

出國報告(出國類別：其他)

「2017年赴英國、荷蘭綠能產業參訪團」 出國報告

服務機關：中國輸出入銀行

姓名職稱：王玉晴 副理

派赴國家：英國 荷蘭

出國期間：106年6月5日至6月15日

報告日期：106年9月13日

摘要

政府積極推動能源轉型，規劃2025年達到非核家園目標，並帶動綠能新興產業發展，預計2025年再生能源發電量占總發電量比例達20%，其中太陽光電及風力發電是最關鍵的兩項計畫。針對風力發電經濟部已擬定「風力發電4年推動計畫」（106-109年），規劃短期厚植推動基礎，在4年內達成風力發電累計1,334 MW設置量，並建立中長期治本措施，優化設置環境，進而達成114年4.2 GW（陸域1.2GW、離岸3 GW）的設置目標，希望藉此促進能源多元化及自主供應，並帶動內需、就業與綠能產業發展。

本行為積極配合綠能政策及協助廠商產業發展，特派員參加由國際經濟合作協會、台灣風力發電產業協會及財團法人金屬中心共同籌組之「2017年赴英國、荷蘭綠能產業參訪團」，行程中安排拜訪英國及荷蘭相關離岸風電業者，進一步了解產業現況及運作模式，有助於未來綠能產業業務推展及協助廠商掌握離岸風力發電綠能商機。

目 次

壹、 前 言.....	4
貳、 行程簡介	4
叁、 參訪內容	7
肆、 我國離岸風電發展現況	15
伍、 心得與建議	17

壹、前言

政府積極推動能源轉型，規劃2025年達到非核家園目標，並帶動綠能新興產業發展，預計2025年再生能源發電量佔總發電量比例達20%，其中太陽光電及風力發電是最關鍵的兩項計畫。發展陸上風力發電需要大範圍陸域面積，台灣地狹人稠，能作為風力發電使用的土地趨近飽和，海面上風速較陸上快且風的流動也相對穩定，因此海上離岸風力發電也愈來愈受到世界各國重視。

我國西部海域具有極佳的風力潛能，曾被國際工程顧問公司4C Offshore評定為全世界最優良的海上風場之一，在政府政策大力推動之下，已引起世界著名離岸風電開發商及設備商高度重視，並紛紛進駐台灣尋求與我商合作機會，可見我國離岸風電之發展潛力與商機。

為配合我國政府新能源政策，協助廠商開拓海外市場商機，於本(106)年6月5-15日參加由國際經濟合作協會、台灣風力發電產業協會及金屬工業研究發展中心共同籌組「2017年赴英國、荷蘭綠能產業參訪團」，本參訪團由國際經濟合作協會張宏嘉副理事長擔任團長。訪問期間亦同時參加「台英離岸風能產業研討會」與「第23屆台荷(蘭)經濟合作會議」，另針對離岸風電產業風力機、水下基礎、海事工程、運維機具、電網、綠色金融等等相關議題，加強深度交流與產業合作，安排拜會各產業指標性企業及相關單位，加強雙邊交流與商機媒合。

英國行程除研討會外，並參訪Houlder離岸風電起重設備公司、Green Investment Bank綠色投資銀行、Dong Energy丹能公司、Offshore Design Engineering Limited (ODE)海德益公司及Atkins集團等行程，以擴大雙邊離岸風電產業交流，促進合作商机與投資機會。

荷蘭行程，除參加經濟合作會議外，以風力機組、海事工程組分組參訪，風力機組安排參訪Knowledge Centre WMC測試中心、ECN荷蘭能源研究中心；海事工程組則參訪荷蘭Sif公司並參觀風機安裝船；最後全體團員一同參訪離岸風場Westermeerwind以及11 Beaufort陸上風機等，以實地導覽與體驗進一步了解產業現況及運作模式，可做為未來離岸風電相關產業業務推動參考。

貳、行程簡介

一、參訪行程

本次行程自106年6月5日至6月15日，訪問團於6月5日啟程前往英國倫敦，6月6日至9

日參訪英國廠商，並於6月8日參加主辦單位與英國國際貿易部共同辦理「台英離岸風能產業研討會」暨貿易洽談會；6月11日至15日於荷蘭鹿特丹參訪，並於6月12日參加主辦單位與荷蘭風能出口協會共同辦理「第23屆台荷(蘭)經濟合作會議」暨貿易洽談會；6月14日搭機離開荷蘭返國，6月15日返抵國門，參訪行程如下表：

