



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)

日本再生能源憑證中心、再生能源發電場域與研究單位
參訪報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

出國人 職稱姓名：主任秘書謝翰璋、技士張彥堂

出國地點：日本

出國期間：中華民國 105 年 12 月 4 日至 12 月 10 日

報告日期：中華民國 106 年 3 月 8 日

行政院研考會 / 省 (市) 研考會 編號欄

壹、	背景及目的說明	5
貳、	活動行程簡述	6
參、	出席團員名單	7
肆、	過程記要	8
一、	拜訪日本再生能源憑證中心	8
二、	參訪日本海事協會(NK).....	14
三、	參訪東京國際貨運航廈太陽發電所.....	23
四、	參訪福島再生能源研究所	26
五、	參訪千葉縣離岸風力發電場域.....	29
伍、	心得及建議	32

圖目錄

圖 1、與日本再生能源憑證中心代表合影	9
圖 2、日本再生能源憑證申請流程	10
圖 3、發證流程	14
圖 4、拜會日本海事協會 ClassNK	14
圖 5、東京大學石原孟教授介紹離岸風場資訊模擬方法	18
圖 6、東京國際貨運航廈太陽發電所參訪人員合照	23
圖 7、東京國際貨運航廈太陽發電所	25
圖 8、大谷組長(左二)介紹位於福島南相馬 40MW 鋰電池測試場	28
圖 9、與會人員於 FREA 電波暗室內之合影	29
圖 10、東京電力公司介紹銚子市離岸風場之建置計畫	29
圖 11、參觀 PORTCAT ONE 交通船	31

表目錄

表 1、日本再生能源憑證收費價目表.....	11
表 2、日本再生能源憑證中心組成及業務.....	12
表 3、ClassNK 提出之風場分析項目.....	17
表 4、臺灣離岸風力發電開發相關業務之主管機關、法令及許可辦法....	21
表 5、東京國際貨運航廈太陽發電所概要.....	24
表 6、日本銚子市離岸風機設計規格.....	30
表 7、PORTCAT ONE 相關規格資訊.....	31

壹、背景及目的說明

面對能源需求增加與暖化課題，世界各國於 2015 年達成巴黎協議訂定減碳計畫，並已於 2016 年 11 月 4 日正式生效，成為具有法律約束力的全球性協議。我國政府則為因應全球減碳趨勢及推動在 2025 年達成非核家園，目標 2050 年將溫室氣體排放量降為 2005 年排放量的 50%，以及再生能源(綠能)發電量占總發電量的比例達 20%，因此，以太陽光電及離岸風電作為發展再生能源的主力，提出「太陽光電 2 年推動計畫」及「風力發電 4 年推動計畫」，積極推動再生能源產業的發展。

此外，電業法修正條文於 106 年 1 月 26 日總統府公布實施後，將開放民間再生能源電廠設置，且可透過直供及轉供(代輸)、自發自用等多種方式進行綠電自由買賣。同時 Google、Apple 等國際企業除承諾自有營運設施及數據中心使用 100% 再生能源外，也鼓勵其國際供應鏈使用再生能源，因此可以了解未來再生能源的需求量將持續且快速增加。

由於可預期未來的再生能源交易市場，行政院能源及減碳辦公室會議責成本局規劃及建構國內再生能源憑證制度與憑證中心，因此，本局除向行政院申請「再生能源憑證中心及檢測驗證發展旗艦計畫」外，並協同國內相關檢測驗證及研究單位赴日本再生能源憑證中心及再生能源憑證發行事業者進行參訪，瞭解日本再生能源憑證運作全貌及建立交流管道，同時取得再生能源憑證中心的設備認證方式、委託發電業者發電契約的制定內容、實績報告的撰寫原則以及發電量認證申請規範標準與查核方式，也藉此機會，與新能源及產業技術總合開發機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)等單位進行工作小組會議，就推動臺灣離岸風電之技術細節與相關優惠方案等議題進行交流討論，行程中也安排參訪東京國際空運航廈太陽光發電所，並拜會福島再生能源研究所，瞭解日本再生能源技術發展方向，行程最後參訪日本首座離岸示範風力場域，瞭解該場域考量地震、海嘯與颱風等自然現象所設計之風力機，以提供臺灣設計與製造具備抗颱耐震風力機之參考。

貳、活動行程簡述

日期	地點	工作內容
105年12月4日	臺灣-日本東京	啟程，搭機前往日本東京。
105年12月5日	東京品川區與中央區	參訪日本自然能源股份有限公司與再生能源憑證中心，瞭解取得綠色能源憑證中心的設備認證方式、委託發電業者發電契約的制定內容、實績報告的撰寫原則以及發電量認證申請規範標準與查核方式，同時瞭解日本再生能源憑證運作全貌及建立交流管道。
105年12月6日	東京中央區	與新能源及產業技術總合開發機構等單位進行工作小組會議，討論風力發電系統驗證及合作分工事項。 延續前日拜訪再生能源憑證中心行程，訪談制度細節，包括制定原則與相關收費標準、憑證中心的管理及運作機制、設立相關委員會等組織架構等相關內容。
105年12月7日	東京大田區	前往與日本自然能源公司簽訂綠電證書銷售合約之東京國際空運航廈太陽光發電所參訪，瞭解該發電所之發電設備細節。
105年12月8日	福島縣	前往福島再生能源研究所參訪，了解日本再生能源技術發展方向。
105年12月9日	千葉縣	前往千葉縣離岸風力發電場域參訪，蒐集該場域地震、海嘯與颱風等自然現象資訊，以瞭解具備抗颱風耐震風力機之設計與製造參考。
105年12月10日	日本東京-臺灣	回程，搭機返回臺灣。

參、出席團員名單

姓名	單位	職稱
謝翰璋	經濟部標準檢驗局	主任秘書
張彥堂	經濟部標準檢驗局	技士
陳彥豪	財團法人台灣經濟研究院	副所長
張嘉麟	財團法人台灣經濟研究院	副研究員
黃詩文	財團法人台灣經濟研究院	助理研究員
吳禹浩	財團法人台灣經濟研究院	專案經理
陳秉奇	財團法人台灣經濟研究院	專案經理
唐永奇	財團法人台灣電子檢驗中心	執行長特助
洪明正	財團法人台灣電子檢驗中心	經理
崔海平	金屬工業研究發展中心	處長
何鎮平	金屬工業研究發展中心	組長
邱信豪	金屬工業研究發展中心	經理
宋文正	金屬工業研究發展中心	副工程師
吳佳璇	台日辦公室	經理
恒勇智	第二期能源國家型科技計畫技轉與國際合作小組	召集人
呂佳樺	第二期能源國家型科技計畫技轉與國際合作小組	經理
賴岳炫	第二期能源國家型科技計畫技轉與國際合作小組	專案經理
蔡金坤	中國驗船中心	處長
鄭偉成	中國驗船中心	驗船師
葉志明	財團法人台灣大電力研究試驗中心	處長
詹麒璋	工研院綠能所	經理
顏鈺庭	工研院量測中心	工程師

