

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書

(出國類別：研究)

參加第 2 屆台英再生能源圓桌會議

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：曾裕峰 副處長

派赴國家：英國

出國期間：96 年 10 月 7 日至 96 年 10 月 12 日

報告日期：97 年 1 月 7 日

參加第 2 屆台英再生能源圓桌會議

摘要

英國再生能源技術先進，尤其是離岸風電、生質能應用、波浪發電及海流發電等，實有許多經驗值得國內學習。本次由能源局組團，邀集本公司、台電公司、工研院能環所及機械所等相關單位，至英國實地參觀考察再生能源相關發展，並參加「第二屆台英再生能源(交流合作)圓桌會議」，以瞭解英國領先之發展技術現況，並促進台英雙方之實質合作。

本次參訪團除參加第二屆台英再生能源會議外，同時拜訪多家再生能源研發單位，對於英國在再生能源研究開發的能力留下深刻的印象。同時，對英國在推動再生能源政策時務實的作法有較為深入的了解。

英國海洋能源相當豐富，亦為全球海洋能技術先進國家，由於英國政府積極投入與政策鼓勵，尤其是波浪及海流發電技術的研發更是居世界領先之地位。此行參訪瞭解到 Pelamis Wave Power 公司所研發之 Pelamis 機組，以及 Aquamarine Power 公司所開發的 Oyster 海洋能發電設備，皆已接近商業化應用程度。台灣海洋能源蘊藏豐富，若能妥善開發利用，將可提升能源的自主性，藉由對英國海洋能源技術及應用的多加瞭解，或透過技術交流的增加，促進國際合作的機會；亦可以更具體發展出海洋能源的利用開發規劃，台灣的海洋能發電的相關技術與海洋能產業應可建立起來。

在生質燃料方面，英國公司與國內目前的作法有所不同；因此，如何讓車廠確認 2001 年以前的車輛僅需小幅度修改就可使用酒精汽油，這是需要努力解決的重要課題。而未來決定產品競爭力的另一項重要指標，將是產品生產過程中對環境衝擊的高低，這對我國以出口導向為主的經濟體，絕對是必須未雨綢繆的重點。

參加第 2 屆台英再生能源圓桌會議

目錄

壹、目的	3
貳、行程	3
參、參訪活動紀要	3
一、與英國相關政府部門、協會及廠商進行會談	3
二、參訪 Pelamis Wave Power Ltd.	6
三、參訪 Aquamarine Power Ltd.	8
四、參訪 Centre for Marine Hydrodynamics	9
五、ITRI 與 Garrad Hassan 簽訂合作備忘錄	10
六、第二屆台英再生能源交流合作圓桌會議	12
(一) 主席開幕致詞 & 雙方與會人員介紹	12
(二) 議題一：推動風電與產業發展	13
(三) 議題二：海洋能發展	17
(四) 議題三：企業的未來發展--有關再生能源	19
(五) 會議結論	20
(六) 閉幕致詞	21
七、BWEA29 英國風能協會第 29 屆年度研討會暨展覽	22
八、參觀 Scottish Power 公司 Lanarkshire 風力電場	24
肆、參訪心得與具體成果	25
伍、建議事項	28

壹、目的

英國再生能源技術先進，尤其是離岸風電、生質能應用、波浪發電及海流發電等，實有許多經驗值得國內學習。能源局於去（95）年開始推動台英雙方之再生能源領域技術交流與合作計畫，包括「第一屆台英再生能源交流合作圓桌會議」，以及英國再生能源國際研討會，成果豐碩。為延續去年之成果，今年特地由能源局組團，邀集台電公司、本公司、工研院能環所及機械所等相關單位，至英國實地參觀考察再生能源相關發展，並舉辦「第二屆台英再生能源交流合作圓桌會議」，以瞭解英國領先之發展技術現況，並促進台英雙方之實質合作。

貳、行程

訪問團於 10 月 7 日赴英國倫敦，10 月 8 日開始各項拜會行程，主要圓桌會議安排於 10 月 10 日上午在格拉斯哥 Crown Plaza Hotel 舉行。此次行程如下，

日期	地點	工作內容
96. 10. 7	英國(倫敦)	啟程
96. 10. 8 ~ 96.10. 11	英國(格拉斯哥)	參加第 2 屆台英再生能源圓桌會議及各項再生能源討論研究
96.10. 12	英國(倫敦)	返國

參、活動紀要

一、與英國相關政府部門、協會及廠商進行會談

- 時間：10 月 8 日（星期一）上午 08：00～12：00
- 英方參與單位/人員：貿工部推廣官員 Mr. John Buckley 全程參與

1. 英國貿易投資署 UK Trade & Investment (UKTI)/ Ms. Anne Murrill
2. 英國貿易暨工業部 Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR)/ Mr. Richard Brooks
3. 英國再生能源協會 Renewable Energy Association/ 缺席，由 Mr. John Buckley 代為介紹
4. Greenergy (生質能公司) / Mr. Stephen McCaffrey
5. Eco-positive (低碳排放顧問公司) / Mr. Oliver Blakeman

本次會談首先由 Mr. Buckley 介紹英國再生能源推動目標以及相關推動措施。英國發展再生能源有兩個主要目的：一是保證能源供應；二是完成其 2050 年二氧化碳減排 60% 的目標。英國據此制定再生能源推動目標：2010 年再生能源發電量佔比達總發電量之 10%；2020 年佔比達 20%，屆時再生能源發電裝置容量要分別達到 9.750 GW 和 19.6 GW。為此，英國於 2002 年實施了最新之再生能源推動法案，即《再生能源義務法令》(Renewables Obligation Order 2002)。該法案主要是以再生能源配比義務來進行推動，而再生能源的比例由政府每年根據發展目標、再生能源實際發展情況以及市場情況來訂定。於該法令中具體規定了合格再生能源電力的範圍，主要包括風力發電、波浪發電、水力發電、潮汐發電、太陽光電發電（每月發電量至少達到 0.5 MWh）、地熱發電、沼氣發電和生質能發電等。