日期	活 動
June 5 (Mon)	去程 臺灣桃園機場 — 阿姆斯特丹機場
June 6 (Tue)	阿姆斯特丹機場 — 倫敦希斯洛機場 參訪英國 Houlder 離岸風電起重設備公司
June 7(Wed)	Offshore Wind Energy 2017 全球最大離岸風能展覽 展覽範圍：風力發電機、配套設備、能源工程、服務諮詢。 本屆展會預計吸引來自全球 80 多個國家、500 家參展商、約 1 萬名與會者參加，包括政府部門、風電設備製造商、開發商、諮詢服務公司、研究機構、銀行業者、投資者、風電技術專業人士及有興趣開發離岸風電之單位等。 <u>金融組團員</u> 拜訪英國綠色投資銀行
June 8 (Thu)	「台英離岸風能產業研討會」暨貿易洽談會 參訪 Dong Energy
June 9(Fri)	參訪 Atkins 集團(設計、工程和專案管理顧問公司) 參訪 Offshore Design Engineering Limited(ODE)公司
June 10 (Sat)	市政參訪
June 11 (Sun)	倫敦城市機場 — 阿姆斯特丹機場
June 12 (Mon)	「第 23 屆台荷(蘭)經濟合作會議」暨貿易洽談會 「台荷離岸風力發電產業圓桌會議」
June 13 (Tue)	企業參訪(分組進行參訪) 1. 風力機： (1)ECN Wind Turbine Test Site Wieringermeer

	(2)Knowledge Centre WMC Wieringerwerf (test facility for rotor blades and dedicated composite manufacturing) (3)LM Wind Power Global Office Amsterdam (meeting with LM, Pontis Engineering, We4Ce, Mecal) 2. 海事工程： (1)New SIF monopole production facility at Maasvlakte II in Rotterdam (2)參訪鹿特丹港埠碼頭 (3)參觀 Self Elevating Platform 自升式平台船
June 14 (Wed)	參訪離岸風場 Westermeerwind
	參訪 11 Beaufort 陸上風力機
	回程
June 15 (Thu)	回程

二、團員名單

代表團由國際經濟合作協會張宏嘉副理事長擔任總團長，參加團員如下表：

單位名稱	姓名	職稱
中華民國國際經濟合作協會/ 豐群投資控股股份有限公司	張宏嘉	副理事長/董事長
中國輸出入銀行	王玉晴	副理
國泰世華商業銀行	葉麗明	資深業務副總經理
第一商業銀行倫敦分行	鄭昭佑	高級專員
華南商業銀行倫敦分行	黃俊傑	經理
兆豐國際商業銀行倫敦分行	高麗文	經理
兆豐國際商業銀行荷蘭分行	吳秀齡	經理
彰化銀行倫敦分行	劉光武	經理
台灣銀行倫敦分行	霍霖	經理
台灣電力公司再生能源處	林恆山	資深專業工程師
世紀鋼鐵結構股份有限公司	莊健泓	經理

鐘嶽國際企業有限公司	張彛明	總經理
南京科技股份有限公司	張毓宗	專案經理
南京科技股份有限公司	汪操先	特助
財團法人中興工程顧問社	冀樹勇	主任
中興工程顧問股份有限公司	林智彭	技術經理
中興工程顧問股份有限公司	徐偉朝	計畫主任
台灣國際造船公司	余建本	機械廠業務課長
台灣國際造船公司	陳清金	工程師
訊昌有限公司	楊坤錦	協理
船舶暨海洋產業研發中心海洋產業處	周顯光	處長
工業技術研究院(綠能所/資源應用技術組/海洋能技術研究室)	徐仕昇	經理
台灣風能協會 上緯新能源公司	鄭燦然	秘書長
鹿特丹台灣貿易中心	蕭有為	主任
鹿特丹台灣貿易中心	莊彩鳳	專員
中華民國國際經濟合作協會	陸長欣	組長
金屬工業研究發展中心	楊子贍	副組長
金屬工業研究發展中心	吳明修	工程師
金屬工業研究發展中心	陳芙靜	管理師
金屬工業研究發展中心	林怡如	副管理師
金屬工業研究發展中心	郭承宗	副工程師

參、參訪內容

一、英國倫敦

全球最大離岸風電市場為英國，擁有全球40%離岸風電設置量，英國具備廣大的市場規模，良好的風場條件與完善的再生能源推廣制度，該國綠能產業發展成熟，具相當規模，可為我國政府推動離岸風電之參考。

(一) 參訪英國Houlder離岸風電起重設備公司

參訪團於抵達英國倫敦後，第一站即參訪Houlder離岸風電起重設備公司，該公司事業開發經理Mr. Colin Pearce偕同工程總監Mr. Aaron McDougall及資深海事工程設計師Mr. James Russel代表接待，接待人員以簡報方式引領參訪團進一步了解該公司之運作、服務與產品，並就台灣應如何克服天然災害，以及海事工程基樁等實務面問題進行訊息交換意見，並深入探討雙方潛在合作商機，其中中興工程顧問社對該公司所提出之施工排程軟體表達高度興趣並就該軟體細節熱烈討論。

該公司主要提供顧客在離岸風電安裝服務，包括船舶設計、工程及特殊機具打樁服務等建設與運維管理。其服務客層包括電力公司、船舶公司、工程營運商以確保離岸風場專案的安全及成本有效性。

該公司主要機具設備及服務包含：特殊工程及安裝設備、水下基礎及風力機零件之海上固定及處理設備、甲板起重及臂固定設備、海底支架及導引結構及「走動式工作」系統，主要服務包含：船舶評估、海事建造及船舶特性、穩定及動態、海事工程顧問、提供專案管理及團隊支援及R&D專案支援等。