肆、過程記要

此次赴日行程，主要拜會再生能源憑證中心以及再生能源憑證發行事業者，以及安排參訪東京國際貨運航廈太陽發電所和福島再生能源研究所，以了解日本再生能源憑證制度發展情形及管理機制，期藉由瞭解日本再生能源憑證中心運作方式，以及發證與憑證管理之執行業務內容與配套措施，汲取日本推動經驗作為臺灣建立再生能源憑證制度之參考。行程並安排與日本海事協會、NEDO、日立公司、清水建設公司和東京大學之專家學者進行工作小組會議，就我國風場環境資訊、東京大學對颱風模擬及風機設計之研究、臺灣離岸風電業務管轄機關和相關法律資訊，以及我國推動離岸風電之節能減碳暨推動優惠方案進行交流討論。而為協助國內檢測驗證單位瞭解國外離岸風機發展和設計，以及風力機在颱風侵襲環境下的設計研究，此行亦安排赴千葉縣參觀東京電力公司的離岸風力電廠，瞭解 NEDO 與東京電力公司合作的離岸風電實證計畫所獲得之研究成果。

一、拜訪日本再生能源憑證中心

為了解日本再生能源憑證制度發展情形及管理機制，此行拜訪日本再生能源憑證中心(圖 1)，就日本再生能源憑證中心之設立，再生能源憑證 (Renewable Energy Certificate, REC) 相關法規制度、申請流程、收費方式及執行現況等進行訪查，以作為我國再生能源憑證制度規劃之參考。有關本次參訪所獲得之資訊歸納說明如下：

(一)、日本再生能源憑證中心成立背景

西元 2000 年時由於日本民間企業(日本自然能源公司)發起商品化的再生能源(綠電)證書，需要第三方公正單位進行認證，故 2001 年時由 4 位委員成立再生能源憑證中心的前身「綠電認證機構(未經登記註冊之任意團體)」，後來為了確保公正性，於 2007 年依據認證機構委員會的會議結論將綠電認證機構法人化，成立再生能源憑證中心，併為能源經濟研究所的附設機關。日本再生能源憑證制度由民間發起與制定，並在 2008 年向日本經產省資源能源廳提出日本再生能源憑證的準則，後續日本政府訂定相關法律時亦會參酌再生能源憑證中心訂定的再生能源憑證準則。



圖 1、與日本再生能源憑證中心代表合影

2000 年到 2008 年日本再生能源憑證中心訂定再生能源憑證準則時，當時各國皆為剛起步階段，缺乏完整的參考資訊，因此日本再生能源憑證中心自行制定相關準則後成為國際制定再生能源憑證制度的領先國家。該準則依環境變化修訂，不定期更新，最新版本訂於 2008 年。

(二)、法規依據與相關制度

再生能源憑證在日本為民間自主性申請，不受法律限制或約束，和中央政府為平行合作單位，但再生能源憑證中心運作須受政府監督，有關再生能源收購方式係採取「再生能源配額制」(Renewable Portfolio Standard, RPS)，以刺激再生能源使用需求，發電業者可自行決定要參加 RPS 或躉購制度 (Feed-in Tariff, FIT) 等選項。此外，日本目前跟溫室氣體、氣候變遷有許多平行的制度，由於標的物不同，並不會產生衝突。如由經產省和環境省合作推動的 J-Credit 著重於使用者的減碳量，再生能源憑證則是著重於使用再生能源的憑證，目前兩者並無互通和合作機制。

(三)、綠電設備與發電量認定方式

在憑證申請時中心僅須審核由發證業者所附的檢測驗證證明，該檢測驗證證明來自設備併網時電力公司所要求之檢測驗證項目及相關文件，發電量的數值可源自發電廠設備併網時電網公

司既有裝設的電表，或自發自用的發電業者自行記錄的發電數據，再由再生能源憑證中心的營運委員會審核。

若綠電認證的設備透過儲能系統併網，會以儲能輸出量計算綠電發電量，經由中心的認定認證委員會或調查研究委員判定，按比例扣除儲能系統中可能的市電量或扣除實際存入的市電量。發電業者的售電量資訊來自電網公司，其他須扣除的量(如設備運轉所需電力、綠電售電量等)，由發電業者提供。

(四)、日本再生能源憑證申請流程與追蹤機制

日本再生能源憑證申請流程如下圖 2 所示，申請時由發證單位向發電業者要求設備與發電量的檢測驗證資料(通常為電網公司併網時要求的檢測驗證文件)。再生能源憑證中心審查時，會向電網公司查證相關佐證資料，可有效追查裝置容量與發電量，避免重複申請憑證。相關憑證數據及記錄是由再生能源憑證中心透過自行設置之表格參數，進行統一管理，目前該數據管理模式仍可支持中心業務運作，尚未規劃改用雲端資料庫進行數據處理。

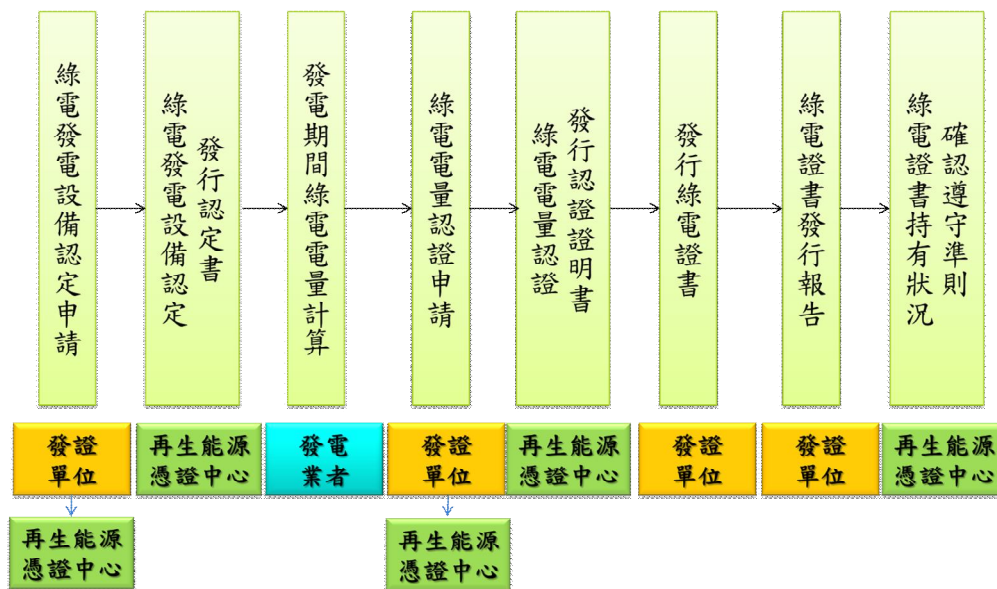


圖 2、日本再生能源憑證申請流程

(五)、日本再生能源憑證收費方式、市場價格及轉賣機制

1. 由中心自行訂定，向發證單位收取費用如下表 1。日本再生能源憑證中心所有費用(除憑證購買費用)僅和發證公司收取(全日本僅 33 家發證公司)，個案申請費用僅向未和中心簽署長期合

作契約的發證業者收取，其中發電量驗證與設備認定費是為了支付審查與稽核發證公司提供的申請資料成本。

表 1、日本再生能源憑證收費價目表

費用名稱	說明	單價(日圓)
長期合作契約費(年)	發證單位跟中心簽署認定認證合作契約時收取的費用	30~50 萬
個案憑證申請費用	跟中心無簽約的發證單位於申請時的費用。	10 萬/案
發電量認證費用	中心認證發電量	0.03/kWh
設備認定費用	新的發電設備容量。	10/kW
取消申請費用	憑證申請取消時，以當初申請之發電設備容量計費。	10/kW
REC 中心標誌使用費	當要使用中心的標誌作為使用憑證之證明時，需支付相關使用費。計費方式以發行的綠電證書電力量計算。	0.07/kWh