英國再生能源協會成立於 2001 年，代表英國再生能源製造商，並以促進英國永續能源使用為宗旨。英國再生能源協會主要任務在於保證擴大英國再生能源生產規模下最佳的立法和整合框架，積極執行策略發展和提供誘因推動政府部門、能源企業、顧問管理、非政府組織等。英國再生能源協會廣泛處理再生能源政策以及特殊能源工業議題，並且與其他貿易協會和非政府組織合作。

接著，英方安排 Greenergy 公司簡報該公司在推展生質能的現況。Greenergy 為一獨立油公司，主要生產減少環境衝擊的生質燃料，包括

生質柴油及生質酒精。由於該公司並未在市場上針對生質油料作宣傳，消費者實際上並不清楚其所加的是生質油料或傳統化石油料。這和國內目前的作法不同；因此，英國沒有所謂提高酒精汽油 Rvp 的議題。

Greenegy 公司推出生質油料前已與車廠合作進行車輛適用性的研究，結論是以其目前 E5（5%酒精、95%汽油）為例，並無車輛不適用的問題。相對的國內車廠大都均為 OEM，技術資料需仰賴原廠提供，國內車廠未能對 2001 年以前的車輛提供使用酒精汽油時的保固，自然影響車主使用生質油料的意願，這對國內擴大生質油料市場阻力很大。根據車輛公會之報告，2001 年以前的車輛不宜加用油精汽油，這似乎是在告訴消費者酒精汽油對部份車輛是負面的，造成原先有意願試用的消費者反應延後使用，造成銷量成長不如預期。如何可以讓車廠確認 2001 年以前的車輛僅需小幅度修改就可使用酒精汽油，這是需要努力解決的重要課題。

未來 Greenergy 公司在採購生質油料（生質酒精及生質柴油）時會對供應商的產品從作物種植方法、製造流程及運輸方式等，評估其是否採取二氧化碳減量作為，從而決定該產品的價值。例如同樣是生質酒精，若作物是由開發雨林所得的耕地種植而來，它的價值就遠低於來自原廢棄農田種植者。這樣的評估需要有非常詳細的資料庫及驗證機制。雖然目前這樣的機制尚未成熟但是它傳達的訊息是，未來所有產品的交易，均將被要求降低該產品在生產過程中對環境的衝擊（尤其是對氣候變遷的衝擊）。對環境造成衝擊的高低，將決定產品競爭力的另一個重要指標。這對我國以出口導向為主的經濟體，絕對是政府部門必須未雨綢繆的重點。

最後，Eco Positive 公司提出簡報介紹，說明公司主要業務，其為低碳排放顧問公司，業務範圍包括：針對運輸工具所提供的燃料及能源效率提升，即時車隊及駕駛員監控管理系統，排放量計算，有效降低商旅間造成的廢氣排放，有效提高能源效率，達成高品質碳交易，能源多元化效益…等等。針對排放量部份，Eco Positive 可協助客戶整合現存的數

據資料，並建立完整的環境政策，經過整合與分析，客戶能快速的提出符合 CAPEX requirements 且深具價格競爭力的方案，贏得新訂單，亦能成功降低排放量，及進一步降低成本。現在台設立 Eco Positive Agency 服務東亞地區客戶，提出 CO2 排放量衝擊評估、排放量降低等方案。



與英方代表進行會談

二、參訪 Pelamis Wave Power Ltd. (原為 Ocean Power Delivery Ltd.)

- 時間：10月9日(星期二)上午10:00~12:00
- 英方參與人員：Mr. Max Carcas, Business Development Director

英國海洋能源相當豐富，亦為全球海洋能技術先進國家，由於政府積極投入與政策鼓勵，尤其是波浪及海流發電技術 (wave and tidal current) 的研發更是居世界領先之地位。在波浪發電方面以 Pelamis Wave Power 公司所研發之 Pelamis 機組最接近商業化應用程度，故本次特別安排至該公司位於 Edinburgh 之總部進行參訪。

Pelamis Wave Power 公司 (原為 Ocean Power Delivery) 於 1998 年成立於愛丁堡，開發了名為 Pelamis 的離岸海洋能設施。2002 年 3 月，得

到 600 萬英鎊的創投資金挹注，分別來自挪威、瑞士等國。這也是史上針對海洋能發電產業最大宗的投資案。在 2004 年又得到 Carbon Trust 的 150 萬英鎊資金挹注，2006 年更進一步得到 1300 萬英鎊的資金。

Pelamis 以其離岸發電的技術架構，提供與現今風力發電設施同等級的電力。第一台原型機已完成並在位於奧克尼的歐洲海洋能中心進行測試當中，預計未來海洋能發電會經由單一海底電纜連接多台發電設備，一個標準的 30MW 設備將可提供 2 萬戶家庭使用的電量，並涵蓋一平方公里的海洋範圍。

首先由該公司 Mr. Max Carcas 介紹 Pelamis 波浪發電機，該機組為一長形之半潛式裝置，總長 150 公尺，直徑 3.5 公尺，而總重量達 700 公噸，由四節鏈結之浮筒所構成，三個鏈結點各置有一 250 kW 之發電機組，每部機組總容量達 750 kW。隨後由本團之技術專家與其進行計畫討論，並參觀該機組之製造工廠。



聽取 Mr. Carcas 簡報 Plamis 波浪發電機並進行技術討論



實地參觀 Plamis 波浪發電機工廠

三、參訪 Aquamarine Power Ltd. (海洋能公司)