Houlder公司提供之主要設備照片

(二) 參觀Offshore Wind Energy 2017全球最大離岸風能展覽

本次參訪團重點行程之一，為參觀於倫敦舉辦之全球最大離岸風能展覽，全球離岸風電系統市場現況依據全球風能理事會(Global Wind Energy Council, GWEC)調查，2015 年全球離岸風力發電系統市場新增設置量達3.4GW，累積設置容量超過12GW，較2014年成長39%，其中歐洲市場仍為離岸風力發展之重心。

該展覽集結眾多國際離岸風電產業重量級大廠參展，展期中亦針對各式議題舉辦相對應之小型研討會及講座，可藉展覽認識更多國際級離岸風電產業大廠及主要業內人士與其提供之服務資訊，並可依自身需求於展覽中參加多場座談，以獲得更多與業內同行交流機會並挖掘商機。

2017年歐洲風能協會（WindEurope）和英國可再生能源協會（Renewable UK）兩年一次聯手舉辦世界上最大之Offshore Wind Energy 2017全球最大離岸風能展覽，約計1萬名廠商到場參觀，5百多家展商參加展會。本次展覽為製造商、開發人員、供應商(提供公共設施、零件、設備和服務)、諮詢公司、機構(投資、政府和開發機構)、國家館以及其它組織之展示場所。

本次展覽展品範圍包含以下項目：

1. 風力發電機：大型風力發電機、小型風力發電機、風光互補風力發電機。
2. 配套設備：制動系統、控制系統、防腐及吊裝安裝設備、升降系統、海上基礎及平臺、傳動系統、電機、潤滑油（劑）、測量技術、風力測量設備、電力輸出、葉片、螺旋槳、齒輪、軸承、安全系統、塔架、變壓器、類比技術、電纜電腦控制系統、報警裝置、風光互補發電系統、複合材料等。
3. 能源工程：風機設備、風力測試、監控系統；網路傳輸站、移動無線電天線、升級系統、電工電氣測試設備、電纜系統、電纜護套、測試技術等。
4. 服務諮詢：風力協會與基金會、銀行及金融系統、電力投資公司、認證諮詢機構、融資公司、綠色能源公司、電網運營商、安裝服務、保險公司、風場業主、電力公司、出版機構、研究與培訓、維修服務等。

Offshore Wind Energy 2019全球最大離岸風能展覽預計將於2019年11月26至28日在丹麥哥本哈根舉行，屆時將由歐洲風能協會（WindEurope）、丹麥風能協會(The Danish Wind Energy Association)及丹麥風能產業協會(The Danish Wind Industry Association)聯手舉辦，此將會是哥本哈根第3次舉辦該風能展覽，預計萬名展商與參展廠商參加。

(三) 參訪綠色投資銀行Green Investment Bank (GIB)

綠色投資銀行由政府關係部主任Mr. Colin Faulkner、投資銀行部門主管Mr. Edward Northam代表接待，總經理Mr. Mark Giulianotti則隨後由離岸風電展覽會場趕回加入討論。

GIB於2012年由英國政府獨資成立，是全球第一家推動綠色低碳項目融資的銀

行，雖有政府資金挹注，但獨立於政府運作的商業機構，著重在推動離岸風電、廢棄物回收及生質能源、提升能源使用效率、開發再生能源等領域之發展，加速促進英國綠色經濟轉型。

由於這些領域在發展初期，雖具有潛在投資報酬率，但因風險及市場不確定性，大多金融業者採以觀望及疑慮態度，透過GIB率先投入，以政府資金帶動民間投資，並遵循「綠色環保」和「經濟獲利」的雙重原則，透過一套綠色投資風險評估體系（Green Bible）來管理風險。GIB目前已投入34億英鎊，吸引120億英鎊私有資金挹注，迄今已支持近100個綠色基礎設施項目，平均投資回報率大約在10%，以滿足大部分機構投資者的投資回報率需求。

GIB遵循赤道原則，並確保每一個投資項目都滿足以下至少一項綠色目標：減少溫室氣體排放；提高自然資源的有效利用；保護或改善自然環境、保護或改善生物多樣性、促進環境可持續性發展。GIB綠色投資減少的溫室氣體等同於350萬汽車氣體排放量，其創造的再生電力可供510萬家庭使用。

為擴大在英國以外的投資與市場規模，英國政府於2015年啟動了GIB私有化計畫，2017年4月以23億英鎊（約合30億美元）出售給由澳洲Macquarie麥格理資本銀行。為確保綠色投資銀行持續專注在綠色投資方向，英國政府特別在交易中加入「特殊權益」條款，以便在涉及決定投資項目時具有否決權。

（四）出席「台英離岸風能產業研討會」

「台英離岸風能產業研討會」於6月8日假英國倫敦Excel國際展覽會議室舉行，由本團團長張宏嘉與英國國際貿易部顧問Mr. James Beal共同主持，英方代表約20人，我方代表20人，雙方共約40人出席。