2. 日本再生能源憑證的市場價格

發證單位發行的再生能源契約可依客戶需求，提供客製化契約服務，例如指定再生能源發電來源。各發證單位的市場行情不同，不對外公開，其憑證契約之定價為供需平衡的市場價格，價格有效期限為簽約期限。

3. 日本再生能源憑證售出後，不能轉賣或退證。

(六)、日本再生能源憑證中心組成及營運情形

再生能源憑證中心成員人數最多時期有 11 人，目前為 3 位正職、3 位能源經濟研究所員工兼職，以及專門委員會所組成。日本再生能源憑證中心設立之專門委員會是由中心委託相關領域之產學研及其他第三團體專家共組而成，所有委員 1 年 1 聘，無任期限限制，主要任務為確保中心基準制定與認證業務的中立性，其業務如表 2。另外，營運委員會由中心邀請專家人士組織而

成，早期為政府與國際關係良好及非營利組織，如世界自然基金會(World Wildlife Fund , WWF)等成員組成，和政府與相關單位協商。後期再由各大電力公司與企業高層或技術人員組成的專門委員會，主要業務為審議再生能源憑證中心相關的重要事項並監察其業務執行狀況。

表 2、日本再生能源憑證中心組成及業務

名稱	業務說明
認定認證委員會	當中心收到新的發電設備認定申請以及過去無類似案例的申請案時，此委員會將執行該設備認定基準及相關認定業務制定之審議。
調查研究委員會	當再生能源憑證中心制定新的發電設備認定基準草案時，會委託本委員會提供專家建議。或委託本委員會支援中心執行相關研究調查。
推廣普及委員會	本委員會主要提供再生能源憑證中心推廣與普及業務之專家建議。

(七)、日本再生能源憑證推廣方式與現況

日本的再生能源憑證制度為民間自行成立，雖然在法律上沒有實際效力，但為公正第三方單位，可彌補政府相關再生能源政策未盡之處。因此日本政府亦會宣導鼓勵企業購買再生能源憑證。對發證單位而言，發證單位會透過平台宣傳或經營網站來增加客源，通常都是由有需求的客戶主動洽詢。發證單位所發行的再生能源憑證會依客戶需求制定契約，內容包含發電種類或發電設備須符合的國際標準要求。發電業者可選擇參加 FIT 或 REC 制度，兩者只能擇一參加。FIT 以利誘方式鼓勵再生能源發電，電力公司躉購價格之差價由全民買單。而 REC 則是創造再生能源的附加價值，針對特定有建立企業形象需求之客戶。

(八)、日本再生能源憑證中心國際合作現況

目前就日本再生能源憑證中心的立場與規劃，尚無與他國再生能源憑證相關單位建立互認與合作的構想。另根據過去推動的經驗，日本再生能源憑證中心建議：「再生能源憑證制度成功的關鍵因素在於其審核數據之蒐集方式，須決定數據的種類及建立有效地蒐集機制，如與電網公司建立合作模式」。

(九)、日本自然能源公司發證單位現況

目前日本總計約有 33 家發證單位，本次拜訪的日本自然能源株式會社的發證量約占整體市場的 70%，亦是 2000 年推動日本建立再生能源憑證制度的發起企業，股東來自各大電力公司，有東京電力、九州電力、北陸電力、關西電力、四國電力，東北電力等，以及其他大型企業，如住友商事、三井物產與日本風力開發株式會社等，資源雄厚。已簽約發電業者遍及日本各地，約 58 家左右，囊括風力、水力、太陽光電與生質能等發電種類。

(十)、日本再生能源憑證發證單位的發證機制

當有憑證買家對發證單位提出需求時，將進行以下發證流程(如圖 3 所示)：

- ①找尋再生能源發電者簽署合作契約(委託發電)。
- ②發電業者提供發電實績報告給發證單位。
- ③發證單位向發電業者正式提出委託發電量通知，並付費給發電業者。
- ④發證單位向再生能源憑中心提出申請，支付中心申請與審查手續費。
- ⑤通過再生能源憑中心認證，發證單位支付認證標章使用費。
- ⑥發證單位發行憑證，向憑證買家收取憑證購買費用。

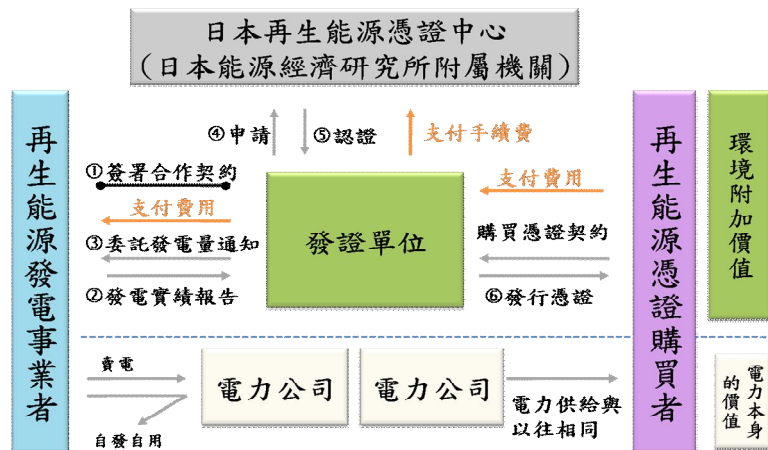


圖 3、發證流程

二、參訪日本海事協會(NK)

此行程為本局協同金屬工業研究發展中心、台灣電子檢驗中心、台灣大電力研究試驗中心、中國驗船中心，以及工研院綠能所和量測中心，共同拜會日本海事協會 ClassNK(如圖 4)，蒐集該機構對離岸風電主要可提供之檢測驗證服務，與提供驗證服務所依循標準和法令之資訊，並與 NEDO、日立公司、清水建設公司和東京大學召開 NEDO 日製離岸風力機在臺灣實證計畫之安全規格分組會議，就我國風場環境資訊、東京大學對颱風模擬及風力機設計之研究，臺灣離岸風電業務管轄機關和相關法律資訊，以及我國離岸風電節能減碳暨推動優惠方案進行交流討論。



圖 4、拜會日本海事協會 ClassNK

(一)、ClassNK 背景介紹

日本海事協會為一船級協會，常被稱為 ClassNK 或 NK，致力於發展各種規範，以保護船舶、船員及海洋環境。2012 年 5

月，ClassNK 成為業界第一個登錄船隻總噸數超過 2 億噸的協會，截至 2014 年 2 月，協會登錄的船隻總數達 8,561 艘，總噸數達 2.22 億噸，此一數字表示全世界超過 20% 的商船都向該協會登錄船級。為了協助確保該協會登錄船隻的安全，ClassNK 提供完整範圍的檢驗、稽核及諮詢服務，包括船級和國際公約檢驗、材料與設備審核、船舶安全管理系統稽核與登錄，以及根據國際標準進行品質、環境及職業衛生與安全管理系統的認證。