- 時間：10月9日(星期二) 12:30~13:30
- 英方參與人員：Dr. Sian McGrath, Business Development Manager

Aquamarine Power 公司專注於海洋能的開發，包括離岸及沿岸工程。Aquamarine 已與位於愛爾蘭著名的 Queen's 大學合作 5 年的時間，提供 Oyster 海洋能發電設備，該公司已吸引數家法人投資戶的注意及資金挹注。在 2007 年預計將在 Orkney 的歐洲海洋能源中心 (European Marine Energy Centre) 設立 Oyster 展示設施，隨後也規劃將在蘇格蘭設立展示及測試設施，亦已與歐洲數家廠商洽談合作開發大規模的電力專案。Oyster 的介紹：

- 水力電力技術
- 高可靠度
- 內建系統容錯能力

- 採用模組化工程法及標準料件
- 低資本支出及運轉維修成本
- 將環境衝擊降到最低程度
- 安裝<1天,且100%可以拆解
- 淺海區的海洋能相當於深海區的90%
- 裝置沿著海岸線排成一線



聽取 Dr. McGrath 簡報並進行技術討論

四、參訪 Centre for Marine Hydrodynamics (海洋流體動力學中心)

- 時間：10月9日(星期二)16:00~17:30
- 英方參與人員：Mr. Charles Keay, Laboratory Coordinator
Mr. George Mermiris, Research Fellow

Centre for Marine Hydrodynamics (CMH) 海洋流體動力學中心提供給 NAME (Department of Naval Architecture and Marine Engineering) 進行

大部分的實驗，NAME 在造船工程學術研究及教學機構領域具有相當卓越的領導地位，是由 Glasgow 及 Strathclyde 大學聯合成立。主要研究項目有船舶阻力之量度、拖航物體耐海性試驗、拖航物體流體力學等，附屬研究項目為浪濺區衝擊力試驗研究。而船模拖曳試驗槽是用船舶模型試驗方法來瞭解船艦的運動、航速、推進功率及其他性能的試驗水池。最大長度可達到 4m，也提供船模阻力的量測。

先由 Mr. Charles Keay 概要介紹主要業務，隨後帶領本團成員前去參觀其設備及試驗槽，同時進行試驗研究的解說，與雙方問答討論。



聽取 Mr. Keay 簡報並進行技術討論

五、ITRI 與 Garrad Hassan 簽訂合作備忘錄

- 時間：10 月 10 日（星期三）09：00～09：30
- 雙方參與人員：
 - 台方簽約代表：工研院機械所童遷祥副所長
 - 英方簽約代表：Garrad Hassan 公司 Mr. David Quarton/ Director
 - 見證代表：能源局葉惠青局長與英國貿工部 Mr. Richard Brooks

英國 Garrad Hassan 公司是國際知名專業的風電領域各類軟體的開發商以及風電相關技術顧問商，客戶包括 Bonus A/S、BTM Consult、ECN、Enercon、FPL Energy、Gamesa Eolica、GE WindEnergy、NEG Micon、REpower、Suzlon Energy、Tokyo Mitsubishi、Vestas DWT、World Bank 等 200 多家全球主要風電機組製造商、開發人員、銀行和業主。其服務項目含蓋風力機(含離岸)設計、測試、驗證、風場開發、風場電機工程、風能預測、風場運作等項目，並提供風力發電產業相關產品，例如：提供一陸上、離岸風機設計解決方案之 GH Bladed 軟體，該軟體具有 Windows 界面，操作方便，其運算可區分為正常操作、正常停機、緊急停機、怠速及停機等狀態可精確模擬風力機所受的負載。該軟體並已經國際知名認證機構，德國 GL，認證(2006 年 3 月)通過。

為了加速國內風力機技術之開發，工研院與 GH 公司自 95 年起即開始在風力發電之開發技術上有合作計畫，為了促進未來雙方更為緊密之合作關係，藉由舉辦台英第二屆再生能源交流合作圓桌會議之機會，於兩國負責再生能源推動之長官見證之下，雙方簽署合作備忘錄。期望藉由雙方進一步之技術交流，提升我國風力發電研發技術能量與成果。



工研院童遷祥副所長與 GH 公司 Director Mr. Quarton 簽訂合作備忘錄

六、第二屆台英再生能源交流合作圓桌會議

■ 時間：10月10日（星期三）上午10：00～12：00

（一）主席開幕致詞 & 雙方與會人員介紹

1. 台方主席：葉惠青局長

台方參與單位/ 部門/ 出席人員/ 職稱：

- (1) 經濟部能源局/ 葉惠青局長
- (2) 經濟部能源局/ 再生能源科/ 李君禮科長
- (3) 經濟部能源局/ 能源政策與規劃科/ 莊銘池專員
- (4) 台灣電力公司/ 電源開發處/ 何建輝副處長
- (5) 台灣中油股份有限公司/ 企研處/ 曾裕峰副處長
- (6) 工業技術研究院/ 能源與環境研究所/ 陳發林所長
- (7) 工業技術研究院/ 機械與系統研究所/ 童遷祥副所長
- (8) 工業技術研究院/ 能源與環境研究所/ 黃榮傳顧問
- (9) 工研院機械所/ 風力發電設備技術部/ 張永源經理
- (10) 工研院能環所/ 風力與太陽熱能研究室/ 呂威賢工程師
- (11) 台北駐英國代表處/ 經濟組/ 陳榮驤組長
- (12) 台北駐英國代表處/ 經濟組/ 吳文忠秘書
- (13) 工研院能環所/ 能環技術推廣研究室/ 鄭孟寧副研究員

2. 英方主席：Mr. Richard Brooks

英方參與單位/ 部門職稱/ 出席人員：

- (1) 英國貿易暨工業部 Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR) / Director, Renewable Development & Deployment / Mr. Richard Brooks
- (2) 英國貿工部 (BERR) / Trade Promoter / Mr. John Buckley
- (3) 英國貿易投資署 UK Trade & Investment (UKTI) / Deputy Head, Power Sector Team / Ms. Anne Murrill
- (4) Econnect / Head of Commercial and Regulatory Issues / Mr.