研討會中，專題演講及綜合討論主題分別如下：

- 1.專題演講主題：「台灣離岸示範風機計畫」—上緯國際投資控股股份有限公司新能源部門鄭燦然董事長室特別助理。
- 2.綜合討論主題：「離岸風場之碼頭設計與開發」、「離岸風機基座之工業設計與建造」及「海事工程專業技職訓練」。

研討會針對上述專題演講以及綜合討論主題等進行討論，以使英方廠商更了解台灣離岸風電產業現況，並針對此台灣現況之實際需求加以討論，雙方與會者於會議中議論積極。

由於本次研討會議辦理於英國倫敦2017全球最大離岸風能展覽期間並使用展覽會場會議室，故於會後與會者交流熱烈，並參觀英方與會廠商設立之參展攤位，以探討雙方商機媒合之可能。

(五) 參訪Dong Energy丹能能源公司

丹能能源公司由合作夥伴關係部門主管Ms. Marie De Graaf偕同該部門資深經理Ms. Gabriel Mejia、業務開發部門主管Mr. Pierre-Antoine Tetard、資深離岸風電部門工程師及資深市場開發專員Mr. Leon Wu等代表接待訪團，以影片及簡報方式引領參訪團進一步了解該公司之運作，以及風機設計與海事工程團隊等服務介紹，並與訪團成員就台灣應如何打造在地供應鏈、運維團隊以及綠色融資計畫等問題進行訊息交換意見。

合作夥伴關係部門主管Ms. Marie De Graaf並向訪團表示，近日內將來台與台灣在地銀行洽談，詳細介紹該公司業務運作以及目前離岸風電開發計畫案。該公司成立於1972年，2006年DONG與五家丹麥電力公司合併成立Dong Energy，經營風電、生質能、火力發電、石油、天然氣等能源領域。2015年全球員工數6,700名，營業額95億歐元(約新台幣3,470億元)。目前位居全球第一大離岸風場開發商，歐洲市佔率15.6%，截至2016年8月底止，在全球已安裝3,009百萬瓦(MW)離岸風電設置量。

2016年在台灣成立丹能風力股份有限公司，積極投入台灣離岸風電推動，協助國內關鍵廠商建立堅實基礎。同年成立4間籌備處同步進行彰化潛力場址開發(編號12、13、14、15)，總規劃裝置容量達2.4GW。並與工研院簽訂合作意向書，及與彰化縣政府簽訂合作備忘錄，續以進行離岸風電技術研究、培養在地人才及發掘產業合作機會。

2017年DONG Energy與上緯國際投資控股股份有限公司簽署合作協議，投資上緯公司旗下海洋風電35%股份。海洋風電為離岸風力發電場(Formosa I)，資本額10.76億元，規劃苗栗竹南離岸風力裝置容量總計達128MW。海洋風電由丹能風電提供風場開發的顧問諮詢服務，由上緯公司新能源部門主導風場開發與興建。

(六) 參訪Offshore Design Engineering Limited (ODE)海德益公司

海德益公司由專案經理Mr. Stephens Stuart-Matthews偕同工程部經理Mr. Thomas Tsantikos、區域經理Dr. Will Feng、新事業部門組長Mr. Jeff Barnes及機械師兼特許工程師Dr. Wangwen Zhao代表接待訪團，以影片及簡報方式引領訪團了解該公司之運作，以及運維船設計與海事工程團隊等服務介紹，並就如何評估風場發電量、測風塔與氣象預測及分析等問題進行訊息交換意見，中興工程顧問社及鐘嶽國際企業有限公司對該公司所提出之海龍風場開發地震評估及風機生產製造等項目表達高度興趣。

海德益公司為國際石油燃氣及再生能源工程顧問公司，成立於1978年，能提供離岸風場顧問諮詢、工程、採購、專案管理及營運服務。目前在台灣與中興工程同為海龍離岸風力發電計畫(由新加坡玉山Yushan Energy公司與加拿大北方電力

Northland power公司合資) 的業主顧問公司，場址在彰化外海18號(612-696MW)、19號(468-512MW)風場，海龍計畫預計於2023年及2024年正式商轉，估計將可提供1,200MW的電力至國家電網，可大幅降低對核能及火力發電的依賴度。

(七) 參訪Atkins集團(設計、工程和專案管理顧問公司)

Atkins集團由離岸風電市場部門主管Mr. Andy Thmpson偕同業務策略開發部門經理Ms. Una Brosnan及首席地質技術工程師Dr. GruangQuan Xu代表接待訪團，以簡報方式引領訪團進一步了解該公司之運作、海底電纜及其技術服務介紹，並與訪團成員就浮式基礎現階段發展狀況、抗颱風特性及固定式水基礎設計及施工等問題進行訊息交換意見，中興工程顧問社對該公司所提出之工程規劃預算之估算軟體表達高度興趣並交流熱烈。