ClassNK 在世界各地的港口和海運城市擁有超過 120 個獨立驗船服務據點的全球網絡，主要工作是檢驗新造船、現成船及海洋工程，確保符合獨立發展的規範、國際公約和船旗國的法規。這些檢驗涵蓋構造和操作等面向，且在船舶整個壽命期間會持續進行。目前已有 100 個多船旗國授權 ClassNK 提供檢驗，ClassNK 的登錄也獲得世界領導級保險業者的承認，包括倫敦保險商協會(Institute of London Underwriters)，此外，ClassNK 也提供國際標準組織(ISO)、職業衛生安全管理體系(OHSAS)及其他國際標準的稽核認證服務，並為材料與設備製造商及售後服務業者提供稽核與登錄服務。

(二)、ClassNK 對離岸風電提供之驗證服務

ClassNK 主要依據 IEC 61400 系列標準為離岸風電提供檢驗驗證服務，由於 IEC 僅規範驗證流程和項目的需求框架，因此該機構奠基於 IEC 61400-22 的需求規範，並依據相關標準和技術需求提供風力機驗證服務，對風場驗證則主要依據日本電力事業法（Electricity Business Act），驗證內容包括場址環境條件評估、風機和支撐結構在特定場址的安全和效能評估，以及風場建設後的維運監督。而日本土木工程學會制定了與颱風地震相關的支撐結構設計標準，ClassNK 可根據此標準評估風力機之支撐結構設計。而對裝設浮體式離岸風力機的風場，該機構依據船舶安全法對塔架、支撐結構和繫泊系統進行檢驗，並根據船舶安全法和該機構制定的浮體式離岸風力機結構指引（Guidelines for Offshore Floating Wind Turbine Structures）對場址進行調查、風力機設計評估，以及材質、零組件和結構之相關檢驗。此外，ClassNK 可對風力機主要之零組件提供驗證服務，包括葉片、軸承和齒輪箱等。

(三)、日製離岸風力機在臺灣實證計畫之先期調查交流會議

1. 臺灣氣象資料之蒐集和分析

金屬工業研究發展中心（簡稱金屬中心）報告臺灣氣象塔位置和安裝配置，及提出須分享予日方的資料和資料格式等的問題討論，並表示該中心後續將與 ClassNK 討論成立聯合驗證委員會，進行 T-Class 離岸風機的聯合驗證，以達成未來測試報告和產品驗證證書的相互承認。報告內容摘要如下：

- (1) 金屬中心和 ClassNK 規劃對 T-Class 離岸風機進行聯合驗證的內容包括設計驗證、工廠檢查、測試報告審查、產品驗證品質文件和樣機驗證報告。由於在日本，對於 ClassNK 驗證通過的產品，日本政府尚須再對各項驗證進一步審查，因此 ClassNK 正與日本經產省討論與台方合作進行聯合驗證做法。
- (2) 本局的氣象塔位於台中北方近海處，該氣象塔的安裝配置包括 3 個風速計、2 個風向計、1 個溫度與濕度計、1 個壓力計和 1 個資料紀錄器；台電公司的氣象塔則位於彰化芳苑外海離岸 6 公里的位置，配置有 5 個風速計和 4 個風向計；而氣象局在梧棲氣象站大樓上亦有裝設氣象塔，配置 1 個風速計和 1 個風向計。
- (3) 關於我國風機設計國家標準 CNS 15176-1 之修訂建議案，在 2016 年 12 月中旬由技術委員會完成國家標準草案審查，並提交國家標準委員會審定通過，已於 2017 年 1 月 4 日修訂公布。

2. 臺灣風場海氣象資料之蒐集及分析

中國驗船中心說明其蒐集臺灣風場海氣象資料現況，及後續與日方合作之分析作法介紹。該中心後續分析的場址條件結果將可應用於風力機基座的建造和設計。而 ClassNK 亦會分析中國驗船中心與金屬中心蒐集的風象和海象資料，以進行臺灣場址條件的評估，以下為該中心說明內容摘要：

- (1) 中國驗船中心蒐集資料的來源包括台電的可行性研究報告、台電海氣象觀測塔、港灣環境資料網之量測資料、為研究船舶運動所購買之 BMT 海域狀況資料庫，以及中央氣象局的相關資料。目前該中心已取得中央氣象局在

新竹外海 3.5 公里所設置浮標蒐集到的資訊，該浮標位置位於實證計畫風場的北方，資料年份從 1997 年至今，項目包括波浪、波高、波象、風速、風向、海上溫度和氣壓，但缺乏海流之量測資料。

- (2) 中國驗船中心規劃透過日製離岸風力機在臺實證計畫確認 IEC 規範對風力機基座進行檢驗分析應有的項目，而所蒐集的資訊是否適用於進行這些項目的分析，並同時與 ClassNK 討論及確認日方要求進行分析的項目(如表 3)是否符合 IEC 的規範要求。
- (3) 目前臺日雙方預計於 12 月底前完成臺灣風場資料的蒐集和確認，並於 2 月底前完成資料的分析，再進一步共同分享臺日雙方分析的結果，及進行分析方法和分析結果的討論和比對，以確認分析結果的可靠性。

表 3、ClassNK 提出之風場分析項目

No.	分析結果
1	再現期間 50 年之 3 小時有義波高(Significant wave height)
2	再現期間 1 年之 3 小時有義波高
3	再現期間 50 年之 3 小時有義波週期(Significant wave period)
4	再現期間 1 年之 3 小時有義波週期
5	年平均有義波高
6	年平均有義波週期
7	再現期間 50 年之極限水流
8	再現期間 1 年之極限水流
9	年平均水流
10	極限水位變動域
11	年平均潮位

3. 颱風資訊之模擬及於風機設計之應用

在日本，ClassNK 不進行風場數據之模擬分析，此部份由東京大學石原孟教授領導的團隊負責。在會議中，石原孟教授介紹日本於九州、千葉縣和福島縣建置離岸風力機時，決定離岸風場設計之方法，例如風速、波高和水流流速等，以便於與臺方共同

討論應蒐集之風場數據。而在裝設固定式風機之離岸風場，風和波浪為風場設計之決定性因子，水流非為決定性要素，其中，風象決定風機設計，波浪則決定風力機基礎設計。因此石原孟教授在此主要介紹風和波浪之預測衡量方法(如圖 5)。



圖 5、東京大學石原孟教授介紹離岸風場資訊模擬方法

(1) 風速之估計

石原孟教授於此會議中說明其如何估計台電公司氣象塔位置於 95 公尺高度、再現期間 50 年風速的方法，而此方法已提供予 IEC 作為制定國際標準之參考。此方法與 IEC 目前規範方法¹的不同之處在於，IEC 是以觀測數據評估，東京大學則是以氣象分析進行評估²，即以日本氣象局蒐集的臺灣颱風數據資料³，而非使用臺灣現地風場的數據衡量。

石原孟教授的說明介紹分為三個部分，首先為其研究團隊如何蒐集颱風的數據，及評估這些颱風參數，第二部分為如何以 MASCOT (Microclimate Analysis System for COMplex Terrain) 計算離岸六公里有無陸地影響的風速比，最後則介紹如何以蒙地卡羅模擬分析，估計 50 年一遇的風速，其演講內容摘要如下：

東京大學蒐集臺灣 500 公里範圍之內從 1977 至 2016 年的颱風數據，包括中心氣壓、最大風速之半徑、移動的速度和方向、離台電氣象塔最近的距離等資訊，以蒙地卡羅模擬一萬年的數據計算風速，並對模擬計算的風速和實際的風速做對照比較，以檢查確認其模型設定的正確性。在計算風速比方面，以模型估計無陸地影響的海上風速，而以此結果乘以修正係數得出有陸地影響