Patrick Smart

- (5) BMT Renewables / Director / Mr. David McSherry
- (6) Garrad Hassan / Director / Mr. David Quarton
- (7) NaREC / Director, Wind & Marine / Mr. Stephen Wilson
- (8) Supergen Marine / Principal Investigator (Professor of The University of Edinburgh) / Mr. Ian Bryden
- (9) Wavegen / Business Development Manager / Mr. David Langston
- (10) Wind Prospect / Commercial Manager / Mr. David Groves
- (11) Mott MacDonald / Divisional Director, Energy / Mr. John Porter
- (12) PMSS / Technical Director / Mr. Nigel Crowe
- (13) 英國貿易文化辦事處 British Trade & Cultural Office (BTCO) / 商務處處長 Director, Infrastructure Projects / 李安鈴 Ms. An-Lin Li

(二) 議題一：推動風電與產業發展

1. 台方引言人：何建輝副處長/ 台電公司

引言簡報：台灣風力發電現況

■ 國家政策及再生能源發展目標

- (1) 94年第2次全國能源會議具體結論，至2020年及2025年，我國能源結構配比再生能源部份分別為4~6%及5~7%，如以發電裝置容量配比言，則分別為10~11%及10~12%。
- (2) 政府公布再生能源發展目標，至2010年風力發電為2159MW，約佔總量5139MW之42%，其中台電目標為516MW。
- (3) 有關再生能源發展條例(草案)，第五條再生能源獎勵總量為6500MW；第六條電業須繳交基金，費用得反應至電價；第八條收購電價部份，陸域風電為2.0元/度，海域風電2.7

元/度。

(4)96年9月1日政府公告「第一階段設置離岸式風力發電電廠方案」，開放容量30萬瓩，每一案5~12萬瓩。

■ 電源開發方案

(1)民國95年底，台灣電力系統裝置容量為3,737.1萬瓩，其中再生能源之佔比僅5.4%（含慣常水力5.1%），以發電量言，95年全年發電量196.57GWh，再生能源部份僅佔2.2%（含慣常水力2.1%）。

(2)台電9602長期負載預測，系統尖峯負載自民國95年之3,206萬瓩增至民國107年之5,012萬瓩，平均年增加151萬瓩，成長率為3.8%。

(3)系統展望自96年至107年，全系統新增容量為2,822.2萬瓩，其中再生能源部份為389萬瓩，約佔13.8%。

■ 台灣風能潛力及開發情形

(1)台灣風力發電潛能理論值為1360萬瓩，陸域部份460萬瓩，海域部份則為900萬瓩。

(2)依據風能潛力，於考慮限制區域、斷層、地震、環保、交通及軍事區域等因數，實際可開發風電容量約為258.2萬瓩，陸域規模138.2萬瓩，海域規模則為120萬瓩。

(3)奉核興建之陸上風機121部，容量共20.6萬瓩，其中112部已完工，容量達18.8萬瓩。

(4)共有約58萬瓩之陸上風力發電計畫正興建及規劃中。

■ 台電風力發電計畫

(1)發展策略

a.持續開發優良陸上風場。

b.陸上廠址漸趨飽和，將漸次開發離岸風場。

c.配合政策收購民營風力發電。

(2)風力一期至三期計畫共興建175部機，裝置容量32.9萬瓩，於93~99年陸續完工，其中約12.7萬瓩已商轉，目前

正規劃第四期計畫；另離島部份在澎湖中屯有 8 部機共 0.48 萬瓩商轉中。

(3) 95 年起正辦理「彰化離岸風力發電計畫可行性研究」，預計 97 年底前完成。

2. 英方引言人：Mr. David Groves / Wind Prospect

簡報內容：首先介紹公司主要業務，Wind Prospect (WP)集團垂直整合風力發電場開發、興建和營運，於 1992 年建成了英國第二個風電場，參與了超過 40 座運轉或興建中的風電場之運作；目前在中國、香港、英國、加拿大、愛爾蘭、紐西蘭和澳洲都設有辦事處。WP 持續在風電場開發、興建和營運，提供高品質服務，同時將該公司的開創精神引進顧問及海洋再生能源領域；為一獨立於製造商、供應商和承包商的專業開發商。接著，說明於世界各地開發離岸風力發電場的情況，如美國東岸 Delaware、上海、香港等處。場址研究、環境評估，以及所面臨的船舶雷達、漁業等問題，都必需列入開發離岸風場之考量。

3. 交流討論（提問與答覆）

(1) Q：台電目前正辦理離岸風力之可行性研究，提出有關測風塔之建立以蒐集資料及其他研究項目包括規劃、工程、環境、電力等各方面需求事項及做法。

A：可行性研究前期如能設立現地觀測塔，實地調查氣象海象地質等資料，對風能評估、風機佈置、結構分析、施工運維等研究事項可作較準確性之評估，否則即要承擔較大之投資風險；未來風機設置工程浩大，採購施工均採分包方式，可委請具離岸開發專業公司協助負責各項工程管理。由於離岸風力開發事涉層面廣泛，台英雙方技術宜以研討、互訪及訓練方式進行交流合作。