Atkins集團成立於1938年，在全球具近兩萬名員工，2016年營收為18.6億英鎊，可提供具成本效益之再生能源技術服務，包括離岸風電、水力、生質能、能源廢棄物、太陽光電、潮汐等。自20013年即成為丹能公司合作夥伴，透過標準化設計及降低成本協助進行離岸風電產業革新；2015年與瑞典公司Hexicon設計多台風力機浮動平台，將設置於蘇格蘭北海域的Dounreay Tri專案，2016年中Atkins已著手負責2台風力機平台結構設計及物理模型測試。

(八) 與駐英國代表處林大使永樂座談

駐英國代表處林永樂大使安排於6月9日午間辦理小型座談會，並會同駐英國代表處經濟組李聰貴組長，與訪團團員進行會晤，以了解訪團對於訪英行程成效之初步意見，並配合政府推動五加二產業發展政策之綠色能源科技，徵詢訪團團員針對離岸風電產業包含法規制度面、執行面、技職養成面等方面之看法及意見，鑒於離岸風電產業對於台灣而言為新興產業，各方制度、人才與經驗皆從初始做起，需各單位配合與協調，以達成政府推動能源轉型，2025年達到非核家園目標。

二、 荷蘭鹿特丹

荷蘭在離岸風能發電產業上，無論在風機設計、海事施工或特殊船舶設計等方面都居全球領先地位，因此荷蘭離岸風力發電相關廠商亦為本次參訪重點。

(一) 參加「第23屆台荷(蘭)經濟合作會議」

「第23屆台荷(蘭)經濟合作會議」於6月12日假荷蘭鹿特丹IQIP海事工程公司會議室舉行，由我方主辦單位代表與荷蘭風能出口協會董事總經理Mr. Arjen Schutten共同主持並簽訂聯合聲明，荷方代表約20人，我方代表32人，雙方共約50人出席。大會中，專題演講及綜合討論主題分別如下：

1. 專題演講主題：「台灣離岸風力發電計畫」—台灣電力公司再生能源處林恆山資

深專業工程師。

2.綜合討論主題：荷方邀請到Green Giraffe再生能源融資機構、Baker & McKenzie律師事務所、Rabobank荷蘭合作銀行針對「離岸風電融資經驗分享」、「風險評估」、「綠色金融創新商機與挑戰」及「台灣專案融資面臨的問題」等議題綜合討論。大會針對上述專題演講以及綜合討論等主題進行討論，以使荷方廠商更為了解台灣政府對於離岸風電產業之願景以及發展策略，以及荷方銀行業就離岸風電融資實務經驗分享。

(二) 出席「台荷離岸風力發電產業圓桌會議」

「台荷離岸風力發電產業圓桌會議」由金屬工業研究發展中心(Metal Industries Research & Development Centre, MIRDC) 及荷蘭風能出口協會，於同日下午假Boskalis海事工程公司會議室共同舉辦，由金屬工業研究發展中心楊副組長子賡與荷蘭風能出口協會董事總經理Mr. Arjen Schutten共同主持，荷方代表約30人，我方代表32人，雙方共約60人出席。

大會中，專題演講及綜合討論主題分別如下：

1.專題演講主題：「世紀鋼鐵結構股份有限公司離岸風電計劃與執行」—世紀鋼鐵結構股份有限公司莊健泓經理。

2.綜合討論主題：台荷雙方並針對「兩國離岸風力發電產業推動政策」、「離岸風力產業政策深入探討」及「離岸風力海事工程」等議題交換意見。

大會針對上述專題演講以及綜合討論等主題進行討論，藉由世紀鋼鐵結構股份有限公司實務介紹，以使荷方廠商更為了解台灣離岸風電產業現況，針對此台灣現況之實際需求加以討論，並藉由荷方產業界之實務經驗分享，互相交流交換意見。

(三) 參訪 New SIF monopole production facility

Sif由新市場業務經理Mr. Tom Mansvelders代表接待訪團，以簡報方式介紹該集團業務內容與營運等相關資訊，並以廠房導覽方式引領訪團進一步了解該集團之單樁基礎(monopole)製造過程，與世紀鋼鐵結構股份有限公司及船舶暨海洋產業研發中心就相關機具以及離岸風力產業之港口設備等交換意見，深入探討潛在合作商機。

Sif為離岸風力機水下基礎及石油天然氣平台的領導廠商，已生產1,200支離岸風力機單樁水下基礎，平均每週能生產4支XL大口直徑單樁。隨著未來安裝在深水海域之離岸風力機單機容量達10-12MW，Sif已拓展產能，2016年底已組裝11米大口徑之單樁基礎重達2,000噸。

(四) 參訪Damen修船廠參訪Seajacks公司現役Zaratan號工程船

由GustoMSC離岸風電工程與設計公司自升式平台建築設計部門經理 Mr. Thomas Lerchenmüller代表接待訪團，以實際參訪現役中工程船隻方式介紹工程船隻運作方式，及單樁基礎管安裝操作流程，並詳細介紹工程船艦裝載、運輸、吊裝、