¹ IEC 61400-1 附錄 E 說明以 MCP 方法 (Measure-Correlate-Predict approach) 加上蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation) 估計極限風速。

² 有關氣象分析和波浪預測，石原孟教授預計於 2017 年來台時介紹。

³ 日本氣象局有公開其蒐集亞洲地區之颱風數據。

之風速。完成計算從臺灣陸地 16 個方向影響風速之修正係數後，乘以無陸地影響的海上風速，再將所得出三小時的平均風速換算為 10 分鐘平均風速，即可得到台電公司氣象塔位置於 95 公尺高度、再現期間 50 年之風速估計結果為 55.2 公尺/秒。

55.2 公尺/秒之風速為無考慮季節風影響之估計結果，若考慮季節風的影響，估計風速時須估算變動係數再作調整。IEC 規定，若計算出的變數係數為 0.15，則所估計風速不變；若變數係數大於 0.15，則所估計風速應提高。東京大學以臺灣颱風和季節風數據計算平均值和變異數，估算台電氣象塔位置風速的變動係數約為 20%，結果得出在考慮季節風影響下所估算的最高風速應將近於 57 公尺/秒。

(2) 波浪之估計

東京大學結合颱風壓力和氣象預測數據來估算風場數據，以估計再現期間 50 年之波浪高度和波浪週期，而不使用實測數據計算⁴，並在九州、千葉縣和福島對於此方法估算的結果與以實測數據估算的結果進行比較，驗證其估算方法的準確性。因此於此次與臺方合作進行風力機實證的計畫中，希望臺方亦能提供臺灣的實測數據予東京大學做計算，以與此方法計算的結果進行比較，再次確認以此方法估算之準確性。

以氣象預測模型 (Mesoscale model) 估算風場數據，由於觀測數據不足，難以精準估算颱風來襲時的狀況；而以颱風壓力模型模擬的颱風狀況較為準確，但無法模擬出在風場周圍的風波數據，以致於估算出的波浪週期亦不準確。因此東京大學結合上述兩模型之優點，採用地表觀測數據和日本氣象局數據，以混合模型估算風場數據，以得出較準確的估計結果。

4. 臺灣離岸風力發電開發相關業務

ClassNK 說明其蒐集臺灣離岸風力發電開發之相關業務，包括設置離岸風力機須進行之安全許可檢查，以及各業務所對應的主管機關、關聯法案、許可辦法和主要檢討項目，如表 4。

5. 臺灣離岸風電替代燃料效益和相關推動優惠方案

⁴ 此東京大學的估算方法與 IEC 公告的作法一致，因 IEC 公告估算波浪數據的方式，即由石原孟教授所提供。

台灣經濟研究院則說明臺灣開發離岸風電可取得的替代燃料效果，以及我國政府推動離岸風電之相關推動優惠方案。在替代燃料效果方面，我國建置 5MW 的離岸風機，以臺灣整體電力碳排放係數計算二氧化碳減排量，每年可節省約 9250 公噸之二氧化碳排放量，可取代之燃油消費量約達 4,397,520 公升，可節省之燃油消費金額每年可達 6 千多萬元。

我國政府推動離岸風電之方案包括能源局所制定的離岸風電躉購費率制度、能源局和財政部制定的相關稅收優惠方案，以及金管會的融資優惠方案。其中，我國離岸風電躉購費率制度分為固定式和階梯式兩種躉購費率，並且每年依據相關專家和業者意見及產業發展現況調整躉購費率。我國對離岸風電之稅收優惠方案包括，能源局公告之「再生能源發展條例」，說明我國發電業進口供其營運之再生能源發電相關設備，包括離岸風電設備及系統，若屬國內無產製者，免徵進口關稅；以及財政部與日本簽訂之臺日租稅協定，該協定於 2017 年 1 月 1 日生效之後，企業於另一方投資，若在另一方無設立常設機構或未經由常設機構營業者，其營業利潤在另一方免稅。此外，金管會於 2016 年 11 月公告修正之保險法，放寬保險業投資再生能源電力等公共建設投資者，可指派一定比率董監事，以提高保險業者投資意願。

表 4、臺灣離岸風力發電開發相關業務之主管機關、法令及許可辦法

業務事項	主管機關	關聯法案	許可辦法	主要檢討項目
電業籌設 (發電事業計畫)	經濟部(能源局)	電業法 電業登記規則	<ul style="list-style-type: none"> ● 籌設許可(計畫審查) ● 簽訂購售電合約(FIT價格的合意書) ● 施工許可(施工審查) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 依電業登記規則實施並進行各項審查
海底電纜鋪設	內政部(地政司)	在中華民國大陸礁層鋪設維護變更海底電纜或管道之路線劃定許可辦法 ※適用於在臺灣經濟水域鋪設海底電纜時	<ul style="list-style-type: none"> ● 海底電纜勘測許可 ● 內政部地政司方域科審查 	<ul style="list-style-type: none"> ● 對漁業活動有無影響 ● 施工船隻與方法確認
人工島嶼設施結構物設置	內政部(營建署)	海岸管理法	<ul style="list-style-type: none"> ● 內政部營建署審查 	<ul style="list-style-type: none"> ● 與環評及施工許可審查類似
國有非公用土地	財政部(國有財產局)	國有財產法、國有非公用不動產出租管理辦法	<ul style="list-style-type: none"> ● 財政部國有財產局審查 	<ul style="list-style-type: none"> ● 租金計算 ● 能源局是否同意
國家安全相關管制及禁限建事項	國防部、行政院海巡署	國家安全法	<ul style="list-style-type: none"> ● 國防部確認無禁建限 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有無位於軍事敏感區 ※不可設置在軍事敏感區

業務事項	主管機關	關聯法案	許可辦法	主要檢討項目
飛航安全	交通部(民航局)	民用航空法	● 民航局審理	● 風機位置及高度對飛航及雷達是否造成影響
船舶安全	交通部(航港局)	商港法	● 航港局航安組審理	● 風機陣列是否對航行安全造成影響
環境影響評估	行政院環保署	環境影響評估法、 海洋污染防治法	● 通過環評大會 ● 施工前、中、後監控	● 風機陣列是否對當地環境造成衝擊及減輕方案
海洋污染防治	行政院環保署	海洋污染防治法	● 地方政府環保局管制	● 施工中有無造成污染
礦業權 (開採權)	經濟部(礦務局)	礦業法 ※適用於設置在具開採權之海域	● 礦務局確認	● 有無專屬礦業權區
漁業權	行政院農委會 (漁業署)	漁業法	● 漁業署確認	● 地方政府同意 ● 漁會同意
風力機型試驗證 (含抗颱風耐震)	經濟部(標準局)	CNS 15176-1 ※CNS 相當於日本的JIS	● 經濟部標準局確認	● 需獲經濟部同意

三、參訪東京國際貨運航廈太陽發電所

東京國際貨運航廈(Tokyo International Air Cargo Terminal, TIACT)太陽能發電所，建於 2010 年 8 月 1 日，位於東京羽田機場旁(圖 6)，屬日方再生能源憑證認可發電業者。此行考察主要是希望了解獲再生能源憑證公司認可之太陽能發電所營運與維護細節。參訪行程主要分為三個部分：TIACT 介紹、太陽能發電所介紹及參訪太陽能發電所設備，以下依序說明：