(2) Q：由於英國海洋能在海流及波浪發電方面居世界領導地

位，離岸風力發電機組間距至少 500 公尺以上，為有效利用區域面積及天然風力及海洋資源，是否考慮離岸風電及海洋能發電併行開發。

A：離岸風電與海洋能發電併行開發理論可行，亦曾研議可在風機基礎上裝置海流發電機進行發電，惟目前由於海洋能仍在開發先期階段，視技術更趨成熟後應可實現。

(3) Q：為彰顯設置風力發電之貢獻度，台電公司經分析以裝置容量之 6%計其淨尖峯能力；另考量系統穩定度，再生能源佔比以 20%為上限，請提供意見或做法。

A：以技術及經濟觀點，風力發電在再生能源中最具開發價值，但因仍係不穩定電源，一般均不計淨尖峯能力，但如其裝置容量增至一定程度規模，仍有必要考慮其對系統之貢獻度，淨尖峯能力受現場風力及採用機組運轉可靠度等因素影響亦大，以對系統之貢獻度，一般歐美採用裝置容量乘以容量因素計其為併入系統之可靠容量，如 100MW 之風力電廠，其容量因素如為 30%，則相當於一部 30MW 之傳統發電機容量。另考量再生能源之不穩定特性，為維電力系統穩定度，佔比不宜太高，特別是孤立系統，20%應為較合理之數值。

(4) Q：台灣未來離岸以至少可開發容量 1200MW 而言，包括台電及民間未來市場規模龐大，台電考慮切入發展離岸運轉及維護事業，請提供意見參考。

A：以離岸風力開發容量 1200MW 估計，未來 10~20 年估計至少達新台幣 1000 億元以上市場商機，海上風機營運維護費用約佔未來發電價格(KWh price)之 25~30%，且受天候、風機可靠度、設置地點(離岸距離、水深)等因素變動甚鉅，台電有此能力亦可成立專業團隊，配合基地船隻設備等需求進入此項專業技術領域，惟仍需妥為規劃評

估，多具實務經驗後再進一步考量。

(5) Q：英國正積極發展海域風電開發及相關產業，自 2007 年至 2011 年將建置 2070MW 之離岸風電裝置容量，有廣大市場及技術，卻未扶植本土風機廠商，其理為何。

A：歐洲風機廠商信譽良好，產品品質亦佳，且在全球市場佔有率極高，在風機取得及服務方面對英國言不是問題，為離岸風電而設立英國本土風機系統製造公司，可能衍生不公平或其他問題，因英國與其他歐盟國家在經濟財務各方面有很密切之關聯性，惟英國有提供製造風機之主要零組件，如 Siemens 公司在南英格蘭即有風機零組件之工廠。

(6) Q：再生能源產業未來有其看好的前景，英國之電力公司是否有多角化經營投入此方面之案例可供台電發展參考。

A：台灣及英國均四周環海，海洋能源豐富，極具發展潛力，應可朝此方面思考。英國海洋能源科技居世界領先地位，如 Scottish Power 公司在提供潮流發電設備方面，Scottish & Southern Power 公司在波浪、海流發電之技術研發，及 E.ON 公司即將裝設 8MW 之潮流發電計畫，均為英國相關電力公司開發海洋能源或進入其產業之例證，海洋能源之開發，台電公司可與英方多進行交流互訪，尋求未來研發合作之機會。

(三) 議題二：海洋能發展

1. 台方引言人：陳發林所長/ 工研院能環所

引言簡報：台灣海洋能源發展

台灣海洋能源蘊藏豐富，若能妥善開發利用，將可提升能源的自主性，降低對外來能源的依賴，並減少二氧化碳排放量，為減緩溫室效應提供助力。台灣雖擁有可觀之海洋能源，但至今一直未

有明確的利用開發規劃，目前大多僅止於基本海洋資料調查、特性分析、合適場址篩選評估等，在相關的發電技術上則幾乎沒有進展。國際上對海洋能源利用的研發於數十年前開始，除了早已成熟之潮汐發電之技術外，其他新興之海洋能源利用至今已發展出各式各樣的構想與設計，並有數種設計已成功開發，並通過現地測試，成為可商業化之產品。台灣東部沿岸海域至少有四處黑潮能量潛在開發區，由北到南分別是蘇澳外海、花蓮外海、綠島海域、及蘭嶼海域。其中以綠島海域為較易開發之廠址因為該處水深較淺且離陸地最近。現階段進行先期可行性評估，並在技術與經濟效益考量下，認定在綠島西北方建置一座 1GW 的洋流發電廠是為可行的，要能適當地掌握綠島龐大的洋流能量，建議進行詳細的可行性評估。而在大規模開發前，政府需要帶領規劃建置示範電廠，運轉成功後，台灣的洋流發電的相關技術與海洋能產業即可建立起來。

討論建議

建議針對海洋能評估部分，是否建立台英合資計畫，台方可提供 50% 研究經費，由英方提供技術，雙方合作共享技術及各項資源。

2. 英方引言人：Professor Ian G Bryden/ Institute for Energy Systems, The University of Edinburgh

簡報內容：英國政府於 2004 年 8 月提供 5 千萬英鎊經費推動波浪及潮汐能，同時也透過研究計畫補助來支援波浪及潮汐能專案。海洋能專案亦為“再生能源義務購買額度”中所列舉的再生能源類型。英國發展中的海洋能技術設備有：

- Wave Hub—為了發展陣列式波浪能設施而建置；
- LIMPET (Wavegen)—500kW，設置在 Islay 島沿岸的設備；
- Pelamis (Ocean Power Delivery Ltd.)— 750kW，為大型的離岸海洋能設施，目前在 Orkney 島的 EMEC 測試中；
- SeaFlow (Marine Current Turbines Ltd.)— 300kW，垂直地深

