

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：其他_參訪)

赴英國參訪海事工程技術發展相關院校及研究機構報告

服務機關：行政院國家科學委員會 工程技術發展處

姓名職稱：簡志洪 助理研究員

派赴國家：英國

出國期間：20120818-20120826

報告日期：20121009

參訪摘要

本次赴英國考察海事工程技術發展參訪團乃由國內海洋工程相關領域之五位教授專家，與行政院國家科學委員會助理研究員所組成，由行政院國家科學委員會工程處「海洋工程學門」召集人國立台灣海洋大學系統工程暨造船學系陳建宏教授所帶領。此行參與之教授專家來自於國內不同大學、擁有不同研究專長，包括許泰文教授（國立成功大學水利及海洋工程學系）、呂學信教授（國立高雄海洋科技大學造船工程系）、江茂雄副教授（國立台灣大學工程科學及海洋工程學系）、林炤圭副教授（國立臺灣海洋大學河海工程學系）等專長領域，並於國內海洋工程領域之規劃與發展擔任重要職務、具有高度影響力。本次參訪行程自 8 月 18 日離台出發，8 月 26 日返國抵台。參訪成果豐碩，雙方在學術交流上達到共識並於專業交流中獲益良多，經過本次赴英國考察與參訪，雙邊學術交流與互動，將有利未來台灣海洋工程領域學者參加國際研究計畫，並期望透過雙邊研究計畫之合作以提升台灣海洋工程學術研究之發展及於國際上之可見度。

目次

<u>項 目</u>	<u>頁 次</u>
一、 The Welding Institute (TWI, 英國研究技術中心)	4
二、 National Renewable Energy Centre (英國國家再生能源中心)	8
三、 University of Strathclyde (斯特拉斯克萊德大學)	11
四、 ScottishPower Renewables (蘇格蘭再生能源電力開發公司)	11
五、 Technology Strategy Board (英國技術策略委員會)	11
六、 Offshore Renewable Energy Catapult Centre (離岸再生能源整合開發中心)	11
七、 The Renewable Energy Skills Training Academy (TRESTA) (再生能源技術訓練學院)	15
八、 Whitelee Wind Farm (陸上風力發電場)	15
九、 London Array (英國倫敦離岸風田)	19
十、 心得與結論	22

一、 TWI (TWI 集團，英國研究技術中心)

參訪時間	20120820
參訪地點	Cambridge
受訪對象	TWI Ltd.
參訪成員	陳建宏教授、許泰文教授、呂學信教授、江茂雄副教授、林焯圭副教授、簡志洪助理研究員

參訪內容：

依行程安排拜訪 TWI Ltd. 進行風力發電基塔相關之結構測試與製造設備簡介。並由合作夥伴 NIRAS UK 針對 TWI 與結構整合管理以及監測技術方面進行簡報。

TWI 由 The Welding Institute 所擁有，其總公司設於自身所開發的科學園區 Granta Park(位於 Cambridge 的 Great Abington)，在該園區裡面他們計畫性地網羅了與企業集團相關的公司或生產製造商。該集團規模遍及全球，計有 19 個分公司，截至 2011 年為止在全球共有 2,000 個組織加入 TWI 成為會員並享有 TWI 提供相關的服務。TWI 主要的業務內容為因應會員所提出的問題並進行研究以追求問題的解決方式，另外也進行相關的研究與技術開發，因此，配合其業務服務項目於集團下設置 23 個業務單位以對應相對的業務內容。TWI 企業主要仍是以與材料接合有關的各種技術為主，例如金屬材料的各種焊接技術、檢測與監測方法與設備等，並包含所衍生之材料疲乏與裂縫破壞等研究與試驗，以及管理機制等，目前所服務之對象已擴及石油公司的輸油／氣管路、鑽油平台、鐵路、工程結構、航太結構、風力或海流發電等，同時整合與業務相關的各種測試及監測等技術單位，能夠有效地與學校單位達到長期之合作關係，並提供整合性的服務。