下錨及佈纜的工法，訪團成員於此次登船參訪中收穫豐富。

Seajacks公司現役Zaratan號工程船於2012年，由GustoMSC公司設計之MSC NG5500X款型之巴拿馬國籍船，長度為108.7公尺、寬度為41公尺、深度為7公尺及總承重為10t/m²，並專門服務於風場安裝市場，特別用於惡劣操作環境中如北海南部海域，具有800荷重起重機、2千平方公尺甲板面積，Zaratan號工程船支持建造離岸風場海事工程基樁以及變電站維運等服務業務。

(五)參訪荷蘭境內最大的近岸風力發電廠—離岸風場Westermeerwind

荷蘭離岸風場Westermeerwind由合作公司Windpark Frysiâ及VBMS公司商業經理Mr. Theo Westgeest代表接待訪團，以簡報方式介紹該風場運作內容與營運等相關資訊，並以遊船導覽方式引領訪團了解該風場實際營運狀況，本訪團廠商成員就有關居民與漁民入股風場及風場開發實務經驗等議題交換意見，深入探討潛在合作商機。

Westermeerwind風場於去(2016)年6月21日正式啟用，位於阿姆斯特丹東北83公里處的艾瑟爾湖(IJsselmeer)中，由48部德國西門子製造的風力發電機(Wind Turbine)組成，以矩陣方式分布在離岸500公尺到1,200公尺處。每部發電機可產生3百萬瓦(MW)電力，總發電量可達144百萬瓦(MW)電力，足以供應16萬戶家庭使用。換個說法，足夠供應風場所在的夫利佛蘭省(Flevoland)全省使用，與石化發電相較，每年可以減少18至23萬公噸碳排放。

Westermeerwind風場是由荷蘭風電開發商Ventolines公司負責開發及維運，施工期間帶給了當地居民300工作機會，正式營運則創造了30個工作機會。風場產生的電力除無償提供當地居民使用外，99%的電力則是荷蘭國家鐵路公司透過荷蘭三大電力公司之一Eneco收購，作為火車動力。

荷蘭國家鐵路公司自本(2017)年初開始，所有火車使用風力再生能源，其中三分之一電力即是來自Westermeerwind。荷蘭電力公司Eneco是2016年取得荷蘭國家鐵路公司標案，雙方簽署了一份為期10年的合約。原預計在2018年達成100%風力供電，足足提早一年達標。

風場為造福及回饋鄉里，Westermeerwind運作將近1年後，開放包括於爾克(Urk)東北圩田(Noordoostpolder)以及萊姆斯特蘭(Lemsterland)等鄰近地區的居民及農民申請認購股份及債券，同時支持當地推動永續方案，為小學規劃認識風力發電的教育課程，有興趣者還可以下載一支應用程式(App)，隨時掌握風場的發電情形。

肆、我國離岸風電發展現況

(一)「風力發電四年推動計畫」(106-109年)

行政院於2017年6月1日通過經濟部「風力發電四年推動計畫」，希望藉此促進能源多元化及自主供應，並帶動內需與就業，建構風力發電友善發展環境，展現我國積極推動再生能源發展之決心。

1.目標

短期目標(風力發電四年推動計畫)：預計先開發陸域優良風場，並在淺海進行示範風場，預估4年內達成風力發電累計 1,334MW(百萬瓦)設置量。

中長期目標：開發陸上次級風場，及海岸區塊和深海，預估達成114年4.2 GW(十億瓦)(陸域1.2GW、離岸3 GW)的設置目標。

2.陸域離岸分進合擊，全力推展風力發電

陸域部分：針對已取得許可之開發案及專案，優先協助態度積極之地方政府並推動較具可行性之案場，規劃106-109年累計設置目標約814MW，較105年新增約132MW。

離岸部分：我國因不具開發經驗，且位於多颱風與地震的環境，故推動原則是「前淺後深、先示範次潛力後區塊」，以提供補助協助示範獎勵、引導投入潛力場址案場完成設置，109年累計設置目標約520MW。

3.排除投資障礙，吸引國內外投資

漁業協商機制：去(105)年已發布《離岸式風力發電廠漁業補償基準》；另將提出發電廠及輸配電業提撥「促進電力開發協助金」回饋地方比例，其中有一定比例給漁會或漁民團體使用。

法規調合：經濟部業成立風力發電單一服務窗口，追蹤審查進度、排除申設障礙，並與相關主管機關就行政法規達成共識，未來將同步平行審查，以加快行政流程。

第三方驗證：以國營示範風場作為練兵場域，累積實績後，與國際接軌，搶攻亞太離岸風場。

4.完備離岸風電基礎建設，帶動產業本土化與升級

專用碼頭與產業專區：規劃建置台中港施工碼頭、興達港水下基礎碼頭、彰化漁港的運維碼頭及運維基地，台中港建構產業鏈的產業專區等。

施工船隊：短期將成立海事工程產業聯盟，以既有或購租施工船舶成立船隊，爭取離岸風場海事工程；中長期則新建離岸風機安裝船並成立船隊，投入國內及東南亞市場。

輸配電網：推動離岸風電整體輸配電網建置，109年前將透過台電併聯審核，由業者引接至台電既設陸上變電所；台電統一規劃海纜上岸共同廊道，由風場開發商自行建置海上變電站，滿足風力發電併網需求。