入海床擷取波浪能；

- SuperGen—從實驗槽到開放式海域，進一步了解裝置與海洋互動情形。降低投資者對於開發專案效益的不確定感，進一步提升新開發海洋能裝置的實際效能。

討論回覆

雙方可能在海洋能技術方面有合作的機會，未來可再進一步瞭解，希望雙方政府或是公司皆能持續進行交流，期許在未來有具體發展的合作方案。

(四) 議題三：企業的未來發展--有關再生能源

1. 台方引言人：曾裕峰副處長/ 中油公司

引言簡報：中油公司發展生質能源與太陽光電

台灣中油公司主要業務為原油探勘、石油煉製、天然氣、石油化學產品、加油站等，在台灣市場皆具有領導地位。對於生質能源與太陽光電皆訂定發展策略；在生質柴油方面，2007年7月開始，中油於桃園縣及嘉義縣市供應B1生質柴油，估計約200座加油站參加；預計2008年7月全國全面供應B1，2010年起全面供應B2。於生質酒精方面，2007年9月於台北市8座加油站開始供應，對象為公務機關車輛，亦開放一般民眾車輛選用；2009年起北高兩市全面供應，2011年起全國全面供應。而在太陽光電部分，中油規劃與國外技術廠商、國內廠商合資，籌建太陽光電上游原料多晶矽生產工廠，年產能3,000噸，預計2011年前完成建廠，另外於永安LNG廠設立冷能發電提供廉價電力。

2. 英方引言人：Mr. Richard Brooks / BERR

議題內容：扼要說明英國再生能源發展，能源供應及二氧化碳減量為其主要目標，再簡述英國於再生能源推動現況，無論在政策、經費等方面，皆投入資源積極地推展再生能源之應用，也希望透過與國外的合作交流，讓此議題更有擴大效益。

(五) 會議結論

1. 台方主席：葉惠青局長/ 經濟部能源局

(1) 推動風力發電國際技術合作

台電公司正積極推動離岸風力發電開發，惟目前仍缺乏相關規劃經驗，在離岸風力計畫之成本、投資風險估算、風力機基礎設計、結構安全分析等方面。希望與英國有更實質密切的合作關係，例如建立一個模式，讓台灣派遣人員至英國再生能源相關機構，或者英方派遣專家至台灣，以長時間訪問的方式，讓雙方再生能源人才能夠相互交流，以促使雙方再生能源技術合作更密切發展。

(2) 促進海洋能技術交流合作

希望台英雙方能進一步增加公司企業之間的合作機會，也希望英方能指派發展海洋能技術的交流窗口，與台方工業技術研究院做長期的交流互動。亦建議以召開研討會或舉辦訓練等方式，進行能源技術交流合作。

(3) 舉辦「第三屆台英再生能源交流合作圓桌會議」

希望明年度台英雙方於台灣共同舉辦「第三屆台英再生能源交流合作圓桌會議」，延續今年度的交流成果，並促成更進一步的合作關係。

2. 英方主席：Mr. Richard Brooks / BERR

很感謝台方代表的積極參與及熱烈討論，英方可以感受到台灣對於推動再生能源發展所投注的熱情，會議中進一步達成推動台英能源合作的共識，對增進雙方之間再生能源發展更密切極具意義。希望能持續進行公司企業之間的交流，在不久的將來發展具體的合作方案。

(六) 閉幕致詞

1. 台方主席：葉惠青局長/ 經濟部能源局

第2屆台英再生能源交流合作圓桌會議，在雙方代表的積極參與及熱烈討論下，即將順利圓滿地結束。感謝所有與會報告者分享他們在再生能源領域的各種專業知識，並對英方盛情款待致上最高的謝意。不過，由於能源發展及能源策略的範圍非常廣泛，無法在短短的時間內完整地加以討論。企盼透過雙方持續的研討與合作，增進彼此的瞭解與利益，並透過已建立的合作機制而達成雙贏的局面。

2. 英方主席：Mr. Richard Brooks / BERR

非常高興能與台方代表分享在再生能源方面的各項議題，也非常期望在不久的將來雙方正式建立合作的夥伴關係，致力於高品質的再生能源發展計劃。



第二屆台英再生能源交流合作圓桌會議—台方主席葉局長致詞



第二屆台英再生能源交流合作圓桌會議—英方主席 Mr. Brooks 致詞

七、參加 BWEA29 英國風能協會第 29 屆年度研討會暨展覽會

- 時間：10 月 10 日（星期三）14：00～16：00
- 拜訪展示單位：
 1. Econnect
 2. Garrad Hassan
 3. NaREC
 4. Mott MacDonald
 5. PMSS
 6. BOMEL Ltd
 7. Wind Prospect

BWEA29 英國風能協會第 29 屆年度研討會暨展覽，重點在於以政治、經濟以及技術觀點探討英國風能、波浪、潮汐能工業；有超過 120

家公司設攤展示活動，同時亦有超過 100 個專題演講，強調風力、海洋能投資的需求與機會，以及產業成長的挑戰與未來。英國風能協會 British Wind Energy Association (BWEA) 成立於 1978 年，是英國風能及海洋能產業的專業組織，有超過 310 個公司會員。英國風能協會於 2004 年將業務擴展到海洋能方面，借用組織以往的經驗以促進其商業化。主要的任務在於提升英國內陸及隣近海域的風力使用，並提供重要的資訊給會員，藉以向政府遊說，並促進風能及海洋能的發展。BWEA 研究並尋找現有爭議的解決方法，亦定期為英國風力產業舉辦研討會，其有一群專業的團隊，每年營業額超過百萬英磅。