本次參訪主要的行程內容為參訪 TWI 並聽取簡報以及意見交流溝通，同時安排參觀材料

檢測的實驗室。

本次簡報共分為五個主題：

1. 首先針對 TWI 的業務與規模簡報。(Energy Generation & Supply KTN 部門主管，也是本次活動規劃人 Chris Bagley 對 TWI 集團的業務與規模做一簡報讓我們對該集團有一個初步的了解)
2. 相關材料及結構的 Integrity 簡報 (Numerical Modeling & Optimisation, Structural Integrity Technology Group 的經理 Dr. Marcus Warwick)，內容主要是利用不同商用軟體如 Algos 及 Fluent 等進行數值模擬並整合分析，同時，結合現場實地量測以及實驗室測試資料，進行材料疲乏與結構破壞的分析，以及結構生命週期的推估。
3. 材料疲乏與裂縫檢查的非破壞性檢測技術與業務以及現場監測技術與系統建立簡報 (NDT 部門經理 Ivan Pinson)，依據簡報內容，主要是針對可能潛藏的破壞提供評估，同時分析監測資料與管理作業資料進行整合性分析及相關的數值模擬。在此簡報中，也列舉了與再生能源相關之監測作業，包含陸上／海上風力發電機組及海流發電機組之監測系統。
4. 風力發電機組現場非破壞檢測及監測系統簡報 (NDT 部門資深計畫主管 Dr. Slim Soua)，簡報內容針對所開發之監測系統，能夠同時依風力發電機組、葉片及齒輪箱等不同部份實施監測。而為達成監測效能，同時採用了多項監測設備並進行整合性分析。簡報後，相關人員先帶領我們參觀他們的試驗室，包括金屬材料試驗室以及非破壞檢測試驗室。
5. 海上風力發電機組設施的建立可能面臨的環境影響評估簡報 (NIRAS UK 的資深海洋環境顧問 Tamsin Watt)。(NIRAS UK 主要業務為海洋再生能源相關之環境工程顧問公司)

在每場簡報進行後，雙方均針對相關議題討論，主要重點為因應我國環境背景以建立離岸風機所可能面臨之問題並尋求解決方案及所需之相關技術等。

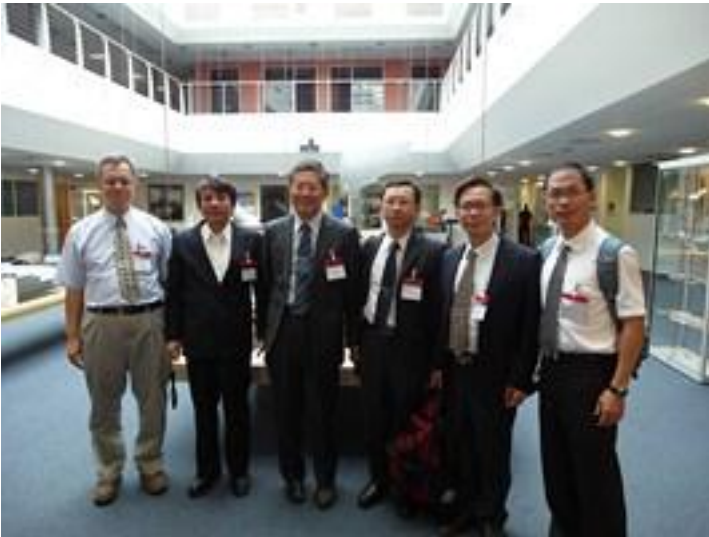


圖 1：團員參觀 TWI Ltd.



圖 2：團員與受訪單位合照



圖 3：團員與受訪單位意見交流



圖 4：團員與受訪單位合照



圖 5：團員與受訪單位合照

二、 National Renewable Energy Centre (英國國家再生能源中心)

參訪時間	20120821
參訪地點	Newcastle
受訪對象	National Renewable Energy Centre (英國國家再生能源中心)
參訪成員	陳建宏教授、許泰文教授、呂學信教授、江茂雄副教授、林焯圭副教授、簡志洪助理研究員

參訪內容：

依行程安排參訪英國國家再生能源中心(NaREC)，本次的參訪主要由 Dr. Richard Court(再生風能專家)及 Dr. Jamie Grimwade(海洋工程專家)。由簡報內容中可知 NaREC 為針對海洋再生能源裝置設施之測試單位，其業務主要是對風力發電機組與樁柱進行實驗室測試，包含葉片的應力與材料疲乏等之相關測試，同時包含現場安裝及安裝完成後之監測工作，以及風車生命週期評估。