5. 預估帶動之長期效益

降低排碳：以2025年4.2GW設置目標，預期發電量140億度，年減碳量710萬公噸。

帶動產值：潛力場址已吸引外商規劃10.2GW離岸風場，帶動新台幣1.8兆元產值。

創造就業：2025年離岸風電以至少3GW為目標，將新增1萬人次就業。

促成投資：2025年4.2GW設置目標，可帶動投資新台幣6,135億元。

(二) 規劃發展離岸風電三階段

離岸風電開發部分，我國因不具開發經驗，且位於多颱風與地震的環境，故推動原則是「前淺後深、先示範次潛力後區塊」，分成三階段計畫：「示範區」、「潛力場址」、「區塊開發」，以提供補助協助示範獎勵、引導投入潛力場址案場完成設置。

1. Phase 1「示範系統階段」：示範獎勵，提供補助，引導投入

2012年7月3日公告「風力發電離岸風力發電示範辦法」，以經費補助方式，鼓勵業者設置離岸示範風場，已評選出三案(福海公司、海洋公司、台電公司)，提供共 4 架示範離岸風力機組各50 %之設置補助費用。

2. Phase 2「潛力場址作業階段」：潛力場址，公告場址，開放申請

經濟部能源局已於2015年7月2日公告「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，公開 36 處潛力場址基本資料與既有海域資料，總開發潛能概估約可達 23 GW，有意投入離岸風力之業者得自行開發。業者須於 2017年底前通過環評、2019年底前取得籌設許可，俾與區塊開發接軌，若沒有通過環評審議，將由政府收回並主導第三階段區塊開發。

3. Phase 3「區段開發階段」：區塊開發，政府主導，建立產業

以規模經濟帶動自主技術建立及產業發展，區塊內各風場共享開發流程所需資源，加速設置並降低成本。

(三) 發展現況

1. 第一階段三大示範獎勵風場設置業者，海洋風力發電公司已於105年底成功完成2座西門子離岸風機示範機組建置，建立第一階段之里程碑，海洋公司原由上緯企業為原股東，後有麥格里資本(Macquarie Capital) 50%及丹能風力(Dong Energy) 35%之資金、技術合作，2座西門子離岸風機，資本支出30億，其中能源局補助2.5億，無息貸款約4億，另由國泰世華、安泰銀行、法國巴黎銀行提供5年期25億聯貸。總裝置為8MW，可供應8,000戶家庭用電，相當於減排40座大安森林公園吸收量之二氧化碳。

該公司第一階段兩部示範風機於2017年4月28日取得國內首張海上風力發電機組的

電業執照開始商轉，且已與台電簽訂20年售電契約。另第二階段預訂於2019年設置30支風機，預估至少花費160億元，並在當年底啟動商業運轉，合計總發電容量達128MW。

2.另一第一階段三大示範獎勵風場設置業者台電公司之「離岸風力發電第一期計畫」是國內第一個官方離岸風電開發計畫，選定在彰化外海架設18至22支海上風機，計畫為期4年，預計民國109年完工商轉，114年完成第二期計劃，總裝置容量將達1GW，大約等同台中火力發電廠2部發電機組，標案金額上看新台幣160億元，盼能於今年順利決標。同時也希望施工團隊籌組落實本土化的「國家隊」，以加強我國產業鏈之建構，落實市場換取技術策略，建立國內自有技術與關鍵角色，加入離岸風電全球供應鏈，以擴大市場商機。

3.第一階段三家獲選「風力發電離岸示範獎勵」之「福海風力發電股份有限公司籌備處」，原由永傳能源公司、台船公司及世紀鋼鐵結構公司為主要股東，經2017年5月由丹麥哥本哈根基礎建設基金（Copenhagen Infrastructure Partners，CIP）接手福海離岸風電籌備處，在彰化外海3座離岸風場開發工作，總裝置容量約1,500MW，總投資金額約新台幣1,800億元，這也是CIP於亞太地區第一個投資據點。雙方簽署合作備忘錄後，永傳及台船換得風機國產化的獨家供應權，及未來運轉維護商機。

4.第二階段潛力場域方面，公告36個潛力場址中，已有丹麥丹能風力、加拿大Northland Power Inc、新加坡玉山能源、澳洲麥格里及德國WPD、中鋼、上緯、台電等國內外十多家廠商，申請開發22個離岸風場，正在進行環評程序，如全部開發可達10.2GW。若無法通過環評的潛力場址將由能源局收回，直接進入第三階段，由政府進行區塊開發後，廠商再進駐，屆時參與廠商，將重新進行遴選過程。