圖 6、東京國際貨運航廈太陽發電所參訪人員合照

(一)、TIACT 介紹

TIACT 位於東京羽田國際機場內，負責進出口航空貨物的倉儲、保管、貨物裝卸作業及其他物流相關業務，航空貨物的飛機裝卸作業業務，貨運站內辦公場所及倉儲貨架的租賃業務，貨物運輸、配送業務貨物裝卸用設備及器材的維護、保管、租賃業務，航空貨物的加工業務等。而該航廈的成立原因，是基於東京羽田機場國際化所衍生的貨運需求。

TIACT 在建造之初，目標係成為一 EDO(Efficient, Dynamic, Optimized)貨運站，朝向高效率、應變力、最佳化之貨運站發展，因此希望可以同時達到節能與節水的設計規劃，使其成為綠色航廈，並成為國際貨運航廈運用綠能的示範場域。所以，該航

廈建設階段即將太陽能發電納入考量，以供給航廈部分用電所需。此外，東京國際貨運航廈之營運公司為民營企業「東京國際貨運航廈股份有限公司」，由日本三井物產集團 100%出資，專為營運此航廈而成立，現有員工 139 名，資本額 24 億日幣。

(二)、 太陽能發電所介紹

東京國際貨運航廈太陽發電所的成立則可追溯到 2009 年，311 大地震後日本展開一系列追求綠色能源的風潮，東京國際貨運航廈因應此情形，在日本經產省(METI)補助下，開始於貨運航廈頂樓興建太陽能發電設備，並於 2010 年 8 月竣工，同時開始發電。該太陽能發電所使用之太陽電池為夏普製多層矽薄膜型之太陽電池，設置面積 27,840 平方公尺，共裝設 14,370 片太陽能板，總出力可達 2,011kW，年間發電量約 150 萬 kWh，可供應航廈 20%的電力使用，發電設備概要如表 5 所示。

太陽能發電所由 SHARP 公司負責建造於貨運航廈屋頂，營運模式則由東京國際貨運航廈公司委託羽田太陽光發電公司經營，並和東京電力公司簽訂電力供給合約，且與日本自然能源公司簽訂綠電證書銷售合約，TIACT 收取轉手經濟效益，以及自發綠電減少 20%能源消耗效益。

表 5、東京國際貨運航廈太陽發電所概要

東京國際貨運航廈太陽發電所概要	
太陽能模組	多層矽薄膜太陽能電池(SHARP 製)
功率	2011.4 kW
2014 發電量	150 萬 kWh/年 (相當於該年航廈用電量 20%)
設置面積	27,840 m ²
模組數量	14,370 個
CO ₂ 減碳效果	850 噸當量/年
建造費	724,000 千日元
正式運轉	2010 年 8 月 1 日

(三)、參訪太陽能發電所設備

接著在 TIACT 人員帶領下參訪位於貨運航廈屋頂的太陽能模組與變電箱(圖 7)，茲歸納現場與 TIACT 技術人員交流之意見如下：

1. 再生能源憑證中心會查核變電箱的發電量，此變電箱僅與太陽能模組連結，並未和市電併網。
2. 太陽能模組為何選擇薄膜而非多晶矽，主要是以成本考量。
3. 運維部分係由東京 POWER TECHNOLOGY 公司負責，每月會以人力進行一次的外觀檢視作業，在近幾年運作中，有更換少數裂開之太陽能板。
4. 對於部分太陽能模組框架累積肉眼可見之灰塵，並未有清洗太陽能模組的處理程序，僅採自然降雨方式清潔。



圖 7、東京國際貨運航廈太陽發電所

四、參訪福島再生能源研究所

福島再生能源研究所(Fukushima Renewable Energy Institute, FREA)隸屬於日本產業技術綜合研究所(Advanced Industrial Science and Technology, AIST)。因日本 311 大地震海嘯引發福島核災之後，日本政府決心在福島發展再生能源，以解決福島廢核後 2 萬人的就業問題及振興福島，盤查後發現福島並未有法人研究所，因此新設福島再生能源研究所，旨在提升能源應用效率、研究開發再生能源及智慧電網，並設立相關實驗室，執行多種電力試驗及測試。

目前該所之研究方向有：智慧電網、氫能儲能系統、風能、太陽光電、地熱與淺層地熱等五大類。本次參訪議程主要分為三個部分：FREA 介紹、智慧電網 EMC 與實驗室介紹及參訪 FREA 實驗室與再生能源發電(太陽能、風能、氫能)設備。

(一)、福島再生能源研究所介紹

FREA 屬於 AIST 的一個分部，而 AIST 為日本最大研究單位，共有 2,300 位研究人員，含技術人員約 5,000 人，約 10 個據點，總部位於筑波(Tsukuba)，而福島是 AIST 最新成立的據點。因 311 地震後，發現福島並未有研究單位，且需要於福島發展再生能源以振興經濟，並解決因廢核產生的 2 萬人失業問題，因此新設研究單位於此。

FREA 目前發展的技術有：

1. 風能技術：以雷射技術偵測空氣中之氣溶膠體(aerosol)粒子分佈，判斷風向提供風力機轉向系統之用，提高發電效率及生命週期。
2. 太陽能發電技術：發展薄型矽晶，可撓性太陽能板。
3. 氫能儲能技術：以再生能源產氫，再合成化學物質如甲苯等做為燃料，或以常溫常壓氫氣做為燃料電池使用；儲能部分以金屬氫化物(metal hydride)、氫氣及鋰電池作為主要研究方向。
4. 智慧電網技術：模擬直流及交流高壓併入電網後的情形及 EMC 測試。
5. 地熱技術：研究以地熱水防範冬天路面結冰；循環水系統搭配淺層地熱提供住家溫度控制，以減少電能使用為研究方向。

(二)、智慧電網與 EMC 實驗室介紹

電網(grid)可區分為 1.0、2.0、3.0 之演進過程，1.0 為早期分散式大型發電廠，屬人與人聯結的運作模式；接著在 50 年前進入 2.0 世代，電力網由國家統一規範，此時再生能源仍發展有限，此時屬於人與機器的連結模式；3.0 則藉由資通訊技術(ICT)發展全球性、大規模之電力交換模式，屬於機器與機器連結的模式，未來當分散式再生能源大量併網時，則有賴電網 3.0 之發展。因此，智慧電網之功能定位在於電網 2.0 轉換至 3.0 之間，運用於電廠至用戶端之垂直整合，以及用戶與用戶端水平整合之電力技術。

在與接待人員大谷組長討論中，提及美日皆以智慧變頻器(smart inverter)為主要發展，雖然日本家戶大多有裝設智慧電表(AMI)，但效益不彰，每戶僅省電費 100~1,000 日元，反而造成用戶常開關電，最終難以達成預期之節能效果，因此由實際案例與統計判斷，控制用戶端以進行大規模節電的效率是偏低的。此外，目前日本雖然約有 70 間太陽能發電廠，只有 10 間併入電網中，主要原因是當今日本發展太陽能存在著管理多餘電力之問題，因為太陽能發電不穩定，會有發電過剩的問題，造成電網頻率與電壓變動而影響電網品質。

因為上述的問題，FREA 希望以智慧電網搭配儲能系統為研究方向，目前在日本東北南相馬市設置一座日本最大的鋰電池儲能系統(40 MW)示範場域(圖 8)，儲能系統將進行防爆，穿刺與壓力測試，而此測試場之儲能電池是儲放在容器內，並提供冷氣冷卻系統、惰性氣體與防爆設施，以免測試過程引發火災。惟日本因儲能設備需高額成本，並有空間不足及安全性等問題，電力公司尚未普遍設立以解決太陽能之儲電問題。因此，日本亦積極研發新的氫儲能系統取代鋰電池，以解決日本再生能源面臨供電不穩之問題。

