台灣海峽沿岸受季風影響，為全球風力資源極豐富之地域。根據國外研究機構 4C Offshore 之統計資料，目前風況最佳之前十大規劃開發中風場大多位於台灣海峽兩岸，海洋風場亦名列前十名內。海洋風電公司根據 ITRI 估算之風況資料(平均風速 9.86 公尺/秒，平均風能密度為 1,257 瓦特/平方公尺)，推估風機運轉之滿發小時可達 4,000 小時以上，運轉容量因子可達 47% 以上。

(3) 政府長達 20 年之發電收購保證與穩定躉購費率

海洋風電公司根據「再生能源發展條例」可與台電簽定二十年購售電合約。第一階段兩部風機機組，已於 2015 年 4 月初簽定購售電合約，選擇離岸型風力發電設備階梯式躉購費率，前 10 年適用費率為 7.1085 元/度，後 10 年起適用費率為 3.4586 元/度。

(4) 風場開發之關鍵許可已順利取得

離岸風力發電廠之開發與營運屬於特許行業，海洋風電公司已成功取得設立與營運之多項許可。整體風場開發之環境影響評估已於 2013 年底通過審查。漁民補償協商已於 2015 年 4 月簽訂協商備忘錄，並支付第一筆補償款項。兩部示範機組與台電之併聯計畫，已於 2014 年 10 月獲台電審查通過。

(5) 國際級顧問團隊協助風場開發與風險控管

離岸風力電廠在歐洲地區已具備成熟之開發與施工技術，而亞洲地區離岸風電產業方將起步，資源有限。海洋風電公司為確保第一階段示範風機機組之品質並控管施工風險，聘用歐洲具實務風場開發之專業工程與商務顧問，包括 K2、Mecal、COWI、DNV-GL、Norton-Rose、AON 等協助進行專案規劃、工程設計、品質控管與環安衛監控、保險與專案認證，確保海洋風場之建置能在規劃預算與時程內順利完工。

(6) 工程發包採 Multi-EPC 模式以兼顧成本與風險

海洋風電公司為兼顧離岸風場開發的風險與成本，將借重歐洲顧問之實務經驗，於採購發包時採取 Multi-EPC (Engineering, Procurement, Construction) 原則，由歐洲知名公司設計後，承包商統籌負責各工程的設計、供料與施工。整個工程分成四個發包案：風機設備與吊裝、基樁設備與施工、海纜設備與佈放，以及陸上變電站。第一階段兩部示範風機之採購，除風機向歐洲西門子採購外，其它工程已尋獲亞太地區之可行方案以降低成本，並且將於 2015 年第三季完成簽約。

(7) 本專案之投資具備穩定之現金流與獲利率

海洋風電公司將委託風機供應商西門子提供至少五年之風機運轉維護，且擔保風機每年之運轉妥善率達 95%，確保營運收入之穩定性。同時間，海洋風電公司已委託保險公司進行營運保險規劃，降低不可抗力因素對於營運衝擊之

影響性。在基本模型，資本支出約 NT\$216 億元之假設下，專案內部報酬率（Project IRR）約為 8%，股東權益報酬率（Equity IRR）約為 13%。

參、心得及建議

1. **積極參與、印象深刻：**風力發電是乾淨能源的一個重要選項，全球的低碳替代能比例正逐漸增加，我國在核四封存後，對綠能更加重視，經濟部能源局對於風力能源，尤其是離岸風電，正積極推動國營及民間企業參與，該產業正值萌芽期。此次中油派兩位研究員隨團參訪，讓能源局及其它國、民營企業參訪成員都留下深刻印象。
2. **投資的最佳時機：**經濟部能源局主導推動風電產業，目前已獎勵三家業主投入示範離岸風場，2016 年預計有四架示範離岸風力機開始運轉，預計 2020 年發電量達 520MW，2030 年達 4GW，中油公司若考慮配合政府推動綠能政策，在具有風場潛力的台灣海峽參與離岸風電投資與經營，這幾年應是最佳時機。
3. **投入綠能可提升形象：**投入綠能除了要獲利外，亦可提升公司形象。大型石油公司如 BP，已成立子公司經營綠能，如今已擁有 2.6GW 的總風力發電量，不僅在美國 16 座風力發電場作投資，而且還是主要經營人。
4. **中油公司尚未著力於離岸風電：**國內產學研著力於風電產業約 8 年，中油公司數年前雖多多少少曾接觸風力發電，但一直未有具體及深入的進展。未來可考量逐步參與離岸風電產業之相關會議與研討，並指派專責人員或工作團隊進行研究及評估。
5. **中油公司的相關專業：**採探部門略涉海事工程及海底地質，對地質調查及鑽井平台設計具有中等程度的專業，唯以往此類工程之施工與設計亦多委外，本公司並未擁有船隊及自行施工。中油綠能所在防蝕塗料技術上作過深入的研究，在離岸風電產業鏈中，風力機基座須作強固的防蝕塗漆以對抗惡劣的腐蝕。潤滑油事業部可開發海上風力機適用之潤滑油，以減少風力機因潤滑油劣化所造成的故障，進而減少定期更換潤滑油的次數。
6. **國營事業的角色：**為提高公司綠能環保形象，作離岸投資也是一種選項，若此，本公司可就投資者身份指派專責人員或團隊進行瞭解、接觸，並評估獲利與風險。另一方面則積極培養經營團隊，派員受訓，以進一步積極參與經營，未來甚至可仿 BP 公司成立子公司負責經營，這也是一個策略撰擇。