伍、心得與建議

一、我國西部海域具有極佳的風力潛能，曾被國際工程顧問公司4C Offshore評定為全世界最優良的海上風場之一，政府規劃2025年離岸風電發電規模要達3GW，2030年達到4GW，投入資金加上周邊效益上看兆元，將創造2萬個就業機會，吸引全球主力風場開發商、零組件大廠來台，帶動發展離岸風電的龐大商機，對於離岸風電產業如何產業升級銜接及掌握我國綠能商機為一大機會與考驗。

二、本參訪團因應政府政策、產業需求與發展趨勢，以離岸風電產業專題進行籌劃，結合專業離岸風能展之大型活動，並延伸細分風力機、水下基礎設施、海事工程、工程船、綠色融資、諮詢顧問、風機設計、安裝服務、營運維護、測試與認證、人才培訓等議題，以實地導覽與體驗進一步了解產業現況及運作模式，

有助於金融業未來辦理離岸風電相關授信業務之參考。

三、我國自然環境與產業情勢與歐洲等風力發電產業先進國家不同，我國缺乏完整及長期之海域環境與生態有關資料，且有地震、颱風、土壤液化、鹽化侵蝕等問題，對離岸風場開發經驗豐富的歐洲廠商亦為一大考驗。此外風機打樁、施工船隻往來頻繁亦影響捕魚航道及生態環境，尤其是我國特有之白海豚，已列入極度瀕危的最高保育等級，如何不影響其生態環境已引發保育爭議。於政府大力推動離岸風電開發同時，如何對生態環境的影響降到最低，兼顧海洋動植物保育，為重要之考驗議題，因此面對我國自然環境挑戰，需政府各單位互相配合協調，發展符合台灣特有環境之設備與風場，以達成政府推動能源轉型，2025年達到非核家園目標。

四、根據政府「綠能建設」計畫，預估未來4年內至少可預見離岸風電開發建置之聯貸商機逾兆元，綠色金融議題日益受到重視。離岸風場開發融資模式以專案計劃融資(Project Finance)為主，以開發案本身的現金流量(cash flow)及未來營收作為融資評估重點及未來還款來源，計畫融資期間較長，所已有中長期計畫的現金流不易準確預估之疑慮，建議可委請個別專業領域之離岸風電的顧問公司估算，將專業評估報告作為授信評估參考，為因應綠色金融議題，政府目前亦積極規畫建立第三方認證機制，以有效提高風場營運及財務預估之準確性，協助金融機構強化風險管理。

五、我國處於離岸風電發展初期，離岸風場開發技術門檻高，所需資金龐大，牽涉多方合作，開發過程中面臨多項風險，為降低銀行授信風險，建議透過有經驗的國際專業保險經紀人公司安排廣泛而完整的保險，妥善規劃開發案風險之轉移，參考歐洲經驗離岸風力發電計劃期間長達20年，營運期間政府的政策可能有所改變，進而調整再生能源的補貼及收購價格，連帶使得計劃產生的現金流受到影響，因此政府對綠能產業政策的穩定性亦是離岸風電開發案計劃評估的重點。

六、我國第一階段獎勵廠商海洋風力發電公司於105年底已完成2座離岸風機示範機組建置，並於2017年4月28日取得國內首張海上風力發電機組的電業執照，並開始商轉，我國金融業者仍缺乏離岸風電授信風險之評估及實務經驗，離岸風場開發由於金額龐大，通常由具經驗的外商銀行主辦籌組聯貸案，建議於離岸風場電開發初期，可尋求與國外金融業者合作，參考主辦銀行的相關經驗辦理。為因應我國綠能產業未來長期發展，我國金融業者仍應及早建立風險評估機制及培訓相關人員，以掌握產業發展趨勢。

七、政府為扶植我國離岸風電產業，積極盤點各項政策資源，透過「國家隊」運作

落實施工團隊本土化，目前已有「Wind Team」及「Marine Team」離岸風電國家團隊之建立，其中「離岸風電零組件國產化產業聯盟(Wind Team)」係由中鋼與國內幾家績優機電系統與零組件製造公司組成，引領聯盟成員切入國際風力機系統廠供應鏈。另台船與台電、中鋼、金屬中心、船舶中心、工研院、中國驗船中心及各大工程廠商成立「離岸風電海事工程產業聯盟(Marine Team)」，藉以提升風力機海洋機械工程效率與規劃精準度，建議銀行除與有經驗之國際銀行合作，評估提供開發商長期大額計畫型融資之外，亦可先行透過對離岸風電供應鏈廠商之業務往來，逐步了解離岸風電產業之運作特性及潛在風險，有利於培育綠能專業人才，提高授信品質，俾配合政府政策開創綠能新經濟。

參考資料:

1. 本參訪團主辦單位國經協會之訪問報告。
2. 活動照片如附件。

活動照片



參訪Houlder離岸風電起重設備公司進行交流座談會



參訪Dong Energy丹能能源公司進行交流座談會



參觀2017全球最大離岸風能展覽Offshore Wind Energy



參訪綠色投資銀行進行交流座談會



實地參訪風機安裝船



參訪Sif單樁製造公司



參加台英離岸風能產業研討會



參加第 23 屆台荷經濟合作會議





參訪荷蘭離岸風力發電場 Westermeerwind