NaREC 主要是針對風力發電與潮流發電原型機組開發並提供測試廠，可達成支援開發風力發電機組各階段任務，包含規劃、設計及現場施作安裝等，主要依風機製造廠商的委託進行：

1. 機組設計與開發：提供技術協助、可行性分析及能源收集(power takeoff)的設計與建立。
2. 測試與分析：風機功能測試、潮汐測試、造波水槽測試及葉片測試。
3. 控制系統：風機測試資料認證及現場量測與分析。
4. 研究與發展：降低各階段之建構費用與時程、以及發電成本等。

在聽取簡報後的意見交流中，參訪團隊主要針對裝設風力／潮流發電機組的條件、風機

可能發生的損害因素及我國風力發電目前所遭遇到的問題進行討論，並於簡報會後參觀該中心的測試設備。



圖 6：團員與受訪單位進行簡報



圖 7：團員與受訪單位意見交流



圖 8：團員與受訪單位於測試廠



圖 9：團員與受訪單位於測試廠合照



圖 10：團員與受訪單位意見交流

- 三、 University of Strathclyde (斯特拉斯克萊德大學)
- 四、 ScottishPower Renewables (蘇格蘭再生能源電力開發公司)
- 五、 Technology Strategy Board (英國技術策略委員會)
- 六、 Offshore Renewable Energy Catapult Centre (離岸再生能源整合開發中心)

參訪時間	20120822
參訪地點	Newcastle
受訪對象	University of Strathclyde (斯特拉斯克萊德大學) ScottishPower Renewables (蘇格蘭再生能源電力開發公司) Technology Strategy Board (英國技術策略委員會) Offshore Renewable Energy Catapult Centre (離岸再生能源整合開發中心)
參訪成員	陳建宏教授、許泰文教授、呂學信教授、江茂雄副教授、林炤圭副教授、簡志洪助理研究員

參訪內容：

參訪 Strathclyde 大學，由 Energy Generation & Supply KTN 公司 Offshore Wind, Wave & Tidal Energy 部門的 Colin McNaught 聯繫，拜訪對象為大學工業控制中心(Industrial Control Centre)主管，同時也是 CDT 風能系統主管的 Dr. William E. Leithead。簡報首先是由 Prof. Leithead 介紹 Strathclyde 大學的規模與屬性。

該校的研究群分為 6 組：

1. Institute of Energy and Environment

2. Centre for Excellence in Signal and Image Processing
3. Centre for Intelligence Dynamic Communication
4. Centre for Microsystem and Photonics
5. Centre for Ultrasonic Engineering
6. Industrial Control Centre

研究群內容均屬前端之科技發展，該校之年研究經費為 8,000 萬英鎊，相當於新台幣 40 億元。

第二場簡報是由 ScottishPower Renewables（蘇格蘭再生能源電力開發公司）的 Richard Eakin 以工程角度介紹英國的再生能源的發展，及對應鄰近區域、國家之市場需求，歐洲目前約有 80GW 的再生能源市場，也因此相關之公司、機構能夠有年研究經費數千萬英鎊的資金挹注。

同時，簡報內容亦提及離岸風力發電的龐大經費與風險，如何獲取投資者、供應鏈及大眾信心等，都是將造成影響的重要關鍵。

第三場及第四場簡報分別由 Technology Strategy Board（英國技術策略委員會），Driving Innovation 部門的 Rob Saunders 就”Public Innovation Funding of Offshore Renewables in the UK”及 Offshore Renewable Energy Catapult Centre（離岸再生能源整合開發中心）的 Stephen Wyatt 就”Innovation in Offshore Energy”主題進行簡報。

最後則由 Prof. Leithead 就離岸風機的研發進行簡報，並介紹主要研究群：

1. Power Systems
2. Condition Monitoring
3. Demand Side Management
4. Turbine Design

5. Aerodynamics
6. Control
7. Power Electronics
8. Machines

由簡報內容可知離岸風力發電的機組與技術開發，該校整合完整的研究群，值得我國發展時思考，並如何在最短時間內開發適合我國環境的再生能源取用設施。造船系的 Prof. Nigel Barltrop 同時就造船系參與離岸風機研發的工作項目做相關介紹，包括固定基座與浮式結構的離岸風機，以及結合風力發電與波力發電的整合性機組。