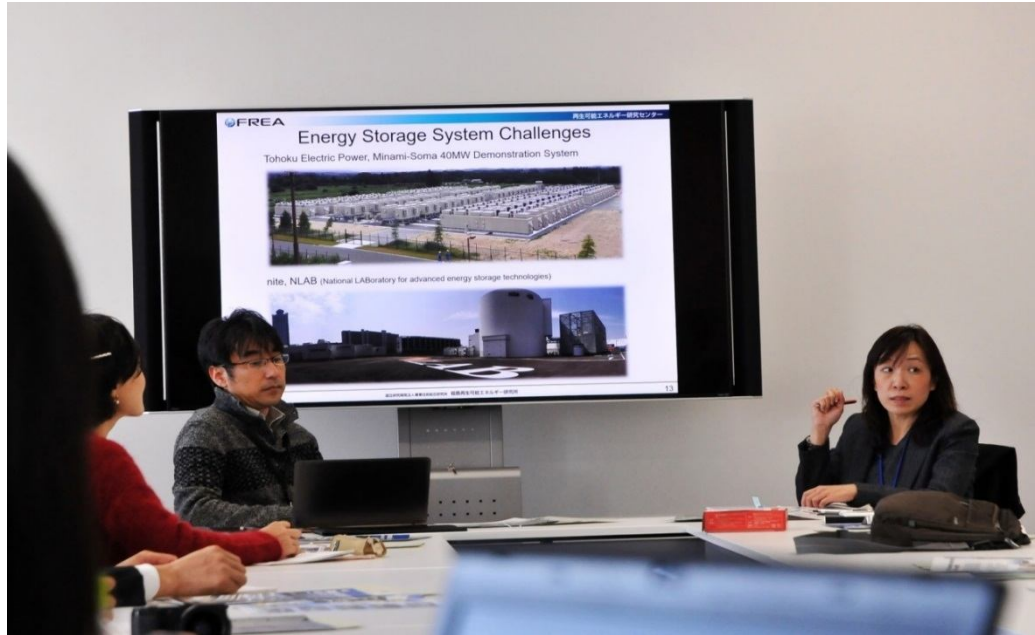


圖 8、大谷組長(左二)介紹位於福島南相馬 40MW 鋰電池測試場

(三)、參訪 FREA 實驗室與再生能源發電設備

1. 智慧電網檢測與研究實驗室：具備太陽能發電之直流負載 (2000V) 模擬器，可模擬再生能源發電設備併網後對電網影響之研究。
2. 環境試驗室：變頻器可於恆溫恆濕下進行測試。
3. 日本最大電波暗室(圖 9)：約占 6 個網球場之面積，可進行大型電力設備之電磁相容(EMC)測試。
4. 太陽能測試實驗室：可提供太陽能模組不同溫度與照度之量測，並可模擬預測適合於不同區域氣候的最佳太陽能模組種類。

FREA 目前已有 EMC、環境試驗室之測試實績，並陸續收到日本企業委託測試要求，也與日本電器安全環境研究所(JET)合作進行大型之案例測試，JET 另將向 FREA 申請設立事業部。此外，該所目前已接受泰國申請測試認證，亦準備受理美國與德國之測試申請，未來希望業務可拓展至臺灣，屆時臺灣向該機構申請檢測約需等候半年，但若臺灣向美國申請可能約需兩年時間等候。

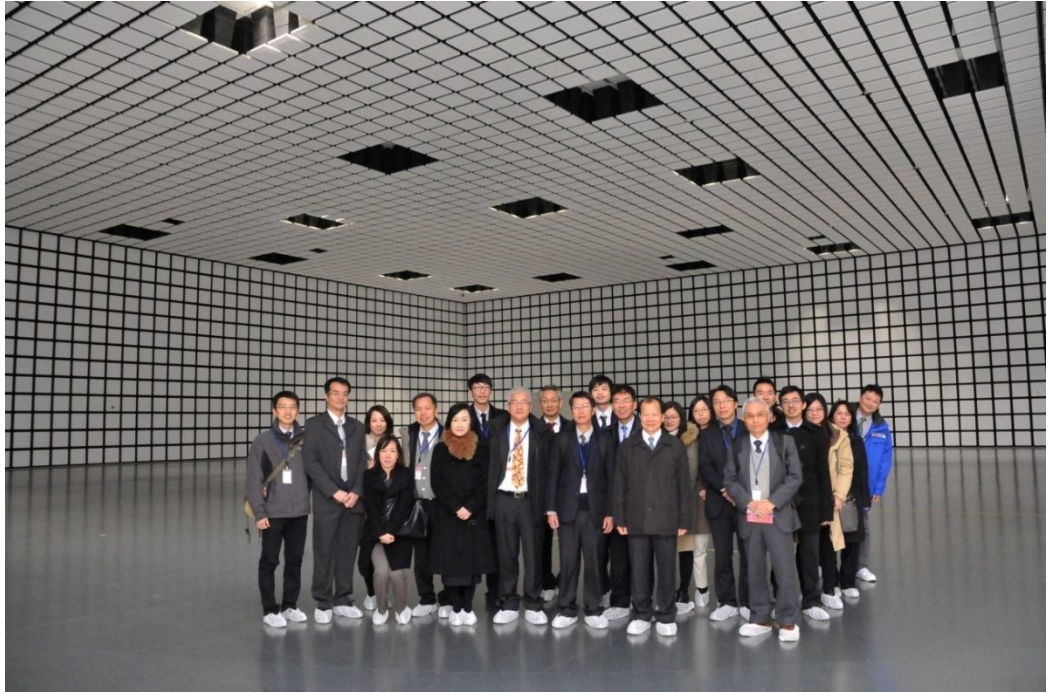


圖 9、與會人員於 FREA 電波暗室內之合影

五、參訪千葉縣離岸風力發電場域

位於千葉縣銚子市之離岸示範風力機為 NEDO 主持之國家研究項目，並由東京大學石原孟教授協助實行，東京電力株式會社擔任主管機關，三菱重工提供離岸風力機，鹿島建設負責施工。此參訪行程由東京電力公司介紹此研究項目之場址條件、建造計畫以及所蒐集之資訊(圖 10)。



圖 10、東京電力公司介紹銚子市離岸風場之建置計畫

1. 此研究項目主要是為了證明在日本任何地點皆可以施行離岸風電工程，故特挑選建置困難的場址執行，東京電力公司提及該場址之最大風速為 50m/s、波高 10.5m、週期 14.5 秒、

地震第一級最高速率 25cm/s，為極度不易施工之環境。該風場共設置一台由三菱重工製造之 2.4MW 離岸風力機與一座離岸氣象塔，兩者皆採用重力式基座，且運用預鑄式混凝土之技術，以達到減重與降低波浪影響之效果，表 6 為風機設計規格。

表 6、日本銚子市離岸風力機設計規格

風速	10 分鐘平均風速最高 50m/s 3 秒瞬間平均風速最高 70m/s
波高	最高 10.5m 週期 14.5 s(考慮破碎波)
地震	第一級：最高速率 25 cm/s 第二級：最高速率 50 cm/s
海嘯	以 2011 年海嘯觀測為模型設計