訪問團拜訪 Garrad Hassan 公司之展示並進行會談



訪問團拜訪 Mott MacDonald 公司之展示並進行會談

八、參觀 Scottish Power 公司 Lanarkshire 風力電場

- 時間：10 月 11 日（星期四）09：00～11：00
- 英方參與人員：Paul O'Brien, Scottish Enterprise Energy Team

蘇格蘭電力公司 SP 是一個跨國能源公司，以能源成長、安全與服務為經營宗旨。於發展再生能源成長方面，SP 於 2005 年介入再生能源市場，並生產 704MW 新再生能源，成為英國第一大風力發電機製造廠，美國第二大廠。期間增設 130MW 的發電量（97 MW 在 Black Law, Lanarkshire 郡，17 MW 在北愛爾蘭的 Callagheen, 16 MW 在劍橋郡的 Coldham）。在 2006 年 3 月底，所有的風力投資組合總量是 288 MW，490 MW 已在建構，超過 600 MW 陸地和 220 MW 離岸風力農場正在計畫中，正達成在 2010 年所擬訂目標 1000MW 的風力發電。在 Glasgow 南端的 Eaglesham Moor 的 Whitelee 風力農場計畫於 2006 年 4 月作最後審核，工作運轉啟動為 322 MW 將是歐洲最大的，2007 年安裝，2008

年正式啟動。330 百萬英鎊，140 渦輪機的計畫將充分提 180,000 家庭電力所需，相當於整個 Glasgow。這個計畫實現將提供英國在 2010 年達成再生能源替代 10% 電力的試金石。



參訪 Lanarkshire 風力電場

肆、參訪心得與具體成果

一、建立雙方能源合作機會與管道

(一) 台英合作會議

95 年底能源局與英國貿易暨工業部在台灣舉辦「第一屆台英再生能源交流合作圓桌會議」，會議結論達成共識，繼續尋求再生能源發展的交流合作，包括推動風電產業發展等可能的機會，促成了 ITRI 與 Garrad Hassan 在風力發電開發技術上的實質合作關係。此次赴英國舉辦「第二屆台英再生能源交流合作圓桌會議」，增加推動離岸風力發電開發合作與海洋能技術交流的可能性；並參訪相關政府部門（包括英國貿易投資署，英國貿易暨工業部）、風能及海洋能公司等，獲取許多寶貴經驗。亦將共同規劃明年度於台灣舉辦之「第三屆台英再生能源交流合作圓桌會議」，以及相關交流活動。

(二) ITRI 與 Garrad Hassan 簽署雙方合作備忘錄

雙方在風力發電之開發技術上有合作關係，未來亦增加合作計畫，包括軟體技術或是舉辦研討會、訓練等。期藉由雙方技術交流，提升我國風力研發技術與成果。

(三) 推展風力發電合作機制

台灣正準備進行離岸風力發電之開發，惟目前仍缺乏相關建置經驗，可藉取英國離岸風電的豐富經驗，增加台灣推展風力發電的能力。希望與英國有更實質密切的合作關係，雙方亦有共識，增進再生能源人才相互交流的機會，以促使雙方再生能源技術合作更密切發展。

(四) 促進海洋能技術交流合作

台英雙方能進一步增加公司企業之間的合作機會，也希望雙方有發展海洋能技術交流的窗口，工業技術研究院會持續做長期的交流互動。亦以召開研討會或舉辦訓練等方式，進行能源技術交流合作。

二、參考英國風力發電未來趨勢

(一) 英國風力潛能優厚，佔歐州 33%強，英國政府設定 2010 年全國電力

供應 10% 將來自再生能源，其中風電部份將佔 8%（陸域 4%、離岸 4%），依據 2007 年版 BTM 報告預測，英國自 2007~2010 年將建置 2,070MW 之離岸風電，屆時其累積裝置容量亦達 2,374MW，不僅是歐洲亦為世界各國之冠，目前其離岸風電裝置容量已達 304MW，僅次於丹麥之 398MW，因此在開發實績、技術及經驗，英國確實均可作為學習及合作對象。

(二) 為了因應氣候變遷與確保能源供應安全性，推動與發展再生能源已成為英國政府之主要施政方向。經過多年來之努力及通過「再生能源義務」(Renewables Obligation) 之政策，英國已從 2001 年再生能源僅提供 1.5% 之電力需求，至 2005 年已有約 4% 之電力供應來自再生能源。根據英國 2003 年發布的「能源白皮書」，英國希望到 2010 年，再生能源能占全部供電量的 10%，2020 年占比進一步提高為 20%，2050 年達到溫室氣體減量 60% 的目標（相較於 1990 年），並邁向低碳經濟社會 (low carbon economy)。為了達成此一嚴肅且艱鉅的任務，英國將發展包括風力發電、生質能、太陽能、海洋能、小型水力發電、氫燃料電池等不同方式的再生能源，矢志達成目標。而由於風力發電技術發展最快速且商業化程度最高，已成為英國達成目標之主要希望所在。

(三) 截至 2007 年 9 月底，英國完成 146 個陸域型風場 (1889.84MW) 及 5 個離岸型風場 (303.8MW)，累計裝設容量達 2193.64MW。為達到 2020 年英國高達 33% 電力需求由再生能源供應之目標，英國計畫於 2020 年完成 20GW 離岸風電累計設置容量之目標。台灣四面環海與英國類似均屬世界級風能資源豐富地區，但同樣地，面臨人口密集且可供岸上風電場營運之選址地點逐漸減少，相當適合離岸型風場之開發。從英國發展風力發電及未來趨勢來看，離岸式風力發電技術可行，可供我國推動離岸風場開發之參考。