最後，由成訪成員江茂雄教授及許泰文教授就我國目前的研發情形，與後續的規劃進行簡報，並進行意見交流。



圖 11：團員與受訪單位意見交流



圖 12：團員與受訪單位合照

七、 The Renewable Energy Skills Training Academy, (TRESTA)

(再生能源技術訓練學院)

八、 Whitelee Wind Farm (陸上風力發電場)

參訪時間	20120823
參訪地點	Glasgow
受訪對象	The Renewable Energy Skills Training Academy, (TRESTA) (再生能源技術訓練學院) Whitelee Wind Farm (陸上風力發電場)
參訪成員	陳建宏教授、許泰文教授、呂學信教授、江茂雄副教授、林焯圭副教授、簡志洪助理研究員

參訪內容：

本日參訪行程首先是受邀參加 Steel Engineering LTD. 之再生能源技術訓練學院之落成典禮(The Renewable Energy Skills Training Academy, TRESTA) ，同時參觀 G2 設施的啟用典禮，行程由 AEA Technology, the EG&S KTN 的 Colin McNaught 安排。該典禮由蘇格蘭 First Minister Rt Hon Salmond MSP 主持開幕。

再生能源技術訓練學院主要針對製作、裝設及維修風力發電機組所需之鋼板彎折、焊接、除鏽、烤漆、現場組裝等相關工作進行人員培訓，廠房中則展示了底碇式及浮式海流發電的各項設施。

下午則前往 East Renfrewshire 的 Whitelee Windfarm，這是一個陸上的風力發電場進行參觀，該陸上風場目前已經裝設了 215 組陸上風力發電機組，未來預計還有 75 組的裝設，目標總發電量為 539MW。



圖 13：G2 設施的啟用典禮



圖 14：參觀再生能源技術訓練學院



圖 15：參觀再生能源技術訓練學院



圖 16：參觀再生能源技術訓練學院



圖 17：參觀再生能源技術訓練學院



圖 18：參觀再生能源技術訓練學院



圖 19：參觀陸上風力發電場



圖 20：參觀陸上風力發電場



圖 21：參觀陸上風力發電場

九、 London Array (英國倫敦離岸風田)

參訪時間	20120824
參訪地點	Cambridge
受訪對象	London Array (英國倫敦離岸風田)
參訪成員	陳建宏教授、許泰文教授、呂學信教授、江茂雄副教授、林焯圭副教授、簡志洪助理研究員

參訪內容：

本日行程為參觀位於 Ramsgate 港外海之 London Array Wind Farm (英國倫敦離岸風田)，其場址位於 Ramsgate 港外海，行程共計三個鐘頭。到達 Ramsgate 港後，首先由 Wind Farm Operations and Maintenance Base 的作業主管 Barrie Englishby 對離岸風場之營運現狀進行簡報。共於意見交換中討論如何建立有效之管理模式，以及他們對風場設置後對生態與海床淘刷變化是否進行持續性的監測工作等相關問題。

簡報會後搭乘船隻出海參觀離岸風場，基於安全的考量，離岸風場所涵蓋的範圍周遭 1 海哩是不能進入的，管理單位還派了三艘警戒船隨時監看附近船舶的行動。本次行程是在獲得特准下進入至半海哩的水域。