2. 此為日本第一座離岸風電場，也是第一座太平洋的離岸風力發電機，離岸邊 3.1 公里。風力機由 NEDO 與東大石原孟教授共同設計，屬固定著床式，2012 年 10 月 14 日竣工。建置前花費相當多時間在申請與通過相關許可，例如國有財產法、國土交通省所公共用財產管理規則、環境影響調查、電氣事業法等，其中為了協調當地漁民，更進行相當多的研究調查與實際拜訪，才達成漁民協會同意相關補助辦法。建置過程中更於 2011 年遇上 311 大地震，使得工廠毀損而暫停施工，最終於 2013 年 1 月 29 日開始運轉，成為日本離岸風力發電開發之重大里程碑。
3. 銚子離岸風電專案之氣象塔與水下量測儀器蒐集到相當多之資料，包含了水下量測儀器於 311 大地震時所量測到之流速、氣象塔於 2013 年 10 月量測到 26 號颱風之最大波高 9.52m、最大瞬間風速 44.6m/s、風機因颱風所受損害部位等。這些資料對於日本與臺灣特有之地震與颱風現象提供了相當重要之參考資訊，並可供風力機與基座設計階段時使用，以製造出適合臺灣與日本使用之風力機與基座。此外，在此風場營運時也獲得相當豐富之經驗與技術，可利用於之後風場營運之評估。因此，以臺灣與日本地理形勢經常遭受颱風侵襲之條件下，應可合理推估日本將此實證經驗貢獻於臺灣，協助我國進行離岸風力發電之開發與維護。

4. 此次也參訪了東京汽船株式會社之交通船，船名為 PORTCAT ONE(圖 11)。此交通船由東京電力公司承租，係為了日本近岸風力設備人力安全運輸而開發之小型船舶，屬於雙船體，船艙改良附軟膠墊可接觸離岸風力機，以方便人員進行風力機維護，其相關規格資訊如下表 7 所示：

表 7、PORTCAT ONE 相關規格資訊

船東	東京汽船株式會社
船籍港	千葉縣銚子市
船級	ClassNK
LBD	19.55 (LOA) ×6.3×1.8 (m)
總噸位	19 噸
乘載人數	船員 2 名 乘客 12 名 合計 14 名
主機規格	ヤンマー 6AY-WET 540kw×1,842min-1×2 台
專用設備	噴水推進裝置/低頭護舷橡膠墊(fender)
最大船速	29.2 節



圖 11、參觀 PORTCAT ONE 交通船

伍、心得及建議

依據經濟部整體再生能源發展方案，2025 年達成非核家園目標要占總發電量 20%，其中太陽光電裝置容量預計達 20GW，風力發電裝置容量約為 4GW，水力發電裝置容量約 2GW。而電業法修正後第一階段將開放民間設置再生能源電廠，並透過直供、轉供等方式將綠電售於再生能源需求者。同時 Google、Apple 等國際企業除自有營運設施使用 100%再生能源外，也鼓勵其國際供應鏈使用再生能源，因此地方政府也看上再生能源這塊市場，欲成立地方電力公司，將臺灣綠電銷往國外。

有鑒於此，本局負責規劃國內再生能源憑證中心及檢測驗證發展計畫，協助國內再生能源產業發展，因日本再生能源憑證系統係 2001 年由民間發起與制定，發展已久，且其電力系統與自然環境與臺灣相似，故此次協同國內相關檢測驗證及研究單位赴日本再生能源憑證中心及再生能源憑證發行事業者進行參訪，以瞭解日本再生能源憑證運作全貌及建立交流管道，此外，也與日本海事協會、東京大學、風力機製造商等產學業界進行工作小組會議，就推動臺灣離岸風電之技術細節與相關優惠方案等議題進行交流討論，行程中也安排參訪東京國際空運航廈太陽光發電所，並拜會福島再生能源研究所，瞭解日本再生能源技術發展方向，行程最後參訪日本首座離岸示範風電場域，瞭解該場域考量地震、海嘯與颱風等自然現象所設計之風力機，以提供臺灣設計與製造具備抗颱耐震風力機之參考。此次參訪心得與建議如下：

- 一、再生能源憑證在日本為民間自願性認證，不受法律限制或約束，和中央政府為平行合作單位，但日本再生能源憑證中心的運作須受政府監督。但因為日本憑證認證範圍為躉購及履行 RPS 義務以外的自由交易或自發自用的綠電，日本憑證制度較無發展空間。
- 二、而在日本申請再生能源憑證時，由發證單位向發電業者要求設備與發電量的檢測驗證資料，通常為依照電網公司併網時之要求。憑證中心在審查時，會向電網公司購買相關佐證資料，可有效追查裝置量與發電量，避免憑證重複之申請。前述之資料通常都以紙本審查作業為主，若發現異常時，依經驗判斷是否為人員疏失(例如電表抄表錯誤)，再調查原始數據查證，此外，沒有併到電網獨立運作的微電網才需要人員至現場查核。
- 三、日本再生能源憑證無所謂追蹤機制，僅要求發證單位每季一次回

報的綠電證書現況報告，報告中為總結的實際發電量，沒有即時發電量的紀錄。

- 四、根據過去推動的經驗，日本再生能源憑證中心建議再生能源憑證制度成功的關鍵因素在於其審核數據之蒐集方式，須決定數據的種類及建立有效地蒐集機制，如與電網公司建立合作模式。
- 五、日本再生能源憑證中心所有費用(除憑證購買費用)僅和發證公司收取(全日本僅 33 家發證公司)，個案申請費用僅向未和中心簽署長期合作契約的發證業者收取，其中發電量驗證與設備認定費是為了支付審查與稽核發證公司提供的申請資料成本。
- 六、若以 2025 年再生能源裝置目標為陸域風力機 1GW、離岸風力機 3GW、太陽光電 20GW，容量因素分別為 26%、36%、15%，乘上一年 8760 小時，每年發電量約 420 億度電(含水力 40 億度)。以美國目前再生能源憑證自願性市場交易價格 1 度電約新臺幣 0.15 元為參考，匯率約 1:30 估計，2025 年臺灣再生能源市場預期將有約新臺幣 63 億元之交易規模。
- 七、日本發展再生能源的挑戰包括過多電力併網造成電網不穩的問題，此部分可仰賴智慧變頻器(smart inverter)，以調節再生能源發電輸出，因此智慧變頻器的應用將是再生能源系統重要的關鍵；此外，發展安全高效能的儲能技術亦可解決相同問題，然而智慧變頻器與儲能系統相關之檢測驗證方法與安規，仍亟待克服。
- 八、臺日雙方於離岸風場海氣象資料、分析項目、評估作法、風場開發業務與體制，以及開發效益等相關資訊進行交流，有利於我國離岸風場檢測驗證技術之建立及相關標準與法規之制定。
- 九、日本銚子市離岸風電實證計畫蒐集到相當多之海氣象資料，對於日本與臺灣特有之地震與颱風現象提供了相當有用之資訊，並可供風力機與基座設計階段時使用，以製造出適合臺灣風場環境使用之風力機與基座。
- 十、日本銚子市離岸風場在營運時獲得了相當豐富之經驗與技術，可用於後續風場營運之評估。以臺灣與日本地理形勢經常受颱風侵襲之相似條件下，我國可參考日本實證經驗進行離岸風力發電之建設與維護。