三、參考英國海洋能技術發展

英國海洋能源相當豐富，亦為全球海洋能技術先進國家，由於英國政府積極投入與政策鼓勵，尤其是波浪及海流發電技術的研發更是居世界領先之地位。此行參訪瞭解到 Pelamis Wave Power 公司所研發之 Pelamis 機組，以及 Aquamarine Power 公司所開發的 Oyster 海洋能發電設備，皆已接近商業化應用程度。也因政府或法人投資的支持與資金挹注，促使公司更專注於海洋能的技術開發，亦增加與其他國家廠商合作開發大規模電力專案的機會。台灣海洋能源蘊藏豐富，若能妥善開發利用，將可提升能源的自主性，但國內目前大多僅止於基本海洋資料調查、特性分析、合適場址篩選評估等，在相關的發電技術上則幾乎沒有進展。因此，藉由對英國海洋能源技術及應用的多加瞭解，或透過技術交流的增加，促進國際合作的機會；亦可以更具體發展出海洋能源的利用開發規劃，台灣的海洋能發電的相關技術與海洋能產業應可建立起來。

伍、建議事項

本次組團赴英國參訪再生能源（風力能、海洋能），除透過拜會與實地參訪各單位推動再生能源現況與成效外，並進一步瞭解英國在推動再生能源發展過程中，所採行策略、遭遇困難及因應措施等寶貴經驗，對於我國及本公司未來推動再生能源開發利用，均有極大的助益。

1. 由於英國的大力推動離岸風場之開發，已吸引相當多業者提出建設離岸風場之規劃，比較著名者為由 Shell Wind Energy, E.ON UK 及 CORE 等三家所合資預定興建之 London Array，其風場規模高達 1000MW，為目前世界上規劃最大之離岸風場，亦帶動更多英國離岸風力發電之商機，此種由電力公司啟動具大規模且挑戰性之風場開發，頗值得國內思考與參考。
2. 因應英國政府之大力推展與龐大之風電商機，全球主要大型風力機設備製造商均已於英國設立分公司或零組件廠，例如 Vestas（為唯一具備完整製造能量，已佔有英國 38% 之市場）、NEG Micon（2004 年被 Vestas 併

購，設立葉片製造廠)、Siemens (2005 年併購 Bonus，佔有英國 30% 之市場)、GE Energy、Nordex、REpower (於英國設立兩座目前最大之離岸型風力機 5MW)。而美國 Clipper 公司亦宣佈於英國投入 7.5MW 風力機之開發，由於國際大廠相繼地投入英國之風電市場，英國雖無其全球知名自有品牌之風力機設備製造廠，但亦帶動英國風電產業之發展。

3. 由於國際系統大廠相繼地於英國設立分公司或零組件廠，故英國雖無其全球知名自有品牌之風力機設備製造廠，但亦帶動英國風電零組件產業之發展。台灣擁有超過 3,000MW 之市場量，除了可藉此市場量與工業合作機制，建置相關技術與制度，發展關鍵零組件，藉系統大廠力量進入國際大廠供應鏈外，若能因應台灣地區多颱風多地震之特殊地理環境，協助國內零組件相關業者強化風力發電產業聯盟，進行國際合作，引進商機及技術，逐漸建立系統整合能力，促成國內成立主系統廠，開發具抗颱風耐震利基、智慧型風力機控制與性能監測技術之自主性風力發電機設計技術，一方面避免直接引進國外風力機造成可能水土不服外，亦可主導風力機創新產品之開發，有機會以台灣為切入基地，進軍亞太市場。
4. 台灣四面環海與英國類似，均屬世界級風能資源豐富地區，但同樣地，面臨人口密集且可供岸上風電場營運之選址地點逐漸減少，相當適合離岸型風場之開發。從英國發展風力發電及未來趨勢來看，離岸式風力發電技術可行。且英國擁有北海油田等豐富海事工程開發經驗及國際知名之風電技術顧問商，若能借助英國之開發實績與經驗，將可加速國內離岸風場之規劃開發及降低投資營運與開發風險。
5. 我國風電開發潛能理論值總計為 13,600MW (陸域 4,605MW、海域 9,000MW)，考慮限制因子後實際可開發容量為 2,582MW (陸域 1,382MW、海域 1,200MW)，其中海域開發實際容量僅為理論值之七分之一弱；此與台電公司西部海域可建離岸風電容量研究結果之 2,300MW 有甚大差異，此二項評估範圍基礎相同，均為研究離岸 5m~20m 之水深範圍。因此，政府有必要針對國內風電確實開發容量重新評估計算，提供各界應用。

6. 依英國及其他國家經驗，離岸風電開發初期均建立海上觀測塔，進行氣象（至少風速、風向）、海象（至少波浪、海流、潮位）等資料之調查，以供計畫詳細辦理可行性研究，並使離岸風電自最前端之規劃工作至最後端之營運維護部份均減少風險，惟此項調查工作費用龐大，相關工程亦涉及法規、環境、社會各面相之問題，有諸多障礙。因台灣西海岸特具甚優之風能條件，在可大量開發離岸風電之情形下，亦應由政府建立海上觀測塔長期監測氣象海象等資料，以供業界使用。
7. 英國再生能源發展在海洋能方面，特別是海流及波浪發電居世界領先地位，本次參訪相關海洋能公司及參與討論，收穫頗豐。台電公司歷年長期辦理海流、波浪、溫差等發電之調查研究工作，可以英國發展海洋能經驗為借鏡。工研院能環所亦會積極投入海洋能的研究發展，尋求國際技術合作的機會。
8. 在生質燃料方面，英國公司與國內目前的作法有所不同；因此，如何讓車廠確認 2001 年以前的車輛僅需小幅度修改就可使用酒精汽油，這是需要努力解決的重要課題。而未來決定產品競爭力的另一項重要指標，將是產品生產過程中對環境衝擊的高低，這對我國以出口導向為主的經濟體，絕對是必須未雨綢繆的重點。