圖 22：英國倫敦離岸風田營運簡報



圖 23：英國倫敦離岸風田中心



圖 24：搭乘交通船前往英國倫敦離岸風田



圖 25：英國倫敦離岸風田



圖 26：英國倫敦離岸風田—大型工作船

十、 參訪心得：

台灣四面環海，海洋立國為我國重要的政策，因此海洋資源的利用與開發乃是我國極其迫切的關鍵性議題；另外，近年來因過度使用化石燃料所衍生的全球氣候變遷，也促使我國跟隨世界的發展趨勢，往海洋尋找可能的新能源與新資源，像是離岸風能、海洋能等。事實上，海洋資源的探尋與開發是全球不可迴避的重要課題，隨著科技的研發與突破，這些資源的開採與運應已日漸成為可行，譬如離岸風田的開發、海洋波浪能與潮流能的擷取、以及相關的海底管路與纜線布放、維運都是重要的現代例子。當然，這些資源的開發也有其需特別費心之處，包括技術難度較高、成本較高、海事工程必須因地制宜（各海域的海洋物理環境與特性不一）等。以國內的狀況而言，我國現在也有許多重要的離岸工程行將發展，包括離岸風力發電之推動、澎湖與台灣之間海底電纜之鋪設、海洋能之擷取等，但國內在海事工程技術之研究發展可說還是空白，相關的海洋工程技術亦大多付諸闕如，我國海域在系統性建置各種大型工程載體或系統所可能衍生的後續海事工程問題與對策也不明確。針對這些發展，目前我國政府在規劃上，其策略之一是建立自有船隊，結合產業，發展海事基礎工程，並建立工程系統的海事維運技術，這些領域正是我國海洋工程、船舶工程學界責無旁貸之處，也是本學門之學者應該與產業界密切結合，以發展產學研究之處。

基於以上的說明，本次的參訪心得歸納如下：

1. 系統性了解英國離岸風電系統的海事工程系統：離岸風電系統是目前海事工程應用的重要區塊，而英國是目前全球離岸風電發展最快速的國家，本次參訪包括該國離岸風電的海下工程技術之學術研究、場址特色、波流效應研究、以及現場安裝等。
2. 深入了解國外海事工程技術之研發與作業：過去我國學者都比較集中在風力機本身的技術研發，較少碰觸海事工程技術課題，此次參訪希冀對各海事工程的技術層面能有所了解，藉以作為國內人才養成、海工學門技術領域研究開發的基礎。
3. 擴展產學合作空間：本次參訪係與英國 TWI 顧問公司，共同研商與規劃參訪行程，除學

術領域之外，亦兼具產學互動，藉以增進產業技術之了解，並增進學者與國內海洋產業界未來產學合作的空間。

4. 參訪成果將結合我國相關海事工程發展需求，規劃出海洋工程學門在海洋工程、造船工程領域之基礎研究方向，並冀圖應用於離岸風電、海洋能源、水下工程等相關領域的海事工程技術開發研究。
5. 國內應就可能的離岸風場進行海氣地象的調查，資訊不足的情況下可能導致後續龐大的維修費用，甚至不佳的成效。我國的海氣地象環境背景與歐洲及英國的環境背景，特性完全不同，因此，配合歐洲環境所開發的風力機組、塔柱及相關技術不一定適用於我國。所以，我們必須要建立自身的相關技術並建立前置作業所需的海氣地象資料庫、評估準則及建置後的監測、分析及評估技術與方法。
6. 目前歐洲及英國尚未觸及紊流風場對風力發電與工程技術的影響，我國應可在此方面進行相關研究。
7. 有關風力發電相關技術的研發，應該搜集目前國外生產廠商的發展進度與成果，制定近中程發展目標，尋求對我國環境特性最有利的條件與目標，並獲取最大利益。
8. 由此次參訪經驗，風力發電機組開發所投入的經費相當龐大，可以想見要鼓勵國內風力發電機組的研發有相當的困難度及市場考量。
9. 從研發、測試、規劃及後續的監測與維護應可仿效英國的模式進行整合。
10. 基於我國的環境背景與英國均有所差異，而每項因素的差異程度都會影響到風力機組的選擇、施工方法與後續的維修方法與費用。因此，若能考量以上因素並進行相關評估與研究相信對未來發展應能夠減少人力、物力與時間的浪費。
11. 在本次參訪中，能夠見識英國於再生能源技術與設備方面的發展，獲益良多，在此次有限時間安排下，每位參訪成員均能依個人專長與受訪單位進行交流互動，同時，能夠藉由相關的問題討論共同產生腦力激盪，相信未來對於如何在國內協助推動離岸風力發電

等議題上能夠有相當的助益。

12. 經過本次赴英國考察與參訪，雙邊學術交流與互動，希望未來有助於台灣海洋工程領域學者參加國際研究計畫，並期望透過雙邊研究計畫之合作以提升台灣海洋工程學術研究之發展及提升國際上之可見度。